

**LP n° 12     Titre :** Traitement du signal, Etude spectrale (agreg docteur)

**Présentée par :** Emmanuelle Martinot

**Rapport écrit par :** Thibault Chastel

**Correcteur :** Jérémy Neveu

**Date :** 9 octobre 2018

**Bibliographie de la leçon :**

Titre	Auteurs	Éditeur	Année
Tec et doc PC			
DUNOD PC			
Poly de Jérémy Neveu			

**Plan détaillé**

**I) Composition spectrale d'un signal**

**1) Spectre d'un signal périodique**

Def d'un spectre, ODG fréquence de signaux

**2) Analyse de Fourier**

a) Signal periodique

b) Signal quelconque

**II) Traitement analogique**

**1) Principe du filtrage**

**2) Filtre RC**

**III) Traitement numérique**

**1) Signal numérique**

**2) Echantillonnage**

a) Principe

b) Critère de Shannon

Niveau choisi pour la leçon : PCSI PC

Pré-requis : Electrocinétique

### Questions posées par l'enseignant

Sur l'intro : beaucoup parler de transmission. Développer sur pourquoi on doit traiter le signal dans la vie de tous les jours.

JN : AVANTAGE DU NUMERIQUE : la fiabilité : tu codes en 0 et en 1 (sécurité de l'information). La différence avec l'analogique est que le signal numérique est stocké dans une mémoire de taille finie et que le signal numérique est plus robuste vis à vis des bruit extérieurs.

Comment on fait pour transmettre le signal d'une antenne 1 à une antenne 2 ? (i.e comment transmettre le morceau de guitare pris en exemple).

Signal électrique à antenne (electromag) : il faut utiliser une porteuse. Pourquoi ? On a des canaux de transmissions selon les signaux.

« Une note est associée à une fréquence en acoustique ». Comment un do jouer à la flute ou par une voix peut être reconnu ? Qu'est ce qui fait la différence entre les différents instruments ? l'amplitude des harmoniques. Pourquoi on a une telle richesse d'harmonique pour tel ou tel instruments ? réponse Emmanuelle : ça depend des conditions limites.

Pourquoi l'instrumentiste n'arrive pas à créer une fondamentale pure ? Qu'est ce qui génère des fréquences supplémentaires ? JN : Il y a le début et la fin du son (la façon dont on attaque le son). Piano : marteau large. Clavecin : excitation en triangle.  
Entre une clarinette et un hautbois : Un est plus riche en harmonique car un est cylindrique et l'autre est conique. La non linéarité entraîne des harmoniques. Le matériau de l'instrument joue beaucoup aussi (élastique, dur etc.)

20 Hz 20 KHz acoustique, pourquoi ? C'est ce qui est audible pour une oreille  
10 Hz → c'est quoi la longueur d'onde ? petit calcul avec  $c$  = vitesse des ondes radio.  $\lambda = 30000$  km. A comparer avec quelle taille ? circonférence de la Terre.  $2\pi R = 30\,000$  km. CA FAIT UNE GRANDE ONDE RADIO.

Optique : TeraHertz. C'est-à-dire ?

S souligné = densité spectrale d'amplitude. C'est un complexe. Donc c'est le MODULE de la densité spectrale d'amplitude.

Filtrage linéaire pour les filtres, pourquoi ce choix ? Principalement étudié en PCSI. On aurait pu faire quoi d'autre ? Filtrage non linéaire comme la modulation démodulation.

RC = passe bas. Passif ou actif ? Passif. Actif si il y a une alimentation comme les AO. Intégrateur avec un AO revient à un filtre passe bas. Du coup où va être la différence si on fait un filtre passif avec un filtre actif ? Que va apporter le filtre actif en plus ? JN le filtre actif peut agir comme filtre passif et en plus adapte l'impédance.

Choix de traiter le filtre RC. Prérequis est électrocinétique : les élèves ont-ils vu la fonction de transfert avant ?

Unité de GdB ? décibel. C'est quoi ? 10 fois un bel. C'est quoi un bel ? Pourquoi 20 log ? Car c'est la puissance  $(10 \log)^2$

Sur la manip : a la fin on donne la fréquence propre du signal. Le dire avant.

Pas d'incertitude, pourquoi ? Comment calculer les incertitudes ? Bien vérifier les valeurs de résistances et de capacité indépendamment avec un multimètre.

Qu'est ce qui se passe à la fréquence de coupure dans un filtre RC ? L'amplitude diminue, le signal de sortie est en quadrature de phase avec le signal d'entrée. Le montrer expérimentalement. A la fréquence de coupure, la phase est à  $\pi/4$

C'est quoi les avantages du numérique ? Stockage d'informations dans des petits composants. Quoi d'autres ?

Théorie de Shannon de l'information. En dire plus. Transformation de l'information en une série de 0 et de 1.

C'est quoi le Morse ? suite d'impulsion de longueur différentes. Combien de types de longueurs d'impulsion ? 2 !!! On a déjà un codage binaire de l'information. Date du Morse ?

Pourquoi avoir rajouté l'espace dans les définitions de signaux continus et discrets ? pour les images

Incompatibilité entre signal analogique et numérique. Ca existe les ordinateurs analogiques ? oui

Réexpliquer la durée de blocage du signal .

C'est quoi la TF d'un peigne de Dirac ? JN Un peigne de Dirac.

Critère de Shannon. Le nombre N d'échantillons est limité par quoi ? JN : la mémoire

Filtre passe bas après le signal échantillonné. Pourquoi ? JN : pas pertinent si on se place dans le cadre d'un oscillo qui numérise et fait la FFT

Est-ce qu'on aurait pu parler de traitement d'images ? oui, mais hors programme, mais très pertinent si on a une expertise passée là dessus

Autres manip possibles ? Modulation démodulation.

Pourquoi ne pas en avoir parlé ? Pas au programme de PC

### Commentaires donnés par l'enseignant

Introduction : trop brouillon.

Traitement du signal essentiel pour transmettre l'information de l'autre côté de la planète en préservant sa qualité. La transmission est possible parce qu'on a une antenne, pas parce qu'il y a le traitement de signal.

« Pas si mal » pour le traitement analogique (un peu incomplet)

Traitement numérique : c'est dommage de ne faire que l'échantillonnage. C'est bien d'avoir fait le critère de Shannon.

Dans la partie III, il y a d'une part le traitement d'un signal et d'autre part la FFT. Changer le nom de la partie III : soit 'numérisation d'un signal' soit 'FFT à l'oscilloscope'.

Utilisation des vidéos, des images et des sons sur powerpoint : très bien !

Rythme bien, voix bien.

Choix des manip : bien. Repliement du spectre trop rapide. Bien bouclé la manip RC (montrer la quadrature de phase).

## Partie réservée au correcteur

### **Avis sur le plan présenté**

Ok mais le III mal amené, j'ai cru qu'on allait parler de la conversion analogique-numérique alors que seuls le critère de Shannon et l'échantillonnage ont été abordés.

### **Concepts clés de la leçon**

Spectres, fonctions de transfert, échantillonnage, Shannon

### **Concepts secondaires mais intéressants**

Raccord aux applications courantes

### **Expériences possibles (en particulier pour l'agrégation docteur)**

Modulation/démodulation, étude d'un filtre RC/RLC, actif/passif, FFT

### **Points délicats dans la leçon**

Le numérique est devenu un passage obligé, mais le programme CPGE est très contraignant. Si on reste dans le programme il faut être précis sur ce qu'on entend par « traitement numérique »

### **Bibliographie conseillée**

Cf la bibio du poly