

# Traitement des signaux

---

Prof. Jean-Philippe Thiran  
Laboratoire de traitement des signaux (LTS5)

Prof. Pascal Frossard  
Laboratoire de traitement des signaux (LTS4)

10 septembre 2025



# Informations générales

---

- Objectifs principaux du cours
  - Acquérir les bases du traitement du signal
  - Construire des filtres numériques
  - Développer les connaissances en analyse spectrale
  
- Prérequis
  - Signaux et Systèmes



# Contenu du cours

---

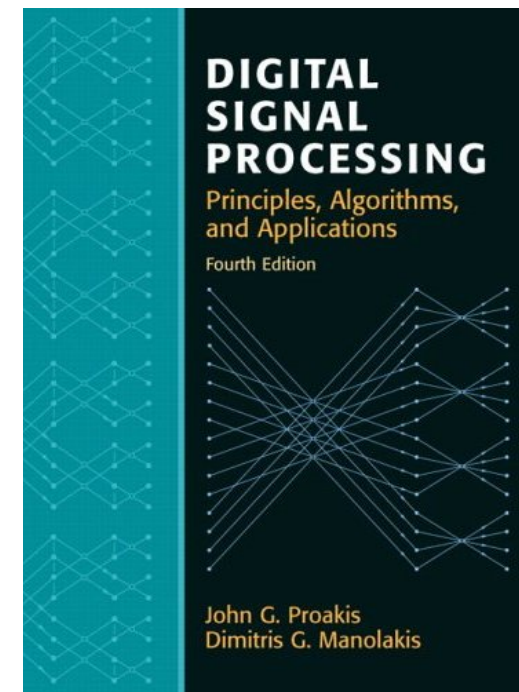
- Objectif : Présenter les principales notions de traitement des signaux
  - Qu'est-ce qu'un signal - typologie
  - Analyse et synthèse de signaux déterministes
    - Théorème de la projection
    - Transformée de Fourier
    - Echantillonnage, quantification et reconstruction
  - Transformée de Fourier discrète (TFD) et rapide (FFT)
  - Introduction aux systèmes linéaires
  - Filtres numériques (RIF & RII)
  - Estimation et prédiction linéaire
  - Analyse spectrale



# Support de cours

---

- Support du cours
  - Vos notes manuscrites
  - Transparents disponibles sur le moodle
  - livre de référence conseillé : John G. Proakis and Dimitris G. Manolakis, «Digital Signal Processing», Prentice All, 2007



# Organisation du cours

---

- 4h par semaine :
  - Mercredi de 13h15 à 15h
  - Jeudi de 13h15 à 15h
- Cours théoriques (GRC001 & ELD020)
- Exercices (GRC001 & ELD020)
- TP sur ordinateur en Python + Jupyter (GRC001 & ELD020)
- Page *moodle* : [moodle.epfl.ch](https://moodle.epfl.ch)
  - Description
  - Agenda
  - Enoncés des TP/labos
  - Contacts



# Evaluation

---

- Un examen mid-term - 50% de la note finale
  - Un examen final - 50% de la note finale
- 
- TAs: vous les trouvez sur la page Moodle du cours



# Agenda 2025

- 1ère partie - Prof. Jean-Philippe Thiran

10.09	Cours 1	Intro + signaux déterministes (GRC001)
11.09	Cours 2	Signaux déterministes - théorème de la projection (ELD020)
17.09	Cours 3	Signaux déterministes - transformée de Fourier (GRC001)
18.09	Labo 1	Signaux déterministes (GRC001)
24.09	Cours 4	Transformée de Fourier discrète (GRC001)
25.09	Cours 5	Transformée de Fourier discrète (ELD020)
01.10	Cours 6	Transformée de Fourier discrète (ELD020)
2.10	Labo 2	Transformée de Fourier discrète (ELD020)



# Agenda 2025

- 2ème partie - Prof. Pascal Frossard

8.10	cours	Structure des systèmes linéaires
9.10	cours / labo	Structure des systèmes linéaires
15.10	lab	Structure des systèmes linéaires
16.10	révision	1ère moitié du cours
29.10	<b>examen midterm</b>	
30.10	cours	Filtres RIF
5.11	cours / lab	Filtres RIF
6.11	lab	Filtres RIF
12.11	cours	Filtres RII
13.11	cours / lab	Filtres RII
19.11	lab	Filtres RII
20.11	cours	Estimation et prédiction linéaire
26.11	cours/lab	Estimation et prédiction linéaire
27.11	lab	Estimation et prédiction linéaire
10.12	cours	Analyse spectrale
11.12	lab	Analyse spectrale
17.12	lab	Analyse spectrale
18.12	révision	2ème partie du cours



# Le traitement du signal

## Brève introduction

---

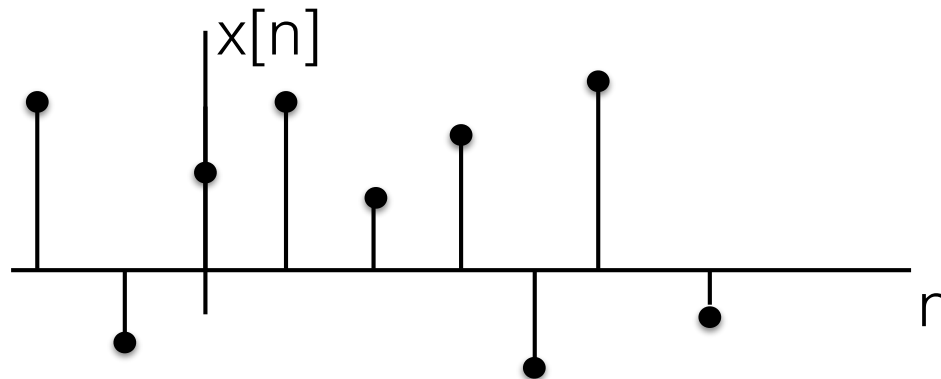
Prof. Jean-Philippe Thiran  
Signal Processing Laboratory (LTS5)  
EPFL



# Questions 'existentielles'

---

- Qu'est-ce qu'un signal?



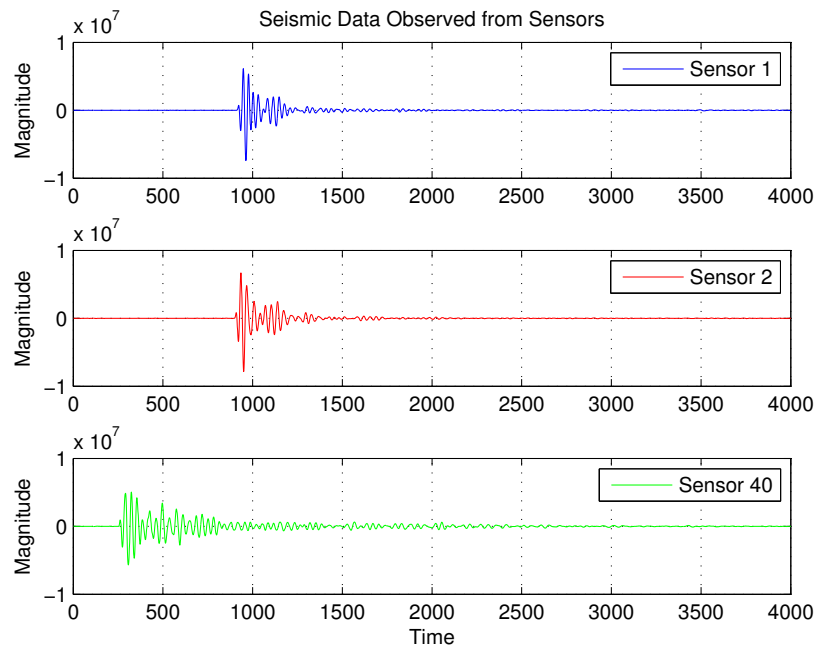
- Qu'est-ce que le traitement du signal?
- Quels sont les outils du traitement du signal?

More: <http://AllSignalProcessing.com>

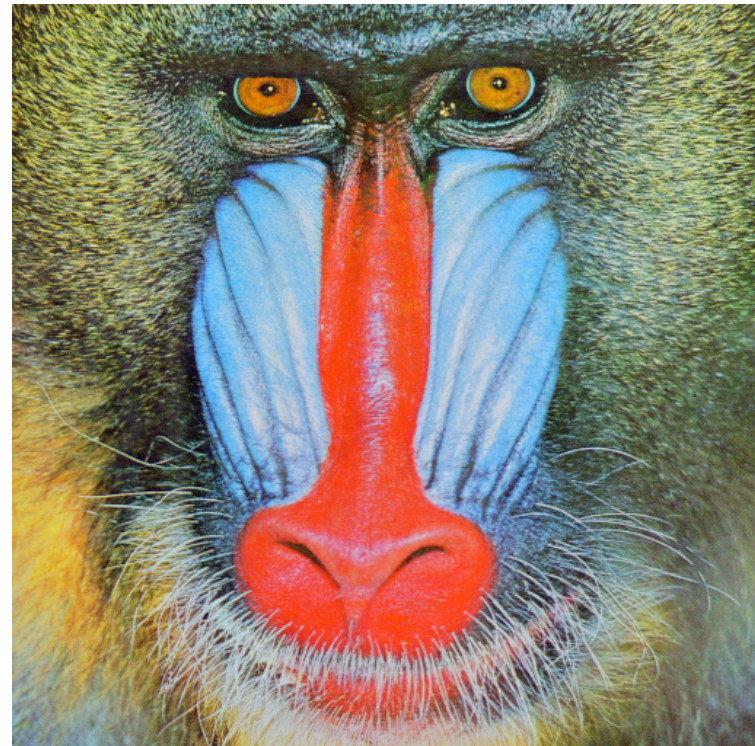


# Signal

- Un signal est la représentation de l'évolution d'une quantité (physique) en fonction du temps ou de l'espace



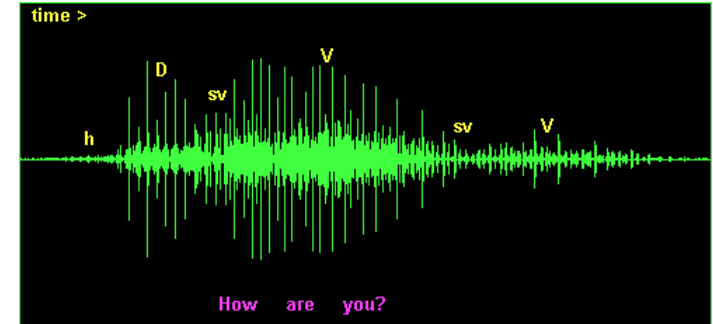
Signaux sismiques



Image

# D'autres exemples de signaux

- Son, musique, parole
- Films/vidéo clips
- Emissions de radio ou télévision
- Electro-cardiogramme
- Valeurs de pression
- Cours boursiers
- etc...



people.seas.harvard.edu



# Traitement du signal

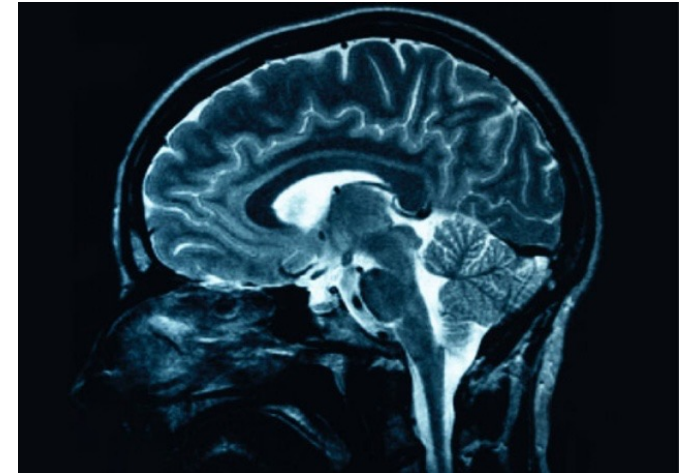
---

- Manipulation d'un signal pour le transformer, l'améliorer, ou en extraire des informations
- Le traitement du signal est effectué par l'intermédiaire
  - d'un ordinateur, d'un programme informatique
  - d'un circuit intégré spécifique
  - d'un système électronique



# Exemples d'applications

- Electronique grand public
  - TV, caméras, smartphones...
- Transport
  - Localisation GPS, suivi d'avion..
- Medical
  - Imagerie, suivi EEG/ECG...
- Observation
  - Astronomie, suivi de climat, prévision météo...



# Problème 1: débruitage

---



Image bruitée



Image 'débruitée'

# Problème 2: reconnaissance



Airplane



Car



Person

visgraph.cs.ust.hk

# Philosophie du traitement du signal

---

- Un **modèle** est souvent utilisé
  - pour caractériser le signal ou le bruit
  - pour relier les valeurs physiques aux valeurs mesurées
- Le modèle est dérivé de connaissances a priori
  - une voiture a généralement 4 roues
  - fréquence de la voix masculine: [85,180] Hz
  - le bruit est gaussien
- Il faut trouver un compromis entre performance et complexité du modèle



# Langage du traitement de signal

---

- Mathématiques

- Analyse
- *Transformée de Fourier*
- Algèbre linéaire

$$X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-j\omega t} dt$$

$$x[n] = H^T y[n]$$

- Probabilités et statistiques

- Modèles de bruit
- Caractérisation des résultats

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(z-\mu)^2}$$

# Résumé

---

- Le traitement du signal est ‘partout’
  - nombreuses applications courantes
- Le traitement du signal est utilisé pour
  - enlever du bruit
  - corriger l’information
  - compresser et transmettre de l’information
  - trouver l’information intéressante ou utile
- Les modèles mathématiques sont importants



# IEEE SPS introduction

---



<https://www.youtube.com/watch?v=EErkgr1MWw0>

