

Couleur, vision et image

Table des matières

1 Œil réel et œil réduit	2
2 Lentille mince convergente	2
3 Grandeurs caractéristiques d'une lentille convergente	2
4 Construction de l'image d'un objet	2
5 Relations à connaître concernant les lentilles	2
6 Exemple d'utilisation de ces relations	3
7 L'oeil et l'appareil photographique	3
8 Vision : mécanisme et maladie	4
9 Synthèse additive trichromatique	4
10 Ecran couleur : application de la synthèse additive	4
11 Synthèse soustractive des couleurs	5
12 Couleur des objets	5

1 Œil réel et œil réduit

- L'Œil est un organe complexe mais il est facile de le modéliser dans nos laboratoires à partir d'éléments optiques simples

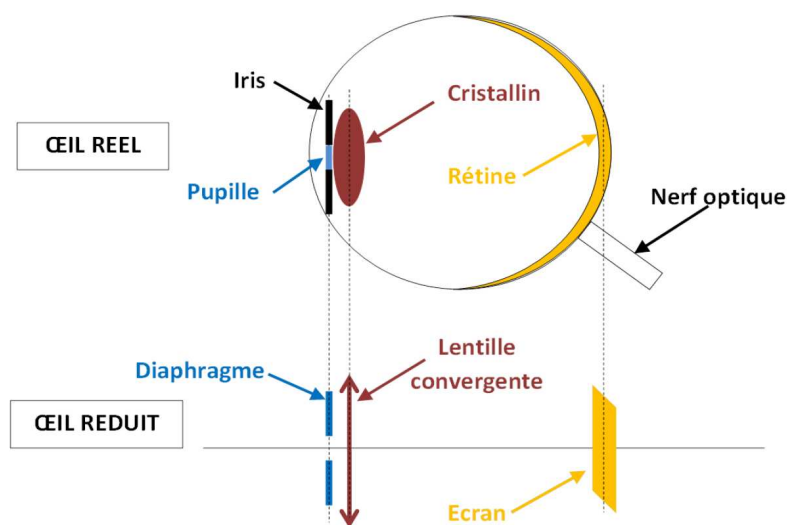


FIGURE 1 – schémas de l'œil réel et de l'œil réduit

- Pour pouvoir observer des images d'objets situés à différentes distances de l'œil, celui-ci accommode : la distance entre le cristallin et la rétine étant fixe, le cristallin se déforme pour devenir plus ou moins convergent.
- Dans l'œil réduit, on modélise cette accommodation en changeant la vergence (voir ci-dessous) de la lentille convergente.

2 Lentille mince convergente

Une lentille est mince car son centre est plus épais que ses bords. Une lentille est convergente car elle fait converger les rayons qui y pénètrent.

3 Grandeurs caractéristiques d'une lentille convergente

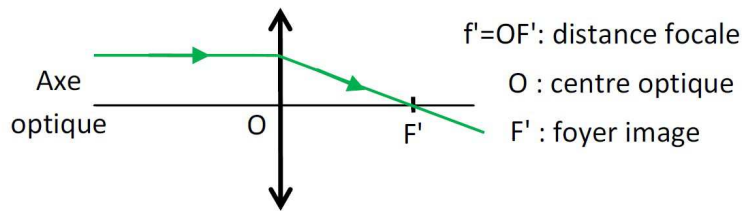
- Une lentille convergente est caractérisée soit par sa vergence C exprimée en dioptries (δ , delta minuscule), soit par sa distance focale $f' = OF'$ exprimée en mètre (m).

$$C = \frac{1}{f'} \quad (1)$$

- On peut définir le foyer principal image de la lentille convergente, donc sa distance focale de la manière suivante :

4 Construction de l'image d'un objet

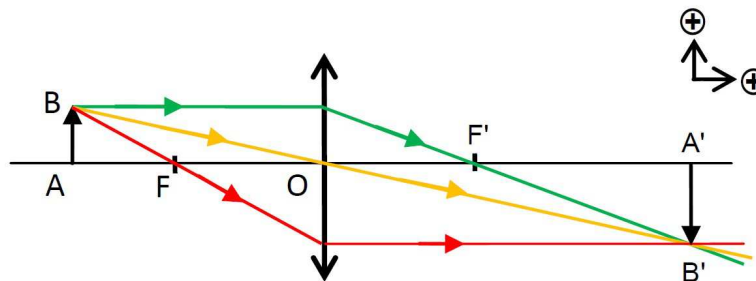
Deux rayons suffisent pour construire la position d'une image, mais deux cas peuvent se présenter :



Un rayon qui pénètre dans la lentille parallèlement à l'axe optique coupe celui-ci en F'

FIGURE 2 – action d'une lentille convergente sur un rayon parallèle à son axe optique

- Si l'objet est situé à gauche du foyer principal objet F de la lentille :



On obtient une **image réelle renversée** qui peut être recueillie sur un écran.

Elle est soit **plus petite**, soit **plus grande** que l'objet.

FIGURE 3 – Construction de l'image d'un objet situé à gauche de F

- Si l'objet est situé entre le foyer principal objet F et le centre optique O de la lentille :

5 Relations à connaître concernant les lentilles

- En optique, les distances mesurées sont algébriques : elles peuvent être négatives ou positives.

La règle de signe est donnée par le petit schéma que l'on retrouve en haut à droite des figures 3 et 4.

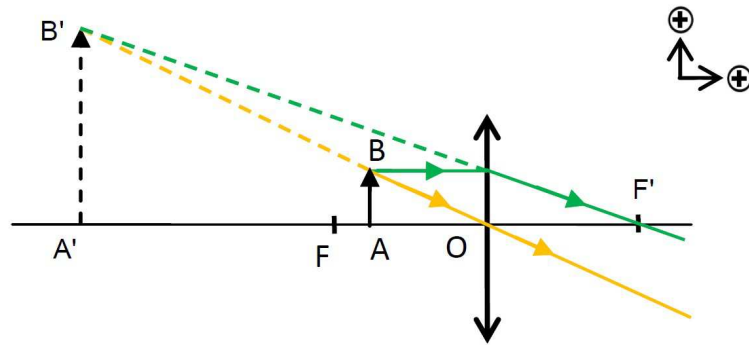
Les grandeurs algébriques sont notées $\overline{OF'}$ (par exemple pour la distance focale qui est positive).

- Relation de conjugaison :

$$\boxed{\frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}} \quad (2)$$

- Relation de grandissement :

$$\boxed{\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}} \quad (3)$$



On obtient une **image virtuelle droite**, qui ne peut pas être recueillie sur un écran.
 Cette image est **toujours plus grande** que l'objet.

FIGURE 4 – Construction de l'image d'un objet situé entre F et O

γ est la lettre grecque "gamma".

6 Exemple d'utilisation de ces relations

Soit une lentille de vergence 5δ . Un objet AB tel que $\overline{AB} = 2$ cm est situé à 30 cm du centre optique de la lentille. Calculer la position de l'image et sa taille. En déduire le grandissement de la lentille.

- Utilisons tout d'abord la formule de conjugaison pour calculer la position OA' de l'image :

$$\begin{aligned} \frac{1}{\overline{OF'}} &= \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OF'}} + \frac{1}{\overline{OA}} \\ \Rightarrow \overline{OA'} &= \frac{\overline{OA} \times \overline{OF'}}{\overline{OA} + \overline{OF'}} = \frac{-0.3 \times \frac{1}{5}}{-0.3 + \frac{1}{5}} = 0.6 \text{ m} \end{aligned} \quad (4)$$

- Utilisons la formule de grandissement pour calculer la taille de l'image et la valeur du grandissement :

$$\begin{aligned} \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} &= \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} \quad \Leftrightarrow \quad \overline{A'B'} = \frac{\overline{OA'} \times \overline{AB}}{\overline{OA}} \\ \Rightarrow \overline{A'B'} &= \frac{0.6 \times 0.2}{-0.3} = -0.04 \text{ m} \end{aligned} \quad (5)$$

Ainsi :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{-0.04}{0.02} = -2 \quad (6)$$

7 L'oeil et l'appareil photographique : accommodation = mise au point ?

La différence principale entre ces "deux appareils" réside dans le fait que la distance cristallin-rétine est fixe dans l'oeil alors que la distance objectif-capteur ne

l'est pas dans l'appareil photo. Ainsi, pour obtenir une image nette, chaque appareil réagit différemment :

- Dans le premier cas (oeil), la vergence du cristallin peut être modifiée : c'est l'accommodation.
- Dans le deuxième cas (appareil photo) la distance objectif-capteur varie, l'objectif étant mobile : c'est la mise au point.

8 Vision : mécanisme et maladie

- Pour que notre cerveau « voit » une image, de la lumière doit pénétrer dans l'oeil et sensibiliser la rétine. Celle-ci est composée de deux types de récepteurs (cônes et bâtonnets), qui convertissent la lumière reçue en signaux électriques véhiculés vers le cerveau puis interprétés.
- Pour que l'image puisse être interprétée en couleur, la rétine est tapissée de trois types de cônes sensibles au bleu, au vert et au rouge. Un fin mélange de ces trois couleurs permet d'obtenir une multitude de teintes (voir ci-dessous).
- Il suffit que certains types de cônes dysfonctionnent pour que la vision soit altérée (les daltoniens confondent les teintes rouges et vertes tandis que les achromates ne voient pas les couleurs).

9 Synthèse additive trichromatique

La lumière blanche (lumière solaire) contient toutes les couleurs visibles (une infinité) mais à partir de la superposition de trois d'entre elles, dites couleurs primaires, on peut reconstituer une multitude de teintes.

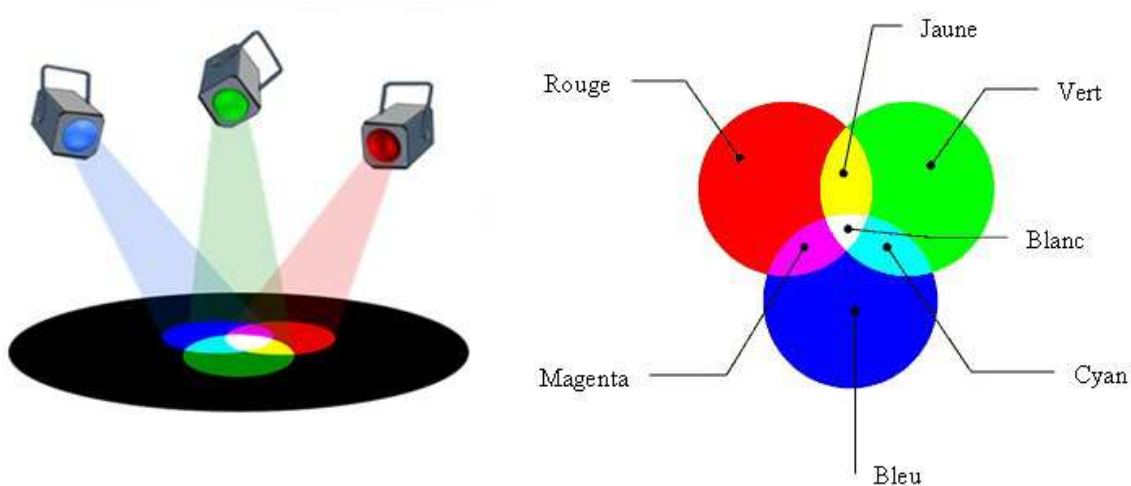


FIGURE 5 – Synthèse additive trichromatique

Deux couleurs sont complémentaires si leur superposition donne du blanc : dans le tableau ci-dessous, les couleurs complémentaires se font face : le cyan, super-

position du bleu et du vert, est complémentaire du rouge car (bleu + vert = cyan) + rouge = blanc.

Couleur primaire	Couleur secondaire
Rouge	Cyan
Vert	Magenta
Bleu	Jaune

TABLE 1 – Couleurs primaires et secondaires en synthèse additive

10 Ecran couleur : application de la synthèse additive

- Dans un écran à LED couleur, on trouve un grand nombre de « cellules » composées chacune de 3 LED rouge-verte-bleue.
- En alimentant ces LED plus ou moins intensément (256 niveaux d'intensité possibles pour chaque LED), on recrée la couleur souhaitée pour une « cellule ». L'ensemble des cellules forme l'image.
- Nombre de couleurs possibles : $256 \times 256 \times 256 = 16,7$ millions

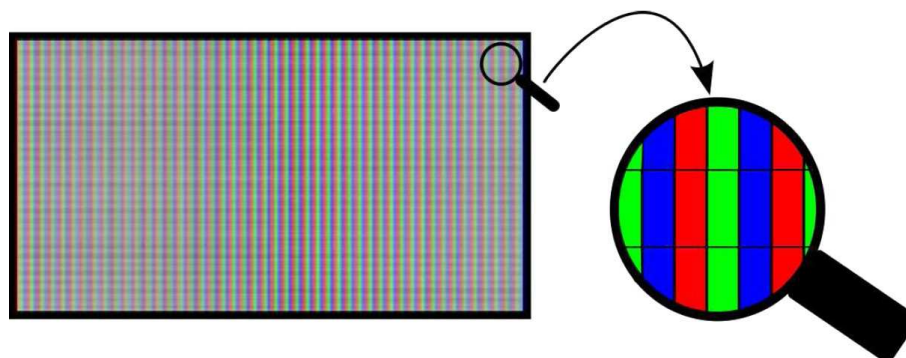


FIGURE 6 – Principe de la restitution des couleurs par un écran plat

11 Synthèse soustractive des couleurs

- Cette synthèse consiste à obtenir la couleur désirée en retirant à la lumière blanche certaines radiations.
- Pour effectuer ces soustractions, on utilise des filtres colorés.
- Les trois filtres de base sont le cyan, le jaune et le magenta :

Dans la synthèse soustractive, deux couleurs sont complémentaires si leur mélange donne du noir : le rouge, mélange du jaune et du magenta, est complémentaire du cyan car (jaune + magenta = rouge) + cyan = noir (Voir tableau 2)

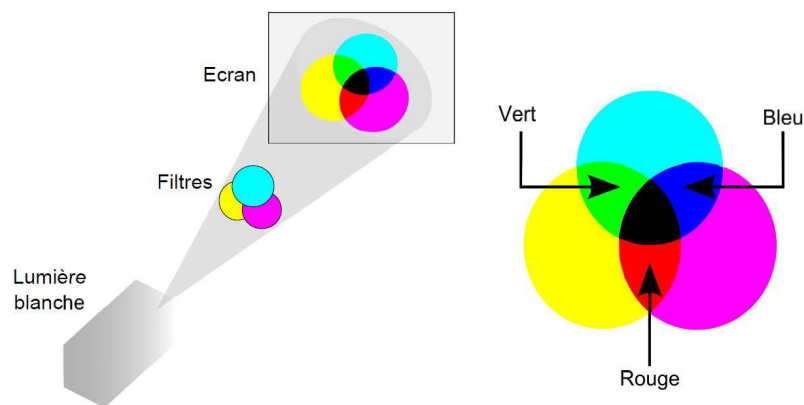


FIGURE 7 – Synthèse soustractive des couleurs

Couleur primaire	Couleur secondaire
Cyan	Rouge
Magenta	Vert
Jaune	Bleu

TABLE 2 – Couleurs primaires et secondaires en synthèse soustractive

12 Couleur des objets

Un objet n'a pas de couleur propre, lorsqu'il reçoit une lumière incidente, il peut :

- L'absorber : complètement ou en partie
- La diffuser : complètement ou en partie
- La transmettre : complètement ou en partie

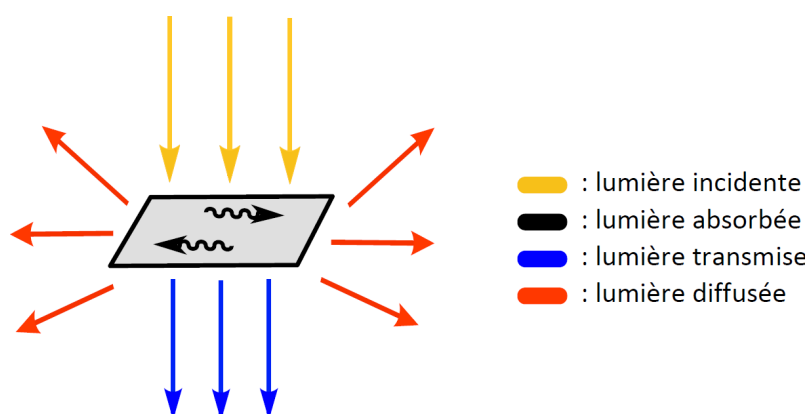


FIGURE 8 – Lumières et objet

La couleur perçue pour un objet dépend de la lumière incidente et de la lumière diffusée par celui-ci (donc aussi de la lumière qu'il absorbe) : elle pénètre dans l'oeil et est interprétée par le cerveau.

Si l'objet est opaque, il ne fait que diffuser, s'il est transparent, il transmet et diffuse la même lumière.

Exemples

1. Quel est le comportement de la lumière blanche qui arrive sur un filtre coloré de couleur bleue ?

Les radiations rouge et verte sont absorbées par le filtre, la radiation bleu est donc diffusée (le filtre est de couleur bleu) et transmise (un écran blanc sur lequel arrive la lumière diffusera alors du bleu).

2. Quel est le comportement de la lumière blanche qui arrive sur un filtre coloré de couleur cyan ?

Seule la radiation rouge (couleur complémentaire du cyan) est absorbée, les radiations bleu et jaune sont diffusées (le filtre est de couleur cyan) et transmises (un écran blanc sur lequel arrive la lumière diffusera alors du cyan).

3. Soit le drapeau français éclairé en lumière blanche :

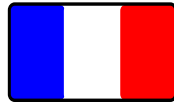


FIGURE 9 – Drapeau de la France éclairé en lumière blanche

Que verrions-nous si celui-ci était éclairé en lumière verte et pourquoi ?

Le drapeau aurait l'allure suivante :



FIGURE 10 – Drapeau de la France éclairé en lumière verte

En effet, le bleu absorbe le vert donc ne diffuse rien ici, il apparaît noir. Le blanc diffuse toutes les couleurs donc le vert, il apparaît vert. Enfin, le rouge absorbe le vert donc ne diffuse rien, il apparaît noir.

4. Voici le même exercice avec le drapeau allemand :



(a) En lumière blanche



(b) En lumière verte

FIGURE 11 – Drapeaux allemands éclairés par différentes lumières incidentes

En effet, le noir absorbe toutes les couleurs et ne diffuse rien, il apparaît noir. Le jaune diffuse le rouge et le vert donc le vert ici, il apparaît vert. Enfin, le rouge absorbe le vert donc ne diffuse rien, il apparaît noir.