

1. Marche d'un rayon de lumière
2. Image par une lentille convergente
3. Approche mathématique
4. Les couleurs

### 1. 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 :

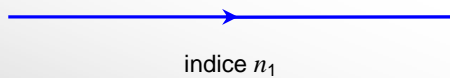
$$v_{\text{Milieu}} = \frac{c}{n_{\text{Milieu}}}$$

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

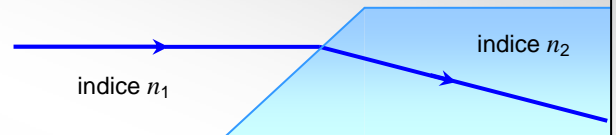
#### Exercice 1 :

La trajectoire qu'emprunte un rayon de lumière est appelée la **marche** du rayon. On considère un rayon de lumière monochromatique dans deux situations distinctes :

1. Marche d'un rayon de lumière restant dans un milieu transparent d'indice de réfraction  $n_1$  constant.



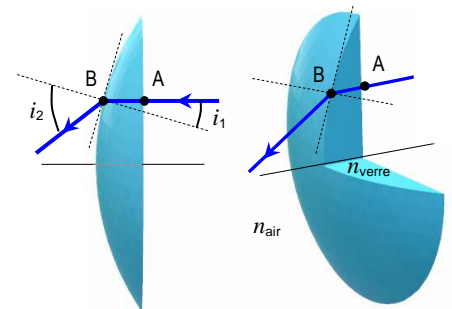
2. Marche d'un rayon de lumière passant dans un autre milieu transparent d'indice  $n_2$  différent du premier.



1. Que signifie le terme "monochromatique" ?
2. À quelle condition la lumière se déplace-t-elle en ligne droite ?
3. Comment se nomme le phénomène qui dévie la lumière lorsqu'elle change de milieu transparent ?
4. Donner un exemple dans lequel on observe un tel comportement de la lumière.
5. Dans le cas n°2, comment se nomme le rayon qui arrive sur la surface transparente (aussi appelée **dioptré**) ?
6. Comment se nomme le rayon qui repart de ce dioptré dans le milieu d'indice  $n_2$  ?

#### A retenir :

- Lorsqu'un rayon de lumière change de milieu transparent, sa vitesse change. Cela affecte 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.
- La trajectoire d'un rayon est appelée **marche** et la surface transparente traversée par un rayon est appelée **dioptré**.
- Le **principe de retour inverse de la lumière** indique que la marche d'un rayon est indépendante du sens de propagation de la lumière.



**Question :** Pourquoi le rayon pénétrant dans la lentille en A n'est-il pas dévié ?

- 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 :

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

### 2. Image par une lentille convergente

#### 2.1. Principe

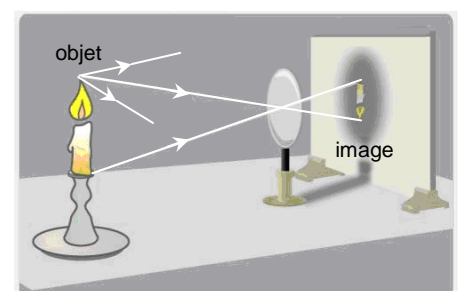
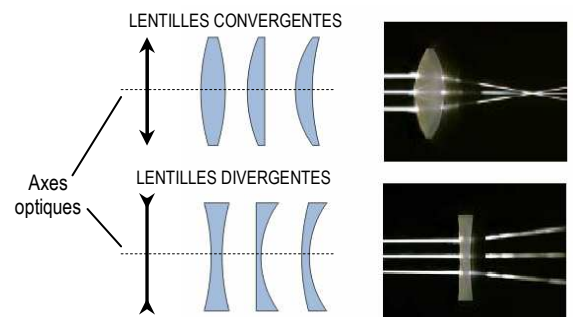
Il existe deux types de lentilles :

- 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 (**CV**) 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 diffusant** 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.

**Rmq :** Pour une certaine utilisation de la lentille convergente (loupe), l'image formée par la lentille ne peut être vue qu'en regardant à travers la lentille et non sur un écran : on parle alors d'une image virtuelle.



## 2.2. La lentille convergente

### A retenir

- $F$  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 :

$$FO = OF' = FF' / 2$$

- Le sens de la marche est donné par le sens des rayons lumineux qui arrivent sur la lentille. On définit alors une **grandeur algébrique** notée par exemple  $\overline{OF'}$  comme la longueur (en mètres) du segment  $OF'$  avec un signe (+ ou -) en fonction du sens de la marche du rayon.

$$\overline{OF'} = +OF = OF$$

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

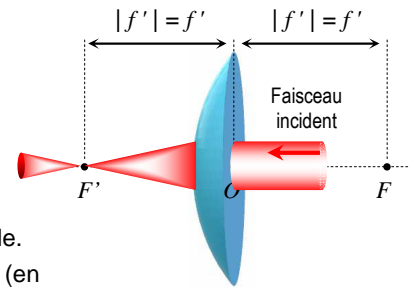
$$f' = \overline{OF'}$$

$f' > 0 \Leftrightarrow$  lentille convergente

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

$$C = \frac{1}{f'}$$

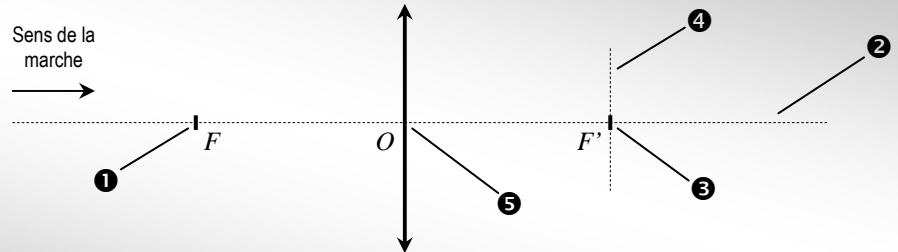
$C$  en  $\delta$  (dioptries)  
 $f'$  en  $m$



### Exercice 2 :

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  $\overline{OF}$ ,  $\overline{F'F}$  et  $C$ .



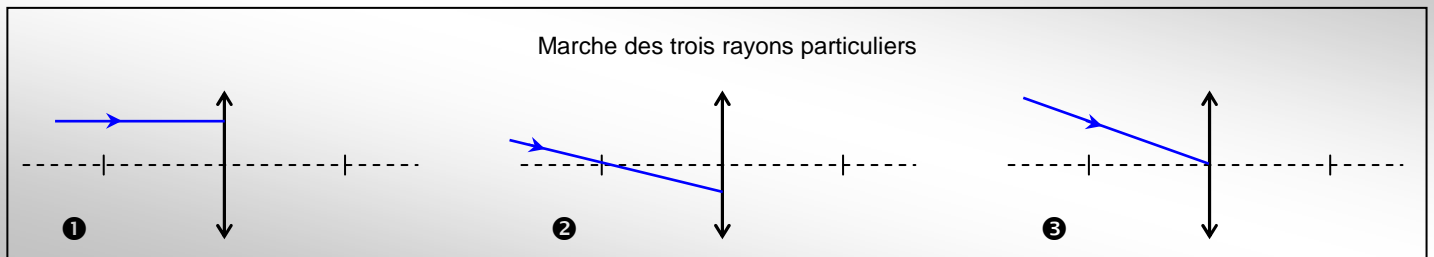
## 2.3. Construction géométrique d'une image

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 3 :

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



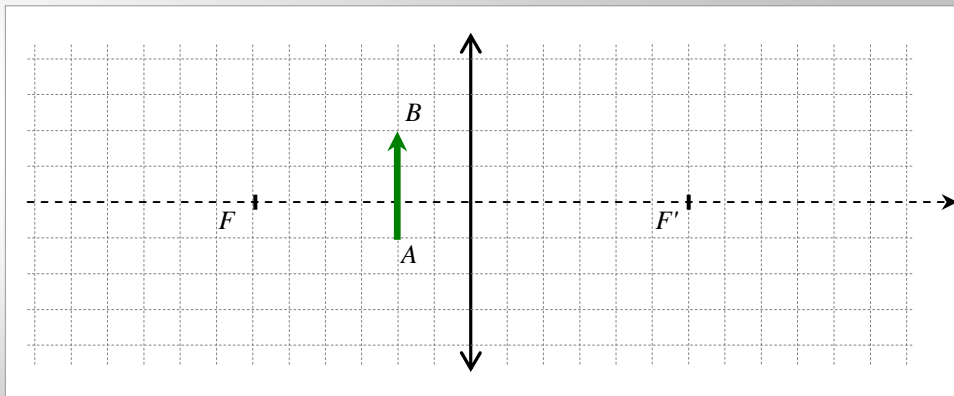
### A retenir :

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 4 :

1. Construire l'image de l'objet  $AB$  par la lentille convergente ci-contre.
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



### 3. 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 :

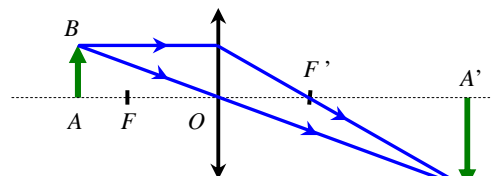
$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'} = C$$

$C$  en  $\delta$  (dioptries)  
 $f'$ ,  $OA$  et  $OA'$  en m

Le grandissement :

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

$\gamma$  sans unité  
 $AB$ ,  $A'B'$ ,  $OA$  et  $OA'$  en m



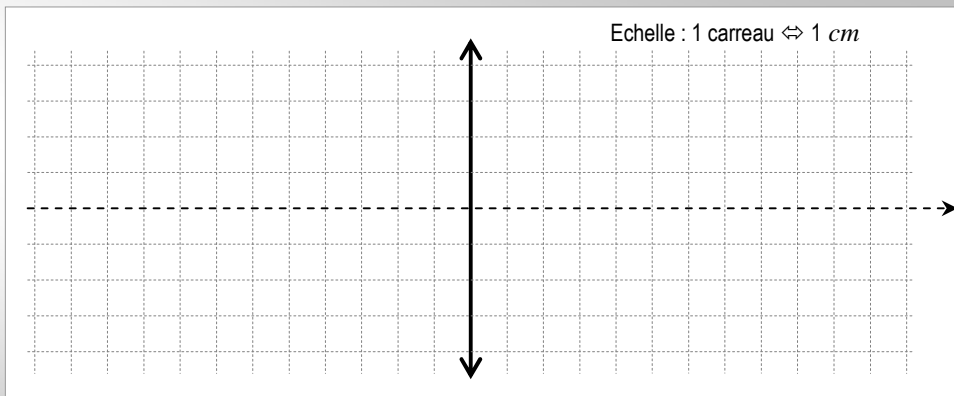
#### A noter :

- Si  $\gamma$  est négatif ( $\gamma < 0$ ) alors l'image est dite **renversée**.  
À l'inverse, si  $\gamma$  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 5 :



On dispose d'une lentille convergente de vergence 25  $\delta$ . 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  $OA'$  et  $A'B'$ .
4. Calculer  $OA'$  et  $A'B'$ .



### 4. Les couleurs

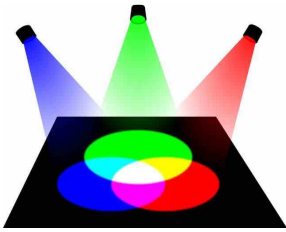
#### 4.1. Un peu d'histoire

- 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**.



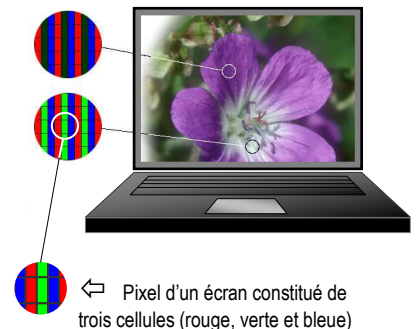
Thomas Young  
1773 - 1829

#### 4.2. 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'oeil 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.



##### A retenir :

- 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.

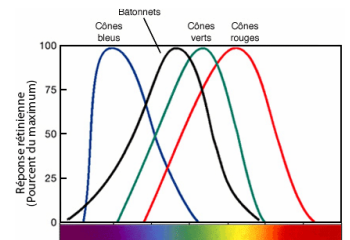
##### Exercice 6 :

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

ROUGE + VERT = .....	VERT + BLEU = .....
BLEU + ROUGE = .....	JAUNE + BLEU = .....
CYAN + ROUGE = .....	MAGENTA + VERT = .....
ROUGE + VERT + BLEU = .....	

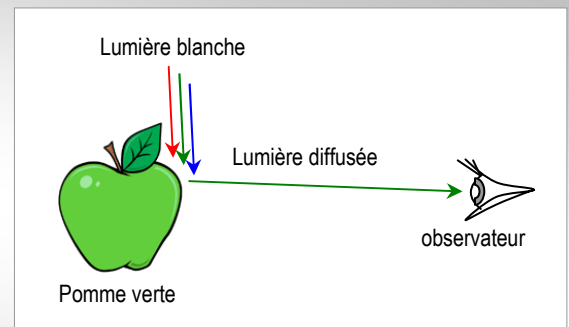
#### 4.3. La synthèse soustractive

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 :

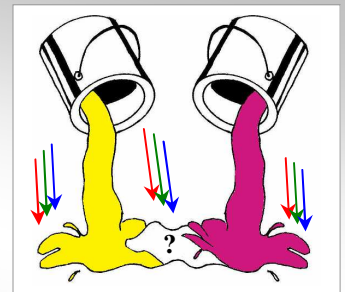
- Donner la définition d'une lumière polychromatique.
- Quelles sont les couleurs arrivant sur la pomme ?
- Quelle(s) couleur(s) est(sont) diffusée(s) par la pomme ?
- Qu'advient-il de la lumière qui n'a pas été diffusée par la pomme ?
- Quelle serait l'apparence de la pomme si elle ne diffusait aucune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

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



##### A retenir

- 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.

