

---

# PROGRAMME INGÉNIEUR

2024-2025

3e année

---

## Option Professionnelle Science et Musique

OP SCIMUS

---

RESPONSABLE DU PROGRAMME

Jean-François PETIOT



INGÉNIEUR - OP SCIMUS

# 1er Semestre

---

Unité d'Enseignement	Crédits ECTS	Parcours	Acronyme	Libellé
UE 92	4	Tronc commun	ACSIP MUNUM	Acoustique - Signal - Perception Musique numérique

## 2e Semestre

---

Unité d'Enseignement	Crédits ECTS	Parcours	Acronyme	Libellé
UE 102	1	Tronc commun	ACMUS PROMU	Acoustique musicale Projet

# INGÉNIEUR - OP SCIMUS

3e année - 1er Semestre - UE 92

## Acoustique - Signal - Perception [ACSIP]

Responsable(s) du cours : Jean-François PETIOT

### Pré-requis

base en traitement de signal  
transformation de Fourier  
bases en statistique

### Objectifs

Donner les outils et méthodes pour représenter, analyser, synthétiser des signaux audio.  
Eléments de base de l'acoustique et de la propagation.  
Introduction à la psychoacoustique et à l'étude des sons tels que l'homme les perçoit.

### Plan de l'enseignement

a) Outils de base en traitement de signaux audio

- Classification des sons
- analyse spectrale - représentation temps fréquence - spectrogramme
- filtrage
- le son numérique
- édition audio

b) Eléments d'acoustique

- Sources sonores - Propagation - équation des ondes
- Unités (intensité, puissance, décibels)
- La chaîne son - capteurs - transducteurs - périphériques

c) Introduction à la psychoacoustique

Physiologie de l'audition

La perception sonore

- Effet de masquage - bandes critiques - Organisation des scènes auditives - flux auditifs - effet cocktail
- les sons de Shepard
- Métriques psychoacoustiques (dBA, sonie, acuité, rugosité).

les épreuves perceptives - psychométrie

Design sonore

Analyse de données audio

- Analyses multidimensionnelles (ACP et MDS)
- Analyse monovariées (ANOVA et tests statistiques)
- Théorie de détection du signal

5 travaux pratiques

TP 1 : analyse de signaux sonores - exercices de synthèse additive - filtrages - effets sonores ;

TP2 : mise en oeuvre de l'effet de masquage - les battements - gammes perpétuelles - tempéraments

TP 3 : Edition audio sur Audacity - effets - exercice de création sonore et design sonore

TP4 : Analyse de données de tests audio

TP5 : Tests psychoacoustique - théorie de détection du signal

### Bibliographie

Philippe GUILLAUME. Musique et acoustique - de l'instrument à l'ordinateur, Hermès, Lavoisier, 2005.

Olivier CALVET. Acoustique appliquée aux techniques du son. Educavivres, Casteilla 2002

Michèle CASTELLENGO. Ecoute musicale et Acoustique. Eyrolles, 2015.

## Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	2	20 hrs	12 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR - OP SCIMUS

3e année - 1er Semestre - UE 92

## Musique numérique [MUNUM]

Responsable(s) du cours : Jean-François PETIOT

### Pré-requis

bases en traitement de signal audio

### Objectifs

Le cours de musique numérique propose une formation à l'utilisation des méthodes numériques pour l'analyse et la création musicale. Les problématiques d'analyse de partitions musicales et de signaux musicaux sont abordées. Les solutions techniques abordées sont l'occasion de manipuler des techniques de reconnaissance de forme et d'intelligence artificielle.

A la fin de ce cours, les étudiants seront en mesure de:

- manipuler et concevoir des effets sonores;
- identifier des similarités entre morceaux de musique grâce à des descripteurs;
- manipuler des outils d'intelligence artificielle pour l'identification de motifs musicaux dans des partitions et des enregistrements audio.

### Plan de l'enseignement

- Effets sonores : les mathématiques à l'écoute
- Description du signal musical : organiser des grandes bases de morceaux de musique
- Analyse de partitions : structuration et recherche automatique de motifs
- Musique et données : la production musicale au XXIème siècle

Travaux pratiques (4 séances) :

TP1 : les effets sonores (Faust)

TP2 : description de signaux musicaux et recherche par similarité (Python)

TP3 : détection de motifs dans des partitions de sonates de Bach (Python)

TP4 : analyse de la structure musicale d'enregistrements de sonate pour piano (Python)

### Bibliographie

- DAFX - Digital Audio Effects, Udo Zölzer, John Wiley & Sons, 2002
- Fundamentals of Music Processing, Audio, Analysis, Algorithms, Applications ; Müller, Meinard, Springer (<https://musicinformationretrieval.com>)
- An Introduction to Audio Content Analysis: Applications in Signal Processing and Music Informatics: Alexander Lerch

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	2	20 hrs	12 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR - OP SCIMUS

3e année - 2e Semestre - UE 102

## Acoustique musicale [ACMUS]

Responsable(s) du cours : Jean-François PETIOT

### Pré-requis

bases en traitement de signal audio  
transformée de Fourier  
Mécanique des vibrations

### Objectifs

Présenter les principes de fonctionnement des principales familles d'instruments de musique et les principes de leur facture :

- vents
- cordes
- percussions

Donner les éléments de base de l'acoustique des salles

Présenter l'histoire de la musique et les principaux courants musicaux

### Plan de l'enseignement

a) Les instruments de musique - étude systémique et organologique - modèles physiques

- cahier des charges d'un instrument de musique
- auto-oscillations
- oscillations libres
- couplage excitateur/résonateur

Les différentes familles

- Les vents (anches, flûtes, voix chantée)
- Les cordes (violon, piano)
- Les percussions

Modèles physiques

l'impédance acoustique des vents  
analyse modale des cordes  
facture instrumentale - qualité perçue - matériaux

b) Acoustique des lieux d'écoute

- Caractérisation objective - traitement - isolation
- réverbération
- modèles en acoustique des salles
- Sonorisation - diffusion

c) Mixage et sound engineering

- mixage - périphériques - effets

Travaux pratiques (4 séances)

TP1 : simulation par modèles physiques des cordes - violon. - matlab ou Python

TP2 : simulation par modèles physiques des vents - trompette. - matlab

TP3 : comparaison d'instruments. Instruments réels/instruments simulés - matlab ou Python

TP4 : exercice de mixage multipiste - logiciel LMMS

## Bibliographie

---

Emile LEIPP. Acoustique et Musique. Masson, 1989.

Michèle CASTELLENGO. Ecoute musicale et acoustique. Eyrolles, 2015.

Philippe GUILLAUME. Musique et acoustique. Hermes, Lavoisier 2005.

M.CAMPBELL, J.GILBERT et A.MYERS. The science of brass instruments " ed. Springer-Verlag, 2021

## Évaluation

---

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	0.5	24 hrs	8 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs



# INGÉNIEUR - OP SCIMUS

3e année - 2e Semestre - UE 102

## Projet [PROMU]

Responsable(s) du cours : Jean-François PETIOT

### Pré-requis

cours de l'option Science et Musique

### Objectifs

Mettre en oeuvre une approche scientifique sur une problématique liée à la musique

### Plan de l'enseignement

Le thème du projet, qui pourra être suggéré par les étudiants, concernera les différents thèmes abordés dans l'option :

- physique des instruments de musique, modèles physiques
- instruments de musique innovants
- traitement des lieux d'écoute
- prise de sons, mixage, mise en oeuvre d'un projet musical
- écriture automatique de partitions
- outils d'exploration et de création musicale basés micro services web
- MIR

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	0.5	0 hrs	0 hrs	0 hrs	40 hrs	0 hrs