

## Les lentilles minces

### Situation - problème

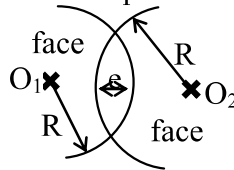
Pour attirer davantage de clients et donner l'immensité de ses pouvoirs à résoudre tous les problèmes qu'on lui présente, un charlatan présente quelques phénomènes spectaculaires à partir d'objets transparents :

- A quelques mal - voyants, il rend une vision à peu près correcte.
- Il brûle des objets à partir de la seule lumière du soleil
- Il arrive à donner de certains objets des images petites et renversées...

Ces phénomènes sont-ils surnaturels ? Et quels sont ces objets ? Qu'est-ce qui fait leurs particularités ?

### **1 - Définition.**

Une lentille mince est un milieu transparent limité par deux faces sphériques



$R_1$  et  $R_2$  sont les rayons de courbures respectifs des faces 1 et 2  
 $e$  est l'épaisseur de la lentille

**N.B.** Une lentille est dite mince si son épaisseur au centre  $e$  est infiniment petite devant ses rayons de courbures

### **2 - Identifications**

#### **2-1 Distinction géométrique :**

On distingue deux sortes de lentilles minces :

{ **Des lentilles à bords minces (1)**  
 bords minces

Lentille 1



Symbole



{ **Des lentilles à bords épais (2)**  
 bords épais

Lentille 2

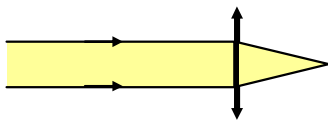


Symbole

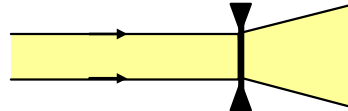


#### **2-2 Distinction physique :**

Envoyons des faisceaux cylindriques sur chacune des deux sortes de lentilles.



La lentille à bords minces transforme le faisceau cylindrique en faisceau convergent :  
 c'est une lentille convergente

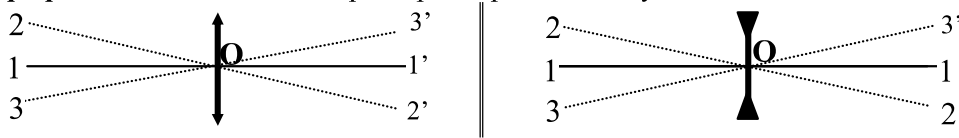


La lentille à bords épais transforme le faisceau cylindrique en faisceau divergent :  
 c'est une lentille divergente

### 3 - Caractéristiques d'une lentille mince.

#### 3-1 Le centre optique :

Le **centre optique**  $O$  d'une lentille est le point par lequel aucun rayon incident n'est dévié.



#### 3-2 Les axes optiques

On appelle **axe optique** d'une lentille la trajectoire du rayon lumineux passant par son centre optique.

**Exemples** : les droites  $(1,1')$  ;  $(2,2')$  ;  $(3,3')$  ...

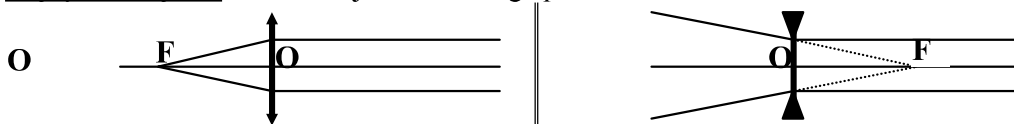
L'axe optique  $(1,1')$  perpendiculaire à la lentille est son **axe optique principal (A.O.P.)**

**N.B.** Pour une lentille, il existe une infinité d'axes optiques.

#### 3-3 Les foyers.

Une lentille possède toujours deux **points focaux** que l'on appelle **les foyers** de la lentille.

**3.3-1 Le foyer - Objet  $F$**  : C'est l'objet dont l'image par la lentille est à l'infini.

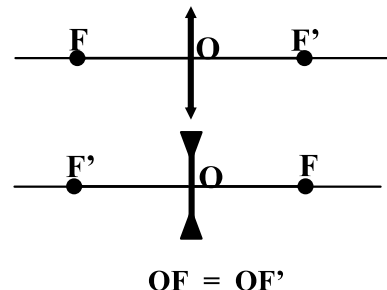


**3.3-2 Le foyer - image  $F'$**  : C'est l'image, par la lentille, d'un objet situé à l'infini.



#### Remarques :

- Le **foyer - objet  $F$**  est du côté des rayons incidents pour la lentille convergente et du côté des rayons émergents pour la lentille divergente
- Le **foyer - image  $F'$**  est du côté des rayons émergents pour la lentille convergente et du côté des rayons incidents pour la lentille divergente.
- Ces foyers  $F$  et  $F'$  sont **symétriques** par rapport à la lentille et situés sur son axe optique.



#### Les rayons particuliers d'une lentille.

##### a) - l'axe optique secondaire

Il passe par un point de l'objet et par le centre optique et n'est pas dévié

##### b) - le rayon incident parallèle à l'axe optique principal :

Il sort de la lentille en passant ou son prolongement passerait par le foyer - image  $F'$

##### c) - Le rayon incident passant ou dont le prolongement passerait par le foyer - objet $F$

Il émerge parallèle à l'axe optique principal.

#### 3-4 La distance focale.

La **distance focale  $f$**  est la distance qui sépare le centre optique  $O$  de chacun des foyers de la lentille

$$f = OF = OF'$$

**N.B.** La distance focale  $f$  est une grandeur algébrique :

$$\left\{ \begin{array}{ll} f > 0 & \text{pour la lentille convergente} \\ f < 0 & \text{pour la lentille divergente.} \end{array} \right.$$

### 3-5 La convergence ou vergence

La **convergence ou vergence**  $C$  d'une lentille est l'inverse de sa distance focale.

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

$C$  est en dioptrie ( $\delta$ )  
 $f$  en mètre (m)

$C > 0$  pour la lentille convergente  
 $C < 0$  pour la lentille divergente

### 4 - L'image donnée par une lentille

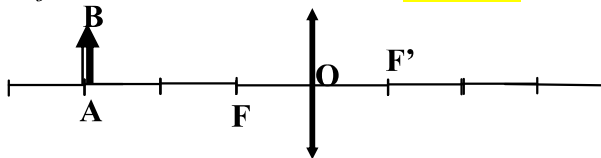
Partout où on la trouve, la lentille sert à donner ou à améliorer une image.

**Exemple** : Observer et caractériser l'image donnée par une lentille d'un objet réel AB placé perpendiculairement à son axe optique principal à différentes distances de son centre optique.

**N.B.** Les principales conclusions et solutions de cet exercice sont à obtenir à partir :

- $\left\{ \begin{array}{l} \text{d'observations expérimentales} \\ \text{de constructions graphiques} \end{array} \right.$

L'objet est situé à une distance  $OA > 2f$



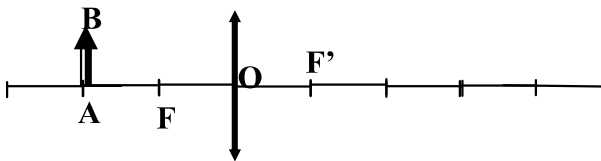
Caractéristiques : l'image A'B' de l'objet AB est :

.....

.....

.....

L'objet est situé à une distance  $OA = 2f$



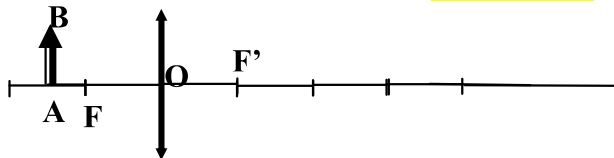
Caractéristiques : l'image A'B' de l'objet AB est :

.....

.....

.....

L'objet est situé à une distance  $f < OA < 2f$



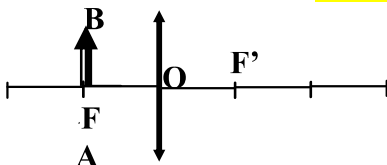
Caractéristiques : l'image A'B' de l'objet AB est :

.....

.....

.....

L'objet est situé à une distance  $OA = f$



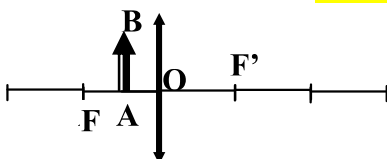
Caractéristiques : l'image A'B' de l'objet AB est :

.....

.....

.....

L'objet est situé à une distance  $OA < f$



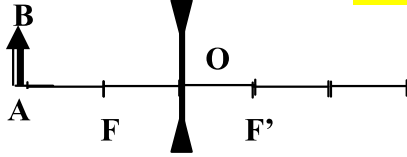
Caractéristiques : l'image A'B' de l'objet AB est :

.....

.....

.....

L'objet est situé à une distance  $OA > f$



Caractéristiques : l'image A'B' de l'objet AB est :

.....

.....

.....

.....

#### 4-1 Construction de l'image.

- 4.1-1 Relever les données numériques de l'énoncé et adopter une échelle convenable.
- 4.1-2 Représenter correctement la lentille par son symbole.
- 4.1-3 Indiquer le centre optique O et tracer l'axe optique principal.
- 4.1-4 Placer les foyers F et F' suivant l'échelle adoptée.
- 4.1-5 Placer l'objet comme indiqué dans l'énoncé suivant l'échelle adoptée.

On obtient alors l'image de chaque point de l'objet par la rencontre de deux des trois rayons particuliers issus de ce point.

#### 4-2 Les caractéristiques de l'image.

Caractériser ou donner les caractéristiques d'une image c'est :

- indiquer la nature (réelle ou virtuelle) de l'image.
- préciser la position de l'image (droite ou renversée) par rapport à l'objet.
- comparer la grandeur (taille) de l'image à celle de l'objet.
- calculer l'agrandissement de l'image.
- situer l'image (position de l'image par rapport à celle de l'objet)

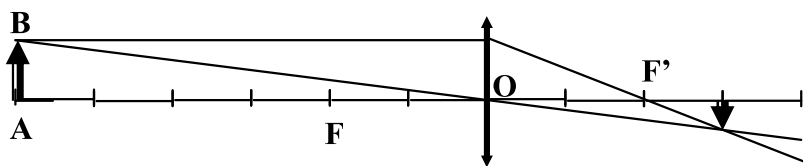
#### Exemple :

Un objet réel AB de hauteur 10 cm est placé perpendiculairement à l'axe optique principal d'une lentille de distance focale  $f = +20$  cm. Le point A est sur l'axe optique principal à 50 cm de son centre optique O.

Construire et caractériser l'image A'B' de l'objet réel AB donnée par cette lentille.

#### Données

$$\left\{ \begin{array}{l} AB = 10 \text{ cm} \\ f = +20 \text{ cm} \\ OA = 60 \text{ cm} \end{array} \right. \quad \text{Echelle : } \frac{1}{10} \quad \left\{ \begin{array}{l} AB = 1 \text{ cm} \\ f = +2 \text{ cm} \\ OA = 6 \text{ cm} \end{array} \right.$$



L'image A'B' de l'objet AB est :

- Réelle
- Renversée
- Plus petite que l'objet  
( $A'B' = \frac{1}{2} AB$ )  
 $\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{1}{2}$
- sur le côté opposé  
 $OA' = \frac{1}{2} OA$

## 5 - Applications : Quelles utilisations pratiques de lentilles ?

### 5-1 La vision correcte.

La vision d'un objet est correcte quand on image se forme sur la tache jaune située sur la rétine.

Cette image est obtenue grâce à la lentille naturelle qu'est le cristallin.

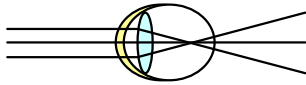
La netteté de l'image est rendue possible grâce à l'accommodation qui permet au cristallin de faire varier sa convergence.

### 5-2 Anomalies et corrections de l'œil.

D'origines diverses des anomalies de la vue adviennent et sont corrigées par le port de lentilles sous forme généralement de verres correcteurs.

#### 5.2-1 La myopie

Le mal : Le cristallin de l'œil myope est trop convergent ; sa distance focale est alors courte : l'image se forme avant la rétine. L'œil voit flou.

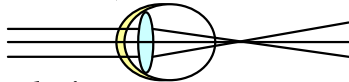


La correction : La correction d'une telle anomalie, la myopie, nécessite le port de lentilles divergentes.

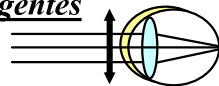


#### 5.2-2 L'hypermétropie

Le mal : L'œil hypermétrope n'est pas assez convergent ; son cristallin a une distance focale longue : l'image se forme derrière la rétine, elle est floue.



La correction : L'hypermétropie se corrige par le port de lentilles convergentes



#### 5.2-3 La presbytie

En vieillissant, le cristallin de l'œil presbyte perd de son élasticité ; son pouvoir d'accommodation diminue : l'image est floue.

Le presbyte comme l'hypermétrope voient nettement les objets éloignés : les personnes atteintes de ces anomalies peuvent conduire leurs voitures sans leurs lunettes de corrections mais ils ne peuvent lire leurs journaux sans correction. La presbytie se corrige avec des lentilles convergentes.

### 5-4 L'appareil photographique.

L'appareil photographique est une chambre noire ayant une pellicule photographique ou film comme écran et un objectif formé de lentilles mobiles à son ouverture réglable.

La netteté de l'image, plus petite que l'objet, sur la pellicule, est obtenue grâce à la translation des lentilles mobiles : c'est la mise au point.

### 5-5 L'appareil de projection.

Un projecteur est un appareil qui, grâce aux lentilles logées dans son objectif, donne d'un objet petit, la diapositive, une image grande sur un écran.

## Dispersion de la lumière blanche

### Situation - problème

Par une après-midi pluvieuse, votre sœur s'émerveille devant la beauté de l'arc-en-ciel qu'elle observe à l'est et vous pose des questions :

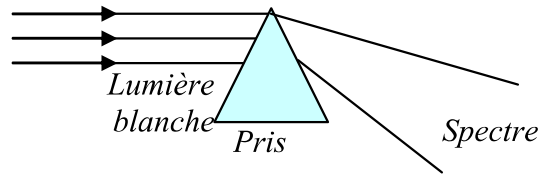
- 1) - S'il était, à côté du soleil, ne serait-il pas plus beau ?
- 2) - Pourquoi disparaît-il dès la tombée de la nuit ?
- 3) - Est-ce qu'on peut l'observer en saison sèche ?
- 4) - Quelles sont les couleurs qui sont présentes dans l'arc-en-ciel ?

### **1 - Expériences**

#### **1-1 Dispersion par le prisme**

Un prisme est une pyramide en matière transparente à bases rectangulaires non parallèles. Faisons arriver un faisceau de lumière sur un prisme et observons

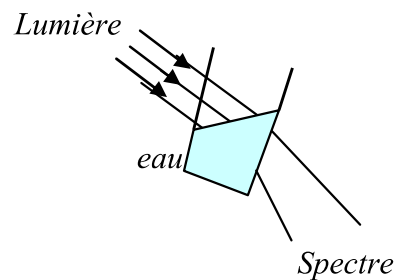
On note l'apparition d'une bande colorée : le spectre de la lumière blanche.



#### **1-2 Dispersion par l'eau.**

Inclinez un verre d'eau à moitié rempli d'eau dans la lumière du soleil et observez.

On voit apparaître le même spectre de la lumière blanche.



#### **1-3 Autres dispersions**

Ce spectre de la lumière blanche est souvent obtenu sous forme de belles irisations avec :

- ⇒ L'arc-en-ciel que l'on observe dans le ciel par temps pluvieux quand nous avons le soleil dans le dos.
- ⇒ Des bulles de savon dans la lumière solaire.
- ⇒ Le bord biseauté d'une règle transparente traversé par une lumière blanche.
- ⇒ Une mince pellicule d'huile dans la lumière du soleil.

### **2 - Le spectre de la lumière blanche**

Elle est une bande colorée ou irisation : c'est à dire une succession de différentes couleurs.

Chacune de ces couleurs correspond à une **lumière monochromatique**.

La lumière blanche, qui leurs a donné naissance, est une **lumière polychromatique**.

#### **2-1 Le spectre visible**

Dans le spectre de la lumière blanche on distingue sept couleurs visibles qui sont (dans l'ordre) : **Le violet, l'indigo, le bleu, le vert, le jaune, l'orange et le rouge.**

## **2-2 Les radiations invisibles du spectre**

Les sept couleurs visibles du spectre sont encadrées par des radiations invisibles dont *l'infrarouge* et *l'ultraviolet*.

**N.B.** Tout dispositif ou système permettant d'obtenir le spectre d'une lumière est un *spectroscope*

## **3 La lumière blanche**

### **3-1 La recomposition**

La superposition des couleurs du spectre par des dispositifs appropriés tel que le disque de Newton ou une lentille convergente permet d'obtenir une lumière blanche.

### **3-2 Composition**

La lumière blanche émise par le soleil, le filament de la lampe à incandescence, la flamme d'une bougie est composée d'une infinité de radiations lumineuses correspondantes, pour certaines, aux couleurs du spectre.

## **4 Applications**

### **4-1 Couleurs des objets**

La couleur d'un objet dépend de la lumière qui l'éclaire : l'objet filtre la lumière, absorbe certaines couleurs et renvoie celles dites être sa couleur.

Un corps éclairé par une lumière blanche est blanc s'il renvoie de manière équitable toutes les couleurs du spectre de la lumière blanche ; il est rouge s'il les absorbe toutes sauf le rouge. IL est noir s'il les absorbe toutes.

**N.B.** Le rouge, le bleu et le vert sont les trois couleurs fondamentales. Elles permettent d'obtenir toutes les autres couleurs. Ce sont elles que l'on retrouve sur l'écran d'un téléviseur couleur.

On appelle filtre une substance colorée qui absorbe plus ou moins certaines radiations.

### **4-2 La température de surface des corps.**

Le spectre émis par un corps dépend de sa température ; il devient lumineux et s'étend de plus en plus vers le violet quand elle augmente. Le soleil, dont la température de surface est de l'ordre de 6000°C nous paraît jaune.

### **4-3 Composition chimique.**

L'étude du spectre permet aussi de connaître la composition d'une substance. C'est ainsi qu'on a pu déterminer la composition des étoiles qui contiennent principalement du dihydrogène mais aussi de l'hélium, du fer, ... **Exemple** : L'élément sodium donne une lumière jaune.