

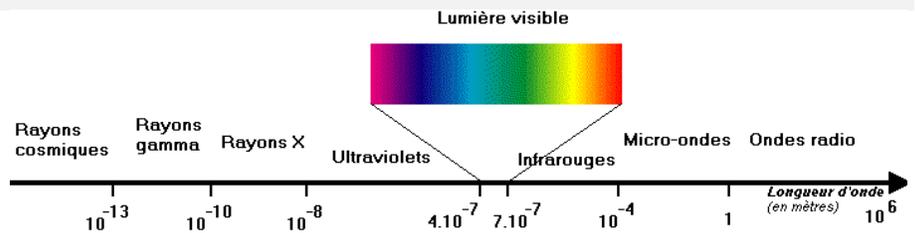
## I. HISTORIQUE

- Les premières traces d'utilisation d'une lentille proviennent de la Grèce antique. Aristophane y fait notamment référence dans sa pièce « Les Nuées » écrite en -423 av. J.-C. en évoquant un « verre à feu » (une lentille convexe utilisée pour produire du feu en focalisant les rayons solaires).
- Le mathématicien arabe Alhazen (965-1038), a écrit le premier traité d'optique qui décrit comment le cristallin forme une image sur la rétine.
- Les lentilles n'ont cependant pas été utilisées par le grand public avant la généralisation des lunettes de vue, probablement inventées en Italie dans les années 1280. (Source : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Lentille\\_optique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Lentille_optique))

## II. RAPPELS

### a. CONDITIONS DE VISIBILITÉ

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



- 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.

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

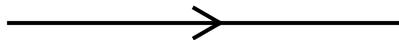
- La couleur d'un objet dépend de la lumière qu'il envoie et de la lumière qui l'éclaire.
- On ne voit pas la lumière, mais seulement des « objets », à condition que ces derniers envoient de la lumière dans l'œil de l'observateur.

#### Exemple :

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

### b. PROPAGATION DE LA LUMIÈRE

- Dans un milieu transparent et homogène, la propagation de la lumière est rectiligne.
- On modélise le 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.

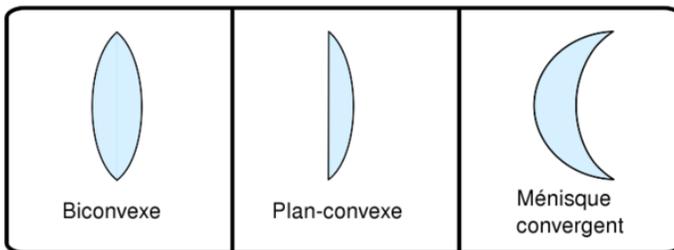


## III. LES LENTILLES

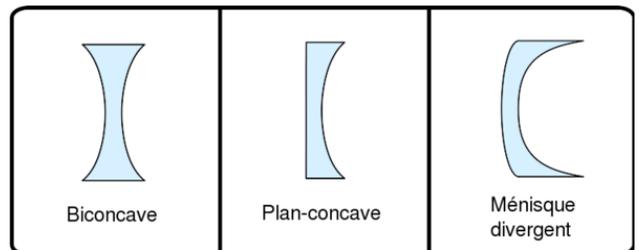
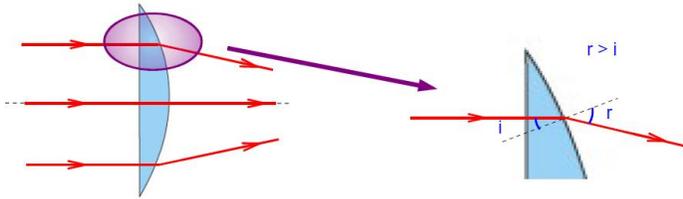
- On trouve les lentilles chez l'opticien ainsi que dans de nombreux appareils : appareils photographiques, projecteurs de diapositives, rétroprojecteurs, lunettes astronomiques, microscopes, etc...

### a. DÉFINITIONS

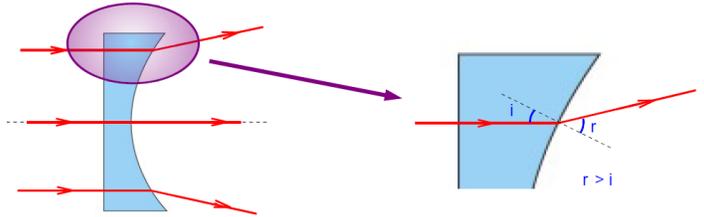
- Une **lentille** est un milieu transparent limité par deux surfaces dont l'une n'est pas plane. Les surfaces sont appelées des **dioptries** (plans ou sphériques).
- Il y a deux catégories différentes de lentilles : ([http://www.wikiquote.org/index.php?title=Physique\\_534:Les\\_lentilles](http://www.wikiquote.org/index.php?title=Physique_534:Les_lentilles))
  - Les **lentilles à bords minces** ou lentilles convergentes
  - Les **lentilles à bords épais** ou lentilles divergentes



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



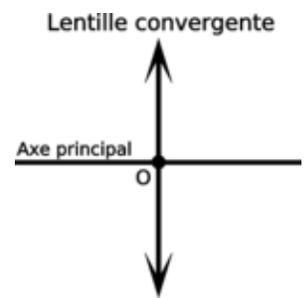
En traversant une lentille à bords épais, les rayons lumineux **s'écartent** les uns des autres : il s'agit d'une lentille divergente.



- Nous n'étudierons que des **lentilles à bords minces**, de faible épaisseur par rapport au diamètre. Pour une telle lentille, on peut considérer que les 2 sommets des dioptries sont confondus en un même point appelé **centre optique** et noté **O**.

### b. PROPRIÉTÉS D'UNE LENTILLE MINCE

- Le centre de symétrie de la lentille est appelé **centre optique**, et généralement noté **O**.
- L'**axe principal** ou **axe optique** est l'axe passant par le centre optique et perpendiculaire à la lentille (modèle ci-contre).
- Par convention l'axe principal est **orienté** suivant le **sens de propagation de la lumière** (généralement de gauche à droite).
- La lentille sépare l'espace en deux parties : l'**espace objet réel** placé en avant de la face d'entrée de la lentille par rapport au sens de propagation de la lumière, et l'**espace image réelle** placé après la face de sortie
- Un **point objet** est un point lumineux d'où partent les rayons lumineux. Un **objet** est formé d'un ensemble de points objets, souvent noté AB.
- Un **point image** est situé à l'intersection des rayons émergents du système optique et qui proviennent d'un même point objet. Une **image** est formée d'un ensemble de points images, souvent noté A'B'.



### c. CONDITIONS DE GAUSS

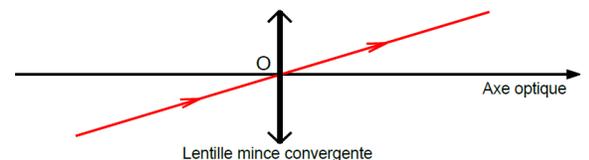
On appelle **conditions de Gauss** les conditions restrictives suivantes :

- Les rayons doivent être proches de l'axe principal
- Les rayons doivent être peu inclinés par rapport à l'axe principal

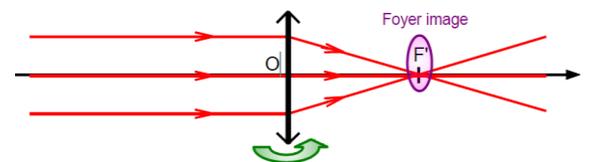
- Les objets sont de petites dimensions et placés perpendiculairement à l'axe optique.
- L'image d'un objet perpendiculaire à l'axe optique est plane et perpendiculaire à l'axe optique

### d. FOCERS, DISTANCES FOCALES, RAYONS PARTICULIERS ET VERGENCE

- Tout rayon lumineux traversant la lentille par son centre optique O n'est pas dévié.



- Les rayons lumineux parallèles à l'axe optique sont déviés par la lentille et viennent ensuite converger en un point appelé **foyer principal image** et noté **F'**.

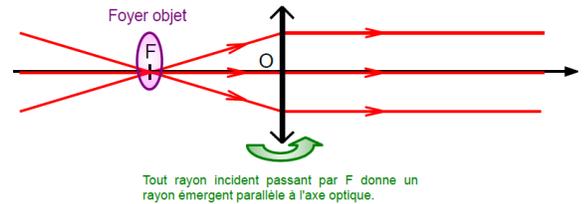


- La distance séparant le centre optique O de la lentille et le point F' est appelée **distance focale image** de la lentille et sa valeur algébrique est notée  $\overline{OF'} = f'$  (positive pour une lentille convergente).

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

→ Le point **F** symétrique de  $F'$  par rapport à **O** est appelé **foyer principal objet**.

- Les rayons passant par ce point **F** émergent parallèlement à l'axe optique après la lentille.
- La distance séparant le centre optique **O** de la lentille et le point **F** est appelée **distance focale objet** de la lentille et sa valeur algébrique est notée  $\overline{OF} = f$  (négative pour une lentille convergente).



→ Lorsque les rayons incidents sont parallèles et inclinés par rapport à l'axe principal, les rayons émergents convergent en des points constituant un plan perpendiculaire à l'axe optique et contenant le foyer image  $F'$ . Ce plan est le **plan focal image**.

→ La **vergence** d'une lentille est  $C = \frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{f'}$  ; si  $f'$  est exprimée en mètres, la vergence s'exprime alors en **dioptrie** ( $\delta$ ). Les lentilles convergentes ont des vergences positives.

#### IV. FORMATION ET CONSTRUCTION D'UNE IMAGE

##### a. FORMATION D'UNE IMAGE SUR UN ÉCRAN

- On place sur le banc optique la lanterne comportant le numéro 1 jouant le rôle d'objet réel **AB**.
- On dispose une lentille convergente de vergence  $+6,7 \delta$  à 35 cm de l'objet.
- On dispose, après la lentille, un écran et on le déplace de façon à y obtenir une image nette.
- Observe l'image  $A'B'$  sur l'écran et détermine expérimentalement :
  1. La nature de l'image (réelle ou virtuelle, droite ou renversée).
  2. La position de l'image  $\overline{OA'}$  par rapport au centre optique de la lentille.
  3. Le grandissement de l'image  $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$

##### b. CONSTRUCTION GRAPHIQUE

4. Calcule la distance focale image  $f'$  de la lentille.
5. Représente, sur le papier millimétré joint, la lentille précédente avec ses foyers ainsi que l'objet **AB** (A sera placé sur l'axe principal).  
**Échelles** : axe principal : 1 cm sur la feuille pour 5 cm en réalité ; axe perpendiculaire 4 cm pour 1 cm en réalité.
6. À l'aide des 3 rayons particuliers issus de **B**, construit soigneusement le point  $B'$ , image de **B** et déduis de la construction graphique :
  - La nature de l'image (réelle ou virtuelle, droite ou renversée) ;
  - La position de l'image  $\overline{OA'}$  par rapport au centre optique de la lentille ;
  - Le grandissement de l'image  $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$
7. Compare les résultats obtenus par la construction graphique avec ceux obtenus expérimentalement.

##### c. CAS D'UN OBJET SITUÉ À L'INFINI

- L'objet **AB** est placé à gauche « à l'infini » : on suppose alors que les rayons issus du point **B** arrivent tous parallèles entre-eux donc inclinés d'un même angle par rapport à l'axe optique.
- 8. À l'aide des 3 rayons particuliers, construis l'image  $A'B'$  et déduis de la construction graphique :
  - la nature de l'image (réelle ou virtuelle, droite ou renversée) ;
  - la position de l'image  $\overline{OA'}$  par rapport au centre optique de la lentille.

#### V. RELATION DE CONJUGAISON DES LENTILLES MINCES

- On utilise le matériel précédent, ainsi que les conventions algébriques suivantes : le sens positif est donné par le sens de propagation de la lumière.
- La lentille utilisée sera de vergence  $+6,7 \delta$  ; l'objet a pour dimension  $AB = 1,0$  cm.
- On place la lentille sur le banc de façon à obtenir une image réelle sur l'écran. Mesure  $OA$ ,  $OA'$  et  $A'B'$
- Recommence les opérations 3 fois en modifiant la distance objet-lentille et complète le tableau suivant en précisant le signe de chaque grandeur.

Mesure N°	$\overline{OA}$ (m)	$\overline{OA'}$ (m)	$\overline{A'B'}$ (m)	$\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$	$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$	$\frac{1}{\overline{OA'}}$	$\frac{1}{\overline{OA}}$	$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$
1	- .....							
2	- .....							
3	- .....							
4	- .....							

En utilisant le tableau :

9. Quelle relation lie le grandissement et les positions de l'objet et de l'image ?

10. Calcule la vergence  $C$  de la lentille et compare-la avec la dernière colonne du tableau. On obtient la relation de conjugaison, dite de Descartes. Dédus-en la valeur de la distance focale.

**Ces 2 dernières définitions sont à connaître.**

