

## Chapitre 3 – Couleur des objets

Manuel pages 46 à 63

### Choix pédagogiques

Dans ce chapitre, consacré à la vision des couleurs, l'œil intervient comme récepteur de lumière contrairement aux deux premiers chapitres dans lesquels il intervenait comme instrument d'optique imageur. Cela signifie que ce chapitre est complètement indépendant des deux précédents et qu'il peut être traité avant si on le souhaite.

Il est découpé en deux parties :

- la couleur des objets ;
- la reproduction des couleurs.

*Des animations et des simulations ont été créées pour illustrer ce chapitre et aider à sa compréhension. Elles sont disponibles dans le manuel numérique enrichi.*

### Double page d'ouverture

#### **Le papillon Paon du jour aux très belles couleurs**

La question posée, intitulée "Idée fausse ?" va nécessairement faire réfléchir les élèves sur l'origine des couleurs de ce papillon. Le langage de tous les jours attribue les couleurs aux objets : "le ciel est bleu", "la pelouse est verte", "les camions de pompiers sont rouges". Et si c'était une idée fausse ? Les activités 1 et 2 vont apporter la réponse.

#### **La vie océanique sur l'un des plus grands écrans géants du monde à Pékin**

Cette seconde photographie est curieuse. On a un peu de mal à se représenter ce gigantesque écran plat. Comment restitue-t-il les couleurs ? À cette question, de nombreux élèves pensent avoir une réponse. L'activité 3 apportera certainement des précisions.

#### **Photographie et schéma d'un dispositif destiné à illustrer la synthèse additive des couleurs**

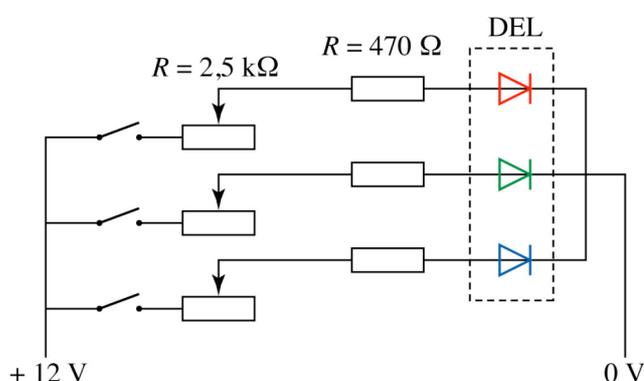
Ce dispositif est utilisé pour reproduire les couleurs sur un écran plat. À partir de trois photos rouge, verte et bleue éclairées par une lumière blanche, on forme sur un écran une image en vraies couleurs : un ciré jaune, un parapluie magenta... Ressemblances et différences avec un écran plat ? Placé juste en dessous de l'écran plat, ce dispositif peut orienter le débat et aider les élèves à répondre à la question précédente.

## Découvrir et réfléchir

### Activité expérimentale 1. Synthèse additive des couleurs

#### Commentaires

Le cerveau fait la synthèse additive des lumières que les yeux reçoivent. On ne peut donc comprendre la couleur des objets que si on a compris le principe de la synthèse additive. C'est pourquoi cette activité arrive en premier. Elle utilise une diode RVB montée dans un boîtier. Ce dispositif n'est pas commercialisé à ce jour mais il est facile à réaliser et peu onéreux. Le schéma électrique est donné ci-contre. La diode est transparente, mais on peut la coiffer d'un capuchon diffuseur.



© Corédoc. Nathan 2011

#### Réponses

#### Expérience

##### 1. Observer

- Voir tableau ci-contre.
- Quand on modifie les réglages des potentiomètres, on fait apparaître de nouvelles couleurs comme la couleur orange par exemple.
- Non, quand le diffuseur diffuse de la lumière jaune, on ne sait pas si cette lumière est produite par une source jaune ou par deux sources rouge et verte.

Del rouge allumée	Del verte allumée	Del bleue allumée	Couleur diffusée
Oui	Non	Non	Rouge
Non	Oui	Non	Vert
Non	Non	Oui	Bleu
Oui	Oui	Non	Jaune
Oui	Non	Oui	Magenta
Non	Oui	Oui	Cyan
Oui	Oui	Oui	Blanc

##### 2. Interpréter

- L'œil est incapable de déterminer la composition de la lumière qu'il reçoit.
- D'après le tableau précédent :
  - quand le rouge est éteint, la couleur diffusée est le cyan ;
  - quand le vert est éteint, la couleur diffusée est le magenta ;
  - quand le bleu est éteint, la couleur diffusée est le jaune.

Le cyan est la couleur complémentaire du rouge ; le magenta est la couleur complémentaire du vert ; le jaune est la couleur complémentaire du bleu.

##### 3. Conclure

- Quand plusieurs lumières colorées arrivent sur la rétine, l'œil ne distingue pas les couleurs mais il additionne leurs intensités lumineuses pour faire une nouvelle couleur. C'est la synthèse additive.
- La vision des couleurs est trichromatique. Cela signifie qu'il suffit de trois faisceaux de lumières colorées pour former toutes les autres couleurs.

## Activité expérimentale 2. Synthèse soustractive des couleurs

### Commentaires

Contrairement à l'activité précédente, celle-ci ne demande pas de matériel particulier : quelques feuilles de couleurs vives, un spectroscopie à réseau de 530 traits (pour n'avoir que les spectres du premier ordre) et une lampe de bureau. Il faut travailler sur une paillasse blanche. Pour bien voir les couleurs manquantes dans les spectres, il faut réaliser l'expérience telle qu'elle est décrite dans le manuel : éclairer la paillasse avec la lumière blanche, observer le spectre de la lumière diffusée par la paillasse puis, sans bouger le spectroscopie, glisser la feuille de papier de couleur sur la paillasse, sous le spectroscopie. On voit alors nettement des couleurs disparaître du spectre.

### Réponses

#### Expérience 1

##### 1. Observer

Les résultats donnés dans le tableau sont ceux obtenus avec des feuilles de Canson<sup>®</sup> de couleurs vives. Les filtres donnent les mêmes couleurs.

"Couleur" de la feuille	"Couleurs manquantes"
Rouge	Verte et bleue
Verte	Rouge et bleue
Bleue	Verte et rouge
Jaune	Bleue
Magenta	Verte
Cyan	Rouge

##### 2. Interpréter

Oui, les filtres et les objets opaques de mêmes couleurs absorbent les mêmes lumières colorées.

#### Expérience 2

##### 3. Observer

Les couleurs observées sont résumées dans le tableau ci-contre. Certains effets sont spectaculaires : la feuille rouge éclairée en lumière verte ou cyan par exemple est bien noire. C'est moins évident pour la feuille jaune éclairée en lumière bleue ou la feuille bleue éclairée en lumière jaune. On obtient plus un gris qu'un noir. Cela vient probablement des couleurs qui sont un peu lavées.

Lumière Feuille	Rouge	Verte	Bleue	Cyan	Magenta	Jaune
Rouge	Rouge	Noire	Noire	Noire	Rouge	Rouge
Verte	Noire	Verte	Noire	Verte	Noire	Verte
Bleue	Noire	Noire	Bleue	Bleue	Bleue	
Jaune	Rouge	Verte		Verte	Rouge	Jaune
Magenta	Rouge	Noire	Bleue	Bleue	Magenta	Rouge
Cyan	Noire	Verte	Bleue	Cyan	Bleue	Verte

##### 4. Interpréter et conclure

a. Dans l'expérience 1, on voit par exemple que la feuille rouge absorbe le vert et le bleu. Ceci est en accord avec le deuxième tableau puisque, lorsqu'on éclaire la feuille rouge avec une lumière verte ou bleue, elle paraît noire. On peut faire le même raisonnement pour chacune des feuilles.

**Sirius 1<sup>re</sup> S - Livre du professeur**  
**Chapitre 3. Couleur des objets.**

**b.** La couleur d'un objet dépend :

- de la composition de la lumière qu'il reçoit ;
- des lumières absorbées et diffusées par l'objet ;
- de la synthèse additive des lumières diffusées faite par le cerveau.

*Remarque* : la couleur observée dépend aussi de la couleur des objets voisins et de l'interprétation du cerveau. L'échiquier d'Adelson présenté dans les pages "Culture scientifique" en est un bel exemple.

**c.** Les objets et les filtres réalisent une synthèse soustractive car ils retirent (soustraient) en les absorbant des lumières colorées à la lumière incidente.

### Activité expérimentale 3. Restitution des couleurs par un écran plat

#### Commentaires

Une des compétences attendues par le programme est "Recueillir et exploiter des informations sur le principe de restitution des couleurs par un écran plat" ce qui laisse penser que cette activité peut être une activité documentaire. Nous préférons aborder ce thème expérimentalement car les documents trouvés ici ou là sont généralement très complexes. Que faut-il pour restituer une couleur ? Disposer de trois sources de lumières rouge, verte et bleue avec des intensités réglables et faire en sorte que l'œil ne puisse pas distinguer les sources pour que le cerveau fasse la synthèse additive des lumières reçues. C'est ce qui est proposé dans la première partie de l'activité : on utilise la diode multipuce de l'activité 1 sans cache diffuseur et on s'éloigne jusqu'à ce que l'œil ne distingue plus les composantes.

Dans la deuxième partie, c'est la démarche inverse qui est proposée : s'approcher d'un écran plat jusqu'à ce que l'œil distingue les luminophores en utilisant un microscope. Pour une fois, les élèves pourront allumer leur téléphone mobile en classe !

#### Réponses

##### Expérience 1

###### 1. Observer

- Il faut s'éloigner à quatre mètres au moins de la diode pour ne voir plus qu'un point.
- Ce point est vu jaune si les composantes ont été réglées avec une intensité lumineuse voisine. Il est préférable de faire l'expérience dans une salle placée dans la pénombre. Il n'est pas utile de faire l'obscurité complète.

###### 2. Interpréter

- La couleur observée vient de la synthèse additive des deux lumières rouge et verte faite par le cerveau. Dans la première activité, le cache diffuseur permet cette synthèse. Dans cette activité, c'est la distance qui permet de ne plus distinguer les sources.
- Avec une distance de 4 m environ, on obtient :  $d = \alpha D = 3 \times 10^{-4} \times 4 = 1,2 \times 10^{-3} \text{ m}$  soit un peu plus de 1 mm.

##### Expérience 2

###### 3. Observer et exploiter

a. L'image est constituée de pixels carrés formés chacun de trois luminophores rouge, vert et bleu.

b. Avec le micromètre oculaire utilisé, il faut quatre graduations pour un fil de 0,12 mm ce qui fait 0,03 mm par graduation.

4 pixels couvrent 34 graduations. On en déduit la largeur  $L$  d'un pixel :

$$L = \frac{34 \times 0,03}{4} = 0,25 \text{ mm} \text{ soit environ } 1/4 \text{ de mm par pixel et trois fois moins par}$$

luminophore.

c. Deux pixels sont vus séparés si l'angle sous lequel on les voit à 30 cm est supérieur à  $3 \times 10^{-4}$  rad :

$$\alpha = \frac{0,25}{300} = 8,3 \times 10^{-4} \text{ rad.}$$

**Sirius 1<sup>re</sup> S - Livre du professeur**  
**Chapitre 3. Couleur des objets.**

L'angle est petit mais il permet de voir deux pixels voisins à condition cependant que ces pixels n'aient pas la même couleur. L'important est que deux luminophores voisins ne puissent pas être vus séparés pour que le cerveau fasse la synthèse additive et c'est bien le cas car les centres de deux luminophores voisins sont séparés de 0,08 mm environ, ce qui donne :

$$\alpha = 2,7 \times 10^{-4} \text{ rad.}$$

**4. Conclure**

**a.** La synthèse utilisée pour restituer la couleur sur un écran plat est la synthèse additive. On forme de la lumière de couleur en ajoutant des lumières rouge, verte et bleue ayant des intensités lumineuses différentes.

**b.** En théorie, elle n'est possible que si l'œil est suffisamment éloigné pour ne pas distinguer les luminophores. Dans la pratique, les luminophores sont suffisamment petits pour qu'on ne puisse pas les observer même si l'œil est placé à la distance minimale de vision distincte.

**c.** Pour une même taille, un écran HD possède un plus grand nombre de pixels qu'un écran standard. Les pixels sont donc plus petits, ce qui explique la différence des distances : plus les pixels sont petits, plus on peut s'approcher de l'écran sans distinguer les luminophores.

### **Activité expérimentale 4. Faire des photographies en 3D**

#### **Commentaires**

L'objectif de cette activité est d'utiliser les connaissances acquises dans les activités précédentes pour réaliser à la maison des photographies en 3D. C'est un réinvestissement des connaissances, sous forme ludique. Comme nous l'avons dit dans le chapitre précédent, nous vivons à l'heure des médias en 3D. Pourquoi faut-il mettre des lunettes avec des verres colorés pour voir une image en relief ? Une fois compris le principe de la vision en relief, étudié dans le chapitre précédent, nous utilisons nos nouvelles connaissances sur les synthèses additive et soustractive pour recréer artificiellement le relief à partir de deux photographies en 2D.

Bien sûr, il existe d'autres techniques plus modernes pour faire de la 3D mais elles sont plus difficiles à comprendre et à mettre en oeuvre. Le sujet est abordé dans l'un des documents des pages "Culture scientifique et citoyenne".

#### **Réponses**

##### **Expérience 1**

###### **1. Observer**

Quand les objets observés ne sont pas dans le même plan, les deux yeux voient des images différentes : la pièce de monnaie ne cache pas la même partie du dos du livre. Au contraire, quand la pièce est au contact du dos (objet sans relief) les deux images sont identiques.

###### **2. Interpréter**

Non, on ne peut pas voir une image en relief avec une seule photographie puisque, dans ces conditions, les deux yeux voient la même image. Pour obtenir une image en relief, il faut deux photographies légèrement différentes mais cela ne suffit pas. Il faut aussi que chaque œil ne voie qu'une des deux photos.

##### **Expérience 2**

###### **3. Observer et interpréter**

**a.** La photographie rouge ne diffuse que de la lumière rouge. Cette photographie est vue par l'œil gauche car le filtre rouge transmet la lumière rouge mais elle n'est pas vue par l'œil droit car le filtre cyan arrête le rouge. Au contraire, l'image bleu-vert diffuse les lumières verte et bleue que l'œil droit peut voir car le filtre cyan transmet ces deux couleurs mais que l'œil gauche ne peut pas voir car le filtre rouge arrête les lumières bleue et verte. Chaque œil ne voit donc que la photo qui lui est destinée.

**b.** Le cerveau fait la synthèse additive des lumières reçues par chaque œil (on voit en couleur quand on ferme un œil) mais il fait aussi la synthèse additive sur les deux yeux : avec la lumière rouge reçue par l'œil gauche et les lumières verte et bleue reçues par l'œil droit, le cerveau forme une image en couleur. Cette image est un peu moins lumineuse que l'image en 2D car il manque des composantes pour chaque œil (quand on observe une image en 2D, chaque œil reçoit les trois composantes rouge, verte et bleue alors que pour l'image en 3D, les composantes sont partagées).

**4. Conclure**

**a.** Le principe est toujours le même : il faut deux images légèrement différentes comme celles qui se forment sur les deux rétines quand on fixe un objet et il faut faire en sorte que chaque œil ne voit qu'une seule image.

**b.** Pour que chaque œil ne voit qu'une image, il faut que les deux filtres soient complémentaires. En plaçant un filtre vert devant l'œil gauche, ce dernier ne voit que la lumière verte. L'œil droit doit donc voir les lumières bleue et rouge et pas la verte. Il faut donc un filtre magenta, couleur complémentaire du vert.

## Exercices

### Exercices d'application

#### 5 minutes chrono !

#### 1. Mots manquants

- a. diffuse
- b. magenta
- c. noir
- d. rouge ; verte ; bleue
- e. additive
- f. soustractive
- g. absorbée
- h. soustractive

#### 2. QCM

- a. Les rouges et les verts.
- b. Absorbe la lumière rouge.
- c. Blanc.
- d. Jaune et magenta.
- e. Les sources soient suffisamment éloignées pour que l'œil ne puisse pas les distinguer.
- f. Noir.

### Mobiliser ses connaissances

#### La couleur des objets (§1 du cours)

**3.** Dans les magasins, l'éclairage est souvent réalisé avec des tubes fluorescents qui donnent une lumière un peu différente de la lumière blanche du soleil. Les vêtements éclairés par cette lumière vont donc avoir des couleurs légèrement différentes de celles qu'ils diffusent au soleil. Pour voir le vêtement en "vraies couleurs", il est donc préférable de sortir du magasin.

-----  
**4.** La lumière blanche résulte de la synthèse additive des lumières rouge, verte et bleue.

Si l'extincteur paraît rouge quand on l'éclaire en lumière blanche, c'est qu'il diffuse le rouge et absorbe le vert et le bleu.

**a.** Le magenta est la couleur complémentaire du vert, c'est donc la lumière blanche moins le vert. Il reste le rouge et le bleu. L'extincteur absorbe le bleu et diffuse le rouge. Il paraît rouge comme quand il est éclairé en lumière blanche.

**b.** Le cyan est la couleur complémentaire du rouge, c'est donc la lumière blanche moins le rouge. Il reste le vert et le bleu tous les deux absorbés par l'extincteur qui ne renvoie rien. Il paraît donc noir.

**c.** Il paraît noir aussi quand il est éclairé en lumière verte puisqu'il absorbe cette lumière colorée.

-----

## Sirius 1<sup>re</sup> S - Livre du professeur

### Chapitre 3. Couleur des objets.

**5. a.** Si le cheval blanc du roi Henri IV paraît blanc quand il est éclairé en lumière blanche, c'est qu'il diffuse toutes les lumières qu'il reçoit mais il ne paraît blanc que s'il est éclairé en lumière blanche.

**b.** Le soir au coucher du soleil, la lumière du soleil diffusée par l'atmosphère est rouge. Le cheval va diffuser tout ce qu'il reçoit mais comme il ne reçoit que du rouge, il paraît rouge.

---

**6.** La lumière incidente est blanche (addition des trois lumières colorées rouge verte et bleue). La lumière transmise par le filtre **a** est magenta (couleur complémentaire du vert absorbé par le filtre). Le filtre **a** est magenta.

Le filtre **b** est vert puisque la lumière magenta est absorbée (aucune lumière n'est transmise par le filtre).

La lumière incidente est blanche (addition des trois lumières colorées rouge verte et bleue).

La lumière transmise par le filtre **c** est jaune (couleur complémentaire du bleu absorbé par le filtre). Le filtre **c** est jaune.

La lumière verte est absorbée par un filtre rouge ou magenta. Le filtre **d** peut donc être rouge ou magenta.

---

**7.** S'il n'y a aucun spot allumé, l'écran paraît noir.

Si on allume un seul spot, l'écran blanc qui diffuse toutes les lumières qu'il reçoit paraît de la couleur du spot allumé.

Il y a donc trois possibilités : l'écran paraît rouge, vert ou bleu.

Si on allume deux spots, on éclaire l'écran avec la lumière complémentaire du spot éteint.

L'écran paraît cyan si seul le spot rouge est éteint

L'écran paraît jaune si seul le spot bleu est éteint.

L'écran paraît magenta si seul le spot vert est éteint.

Si on allume les trois spots, l'écran paraît blanc.

---

#### Reproduction des couleurs (§2 du cours)

**8.** L'écran d'un téléphone portable utilise la synthèse additive des lumières. Cette dernière n'est possible que si les luminophores rouges, verts et bleus sont suffisamment petits pour que l'œil ne les distingue pas. Lorsque l'écran est regardé au microscope, la synthèse additive n'est plus possible car les luminophores sont vus distinctement.

On peut cependant indiquer la couleur vue quand on regarde sans microscope à partir des luminophores allumés ou éteints.

Pour le fond, les trois types de luminophores sont allumés. Le fond est donc blanc.

Pour la flèche, seuls les luminophores rouges sont allumés. On observe donc une flèche rouge sur fond blanc.

---

**9. a.** Mélanger deux tubes de couleurs différentes revient à superposer deux filtres. On réalise une synthèse soustractive car chaque tube absorbe plus ou moins la lumière. La couleur d'un tube éclairé en lumière blanche est la couleur complémentaire de la lumière absorbée.

**b.** Le professeur doit donc demander à ses élèves d'acheter des tubes de gouache cyan, magenta et jaune. Les élèves pourront ainsi obtenir le rouge (mélange de jaune et de magenta), le vert (mélange de jaune et de cyan) et le bleu (mélange de cyan et de magenta). En mélangeant les trois tubes, on obtient en théorie du noir, mais en pratique, il est plus facile et moins onéreux d'avoir un tube de gouache noir. Le cinquième tube est un tube de blanc, indispensable pour éclaircir les couleurs.

---

**Sirius 1<sup>re</sup> S - Livre du professeur**  
**Chapitre 3. Couleur des objets.**

**10.** Les couleurs observées sur l'écran proviennent de la synthèse additive des lumières émises par les luminophores, trop proches l'un de l'autre pour que l'œil les distingue.

**a :** Seuls les luminophores rouges sont allumés. La couleur perçue est rouge : **5**

**b :** Les luminophores rouges et verts sont allumés, les bleus sont éteints. La lumière perçue est jaune. Couleur complémentaire de la lumière bleue manquante : **1**

**c :** Les luminophores rouges et bleus sont allumés, les verts sont éteints. La lumière perçue est magenta. Couleur complémentaire de la lumière verte manquante : **4**

**d :** Seuls les luminophores bleus sont allumés. La couleur perçue est bleue : **6**

**e :** Les luminophores verts et bleus sont allumés, les rouges sont éteints. La lumière perçue est cyan. Couleur complémentaire de la lumière rouge manquante : **2**

**f :** Seuls les luminophores verts sont allumés. La couleur perçue est verte : **3**

---

**Utiliser ses compétences**

**11.** Le nombre de pixels est obtenu en multipliant le nombre de lignes par le nombre de pixels par ligne. Les nombres de lignes et de pixels par ligne étant supposés exacts, il faut garder tous les chiffres du résultat.

$$1080 \times 1920 = 2073600 \text{ qui s'écrit en notation scientifique } 2,0736 \times 10^6.$$

**12.** Éclairer un écran avec un spot jaune revient à l'éclairer avec un spot rouge et un spot vert. De même, un spot cyan équivaut à un spot vert et un bleu et un spot magenta à un spot rouge et un bleu. On éclaire donc l'écran avec deux spots rouges, deux verts et deux bleus. L'écran diffuse de la lumière blanche.

**13.** Les objets colorés que nous voyons absorbent une partie de la lumière qu'ils reçoivent et diffusent le reste. Ils retirent donc (ou soustraient) des lumières colorées à la lumière blanche qu'ils reçoivent. C'est pourquoi on parle de synthèse soustractive. Un extincteur paraît rouge quand on l'éclaire en lumière blanche car il absorbe les composantes verte et bleue de la lumière blanche. Il les soustrait pour ne diffuser que la lumière rouge.

**14. a.** L'œil ne voit plus qu'un seul point lumineux si  $\alpha$  est inférieur à  $3,0 \times 10^{-4}$  rad.

Cet angle étant inférieur à 0,1 rad, on peut utiliser l'approximation  $AB = \alpha \times d$  :

$$\frac{AB}{d} < 3,0 \times 10^{-4} \text{ rad} \Rightarrow d > \frac{AB}{3,0 \times 10^{-4}} ; d > \frac{1}{3,0 \times 10^{-4}} = 3,3 \times 10^3 \text{ mm} = 3,3 \text{ m.}$$

**b.** Quand la distance est inférieure à 3,3 m, les deux diodes sont vues séparées. On voit donc du vert et du rouge.

Quand la distance est supérieure à 3,3 m, on ne voit plus qu'un seul point jaune car le cerveau fait la synthèse additive des lumières reçues par l'œil.

**c.** Pour obtenir de la lumière blanche, il faut ajouter une diode qui émet de la lumière bleue mais cette diode ne doit pas être à plus de 1mm de chacune des deux autres afin qu'elles ne soient pas vues séparées. Il faut donc placer les diodes en triangle.

---

**Exercices d'entraînement**

**15. Exercice résolu.**

**16.** On commence par regarder les parties de l'écran éclairées par chacun des spots. Pour cela, on trace les rayons de lumière qui s'appuient sur le contour de l'objet opaque.

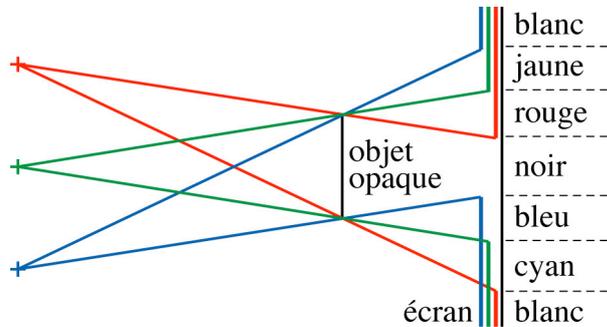
On regarde ensuite quelles sont les lumières colorées qui arrivent sur les différentes parties de l'écran.

S'il n'y a pas de lumière, l'écran est noir.

S'il n'y a qu'un spot qui éclaire, l'écran est de la couleur du spot.

S'il y a deux spots, l'écran est de la couleur complémentaire du spot dont la lumière n'atteint pas l'écran.

Enfin, si les trois spots éclairent l'écran, il paraît blanc.



© Corédoc. Nathan 2011

**17.** Les filtres utilisés sont des filtres secondaires. Ils n'absorbent qu'une couleur.

Le filtre magenta n'absorbe que le vert.

Le filtre jaune n'absorbe que le bleu.

Le filtre cyan n'absorbe que le rouge.

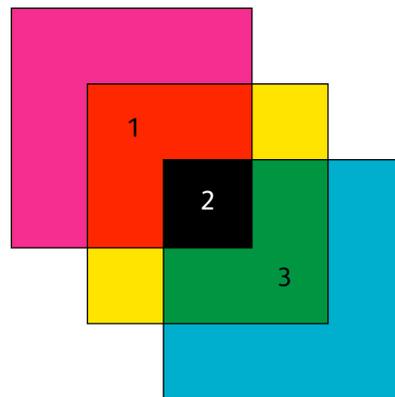
Quand on superpose deux filtres, l'ensemble absorbe deux couleurs et transmet la troisième.

Quand on superpose trois filtres, l'ensemble absorbe toutes les couleurs.

En **1**, le vert et le bleu sont absorbés et le rouge transmis.

En **2**, tout est absorbé donc c'est noir.

En **3**, le bleu et le rouge sont absorbés, le vert est transmis.



© Corédoc. Nathan 2011

**18.** Le livre est éclairé avec les lumières rouge verte et bleue.

Si une lettre est visible dans chacune des couleurs, elle n'absorbe rien et paraît blanche quand elle est éclairée en lumière blanche. C'est le cas du O de OPTIQUE.

Si une lettre absorbe une couleur, elle paraît de la couleur complémentaire de celle absorbée.

Le T absorbe le rouge ; il paraît cyan.

Le I absorbe le vert ; il paraît magenta.

Le Q absorbe le bleu ; il paraît jaune.

Si une lettre absorbe deux couleurs, elle paraît de la couleur de celle qu'elle n'absorbe pas.

Le U absorbe le rouge et le bleu ; il paraît vert.

Le E absorbe le vert et le bleu ; il paraît rouge.

Enfin si une lettre absorbe toutes les lumières, elle est noire. C'est le cas du P.



## Sirius 1<sup>re</sup> S - Livre du professeur

### Chapitre 3. Couleur des objets.

**19.** La bande centrale du drapeau français est blanche alors que celle du drapeau belge est jaune. Il faut donc observer le drapeau français à travers un filtre jaune. Vérifions que dans ces conditions les deux autres bandes prennent bien les couleurs du drapeau belge.

Le jaune est la couleur complémentaire du bleu. Le filtre jaune absorbe le bleu et transmet le rouge et le vert.

La lumière bleue diffusée par la bande de gauche est donc absorbée par le filtre qui ne transmet rien. La bande de gauche est donc noire. La lumière rouge diffusée par la bande de droite est transmise par le filtre jaune. Elle paraît donc rouge. Le drapeau belge est bien le drapeau français vu à travers un filtre jaune.

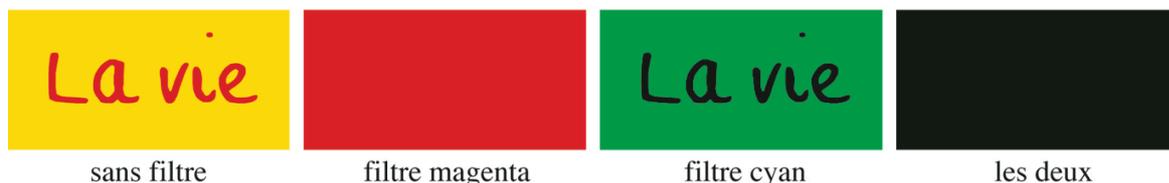
**20.** Un objet qui paraît noir quand on l'éclaire en lumière verte absorbe le vert. Pour paraître cyan quand on l'éclaire en lumière blanche, un objet doit absorber le rouge et diffuser le vert et le bleu. Un objet qui absorbe le vert ne peut donc pas paraître cyan quelle que soit la couleur de la lumière qu'il reçoit.

**21.** *La vie* diffuse de la lumière rouge. Le fond jaune diffuse de la lumière rouge et de la lumière verte (le jaune est la couleur complémentaire du bleu).

Le filtre magenta absorbe le vert et transmet le rouge et le bleu. La lumière bleue étant absente ici, seule la lumière rouge est transmise. *La vie* reste rouge. Le fond devient rouge car le vert est absorbé. On ne voit donc qu'un rectangle rouge.

Le filtre cyan absorbe le rouge. Le fond paraît vert et *La vie* se détache en noir

Le filtre magenta et le filtre cyan superposés ne laissent passer que le bleu qui n'est pas diffusé. On observe donc un rectangle noir.



© Corédoc. Nathan 2011

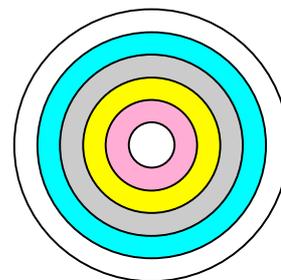
**22. a.** L'image d'un objet formée sur la rétine persiste environ un dixième de seconde avant de disparaître. Quand le disque tourne, l'image d'un secteur coloré persiste pendant que l'image du secteur coloré suivant s'affiche. Si le disque tourne assez vite, ce sont les images de tous les secteurs d'une même couronne qui se superposent sur la rétine : la couronne est uniformément colorée.

**b.** Les couleurs observées sont obtenues par synthèse additive puisque les lumières colorées diffusées par les secteurs du disque s'ajoutent sur la rétine.

**c.** La couronne extérieure est blanche puisque les trois couleurs primaires s'ajoutent.

La suivante est cyan (il manque le rouge).

La troisième est grise, la quatrième jaune (rouge + vert), la cinquième rose pâle et la dernière blanche (l'addition d'une couleur, le bleu, et de sa lumière complémentaire, le jaune, donne du blanc).

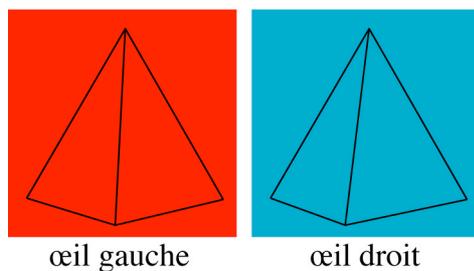


**Sirius 1<sup>re</sup> S - Livre du professeur**  
**Chapitre 3. Couleur des objets.**

**23. a.** L'œil gauche est muni d'un filtre rouge. À travers ce filtre, le fond paraît rouge, ce qui efface les traits rouges du dessin alors que les traits cyan paraissent noirs.

L'œil droit est muni d'un filtre cyan. À travers ce filtre, le fond paraît cyan ce qui efface les traits cyan du dessin alors que les traits rouges paraissent noirs.

**b.** Lorsqu'on observe un objet en trois dimensions, les deux yeux ne voient pas tout à fait la même image car ils ne sont pas placés au même endroit. La différence entre les deux images est interprétée par le cerveau qui recrée le relief.



© Corédoc. Nathan 2011

C'est ce qui se passe avec les deux images légèrement différentes de la pyramide.

Le cerveau fait la synthèse additive des lumières reçues par les deux yeux ce qui fait que le fond paraît blanc, addition de la lumière rouge reçue par l'œil gauche et de la lumière cyan, complémentaire, reçue par l'œil droit.

**c.** Si on inverse les lunettes, on inverse les deux images et la pyramide apparaît en creu au lieu d'être en relief.

---

**24. a** Quand l'objet reçoit de la lumière magenta, il paraît rouge. La lumière magenta est la complémentaire de la lumière verte. C'est donc l'addition de la lumière rouge et de la bleue. Si l'objet paraît rouge, cela signifie qu'il diffuse le rouge qu'il reçoit mais qu'il absorbe le bleu. De même, on peut affirmer que l'objet diffuse le vert (puisque'il paraît vert) et qu'il absorbe le bleu (cyan = vert + bleu), ce que l'on savait déjà.

En résumé, l'objet absorbe le bleu et diffuse le rouge et le vert.

**b.** En lumière blanche l'objet paraît jaune puisqu'il absorbe le bleu.

En lumière bleue, il absorbe le bleu et ne diffuse rien : il paraît noir.

---

**25. a.** La bande noire du spectre (**a**) remplace la bande verte du spectre observé sans filtre. Le filtre placé devant la lampe absorbe donc le vert : c'est le filtre magenta.

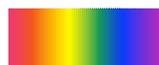
La bande noire du spectre (**b**) remplace la bande rouge du spectre observé sans filtre. Le filtre placé devant la lampe absorbe donc le rouge : c'est le filtre cyan.

**b.** Si on place un filtre jaune devant la lampe, c'est la bande bleue qui va être absorbée.



---

**26.**



*Spectre de la lumière blanche*



*Spectre de la lumière diffusée par l'objet*

On constate que l'objet absorbe principalement le vert, absent du spectre de la lumière diffusée. Éclairé en lumière blanche, l'objet paraît magenta.

**Sirius 1<sup>re</sup> S - Livre du professeur**  
**Chapitre 3. Couleur des objets.**

**27. a.** Les radiations ultraviolettes ne sont pas visibles par l'œil ; lumière noire signifie absence de lumière visible.

**b.** Les corps fluorescents absorbent la lumière ultraviolette et diffusent de la lumière visible. Ils semblent donc émettre de la lumière puisqu'on ne voit pas la lumière qu'ils reçoivent. Cela attire le regard et est donc utilisé pour faire de la publicité dans les salles de spectacles (salles obscures de préférence).

---

**28. a.** Un écran de 22 pouces a une diagonale de :  $22 \times 2,54 = 55,9$  cm.

On peut calculer sa largeur en utilisant le théorème de Pythagore :

$$L = \sqrt{D^2 - h^2} = \sqrt{55,9^2 - 27,4^2} = 48,7 \text{ cm.}$$

**b.**  $\frac{16}{9} = 1,78$  ;  $\frac{L}{h} = \frac{48,7}{27,4} = 1,78$  : les deux rapports sont égaux donc :  $\frac{L}{h} = \frac{16}{9}$ .

**c.** Il y a 1 920 pixels sur la largeur de l'écran et 1 080 sur la hauteur.

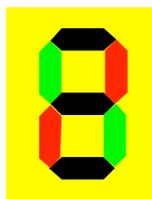
On en déduit la largeur d'un pixel :  $L_p = \frac{48,7}{1920} = 0,025$  cm ou 0,25 mm ;

et la hauteur d'un pixel :  $h_p = \frac{27,4}{1080} = 0,025$  cm ou 0,25 mm.

Les pixels de cet écran sont donc carrés.

---

**29.** Dessin éclairé en lumière blanche :



**a.** À travers un filtre rouge, le fond jaune qui diffuse du rouge et du vert paraît rouge, ce qui va masquer les bâtons rouges du chiffre. Les bâtons verts vont apparaître noirs puisque la lumière verte est absorbée par le filtre rouge. On voit donc un 5.



**b.** À travers un filtre vert, le fond jaune qui diffuse du rouge et du vert paraît vert, ce qui va masquer les bâtons verts du chiffre. Les bâtons rouges vont apparaître noirs puisque la lumière rouge est absorbée par le filtre vert. On voit donc un 2.



**30. a.** Les diodes multipuces utilisent la synthèse additive des lumières faite par l'œil : les trois composantes utilisées (rouge, verte et bleue) sont trop proches l'une de l'autre pour que l'œil puisse les distinguer.

**b.** Pour obtenir de la lumière blanche par synthèse additive à partir de la lumière bleue, il faut ajouter la lumière complémentaire du bleu, c'est-à-dire le jaune. Le luminophore réémet donc de la lumière jaune.

---

### Exercices de synthèse

#### 31. Apprendre à chercher

*a. L'objet diffuse-t-il ou absorbe-t-il la lumière rouge ?*

Éclairé en lumière rouge, un objet paraît noir. Cela signifie que l'objet absorbe le rouge.

*b. Quelle information apporte la deuxième ligne concernant la lumière verte ?*

Éclairé en lumière jaune, le même objet paraît vert. Cela signifie que l'objet absorbe le rouge (ce qu'on savait déjà) et qu'il diffuse le vert.

*c. Le texte donne-t-il des informations sur la diffusion ou l'absorption de la lumière bleue ?*

Le texte ne donne aucune information concernant la lumière bleue.

*d. En considérant les deux cas possibles, quelles peuvent être les couleurs de l'objet en lumière bleue ?*

Éclairé en lumière bleue, deux cas sont possibles : s'il absorbe le bleu, l'objet paraîtra noir ; s'il diffuse le bleu, il paraîtra bleu.

*e. En considérant également les deux cas possibles, quelles peuvent être les couleurs de l'objet en lumière blanche ?*

Lorsqu'on éclaire l'objet en lumière blanche, on ajoute la lumière bleue aux lumières rouge et verte.

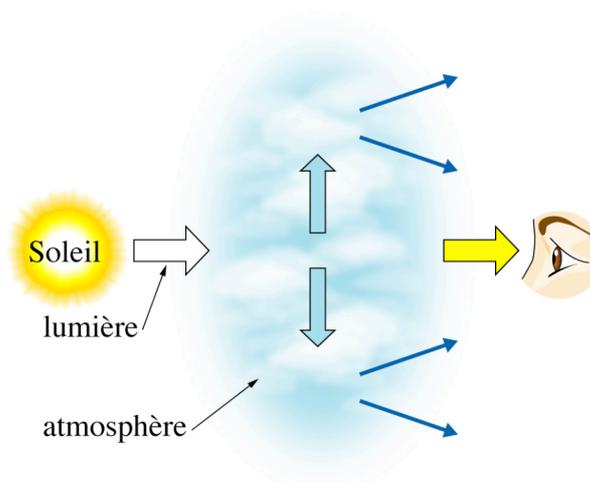
Si l'objet absorbe le bleu. Comme il absorbe déjà le rouge, il paraît vert, seule couleur qu'il diffuse.

Si l'objet diffuse le bleu, le rouge est la seule lumière absorbée et l'objet paraît cyan, couleur complémentaire du rouge.

---

**32.** L'atmosphère comprise entre le soleil et notre œil diffuse essentiellement les radiations bleues dans une direction perpendiculaire à la direction incidente. La lumière qui parvient à notre œil est donc la lumière complémentaire du bleu, c'est-à-dire le jaune.

Quand on regarde dans une direction autre que celle du soleil, on voit la lumière diffusée par les molécules de l'atmosphère et cette lumière est bleue.



© Corédoc. Nathan 2011

**Sirius 1<sup>re</sup> S - Livre du professeur**  
**Chapitre 3. Couleur des objets.**

**33. a.** Chaque luminophore pouvant prendre 256 intensités lumineuses différentes, chaque pixel peut prendre :  $256 \times 256 \times 256 = 16\,777\,216$  couleurs différentes soit plus de 16 millions de couleurs.

**b. Premier tableau** (de gauche à droite) :

Noir car tous les luminophores sont éteints ;

Blanc car les luminophores ont leur intensité lumineuse maximale ;

Gris car les trois luminophores ont une intensité lumineuse identique moyenne. Aucune couleur ne domine.

Vert car seuls les luminophores verts sont allumés.

**Deuxième tableau** (de gauche à droite) :

Cyan car les luminophores rouges sont éteints, le cyan est la couleur complémentaire du rouge ;

Magenta car les luminophores verts sont éteints ;

Rose : teinte lavée (du blanc dans lequel on retire un peu de vert et de bleu) ;

Orange : rouge + vert foncé ; le bleu est éteint (il n'y a pas assez de vert pour obtenir du jaune), le rouge domine d'où la couleur orange.

---

**34. a.** Si on est trop près de l'écran, on risque de voir les pixels donc les lignes de l'écran et peut-être même les luminophores sur les très vieux postes. La synthèse additive se fait mal : l'image n'est pas belle.

**b.** Plus on s'éloigne du poste, moins on voit les lignes mais plus l'image est petite. Il faut donc trouver un compromis. Sur un écran HD, il y a beaucoup plus de pixels qui sont donc plus petits : on peut s'approcher de l'écran pour voir une image plus grande tout en conservant la qualité.

---

**35. a.** À 300 points par pouce, une image de 3 000 points a une largeur de 10 pouces soit 25,4 cm et une hauteur de  $\frac{2000}{300} = 6,67$  pouces soit 16,9 cm.

**b.** Si on imprime au même format une image de 240 000 px, les pixels vont être plus gros (un demi mm de côté environ) et on va les voir sur l'image. Il y aura pixellisation de l'image.

---

**36.** Le poids d'une image numérique est égal au produit du nombre total de pixels par le nombre d'octets définissant un pixel.

**a.** Pour une image  $600 \times 400$  en 256 nuances de gris est égal à 240 000, qui est le nombre total de pixels.

Chaque pixel est codé sur 1 octet, donc le poids de l'image est égal à 240 000 octets, soit :

$$\frac{240000}{1024} = 234,4 \text{ Ko.}$$

**b.** Pour une image de 6 millions de pixels codée en vraies couleurs, il faut 3 octets par pixel soit 18 millions octets.

La taille de l'image est :  $\frac{18 \times 10^6}{(1024)^2} = 17,2 \text{ Mo.}$

---

**37. a.** Pour imprimer un rectangle rouge, l'imprimante superpose du magenta et du jaune.

Pour imprimer un rectangle vert, l'imprimante superpose du cyan et du jaune.

Pour imprimer un rectangle bleu, l'imprimante superpose du cyan et du magenta.

**b.** Si on arrête l'impression avant la fin, l'imprimante n'a pas fini son travail mais elle a déjà projeté une partie des encres utilisées. Sur la figure 2, la bande de gauche, qui correspond à la

**Sirius 1<sup>re</sup> S - Livre du professeur**  
**Chapitre 3. Couleur des objets.**

bande rouge (on voit le rouge en haut, là où le travail est déjà terminé car l'imprimante imprime toujours de haut en bas), on voit du magenta. Cela signifie qu'à cet endroit, le magenta a déjà été projeté mais pas le jaune. L'imprimante projette donc le magenta avant le jaune. La deuxième bande montre que le cyan est projeté avant le jaune et la troisième bande montre que le cyan est projeté avant le magenta. Cette imprimante projette d'abord l'encre cyan, puis l'encre magenta et enfin l'encre jaune.

