

LP17 : TRANSMISSION ET STOCKAGE DE L'INFORMATION

EI : GRAVURE ET LECTURE D'UN DISQUE VINYLE

Bibliographie

1. <https://www.maxicours.com/se/cours/stockage-optique/>
2. <https://spcl.ac-montpellier.fr/moodle/course/view.php?id=59§ion=15>
3. http://physiquemaudet.weebly.com/uploads/3/0/4/8/30488458/cours_p14_-_ts.pdf

Introduction pédagogique

Niveau : L2

Prérequis :

1. Physique des ondes (fréquence, longueur d'onde...) [Tle SPCL]
2. Diffraction [Tle SPCL]
3. Interférence [Tle SPCL]
4. Incertitudes [Tle SPCL]
5. Transmission de l'information [Tle SPCL]
6. Trigonométrie [Seconde]

Objectifs :

1. Comprendre la conversion analogique/numérique et le codage binaire
2. Etre capable d'expliquer le stockage de l'information sur les disques CD/DVD/Blu-ray
3. Etre capable de mesurer expérimentalement la capacité de stockage d'un disque

Difficultés :

1. Etre capable de mobiliser ses connaissances vues aux cours précédents
2. Comprendre le codage binaire
3. Comprendre la géométrie de la gravure d'un CD

Exemples de TP Utilisation d'un osmomètre pour mesurer la masse molaire d'une macromolécule

Exemples de TD Analyses documentaires sur les applications de l'osmose (en prendre une ou deux : les poissons dans l'eau, les boissons des sportifs...)

Table des matières

1	Conversion analogique/numérique	2
1.1	Échantillonnage et quantification	2
1.2	Le codage binaire	2
2	Stockage et fonctionnement d'un CD	3
2.1	Fonctionnement d'un CD	3
2.2	Capacité de stockage	3

Introduction

Le stockage de l'information est aujourd'hui un défi pour notre société. Nous allons voir comment les systèmes de stockage ont évolués depuis l'écriture pour donner les CD et DVD que nous connaissons.

Vous pouvez voir derrière un objet que vous avez sans doute déjà vu, dans une brocante, chez un collectionneur ou même chez vos grands-parents. C'est le phonographe qui fut inventé par Thomas Edison (petits mots à propos de sa vie). Il permet à la fois de graver et de relire un signal sonore comme une musique. Il va pouvoir transcrire le signal à même le disque et ainsi pouvoir le lire en suivant les sillons tracés.

Nous allons maintenant voir comment les systèmes de stockage ont évolués afin de se compacter et de pouvoir enregistrer de plus en plus d'informations.

1 Conversion analogique/numérique

Signal analogique : signal variant de façon continue dans le temps

Signal numérique : signal variant de façon discrète dans le temps

schéma : signal analogique et signal numérique : représenter le pas de temps et le pas de quantification

1.1 Échantillonnage et quantification

Échantillonnage

Action de relever la valeur d'un signal en un ensemble discret d'instant successifs.

Quantification

Association à chaque instant de l'échantillonnage d'une valeur numérique aussi fidèle que possible à celle du signal analogique

Il est impossible de stocker un signal analogique qui représente une quantité d'informations beaucoup trop vaste. Il est nécessaire de le retranscrire de façon discrète afin de le numériser et de l'enregistrer. Nous allons voir comment on peut le faire.

On va avoir besoin de deux outils pour retranscrire le plus fidèlement possible un signal analogique.

Mais ces outils obéissent à des règles. Tout d'abord pour l'échantillonnage il faut faire attention au critère de Shannon. (schéma ou vidéo pour l'expliquer et expliquer son importance)

La quantification quand à elle va dépendre du nombre de bits sur lequel on va pouvoir coder ce signal.

1.2 Le codage binaire

Le codage binaire utilise des bits : unité élémentaire d'informations pouvant prendre deux valeurs distinctes notées 0 et 1

Avec n bits on peut coder 2^n nombres décimaux

Un octet est une base de 8 bits : on peut donc coder $2^8 = 256$ nombres

Exemple :

	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	
Octet :	0	0	0	0	0	1	1	1	→ 7
Octet :	1	1	1	1	1	1	1	1	→ 255

Ainsi avec 8 bits : un octet on peut coder 256 paliers d'informations. Par exemple un pixel de télévisions est codé en RVB : rouge, vert, bleu. Une série de 8 bits permet de décrire la nuance en rouge, puis en vert puis en bleu et cela permet d'obtenir une couleur.

Plus on augmente le nombre de bits plus on aura de valeur disponible lors de la quantification et ainsi retranscrire le signal analogique de plus en plus fidèlement.

Maintenant que l'on sait comment sont numérisés les signaux analogiques on va essayer de comprendre comment ces signaux peuvent être stockés et lus. Pour cela on prendra l'exemple de ce que vous connaissez : un CD (compact disk).

2 Stockage et fonctionnement d'un CD

2.1 Fonctionnement d'un CD

Pour stocker l'information on utilise des disques optiques. Vous connaissez ces disques sous des noms plus courants : CD, DVD, Blu-ray.

Ils ont une structure en plusieurs couches comme on peut le voir sur le diaporama. Une première couche en polymère permet de dessiner des informations sur le disque, les couches d'après consiste en une couche protectrice des rayons UV pour protéger la couche de polymères puis une couche métallique qui va conserver les sillons et enfin une couche de polymère transparente permettant de protéger la couche métallique.

La structure interne du disque est une succession de piste en spirale avec des trous et des plats. On va essayer de mesurer le pas du CD noté e sur la figure.

Schéma de l'expérience

$$e \sin(\theta) = n\lambda$$

$$\sin(\theta) = \frac{x}{\sqrt{x^2 + d^2}}$$

$$e = \lambda \sqrt{1 + \left(\frac{d}{x}\right)^2}$$

Cf diapo : on a aussi comment l'ordinateur va lire le disque optique

2.2 Capacité de stockage

Piste s'enroule en spirale autour du disque. L'aire totale occupée par la spirale correspond à l'aire du disque :

$$\mathcal{A} = \pi(R_{max}^2 - R_{min}^2)$$

$$\mathcal{A} = e \times L$$

avec L la longueur de la spirale le long de laquelle sont codés les bits. On mesure la longueur expérimentale de la spirale grâce au pas qu'on a calculé. On peut en déduire une

longueur d'environ 6,3 km. La longueur d'un bit pour un CD étant tabulée à $0,87 \mu\text{m}$. On en déduit le nombre de bits codés sur le CD : 1,8 GB.

Le stockage du CD selon le constructeur est de 700 MB.

Or dans ce genre de disque on a des contraintes techniques qui forcent l'utilisation de 17 bits (la longueur minimale d'un trou est de 3 bits) pour coder 8 bits. Ainsi si on prend en compte ce facteur on obtient un stockage de 847 MB. Ce qui se rapproche fortement de la valeur donnée par le constructeur.

Question

- Comment a-tu articulé la séquence sur la physique d'une onde ?
- Difficultés plus propre à cette leçon ? Codage binaire
- Contenu que l'on poste sur les réseaux enregistré ?
- Cette information est stockée dans des CD ?
- Comment marche un disque dur ? Analogie avec un CD ?
- Inventeur du phonographe important ?
- Revenir sur le Vinyl. Pourquoi on appelle ça un vinyl ?
- Comment on grave un vinyl ?
- "Dépasser le stade du vinyl" ? On utilise encore le vinyl ? Avantage et inconvénient ?
- Comment améliorer la qualité d'un son sur un CD ?
- Pourquoi on est obligé de discrétiser les signaux ?
- Qu'est-ce que la quantification ? Notion de bruit de quantification ? Échantillonnage parfait : qu'est-ce qui fait qu'on a une mauvaise quantification ?
- Définition de la fréquence d'échantillonnage ?
- Pourquoi on utilise des suites de 0 et de 1 dans un ordinateur ?
- Pourquoi on travaille avec des octets ? Pourquoi 8 bits ?
- Pourquoi pas plus de 8 bits ?
- Couches de protection ?
- En quoi un CD est assimilable à un réseau ?
- Que des phénomènes de réflexions ?
- Niveau de sécurité de l'expérience ?
- Mesurer avec une règle en métal ?
- Incertitude : 2 fois l'incertitude du mètre car on fait 2 mesures pour avoir la distance
- Incertitude faible sur les distances : pourquoi on obtient une incertitude importante sur le résultat
- Autres sources d'incertitudes ? Erreur de lecture ; parallélisme du CD avec l'écran
- Pourquoi on utilise des petites longueurs d'onde pour un blue-ray
- Pas trop parler de transmission dans la leçon ?
- Canaux de transmission de l'information ?
- Ça veut dire quoi CD et DVD
- Souci sur le calcul
- Pour mettre en valeur que le chiffre est grand dire que ça correspond à 2 fois le tour de la terre
- Valeur de la république : un élève casse et veut pas ramasser car c'est à la femme de ménage de le faire. Comment réagir ? L'envoyer chez le CPE et ramasser
- Un élève ne veut pas être en groupe avec une fille. Comment réagir ?

Remarques

- Parle au moins un petit peu de transmission de l'information
- Pré-requis : incertitude
- sécurité : prendre un 2 ème écran : contrôler qu'il n'y a pas de réflexion sur cet écran et l'enlève pour que le jury puisse voir.

- Leçon bien : avance de manière fluide
- Définir la fréquence d'échantillonnage
- Passer peut-être moins de temps sur le codage binaire
- Codage binaire dans le cours sur la leçon sur la transmission de l'information ?