

# 2EL2410 - Compression et débruitage des signaux

Responsables : **Gilles CHARDON**

Département de rattachement : **DÉPARTEMENT SIGNAL, INFORMATION, COMMUNICATION**

Langues d'enseignement : **FRANCAIS**

Type de cours : **Electif 2A**

Campus où le cours est proposé : **CAMPUS DE PARIS - SACLAY**

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **60**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **30**

Année académique : **2024-2025**

Catégorie d'électif : **Sciences fondamentales**

Niveau avancé : **oui**

---

## Présentation, objectifs généraux du cours :

Ce cours est une introduction à la représentation, l'analyse, la compression et le débruitage des signaux et des images. Ces notions forment le socle des traitements modernes utilisés pour le stockage de musique, de vidéos, l'amélioration des images photographiques dans les téléphones portables, le traitement des images médicales ou issues de l'astrophysique...

Avec la quantité croissante de données collectées et stockées, la compression de signaux (images, sons, vidéos, etc.) reste un enjeu majeur en sciences des données, permettant de limiter la quantité de stockage nécessaire, ainsi que les flux de données sur les divers réseaux de télécommunications. Des méthodes de restauration de signaux (dont le débruitage est un exemple particulier) sont embarquées dans les smartphones récents permettant de pallier les limitations des capteurs photographiques en résolution et sensibilité.

Les méthodes présentées dans le cours auront pour point commun d'être frugales en calculs, énergie, et quantité de données nécessaires à leur conception et leur utilisation.

Après un rappel des notions fondamentales de signal et d'analyse harmonique (filtrage, série et transformée de Fourier, processus aléatoires), un premier aperçu du débruitage et de la compression de signaux sera donné par le filtrage de Wiener et le codage LPC de la parole.

L'introduction du codage entropique de source permettra ensuite de concevoir des codeurs sans perte d'images (type PNG) et de sons (type FLAC).

La compression avec perte, avec des taux de compression supérieurs (JPEG, MP3, etc.), sera ensuite abordée.

Enfin, les bases orthogonales d'ondelettes seront définies, avec pour applications la compression d'image (JPEG2000) et le débruitage non-linéaire d'images.

## Période(s) du cours (n° de séquence ou hors séquence) :

SG6

## Prérequis :

1SL1000 CIP  
1SL1500 EDP  
1CC4000 Traitement du signal

## Plan détaillé du cours (contenu) :

### 1- Introduction

- Filtrage, échantillonnage
- Série et transformée de Fourier
- Processus aléatoires

### 2- Filtrage de Wiener et codage de parole

- Débruitage linéaire de processus aléatoires
- Modèles de production de la parole
- Coefficients de prédiction linéaire
- Codage LPC

### 3 - Codage de source et quantification

- Codage de source, entropie
- Compression d'images sans perte (PNG)
- Codage universel et compression audio sans perte (FLAC)
- Quantification

### 4 - Représentations temps-fréquence

- Bases et frames temps-fréquence (Transformée de Fourier à court terme, bases de cosinus)
- Compression d'image JPEG
- Masquage audio et application au codage audio (MP3, Vorbis, etc.)

### 5 - Bases d'ondelettes

- Bases orthogonales d'ondelettes et transformée rapide en ondelettes
- Ondelettes de Daubechies
- Application à la compression d'image, JPEG2000
- Seuillage d'ondelettes pour la compression d'images

## Déroulement, organisation du cours :

15h Cours  
13h5 TD/TP  
2h Contrôle final

## Organisation de l'évaluation :

Compte rendus des TP 30% Absence à un TP = 0 points pour le TP Examen final écrit 2h sans documents. 70% Rattrapage : examen écrit 2h.

## Moyens :

Ordinateurs personnels des étudiants, Python.

## Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

À la fin du cours, les étudiants pourront :

- Connaître les bases mathématiques de la représentation des signaux non stationnaires
- Analyser des signaux à l'aide de représentations temps-fréquence
- Choisir la représentation adaptée pour un modèle donné de signal.
- Mettre en oeuvre des techniques de compression de signaux.
- Connaître les limites des techniques de compression
- Concevoir, analyser, et mettre en oeuvre des méthodes d'estimation de signaux.

## Description des compétences acquises à l'issue du cours

:

C1.2 Select, use and develop modelling scales, allowing for appropriate simplifying hypotheses to be formulated and applied towards tackling a problem.

C6.5 Operate all types of data, structured or unstructured, including big data.

C6.7 Understand information transmission.

## Bibliographie :

A Wavelet Tour of Signal Processing, Stéphane Mallat, Academic Press