

Signaux et Systèmes MT

Chapitre 1 Introduction

Michael Unser, LIB/STI

Septembre 2019

LEÇON D'INTRODUCTION

- **But du cours**
- **Tour d'horizon rapide**
 - 1.1 Notions de signal et de système
 - 1.2 Systèmes de communication
 - 1.3 Exemples de traitement du signal
 - 1.4 Exemples de micro-systèmes
- **Contenu du cours**
- **Exercices et travaux pratiques**

But du cours

- Caractérisation des différents types de **signaux**, continus et discrets, analogiques et numériques
- Modélisation des **systèmes** de traitement du signal, utilisés en instrumentation et pour les télécommunications
- Acquisition des bases pour consulter la littérature spécialisée
- Connaissances de base pour concevoir et réaliser de nouveaux micro-systèmes
- Préparation à l'imagerie et au traitement d'images

Outils de base

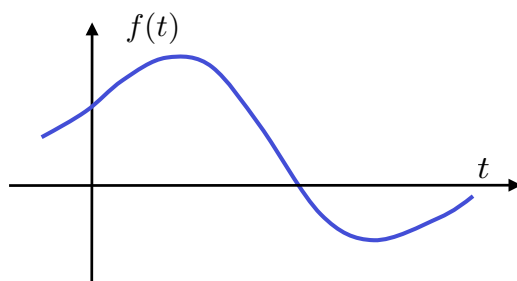
- **Théorie des systèmes linéaires**
 - Opérateurs linéaires, produit scalaire (rudiments d'analyse fonctionnelle et Hilbertienne)
 - **Opérateurs de convolution** (filtres)
 - Equations différentielles ordinaires
- **Transformation de Fourier**
 - Représentation des signaux; modélisation/caractérisation des systèmes linéaires invariant dans le temps (e.g. réponse fréquentielle)
 - Techniques de calcul et de résolution dans le domaine de Fourier
 - Utilisation rationnelle et efficace; représentation graphique
 - Implémentation numérique
- **Transformation en z**
 - Signaux et systèmes discrets

TOUR D'HORIZON RAPIDE

- 1.1 Notions de signal et de système
- 1.2 Systèmes de communication
- 1.3 Exemples de traitement du signal
- 1.4 Exemples de micro-systèmes

Notion de signal

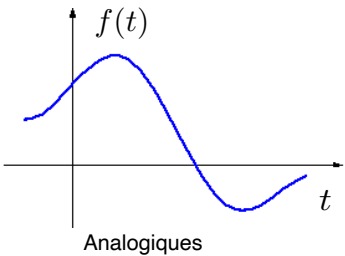
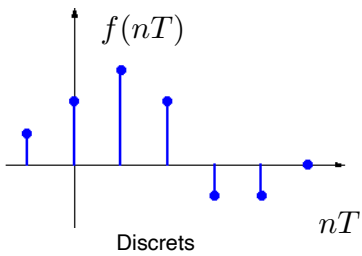
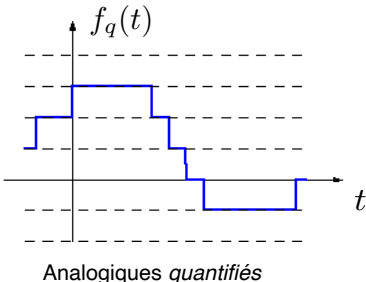
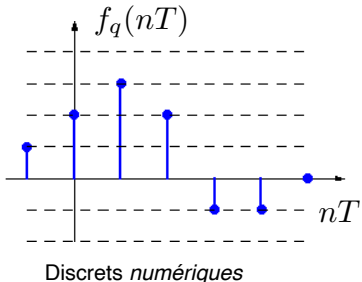
- Signal: support de l'information
- Représentation mathématique: fonction du *temps*



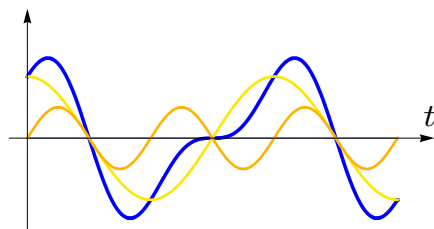
- Exemple: Signaux acoustiques
 - Voix, musique, bruit

Support physique:
ondes de pression

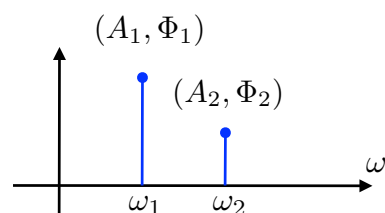
Classification des signaux

		Temps	
		SIGNAUX CONTINUS	SIGNAUX DISCRETS
Amplitude	SIGNAUX NON-QUANTIFIES	 Analogiques	 Discrets
	SIGNAUX QUANTIFIES	 Analogiques quantifiés	 Discrets numériques

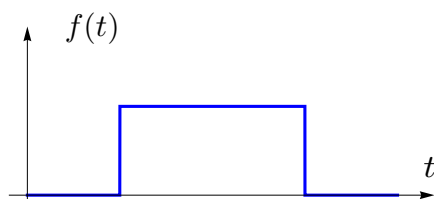
Notion de spectre



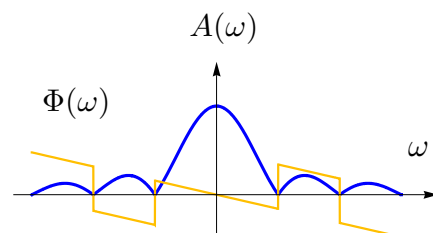
Somme de signaux sinusoïdaux



Spectre discret (raies)



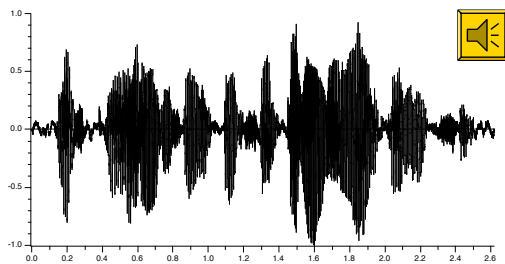
Signal à durée finie



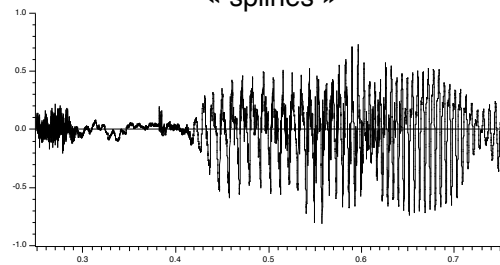
Densité spectrale

Signal de la parole

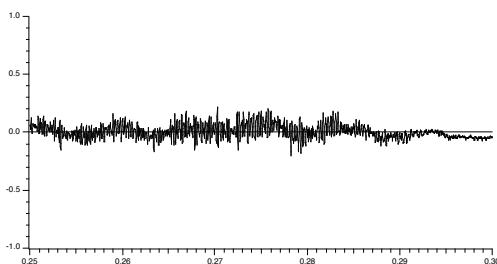
« Les splines sont des fonctions polynomiales par morceaux »



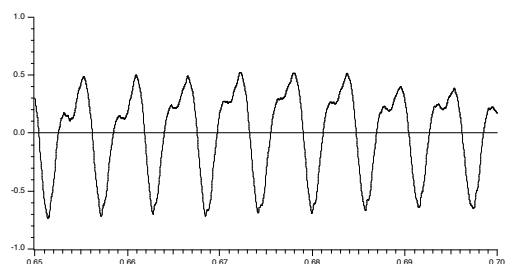
« splines »



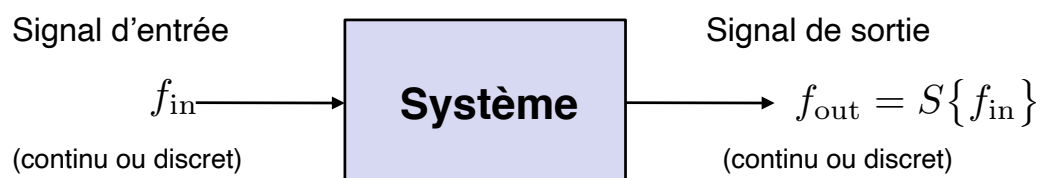
Son non-voisé: « sss »



Son voisé: « iii »

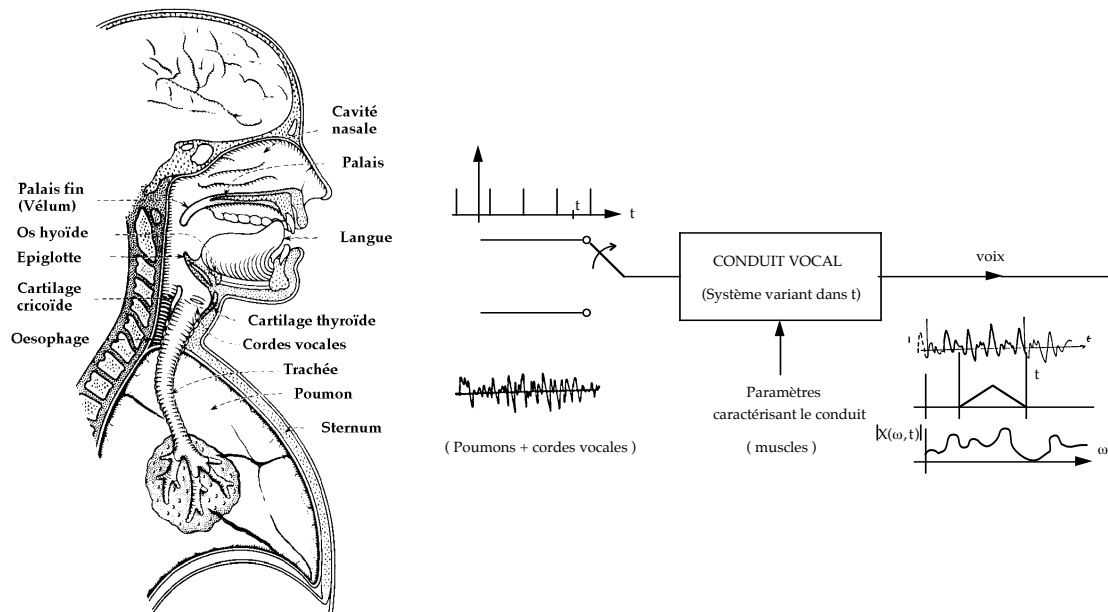


Notion de système



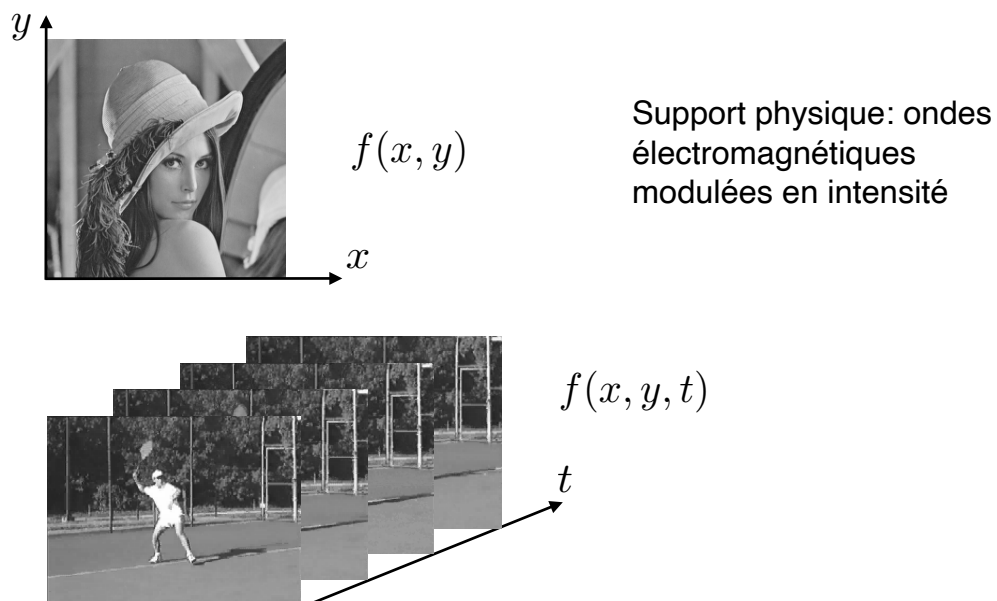
- Canal de transmission (analogique)
 - Equations différentielles à constantes localisées
 - Phénomènes d'atténuation et de dispersion
- Système de traitement
 - Filtre analogique (circuit RLC)
 - Filtre numérique (algorithme Matlab ou DSP)
 - Système hybride

Modélisation du conduit vocal

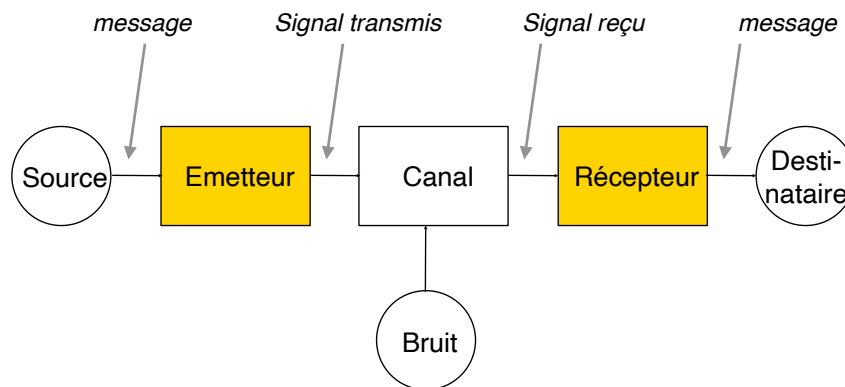


Signaux multidimensionnels

■ Signaux visuels (photo, film, vidéo)



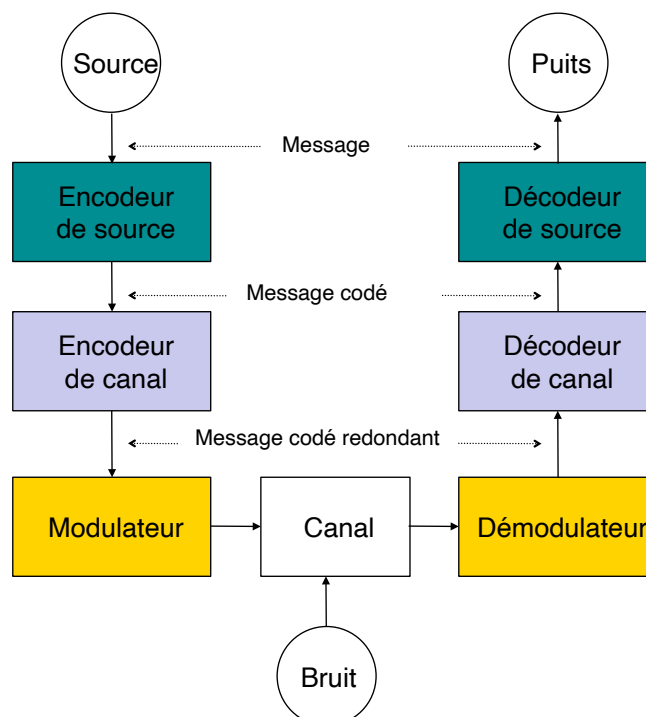
1.2 SYSTÈMES DE COMMUNICATION

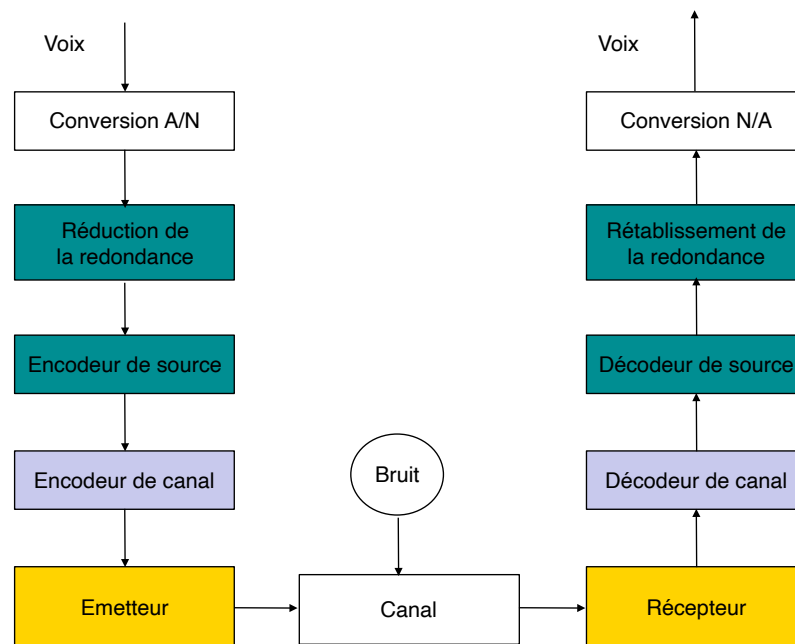


- Canal de transmission
 - Air, vide, eau
 - Ligne ou câble téléphonique
 - Fibre optique
- Types de distorsions
 - Bruit
 - Atténuation
 - Dispersion

Système de communications numériques

Source discrète — séquence de caractères



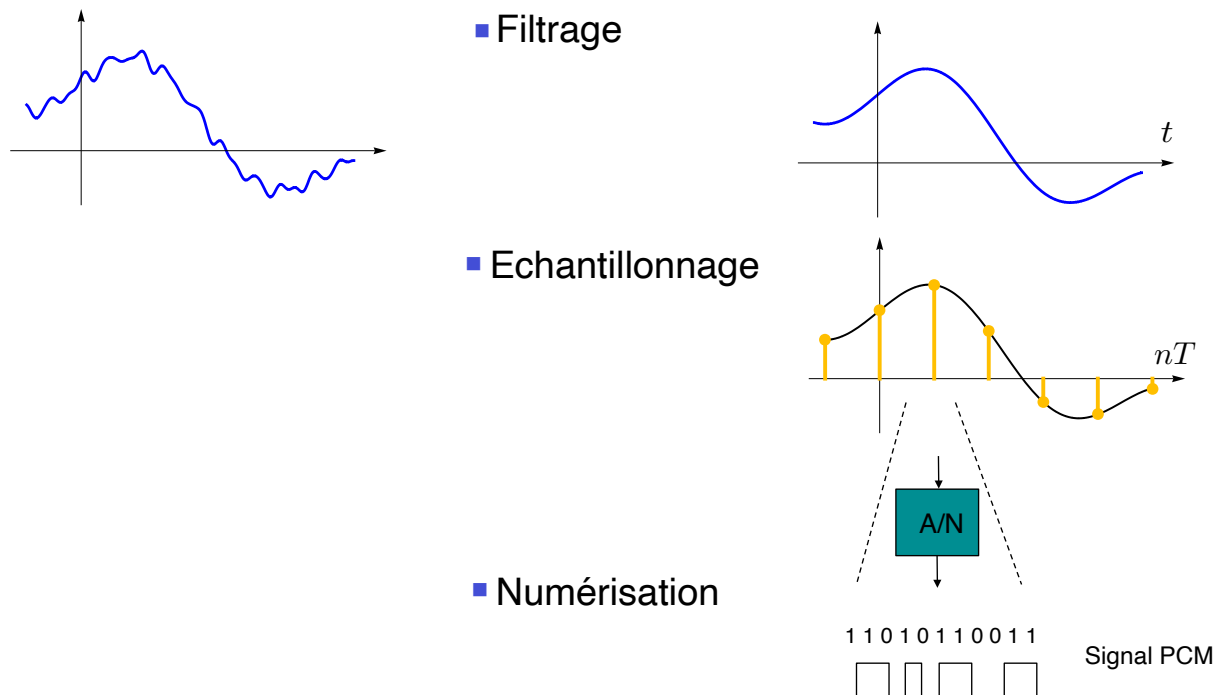


1.3 EXEMPLES DE TRAITEMENT DU SIGNAL

- Conversion A/N: modulation PCM
- Modulation impulsionnelle d'amplitude
- Modulation fréquentielle d'amplitude
- Prothèse auditive
- Compression d'images

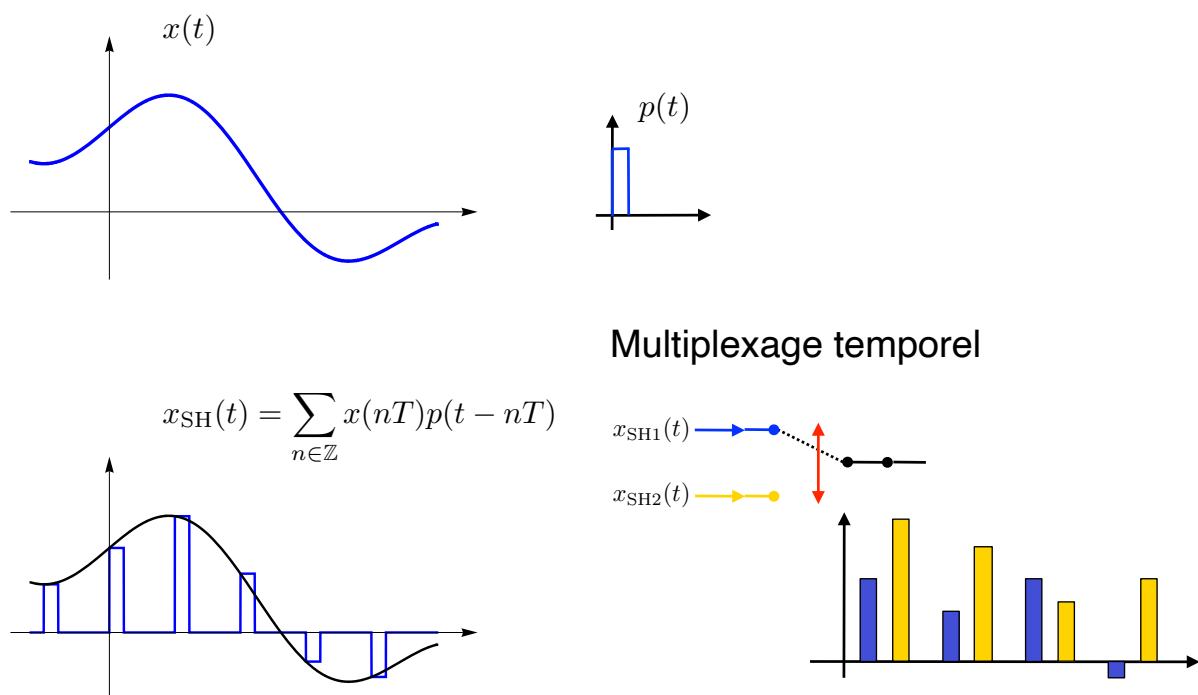
Exemple de traitement du signal

Conversion A/N: modulation PCM (pulse-coded modulation)



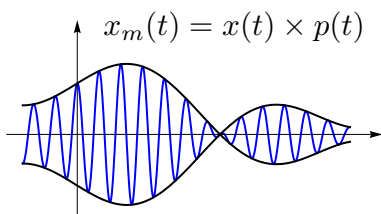
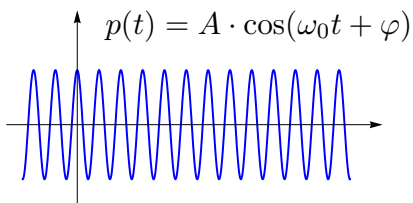
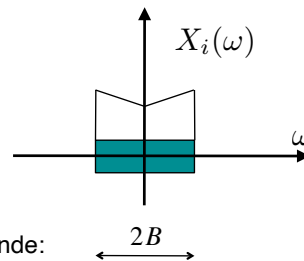
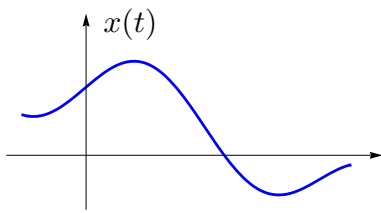
Exemple de traitement du signal analogique

Modulation impulsionnelle d'amplitude « Sample-and-hold »

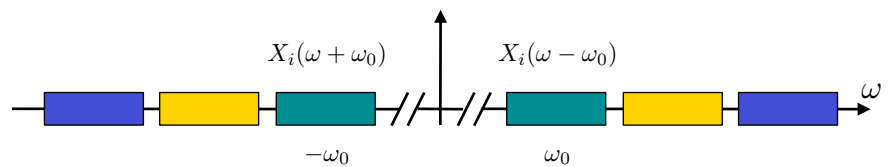


Exemple de traitement du signal analogique

Modulation continue d'amplitude avec double bande latérale



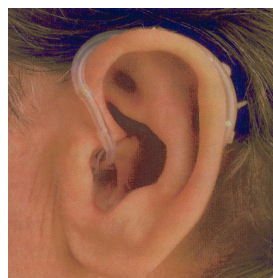
Multiplex dans l'espace des fréquences



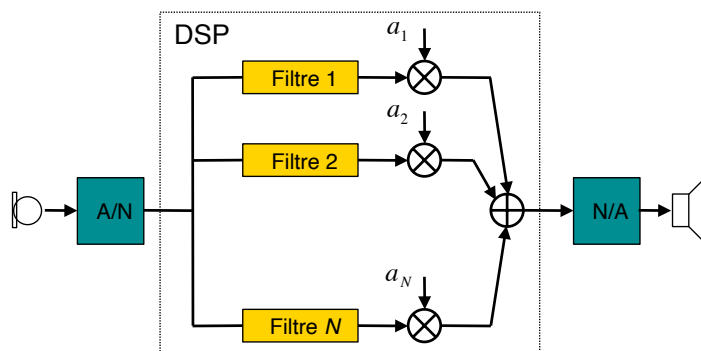
Prothèse auditive digitale



Prothèses auditives
"derrière l'oreille"

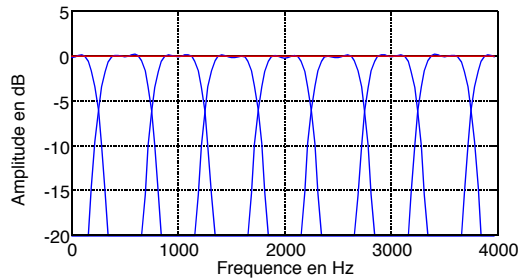


Prothèses auditives
"dans le canal"

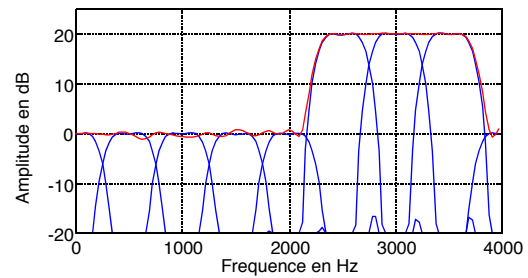


Exemples de corrections

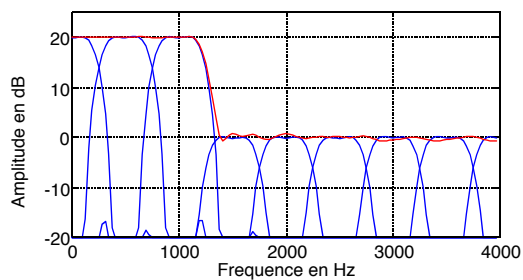
■ Passe-tout



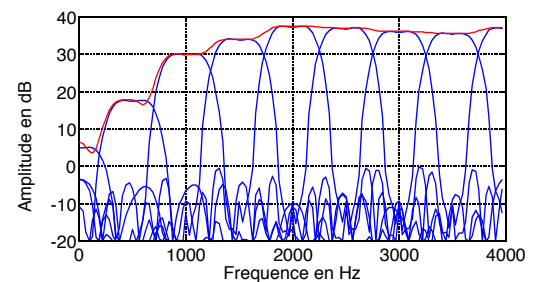
■ Passe-haut



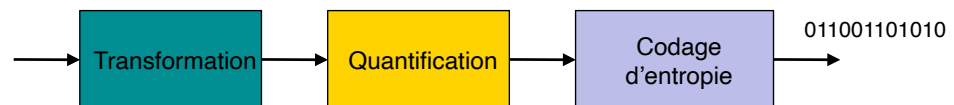
■ Passe-bas



■ Prescription

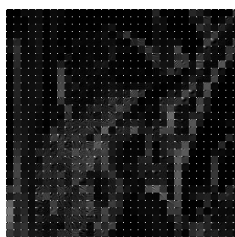


Traitement d'images: compression

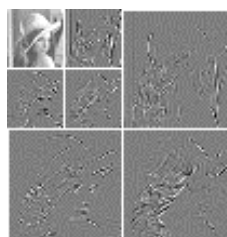


■ Transformation d'images

JPEG 8x8 DCT



JPEG2000: Ondelettes



Compression JPEG



Image originale: 256*256 pixels, 8 bits
Taille du fichier (TIFF) : 85604 bytes



Facteur de qualité JPEG: 20
Taux de compression: 10



Facteur de qualité JPEG: 5
Taux de compression: 22



Facteur de qualité JPEG: 0
Taux de compression: 27

1.4 EXEMPLES DE MICRO-SYSTEMES

- Traitement du signal audio
- Communications
- Instrumentation et mesure
- Electronique médicale
- Traitement d'images

Micro-systèmes

■ Traitement du signal audio

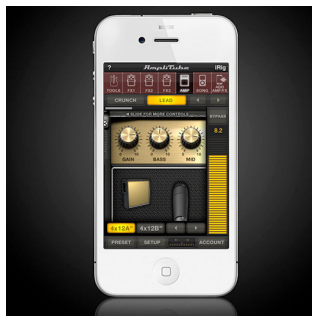
- Filtrage
- Compression
- Effets spéciaux
- Son « surround »



Baladeurs mp3



Guitar processor



Logiciels pour l'écoute et l'enregistrement

Micro-systèmes

■ Communications

- Modulation, démodulation
- Détection, égalisation
- Compression
- Cryptographie



Bluetooth



Wifi card



Téléphones portables

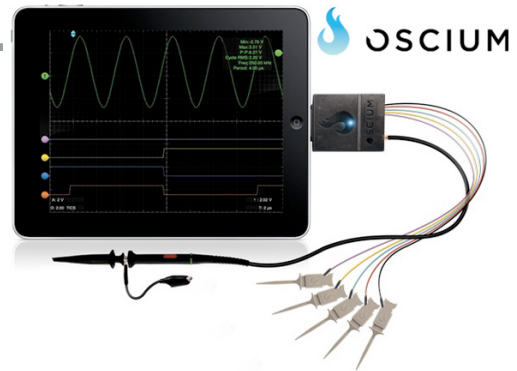


Montres GPS et caméra

Micro-systèmes

■ Instrumentation et mesure

- Filtrage
- Analyse spectrale (FFT)
- Synthèse de signaux



Oscilloscope numérique



Séismographe

Micro-systèmes

■ Electronique médicale

- Filtrage
- Analyse spectrale (FFT)
- Détection



Moniteur de stress



Echographie fœtale



Prothèse auditive

Micro-systèmes

- Traitement d'images; photographie numérique
 - Filtrage
 - Compression
 - Reconnaissance des formes
 - Analyse et traitement de l'information



Caméras numériques

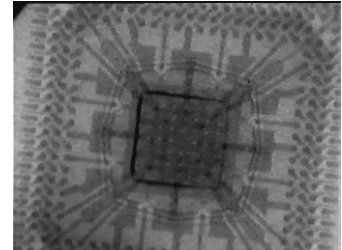


Image originale

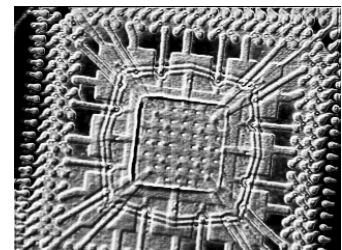


Image traitée

Contenu du cours: semestre d'hiver

- Systèmes analogiques linéaires
- Analyse de Fourier appliquée à la représentation des signaux et aux opérations fondamentales de traitement
- Echantillonnage des signaux analogiques
- Techniques de modulation
- Analyse et synthèse des filtres analogiques

Contenu du cours: semestre d'été

- Signaux discrets et numériques; transformée en z
- Systèmes discrets linéaires; filtres numériques
- Transformée de Fourier discrète; algorithmes rapides (FFT et convolution)
- Compression du signal; codage de source
- Notions de codage de canal
- Processus stationnaires; détection de signaux dans du bruit

1.5 BIBLIOGRAPHIE

- Ouvrage conseillé
 - B.P. Lathi, *Signal Processing and Linear Systems*, Oxford University Press, UK, 1998.
- Autres
 - E.W. Kamen, B.S. Heck, *Fundamentals of Signals and Systems*, Prentice-Hall, 1999.
 - B.P. Lathi, *Modern Digital and Analog Communication Systems*, 3rd Edition, Oxford University Press, 1998.

■ Exercices

- But des exercices
- Organisation
- Corrigés

■ Travaux pratiques

- Projets de semestres (7e ou 8e semestre)
- Projet de master