

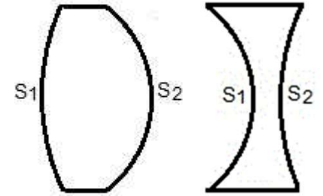
LEÇON 1 : IMAGES ET COULEURS

PHYSIQUE

I. Lentilles minces convergentes et images

1) Rappels de 2^{nde}

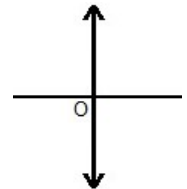
Une **lentille** est un solide transparent et homogène, limité par deux faces dont au moins une est **courbe**. On distingue les lentilles à bords minces (convergentes) et les lentilles à bords épais (divergentes).



Une lentille est dite **mince** si l'épaisseur S_1S_2 est négligeable devant les rayons de courbure des faces (ainsi, une lentille à bords épais peut être une lentille mince).

L'**axe optique** (axe principal) est la droite passant par les sommets des faces (S_1 et S_2). C'est un axe de symétrie de la lentille.

On peut donner d'une lentille une **représentation réduite** à un segment perpendiculaire à l'axe optique et borné par des flèches.



Une lentille convergente est caractérisée par trois points particuliers : le **centre optique O**, le **foyer principal objet F** et le **foyer principal image F'** tels que :

Un rayon incident passant par le centre optique O n'est pas dévié.	Un rayon incident parallèle à l'axe optique coupe celui-ci au foyer principal image F' .	Un rayon incident passant par le foyer principal objet F sort parallèle à l'axe optique.

Le foyer principal objet F et le foyer principal image F' sont symétriques par rapport au centre optique O.

Une lentille convergente est caractérisée par sa **distance focale** notée $f' = OF'$ exprimée en **mètre (m)**.

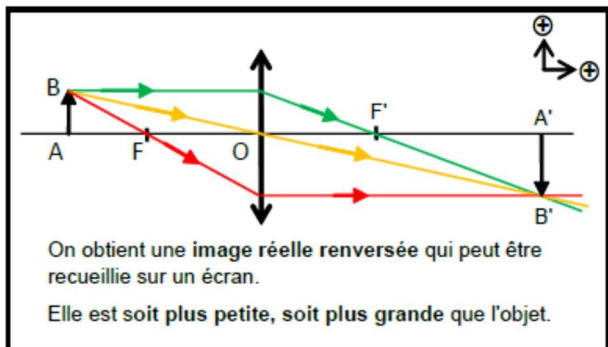
2) Construction de l'image d'un objet :

Le repère est **orthonormé par construction** : l'axe optique est l'axe des abscisses orienté dans le sens de propagation de la lumière. La lentille indique l'axe des ordonnées, on définit arbitrairement le sens positif vers le haut. ➔ En optique, les distances mesurées sont **algébriques** : elles peuvent être positives ou négatives et sont notées $\overline{OF'}$ (par exemple pour la distance focale).

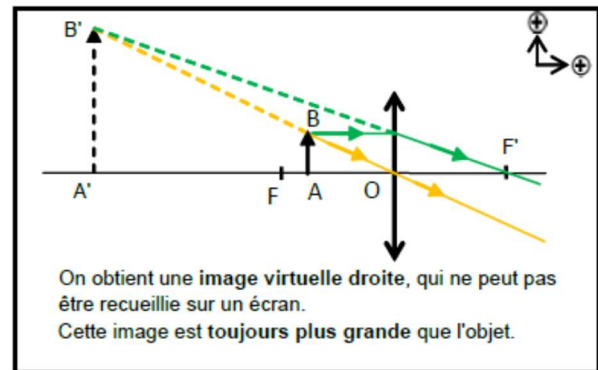
En classe de 2^{nde}, on s'était limité au cas d'un objet placé avant le foyer principal objet. Elargissons le sujet :

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

– Si l'objet est situé **avant le foyer principal objet F** de la lentille :



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



3) Relations de conjugaison - grandissement :

Les positions de l'objet et de son image sont liées par **la relation de conjugaison** : $\frac{1}{OF'} = \frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA}$

On définit le **grandissement** γ (gamma) comme le rapport entre les tailles (en mètres) de l'objet et de son image : $\gamma = \frac{A'B'}{AB}$. Le théorème de Thalès permet alors d'écrire $\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$

Le grandissement n'a pas d'unité et est également une **grandeur algébrique**.

Vocabulaire :

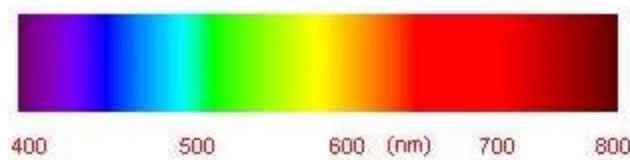
Si $\overline{OA'} > 0$ alors l'image est **réelle** ; Si $\overline{OA'} < 0$ alors l'image est **virtuelle**.

Si $\overline{A'B'} > 0$ alors l'image est **droite** ; Si $\overline{A'B'} < 0$ alors l'image est **renversée**.

II. Couleurs des objets

1) Rappels de 2^{nde}

Une lumière est dite blanche si elle peut être décomposée par un prisme ou par un réseau en un **spectre continu**. C'est le cas de la lumière émise par le soleil ou par une lampe à incandescence. Chaque radiation (ou couleur) est repérée par sa **longueur d'onde** (λ exprimé en **nm**). Dans le domaine visible, ce spectre s'étale du violet ($\lambda_v = 400$ nm) jusqu'au rouge ($\lambda_r = 800$ nm).



2) Vision des couleurs

On distingue :

- La **couleur spectrale** : une couleur qui correspond à une lumière dont le spectre ne présente qu'une unique radiation (lumière monochromatique) : c'est le cas de la couleur de combustion du sodium. La couleur jaune de la flamme correspond à sa radiation 589nm.

- Et la **couleur perçue** qui est « **l'impression visuelle** » donnée par une lumière. Elle peut être composée de plusieurs couleurs (lumière polychromatique) et ne figure pas nécessairement dans le spectre de la lumière blanche (cas du cyan).

Pour que notre cerveau « voit » une image, de la lumière doit pénétrer dans l'œil et sensibiliser la rétine. Celle-ci est composée de deux types de récepteurs, **les bâtonnets et les cônes**, qui transforment l'énergie lumineuse en énergie électrique transmise au cerveau par le nerf optique.

Les **bâtonnets** servent à la vision lorsque la luminosité ambiante est faible. Ils sont **insensibles à la couleur**. Les **cônes** permettent la vision des couleurs et peuvent être de trois types : sensibles au **bleu**, au **vert** et au **rouge**. La vision humaine est donc **trichromatique**.

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.

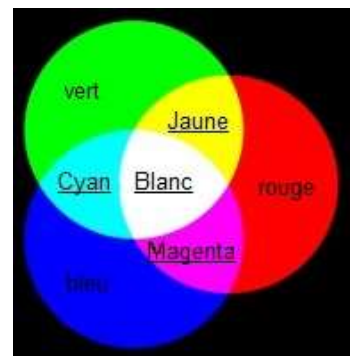
3) Synthèse additives

A partir de la superposition de 3 **faisceaux** lumineux colorés, on peut reconstituer une infinité de teintes, y compris de la lumière blanche : c'est la **trichromie** et les couleurs sont alors dites **primaires**.

Le rouge, le vert et le bleu sont les couleurs primaires de la synthèse additive (**système RVB**).

L'addition de deux couleurs primaires est une couleur **secondaire** (ex. : vert + rouge = jaune)

En synthèse additive, deux couleurs sont dites **complémentaires** lorsque leur addition redonne du blanc (ex. : rouge et cyan).



Applications : écrans LED : Dans un écran à LED couleur, on trouve un grand nombre de cellules, appelées « pixels » (pour *picture element*), 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 chaque pixel. L'ensemble des pixels forme l'image.

Ainsi pour un objet jaune, seul les LED rouges et vertes seront alimentées.

4) Synthèse soustractive

La synthèse soustractive de la lumière consiste à placer sur le trajet d'une lumière blanche des filtres colorés plus ou moins transparents. Le spectre du faisceau résultant est le spectre de la lumière blanche auquel il faut **retirer** les portions du spectre **absorbées par chaque filtre**.

En synthèse soustractive, les couleurs primaires sont le **cyan**, le **magenta** et le **jaune**. Deux couleurs sont **complémentaires** si leur mélange donne du **noir**.

Chaque filtre absorbe sa couleur complémentaire. Ainsi, le filtre jaune laisse passer le jaune et absorbe le bleu, sa couleur complémentaire.



Applications : impression à jet d'encre : Les substances colorées dans les encres agissent comme des filtres placés devant la feuille blanche qui fait alors office de source.

🔁 On remarque que les couleurs primaires en synthèse additive sont secondaires en synthèse soustractive et inversement.

5) Couleurs des objets

Un objet éclairé par une lumière incidente, peut l'**absorber**, la **réfléchir** (dans une direction particulière), la **diffuser** (réémettre dans toutes les directions) et/ou la **transmettre** si l'objet est transparent.

La couleur perçue d'un objet est constituée **des radiations qu'il diffuse** et dépend donc **des radiations qu'il absorbe**. La couleur d'un objet éclairé en lumière blanche et les couleurs des radiations qu'il absorbe sont complémentaires (un objet est jaune car il absorbe le bleu).

Exemple : Eclairées par la même lumière blanche une feuille est blanche et une cerise est rouge. Eclairée en lumière bleue la feuille n'absorbant aucune radiation apparaîtra bleue alors que la cerise paraîtra quasi noire, car elle absorbe le bleu et ne diffusera pas de radiation.

Un objet n'a pas de couleur propre, la couleur perçue pour un objet dépend de la lumière incidente et de la lumière diffusée par celui-ci.

DEVOIR 1 :

IMAGES ET COULEURS

Exercice 1 :

On utilise une loupe pour observer les détails d'un objet de petites dimensions.

L'objet a une hauteur de 5 mm, la vergence de la loupe est 12,5 dioptries. On place l'objet AB perpendiculairement à l'axe de la lentille, en plaçant le point A sur l'axe de la lentille.

- 1) Calculer la distance focale de la lentille.
- 2) On place la lentille à 6,0 cm de l'objet.
 - a) Calculer la position et la taille de l'image.
 - b) Quelles sont les caractéristiques de l'image ? Comment la qualifie-t-on ?
- 3) Faire une construction graphique à l'échelle $\frac{1}{2}$ sur l'axe horizontal et à l'échelle 1 sur l'axe vertical. Vérifier les résultats précédemment établis.

→ La vergence d'une lentille (en dioptries) est l'inverse de sa distance focale (en mètres).

Exercice 2 :

La presbytie est une anomalie de l'œil qui peut apparaître après 40 ans. Le patient présente alors des difficultés pour lire de près.

Il peut acheter, sans prescription médicale, des lunettes de lecture permettant d'améliorer sa vue. Un objet AB de 1cm est placé devant une lentille mince convergente modélisant un verre des lunettes de lecture, de distance focale $f' = 50\text{cm}$.

- **cas 1 :** l'objet est placé à une distance $d = 1,0\text{ cm}$ de la lentille.
- **cas 2 :** l'objet est placé à une distance $d' = 30\text{ cm}$ de la lentille.

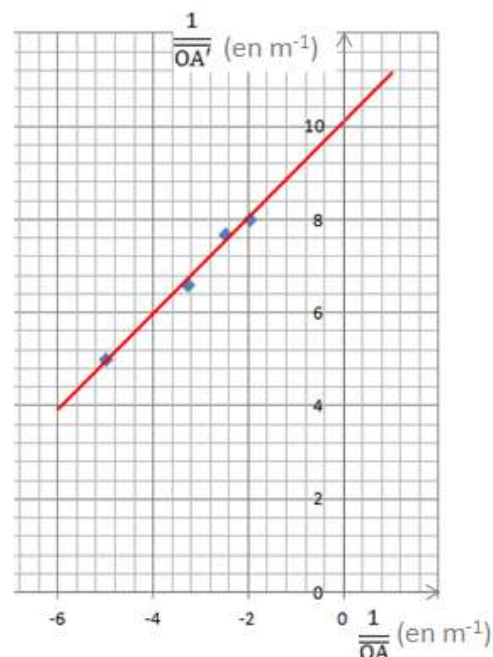
- 1) Pour chaque cas, déterminer la position et la taille de l'image formée par la lentille mince convergente. L'image est-elle droite ou renversée ? réelle ou virtuelle ? réduite ou agrandie ?
- 2) Déterminer le cas (1 ou 2) qui correspond à la lecture d'un livre par une personne presbyte utilisant des lunettes de lecture.

Exercice 3 :

On forme l'image A'B' d'un objet AB à l'aide d'une lentille mince convergente de centre optique O et de distance focale inconnue.

On réalise plusieurs réglages : pour chaque valeur de la grandeur algébrique $\overline{OA}$ correspondant à une position de l'objet, on obtient une valeur $\overline{OA'}$ correspondant à la position de l'écran où est observée une image nette de l'objet.

On obtient le graphique ci-contre : (*attention à la signification des axes*)



- a) Tester la relation de conjugaison.
- b) Déterminer la distance focale de la lentille mince convergente.

Exercice 4 :

En vacances à la montagne, Pierre, un élève de 1^{ère} S, utilise son téléphone portable pour prendre en photo son ami Paul. Ce dernier est assis sur un tas de neige un jour de beau temps, en combinaison rouge et lunettes noires, chaussé de chaussures magenta. Derrière lui, les sapins verts se découpent sur le ciel bleu dans lequel brille le Soleil (jaune).

Les écrans de téléphone portable utilisent, comme les écrans plats d'ordinateurs ou de télévision, un affichage à cristaux liquides appelé LCD (liquid crystal display). Ils sont constitués de pixels, chaque pixel étant composé de trois sous-pixels. L'œil ne parvient pas à décomposer un pixel en ses trois sous-pixels et perçoit la somme des trois faisceaux.

- 1) Quelles sont les couleurs des sous-pixels d'un écran LCD ?
- 2) Quel procédé de restitution des couleurs est exploité dans un écran LCD ?
- 3) Sur un schéma, représenter les différentes couleurs de cette synthèse.
- 4) Pour chacun des 7 éléments colorés de la photo, quels sont les constituants de l'écran de téléphone qui sont allumés ? Justifier chaque réponse.

Revenus au chalet, ils tirent la photo souvenir sur une imprimante à jet d'encre qui n'utilise que trois types de cartouches colorées, la noire étant vide.

- 5) Quelles sont les couleurs d'encres utilisées par l'imprimante ?
- 6) Quel procédé de restitution des couleurs est exploité dans une imprimante ?
- 7) Sur un schéma, représenter les différentes couleurs de cette synthèse.
- 8) Pour chacun des éléments de la photo, quelles sont les encres utilisées ? Justifier.

En début de soirée, Pierre et Paul reprennent la voiture pour aller boire un verre dans un café. Ils passent alors dans un tunnel éclairé par des lampes à vapeur de sodium qui délivrent une lumière jaune quasi monochromatique. Intrigué par cet éclairage, Paul se demande comment les différents éléments de la photo souvenir vont ressortir sous l'éclairage jaune du tunnel.

- 9) Pour chacun des éléments de la photo, indiquer la couleur perçue par Paul ?
On justifiera succinctement chaque couleur perçue.