

# FORMATION D'IMAGES À L'AIDE DE LENTILLES MINCES CONVERGENTES ÉTUDE QUANTITATIVE

## I. CONDITIONS DE GAUSS

### 1. Enoncé

Pour qu'une lentille mince donne une image de bonne qualité il faut que les rayons lumineux traversent la lentille au voisinage de son centre optique et que les rayons soient peu inclinés sur l'axe optique.

### 2. Utilisation d'un diaphragme

Former l'image d'un objet sur l'écran à l'aide d'une lentille de distance focale  $f' = 10$  cm. L'image sera plus grande que l'objet.

a. Diaphragmer la lentille avec le diaphragme de grand diamètre.

Que constate-t-on ?

b. Répéter la même opération mais en diminuant le diamètre du diaphragme.

Que constate-t-on ?

c. Déplacer légèrement la lentille, non diaphragmée, de façon à ce que l'image présente un léger flou.

Diaphragmer la lentille. Que constate-t-on ?

d. L'image est nette. Faire pivoter légèrement la lentille, sans diaphragme, de façon à ce que son axe optique ne soit plus confondu avec l'axe du banc (l'objet n'est plus sur l'axe optique). Comment est l'image ? Diaphragmer la lentille. Que constate-t-on ?

### 3. Profondeur de champ

a. Former une image nette sur l'écran à l'aide de la lentille, non diaphragmée, dans les mêmes conditions que précédemment. Déplacer la lentille, en avant de sa position initiale. Noter la position maximale de la lentille qui permet d'obtenir une image encore nette. Déplacer la lentille vers l'arrière jusqu'à atteindre la position minimale de la lentille qui permet d'obtenir une image encore nette. La distance qui sépare les positions extrêmes de la lentille permettant de former une image nette est appelée « profondeur de champ ».

b. Répéter les mêmes opérations mais à avec le diaphragme de grand diamètre.

c. Répéter les mêmes opérations mais en diminuant le diamètre du diaphragme.

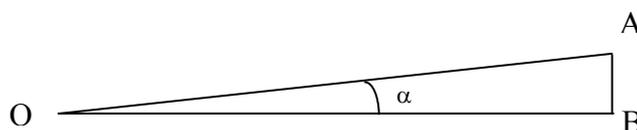
d. Que constate-t-on ?

### 4. Approximation des petits angles

Dans les conditions de Gauss les rayons lumineux traversent la lentille au voisinage de son centre optique et les rayons soient peu inclinés sur l'axe optique. Les angles que font ces rayons et l'axe optique sont petits (moins de  $5^\circ$ ). Il est très commode d'exprimer ces angles en radians (rad) car on peut, avec une bonne approximation confondre la valeur du sinus de l'angle avec la valeur de la tangente et la valeur de l'angle exprimée en radians :  $\alpha_{(\text{rad})} \approx \sin \alpha \approx \tan \alpha$

$$\sin \alpha = \frac{AB}{AO}$$

$$\tan \alpha = \frac{AB}{BO}, \alpha \text{ petit}, AO \approx BO \text{ donc } \underline{\sin \alpha \approx \tan \alpha} \text{ et par conséquent :}$$



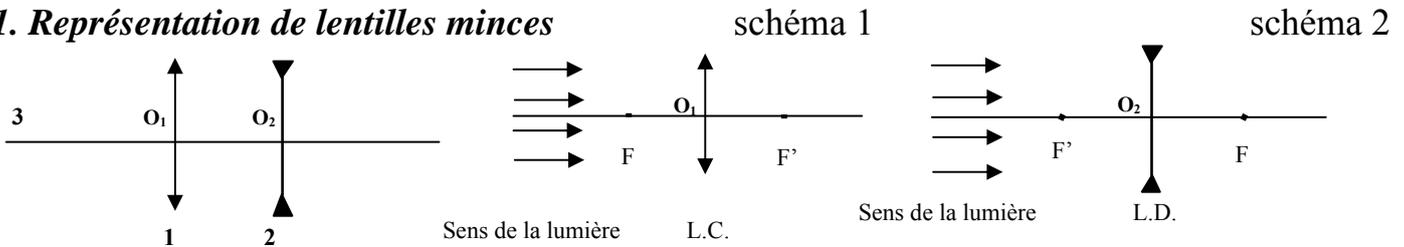
$$\alpha_{(\text{rad})} \approx \frac{AB}{BO}$$

### 5. Diamètre apparent ou diamètre angulaire

C'est l'angle sous lequel on voit un objet ou une image. Si l'objet ou l'image sont de petite taille par rapport à la distance d'observation ou s'ils sont infiniment éloignés de l'œil, le diamètre apparent est petit et on se trouve dans le cas des petits angles (cf. paragraphe I.4)

## II. CONVENTIONS DE REPRÉSENTATION. NOTATION ALGÈBRE

### 1. Représentation de lentilles minces



1 : lentille convergente, 2 : lentille divergente, 3 : axe optique principal, F : foyer objet, F' : foyer image,  $O_1, O_2$  : centres optiques

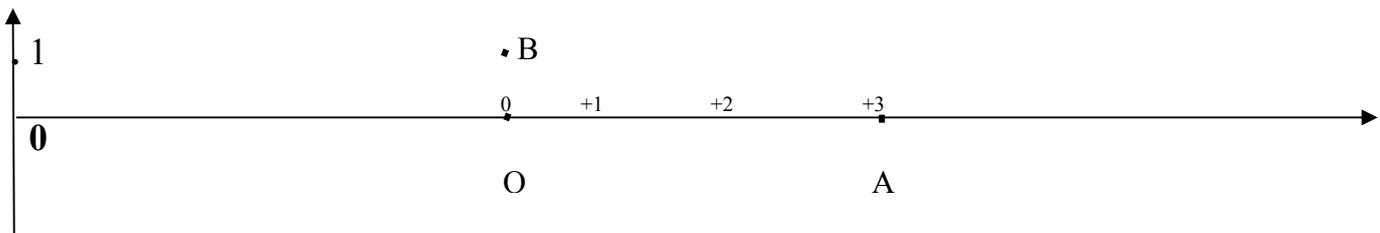
### 2. Notation algébrique

L'axe optique est orienté dans le sens de propagation de la lumière. Celui-ci est conventionnellement choisi de gauche à droite.

Perpendiculairement à cet axe horizontal, un axe vertical sera orienté vers le haut.

En conséquence, les segments (représentant les distances entre des points de ces axes) seront mesurés positivement s'ils sont pris dans le sens des axes et négativement s'ils sont pris dans le sens contraire de l'axe. La notation algébrique s'écrira de la façon suivante :  $\overline{OA}$  représente une longueur et un signe. Exemples :

$$\overline{OA} = +3, \quad \overline{AO} = -3, \quad \overline{OB} = +1, \quad \overline{BO} = -1,$$



## III. DISTANCE FOCALE, VERGENCE ET GRANDISSEMENT

### 1. Distance focale

On la note  $f' = \overline{OF'}$  elle est positive pour une lentille convergente et négative pour une divergente (cf. schémas 1 et 2).

### 2. Vergence

C'est l'inverse de la distance focale, celle-ci doit être exprimée en « mètre ». La vergence s'exprime alors en « dioptrie » (dont le symbole est  $\delta$ )

$$C = \frac{1}{f'_{(m)}}$$

Exemples : une lentille de 1 m de distance focale a une vergence de  $1 \delta$ , une lentille de distance focale 10 cm aura une vergence de :  $\frac{1}{0,10} = 10 \delta$ , etc.

### 3. Grandissement

Le grandissement  $\gamma$  est le rapport qu'il y a entre la taille de l'image et celle de l'objet, ces deux longueurs sont représentées par des valeurs algébriques, elles seront positives ou négatives selon le sens de l'image,

Par conséquent,  $\gamma$  est négatif si l'objet et l'image ont des sens contraires, il est positif si l'objet et l'image ont le même sens.

## IV. RELATION DE CONJUGAISON (relation de Descartes) : Vérification de la relation avec le banc d'optique

### 1. La relation

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

### 2. Vérification de la relation

On utilisera une lentille convergente de distance focale  $f' = 20 \text{ cm}$

a. Former l'image de l'objet dans les cas suivants et noter les valeurs  $\overline{OA'}$  correspondantes :

❖ La distance lentille-objet est supérieure au double de la distance focale (par exemple  $\overline{OA} = -1000 \text{ mm}$ ).

❖ La distance lentille-objet est égale au double de la distance focale ( $\overline{OA} = -400 \text{ mm}$ ).

❖ La distance lentille-objet est inférieure au double de la distance focale mais supérieure à la distance focale de la lentille  $\rightarrow$  (par exemple  $\overline{OA} = -300 \text{ mm}$ ).

b. Calculer les valeurs  $\overline{OA'}$  à l'aide de la relation de conjugaison :  $\overline{OA'} = \frac{(\overline{OF'} \cdot \overline{OA})}{(\overline{OF'} + \overline{OA})}$

c. Comparer les valeurs de  $\overline{OA'}$  lues sur le banc d'optique et celles qui ont été calculées.

Conclusion.

## V. CONSTRUCTION D'UNE IMAGE

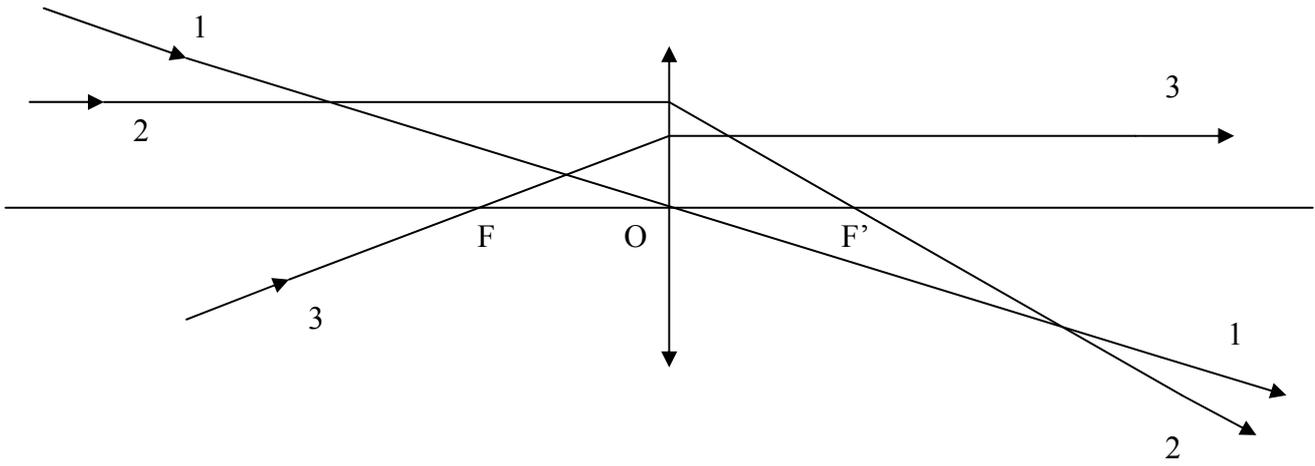
### 1. Règles de propagation de la lumière à travers une lentille mince convergente

a. Tout rayon incident (1) passant par le centre optique de la lentille émerge de la lentille sans déviation.

b. Tout rayon incident (2) parallèle à l'axe optique de la lentille émerge de la lentille en passant par le foyer image.

c. Tout rayon incident (3) passant par le foyer objet émerge de la lentille parallèlement à l'axe optique .

... /...



**2. Construction de l'image à l'aide d'un logiciel téléchargé sur internet (par exemple « OPTGEO »).**