

P5S7 Correction des exercices

EXERCICES

COMPÉTENCE 1 : *Caractériser une image numérique*

1 1. a et b.

2. a.

3. a (entre autres), b et c.

2 1. Une image numérique est acquise, traitée et/ou stockée en langage binaire.

On peut citer, par exemple, une image acquise avec un appareil photographique numérique et une image publiée sur Internet.

2. L'artiste s'est inspiré des pixels qui sont ici modélisés par les post-it. Un pixel est le plus petit élément constitutif de l'image.

3. Plus le nombre de pixels composant l'image est élevé (par unité de longueur) et plus l'image numérique sera de bonne qualité.

3 1. Les informations d'une image numérique sont codées en langage binaire (succession de « 0 » et de « 1 »).

2. a. Il y a $2^8 = 256$ nombres possibles, donc 256 nuances de gris possibles qui sont ici numérotées de 0 (noir) à 255 (blanc).

b. On associe à chaque pixel un nombre binaire, ici un octet pour une image en nuances de gris.

Une image numérique est un tableau de nombres binaires. Dans chaque case du tableau se trouve(nt) le(s) nombre(s) binaire(s) qui code(nt) un pixel de l'image.

4 1. Il s'agit du nombre de pixels (noté px).

2. Le nombre de pixels augmente du format **1** au format **3**, la taille de l'image restant la même.

La qualité de l'image augmente du format **1** au format **3**, ce qui explique les conseils donnés : impression ou utilisation sur un support de plus en plus grand, du format **1** au format **3**.

3. a. Puisque le nombre de pixels augmente du format **1** au format **3**, la quantité de nombres binaires pour coder l'image augmente du format **1** au format **3**.

b. Une carte mémoire peut contenir un certain nombre de bits. Le nombre de bits nécessaires pour coder une image augmentant du format **1** au format **3**, on peut placer plus d'images du format **1** sur la carte mémoire que du format **2**, puis du format **3**.

5 1. a. Il s'agit du codage RVB (rouge, vert et bleu) des couleurs.

b. Ce codage se base sur la synthèse additive des couleurs :

bleu + vert + rouge = blanc

bleu + vert = cyan

vert + rouge = jaune

rouge + bleu = magenta

2. Pour le cyan (addition lumières bleue et verte) :
B : 255, V : 255 et R : 0.

Pour le blanc (addition lumières bleue, verte et rouge) :
B : 255, V : 255 et R : 255.

Pour le noir (pas de lumière) : B : 0, V : 0 et R : 0.

Pour le vert : B : 0, V : 255 et R : 0.

3. Une image numérique est un tableau de nombres binaires. Dans chaque case se trouvent les nombres binaires codant la couleur d'un pixel. Modifier la couleur d'un pixel revient à modifier les nombres binaires de la case correspondante.

COMPÉTENCE 2 : *Expliquer le principe de lecture d'un disque optique*

6 1. *Faux*. Les informations sont codées de façon numérique.

2. *Vrai*.

3. *Faux*. C'est le passage d'un creux à un plat, et inversement, qui code le bit 1, le bit 0 correspondant au faisceau laser restant sur un plat ou sur un creux.

7 1. Le langage binaire inscrit sur le disque optique.

2. Elle sert à réfléchir le faisceau laser.

3. Il y a une chute de l'intensité lumineuse réfléchie du fait des interférences destructives entre le faisceau réfléchi par un plat et celui réfléchi par un creux.

8 1. Les coupelles sont les creux gravés sur la piste d'un disque optique comme le CD.

Le morse optique du codage numérique sous-entend les 0 et les 1 du langage binaire. Ils font référence au morse, un système de codage qui se base sur deux types de son (long et court).

Les 33-tours sont un type de disque vinyle, un autre support d'enregistrement et de restitution du son.

2. Le phénomène responsable de l'extinction dans le cas du CD est le phénomène d'interférences destructives entre le faisceau réfléchi par un creux et celui réfléchi par un plat quand le faisceau laser arrive sur le bord d'un creux.

3. L'autre système à lecture optique cité dans le texte est les codes-barres.

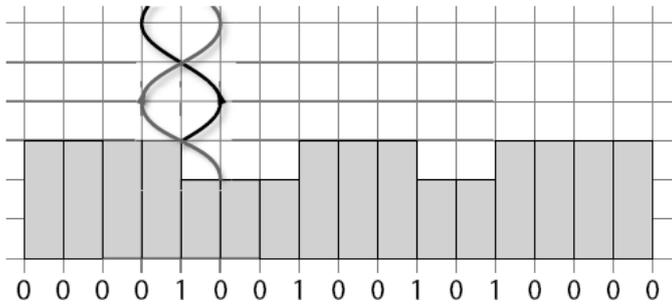
4. Dans un CD-R, l'extinction est causée par l'absorption de la lumière par une tache sombre.

9 1. La sinusoïde représente le faisceau laser réfléchi par un creux.

2. a. Il y a interférences destructives entre le faisceau réfléchi par le creux et celui réfléchi par le plat.

b. Les ondes doivent être en opposition de phase.

c. et 3. Voir schéma.



4. Pour avoir deux bits 1 successifs, il faudrait deux variations de lumière successives, ce qui n'est pas possible.

COMPÉTENCE 3 : Comprendre la capacité de stockage

11 1. b et c.

2. a et c.

3. b.

12 1. C'est la quantité d'informations qu'il peut contenir pour un format donné.

2. La capacité de stockage est limitée par la tache de diffraction du faisceau laser utilisé. Or, plus la longueur d'onde du faisceau laser est petite, plus la tache est petite et plus le nombre d'informations inscrites et lisibles est important. On peut donc en théorie stocker plus d'informations avec un laser de longueur d'onde $\lambda = 385 \text{ nm}$ qu'avec un laser de longueur d'onde $\lambda = 405 \text{ nm}$.

13 1. L'unité de stockage indiquée est le Go pour gigaoctet, un octet étant un nombre binaire de 8 bits. En effet, l'information sur les disques optiques est codée en langage binaire.

2. Les taches de couleur représentent la tache de diffraction du faisceau laser concentré sur le disque optique.

3. La dimension de cette tache de diffraction dépend de la longueur d'onde du faisceau laser.

4. Plus la longueur d'onde du faisceau laser utilisé est petite et plus la tache de diffraction est petite. On peut donc conclure que les lasers utilisés pour ces supports sont tels que $\lambda(\text{CD}) > \lambda(\text{DVD}) > \lambda(\text{Blu-ray Disc})$.

15 1. Le phénomène est la diffraction : lorsque le faisceau laser est concentré sur un disque optique, il ne se concentre pas en un point mais en une tache de diffraction.

2. Le tracé de d en fonction de λ est une droite qui passe par l'origine. Les grandeurs d et λ sont proportionnelles.

3. La capacité de stockage d'un disque optique est limitée par la tache de diffraction du faisceau laser concentré sur le disque. Plus la longueur d'onde du faisceau

laser est petite, plus la tache est petite et le nombre d'informations inscrites et lisibles est important.

4. Pour un laser de longueur d'onde $\lambda = 600 \text{ nm}$, le diamètre d de la tache de diffraction est $d = 1\,122 \text{ nm}$ (obtenu en reportant la valeur de λ sur la droite de la question 2.).

La distance minimale entre deux inscriptions doit être de $d/2$, soit 561 nm , pour que le laser ne lise pas les deux inscriptions en même temps.

EXERCICES DE SYNTHÈSE

16 Lecture optique : interférences, réflexion.

Écriture de données sur un disque optique : diffraction, codage binaire.

Augmentation de la capacité de stockage d'un disque optique : diffraction.

Codage d'une image numérique : pixellisation, synthèse additive, codage binaire.

17 Caractéristiques identiques pour un CD et un DVD : a, c, d et g.

Caractéristiques différentes pour un CD et un DVD : b, e, f et h.

18 1. « $4\,000 \times 3\,000$ » indique le nombre de pixels en longueur et en largeur, de l'image.

« $5,71 \text{ Mo}$ », le nombre de bits utilisés pour coder l'image.

2. a. Le tableau répertorie l'ensemble des nombres binaires codant chaque pixel de l'image. Une case du tableau renferme les nombres binaires codant un pixel.

b. Le tableau aura $4\,000$ colonnes (nombre de pixels en longueur) et $3\,000$ lignes (nombre de pixels en largeur).

3. a. Le nombre total de pixels ($4\,000 \times 3\,000$) et le nombre de bits utilisés pour coder l'image ($5,71 \text{ Mo}$) ne changeront pas. Le tableau de nombres changera puisque les couleurs des pixels, donc les nombres binaires codant ces couleurs seront modifiés.

b. Pour un agrandissement, le nombre total de pixels, le nombre total de bits et le tableau resteront inchangés.

19 1. Pour le LaserDisc, les vidéos et le son sont enregistrés sous forme analogique alors que pour le DVD, les informations sont sous forme numérique (en langage binaire).

2. Le point commun entre ces deux supports est la lecture optique par un laser. La lecture optique se base sur la réflexion de la lumière et les interférences lumineuses.

3. a. La capacité de stockage est la quantité d'informations que peut contenir un support.

b. On peut stocker plus d'informations sur un DVD que sur un LaserDisc. En effet, ce dernier ne peut contenir

que 30 à 60 min de film par face alors qu'un DVD peut contenir un film entier par face.

4. Si les données étaient numériques et que le Laser-Disc avait le même format que le DVD, on pourrait quand même stocker moins d'informations, le laser utilisé pour le LaserDisc ayant une longueur d'onde supérieure à celle du DVD donc une tache de diffraction plus grande.

20 1. Les creux matérialisent les informations codées en langage binaire.

2. On parle de gravure de disque car on creuse des trous dans le disque en se basant sur la lumière laser.

3. a. La diffraction de la lumière limite la capacité de stockage des données d'un disque optique.

b. La diffraction va intervenir dans l'étape ②, la tache de diffraction va en effet limiter la taille des creux sur le disque.

4. Il s'agit de l'étape ⑤. En effet, il faut qu'il y ait réflexion de la lumière pour la lecture optique d'un disque par laser.

21 DVD double couche

Dans un DVD double couche, les informations sont inscrites sur deux couches superposées. Pour la lecture optique de ces DVD, on peut utiliser un laser à deux longueurs d'onde, une de 635 nm pour lire la couche la plus profonde, une de 650 nm pour lire la couche la plus proche. La couche profonde est recouverte d'une surface argentée, la couche proche d'une surface dorée semi-réfléchissante.

1. Pourquoi les couches sont recouvertes de surfaces réfléchissantes ?

Les couches sont recouvertes d'une surface réfléchissante pour réfléchir la lumière lors de la lecture optique par laser du disque.

2. Pourquoi peut-on théoriquement placer plus de données sur la couche profonde ?

Le laser utilisé pour la lecture de la couche la plus profonde a une longueur d'onde plus petite que celui utilisé pour la lecture de la couche proche. On peut donc distinguer par lecture optique des inscriptions plus fines sur la couche profonde, donc placer plus d'informations sur cette couche.

3. Quelle autre solution existe pour augmenter la capacité de stockage d'un disque optique ?

Pour stocker plus d'informations sur le DVD, on peut utiliser un laser bleu pour l'écriture et la lecture du disque, la tache de diffraction étant plus petite pour un laser bleu qu'un laser rouge.

22 1. a. Un pixel est le plus petit élément constitutif d'une image numérique.

b. Il y a sept fois plus de pixels dans une image « haute définition ».

2. Ils les nomme « microcoupelle » en référence aux creux et du fait de leurs tailles (micro).

3. « Des microcoupelles chargées de réfléchir, ou non, le faisceau et, par cette alternance de réflexion et d'absorption, de restituer les 0 et les 1 du codage numérique ».

4. a. « En effet, en optique, un éclairage sous une lumière de longueur d'onde donnée ne permet pas de distinguer des éléments de taille inférieure à cette dernière ».

b. Cette phrase fait allusion au phénomène de diffraction de la lumière.

c. Ce problème a été surmonté en réduisant la longueur d'onde du faisceau laser utilisé, ce qui permet de réduire la taille de la tache de diffraction et donc de stocker plus de données sur le disque.

23 1. Diode laser – miroir semi-transparent – lentille – CD – lentille – miroir semi-transparent – photodiode.

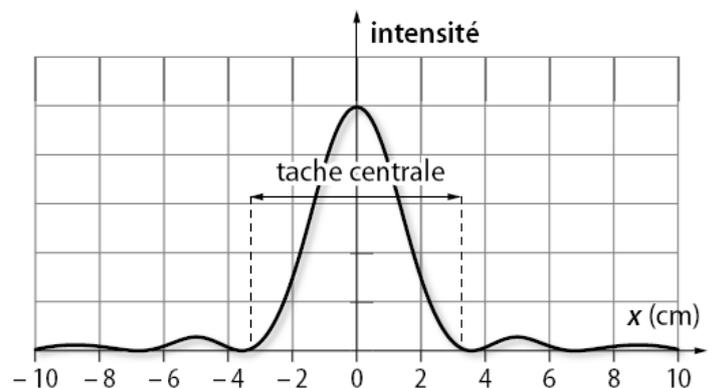
2. Lorsque le faisceau laser passe d'un creux à un plat, l'intensité lumineuse varie brusquement (elle augmente). Lorsque le faisceau laser reste sur un creux ou sur un plat, l'intensité lumineuse reste constante (forte sur un plat, plus faible sur un creux).

3. a. Le faisceau laser réfléchi par le creux a fait un aller-retour dans le creux de plus que le faisceau réfléchi par le plat. Un aller-retour dans un creux de profondeur $\lambda/4$ correspond à une distance de $2 \times \lambda/4 = \lambda/2$.

b. Deux faisceaux décalés de $\lambda/2$ sont en opposition de phase et interfèrent de manière destructive. (voir **fig. 5** du cours).

24 1. On mesure la tache centrale de diffraction entre les centres des deux zones d'extinction encadrant la tache centrale.

2.



3. On voit sur la courbe représentant l'intensité en fonction de la distance, que l'extinction se situe en un point et non en une zone. Les points d'extinction sont situés au centre des zones sombres que l'on observe à l'œil nu.

4. On a plus de précision sur la mesure en utilisant une caméra numérique.

5. On a 50 pixels par cm :

– en longueur : 50×20 cm donc 1 000 pixels ;

– en largeur : $50 \times 2,7$ donc 135 pixels.

D'où une définition de $1\,000 \times 135 = 135\,000$ pixels.

25 1. La profondeur des creux est égale à $\lambda/4$.

Un aller-retour dans un creux de profondeur $\lambda/4$ correspond à une distance de $2 \times \lambda/4 = \lambda/2$.

Deux faisceaux décalés de $\lambda/2$ sont en opposition de phase et interfèrent de manière destructive, ce qui code le bit 1.

2. a. $d = 1,22 \times 405 \times 10^{-9} / 0,85 = 5,8 \times 10^{-7} \text{ m} = 580 \text{ nm}$.

b. Entre une piste et les deux qui l'entourent, il y a :

$$320 \times 2 = 640 \text{ nm},$$

ce qui est inférieur au diamètre de la tache centrale de diffraction. La tache ne « déborde » donc pas sur les autres pistes.

c. Pour augmenter la capacité de stockage, il faut diminuer le diamètre de la tache centrale de diffraction, donc on peut diminuer la longueur d'onde λ ou augmenter l'ouverture numérique N de la lentille (voir formule du 2.).

3. a. Un bit est nécessaire pour coder un pixel : 0 pour le noir et 1 pour le blanc (ou inversement).

b. Une image de définition 640×480 en noir et blanc nécessite 640×480 bits, soit 307 200 bits en tout.

On peut donc stocker :

$$25 \times 10^9 \times 8 / 307\,200 = 651\,042 \text{ photos}.$$

26 1. Voir cours.

2. Sur les images classiques : 8 bits/couleur, donc :

$$8 \times 3 = 24 \text{ bits pour un coder un pixel}.$$

Sur les images HDR : 16 bits/couleur, donc :

$$16 \times 3 = 48 \text{ bits pour coder un pixel}.$$

3. Pour les images classiques : 2^{24} , donc environ 17 millions de couleurs possibles.

Pour les images HDR : $2^{48} \approx 3 \times 10^{14}$ couleurs possibles.

4. Ils sont organisés en tableau, chaque case contenant les nombres binaires codant un pixel.

5. Pour une image classique : 3 octets/pixels, donc :

$$3 \times 800 \times 450 = 1,08 \times 10^6 \text{ octets}.$$

Pour une image HDR : 6 octets/pixels, donc :

$$6 \times 800 \times 450 = 2,16 \times 10^6 \text{ octets}.$$

6. Les images HDR sont codées par un très grand nombre de bits (48 par pixel) et nécessitent de travailler avec des tableaux à 48 bits par case, ce qui complique le travail des logiciels de traitement d'images.

7. On peut les traiter comme la superposition de photographies.

EN ROUTE VERS LE SUPÉRIEUR

27 1. a. Plus la longueur d'onde du laser utilisé pour la lecture et l'écriture d'un disque optique est petite et plus on peut stocker d'informations sur un disque optique, donc plus la capacité de stockage augmente.

b. Les Blu-ray Disc utilisent un laser de 405 nm. Si on diminue la longueur d'onde, on arrive rapidement au domaine des UV qui dégradent le disque. On atteint donc les limites dans la diminution de la longueur d'onde du faisceau laser avec les Blu-ray Disc.

2. Les informations sont inscrites et lues en utilisant des phénomènes optiques.

3. Pour les disques holographiques, on utilise les interférences pour inscrire l'information.

Pour les disques optiques, on utilise les interférences destructives pour lire l'information inscrite.