

## 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.

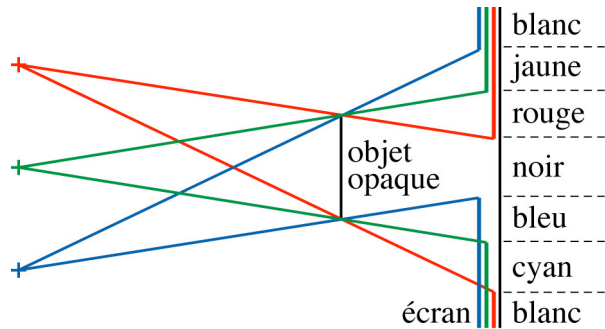
On regarde ensuite quelles sont les lumières colorées qui arrivent sur les différentes parties de l'écran.

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.

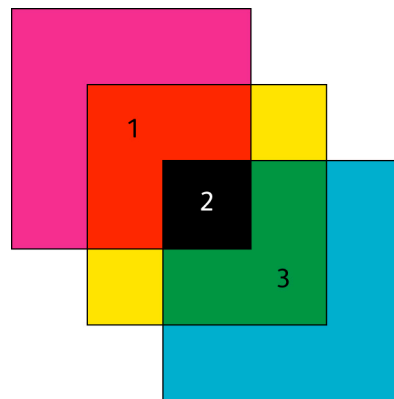
Quand on superpose deux filtres, l'ensemble absorbe deux couleurs et transmet la troisième.

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

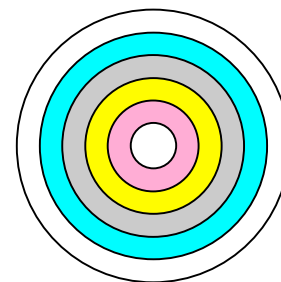
**22. a.** L'image d'un objet formée sur la rétine persiste environ un dixième de seconde avant de disparaître. Quand le disque tourne, l'image d'un secteur coloré persiste pendant que l'image du secteur coloré suivant s'affiche. Si le disque tourne assez vite, ce sont les images de tous les secteurs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

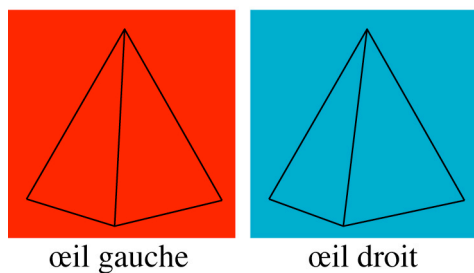


**Sirius 1<sup>re</sup> S - Livre du professeur**  
**Chapitre 3. Couleur des objets.**

**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 ?*

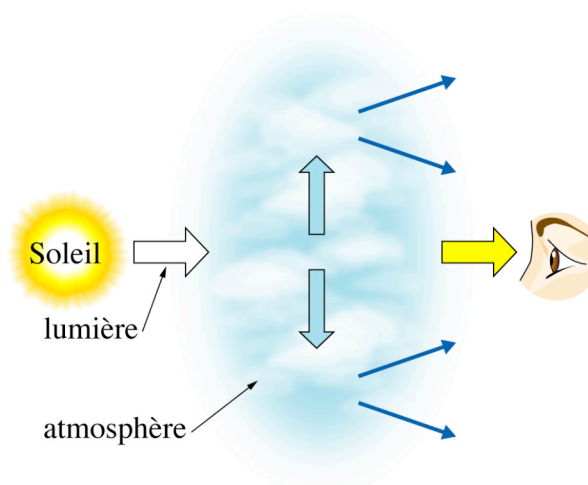
Lorsqu'on éclaire l'objet en lumière blanche, on ajoute la lumière bleue aux lumières rouge et verte.

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.





**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.

