

- Exploiter les relations de conjugaison et de grandissement fournies pour déterminer la position et la taille de l'image d'un objet-plan réel
- Déterminer les caractéristiques de l'image d'un objet-plan réel formée par une lentille mince convergente.
- Tester la relation de conjugaison d'une lentille mince convergente.
- Choisir le modèle de la synthèse additive ou celui de la synthèse soustractive selon la situation à interpréter.
- Interpréter la couleur perçue d'un objet à partir de celle de la lumière incidente ainsi que des phénomènes d'absorption, de diffusion et de transmission.
- Prévoir le résultat de la superposition de lumières colorées et l'effet d'un ou plusieurs filtres colorés sur une lumière incidente.

Chapitre 6
Images et couleurs

I. Marche d'un rayon de lumière

La vitesse de la lumière varie en fonction du milieu matériel qu'elle traverse. En effet, chaque milieu matériel transparent possède un indice de réfraction noté n qui permet de déterminer la vitesse de la lumière dans ce milieu à l'aide de la relation :

- Lorsqu'un rayon de lumière change de milieu transparent, sa vitesse change. La marche du rayon de lumière qui est alors déviée. C'est le **phénomène de réfraction** à l'origine de la déviation de la lumière par une lentille.

$$v_{\text{Milieu}} = \frac{c}{n_{\text{Milieu}}}$$

v en m/s
 c en m/s
 n sans dimension

- La **deuxième loi de Snell-Descartes** permet de calculer l'angle de réfraction i_2 connaissant l'angle d'incidence i_1 et les indices de réfractons. Elle s'écrit :

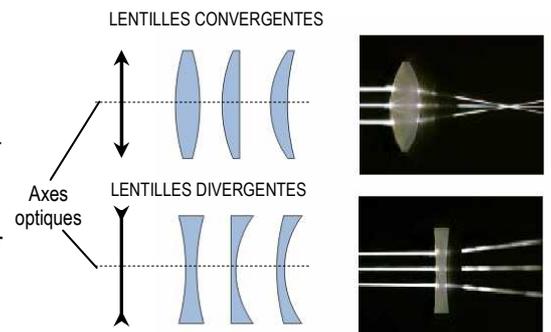
$$n_1 \cdot \sin(i_1) = n_2 \cdot \sin(i_2)$$

II. Image par une lentille convergente

II.1 Principe

Il existe deux types de lentilles :

- Les **lentilles convergentes** qui sont plus minces à leur bord qu'à leur centre et qui font converger un faisceau de rayons parallèles entre eux.
- Les **lentilles divergentes** qui sont plus épaisses à leur bord qu'à leur centre et qui font diverger un faisceau de rayons parallèles entre eux.

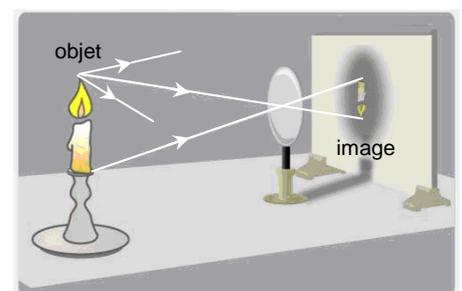


Dans ce cours, seule la **lentille convergente** sera abordée.

Dans la vie quotidienne, un objet est visible s'il émet ou diffuse autour de lui de la lumière.

Lorsqu'on place un tel objet devant une lentille convergente, les rayons venant de chaque point de l'**objet** pénètrent dans la lentille et vont alors former une image.

Pour observer cette image il est nécessaire de placer un écran à l'endroit où elle se forme.



II.2 La lentille convergente

- F est appelé **foyer objet** et F' est appelé **foyer image**. Ces deux foyers sont toujours placés à égale distance du **centre optique** O de la lentille. Ainsi :

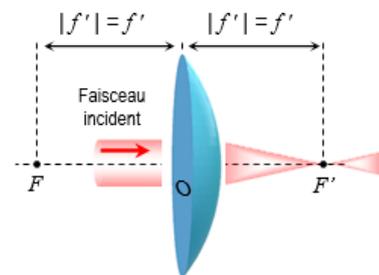
$$FO = OF'$$

- La **distance focale** notée f' d'une lentille est donnée par la relation :

$$f' = \overline{OF'} \quad f' > 0 \Leftrightarrow \text{lentille convergente}$$

- La **vergence** C d'une lentille est l'inverse de la distance focale :

$$\boxed{C = \frac{1}{f'}} \quad \left| \begin{array}{l} C \text{ en } \delta \text{ (dioptries)} \\ f' \text{ en } m \end{array} \right.$$



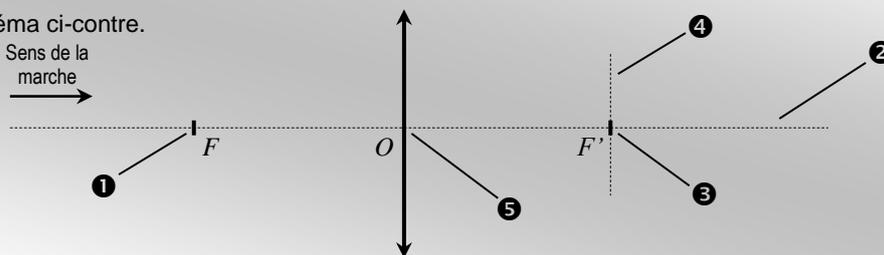
Exercice 1 :

On considère une lentille convergente avec un objet diffusant situé sur sa gauche.

- Nommer les éléments numérotés du schéma ci-contre.

- Quelle relation existe-t-il entre \overline{OF} et $\overline{OF'}$?

- Cette lentille convergente possède une distance focale de $+5,0 \text{ cm}$. Déterminer la valeur de \overline{OF} , $\overline{OF'}$ et C .



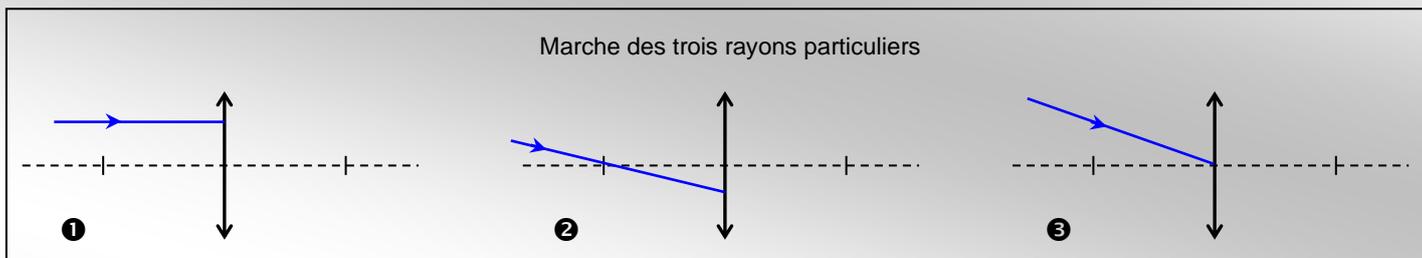
II.3 Construction géométrique d'une image

Pour construire géométriquement l'image d'un objet diffusant par une lentille convergente, il faut au préalable maîtriser la marche de trois rayons particuliers que peut émettre chaque point de l'objet et qui pénètrent dans la lentille :

- Le rayon incident qui arrive parallèlement à l'axe optique va ressortir de la lentille en passant par le foyer image.
- Le rayon incident qui passe par le foyer objet va ressortir de la lentille parallèle à l'axe optique.
- Le rayon incident passant par le centre optique de la lentille va ressortir sans être dévié.

Exercice 2 :

A l'aide des indications précédentes, compléter la marche des trois rayons particuliers sur les schémas ci-dessous :

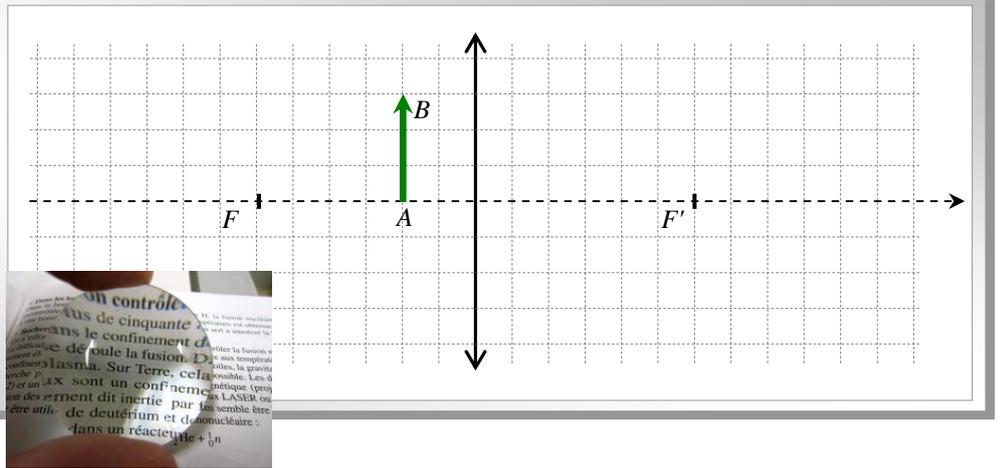


L'image A' d'un point A de l'objet diffusant se trouve toujours à l'intersection des rayons issus de A qui ressortent de la lentille convergente.

Exercice 3 :

1. Construire l'image de l'objet AB par la lentille convergente cicontre.
2. Déterminer la vergence de cette lentille.
3. Quelle est la nature de l'image obtenue ? Peut-on l'observer sur un écran ? Si non, comment doit-on procéder pour voir l'image ?

Echelle : 1 carreau \Leftrightarrow 1 cm



III. Approche mathématique

Pour déterminer mathématiquement la position et la grandeur de l'image obtenue à travers une lentille convergente, on dispose des relations suivantes :

Relation de conjugaison :

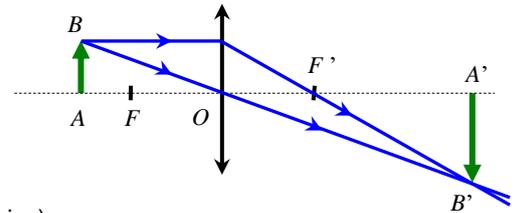
$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} = C$$

C en δ (dioptries)
 f' , \overline{OA} et $\overline{OA'}$ en m

Le grandissement :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

γ sans unité
 \overline{AB} , $\overline{A'B'}$, \overline{OA} et $\overline{OA'}$ en m



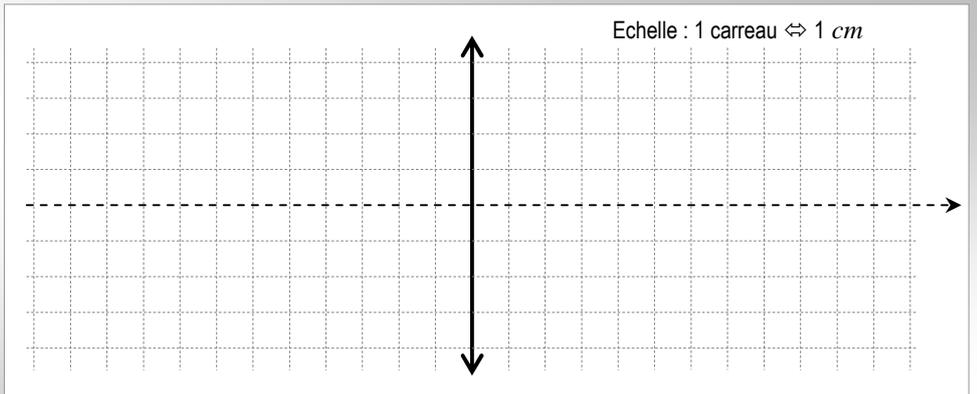
- Si γ est négatif ($\gamma < 0$) alors l'image est dite renversée. À l'inverse, si γ est positif, l'image est dite droite.
- Si $|\gamma| > 1$ l'image est plus grande que l'objet.
 Si $|\gamma| < 1$ l'image est plus petite que l'objet.

Exercice 4 :

On dispose d'une lentille convergente de vergence 25 δ . On place un objet noté AB à gauche de la lentille tel que A soit à 8,0 cm de O sur l'axe optique et B soit au dessus de cet axe à 3,0 cm.

1. Placer les deux foyers, puis AB .
2. Construire l'image $A'B'$ de l'objet AB .
3. Mesurer alors $\overline{OA'}$ et $\overline{A'B'}$
4. Calculer $\overline{OA'}$ et $\overline{A'B'}$.

Echelle : 1 carreau \Leftrightarrow 1 cm



Exercice 5 :

L'objectif d'un appareil photographique est modélisé par une lentille de distance focale $f' = 10$ cm. L'appareil est mis au point sur un élève de hauteur 165 cm qui se tient perpendiculairement à l'axe optique de l'objectif à une distance de 2,5 m.

- 1) Déterminer la distance entre la pellicule et la lentille.
- 2) Déterminer la dimension de son image sur la pellicule.
- 3) Déterminer le grandissement de la lentille.

IV. Les couleurs

IV.1 Un peu d'histoire

1672 :  I. Newton publie le premier article sur la décomposition de la lumière blanche en couleurs par un prisme.

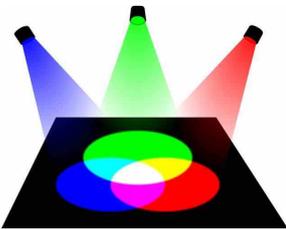
1802 :  T. Young qui travaille sur la vision humaine, fait l'hypothèse que l'œil possède trois capteurs sensoriels qui permettent de reconstituer l'ensemble des couleurs. Il démontre alors qu'il n'est pas nécessaire d'utiliser toutes les couleurs spectrales pour reconstituer la lumière blanche, mais que trois seulement suffisent : le rouge, le vert et le bleu, et qu'à partir de ces trois couleurs primaires, il est effectivement possible de reconstituer toutes les autres couleurs.

C'est le principe de la **synthèse additive des couleurs**.



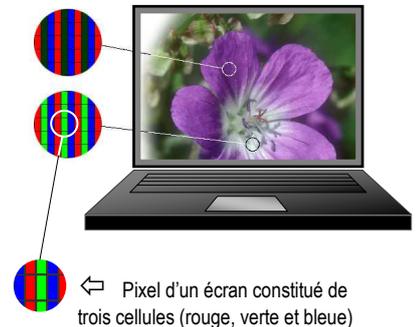
Thomas Young
1773 - 1829

IV.2 La synthèse additive



Le principe de la **synthèse additive des couleurs** consiste à combiner la lumière de plusieurs sources émettrices colorées afin d'obtenir de nouvelles couleurs.

Comme la rétine de l'œil humain n'est sensible qu'aux **lumières rouge, verte et bleue**, ce sont ces trois couleurs qui permettent, en synthèse additive, de reproduire pour l'homme toutes les autres couleurs possibles : c'est le principe de la **trichromie** utilisée par exemple sur tous les écrans couleurs.



- En synthèse additive, les trois couleurs primaires, appelées **couleurs primaires lumières**, sont le **ROUGE**, le **VERT** et le **BLEU**.
- L'addition de deux couleurs primaires lumières à intensité égale forme une **couleur secondaire lumière**.

Exercice 6 :

On utilise différents faisceaux de lumières colorées. Compléter les synthèses additives suivantes :

ROUGE + VERT = JAUNE.

BLEU + ROUGE = MAGENTA.

CYAN + ROUGE = BLANC.

ROUGE + VERT + BLEU = BLANC.

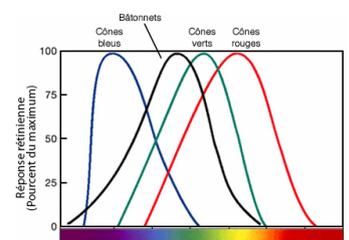
VERT + BLEU = CYAN

JAUNE + BLEU = BLANC

MAGENTA + VERT = BLANC.

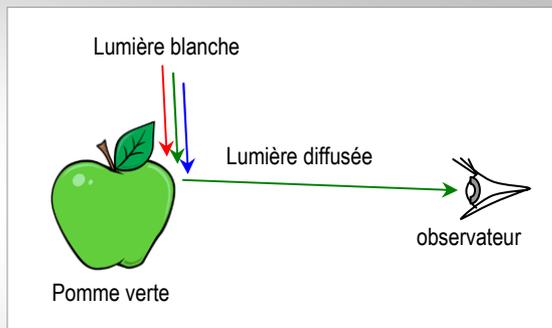
IV.3 La synthèse soustractive

Toutes les couleurs présentes dans la lumière visible sont traitées par les trois types de cônes de l'œil. Par exemple, un rayon de lumière jaune activera les cônes sensibles au vert et ceux sensibles au rouge et sera alors interprété par le cerveau comme un rayon jaune. Ainsi, une lumière, quelle que soit sa véritable couleur, sera interprétée par l'œil comme un mélange des trois couleurs primaires lumières. Les bâtonnets permettent une vision en niveau de gris efficace pour une faible luminosité.



Exercice 7 :

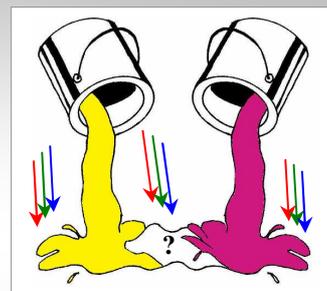
1. Donner la définition d'une lumière polychromatique.
2. Quelles sont les couleurs arrivant sur la pomme ?
3. Quelle(s) couleur(s) est(sont) diffusée(s) par la pomme ?
4. Qu'advient-il de la lumière qui n'a pas été diffusée par la pomme ?
5. Quelle serait l'apparence de la pomme si elle ne diffusait aucune couleur ?
6. Même question si elle ne diffusait que du rouge et du vert.
7. Quelle serait l'apparence d'une pomme verte éclairée en lumière magenta ?



Exercice 8 :

Deux pots de peinture, l'un magenta, l'autre jaune, sont renversés par terre. Les deux peintures se mélangent en partie dans la zone du point d'interrogation sur l'image.

1. Quelles sont les couleurs diffusées par la peinture jaune ?
2. En déduire la couleur absorbée par la peinture jaune.
3. Quelle est la couleur absorbée par la peinture magenta ?
4. En déduire les couleurs absorbées par la zone de peintures mélangées.
5. Déterminer alors la couleur réelle de cette zone de mélange.



- Lorsqu'on mélange des matières colorées (encres, peintures...), la couleur résultante est obtenue par synthèse soustractive.
- Les couleurs primaires sont dites alors « matières » : **CYAN – JAUNE – MAGENTA**
- Le mélange de deux couleurs primaires matières donne une couleur secondaire matière (exemple : Cyan + Jaune = Vert).
- Les couleurs primaires de la synthèse soustractive correspondent aux couleurs secondaires de la synthèse additive, et inversement.

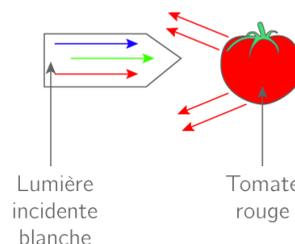


IV.4 Couleur perçue d'un objet

Pourquoi un objet de couleur rouge nous paraît-il de cette couleur ?

S'il est éclairé par de la lumière blanche, toutes les lumières colorées contenues dans la lumière vont être absorbées par l'objet sauf ... la lumière rouge ! l'objet nous paraîtra rouge.

Cependant, s'il est éclairé en lumière cyan par exemple, l'objet rouge n'apparaîtra pas rouge, il apparaîtra noir .



La couleur d'un objet dépend de la couleur de la lumière incidente et de l'absorption et de la diffusion que l'objet fait de cette lumière.

- Un objet **blanc** diffuse toutes les lumières colorées qu'il reçoit. Il n'en absorbe aucune.
 - Un objet **noir** absorbe toutes les lumières colorées qu'il reçoit. Il n'en diffuse aucune.
 - Un objet **coloré** diffuse la lumière colorée correspondant à sa propre couleur. Il absorbe les autres lumières colorées, selon le principe de la synthèse soustractive.
- Dans le modèle trichromatique de la lumière, un objet absorbe la lumière de couleur complémentaire à sa propre couleur.

Exercice 9: dessiner le drapeau français tel qu'il serait vu éclairé en :

Lumière blanche	Lumière rouge	Lumière bleue	Lumière jaune