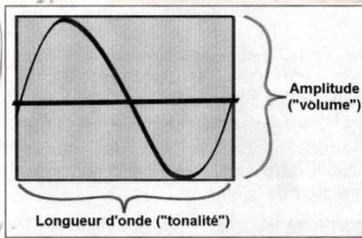




# μTOP Rappels de physique

✓ Le son : un phénomène analogique...



Module Audio1 v1.0 du 03/02/2009

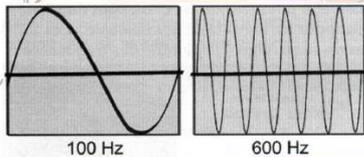
6

Analogie avec caillou dans une mare :  
Ondes concentriques,

un bouchon sur l'eau monte et descend (mouvement sinusoïdal), mais ne se déplace pas...

# μTOP Rappels de physique

✓ Le son : un phénomène analogique...



Module Audio1 v1.0 du 03/02/2009

7

Onde, longueur d'onde (d), fréquence (F)...

$$d = V / F \quad \text{ou} \quad F = V / d \quad (V = 330 \text{ m/s à } 0^\circ \text{ et } 349 \text{ m/s à } 30^\circ)$$

Par exemple à 20° on a V = 340 m/s

pour un son de 50 Hz on aura :  $d = 340 / 50 = 6,8 \text{ m}$

pour 16 Hz : 21,25 m et pour 20000 Hz : 0,017m

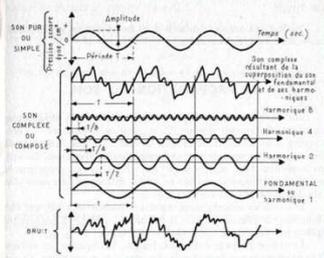
V dans l'eau : 1500 m/s, dans l'acier : 5000 m/s, dans le bois env. 3500 m/s...

liège : 470 m/s, caoutchouc : 50 m/s...  
et ne se propage pas dans le vide !

# μTOP Rappels de physique

✓ Le son : un phénomène analogique... complexe

- Amplitude = Volume
- Période = Tonalité
- Harmoniques = Timbre



Module Audio1 v1.0 du 03/02/2009

8

Le son pur est très rare !

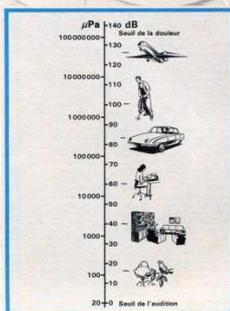
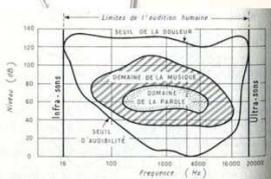
Les sons complexes sont constitués :

- d'un son pur (la fondamentale)
- de sons purs additionnels (harmoniques) qui caractérisent le timbre (ou coloration)

voir les divers instruments de musique pour une note donnée.

# μTOP Rappels de physique

✓ Le son : un phénomène analogique... non linéaire !



Module Audio1 v1.0 du 03/02/2009

9

Le seuil d'audition est variable avec la fréquence de celui-ci...

d'où le « loudness » ou basse physiologique pour relever les basses lors d'écoute à bas niveau.

L'oreille saine perd à partir de 20 ans sur l'étendue du spectre en particuliers les aigus,

attention aux altérations dues à la maladie, aux ambiances professionnelles, spectacles, baladeurs,...

Le son décroît de 6 dB chaque fois que l'on double la distance,

Le tympan peut s'éduquer : souplesse.

Bruit = son indésirable (même de niveau faible).

Notion de « choc acoustique », de dose de bruit.

**μTOP Rappels de physique**

✓ **Tessiture des sons fondamentaux :**  
(émis par les principaux instruments de musique classique)

Module Audio01 v1.0 du 03/02/2009

Note la plus grave d'un piano : fondamentale de 27,5 Hz

Basson : 33 Hz et jeu de 32 pieds de l'orgue : 16 Hz...

Il y a très peu de puissance à ces fondamentales, toute l'énergie acoustique est pratiquement émise sous forme d'harmoniques.

Bande passante des émissions radio, des lignes téléphoniques, filtres de coupure sur les graveurs de disques...

**μTOP Rappels de physique**

✓ **Le son : un phénomène analogique... acoustique de la salle d'écoute !**

Module Audio01 v1.0 du 03/02/2009

Les 2 derniers maillons du système, la salle et l'oreille sont importants,

Le son est réfléchi par les parois, la géométrie du local influe sur la qualité du message reçu...

Par ex. la longueur doit être supérieure à la 1/2 longueur d'onde de la plus basse fréquence à transmettre

(systèmes srereo classiques pour le surround 5/1 les pb sont différents)

Réverbération( traînée ), écho (répétition du son) : formule de Sabine :  $T = 0,16 \times V / A$  (à fréquence donnée)

T en s, V en m3, A = absorption total du local (en unité d'absorption voir fiche technique des matériaux)

Correction acoustique (différente d'isolation acoustique)

pour un local domestique :  $0,4 \text{ s} < T < 0,9 \text{ s}$

**μTOP Rappels de physique**

✓ **Le son : un phénomène analogique... le dernier maillon, l'oreille !**

Module Audio01 v1.0 du 03/02/2009

L'oreille saine perd à partir de 20 ans sur l'étendue du spectre en particuliers les aigus,

attention aux altérations dues à la maladie, aux ambiances professionnelles, spectacles, baladeurs,...

Le son décroît de 6 dB chaque fois que l'on double la distance,

Le tympan peut s'éduquer : souplesse.

Bruit = son indésirable (même de niveau faible).

Notion de « choc acoustique », de dose de bruit.



Combiné Platine – disque dur – graveur de cd



Sur une chaîne utiliser la sortie « line » ou « magnéto »  
(en dernier la sortie « casque » à cause des niveaux...et impédances)



Platine seules :

- à cellules « piezo-électrique » (niveau élevé, mais moins bonne qualité) : tension de sortie proportionnelle à l'amplitude des déplacements.
- À cellule « magnétique » (niveau plus faible suivant courbe RIAA, nécessite une correction RIAA, une pré amplification, mais de meilleure qualité)

pour avoir un niveau de tension de sortie proportionnel et compatible avec les impératifs de gravure (niveau suffisant pour les aigus et amplitude raisonnable du sillon dans les graves) on est obligé de corriger la gravure, d'où nécessité de la correction inverse à la lecture.

Le disque tourne à vitesse angulaire constante (78, 33 1/3 ou 45 tr/mn),

Le sillon étant une spirale, la vitesse linéaire (au niveau de la pointe de lecture) est donc variable.

(78 tr/mn 30 cm : à 29 cm : 120 cm/s, et à 11 cm : 43,5 cm/s

33 tr/mn 30 cm : à 29 cm : 51 cm/s, et à 12,7 cm : 22,8 cm/s

45 tr/mn 17,5 cm : à 16,5 cm : 38 cm/s, à 11 cm : 25,5 cm/s)

Forme de la pointe de lecture : conique ou elliptique.  
Nature du substrat du disque (bruit de fond).



Ordinateur de bureau :

- Avec une carte son sur la carte mère
- Avec une carte son ajoutée sur bus PCI

Il faut utiliser l'entrée « line » et surtout pas les entrées « micro » (niveau du signal et impédance)



Un ordinateur portable a en général une carte son peu performante, et surtout n'a pas d'entrée ligne (entrée micro et sortie casque), de plus l'entrée micro est de type monophonique.

Il faut donc mettre une carte son externe (sur port USB).



Deux sortes de logiciels :

- Les logiciels de traitement « universels »
  - Professionnels : Adobe Audition par ex.
  - Amateurs (gratuit) : Audacity par ex.
- Les logiciels spécialisés comme Magix SOS vinyles et K7 audio.

Logiciels livrés avec les cartes son (wave studio de Creativ Lab par ex.)

Souvent un module sommaire de traitement audio accompagne les produits de gravure (Nero par ex.).



L'écoute des morceaux de musique peut évidemment se faire sur le PC, surtout si celui-ci est équipé d'enceintes amplifiées externes (en général branchées sur la sortie casque).

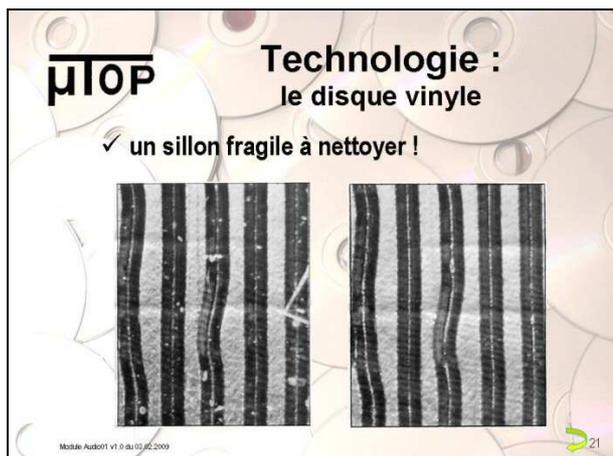
L'utilisation de la sortie ligne de la carte son permet « d'attaquer » un ampli externe ou une chaîne HiFi en utilisant les entrées lignes (ou haut niveau comme magnétophone ou tuner...)



Pour une bonne restitution un disque ne doit pas être lu sans un temps de repos entre 2 lectures.

(élasticité du support).

Il faut de bons réglages de la table de lecture, une pointe de lecture correcte et un disque en bon état !



Les disques vinyles se lavent très bien...

- Protéger l'étiquette centrale,
- Utiliser de l'eau distillée avec un agent mouillant et une brosse très douce (dans le sens des sillons),
- Laisser égoutter et sécher (à l'air mais à l'abri de la poussière)

Si le disque est relativement propre, l'essuyer avec un chiffon antistatique (ou une brosse)

Une platine mal réglée peut endommager irrémédiablement le sillon :

- Platine non stable (chocs qui font sauter le bras),
- Pression trop faible de la cellule qui risque de ne pouvoir suivre le sillon et sauter,
- Mauvaise compensation de force centripète (pression inégale sur les flans du sillon) d'où une usure inégale de la pointe (et du sillon),
- Pointe de lecture cassée (ou encrassée : poussières accumulées ou agglomérées, gangue),
- Vitesse du plateau non adaptée.



1er réglage à faire (avec un niveau)

**ΜΤΟΡ** Technologie :  
la table de lecture

✓ une mécanique à régler ...  
azimut de la cellule !



Module Audio01 v1.0 du 03/02/2009

2e réglage l'azimut de la cellule et la qualité de la pointe (nettoyage ultra sons éventuel)

**ΜΤΟΡ** Technologie :  
la table de lecture

✓ une mécanique à régler ...

- pression (de la pointe de lecture sur le disque)
- compensation de la force centripète



Module Audio01 v1.0 du 03/02/2009

3e réglage la pression et de l'antiskating :  
Mettre l'antiskating en position neutre (à 0)  
Régler la pression (avec un dynamomètre ou balance) au maximum autorisé par le fabricant pour ce type de cellule.  
À l'aide d'un abaque donné par le fabricant de la cellule ou mieux à l'aide d'un disque spécial (en verre) ajuster l'antiskating

**ΜΤΟΡ** Technologie :  
le câblage des divers éléments

✓ Des connexions et des câbles adaptés ...

- parasites (externes, masses,...),
- niveaux de signal cohérent entre les éléments,

✓ Correcteur RIAA éventuel,  
✓ Carte son externe pour les PC portables.



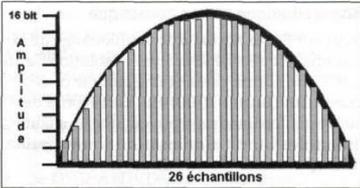
Module Audio01 v1.0 du 03/02/2009

Utiliser des câbles et des connecteurs de qualité.  
Attention aux soudures « sèches », aux blindages défectueux, aux contacts « avachis » qui vont générer des ronflements et des craquements (qui vont s'ajouter aux divers bruits de surface du disque)

La qualité sera toujours celle du maillon le plus faible !

**ΜΤΟΡ** Technologie :  
le logiciel - acquisition

✓ Réglage du niveau du signal,  
✓ Configuration niveau de qualité,



Module Audio01 v1.0 du 03/02/2009

Le niveau du signal doit être réglé de façon que celui-ci soit le plus élevé possible sans toutefois que les morceaux les plus forts soient écrêtés.

La conversion analogique – digitale (opération inverse pour la restitution).

- Échantillonnage : Il faut utiliser une fréquence d'échantillonnage élevée pour avoir une bonne qualité, (théorème de Shannon :  $f_s$  doit être au moins 2 fois la fréquence la plus haute à transmettre)
- Quantification et Codage : mesure et conversion en données binaires des amplitudes

**µTOP** Technologie :  
le logiciel - acquisition

- ✓ Réglage du niveau du signal,
- ✓ Configuration niveau de qualité,

8 échantillons      16 échantillons  
32 échantillons      Son analogique

Module Audio01 v1.0 du 03/02/2009

Pour les cd audio (norme Red Book) Philips :

- Piste stéréo à encodage PCM,
- Résolution 16 bits (linéaire en amplitude),
- la fréquence d'échantillonnage est de 44,1 kHz.

6 échantillons sont regroupés en trame (soit  $6 \times 2 \times 16 \text{ bits} = 192 \text{ bits}$  ou 24 octets) auxquels sont ajoutés 8 octets de correction d'erreur + 1 octet subcode, soit au total 33 octets par trame. (l'octet subcode sert à placer des informations de début de piste, de non copie,...)

La vitesse de rotation est linéaire de 1,22 m/s avec un pas entre piste de 1,59  $\mu\text{m}$ .

(avec lecture depuis le centre),

Cela conduit à 74 mn sur un disque de 120 mm (ou env. 650 Mo de données)

Avec 1,1975 m/s et un pas de 1,497  $\mu\text{m}$  on obtient 80 mn (700 Mo)

Au niveau logique il y a 3 zones :

- Lead-in (rayon 23 mm à 25 mm) : informations décrivant le contenu du support (stockés dans la TOC),
- Programme (rayon 25 mm à 58 mm) : données (équivalent 76 mn) avec maxi 99 pistes (sessions) de 4 s,
- Lead-out ou LOA (rayon 58 mm et épaisseur mini 0,5 mm) : données nulle, marque la fin du cd (90 s de silence)

**µTOP** Technologie :  
le fichier numérique

- ✓ Format brut de base (ou natif) wav, seul format pour effectuer des travaux, éditions, corrections,...
- ✓ Formats compressés :
  - compact disc,
  - Internet, baladeurs, mp3

Module Audio01 v1.0 du 03/02/2009

Le son sans compression est gourmand en place :

Exemple pour 3 mn de musique soit 180 s en format PCM :

$180 \text{ s} \times 44100 \text{ échantillons par sec.} \times 2 \text{ canaux} = 15876000 \text{ échantillons}$

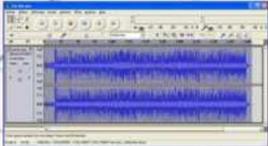
Chaque échantillon étant codé sur 16 bits (ou 2 octets) :  $15876000 \times 2 = 30,3 \text{ Mo}$  (env. 64 mn sur 1 cd)

En supprimant des données superflues on arrive à faire une compression « sans perte audible » voir format mp3 par ex.

Pour les Mac, AIFF son PCM sans compression.

**μTOP** **Technologie :**  
**le fichier numérique**

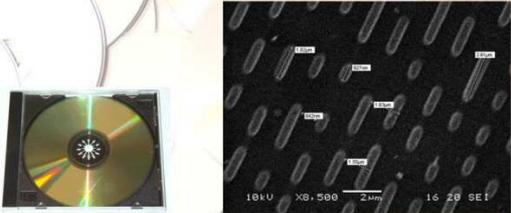
- ✓ **Restauration du signal :**
  - suppression des craquements (DeClicker / DeCracker),
  - suppression des pics (DeClipper),
  - suppression du bruit de fond (DeNoiser),
  - corrections diverses : tonalité, réverbération,...
- ✓ **Mise à niveau (0dB) :**
  - des voies droite et gauche,
  - des différentes pistes de l'enregistrement.
- ✓ **Conversion de format :**
  - Gravure cd ou dvd audio,
  - Conversion mp3 (ou autre).



Module Audio01 v1.0 du 03/02/2009

**μTOP** **Technologie :**  
**le Compact Disc**

✓ **Un enregistrement numérique !**



Module Audio01 v1.0 du 03/02/2009

Pour les cd audio (norme Red Book) Philips :

- Piste stéréo à encodage PCM,
- Résolution 16 bits (linéaire en amplitude),
- la fréquence d'échantillonnage est de 44,1 kHz.

6 échantillons sont regroupés en trame (soit  $6 \times 2 \times 16 \text{ bits} = 192 \text{ bits}$  ou 24 octets) auxquels sont ajoutés 8 octets de correction d'erreur + 1 octet subcode, soit au total 33 octets par trame. (l'octet subcode sert à placer des informations de début de piste, de non copie,...)

La vitesse de rotation est linéaire de 1,22 m/s avec un pas entre piste de 1,59  $\mu\text{m}$ . (avec lecture depuis le centre), Cela conduit à 74 mn sur un disque de 120 mm (ou env. 650 Mo de données) Avec 1,1975 m/s et un pas de 1,497  $\mu\text{m}$  on obtient 80 mn (700 Mo)

Au niveau logique il y a 3 zones :

- Lead-in (rayon 23 mm à 25 mm) : informations décrivant le contenu du support (stockés dans la TOC),
- Programme (rayon 25 mm à 58 mm) : données (équivalent 76 mn) avec maxi 99 pistes (sessions) de 4 s,
- Lead-out ou LOA (rayon 58 mm et épaisseur mini 0,5 mm) : données nulle, marque la fin du cd (90 s de silence)

μTOP

## Technologie : le Compact Disc

✓ Une jaquette pour une belle présentation !



Module Audio01 v1.0 du 10/02/2009

31



μTOP

## Démonstration



Module Audio01 v1.0 du 03/02/2009

33