

Signaux, Sons et Images pour l'Informaticien: Introduction

Diane Lingrand

Polytech SI3

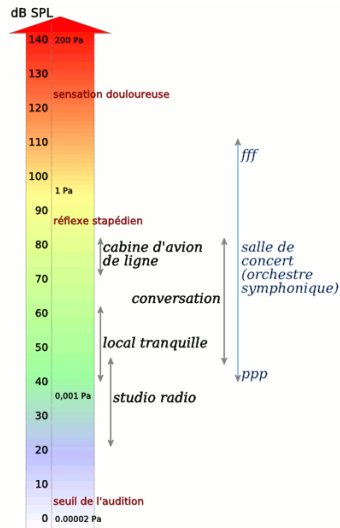
2016 - 2017

- Introduction au son (aujourd'hui)
- Transformée de Fourier - Reconstruction - Shannon
- Filtres et bancs de filtres
- Compression du son - MP3
- Description d'un son - Vers la reconnaissance
- Introduction aux images
- Filtrage d'images
- Bruit et restauration d'images
- Compression d'images

- 1 Physique du son
- 2 Représentation du son
- 3 Echantillonnage et Quantification
- 4 Formats de fichiers audio
- 5 Pratique

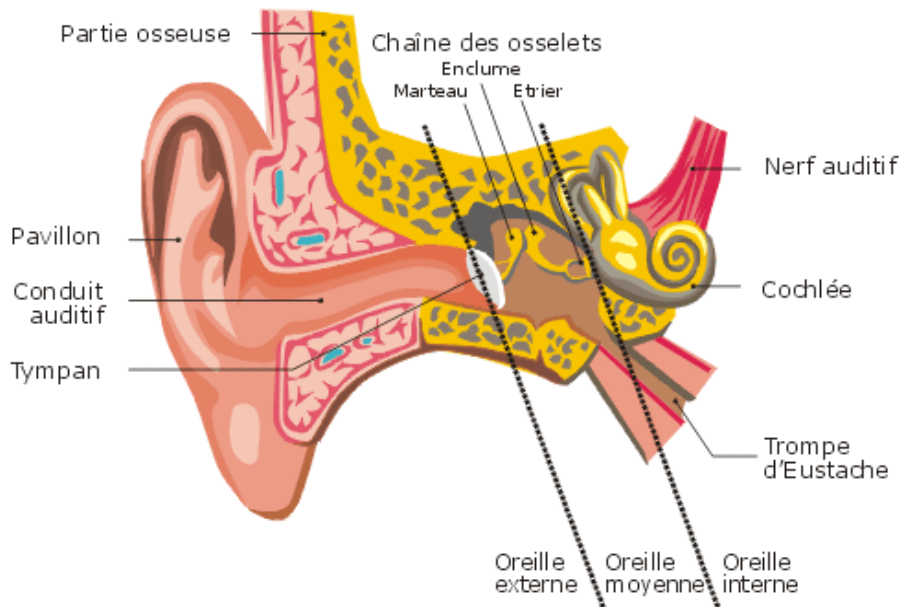
- 1 Physique du son
- 2 Représentation du son
- 3 Echantillonnage et Quantification
- 4 Formats de fichiers audio
- 5 Pratique

- variations de pression de l'air
- vitesse de propagation dans l'air : 340 m/s (1 224 km/h)
- seuil de perception auditive : 10^{-12} W/m^2
- intensité : $10 \log \frac{P}{P_{th}}$ en dB : de 0 à 120 dB
- périodique, quasi-périodique ou non
- longueur d'onde : distance parcourue pendant un cycle
- fréquences audibles par un humain : de 20 Hz à 20 kHz



(source : wikipedia.org)

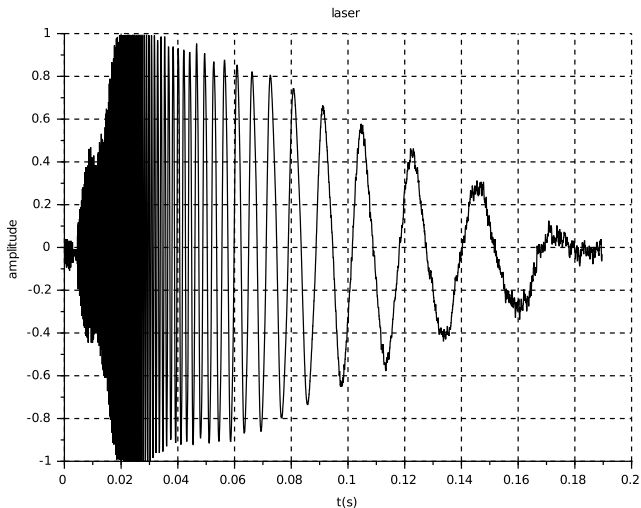
Oreille



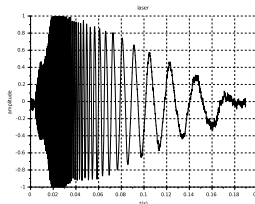


- 1 Physique du son
- 2 Représentation du son
- 3 Echantillonnage et Quantification
- 4 Formats de fichiers audio
- 5 Pratique

Représentation temporelle



Chronogramme (scilab)



```
[s,fe,b]=wavread('laser.wav');  
t=[0:length(s)-1]/fe  
plot2d(t,s)  
xgrid  
xtitle('laser','t(s)','amplitude')
```

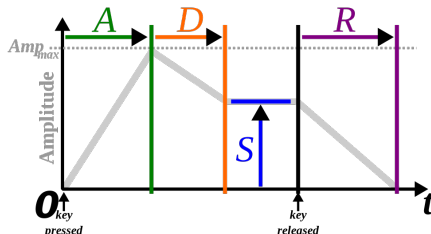
Harmoniques, spectre

fondamentale : fréquence du signal périodique, note

harmonique : multiple entier de la fondamentale

spectre : ensemble des harmoniques

enveloppe : évolution de l'intensité en fonction du temps (Attack Decay Sustain Release)

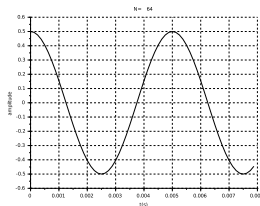


(source : wikipedia.org)

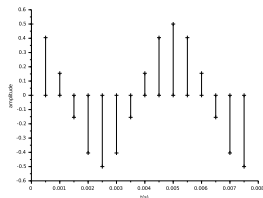
En combinant la composition fréquentielle et l'enveloppe, on peut synthétiser des sons.

- 1 Physique du son
- 2 Représentation du son
- 3 Echantillonnage et Quantification**
- 4 Formats de fichiers audio
- 5 Pratique

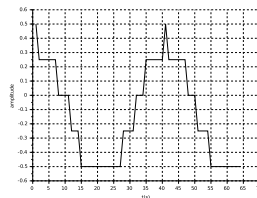
Echantillonnage et Quantification



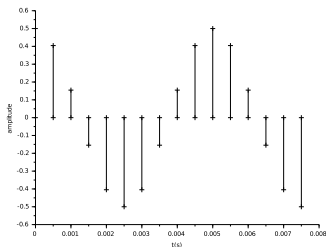
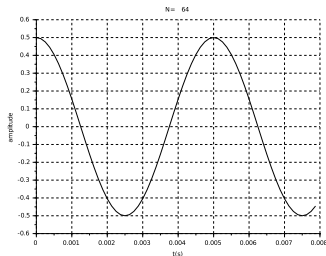
Echantillonnage : discrétisation du temps. Echantillons temporels.



Quantification : discrétisation des valeurs du signal.



Echantillonnage



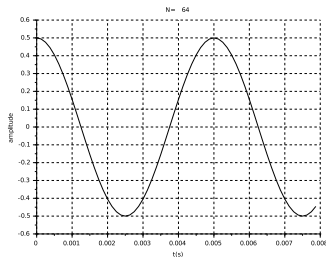
période d'échantillonnage : T_e

fréquence d'échantillonnage : $f_e = \frac{1}{T_e}$

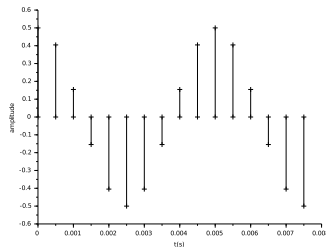
signal échantillonné : $s_e = \{s(nT_e) = s(\frac{n}{f_e}) = s_n, n = 0 \dots N-1\}$

contrainte de Shannon : $f_e > 2f_{max}$ où f_{max} est la fréquence maximale du signal

Echantillonnage (scilab)

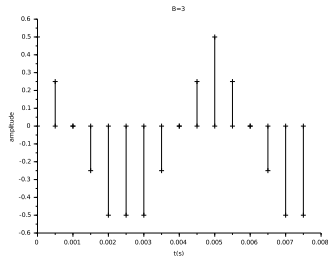
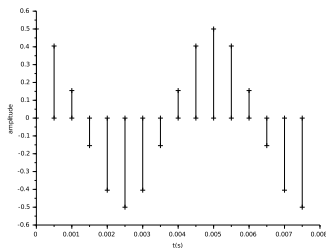


```
N=64
Te=1/8000
t=[0:1:N-1]*Te
s=0.5*cos(2*pi*200*t)
plot2d(t,s)
xgrid
xtitle(['N=',string(N)], 't(s)', 'amplitude')
```



```
t2=[0:4:N-1]*Te
se=s(1:4:N-1)
plot2d3(t2,se,style=-1)
xtitle('-', 't(s)', 'amplitude')
```

Quantification



coder sur B bits : découper l'intervalle $[-1 : +1]$ en 2^B intervalles

pas de quantification : $Q = \frac{2}{2^B} = 2^{1-B}$

signal codé : $sb = \{sb(nT_e) = sb_n = E(\frac{s_n}{Q}), n = 0 \dots N - 1\}$

signal quantifié : $sq = \{sq = Q * E(\frac{s_n}{Q}), n = 0 \dots N - 1\}$

erreur ou bruit de quantification : $b = \{b(nT_e) = s_n - sq_n, n = 0 \dots N - 1\}$

rapport signal sur bruit (en dB) : $SNR = \frac{\text{écart type}(se)}{\text{écart type}(b)}$

Quantification : exemples sonores

$B=1$; 2 intervalles

$B=2$; 4 intervalles

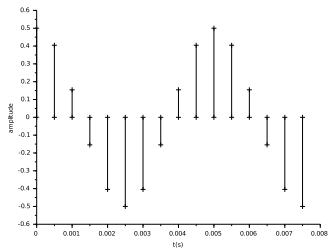
$B=3$; 8 intervalles

$B=4$; 16 intervalles

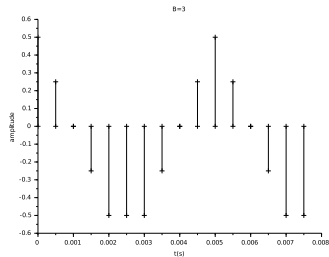
$B=5$; 32 intervalles

$B=8$; 256 intervalles

Quantification (scilab)



```
t2=[0:4:N-1]*Te  
se=s(1:4:N-1)  
plot2d3(t2,se,style=-1)  
xtitle('┐','t(s)','amplitude')
```



```
seq=0.25*floor(s*4)  
plot2d3(t2,seq,style=-1)  
xtitle('B=3','t(s)','amplitude')
```

- N nombre d'échantillons
- D durée du signal
- f_e fréquence d'échantillonnage
- B nb. bits pour coder un échantillons
- taille : $D * f_e * B * \text{nb. voies}$
- débit binaire (*bit rate*) : $f_e * B * \text{nb. voies}$
- pour compresser : réduire D , B , f_e ou le nombre de voies
- taux de compression : rapport nouvelle taille sur ancienne taille

- 1 Physique du son
- 2 Représentation du son
- 3 Echantillonnage et Quantification
- 4 Formats de fichiers audio
- 5 Pratique

- sans compression
 - PCM (linear Pulse Code Modulation) - WAV AIFF AU
 - PDM (Pulse Density Modulation) - SA-CD
- avec compression
 - sans pertes : ALAC, FLAC,
 - avec pertes : Ogg Vorbis, MP3, WMA, AAC

Format *Waveform Audio File Format (WAVE)*

little endian

[Bloc de declaration d'un fichier au format WAVE]

FileTypeBlocID (4 octets) : Constante RIFF (0x52,0x49,0x46,0x46)
FileSize (4 octets) : Taille du fichier moins 8 octets
FileFormatID (4 octets) : Format = WAVE (0x57,0x41,0x56,0x45)

[Bloc decrivant le format audio]

FormatBlocID (4 octets) : Identifiant fmt (0x66,0x6D, 0x74,0x20)
BlocSize (4 octets) : Nombre d'octets du bloc - 16 (0x10)

AudioFormat (2 octets) : Format du stockage (1: PCM, ...)
NbrCanaux (2 octets) : Nb. de canaux (de 1 a 6)
Frequence (4 octets) : Freq. d'echant. (Hz) [11025, 22050, 44100, ...]
BytePerSec (4 octets) : Nb. octets a lire par s. (Freq. * BytePerBloc).
BytePerBloc (2 octets) : Nb. octets par bloc d'echant. (NbCanaux * BitsPerSample / 8).
BitsPerSample (2 octets) : Nb. de bits pour chaque echant. (8, 16, 24)

[Bloc des donnees]

DataBlocID (4 octets) : Constante data (0x64,0x61,0x74,0x61)
DataSize (4 octets) : Nb. octets des donnees (tailleFichier - tailleEntete)
DATAS[] : [Sample 1 du Canal 1] [Sample 1 du Canal 2] [Sample 2 du Canal 1] ...

```
> hd laser.wav | head -n 5
00000000  52 49 46 46  fc 20 00 00  57 41 56 45  66 6d 74 20
00000010  10 00 00 00  01 00 01 00  22 56 00 00  44 ac 00 00
00000020  02 00 10 00  64 61 74 61  ac 20 00 00  00 06 00 f4
00000030  00 00 00 01  00 f6 00 01  00 fd 00 fb  00 05 00 f9
00000040  00 f8 00 03  00 f9 00 f7  00 ff 00 f8  00 fc 00 01
```

- 1 Physique du son
- 2 Représentation du son
- 3 Echantillonnage et Quantification
- 4 Formats de fichiers audio
- 5 Pratique

- Outils pour les travaux pratiques :
 - logiciel Scilab. A installer sur système natif (Linux, Windows ou Mac). Eviter les machines virtuelles. <http://www.scilab.org/>
 - Java
- Notation :
 - 1/3 en contrôle continu : compte-rendu de TPs, tests en TD ou amphi, participation
 - 1/3 DS à mi-semestre
 - 1/3 DS final