

## Physique – Partie 1

### PRODUIRE DES IMAGES, OBSERVER

#### Chapitre 1

# IMAGES DONNÉES PAR DES LENTILLES CONVERGENTES

---



# SOMMAIRE

---

<b>SOMMAIRE</b>	<b>2</b>
<b>OBJECTIFS</b>	<b>4</b>
Connaissances:	4
Savoir-faire:	4
<b>RAPPELS</b>	<b>5</b>
I.Conditions de visibilité	5
I.1.La lumière	5
I.2.Sources lumineuses	5
I.3.Voir un objet	6
II.Propagation de la lumière	6
III.Les lentilles	7
III.1.Définition	7
III.2.Réflexion et réfraction	8
III.3.Lentilles divergentes	9
III.4.Lentilles convergentes	9
<b>COURS</b>	<b>10</b>
I.Objet et image	10
I.1.Point objet et objet	10
I.2.Point image et image	11
II.Les lentilles minces convergentes	12
II.1.Schématisme et centre optique	12
II.2.Foyer objet et foyer image	12
II.3.Distance focale et vergence	13

<u>III.Détermination de la position et de la taille de l'image</u>	14
<u>III.1.Détermination graphique</u>	14
<u>III.2.Détermination analytique</u>	14
<u>III.2.a.Relation de conjugaison</u>	15
<u>III.2.b.Relation de grandissement</u>	15
<u>III.3.Les conditions de gauss</u>	16
<u>III.4.Cas particuliers</u>	17
<u>III.4.a.L'objet est situé au niveau du foyer F</u>	17
<u>III.4.b.L'objet est situé entre le foyer F et O</u>	17
<u>III.4.c.L'objet est situé à l'infini</u>	18
<u>IV.L'oeil</u>	18
<u>IV.1.Anatomie et modélisation</u>	18
<u>IV.2.Accommodation</u>	19
<u>IV.3.Rôle du cerveau</u>	20
<b><u>CE QU'IL FAUT RETENIR</u></b>	<b>21</b>
<b><u>OBJECTIF BAC</u></b>	<b>22</b>
<u>Exercices du livre:</u>	22
<u>Annales de bac:</u>	22
<b><u>BIBLIOGRAPHIE</u></b>	<b>22</b>
<b><u>ANIMATIONS</u></b>	<b>22</b>

# OBJECTIFS

---

## Connaissances:

- ✓ Connaître la définition de la distance focale, de la vergence et leurs unités.

☐

## Savoir-faire:

- ✓ Savoir positionner sur l'axe optique le centre optique et les foyers.
- ✓ Connaître et savoir appliquer les relations de conjugaison sous forme algébrique et celle du grandissement.
- ✓ Construire l'image d'un objet plan perpendiculaire à l'axe optique.
- ✓ Construire l'image d'un point objet situé à l'infini.
- ✓ Déterminer à partir d'une construction à l'échelle, les caractéristiques d'une image.
- ✓ Retrouver par construction les caractéristiques d'un objet connaissant son image.
- ✓ Construire la marche d'un faisceau lumineux issu d'un point source à distance finie ou infinie.
- ✓ *Réaliser un montage d'optique à partir d'un schéma.\**
- ✓ *Régler un montage d'optique de façon à observer une image sur un écran.\**
- ✓ *Utiliser un banc d'optique, réaliser des mesures et les exploiter.\**
- ✓ *Déterminer la distance focale d'une lentille mince convergente.\**

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

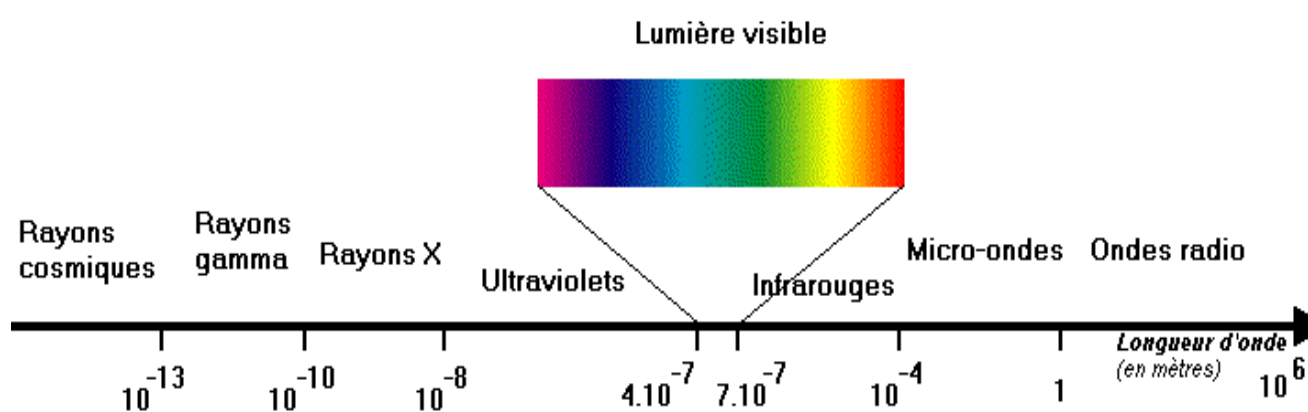
(\*) Savoir-faire expérimentaux

# RAPPELS

## I. Conditions de visibilité

### I.1. La lumière

La lumière désigne les ondes électromagnétiques visibles par l'œil humain.



### I.2. Sources lumineuses

Il existe deux types de sources de lumière :

- ✓ Les **sources primaires** : elles produisent de la lumière et l'envoient.
- ✓ Les **sources secondaires** : elles ne produisent pas de lumière, mais lorsqu'elles sont éclairées, renvoient dans toutes les directions de la lumière qu'elles reçoivent. On dit qu'elles **diffusent** la lumière.



Tout objet peut être considéré comme un ensemble de sources ponctuelles. Chacune d'elles, appelée **point-objet**, émet de la lumière dans toutes les directions.

Il ne faut pas confondre la diffusion avec la **dispersion** et la **diffraction** de la lumière qui sont deux autres phénomènes lumineux différents.

### I.3. Voir un objet

**Un objet, lumineux (source primaire) ou éclairé (source secondaire), est visible si la lumière qu'il envoie pénètre dans l'oeil de l'observateur.**



La couleur d'un objet dépend de la lumière qu'il envoie et de la lumière qui l'éclaire.

On ne voit pas la lumière, mais seulement des « objets », à condition que ces derniers envoient de la lumière dans l'oeil de l'observateur.

#### **Exemple :**

- Le faisceau de lumière d'un laser est invisible. Par contre, la poussière de craie permet de visualiser ce faisceau.

## II. Propagation de la lumière

**Dans un milieu transparent et homogène, la propagation de la lumière est rectiligne.**



On modélise la trajet de la lumière par des droites munies d'une flèche symbolisant le sens de propagation. Cette définition du **rayon lumineux** est purement géométrique car on ne peut isoler expérimentalement un rayon.



### III. Les lentilles

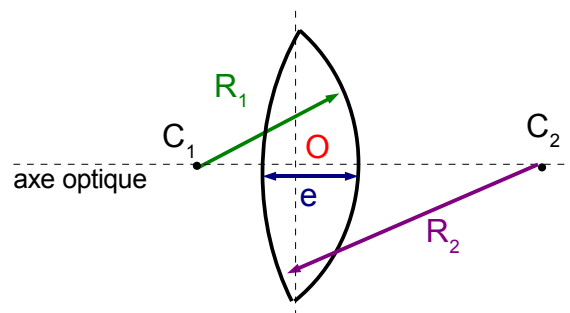
#### III.1. Définition

**Une lentille est un milieu transparent limité par deux surfaces dont une, au moins, présente une forme non plane, en générale sphérique.**

Les éléments géométrique d'une lentille sont :

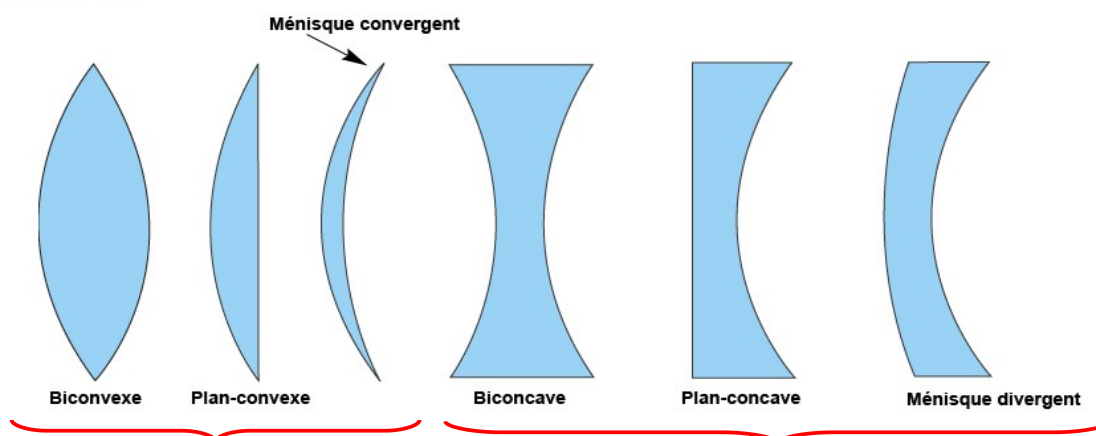
- x l'axe optique;
- x le centre optique O.

Une lentille est dite mince si son épaisseur  $e$  est très petite devant les rayons de courbure  $R_1$  et  $R_2$  de ses deux faces.



Tout rayon passant par le centre optique n'est pas dévié.

#### LENTILLES OPTIQUES



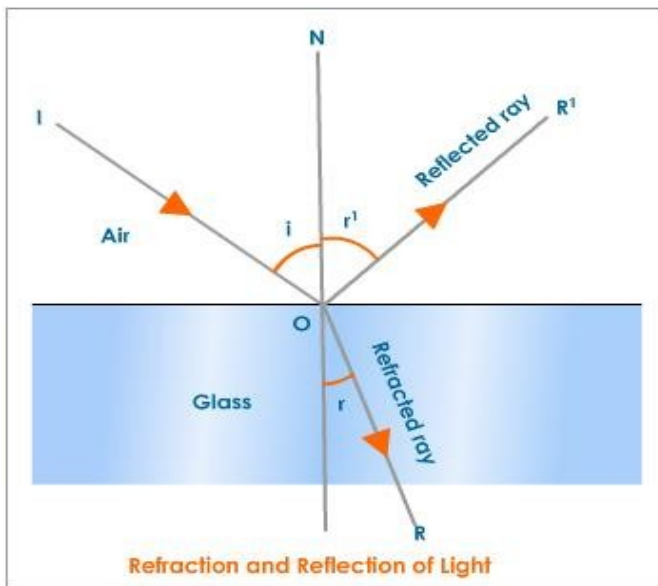
Lentilles à bords minces

Lentilles à bords épais

### III.2. Réflexion et réfraction

Quand la lumière arrive à la surface de séparation de deux milieux, on observe deux phénomènes :

- ✓ la **réflexion** : la lumière est renvoyée dans une direction privilégiée ;
- ✓ la **réfraction** : la lumière pénètre dans le second milieu en subissant généralement une déviation.



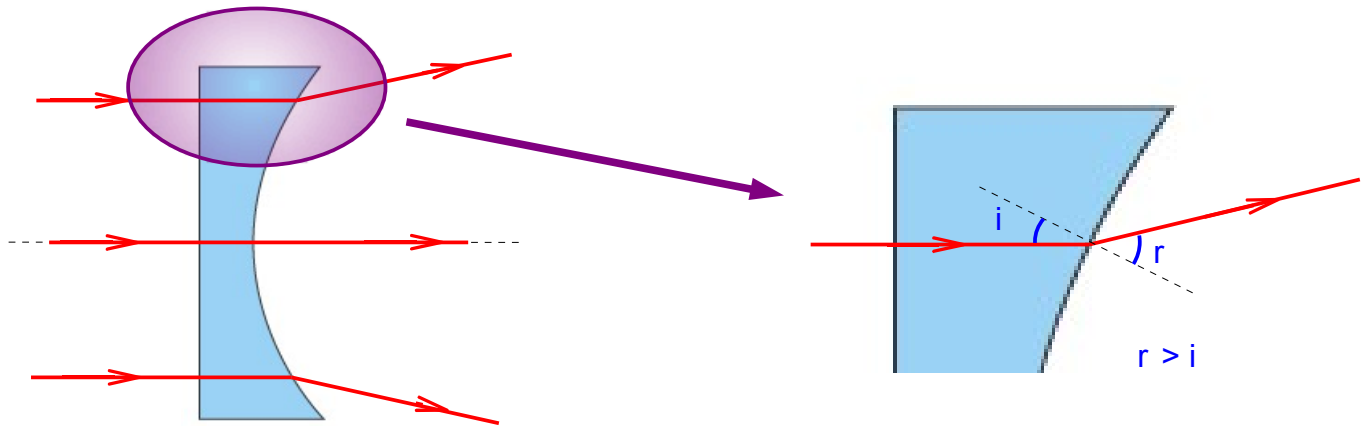
#### Lois de Snell-Descartes :

- Les rayons I, R' et R sont dans le même plan normal à la surface de séparation.
- $i = r'$
- $n_1 \sin i = n_2 \sin r$



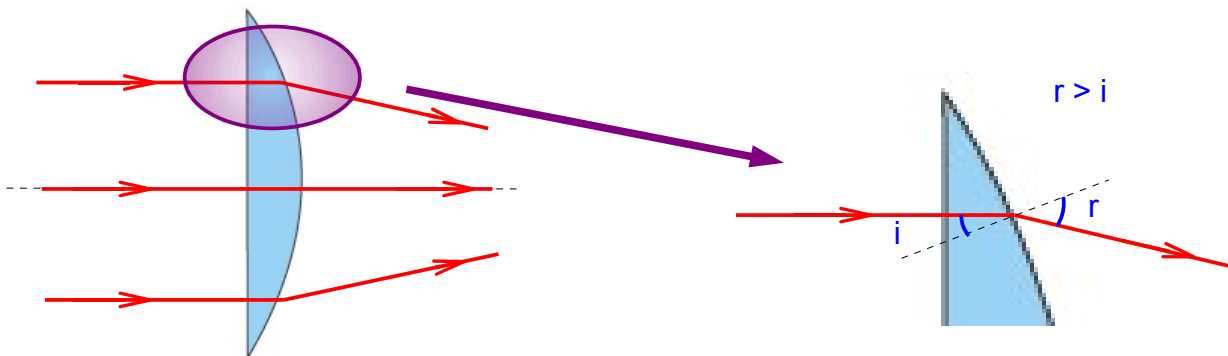
### III.3. Lentilles divergentes

En traversant une lentille à bords épais, les rayons lumineux s'écartent les uns des autres : il s'agit d'une lentille divergente.



### III.4. Lentilles convergentes

En traversant une lentille à bords minces, les rayons lumineux se rapprochent les uns des autres : il s'agit d'une lentille convergente.



# COURS

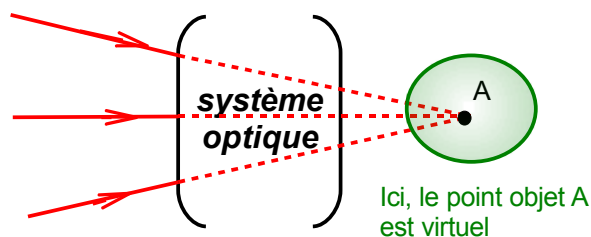
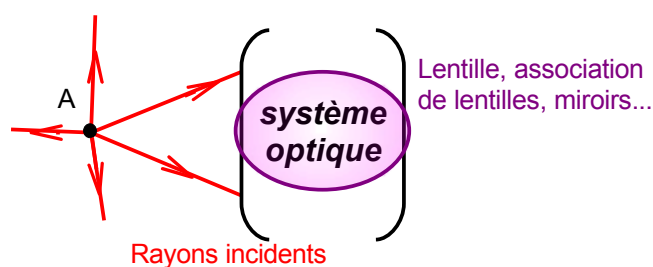


## TP n°1 Lentilles convergentes

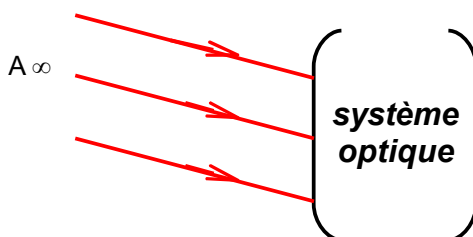
### I. Objet et image

#### I.1. Point objet et objet

Un point objet A (source de lumière) envoie de la lumière dans toutes les directions de l'espace. Pour un système optique, il se trouve à l'intersection des rayons lumineux incidents.



*Le point objet A est à une distance finie*



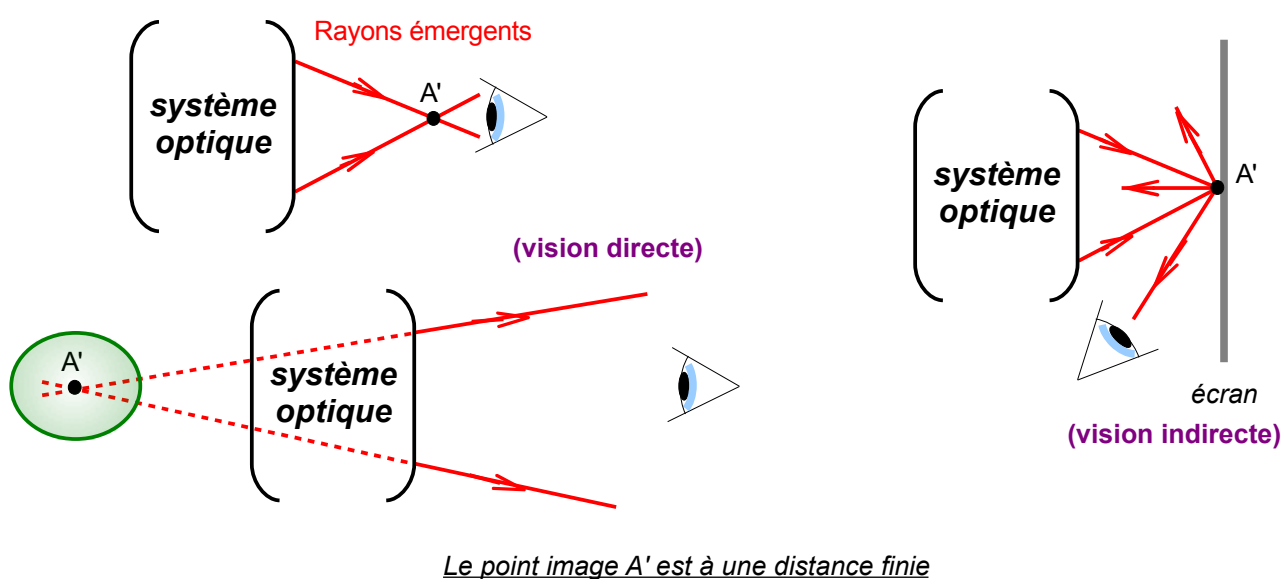
*Le point objet A est à une distance infinie  
(les rayons incidents sont parallèles)*



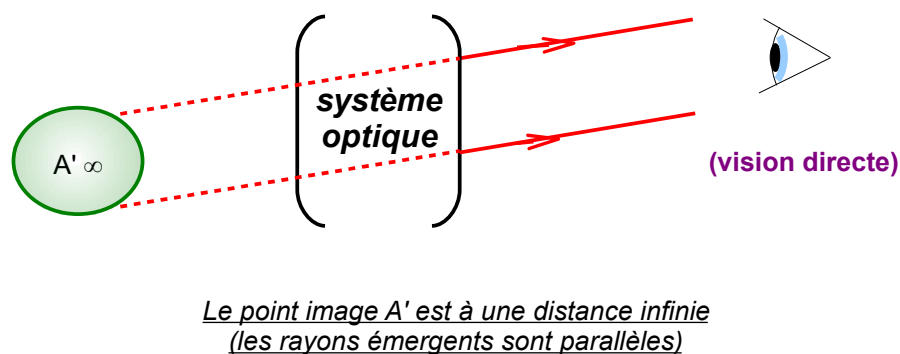
Un objet est modélisé comme un ensemble de points objets.

## I.2. Point image et image

La localisation de l'image d'un point-objet, aussi bien en vision directe qu'à l'aide d'un écran, montre qu'elle coïncide avec l'intersection des rayons émergent du système optique. Ce point d'intersection, d'où semble venir la lumière, est le point image  $A'$ .



Ici, les points images  $A'$  sont virtuels.

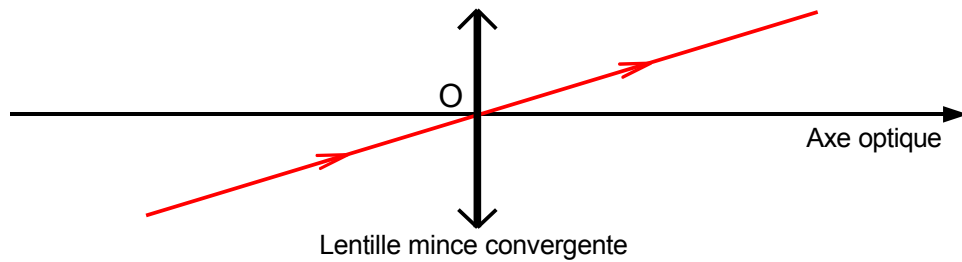


L'image d'un objet est l'ensemble des points images.

## II. Les lentilles minces convergentes

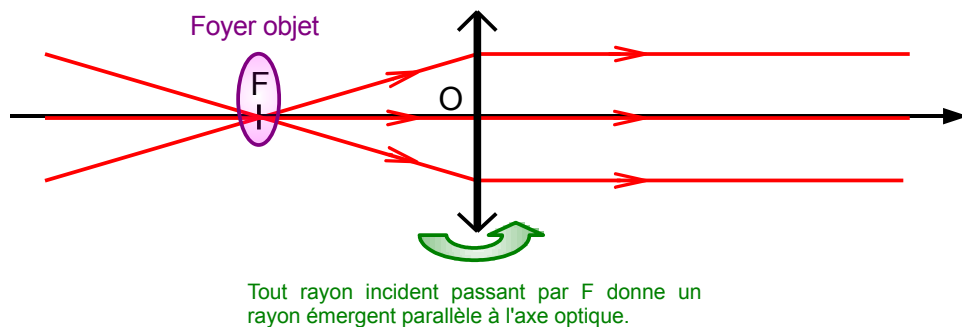
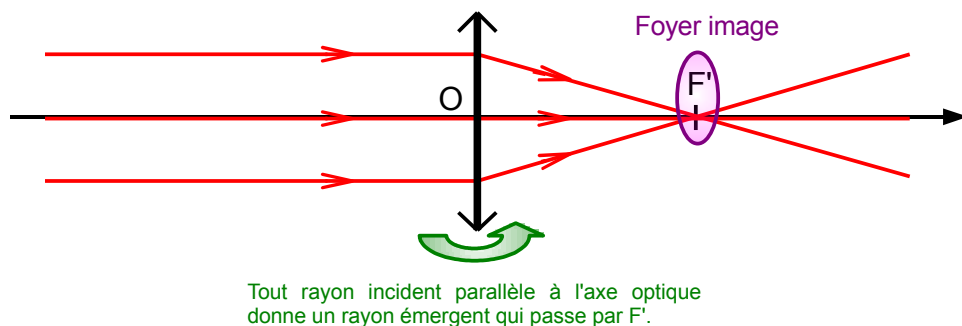
### II.1. Schématisation et centre optique

Si la lentille est suffisamment mince, on peut négliger l'épaisseur de sa partie centrale qui se réduit alors à un point, noté O et appelé **centre optique**.



Tout rayon passant par le centre optique n'est pas dévié.

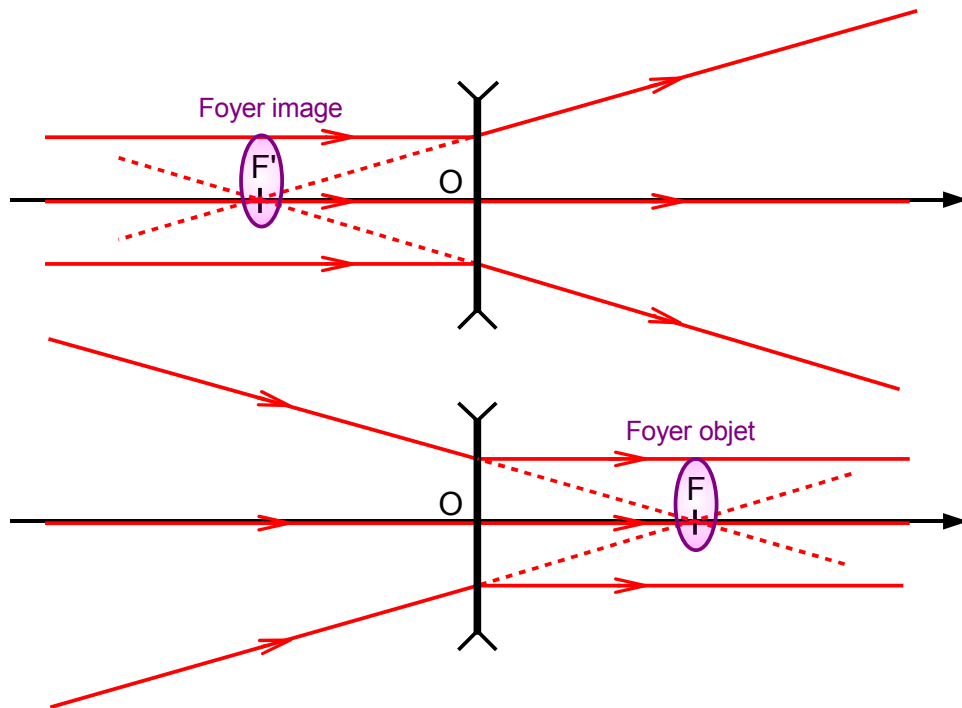
### II.2. Foyer objet et foyer image





F et F' sont **symétriques** par rapport au centre optique.

Il sont inversés pour une lentille mince divergente.



### II.3. Distance focale et vergence

L'axe optique étant orienté dans le sens de propagation de la lumière, la distance focale est définie par la mesure algébrique  $\overline{OF'}$ .

Distance focale :

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

[ f' en mètre (m)

Vergence :

$$C = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

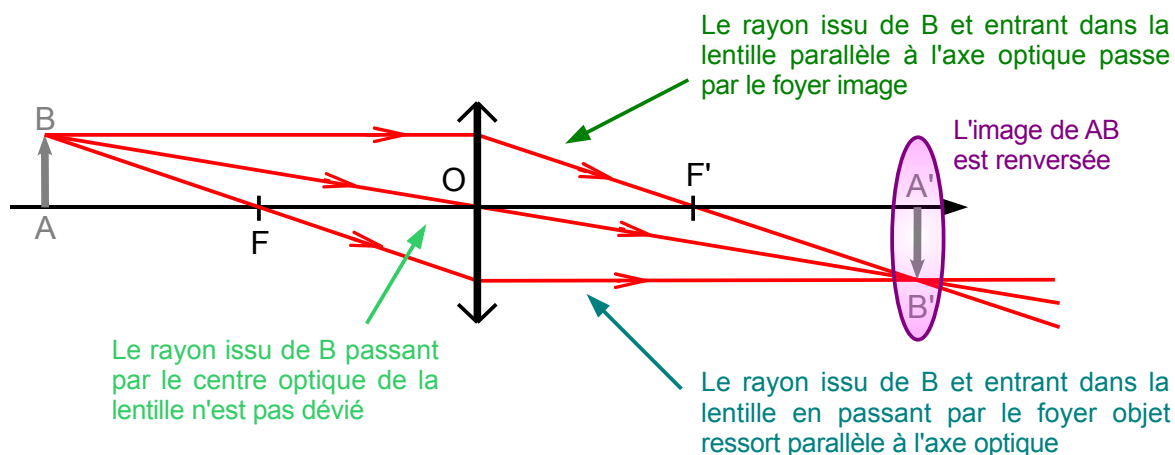
[ C en dioptrie (δ)



Une **lentille convergente** possède une **vergence positive** tandis qu'une **lentille divergente** possède une **vergence négative**.

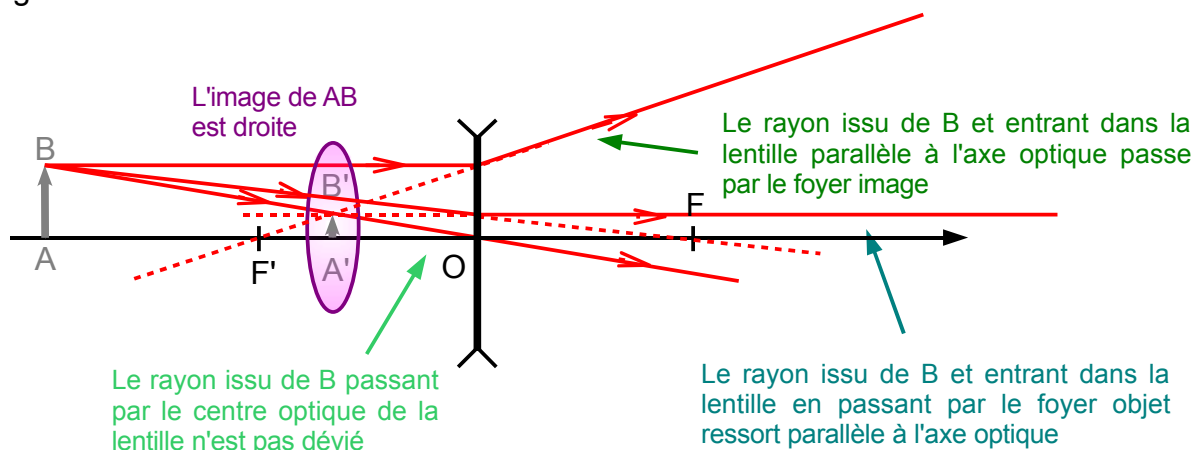
### III. Détermination de la position et de la taille de l'image

#### III.1. Détermination graphique



En réalisant l'image de AB en respectant l'échelle horizontale et verticale, on peut déterminer graphiquement la position et la taille de l'image A'B'.

La construction d'une image se fait de la même façon pour une lentille mince divergente :



L'image A'B' est **virtuelle**.

#### III.2. Détermination analytique



Les relations de conjugaison et de grandissement s'écrivent avec des **mesures algébriques**. Ces mesures peuvent donc être **positives** ou **négatives** selon l'orientation du vecteur leur correspondant par rapport à l'axe optique.

### III.2.a. Relation de conjugaison

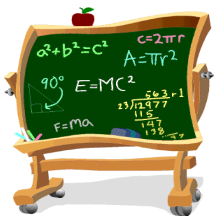
Une lentille de distance focale  $f$  donne d'un point objet A situé sur l'axe optique, un point image  $A'$ , conjugué de A, dont la position sur l'axe est donné par la relation :

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

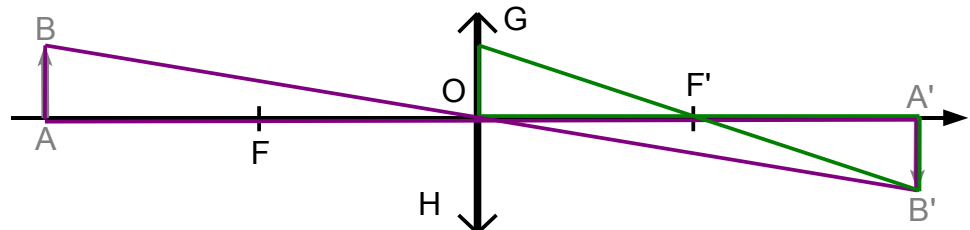
### III.2.b. Relation de grandissement

Le grandissement, noté  $\gamma$ , est le rapport de la taille de l'image et de la taille de l'objet

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



#### Démonstration de la relation de grandissement :



D'après le théorème de Thalès :  $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$

### Démonstration de la relation de conjugaison :

D'après le théorème de Thalès :  $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{OG}} = \frac{\overline{F'A'}}{\overline{F'O}}$

Or  $\overline{OG} = \overline{AB}$  ,  $\overline{F'O} = - \overline{OF'}$

De plus  $\overline{F'A'} = \overline{F'O} + \overline{OA'}$

On en déduit :

$$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{F'O} + \overline{OA'}}{\overline{F'O}}$$
$$\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = 1 + \frac{\overline{OA'}}{\overline{F'O}}$$
$$\frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OF'}}$$
$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

On divise par  $\overline{OA'}$

(CQFD)



**Exercices p.18 et 19**

### III.3. Les conditions de Gauss

Pour qu'une lentille donne une image, il faut l'utiliser dans les conditions de Gauss :

- Les rayons incidents sont peu inclinés par rapport à l'axe optique ;
- Les rayons incidents traversent la lentille au voisinage de son centre optique.



Ces rayons sont qualifiés de **paraxiaux**.

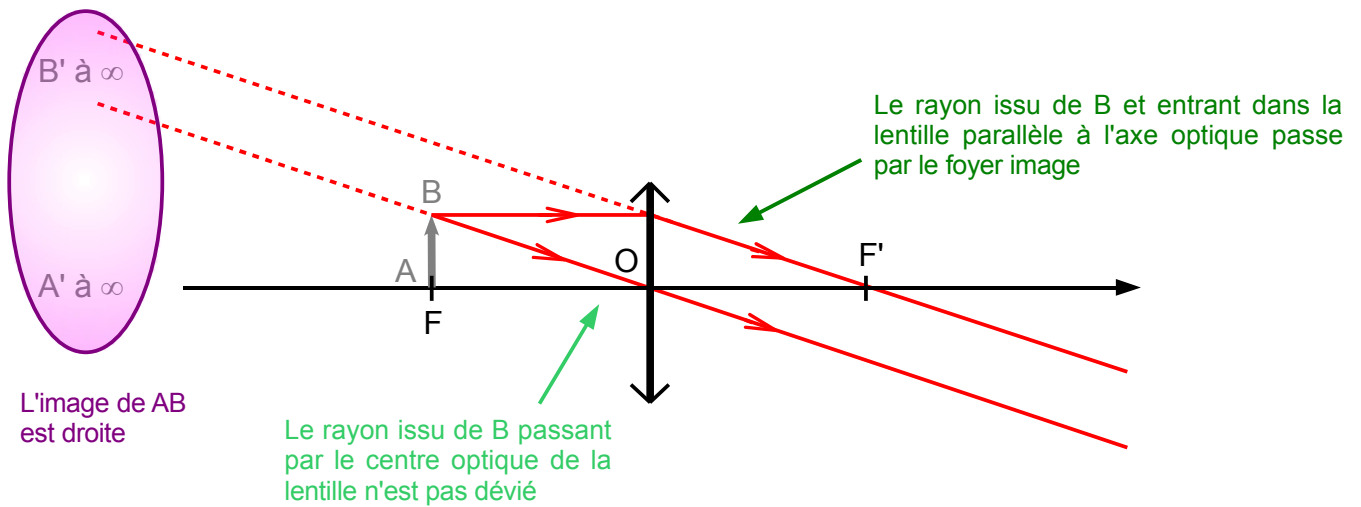
Le modèle de **lentille mince** (relation de conjugaison et grandissement) suppose les **conditions de Gauss respectées**.

Si ces conditions ne sont pas respectées, l'image obtenue est floue ou déformée.



### III.4. Cas particuliers

#### III.4.a. L'objet est situé au niveau du foyer F

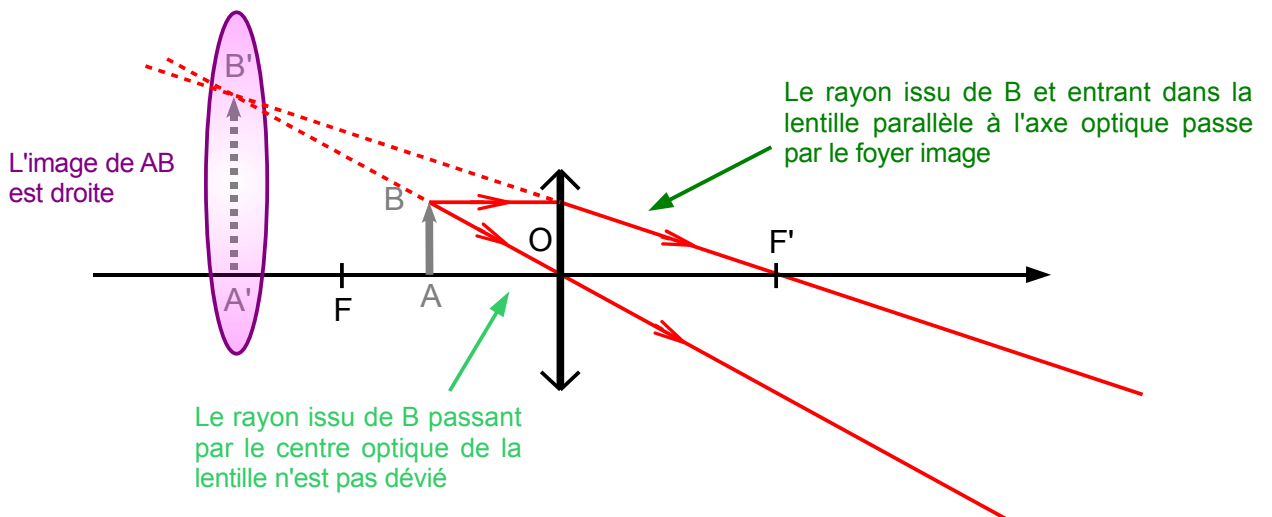


L'image A'B' est **virtuelle** et se situe à **l'infinie**.



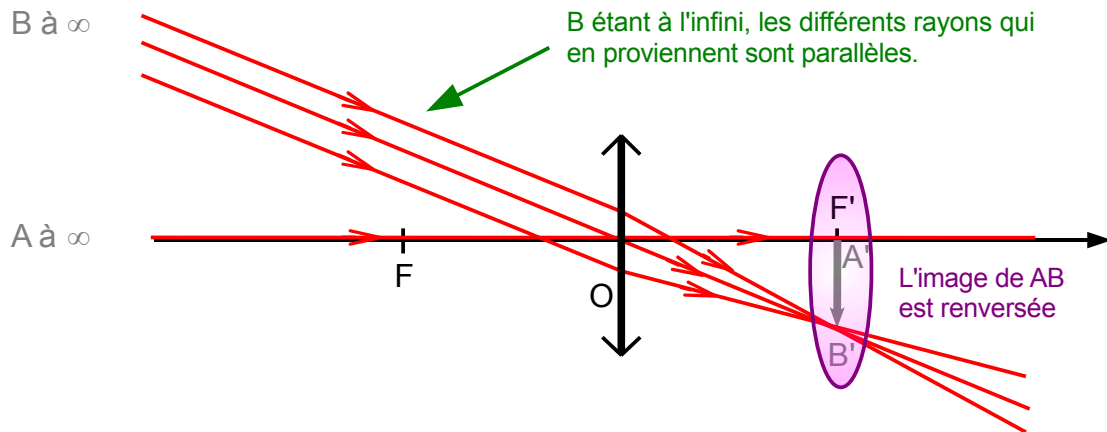
Un oeil normal peut observer cette image sans avoir besoin d'accommoder et donc de se fatiguer.

#### III.4.b. L'objet est situé entre le foyer F et O



L'image A'B' est **virtuelle** et **plus grande** que l'objet AB.

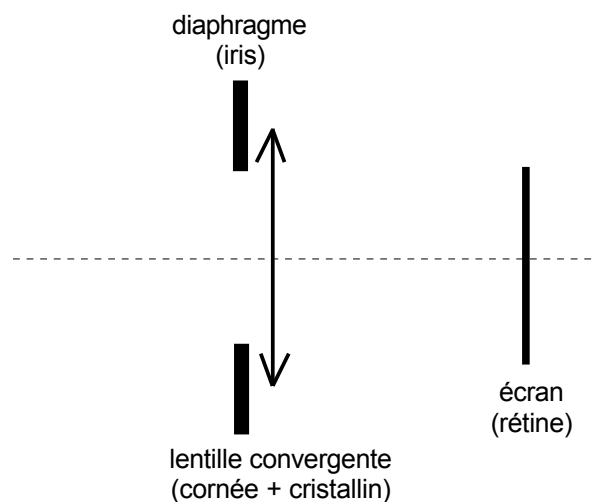
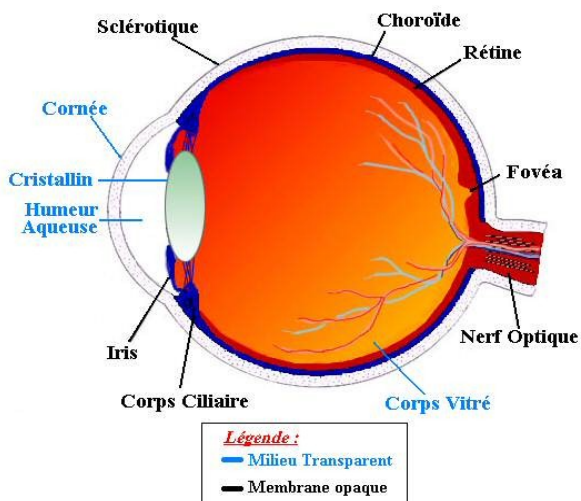
### III.4.c. L'objet est situé à l'infini



L'image d'un objet situé à l'infini se forme dans le plan perpendiculaire à l'axe optique contenant le foyer image de la lentille (**plan focal image**).

## IV. L'oeil

### IV.1. Anatomie et modélisation



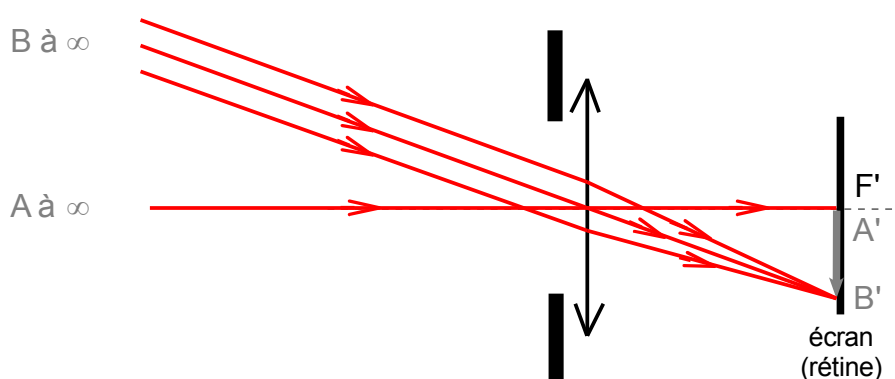
Le rôle des différents organes permet d'établir une analogie entre oeil et instrument d'optique.

## IV.2. Accommodation

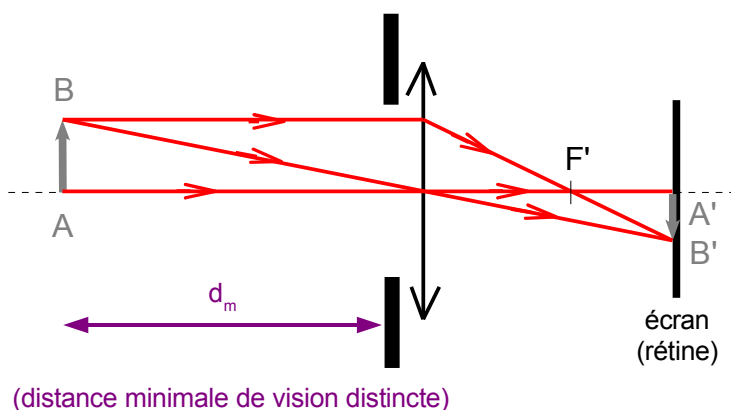
**La vision d'un objet est nette si son image se forme sur la rétine. La mise au point du système optique de l'oeil est un mécanisme réflexe appelé accommodation, assuré par le changement de forme du cristallin: il s'agit donc d'un changement de distance focale.**



Le punctum remotum (PR) est le point le plus éloigné visible par l'oeil au repos (l'oeil n'a pas besoin d'accommoder) ; il se situe à l'infini pour un oeil normal.



Le punctum proximum (PP) est le point le plus proche visible lors d'une accommodation maximale ; il est situé à environ 25 cm pour un oeil normal.

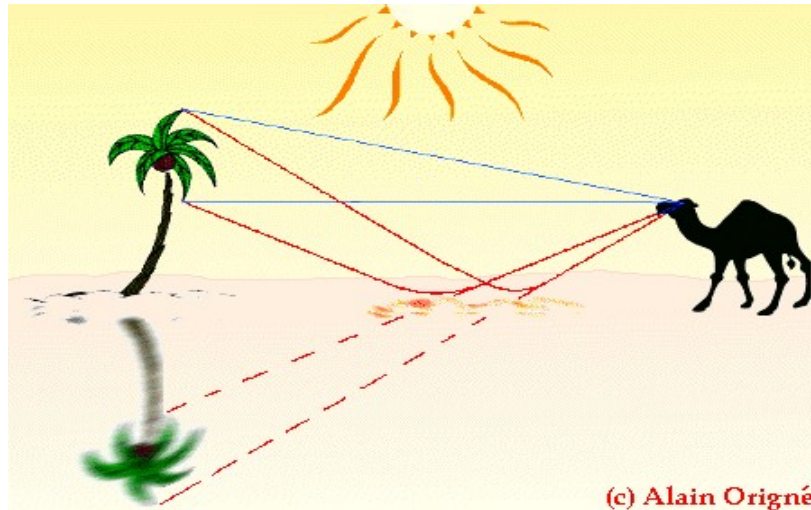


### IV.3. Rôle du cerveau

**Le cerveau, conditionné à la propagation rectiligne de la lumière, localise l'image en fonction des rayons lumineux qui pénètrent dans l'oeil.**



Le phénomène des mirages s'explique en parti par ce conditionnement.

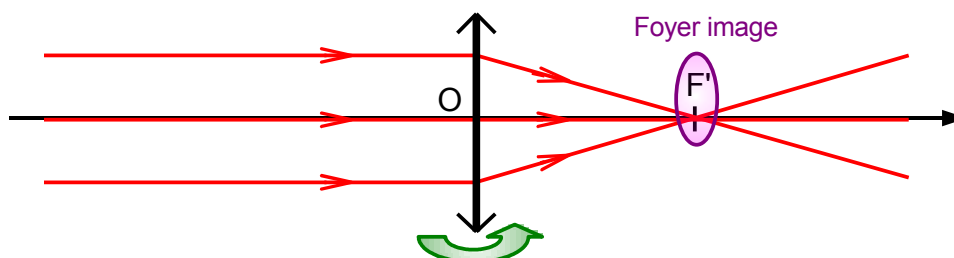


mirages inférieurs

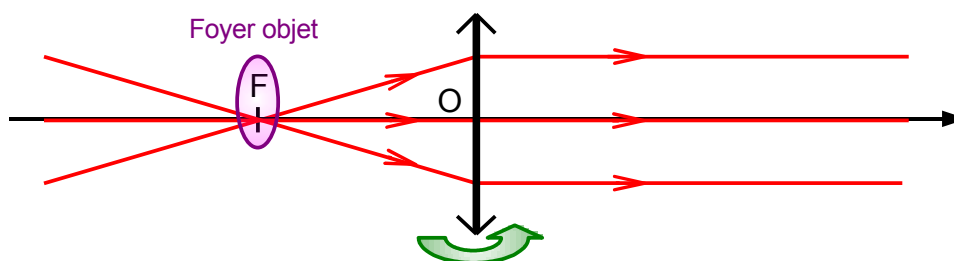


mirages supérieurs

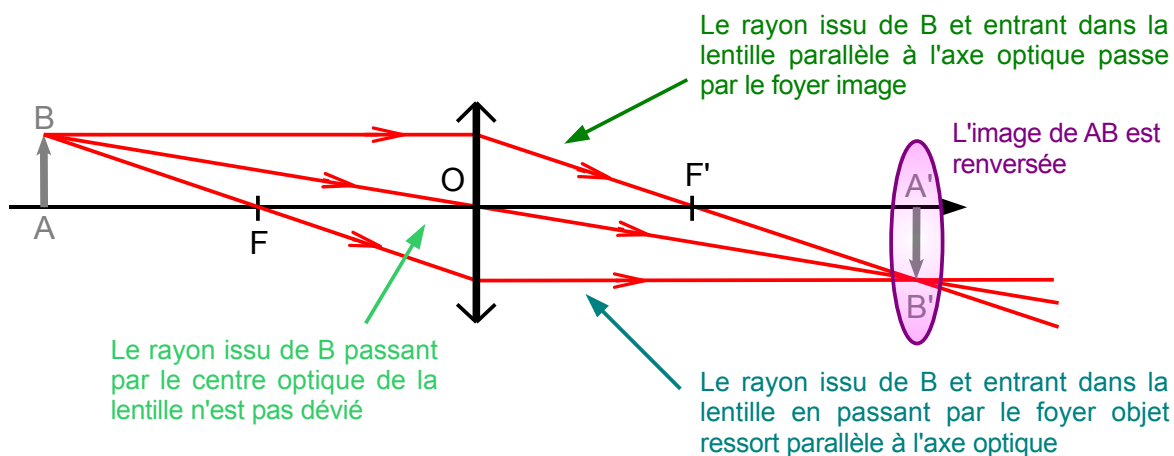
# CE QU'IL FAUT RETENIR



Tout rayon incident parallèle à l'axe optique donne un rayon émergent qui passe par F'.



Tout rayon incident passant par F donne un rayon émergent parallèle à l'axe optique.



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

**Relation de conjugaison**

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

**Relation de grandissement**

# OBJECTIF BAC...

---

Exercices du livre:

Annales de bac:

# BIBLIOGRAPHIE

---

- Physique – chimie collection SIRIUS  
T<sup>le</sup> S enseignement de spécialité, « NATHAN »

# ANIMATIONS

---

- [http://www.sciences.univ-nantes.fr/physique/perso/gtulloue/optiqueGeo/lentilles/lentille\\_mince.html](http://www.sciences.univ-nantes.fr/physique/perso/gtulloue/optiqueGeo/lentilles/lentille_mince.html)
- [http://fpassebon.pagesperso-orange.fr/animations/lentille\\_convergente.swf](http://fpassebon.pagesperso-orange.fr/animations/lentille_convergente.swf)