

# Mastère Spécialisé Ingénierie Acoustique





**tech** université  
technologique

## Mastère Spécialisé Ingénierie Acoustique

- » Modalité: en ligne
- » Durée: 12 mois
- » Qualification: TECH Université Technologique
- » Horaire: à votre rythme
- » Examens: en ligne

Accès au site web: [www.techtitute.com/fr/ingenierie/master/master-ingenierie-acoustique](http://www.techtitute.com/fr/ingenierie/master/master-ingenierie-acoustique)

# Sommaire

01

Présentation

---

*page 4*

02

Objectifs

---

*page 8*

03

Compétences

---

*page 14*

04

Direction de la formation

---

*page 18*

05

Structure et contenu

---

*page 26*

06

Méthodologie

---

*page 36*

07

Diplôme

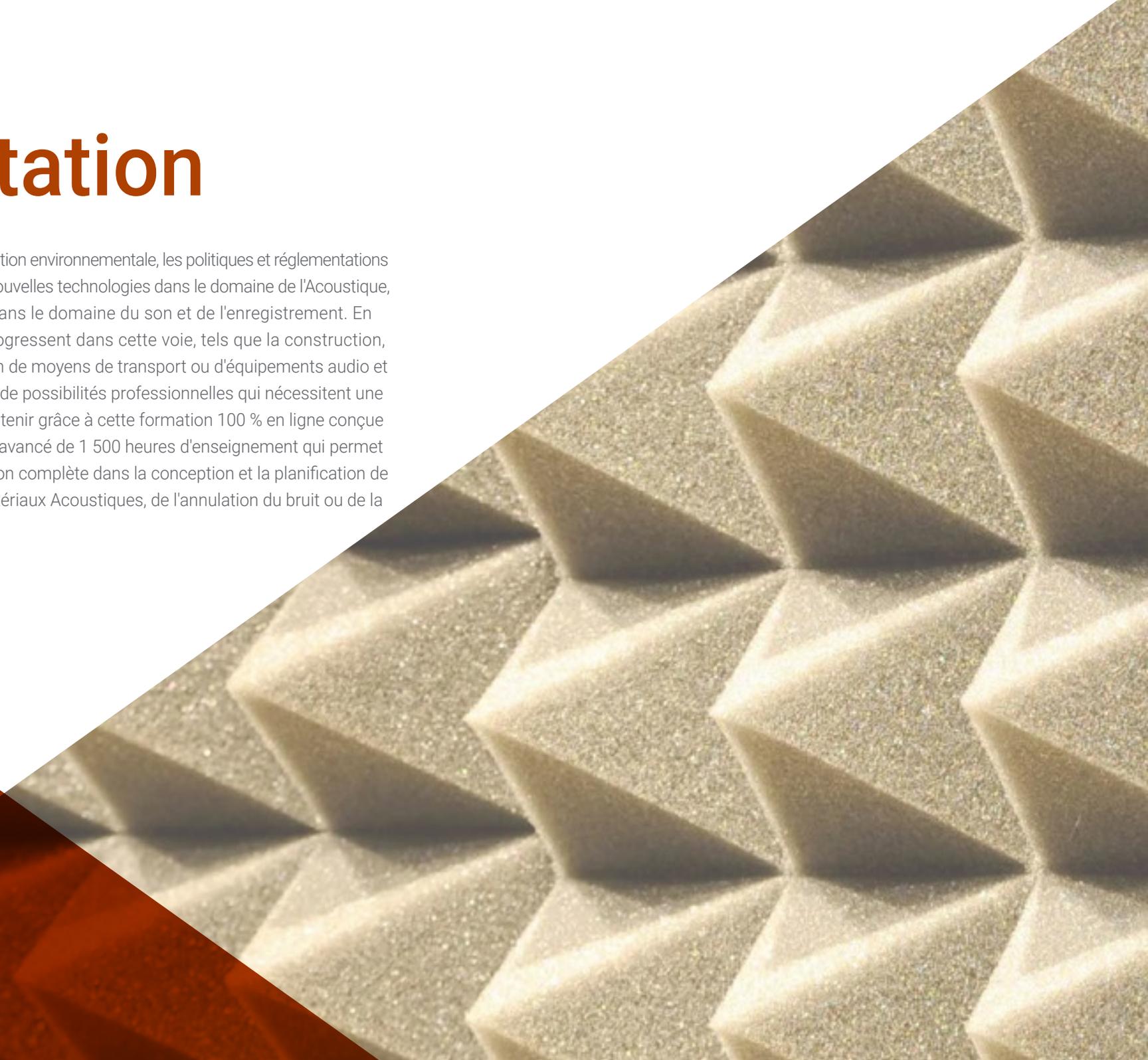
---

*page 44*

# 01

# Présentation

L'amélioration des techniques d'évaluation environnementale, les politiques et réglementations existantes, ainsi que l'avancée des nouvelles technologies dans le domaine de l'Acoustique, conduisent à un progrès continu dans le domaine du son et de l'enregistrement. En ce sens, de nombreux secteurs progressent dans cette voie, tels que la construction, l'ingénierie industrielle, la fabrication de moyens de transport ou d'équipements audio et d'instrumentation, un large éventail de possibilités professionnelles qui nécessitent une spécialisation qu'il est possible d'obtenir grâce à cette formation 100 % en ligne conçue par TECH. Il s'agit d'un programme avancé de 1 500 heures d'enseignement qui permet aux étudiants d'obtenir une formation complète dans la conception et la planification de l'acoustique Architecturale, des matériaux Acoustiques, de l'annulation du bruit ou de la renforcement du son.



“

*Augmentez votre potentiel professionnel dans le monde de l'Ingénierie Acoustique grâce à ce Mastère Spécialisé 100% en ligne"*

La recherche et l'innovation dans le domaine de l'Acoustique ont été constantes. En ce sens, les technologies ont joué un rôle transcendantal dans l'insonorisation d'espaces tels que les théâtres, les salles, les bâtiments ou avec la capacité d'isoler le bruit dans différents environnements. Tout cela a été motivé par le progrès technologique et les changements réglementaires en faveur du respect de l'environnement.

Dans ce contexte, l'ingénieur qui décide de développer sa carrière professionnelle dans ce domaine doit posséder des connaissances théoriques approfondies et les mettre en pratique dans des secteurs aussi variés que la construction, l'automobile, l'aviation ou dans des domaines liés à l'étude des effets ou de l'amélioration des matériaux pour l'insonorisation. C'est pour répondre à cette réalité qu'a été créé ce Mastère Spécialisé en Ingénierie Acoustique, développé par des professionnels de l'ingénierie ayant une grande expérience dans ce domaine.

Une proposition académique qui amènera les étudiants à approfondir la physique acoustique, à avancer dans la psychoacoustique, l'instrumentation acoustique avancée, à approfondir l'instrumentation acoustique, les avancées dans les systèmes et le traitement du signal ou les systèmes d'enregistrement et les techniques d'enregistrement en studio. Tout cela, de plus, de manière dynamique grâce à des ressources pédagogiques telles que des résumés vidéo, des pilules multimédia de haute qualité, des lectures spécialisées et des études de cas.

En outre, grâce au système *Relearning*, basé sur la réitération des concepts clés tout au long du programme, le diplômé sera en mesure de réduire considérablement les longues heures d'étude et d'obtenir un processus d'apprentissage beaucoup plus simple et efficace.

Il ne fait aucun doute que l'étudiant est confronté à une option académique de premier ordre qui se distingue également par sa méthodologie 100% flexible. Il vous suffit d'un appareil électronique doté d'une connexion Internet pour consulter, à tout moment de la journée, les contenus hébergés sur la plateforme virtuelle. Une opportunité unique que seule TECH, la plus grande université numérique au monde, peut vous offrir.

Ce **Mastère Spécialisé en Ingénierie Acoustique** contient le programme académique le plus complet et le plus actuel du marché. Les principales caractéristiques sont les suivantes:

- ♦ Le développement d'études de cas présentées par des experts en Ingénierie Acoustique
- ♦ Le contenu graphique, schématique et éminemment pratique de l'ouvrage fournit des informations techniques et pratiques sur les disciplines essentielles à la pratique professionnelle
- ♦ Des exercices pratiques permettant de réaliser le processus d'auto-évaluation afin d'améliorer l'apprentissage
- ♦ Il met l'accent sur les méthodologies innovantes
- ♦ Cours théoriques, questions à l'expert, forums de discussion sur des sujets controversés et travail de réflexion individuel
- ♦ La possibilité d'accéder aux contenus depuis n'importe quel appareil fixe ou portable doté d'une connexion internet



*Une proposition académique de premier ordre développée par TECH, une institution Google Partner Premier"*

“

*Elle résout les principaux problèmes liés à l'enregistrement audio et garantit la qualité. Tout cela, avec des connaissances acquises dans le confort de votre propre maison"*

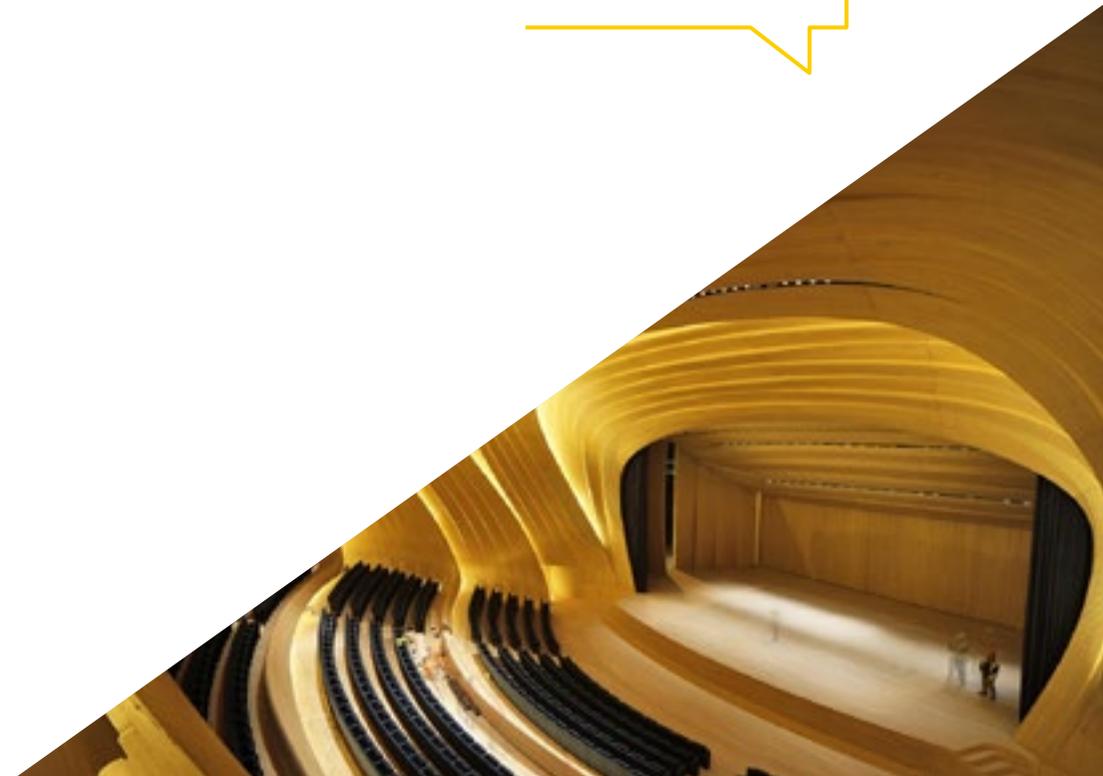
Le corps enseignant comprend des professionnels du domaine et qui apportent à cette formation l'expérience de leur travail, ainsi que des spécialistes reconnus de grandes sociétés et d'universités prestigieuses.

Grâce à son contenu multimédia développé avec les dernières technologies éducatives, les spécialistes bénéficieront d'un apprentissage situé et contextuel, ainsi, ils se formeront dans un environnement simulé qui leur permettra d'apprendre en immersion et de s'entraîner dans des situations réelles.

La conception de ce programme est axée sur l'Apprentissage par les Problèmes, grâce auquel le professionnel doit essayer de résoudre les différentes situations de la pratique professionnelle qui se présentent tout au long du programme académique. Pour ce faire, l'étudiant sera assisté d'un innovant système de vidéos interactives, créé par des experts reconnus.

*Vous disposez d'une bibliothèque de ressources multimédias, accessible 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7.*

*Obtenez une spécialisation efficace en Acoustique Architecturale et allez plus loin dans vos projets d'isolation acoustique. Inscrivez-vous maintenant.*



# 02 Objectifs

Grâce à l'approche théorique et pratique de cette formation universitaire, les étudiants obtiendront une formation avancée et actualisée dans le domaine de l'Ingénierie Acoustique. Ainsi, à la fin du cours académique de 12 mois, le diplômé connaîtra les techniques et les principes fondamentaux utilisés dans l'acoustique architecturale, le son et les vibrations dans l'industrie, l'isolation du bruit aérien, les infrastructures environnementales et urbaines. Tout cela dans le but d'aider les étudiants à évoluer dans un marché du travail croissant et diversifié tel que la Construction, la fabrication de transport et l'Ingénierie Industrielle, entre autres.





“

*Vous disposez d'études de cas avec une approche théorique-pratique idéale pour intégrer les techniques de renforcement du son les plus efficaces dans vos projets acoustiques"*



## Objectifs généraux

---

- ♦ Développer les lois de l'acoustique physique qui expliquent le comportement des ondes sonores, telles que l'équation des ondes acoustiques
- ♦ Fournir les connaissances nécessaires sur les concepts essentiels de la génération et de la propagation du son dans les milieux fluides et les modèles qui décrivent le comportement des ondes sonores dans ces milieux, tant dans leur propagation libre que dans leur interaction avec la matière d'un point de vue formel et mathématique
- ♦ Déterminer la nature et les particularités des éléments acoustiques d'un système
- ♦ Familiariser l'étudiant avec la terminologie et les méthodes analytiques pour résoudre les problèmes acoustiques
- ♦ Analyser la nature des sources sonores et la perception humaine
- ♦ Conceptualiser le bruit et le son dans la réception sonore
- ♦ Distinguer les particularités qui affectent la perception psychoacoustique des sons
- ♦ Identifier et spécifier les indices et les unités de mesure nécessaires pour quantifier le son et ses effets sur la propagation du son
- ♦ Compiler les différents systèmes de mesure acoustique et leurs caractéristiques de fonctionnement
- ♦ Fournir une justification de l'utilisation correcte des instruments appropriés pour une mesure spécifique
- ♦ Approfondir les méthodes et outils de traitement numérique pour l'obtention de paramètres acoustiques
- ♦ Évaluer les différents paramètres acoustiques à l'aide de systèmes de traitement numérique des signaux
- ♦ Établir les critères corrects pour l'acquisition de données acoustiques par la quantification et l'échantillonnage
- ♦ Fournir une solide compréhension des principes fondamentaux et des concepts clés liés à l'enregistrement audio et à l'instrumentation utilisée dans les studios d'enregistrement
- ♦ Promouvoir une connaissance actualisée de la technologie en constante évolution dans le domaine de l'enregistrement audio et de l'instrumentation associée
- ♦ Déterminer les protocoles de manipulation des équipements d'enregistrement avancés et leur application dans des situations pratiques d'ingénierie acoustique
- ♦ Analyser et classer les principales sources de bruit dans l'environnement et leurs conséquences
- ♦ Mesurer le bruit dans l'environnement à l'aide d'indicateurs acoustiques appropriés



*Devenir un expert dans la construction d'enceintes acoustiques et de transducteurs à rayonnement direct et indirect"*



## Objectifs spécifiques

---

### Module 1. Ingénierie Physique Acoustique

- ◆ Préciser les concepts liés à la propagation des ondes sonores tels que les résonances ou la vitesse du son dans les fluides
- ◆ Appliquer les principes de propagation du bruit à l'extérieur et dans les éléments architecturaux tels que les plaques, les membranes, les tuyaux et les cavités, etc.
- ◆ Établir les principes régissant la production de bruit à partir de sources et la propagation d'ondes sonores et de vibrations courantes dans le bâtiment et l'environnement
- ◆ Analyser les comportements tels que la réflexion, la réfraction, l'absorption, la transmission, le rayonnement et la diffraction du son

### Module 2. Psychoacoustique et détection des signaux acoustiques

- ◆ Développer la notion de bruit et les caractéristiques de la propagation du son
- ◆ Préciser comment effectuer des additions et des soustractions de sons complexes et comment évaluer le bruit de fond
- ◆ Mesurer les sons objectifs et subjectifs avec les unités appropriées et les corrélérer entre eux à l'aide de courbes isophoniques
- ◆ Évaluer les effets des masques fréquentiels et temporels et leurs effets sur la perception

### Module 3. Instrumentation Acoustique Avancée

- ◆ Analyser les différents descripteurs de bruit et leur mesure
- ◆ Évaluer le comportement des pondérations temporelles et fréquentielles dans les mesures
- ◆ Appliquer avec aisance les réglementations générales définissant l'instrumentation et ses mesures
- ◆ Établir l'utilisation correcte d'un analyseur de spectre pour identifier les sources de bruit, le degré de transmission à travers une structure ou pour évaluer un traitement acoustique

### Module 4. Systèmes et Traitement des Signaux Audio

- ◆ Développer le processus de quantification et d'échantillonnage nécessaire à l'acquisition de données discrètes et les erreurs d'acquisition telles que le *jitter*, le *aliasing* ou l'erreur de quantification
- ◆ Synthétiser la conversion analogique-numérique et les différents problèmes liés à la discrétisation des signaux, ainsi que l'analyse des fonctions périodiques dans le domaine complexe
- ◆ Interpréter le comportement du filtrage et le type de réponse obtenu lors des mesures. Utiliser la génération de signaux numériques pour l'excitation acoustique
- ◆ Évaluer l'utilisation de la transformée de Laplace et d'autres outils d'analyse mathématique pour obtenir des courbes de réponse dans le plan complexe des fréquences et des phaseurs, ainsi que d'autres présentations statistiques des résultats pour divers paramètres acoustiques

### Module 5. Electroacoustique et Équipements Audio

- ◆ Étudier en profondeur les effets de la puissance sur les niveaux de puissance et l'intensité sonore
- ◆ Analyser la construction des enceintes acoustiques et des transducteurs à rayonnement direct et indirect
- ◆ Concevoir des filtres de croisement spécifiques pour des systèmes basés sur des transducteurs électroacoustiques ou calculer le gain en dB d'un système d'amplification
- ◆ Définir les types d'amplification, concevoir des moniteurs acoustiques et acquérir la maîtrise des différents équipements utilisés pour l'enregistrement, la reproduction et la manipulation du son dans les studios professionnels, en étant capable d'évaluer des paramètres tels que les distorsions ou les niveaux de pression

### Module 6. Acoustique des salles

- ♦ Étudier en profondeur la typologie du bruit et ses différents traitements
- ♦ Analyser et évaluer le bruit de transmission des machines et des équipements dans les installations
- ♦ Adapter les modèles de calcul d'isolation aux différents types de bruit
- ♦ Calculer l'indice de réduction acoustique d'une paroi ou d'un élément de construction

### Module 7. Isolation Acoustique

- ♦ Calculer les modes axial, tangentiel et oblique d'une pièce rectangulaire et leur influence sur la fréquence de Schroeder
- ♦ Choisir les dimensions d'un local en fonction des différents critères de répartition modale et calculer leur optimisation
- ♦ Pouvoir calculer l'absorption acoustique, la TR ou la distance critique d'un local
- ♦ Calculer les diffuseurs QRD ou PRD, entre autres

### Module 8. Installations et Essais Acoustiques

- ♦ Évaluer le terme d'adaptation spectrale C et Ctr dans les rapports et essais acoustiques
- ♦ Distinguer la planification des différents essais de bruit selon qu'il s'agit de transmission aérienne ou structurelle dans divers éléments de construction ou environnements (façades, impact, etc.) pour le choix de l'équipement de mesure et de l'installation d'essai
- ♦ Élaborer les procédures de mesure des TR dans divers environnements
- ♦ Analyser les différents équipements de limitation du bruit, leur application et leurs périphériques
- ♦ Définir le contenu et les exigences minimales des études et rapports acoustiques et évaluer les résultats obtenus lors des essais





### **Module 9. Systèmes d'enregistrement et techniques d'enregistrement en studio**

- ♦ Identifier et utiliser efficacement le matériel d'enregistrement, les câbles, les connecteurs et autres dispositifs essentiels utilisés dans les studios d'enregistrement
- ♦ Développer des techniques spécifiques de prise de son et de positionnement des microphones pour capturer un son de haute qualité dans une variété de situations, telles que les enregistrements vocaux, instrumentaux et de groupes
- ♦ Gérer la chaîne audio, du signal d'entrée à l'enregistrement et au contrôle, en assurant un flux de travail efficace et de haute qualité
- ♦ Évaluer différentes interfaces audio pour des projets spécifiques
- ♦ Résoudre les problèmes courants d'enregistrement audio, tels que les bruits parasites, les problèmes de phase et l'annulation du bruit, afin de garantir la qualité des enregistrements.

### **Module 10. Acoustique Environnementale et plans d'action**

- ♦ Analyser les indicateurs de bruit dans l'environnement  $L_{den}$  et  $L_{dn}$  et définir des normes, des protocoles et des procédures pour la mesure du bruit dans l'environnement
- ♦ Développer d'autres indicateurs tels que le bruit du trafic TNI ou l'exposition sonore SEL
- ♦ Établir la mesure du bruit du trafic, des chemins de fer, des avions ou des activités
- ♦ Concevoir des écrans antibruit, des cartographies du bruit ou des techniques de limitation de l'exposition humaine au bruit

# 03

# Compétences

L'objectif de cette proposition académique est d'améliorer les aptitudes et les compétences techniques des étudiants dans le domaine de l'Ingénierie Acoustique. Vous serez ainsi en mesure de mettre en pratique les concepts théoriques et de travailler avec des garanties en matière de conception sonore et d'enregistrement audio, de contrôle du bruit dans l'environnement et de conception acoustique des espaces. Cette qualification vous aidera également à vous tenir au courant des principales tendances technologiques en matière d'acoustique dans ce domaine en constante évolution.





“

*Avec TECH, vous serez au fait des dernières avancées technologiques dans le domaine de l'enregistrement audio"*



## Compétences générales

- ♦ Établir les différents critères ou les pondérations appropriées à appliquer lors d'une mesure acoustique donnée
- ♦ Développer les techniques de filtrage appropriées pour les données acoustiques obtenues lors d'une mesure et manipuler les systèmes logiciels de traitement des signaux
- ♦ Appliquer des critères qualitatifs et quantitatifs d'acceptabilité du bruit
- ♦ Collaborer à la conception du renforcement du son dans divers environnements acoustiques et infrastructures civiles tels que les centres commerciaux, les stades, les théâtres, etc
- ♦ Évaluer l'impact de différents transducteurs acoustiques ou systèmes audio sur un système électroacoustique complexe
- ♦ Adapter la conception des systèmes de sonorisation aux conditions particulières de leur environnement extérieur ou intérieur en contrôlant leurs caractéristiques de propagation et leurs règles d'efficacité
- ♦ Appliquer les techniques d'enregistrement et utiliser efficacement les systèmes d'enregistrement dans divers contextes d'ingénierie acoustique et de production audio
- ♦ Évaluer les effets possibles sur la santé de l'exposition au bruit et aux vibrations en fonction de la nature et du niveau de la source
- ♦ Élaborer des plans d'action et de contrôle du bruit sur la base d'une analyse du type de bruit





## Compétences spécifiques

---

- ◆ Développer des compétences de recherche pour de nouveaux transducteurs et équipements électroniques audio
- ◆ Conception d'isolations acoustiques pour les secteurs du bâtiment et du génie civil
- ◆ Résoudre les problèmes acoustiques liés au manque d'isolation acoustique
- ◆ Analyser les principales solutions constructives pour les solutions d'isolation acoustique
- ◆ Évaluer l'impact d'une solution acoustique en fonction des paramètres d'isolation acoustique utilisés dans le bâtiment et l'industrie
- ◆ Planifier et développer des essais acoustiques en fonction du phénomène acoustique
- ◆ Développer le contrôle, la limitation et la mesure du bruit
- ◆ Analyser par des essais les différentes grandeurs de mesure acoustique et identifier le type d'essai en fonction de la mesure acoustique à évaluer
- ◆ Planifier et développer les différents types d'essais selon les normes internationales
- ◆ Évaluer les résultats obtenus à partir des mesures effectuées pour produire des rapports acoustiques



*Ce programme vous permettra d'acquérir les compétences nécessaires pour effectuer efficacement des mesures acoustiques conformément aux normes internationales"*

# 04

## Direction de la formation

Cette institution académique a rigoureusement sélectionné chacun des professeurs qui enseignent cette formation. Ainsi, les étudiants ont la garantie d'accéder à un programme d'études planifié et préparé par des spécialistes dans ce domaine, en génie civil, avec un haut niveau d'expérience professionnelle, d'enseignement et de recherche. De même, grâce à leur proximité, les diplômés pourront clarifier les doutes qu'ils pourraient avoir sur le contenu de haut niveau auquel ils auront accès dans ce Mastère Spécialisé.





“

*Des spécialistes de l'Ingénierie Acoustique et de la recherche dans ce domaine sont chargés de vous offrir le programme le plus avancé et le plus actuel”*

## Directeur invité international

Reconnu pour sa contribution dans le domaine du **Traitement des Signaux Audio**, Shailesh Sakri est un **ingénieur** de renom spécialisé dans les **Technologies de l'Information** et la **Gestion des Produits**. Avec plus de vingt ans d'expérience dans l'industrie technologique, il s'est concentré sur la mise en œuvre de solutions innovantes et l'optimisation des processus dans des institutions mondiales telles que **Harman International India**.

Parmi ses principales réalisations, il a déposé plusieurs brevets dans des domaines tels que la **Capture Audio Directionnelle** et la **Suppression Directionnelle avec des Microphones Omnidirectionnels**. Par exemple, il a mis au point de nombreuses méthodes pour améliorer la performance de la prise de son et la séparation stéréo avec des microphones à prise de son sphérique. Il a ainsi contribué à optimiser la qualité audio des appareils électroniques tels que les smartphones et à améliorer la satisfaction de l'utilisateur final. Il a également dirigé des projets qui intègrent du matériel et des logiciels dans des systèmes audio, permettant aux consommateurs de profiter d'une expérience sonore plus immersive.

D'autre part, il a combiné ce travail avec son rôle de **Chercheur**. À cet égard, il a publié de nombreux articles dans des revues spécialisées sur des sujets tels que la gestion des signaux vocaux, l'algorithme de la **Transformée de Fourier Rapide** et le **Filtrage Adaptatif**. Ses travaux ont ainsi permis de concevoir des produits innovants grâce à la mise en œuvre de l'**Intelligence Artificielle**. Il a par exemple utilisé cet outil émergent pour améliorer la sécurité des véhicules en surveillant la distraction des conducteurs, ce qui a contribué à réduire les accidents de la route et à élever les normes de sécurité routière.

Il a également participé activement en tant qu'orateur à diverses **conférences** mondiales, où il a partagé les derniers développements dans le domaine de l'Ingénierie et de la Technologie.



## M. Sakri, Shailesh

---

- Directeur des Logiciels Audio Automobile chez Harman International, Karnataka, Inde
- Directeur des Algorithmes Audio chez Knowles Intelligent Audio à Mountain View, Californie
- Responsable Audio chez Amazon Lab126 à Sunnyvale, Californie
- Architecte Technologique chez Infosys Technologies Ltd au Texas, États-Unis
- Ingénieur en Traitement des Signaux Numériques chez Aureole Technologies à Karnataka, Inde
- Responsable Technique chez Sasken Technologies Limited à Karnataka, Inde
- Master en Technologie de l'Intelligence Artificielle du Birla Institute of Technology & Science, Pilani, Pilani, Inde
- Licence en Électronique et Communications de l'Université de Gulbarga
- Membre de la Société Indienne de Traitement des Signaux

“

*Grâce à TECH, vous pourrez apprendre avec les meilleurs professionnels du monde”*

## Direction



### **M. Espinosa Corbellini, Daniel**

- ♦ Consultant expert en équipement Audio et en Acoustique des Salles
- ♦ Professeur à l'École Supérieure d'Ingénierie de Puerto Real de l'Université de Cadix
- ♦ Ingénieur de Projet dans l'entreprise des Installations Electriques Coelan
- ♦ Technicien en Audio dans les Ventes et les Installations de l'entreprise Daniel SonIoT
- ♦ Ingénieur Technique Industriel en Électronique Industrielle à l'Université de Cadix
- ♦ Ingénieur Industriel en Organisation Industrielle de l'Université de Cadix
- ♦ Master Officiel en Évaluation et Gestion de la Pollution par le Bruit de l'Université de Cadix
- ♦ Master Officiel en Ingénierie Acoustique de l'Université de Cadix et de l'Université de Grenade
- ♦ Diplôme d'Études Supérieures de l'Université de Cadix

## Professeurs

### Dr De La Hoz Torres, María Luisa

- ♦ Architecte Technique au Département des Travaux et de l'Urbanisme de la Mairie de Porcuna
- ♦ Enseignante-Chercheuse à l'Université de Grenade
- ♦ Professeure de la Licence en Études de la Construction à l'École Technique Supérieure d'Ingénierie de la Construction, à l'Université de Grenade
- ♦ Professeure de Licence en Études Architecturales à l'École d'Architecture de l'Université de Grenade
- ♦ Professeure de Licence de Physique, Université de Grenade
- ♦ Professeure de la Licence d'Ingénierie Chimique à l'Ecole d'Ingénierie Civile de l'Université de Grenade
- ♦ Professeure de la Licence d'Ingénierie des Technologies de Télécommunications à l'École d'Ingénierie Civile de l'Université de Grenade
- ♦ Prix Andrés Lara 2019 au jeune chercheur en acoustique décerné par la Société Espagnole d'Acoustique
- ♦ Docteur dans le Programme d'Ingénierie Civile de l'Université de Grenade
- ♦ Diplôme en Architecture Technique de l'Université de Grenade
- ♦ Diplôme en Bâtiment de l'Université de Grenade
- ♦ Master en Gestion et Sécurité Intégrale du Bâtiment de l'Université de Grenade
- ♦ Master Universitaire en Ingénierie Acoustique de l'Université de Grenade
- ♦ Master en Enseignement Secondaire Obligatoire et Baccalauréat, Formation Professionnelle et Enseignement des Langues Spécialité en Technologie, Informatique et les Processus Industriels

### Dr Aguilar Aguilera, Antonio

- ♦ Architecte Technique Département des travaux et de l'urbanisme de la Mairie de Villanueva del Trabuco
- ♦ Enseignant et Chercheur à l'Université de Grenade
- ♦ Chercheur au sein du groupe TEP-968 Technologies pour l'Économie Circulaire (TEC)
- ♦ Professeur de la Licence en Ingénierie du Bâtiment au Département des Constructions Architecturales de l'Université de Grenade dans les matières suivantes
- ♦ Organisation et programmation dans le bâtiment et Prévention et Sécurité
- ♦ Professeur de la Licence de Physique au Département de Physique Appliquée de l'Université de Grenade dans le domaine de la Physique de l'Environnement
- ♦ Prix Andrés Lara, décerné par la Société Espagnole d'Acoustique (SEA), récompensant le meilleur travail d'un jeune chercheur dans le domaine de l'ingénierie acoustique
- ♦ Docteur dans le programme de doctorat en Ingénierie Civile de l'Université de Grenade
- ♦ Diplôme en Architecture Technique de l'Université de Grenade
- ♦ Master en Gestion et Sécurité Intégrale du Bâtiment de l'Université de Grenade
- ♦ Master en Ingénierie acoustique de l'Université de Grenade
- ♦ Professeur de la Licence en Ingénierie des Technologies de Télécommunications dans le Département de Physique Appliquée, dans la matière Physique Appliquée aux Télécommunications

**Dr Cuervo Bernal, Ana Teresa**

- ♦ Technicienne chez Audiotec
- ♦ Technicienne accréditée par l'ENAC et la Généralité de Catalogne (ECPCA), pour les mesures acoustiques dans tous les domaines
- ♦ Professeur de son à l'École de Cinéma "Cine en Acción"
- ♦ Master en Acoustique Architecturale et Environnementale à l'Université de La Salle à Barcelone
- ♦ Diplôme en Ingénierie Acoustique de l'Université San Buenaventura de Bogota
- ♦ Diplôme en Art et Communication visuelle de l'Université San Buenaventura de Bogota
- ♦ Diplôme en Production Audiovisuelle de Cinéma en Action Barcelone
- ♦ Diplôme en Son Audiovisuel, chez Cinéma en Action, Barcelone

**Dr Muñoz Montoro, Antonio Jesús**

- ♦ Chercheur en signaux musicaux et biomédicaux et leurs applications
- ♦ Professeur Assistant Docteur à l'Université d'Oviedo
- ♦ Enseignant et Chercheur à l'Université à Distance de Madrid
- ♦ Professeur Suppléant Intérimaire à l'Université d'Oviedo
- ♦ Professeur et Tuteur au Centre associé de l'UNED à Jaén
- ♦ Groupe de recherche «Traitement du Signal et Systèmes de Télécommunications» (TIC188) de l'Université de Jaén
- ♦ Groupe de recherche «Quantum and High Performance Computing» de l'Université d'Oviedo
- ♦ Docteur en Ingénierie des Télécommunications de l'Université de Jaén
- ♦ Ingénieur en Télécommunications de l'Université de Málaga



**M. Arroyo Chuquin, Jorge Santiago**

- ♦ Consultant et Concepteur Acoustique chez AKUO Ingénierie Acoustique
- ♦ Coordinateur de Carrière pour la Technologie Supérieure du Son et de l'Acoustique
- ♦ Master en Technologie et Innovation Éducative à l'Université Technique du Nord
- ♦ Ingénieur en Son et Acoustique à l'Université de las Américas

**M. Leiva Minango, Danny Vladimir**

- ♦ Ingénieur en Acoustique et Son à El Jabalí Estudio Quito
- ♦ Directeur de la Recherche et des Projets à l'Institut Supérieur Technologique Universitaire des Arts Visuels
- ♦ Technicien de Projets d'Acoustique et d'Architecture chez ProAcustica
- ♦ Master en Enseignement Universitaire à l'Université César Vallejo
- ♦ Master en Administration des Affaires de l'Université Andina Simón Bolívar
- ♦ Ingénieur en Acoustique et en Son de l'Université des Amériques

# 05

## Structure et contenu

Ce parcours académique conduira les étudiants à réaliser un processus d'apprentissage exhaustif dans le domaine de l'Ingénierie Acoustique. Des connaissances solides qui permettront au diplômé d'appliquer les concepts de la physique acoustique, de la psychoacoustique et de l'électroacoustique dans des projets d'isolation de pièces, de bâtiments ou de tout autre environnement. Tout cela, en outre, de manière dynamique grâce aux nombreuses ressources pédagogiques dans lesquelles TECH a utilisé les dernières technologies appliquées à l'enseignement universitaire.



“

*Grâce à la méthode Relearning, vous parviendrez à un apprentissage avancé, sans avoir à passer de longues heures à étudier et à mémoriser”*

## Module 1. Ingénierie Physique Acoustique

- 1.1. Vibrations mécaniques
  - 1.1.1. Oscillateur Simple
  - 1.1.2. Oscillations amorties et forcées
  - 1.1.3. Résonance mécanique
- 1.2. Vibrations dans les cordes et les tiges
  - 1.2.1. La Corde vibrante. Ondes transversales
  - 1.2.2. Équation de l'onde longitudinale et transversale dans les barres
  - 1.2.3. Vibrations transversales dans les barres. Cas particuliers
- 1.3. Vibrations dans les membranes et les plaques
  - 1.3.1. Vibration d'une surface plane
  - 1.3.2. Équation d'onde bidimensionnelle pour une membrane étirée
  - 1.3.3. Vibrations libres d'une membrane fixe
  - 1.3.4. Vibrations forcées d'une membrane
- 1.4. Équation des ondes acoustiques. Solutions simples
  - 1.4.1. L'Équation d'onde linéarisée
  - 1.4.2. Vitesse du son dans les fluides
  - 1.4.3. Ondes planes et sphériques. La source ponctuelle
- 1.5. Phénomènes de transmission et de réflexion
  - 1.5.1. Changements de milieu
  - 1.5.2. Transmission en incidence normale et oblique
  - 1.5.3. Réflexion spéculaire. La loi de Snell
- 1.6. Absorption et atténuation des ondes sonores dans les fluides
  - 1.6.1. Phénomène d'absorption
  - 1.6.2. Coefficient d'absorption classique
  - 1.6.3. Phénomènes d'absorption dans les liquides
- 1.7. Rayonnement et réception des ondes acoustiques
  - 1.7.1. Rayonnement de la sphère pulsée Sources simples. Intensité
  - 1.7.2. Rayonnement dipolaire Directivité
  - 1.7.3. Comportement en champ proche et en champ lointain

- 1.8. Diffusion, Réfraction et Diffraction des Ondes Acoustiques
  - 1.8.1. Réflexion non spéculaire. Diffusion
  - 1.8.2. Réfraction Effet de la température
  - 1.8.3. Diffraction. Effet de bord ou de réseau
- 1.9. Ondes stationnaires: Tubes, Cavités, Guides d'Ondes
  - 1.9.1. Résonance dans les tubes ouverts et fermés
  - 1.9.2. Absorption du son dans les tubes. Tube de Kundt
  - 1.9.3. Cavités rectangulaires, cylindriques et sphériques
- 1.10. Résonateurs, Conduits et Filtres
  - 1.10.1. Limite des grandes longueurs d'onde
  - 1.10.2. Résonateur de Helmholtz
  - 1.10.3. Impédance acoustique
  - 1.10.4. Filtres acoustiques à base de conduits

## Module 2. Psychoacoustique et détection des signaux acoustiques

- 2.1. Le bruit. Sources
  - 2.1.1. Sons Vitesse de transmission, pression et longueur d'onde
  - 2.1.2. Le bruit. Bruit de fond
  - 2.1.3. Source de bruit omnidirectionnelle. Puissance et intensité sonore
  - 2.1.4. Impédance acoustique pour les ondes planes
- 2.2. Niveaux de mesure du son
  - 2.2.1. Loi de Weber-Fechner. Le décibel
  - 2.2.2. Le niveau de pression acoustique
  - 2.2.3. Le niveau d'intensité sonore
  - 2.2.4. Niveau de puissance acoustique
- 2.3. Mesure du champ acoustique en Décibels (Db)
  - 2.3.1. Somme de différents niveaux
  - 2.3.2. Somme de niveaux égaux
  - 2.3.3. Soustraction de niveaux Correction pour le bruit de fond
- 2.4. Acoustique Binaurale
  - 2.4.1. Structure du modèle auditif
  - 2.4.2. Portée et relation pression acoustique-fréquence
  - 2.4.3. Seuils de détection et limites d'exposition
  - 2.4.4. Modèle physique

- 2.5. Mesures psychoacoustiques et physiques
  - 2.5.1. Intensité sonore et niveau d'intensité sonore. Fones
  - 2.5.2. Hauteur et fréquence. Timbre. Gamme spectrale
  - 2.5.3. Courbes d'intensité sonore égale (isophoniques). Fletcher et Munson et al
- 2.6. Propriétés Acoustiques Perceptives
  - 2.6.1. Masquage des sons. Tonalités et bandes de bruit
  - 2.6.2. Masquage temporel. Pré- et post-masquage
  - 2.6.3. Sélectivité de fréquence de l'oreille. Bandes critiques
  - 2.6.4. Effets perceptifs non linéaires et autres effets. Effet Hass et effet Doppler
- 2.7. Le système phonatoire
  - 2.7.1. Modèle mathématique du conduit vocal
  - 2.7.2. Temps d'émission, contenu spectral dominant et niveau d'émission
  - 2.7.3. Directivité de l'émission vocale. Courbe polaire
- 2.8. Analyse spectrale et bandes de fréquences
  - 2.8.1. Courbes de pondération fréquentielle A (dBA) Autres pondérations spectrales
  - 2.8.2. Analyse spectrale par octaves et tiers d'octaves. Concept d'octave
  - 2.8.3. Bruit rose et bruit blanc
  - 2.8.4. Autres bandes de bruit utilisées dans la détection et l'analyse des signaux
- 2.9. Atténuation atmosphérique du son en champ libre
  - 2.9.1. Atténuation due à la variation de la vitesse du son en fonction de la température et de la pression atmosphérique
  - 2.9.2. Effet d'absorption de l'air
  - 2.9.3. Atténuation due à la hauteur au-dessus du sol et à la vitesse du vent
  - 2.9.4. Atténuation due aux turbulences, à la pluie, à la neige ou à la végétation
  - 2.9.5. Atténuation due à des obstacles au bruit ou à des variations de terrain gênantes
- 2.10. Analyse temporelle et indices acoustiques de l'intelligibilité perçue
  - 2.10.1. Perception subjective des premières réflexions acoustiques Zones d'écho
  - 2.10.2. Écho flottant
  - 2.10.3. Intelligibilité de la parole. %ALCons et calcul STI/RASTI

### Module 3. Stations de pompage

- 3.1. Bruit
  - 3.1.1. Descripteurs de bruit par évaluation du contenu énergétique: LAeq, SEL
  - 3.1.2. Descripteurs de bruit par évaluation de la variation temporelle: LAnT
  - 3.1.3. Courbes de catégorisation du bruit: NC, PNC, RC et NR
- 3.2. Mesure de la pression
  - 3.2.1. Sonomètre Description générale, structure et fonctionnement par blocs
  - 3.2.2. Analyse de la pondération des fréquences. Réseaux A, C, Z
  - 3.2.3. Analyse de la pondération temporelle. Réseaux lents, rapides, impulsionnels
  - 3.2.4. Sonomètre intégrateur et dosimètre (Laeq et SEL). Classes et Types. Réglementation
  - 3.2.5. Phases du contrôle métrologique. Réglementation
  - 3.2.6. Calibrateurs et pistophones
- 3.3. Mesure de l'intensité
  - 3.3.1. Intensimétrie. Propriétés et Applications
  - 3.3.2. Sondes intensimétriques
    - 3.3.2.1. Types pression/pression et pression/vitesse
  - 3.3.3. Méthodes d'étalonnage Incertitudes
- 3.4. Sources d'excitation acoustique
  - 3.4.1. Source omnidirectionnelle Dodécaédrique. Normes Internationales
  - 3.4.2. Sources impulsives aériennes. Sondeurs à canon et à ballon
  - 3.4.3. Sources d'impulsions structurelles. Machine d'impact
- 3.5. Mesure des vibrations
  - 3.5.1. Accéléromètres piézoélectriques
  - 3.5.2. Courbes de déplacement, de vitesse et d'accélération
  - 3.5.3. Analyseurs de vibrations Pondérations de fréquence
  - 3.5.4. Paramètres et Étalonnage
- 3.6. Microphones de mesure
  - 3.6.1. Types de Microphones de Mesure
    - 3.6.1.1. Microphone à condensateur et microphone pré-polarisé. Mode de fonctionnement
  - 3.6.2. Conception et construction des microphones
    - 3.6.2.1. Champ diffus, champ aléatoire et champ de pression
  - 3.6.3. Sensibilité, réponse, directivité, portée et stabilité
  - 3.6.4. Influences de l'environnement et de l'opérateur. Mesures avec des microphones

- 3.7. Mesure de l'impédance acoustique
  - 3.7.1. Méthodes du tube d'impédance (Kundt): méthode de la gamme des ondes stationnaires
  - 3.7.2. Détermination du coefficient d'absorption acoustique à incidence normale. Méthode de la fonction de transfert ISO 10534-2:2002
  - 3.7.3. Méthode de surface: pistolet à impédance
- 3.8. Chambres de mesure acoustique
  - 3.8.1. Chambre anéchoïque. Conception et matériaux
  - 3.8.2. Chambre semi-anéchoïque. Conception et matériaux
  - 3.8.3. Chambre réverbérante. Conception et matériaux
- 3.9. Autres systèmes de mesure
  - 3.9.1. Systèmes de mesure automatiques et autonomes pour l'acoustique environnementale
  - 3.9.2. Systèmes de mesure par carte d'acquisition de données et logiciel
  - 3.9.3. Systèmes basés sur un logiciel de simulation
- 3.10. Incertitude des mesures acoustiques
  - 3.10.1. Sources d'incertitude
  - 3.10.2. Mesures reproductibles et non reproductibles
  - 3.10.3. Mesures directes et indirectes

#### Module 4. Systèmes et Traitement des Signaux Audio

- 4.1. Signaux
  - 4.1.1. Signaux continus et discrets
  - 4.1.2. Signaux périodiques et complexes
  - 4.1.3. Signaux aléatoires et stochastiques
- 4.2. Séries et transformée de Fourier
  - 4.2.1. Séries de Fourier et Transformée de Fourier. Analyse et synthèse
  - 4.2.2. Domaine temporel et domaine fréquentiel
  - 4.2.3. Variables complexes et fonction de transfert
- 4.3. Échantillonnage et reconstruction de signaux audio
  - 4.3.1. Conversion A/N
    - 4.3.1.1. Taille de l'échantillon, codage et fréquence d'échantillonnage
  - 4.3.2. Erreur de quantification Erreur de synchronisation (jitter)
  - 4.3.3. Conversion D/A Théorème de Nyquist-Shannon
  - 4.3.4. Effet d'Aliasing (masquage)

- 4.4. Analyse de la réponse en fréquence des systèmes
  - 4.4.1. Transformée de Fourier discrète. DFT
  - 4.4.2. La transformée de Fourier rapide (FFT)
  - 4.4.3. Diagramme de Bode (amplitude et phase)
- 4.5. Filtrés analogiques de signaux IIR
  - 4.5.1. Types de filtrage. HP, LP, PB
  - 4.5.2. Ordre de filtrage et atténuation
  - 4.5.3. Types de Q. Butterworth, Bessel, Linkwitz-Riley, Chebyshev, Elliptique
  - 4.5.4. Avantages et inconvénients des différents filtrages
- 4.6. Analyse et conception de filtres de signaux numériques
  - 4.6.1. FIR (*Finite impulse Response*)
  - 4.6.2. IIR (*Infinite Impulse Response*)
  - 4.6.3. Conception avec des outils logiciels tels que Matlab
- 4.7. Égalisation des signaux
  - 4.7.1. Types d'EQ. HP, LP, PB
  - 4.7.2. EQ slope (atténuation)
  - 4.7.3. EQ Q (facteur de qualité)
  - 4.7.4. EQ *cut off* (fréquence de coupure)
  - 4.7.5. EQ *boost* (accentuation)
- 4.8. Calcul des paramètres acoustiques à l'aide d'un logiciel d'analyse et de traitement des signaux
  - 4.8.1. Fonction de transfert et convolution du signal
  - 4.8.2. Courbe IR (*Impulse Response*)
  - 4.8.3. Courbe RTA (*Real Time Analyzer*)
  - 4.8.4. Courbe *Step Response*
  - 4.8.5. Courbe RT 60, T30, T20
- 4.9. Présentation statistique des paramètres dans le logiciel de traitement des signaux
  - 4.9.1. Lissage du signal (*Smoothing*)
  - 4.9.2. *Waterfall*
  - 4.9.3. *TR Decay*
  - 4.9.4. *Spectrogram*
- 4.10. Génération de signaux audio
  - 4.10.1. Générateurs de signaux analogiques Tonalités et bruit aléatoire
  - 4.10.2. Générateurs numériques de Bruit Rose et Blanc
  - 4.10.3. Générateurs de tonalité ou de balayage (*sweep*)

## Module 5. Électroacoustique et Équipements Audio

- 5.1. Lois de la Sonorisation Électroacoustique et Haut-parleurs
  - 5.1.1. Augmentation du niveau de pression acoustique (SPL) avec la puissance
  - 5.1.2. Atténuation du niveau de pression acoustique (SPL) en fonction de la distance
  - 5.1.3. Variation du niveau d'intensité sonore (SIL) en fonction de la distance et du nombre de sources
  - 5.1.4. Somme de signaux cohérents et non cohérents en phase. Rayonnement et directivité
  - 5.1.5. Effets de distorsion du son qui se propage et solutions à suivre
- 5.2. Transduction Électroacoustique
  - 5.2.1. Analogies Électroacoustiques
    - 5.2.1.1. Filière électromécanique (TEM) et mécano-acoustique (TMA)
  - 5.2.2. Transducteurs électroacoustiques. Types et caractéristiques
  - 5.2.3. Modèle de transducteur électroacoustique à bobine mobile. Circuit équivalent
- 5.3. Transducteur électrodynamique à rayonnement direct
  - 5.3.1. Composants structurels
  - 5.3.2. Caractéristiques
    - 5.3.2.1. Réponse en pression et en phase, courbe d'impédance, puissance maximale et RMS, sensibilité et performances, directivité, schéma polaire, polarité, courbe de distorsion
  - 5.3.3. Paramètres de Thiele-Small et paramètres de Wright
  - 5.3.4. Classification des fréquences
    - 5.3.4.1. Types de radiateurs. Fonction monopôle/dipôle
  - 5.3.5. Modèles alternatifs: coaxial ou elliptique
- 5.4. Transducteurs à rayonnement indirect
  - 5.4.1. Cornets, diffuseurs et lentilles acoustiques Structure et types
  - 5.4.2. Contrôle de la directivité. Guides d'ondes
  - 5.4.3. Noyau de compression
- 5.5. Enceintes Acoustiques Professionnelles
  - 5.5.1. Écran Infinity
  - 5.5.2. Suspension acoustique. Design. Problèmes modaux
  - 5.5.3. Réflecteur basse fréquence (*Reflex*). Conception
  - 5.5.4. Labyrinthe acoustique Conception
  - 5.5.5. Ligne de transmission. Conception
- 5.6. Circuits de filtrage et *crossovers*
  - 5.6.1. Filtres croisés passifs Ordre
    - 5.6.1.1. Équations du premier ordre et sommation
  - 5.6.2. Filtres répartiteurs actifs. Analogique et Numérique
  - 5.6.3. Paramètres du filtre répartiteur
    - 5.6.3.1. Chemins, fréquence de recouvrement, ordre, pente et facteur de qualité
  - 5.6.4. Filtres Notch, réseaux L-Pad et Zobel
- 5.7. *Arrays* audio
  - 5.7.1. Source à point unique et source à double point
  - 5.7.2. Couverture Directivité constante et proportionnelle
  - 5.7.3. Groupement de sources sonores. Sources couplées
- 5.8. Équipement d'Amplification
  - 5.8.1. Amplificateurs de classe A, B, AB, C et D. Courbes d'amplification
  - 5.8.2. Préamplification et amplification de tension Amplificateur à haute impédance ou amplificateur de ligne
  - 5.8.3. Mesure et calcul du gain en tension d'un amplificateur
- 5.9. Autres équipements audio dans les studios d'enregistrement et de production audio
  - 5.9.1. Convertisseurs ADC/DAC. Caractéristiques de performance
  - 5.9.2. Égaliseurs. Types et paramètres de réglage
  - 5.9.3. Processeurs de dynamique. Types et paramètres de réglage
  - 5.9.4. Limiteurs, portes de bruit, unités de *delay* et *reverb*. Paramètres de réglage
  - 5.9.5. Mélangeurs. Types et fonctions des modules Problèmes d'intégration spatiale
- 5.10. Monitoring dans les studios d'enregistrement et les stations de radiodiffusion
  - 5.10.1. Moniteurs de champ proche et de champ lointain dans les salles de contrôle
  - 5.10.2. Montage *Flush-mount*. Effets acoustiques. *Comb filter*
  - 5.10.3. Alignement temporel et correction de phase

## Module 6. Acoustique des Salles

- 6.1. Distinction de l'isolation acoustique dans l'Architecture
  - 6.1.1. Distinction entre l'isolation acoustique et le traitement acoustique Amélioration du confort acoustique
  - 6.1.2. Bilan énergétique de transmission. Puissance acoustique incidente, absorbée et transmise
  - 6.1.3. Isolation acoustique des enceintes. Indice de transmission du son
- 6.2. Transmission du son
  - 6.2.1. Typologie de la transmission du bruit Bruit aérien et bruit de transmission directe et latérale
  - 6.2.2. Mécanismes de propagation Réflexion, réfraction, absorption et diffraction
  - 6.2.3. Taux de réflexion et d'absorption du son
  - 6.2.4. Trajets de transmission du son entre deux enceintes contiguës
- 6.3. Performance d'isolation acoustique des bâtiments
  - 6.3.1. Indice d'affaiblissement acoustique apparent,  $R'$
  - 6.3.2. Différence de niveau normalisée,  $DnT$
  - 6.3.3. Différence de niveau normalisée,  $Dn$
- 6.4. Grandeurs permettant de décrire les performances d'isolation acoustique des éléments
  - 6.4.1. Indice d'affaiblissement acoustique,  $R$
  - 6.4.2. Rapport d'amélioration de l'isolation acoustique,  $\Delta R$
  - 6.4.3. Différence de niveau normalisée d'un élément,  $Dn,e$
- 6.5. Isolation contre les bruits aériens entre les enceintes
  - 6.5.1. Énoncé du problème
  - 6.5.2. Modèle de calcul
  - 6.5.3. Indices de mesure
  - 6.5.4. Solutions techniques constructives
- 6.6. Isolation contre les bruits d'impact entre les enceintes
  - 6.6.1. Énoncé du problème
  - 6.6.2. Modèle de calcul
  - 6.6.3. Indices de mesure
  - 6.6.4. Solutions techniques constructives

- 6.7. Isolation aux bruits aériens contre les bruits extérieurs
  - 6.7.1. Énoncé du problème
  - 6.7.2. Modèle de calcul
  - 6.7.3. Indices de mesure
  - 6.7.4. Solutions techniques constructives
- 6.8. Analyse de la transmission du bruit intérieur/extérieur
  - 6.8.1. Énoncé du problème
  - 6.8.2. Modèle de calcul
  - 6.8.3. Indices de mesure
  - 6.8.4. Solutions techniques constructives
- 6.9. Analyse des niveaux de bruit produits par les installations et les machines
  - 6.9.1. Énoncé du problème
  - 6.9.2. Analyse de la transmission du son à travers les installations
  - 6.9.3. Indices de mesure
- 6.10. Absorption acoustique dans les espaces clos
  - 6.10.1. Aire d'absorption totale équivalente
  - 6.10.2. Analyse des espaces présentant une répartition inégale de l'absorption
  - 6.10.3. Analyse des espaces de forme irrégulière

## Module 7. Isolation Acoustique

- 7.1. Caractérisation acoustique des enceintes
  - 7.1.1. Propagation du son en espace libre
  - 7.1.2. Propagation du son dans une enceinte. Son réfléchi
  - 7.1.3. Théories de l'acoustique des salles: Théories ondulatoire, statistique et géométrique
- 7.2. Analyse de la théorie des ondes ( $f \leq f_s$ )
  - 7.2.1. Problèmes modaux d'une salle dérivés de l'équation des ondes acoustiques
  - 7.2.2. Modes axial, tangentiel et oblique
    - 7.2.2.1. Équation tridimensionnelle et caractéristiques de renforcement modal des différents types de modes
  - 7.2.3. Densité modale. Fréquence de Schroeder. Courbe spectrale d'application des théories

- 7.3. Critères de distribution modale
  - 7.3.1. Moyenne d'or
    - 7.3.1.1. Autres mesures postérieures (Bolt, Septmeyer, Louden, Boner, Sabine)
  - 7.3.2. Critère de Walker et Bonello
  - 7.3.3. Diagramme de Bolt
- 7.4. Analyse de la théorie statistique ( $f_s \leq f \leq 4f_s$ )
  - 7.4.1. Critère de diffusion homogène. Bilan énergétique temporel du son
  - 7.4.2. Champ direct et champ réverbéré. Distance critique et constante de salle
  - 7.4.3. TR Calcul de Sabine. Courbe de décroissance énergétique (courbe ETC)
  - 7.4.4. Temps de réverbération optimal. Tableaux de Beranek
- 7.5. Analyse théorique géométrique ( $f \geq 4f_s$ )
  - 7.5.1. Réflexion spéculaire et non spéculaire. Application de la loi de Snell pour  $f \geq 4f_s$
  - 7.5.2. Réflexions du premier ordre. Échogramme
  - 7.5.3. Écho flottant
- 7.6. Matériaux de conditionnement acoustique. Absorption
  - 7.6.1. Absorption des membranes et des fibres. Matériaux poreux
  - 7.6.2. Coefficient de réduction acoustique NRC
  - 7.6.3. Variation de l'absorption en fonction des caractéristiques du matériau (épaisseur, porosité, densité, etc.)
- 7.7. Paramètres pour l'évaluation de la qualité acoustique des enceintes
  - 7.7.1. Paramètres énergétiques (G, C50, C80, ITDG)
  - 7.7.2. Paramètres de réverbération (TR, EDT, BR, Br)
  - 7.7.3. Paramètres de spatialité (IACCE, IACCL, LG, LFE, LFCE)
- 7.8. Considérations et procédures de conception acoustique des salles
  - 7.8.1. Réduction de l'atténuation du son direct due à la forme de la pièce
  - 7.8.2. Analyse de la forme de la pièce par rapport aux réflexions
  - 7.8.3. Prévission du niveau de bruit dans un local
- 7.9. Diffuseurs acoustiques
  - 7.9.1. Diffuseurs polycylindriques
  - 7.9.2. Diffuseurs à longueur de séquence maximale (MLS) de Schroeder
  - 7.9.3. Diffuseurs de Schroeder à résidu quadratique (QRD)
    - 7.9.3.1. Diffuseurs QRD unidimensionnels
    - 7.9.3.2. Diffuseurs QRD bidimensionnels
    - 7.9.3.3. Diffuseurs Schroeder à racine primitive (PRD)

- 7.10. Acoustique variable dans les espaces multifonctionnels Éléments de conception
  - 7.10.1. Conception d'espaces acoustiques variables à partir d'éléments physiques variables
  - 7.10.2. Conception d'espaces à acoustique variable à partir de systèmes électroniques
  - 7.10.3. Analyse comparative de l'utilisation d'éléments physiques et de systèmes électroniques

## Module 8. Installations et Essais Acoustiques

- 8.1. Études et rapports acoustiques
  - 8.1.1. Types de rapports techniques acoustiques
  - 8.1.2. Contenu des études et des rapports
  - 8.1.3. Types d'essais acoustiques
- 8.2. Planification et réalisation des essais d'isolation aux bruits aériens
  - 8.2.1. Exigences en matière de mesure
  - 8.2.2. Enregistrement des résultats
  - 8.2.3. Rapport d'essai
- 8.3. Évaluation des quantités globales pour l'isolation contre les bruits aériens des bâtiments et des éléments de construction
  - 8.3.1. Procédure d'évaluation des grandeurs globales
  - 8.3.2. Méthode de comparaison
  - 8.3.3. Termes d'ajustement spectral (C ou Ctr)
  - 8.3.4. Évaluation des résultats
- 8.4. Planification et développement des essais d'isolation aux bruits d'impact
  - 8.4.1. Exigences en matière de mesure
  - 8.4.2. Enregistrement des résultats
  - 8.4.3. Rapport d'essai
- 8.5. Évaluation de l'ampleur globale pour l'isolation contre les bruits d'impact des bâtiments et des éléments de construction
  - 8.5.1. Procédure d'évaluation des grandeurs globales
  - 8.5.2. Méthode de comparaison
  - 8.5.3. Évaluation des résultats
- 8.6. Planification et développement d'essais pour l'isolation des façades aux bruits aériens
  - 8.6.1. Exigences en matière de mesure
  - 8.6.2. Enregistrement des résultats
  - 8.6.3. Rapport d'essai

- 8.7. Planification et développement des essais de temps de réverbération
    - 8.7.1. Exigences de mesure: Enceintes de performance
    - 8.7.2. Exigences de mesure: Enceintes ordinaires
    - 8.7.3. Exigences de mesure: Bureaux à aire ouverte
    - 8.7.4. Enregistrement des résultats
    - 8.7.5. Rapport d'essai
  - 8.8. Planification et développement d'essais pour mesurer l'indice de transmission de la parole (STI) dans les enceintes
    - 8.8.1. Exigences en matière de mesure
    - 8.8.2. Enregistrement des résultats
    - 8.8.3. Rapport d'essai
  - 8.9. Planification et mise au point d'essais pour l'évaluation de la transmission du bruit intérieur/extérieur
    - 8.9.1. Exigences de base en matière de mesure
    - 8.9.2. Enregistrement des résultats
    - 8.9.3. Rapport d'essai
  - 8.10. Surveillance du bruit
    - 8.10.1. Types de limiteurs de bruit
    - 8.10.2. Limiteurs de bruit
      - 8.10.2.1. Périphériques
    - 8.10.3. Sonomètre ambiant
- Module 9. Systèmes d'enregistrement et techniques d'enregistrement en studio**
- 9.1. Le studio d'enregistrement
    - 9.1.1. La salle d'enregistrement
    - 9.1.2. Conception de la salle d'enregistrement
    - 9.1.3. La salle de contrôle
    - 9.1.4. Conception de la salle de contrôle
  - 9.2. Le processus d'enregistrement
    - 9.2.1. Pré production
    - 9.2.2. Enregistrement en studio
    - 9.2.3. Post production
  - 9.3. Production technique dans le studio d'enregistrement
    - 9.3.1. Rôles et responsabilités dans la production
    - 9.3.2. Créativité et prise de décision
    - 9.3.3. Gestion des ressources
    - 9.3.4. Type d'enregistrement
    - 9.3.5. Types de salles
    - 9.3.6. Matériel technique
  - 9.4. Formats audio
    - 9.4.1. Formats de fichiers audio
    - 9.4.2. Qualité audio et compression des données
    - 9.4.3. Conversion des formats et résolution
  - 9.5. Câbles et connecteurs
    - 9.5.1. Câblage d'alimentation
    - 9.5.2. Câblage de charge
    - 9.5.3. Câblage des signaux analogiques
    - 9.5.4. Câblage du signal numérique
    - 9.5.5. Signal équilibré, asymétrique, stéréo et monophonique
  - 9.6. Interfaces audio
    - 9.6.1. Fonctions et caractéristiques des interfaces audio
    - 9.6.2. Configuration et utilisation des interfaces audio
    - 9.6.3. Choisir la bonne interface pour chaque projet
  - 9.7. Casques de studio
    - 9.7.1. Structure
    - 9.7.2. Types de casques
    - 9.7.3. Spécifications
    - 9.7.4. Reproduction binaurale
  - 9.8. La chaîne audio
    - 9.8.1. Acheminement du signal
    - 9.8.2. Chaîne d'enregistrement
    - 9.8.3. Chaîne de contrôle
    - 9.8.4. Enregistrement MIDI

- 9.9. Table de mixage
  - 9.9.1. Types d'entrées et leurs caractéristiques
  - 9.9.2. Fonctions des canaux
  - 9.9.3. Mélangeurs
  - 9.9.4. Pilotes DAW
- 9.10. Techniques de microphones de studio
  - 9.10.1. Positionnement du Microphone
  - 9.10.2. Sélection et configuration des Microphones
  - 9.10.3. Techniques Avancées de Microphone

## Module 10. Acoustique Environnementale et Plans d'Action

- 10.1. Analyse de l'acoustique environnementale
  - 10.1.1. Sources de bruit dans l'environnement
  - 10.1.2. Types de bruit dans l'environnement en fonction de leur évolution temporelle
  - 10.1.3. Effets du bruit dans l'environnement sur la santé humaine et l'environnement
- 10.2. Indicateurs et ampleur du bruit dans l'environnement
  - 10.2.1. Aspects influençant la mesure du bruit dans l'environnement
  - 10.2.2. Indicateurs de bruit dans l'environnement
    - 10.2.2.1. Niveau jour-soir-nuit (Lden)
    - 10.2.2.2. Niveau jour-nuit (Ldn)
  - 10.2.3. Autres indicateurs de bruit dans l'environnement
    - 10.2.3.1. Indice de bruit de la circulation (TNI)
    - 10.2.3.2. Niveau de pollution sonore (NPL)
    - 10.2.3.3. Niveau SEL
- 10.3. Mesure du bruit dans l'environnement
  - 10.3.1. Normes et protocoles de mesure internationaux
  - 10.3.2. Procédures de mesure
  - 10.3.3. Rapport d'évaluation du bruit dans l'environnement
- 10.4. Cartes de bruit et plans d'action
  - 10.4.1. Mesures du bruit
  - 10.4.2. Processus général de cartographie du bruit
  - 10.4.3. Plans d'action contre le bruit
- 10.5. Sources de bruit dans l'environnement: Types
  - 10.5.1. Bruit de la circulation
  - 10.5.2. Bruit des chemins de fer
  - 10.5.3. Bruit des avions
  - 10.5.4. Bruit des activités
- 10.6. Sources de bruit: mesures de contrôle
  - 10.6.1. Contrôle des sources
  - 10.6.2. Contrôle de la propagation
  - 10.6.3. Contrôle au niveau du récepteur
- 10.7. Modèles de prévision du bruit du trafic
  - 10.7.1. Méthodes de prévision du bruit du trafic
  - 10.7.2. Théories de génération et de propagation
  - 10.7.3. Facteurs influençant la génération de bruit
  - 10.7.4. Facteurs influençant la propagation
- 10.8. Barrières anti-bruit
  - 10.8.1. Fonctionnement d'une barrière acoustique. Principes
  - 10.8.2. Types d'écrans acoustiques
  - 10.8.3. Conception des écrans acoustiques
- 10.9. Évaluation de l'exposition au bruit sur le lieu de travail
  - 10.9.1. Identification des conséquences de l'exposition à des niveaux de bruit élevés
  - 10.9.2. Méthodes de mesure et d'évaluation de l'exposition au bruit (ISO 9612:2009)
  - 10.9.3. Taux d'exposition et valeurs maximales
  - 10.9.4. Mesures techniques visant à limiter l'exposition
- 10.10. Évaluation de l'exposition aux vibrations mécaniques transmises au corps humain
  - 10.10.1. Identification des conséquences de l'exposition aux vibrations transmises à l'ensemble du corps
  - 10.10.2. Méthodes de mesure et d'évaluation
  - 10.10.3. Taux d'exposition et valeurs maximales
  - 10.10.4. Mesures techniques visant à limiter l'exposition

06

# Méthodologie

Ce programme de formation offre une manière différente d'apprendre. Notre méthodologie est développée à travers un mode d'apprentissage cyclique: ***le Relearning***.

Ce système d'enseignement est utilisé, par exemple, dans les écoles de médecine les plus prestigieuses du monde et a été considéré comme l'un des plus efficaces par des publications de premier plan telles que le ***New England Journal of Medicine***.





“

*Découvrez Relearning, un système qui renonce à l'apprentissage linéaire conventionnel pour vous emmener à travers des systèmes d'enseignement cycliques: une façon d'apprendre qui s'est avérée extrêmement efficace, en particulier dans les matières qui exigent la mémorisation”*

## Étude de Cas pour mettre en contexte tout le contenu

Notre programme offre une méthode révolutionnaire de développement des compétences et des connaissances. Notre objectif est de renforcer les compétences dans un contexte changeant, compétitif et hautement exigeant.

“

*Avec TECH, vous pouvez expérimenter une manière d'apprendre qui ébranle les fondations des universités traditionnelles du monde entier”*



*Vous bénéficierez d'un système d'apprentissage basé sur la répétition, avec un enseignement naturel et progressif sur l'ensemble du cursus.*



*L'étudiant apprendra, par des activités collaboratives et des cas réels, à résoudre des situations complexes dans des environnements commerciaux réels.*

## Une méthode d'apprentissage innovante et différente

Cette formation TECH est un programme d'enseignement intensif, créé de toutes pièces, qui propose les défis et les décisions les plus exigeants dans ce domaine, tant au niveau national qu'international. Grâce à cette méthodologie, l'épanouissement personnel et professionnel est stimulé, faisant ainsi un pas décisif vers la réussite. La méthode des cas, technique qui constitue la base de ce contenu, permet de suivre la réalité économique, sociale et professionnelle la plus actuelle.

“ *Notre programme vous prépare à relever de nouveaux défis dans des environnements incertains et à réussir votre carrière* ”

La méthode des cas a été le système d'apprentissage le plus utilisé par les meilleures facultés du monde. Développée en 1912 pour que les étudiants en Droit n'apprennent pas seulement le droit sur la base d'un contenu théorique, la méthode des cas consiste à leur présenter des situations réelles complexes afin qu'ils prennent des décisions éclairées et des jugements de valeur sur la manière de les résoudre. En 1924, elle a été établie comme méthode d'enseignement standard à Harvard.

Dans une situation donnée, que doit faire un professionnel? C'est la question à laquelle nous sommes confrontés dans la méthode des cas, une méthode d'apprentissage orientée vers l'action. Tout au long du programme, les étudiants seront confrontés à de multiples cas réels. Ils devront intégrer toutes leurs connaissances, faire des recherches, argumenter et défendre leurs idées et leurs décisions.

## Relearning Methodology

TECH combine efficacement la méthodologie des études de cas avec un système d'apprentissage 100% en ligne basé sur la répétition, qui associe 8 éléments didactiques différents dans chaque leçon.

Nous enrichissons l'Étude de Cas avec la meilleure méthode d'enseignement 100% en ligne: le Relearning.

*En 2019, nous avons obtenu les meilleurs résultats d'apprentissage de toutes les universités en ligne du monde.*

À TECH, vous apprenez avec une méthodologie de pointe conçue pour former les managers du futur. Cette méthode, à la pointe de la pédagogie mondiale, est appelée Relearning.

Notre université est la seule université autorisée à utiliser cette méthode qui a fait ses preuves. En 2019, nous avons réussi à améliorer les niveaux de satisfaction globale de nos étudiants (qualité de l'enseignement, qualité des supports, structure des cours, objectifs...) par rapport aux indicateurs de la meilleure université en ligne.





Dans notre programme, l'apprentissage n'est pas un processus linéaire, mais se déroule en spirale (apprendre, désapprendre, oublier et réapprendre). Par conséquent, chacun de ces éléments est combiné de manière concentrique. Cette méthodologie a permis de former plus de 650.000 diplômés universitaires avec un succès sans précédent dans des domaines aussi divers que la biochimie, la génétique, la chirurgie, le droit international, les compétences en gestion, les sciences du sport, la philosophie, le droit, l'ingénierie, le journalisme, l'histoire, les marchés financiers et les instruments. Tout cela dans un environnement très exigeant, avec un corps étudiant universitaire au profil socio-économique élevé et dont l'âge moyen est de 43,5 ans.

*Le Relearning vous permettra d'apprendre avec moins d'efforts et plus de performance, en vous impliquant davantage dans votre formation, en développant un esprit critique, en défendant des arguments et en contrastant les opinions: une équation directe vers le succès.*

À partir des dernières preuves scientifiques dans le domaine des neurosciences, non seulement nous savons comment organiser les informations, les idées, les images et les souvenirs, mais nous savons aussi que le lieu et le contexte dans lesquels nous avons appris quelque chose sont fondamentaux pour notre capacité à nous en souvenir et à le stocker dans l'hippocampe, pour le conserver dans notre mémoire à long terme.

De cette manière, et dans ce que l'on appelle Neurocognitive context-dependent e-learning, les différents éléments de notre programme sont reliés au contexte dans lequel le participant développe sa pratique professionnelle.

Ce programme offre le support matériel pédagogique, soigneusement préparé pour les professionnels:



#### Support d'étude

Tous les contenus didactiques sont créés par les spécialistes qui enseigneront le cours, spécifiquement pour le cours, afin que le développement didactique soit vraiment spécifique et concret.

Ces contenus sont ensuite appliqués au format audiovisuel, pour créer la méthode de travail TECH en ligne. Tout cela, avec les dernières techniques qui offrent des pièces de haute qualité dans chacun des matériaux qui sont mis à la disposition de l'étudiant.



#### Cours magistraux

Il existe des preuves scientifiques de l'utilité de l'observation par un tiers expert.

La méthode "Learning from an Expert" renforce les connaissances et la mémoire, et donne confiance dans les futures décisions difficiles.



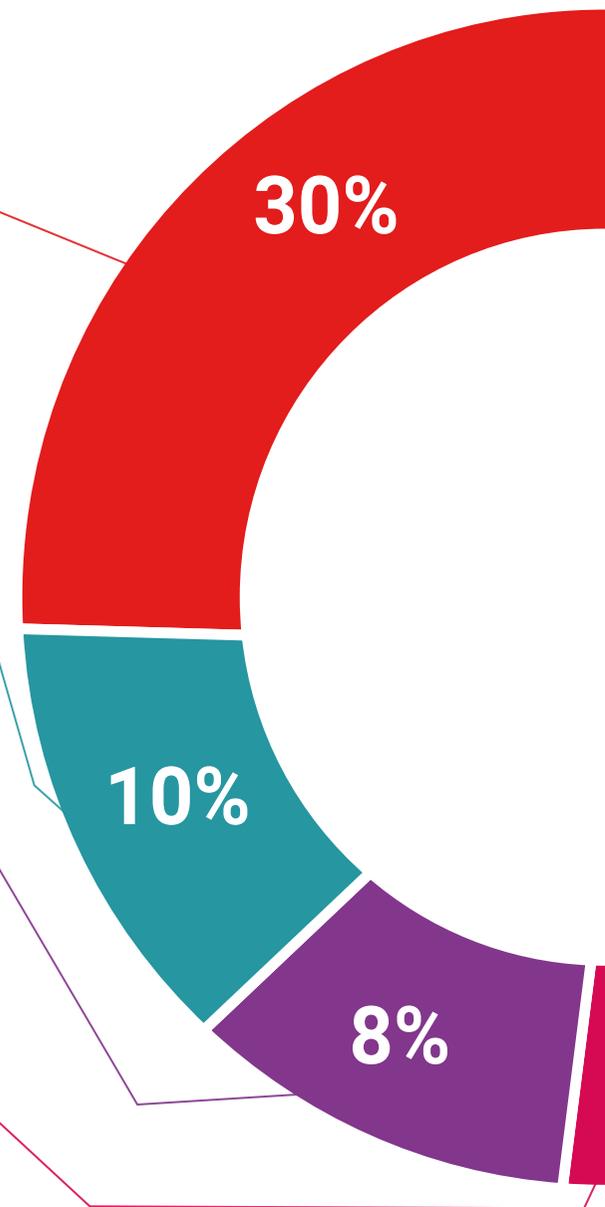
#### Pratiques en compétences et aptitudes

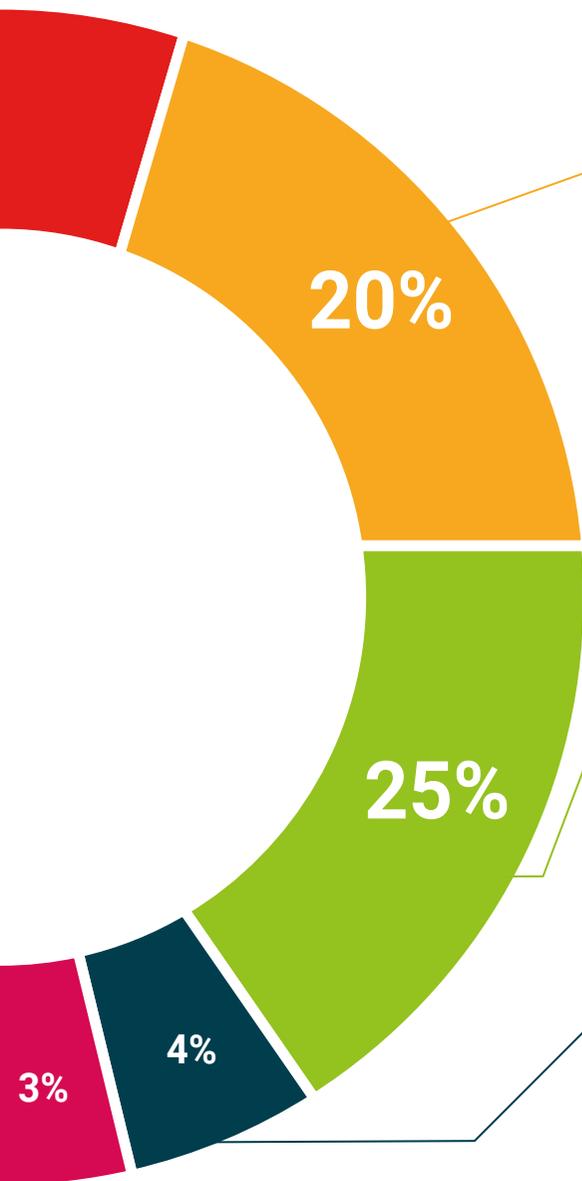
Les étudiants réaliseront des activités visant à développer des compétences et des aptitudes spécifiques dans chaque domaine. Des activités pratiques et dynamiques pour acquérir et développer les compétences et aptitudes qu'un spécialiste doit développer dans le cadre de la mondialisation dans laquelle nous vivons.



#### Lectures complémentaires

Articles récents, documents de consensus et directives internationales, entre autres. Dans la bibliothèque virtuelle de TECH, l'étudiant aura accès à tout ce dont il a besoin pour compléter sa formation.





**Case studies**

Ils réaliseront une sélection des meilleures études de cas choisies spécifiquement pour ce diplôme. Des cas présentés, analysés et tutorés par les meilleurs spécialistes de la scène internationale.



**Résumés interactifs**

L'équipe TECH présente les contenus de manière attrayante et dynamique dans des pilules multimédia comprenant des audios, des vidéos, des images, des diagrammes et des cartes conceptuelles afin de renforcer les connaissances. Ce système éducatif unique pour la présentation de contenu multimédia a été récompensé par Microsoft en tant que "European Success Story".



**Testing & Retesting**

Les connaissances de l'étudiant sont périodiquement évaluées et réévaluées tout au long du programme, par le biais d'activités et d'exercices d'évaluation et d'auto-évaluation, afin que l'étudiant puisse vérifier comment il atteint ses objectifs.



# 07 Diplôme

Le Mastère Spécialisé en Ingénierie Acoustique, garantit, outre la formation la plus rigoureuse et la plus actualisée, l'accès à un diplôme de Mastère Spécialisé délivré par TECH Université Technologique.



“

*Terminez ce programme avec succès et recevez votre diplôme sans avoir à vous soucier des déplacements ou des formalités administratives”*

Ce **Mastère Spécialisé en Ingénierie Acoustique** contient le programme le plus complet et le plus actualisé du marché.

Après avoir passé l'évaluation, l'étudiant recevra par courrier\* avec accusé de réception son diplôme de **Mastère Spécialisé** délivrée par **TECH Université Technologique**.

Le diplôme délivré par **TECH Université Technologique** indiquera la note obtenue lors du Mastère Spécialisé, et répond aux exigences communément demandées par les bourses d'emploi, les concours et les commissions d'évaluation des carrières professionnelles.

Diplôme: **Mastère Spécialisé en Ingénierie Acoustique**

Modalité: **en ligne**

Durée: **12 mois**



\*Si l'étudiant souhaite que son diplôme version papier possède l'Apostille de La Haye, TECH EDUCATION fera les démarches nécessaires pour son obtention moyennant un coût supplémentaire.

future  
santé confiance personnes  
éducation information tuteurs  
garantie accréditation enseignement  
institutions technologie apprentissage  
communauté engagement  
service personnalisé innovation  
connaissance présent qualité  
en ligne formation  
développement institutions  
classe virtuelle langues

**tech** université  
technologique

## Mastère Spécialisé Ingénierie Acoustique

- » Modalité: en ligne
- » Durée: 12 mois
- » Qualification: TECH Université Technologique
- » Horaire: à votre rythme
- » Examens: en ligne

# Mastère Spécialisé Ingénierie Acoustique

