Correction partielle de l'exercice
"Laser et stockage optique"
(Bac S – Nouvelle-Calédonie - session de rattrapage - mars 2014)

Corrigé réalisé par B. Louchart, professeur de Physique-Chimie

1. Lecture d'un disque optique

1.1. $E = h\nu = \dfrac{hc}{\lambda} = \dfrac{6{,}63\times10^{-34}\times3{,}00\times10^{8}}{405\times10^{-9}} = 4{,}91\times10^{-19}$ J

1.2. Dans une DEL, la lumière est émise par émission spontanée, tandis que pour un laser, elle l'est par émission stimulée.
La lumière émise par un laser est monochromatique, directive, concentrée spatialement et cohérente.

1.3. Dans le cas (a), les 2 rayons parcourent la même distance, donc $\delta = 0$
Dans le cas (b), le rayon (2) fait, par rapport au rayon (1), un aller-retour en plus dans la cuvette, donc $\delta = 2\times\dfrac{\lambda}{4} = \dfrac{\lambda}{2}$

1.4.1. D'après la figure 3 (doc.2), l'intensité lumineuse est plus faible dans le cas (b) que dans le cas (a).

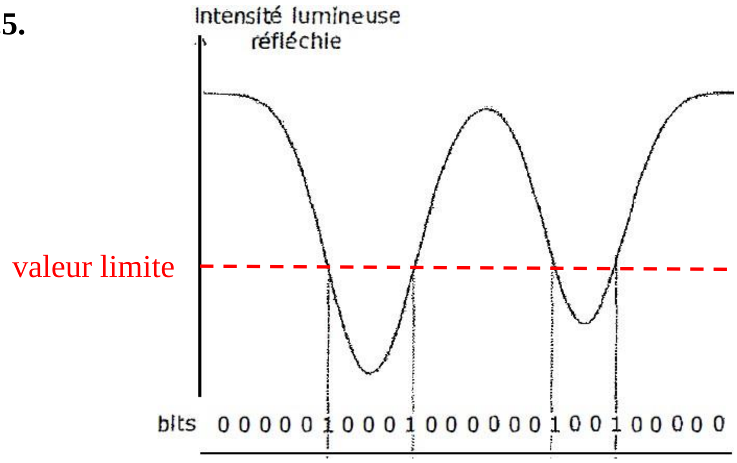
1.4.2. Il y a interférences constructives si $\delta = k\lambda$, avec $k \in \mathbb{Z}$

Il y a interférences destructives si $\delta = \left(k+\dfrac{1}{2}\right)\times\lambda$, avec $k \in \mathbb{Z}$

Dans le cas (a), $\delta = 0 = k\lambda$, avec $k = 0$, donc ce sont des interférences constructives.

Dans le cas (b), $\delta = \dfrac{\lambda}{2} = \left(k+\dfrac{1}{2}\right)\times\lambda$, avec $k = 0$, donc ce sont des interférences destructives.

1.5.



Quand l'intensité lumineuse réfléchie passe par une valeur limite (voir schéma), le bit est codé 1.
Si l'intensité reste supérieure à cette valeur limite (ou si elle reste inférieure à celle valeur limite), alors le bit est codé 0.

2. Traitement de l'information numérique

2.1. Le domaine audible pour une oreille humaine normale va de 20 Hz à 20 kHz.
Or d'après le théorème de Shannon relatif à l'échantillonnage, "la fréquence d'échantillonnage doit être égale ou supérieure au double de la fréquence maximale contenue dans ce signal, afin de le numériser correctement".
La fréquence d'échantillonnage doit donc être supérieure ou égale à 2×20 = 40 kHz.
Celle choisie (44,1 kHz) convient donc.

2.2. $p = \frac{U_{max}}{2^n - 1} = \frac{10}{2^{16} - 1} = 1{,}5\times10^{-4}$ V = 0,15 mV

2.3. La fréquence d'échantillonnage est $f_E = 44{,}1$ kHz $= 44{,}1\times10^3$ Hz , donc il y a $44{,}1\times10^3$ échantillons prélevés par seconde.
Il y a 2 canaux de son stéréophonique, avec 16 bits par canal, donc pour chaque échantillon, il faut

2×16 = 32 bits, c'est-à-dire $\frac{32}{8} = 4$ octets.

Le débit binaire vaut donc $D = 4\times f_E = 4 \times 44{,}1\times10^3 = 1{,}76\times10^5$ octet.s^{-1} = 176 ko.s^{-1}
Cela correspond à la valeur indiquée dans le document 4.

2.4. La capacité de stockage vaut :
$D \times \Delta t = 1{,}76\times10^5 \times (74\times60) = 7{,}8\times10^8$ octets $= 7{,}8\times10^2$ Mo
Cela correspond à la valeur indiquée dans le document 4.

2.5. capacité = D × Δt’

$$\Rightarrow \Delta t' = \frac{\text{capacité}}{D} = \frac{22\times10^9}{1{,}76\times10^5} = 1{,}2\times10^5 \text{ s} = 2{,}1\times10^3 \text{ min} = 35 \text{ h}$$

3. Capacité de stockage d'un disque optique

3.2. La capacité de stockage vaut :

$$\frac{S_c}{s} = \frac{(R_{ext}^2 - R_{int}^2)\times\pi}{\ell a} = \frac{((5{,}8\times10^{-2})^2 - (2{,}5\times10^{-2})^2)\times\pi}{0{,}83\times10^{-6}\times1{,}67\times10^{-6}} = 6{,}2\times10^9 \text{ bits}$$

Elle est donc de $\frac{6{,}2\times10^9}{8}$ octets $= 7{,}8\times10^8$ octets $= 7{,}8\times10^2$ Mo