

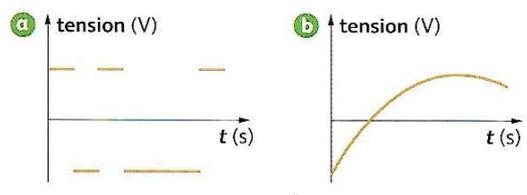
Physique

EXERCICES : transmettre et stocker de l'information



EXERCICE 1 : Reconnaître des signaux

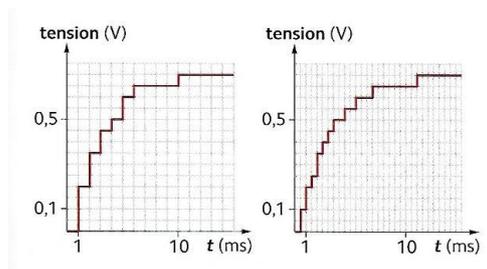
- Rappeler ce qui différencie un signal numérique d'un signal analogique.
- A partir des figures ci-contre, indiquer la nature analogique ou numérique des tensions représentées, sachant que l'information de ces signaux est représentée par la valeur de la tension.



EXERCICE 2 : Etudier la numérisation d'un signal

On numérise une tension en effectuant deux acquisitions. Les signaux numérisés sont représentés ci-dessous.

- A quoi reconnaît-on que les signaux sont numériques ?
- Déterminer le pas p de chacune des conversions.
- Déterminer la fréquence d'échantillonnage f_e utilisée pour chacune des acquisitions.
- Dans quel cas la numérisation est-elle la plus fidèle ?



EXERCICE 3 : La photographie en astronomie

La prise de photos astronomiques s'effectue à l'aide d'une dalle de cellules captant la lumière, placée derrière l'objectif du télescope ou de la lunette.

Une dalle donne une image composée de 752 pixels en largeur, 582 pixels en hauteur. Chaque pixel est codé en couleurs sur 24 bits, soit trois octets.

- Combien de pixels contient la dalle ?
- Déterminer, en mégaoctets (Mo), la taille mémoire nécessaire au stockage du codage de la couleur d'une telle image.

EXERCICE 4 : Traitement d'une photographie.

Un appareil numérique enregistre une photographie.

- La luminosité de la photographie n'est pas satisfaisante. On procède alors à une retouche avec un éditeur d'images. Les pixels de code RVB « 220 ; 220 ; 0 » ont pour nouveau code « 203 ; 203 ; 0 ». L'image a-t-elle été éclaircie ou assombrie ?
- Les pupilles des yeux d'une personne sont rouges sur la photographie. A l'aide d'un éditeur d'images, on corrige ces « yeux rouges ». Proposer une explication du traitement réalisé en termes de modification du code pixels.

EXERCICE 5 : Codage RVB

- A quelle couleur correspond le codage RVB (0,0,150) ?
- La couleur (magenta) correspond-elle au code RVB (255,0,255) ?
- A quelle couleur le codage RVB (133,133,133) correspond-elle ?

EXERCICE 6 : Tableau de valeurs

Un extrait d'un tableau d'une image numérisée et codée en RVB est donné ci-contre.

- Justifier que l'image est en nuances de gris.
- Quelle information est contenue dans les deux premières colonnes ?
- L'image est-elle claire ou sombre ?

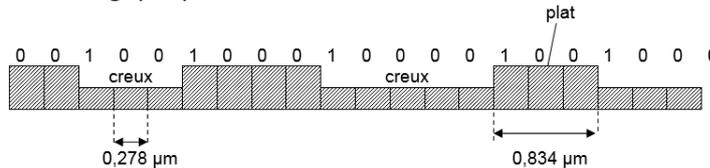
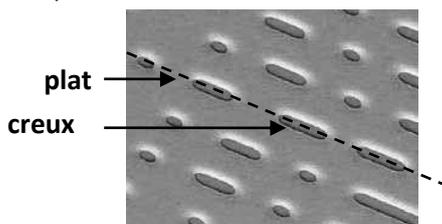
0	1	200	200	200
1	1	206	206	206
2	1	200	200	200
3	1	195	195	195
4	1	196	196	196
5	1	196	196	196
6	1	196	196	196
7	1	190	190	190

Bac S 2013 Asie EXERCICE I. UN NOUVEAU STOCKAGE OPTIQUE : LE BLU-RAY (7,5 points)

La technique du disque LASER repose sur une méthode optique : un faisceau de lumière cohérente (LASER) vient frapper le disque en rotation. Des cavités de largeur $0,6 \mu\text{m}$, dont la longueur oscille entre $0,833 \mu\text{m}$ et $3,56 \mu\text{m}$, sont creusées à la surface réfléchissante du disque, produisant des variations binaires de l'intensité lumineuse du rayon réfléchi qui sont enregistrées par un capteur.

Plus précisément, lorsque le faisceau passe de la surface plane (plat) à une cavité (creux), il se produit des interférences et la valeur binaire 1 est attribuée. Au contraire, tant que le faisceau reste dans un creux ou sur un plat, le capteur détecte le même faisceau original et fait correspondre à cet état la valeur binaire 0.

L'information binaire peut être ensuite transformée en un signal analogique par un convertisseur.



1. Le LASER, faisceau de lumière cohérente :

La lumière émise par la source LASER provient de l'émission stimulée d'atomes excités par pompage optique. On a représenté sur le document 1 deux niveaux d'énergie d'un atome présent dans la cavité de la source LASER.

- 1.1. Dans quel niveau d'énergie l'atome est-il le plus excité ?
- 1.2. Quelle est la valeur de la longueur d'onde de la radiation lumineuse qu'il faut envoyer sur l'atome pour provoquer une émission stimulée de cet atome ?

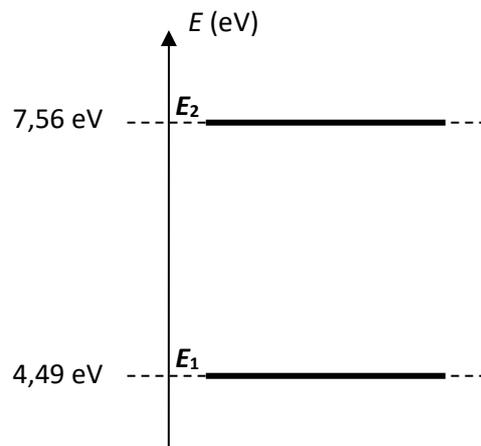
La relation entre la fréquence ν de la radiation lumineuse et l'énergie E du photon est $E = h \cdot \nu$.

Constante de Planck : $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

Célérité de la lumière : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

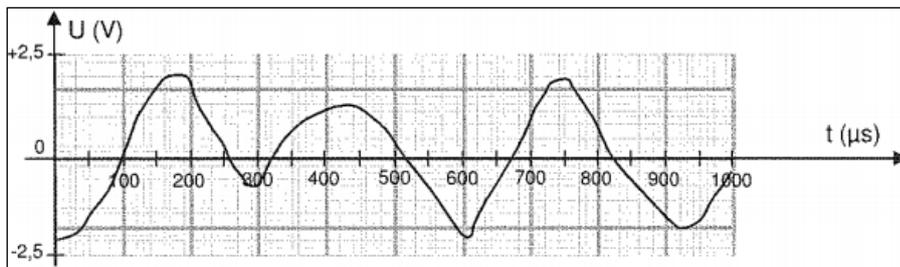
$1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$

- 1.3. Quelle est la longueur d'onde de la radiation émise par l'atome ?
- 1.4. Donner deux caractéristiques de la lumière LASER.



2. Stockage des informations sur le disque LASER :

- 2.1. Pourquoi dit-on que l'information est stockée sur le disque sous forme binaire ?
- 2.2. On a représenté sur le document 2, la tension issue du microphone qui a permis l'enregistrement du son sur le disque :

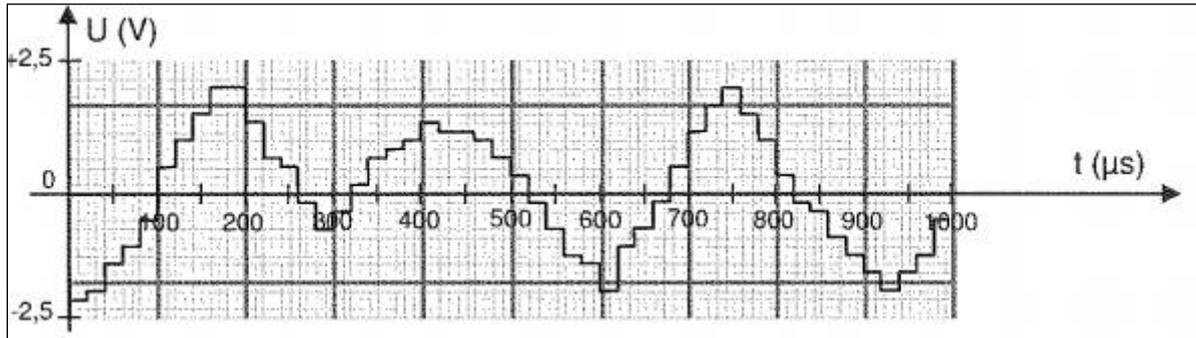


Document 2

Cette tension forme-t-elle un signal numérique ou analogique ? Justifier la réponse.

2.3. Pour lire le disque et entendre la musique qui a été enregistrée, l'information qu'il contient doit être transformée en une tension qui alimente des haut-parleurs.

On a représenté sur le document 3, la tension envoyée par le lecteur CD aux bornes du haut-parleur qui diffère sensiblement de la précédente tension enregistrée par le microphone



Document 3

2.3.1. Déterminer la fréquence d'échantillonnage du convertisseur numérique-analogique.

2.3.2. Comment faudrait-il modifier cette fréquence d'échantillonnage pour que le signal envoyé au haut-parleur se rapproche davantage de celui délivré par le microphone enregistreur ?

3. Lecture des informations sur le disque LASER :

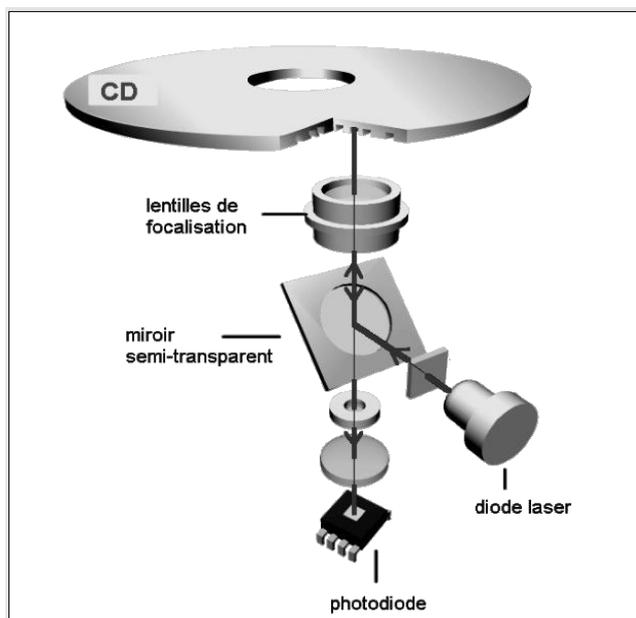
Le document 4 représente le système de lecture du disque.

Le faisceau lumineux, constitué d'une lumière monochromatique de longueur d'onde λ_0 dans le vide est émis par la diode LASER. Il traverse une couche protectrice transparente en polycarbonate dont l'indice est $n = 1,55$, puis il est réfléchi par le disque et détecté par la photodiode.

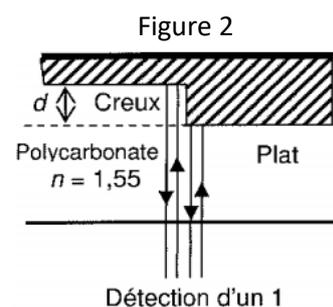
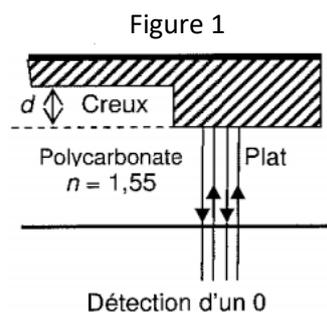
Lors de la détection d'un 0, le faisceau est entièrement réfléchi par un plat ou par un creux (figure 1 document 4). Tous les rayons composant le faisceau ont donc parcouru un même trajet. Lors de la détection d'un 1, le faisceau laser passe d'un plat à un creux ou inversement (figure 2 document 4).

Une partie du faisceau est alors réfléchi par le plat et l'autre partie par le creux. Tous les rayons composant le faisceau n'ont donc pas parcouru le même trajet.

On note ΔL la différence de parcours des deux parties du faisceau qui se superposent et interfèrent lors de leur détection.



Document 4

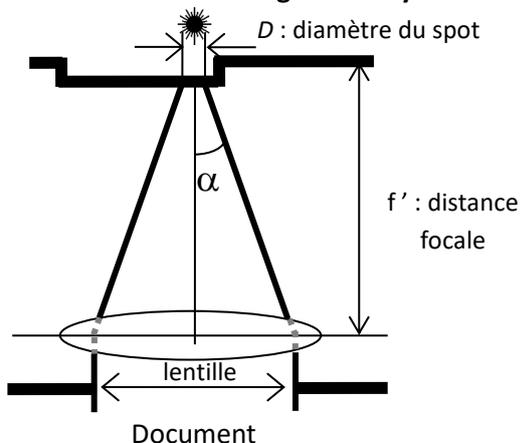


Dans le polycarbonate, la longueur d'onde de la lumière monochromatique constituant le faisceau est

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$$

- 3.1. Donner la condition que doit vérifier ΔL pour que les interférences soient destructives.
- 3.2. Montrer que la profondeur minimale d du creux s'exprime en fonction de λ , la longueur d'onde de la lumière laser dans le polycarbonate, par la relation : $d = \frac{\lambda}{4}$.
- 3.3. Calculer d pour un CD lu par un faisceau LASER de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 780 \text{ nm}$.
- 3.4. Dans quel cas le capteur reçoit-il plus de lumière (Figure 1 ou Figure 2) ? Justifier la réponse.

4. Intérêt de la technologie Blu-Ray :



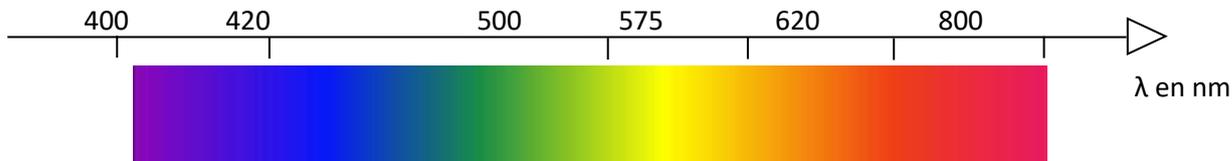
La quantité $NA = \sin \alpha$ est appelée « ouverture numérique ».

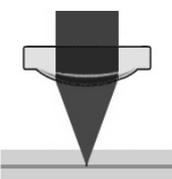
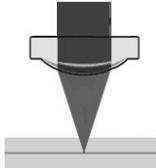
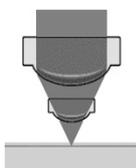
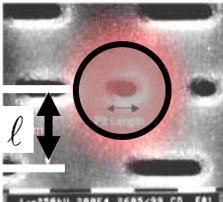
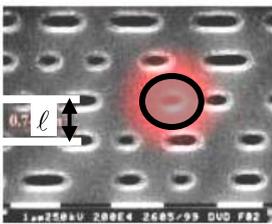
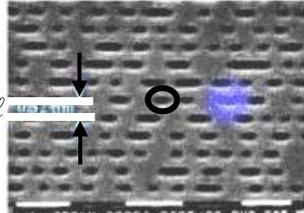
α est l'angle d'ouverture du demi-cône formé par le faisceau laser (voir document 5).

Le diamètre D du spot sur l'écran s'exprime alors par la formule :

$$D = 1,22 \cdot \frac{\lambda_0}{NA}$$

On a donné sur le document 6 les valeurs de l'ouverture numérique, de la longueur d'onde et de la distance l qui sépare deux lignes de données sur le disque.



CD	DVD	Blu-ray Disc
 <p>$\lambda_0 = 780 \text{ nm}$ $NA = 0,45$</p>	 <p>$\lambda_0 = 650 \text{ nm}$ $NA = 0,60$</p>	 <p>$\lambda_0 = 405 \text{ nm}$ $NA = 0,85$</p>
 <p>$l = 1,6 \mu\text{m}$</p>	 <p>$l = 0,74 \mu\text{m}$</p>	 <p>$l = 0,30 \mu\text{m}$</p>

- 4.1. Justifier l'appellation « Blu-ray » en faisant référence à la longueur d'onde du faisceau Laser.
- 4.2. Quel est le phénomène qui empêche d'obtenir dans chaque cas une largeur de faisceau plus faible ?
- 4.3. En utilisant les données du document 6, vérifier que le diamètre D du spot dans le cas de la technologie Blu-ray est compatible avec la distance 2ℓ qui sépare trois lignes de données sur le disque.
- 4.4. En argumentant votre réponse expliquer comment il est possible d'améliorer la capacité de stockage du disque sans modifier sa surface.
- 4.5. Un disque blu-ray peut contenir jusqu'à 46 Gio de données, soit environ 4 heures de vidéo haute définition (HD).
Calculer le débit binaire de données numériques dans le cas de la lecture d'une vidéo HD (en Mibit/s).
Données : 1 Gio = 2^{30} octets ; 1 octet = 8 bits ; 1 Mibit = 2^{20} bits
- 4.6. La haute définition utilise des images de résolution d'au moins 720 pixels en hauteur et 900 pixels en largeur. Chaque pixel nécessite 24 bits de codage (8 par couleur primaire).
- 4.6.1. Montrer que la taille numérique d'une image non compressée est d'environ 15 Mibit.
- 4.6.2. Combien d'images par seconde peut-on obtenir sur l'écran de l'ordinateur avec le débit binaire calculé à la question 4.5. ?
- 4.6.3. Pour éviter l'effet de clignotement, la projection d'une vidéo nécessite au moins 25 images par seconde. Pourquoi faut-il réduire la taille des images à l'aide d'un protocole de compression d'images.

Bac S 2013 Polynésie EXERCICE III : TRANSMISSION D'INFORMATION PAR FIBRE OPTIQUE (5 points)

Les fibres optiques constituent un élément essentiel de la révolution des télécommunications : c'est par ce moyen que circulent plus de 80% des informations du trafic mondial longue distance.

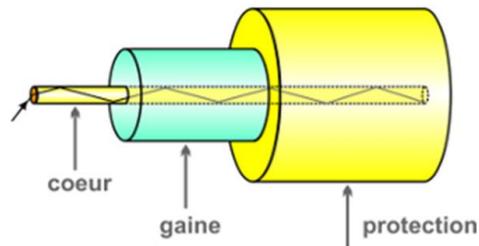
Les documents nécessaires à la résolution sont regroupés en fin d'exercice.

- Rappeler une propriété d'un faisceau laser en montrant que celle-ci justifie l'usage de ce type de rayonnement électromagnétique pour la transmission d'information par fibre optique.
- En utilisant le document 3, choisir une longueur d'onde à privilégier pour une bonne transmission du signal.
- Le débit disponible pour ce dispositif de transmission a une valeur moyenne de 100 Mbit.s^{-1} .
 - Évaluer le temps de transfert d'un fichier de 50 Mio.
 - On souhaite recevoir un film vidéo noir et blanc de 25 images par seconde. Ces images sont constituées de 600×450 pixels, le codage de l'image est de 24 bits par pixel. La transmission peut-elle être assurée dans de bonnes conditions ?
- Un prestataire de service installe un réseau dans une petite ville. Il utilise de la fibre optique en silice. La longueur maximale de fibre qu'il doit utiliser pour desservir tous ses clients a pour valeur $L = 10,0 \text{ km}$.
La longueur d'onde du rayonnement émis par le laser utilisé est égale à 850 nm .
On admet que le signal de sortie est exploitable tant que sa puissance P_{sortie} est supérieure à 1% de la puissance $P_{\text{entrée}}$ du signal entrant.
À l'aide des documents fournis, dire en justifiant si tous les clients bénéficient de signaux satisfaisants sans amplification optique intermédiaire.

Document 1 : Quelques données :

- L'atténuation en décibel d'un signal de puissance P à travers une chaîne de transmission est : $A_{dB} = 10 \log \left(\frac{P_{\text{entrée}}}{P_{\text{sortie}}} \right)$.
- Pour une fibre optique de longueur L , on définit le coefficient d'atténuation en dB/km par : $\alpha = \frac{A_{dB}}{L}$.
- 1 Tbit (téra-bit) = 10^{12} bits
- 1 octet = 8 bits ; 1 Mio = 2^{20} octets.

Document 2 : Transmission de la lumière dans une fibre à saut d'indice.



Document 3 : Coefficient d'atténuation α (dB/km) des fibres en matériau de silice.

