

GENERALITES SUR LES LENTILLES MINCES

1-Introduction:

Les lentilles sont les éléments essentiels de presque tous les instruments d'optique.

Les verres de lunette d'une personne myope sont des lentilles divergentes. Pour son travail, l'horloger utilise une loupe (lentille convergente).

Un objectif d'appareil photo est constitué d'une association de lentilles convergentes et divergentes.

L'objectif d'un microscope est une lentille épaisse convergente.

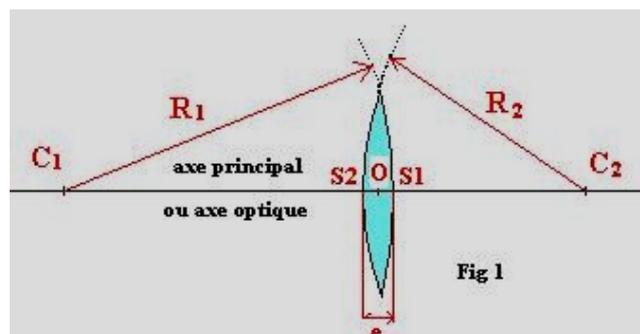
Comme les miroirs, les lentilles convergentes sont des collecteurs d'énergie. Qui n'a jamais essayé de faire brûler une feuille de papier en la plaçant au foyer d'une lentille mince convergente éclairée par le Soleil?

Le but de ce chapitre est d'étudier les **lentilles sphériques minces** dans des conditions particulières appelées «conditions de **Gauss**» qu'il faudra expliquer.

2- Définition d'une lentille sphérique:

Une lentille est un milieu transparent limité par deux dioptrés sphériques (ou par un dioptré plan et un autre sphérique).

Ses éléments géométriques sont: l'**axe principal ou axe optique**, qui joint les centres de courbures C_1 et C_2 des deux dioptrés et le **centre optique O** milieu des deux sommets S_1 et S_2 des deux sphères. (voir fig.1)



Les lentilles que nous utilisons sont minces (5 à 6mm au centre). Une lentille est mince si l'on peut considérer l'épaisseur petite devant les rayons R_1 et R_2 (ce que l'on supposera toujours vérifié par la suite).

Dans ce cas le centre optique est quasiment confondu avec les sommets s_1 et s_2 des deux sphères.

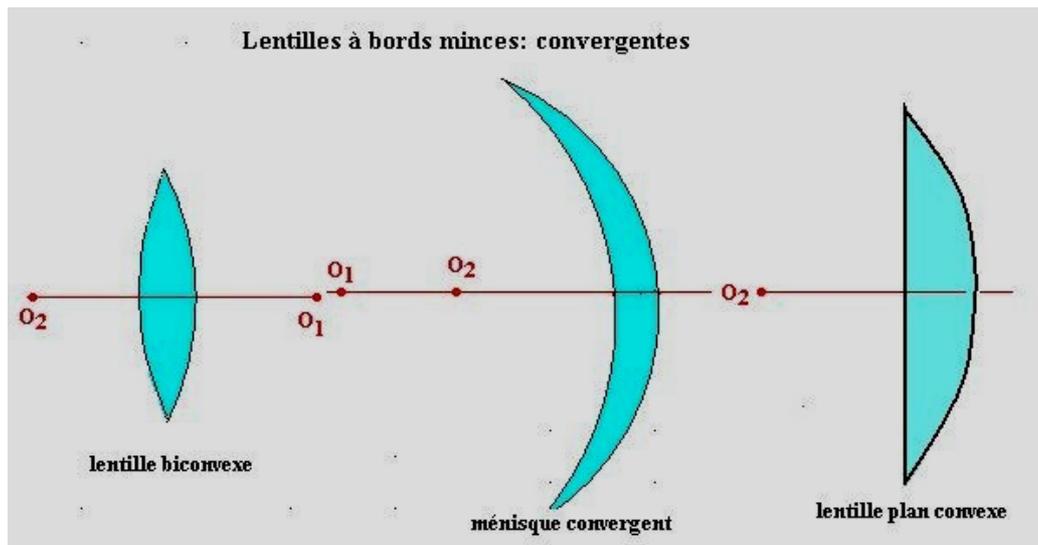
3- Les deux types de lentilles:

3-1: lentille à bords minces(convergentes):

3-1-1 Définition:

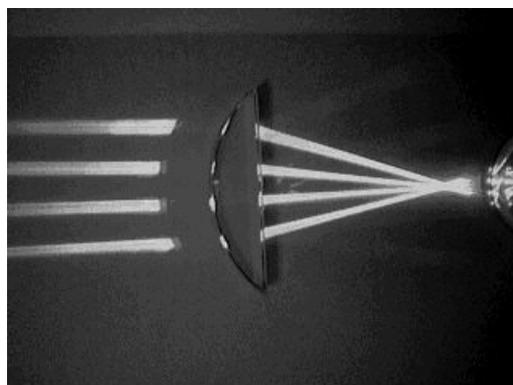
Pour ce type de lentille, l'épaisseur maximum se trouve sur l'axe optique; les bords sont donc plus minces que le centre. (Ceci ne contredit pas le fait que la lentille soit toujours considérée d'épaisseur négligeable même au centre).

3-1-2-Exemples:



3-1-3-Propriété fondamentale:

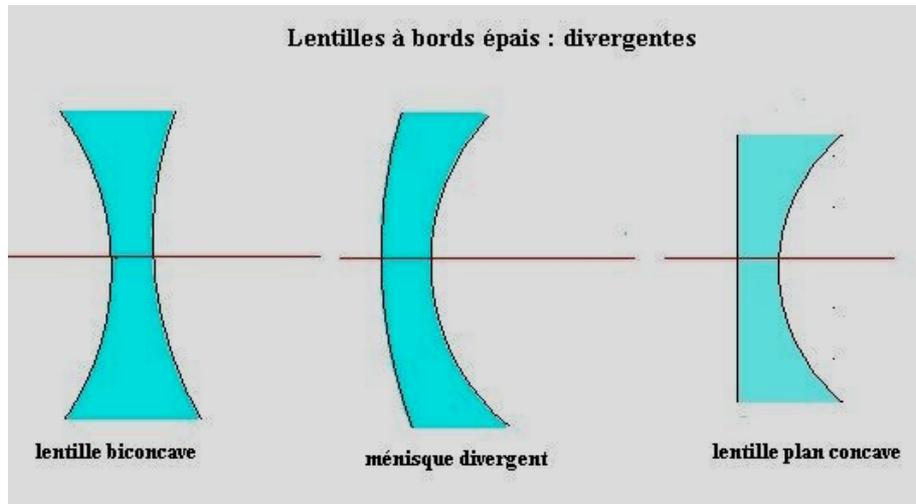
Considérons un faisceau de rayons parallèles à l'axe optique. Après avoir traversé la lentille les rayons se rapprochent les uns des autres et **convergent** sensiblement en un point: le foyer. Pour cette raison celle –ci est qualifiée de **convergente** (photo ci-dessous)



En retournant la lentille face pour face, les rayons convergent au même point .La lentille est optiquement symétrique.

3-2 Lentille à bords épais (divergentes):

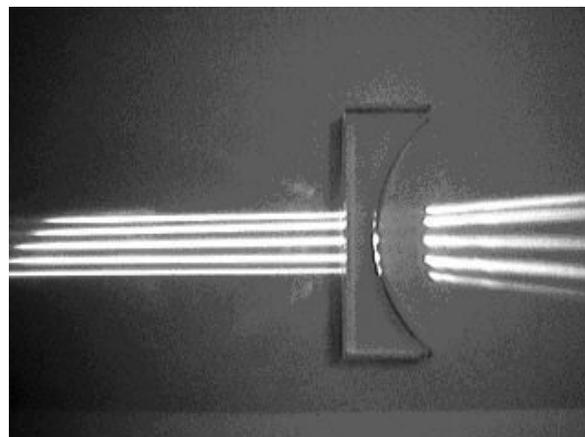
3-2-1 exemples:



3-2-2 Propriété fondamentale:

Sur la photo ci-dessous, un faisceau de rayons incidents parallèles à l'axe optique est réfracté en un faisceau divergent. Les rayons s'éloignent les uns des autres après avoir traversé la lentille.

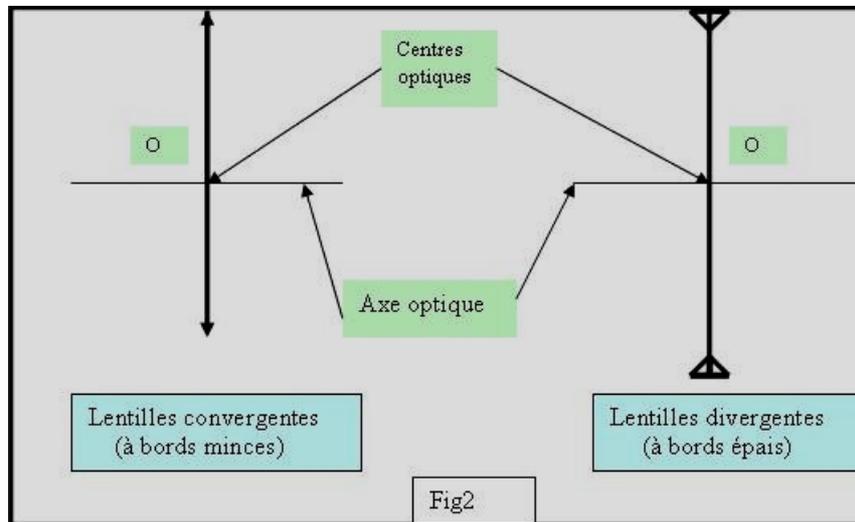
On qualifie ce type de lentille de **divergente**.



En retournant la lentille face pour face, l'effet sur les rayons lumineux est identique. La lentille est optiquement symétrique.

4-Schémas conventionnels des lentilles minces

L'épaisseur de la lentille mesurée sur l'axe optique étant négligeable, les sommets S_1 et S_2 sont alors pratiquement confondus avec le centre optique O . Les lentilles étant optiquement symétriques, il n'y a pas lieu de distinguer les faces des lentilles. En conséquence, nous adopterons les schémas conventionnels les plus simples suivants (fig.2):



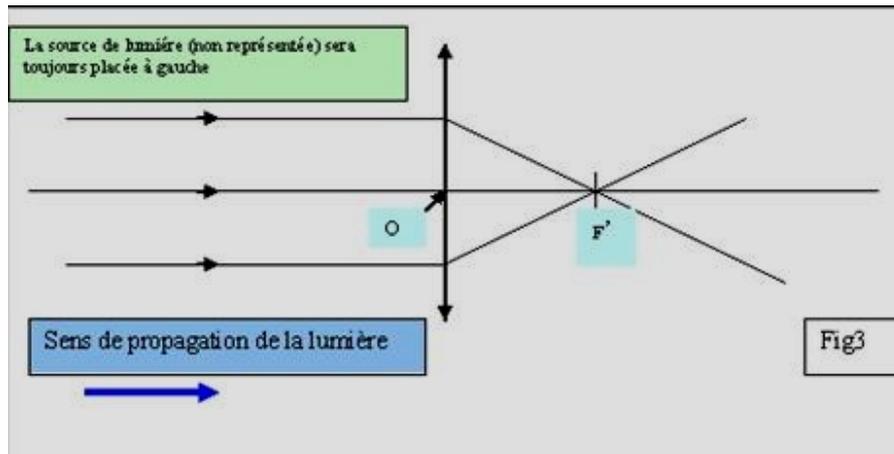
5- Foyers, distance focale et plan focaux d'une lentille:

5-1 Lentilles convergentes:

Eclairons une lentille par une source lointaine: le Soleil par exemple. Toute la lumière se concentre en un point: le **foyer principal image F'** . Ce point est l'image de la source lumineuse considérée à l'infini. La distance OF' entre le centre optique et le foyer image est appelée **distance focale image**. Elle est souvent notée **f'** ; elle est algébrique.(fig 3).

Il est nécessaire d'orienter l'espace pour repérer les foyers, les objets et les images .L'usage est d'orienter positivement l'axe optique suivant le sens de propagation de la lumière. Avec cette convention la distance focale **f'** pour une lentille convergente est positive.

$$\text{Distance focale: } f' = \overline{OF'} > 0$$

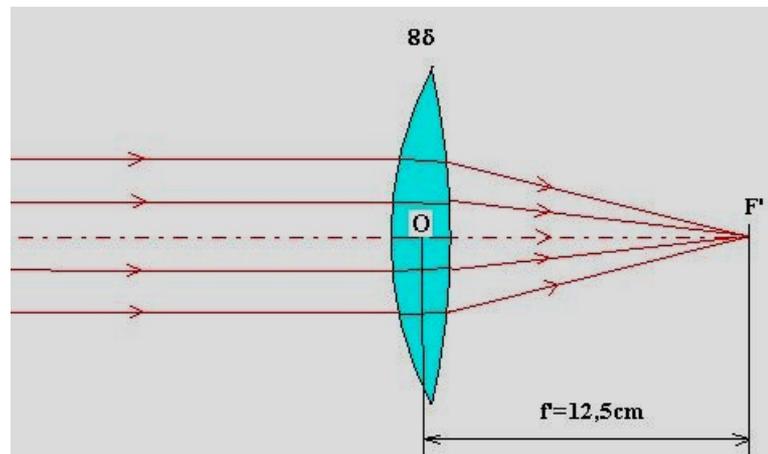


On appelle **vergence** l'inverse de la distance focale, soit le rapport:

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

l'unité S.I de vergence est la dioptrie (d) ce qui correspond à m^{-1} .

*Avec la convention précédente la **vergence d'une lentille convergente est positive.***



Application 1:

calcul de la distance focale à partir de la vergence:

Soit une lentille de vergence $C=+8d$, déterminer sa nature et sa distance focale f' :

La vergence étant positive, la lentille est convergente.et:

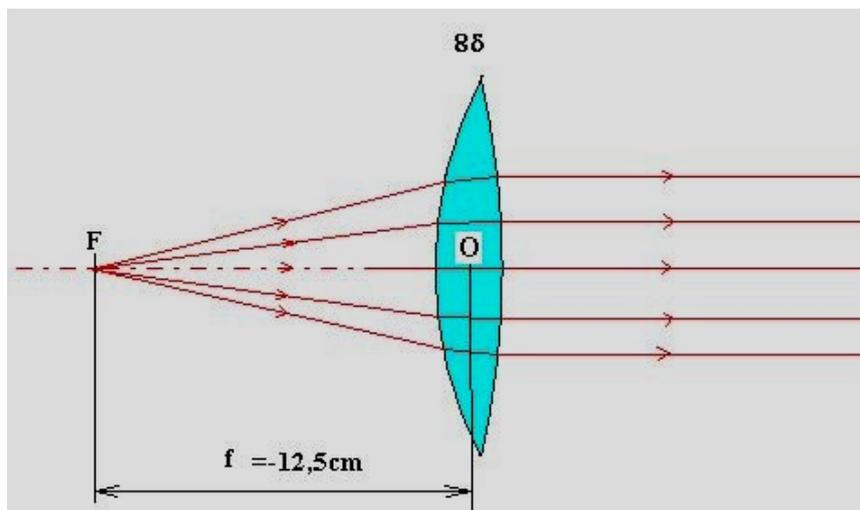
$$f' = \frac{1}{+8} = +0,125 = +12,5cm$$

Le **foyer principal objet F** est défini de façon symétrique. Tout rayon incident passant par **F**, qui traverse la lentille sort parallèlement à l'axe optique. Une source de lumière ponctuelle placée au foyer objet de la lentille produira un faisceau réfracté parallèle.

*Les deux foyers principaux objet **F** et image **F'** sont sur l'axe optique et symétriques par rapport au centre optique comme le montre la figure ci-dessous correspondant à la même lentille convergente.*

Le chemin suivi par la lumière est indépendant du sens de propagation (principe du retour inverse)

Considérons une lentille convergente de centre optique **O**
 Si le sens de propagation est changé, le foyer objet **F** (fig1) devient foyer image (fig2). **F** et **F'** ici confondus sont donc à la même distance de **O**.
 Pour un sens unique de propagation: **F** et **F'** sont donc bien symétriques par rapport à **O**

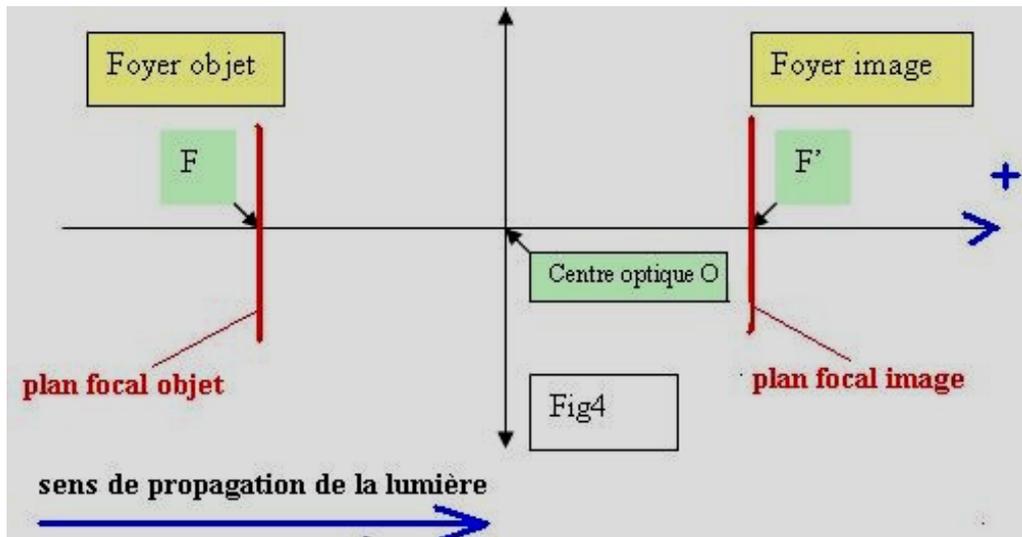


Compte tenu de l'orientation choisie de l'axe optique:

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

(ou $f = -f'$)

Remarque: les foyers F et F' sont à l'intersection de rayons réels, ils sont eux-mêmes réels.
Le plan perpendiculaire à l'axe optique et passant par F' (ou F) est le plan focal image (ou objet).



5-2 Lentille divergente:

Foyer principal image F' :

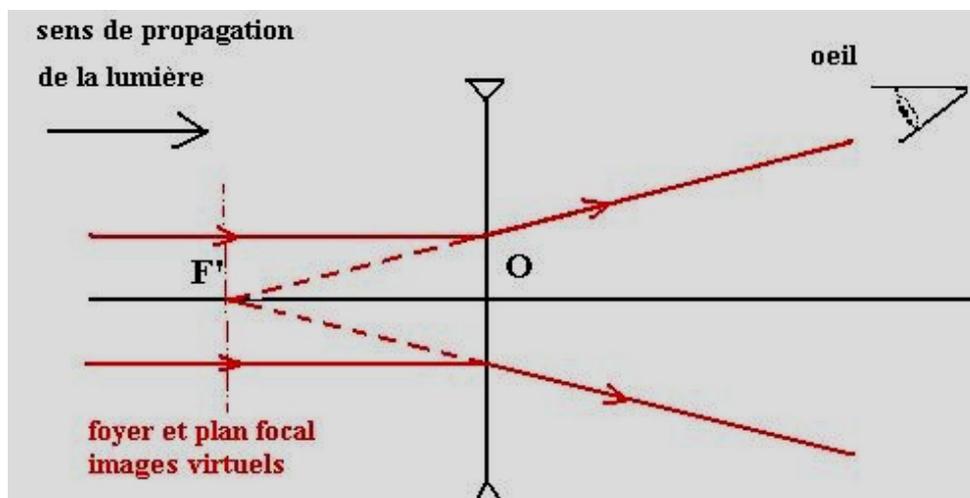
Un faisceau incident parallèle à l'axe optique, diverge après avoir traversé la lentille.

Les rayons lumineux réfractés «semblent» provenir d'une source ponctuelle F' .

F' n'est pas visible sur un écran comme le foyer d'une lentille convergente.

L'œil placé à droite regardant vers la lentille, semble voir le faisceau provenant d'une source ponctuelle fictive placée en F'

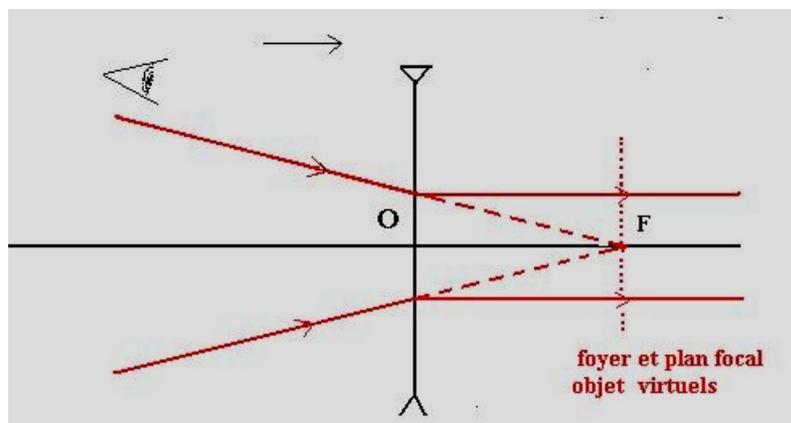
F' est virtuel.



$$\text{Distance focale: } f' = \overline{OF'} < 0$$

Foyer principal objet F:

Soit un faisceau incident convergent dont les rayons prolongés se coupent en un point **F**, Ce point est le foyer objet si le faisceau réfracté correspondant émerge parallèlement à l'axe optique.



L'œil placé à gauche regardant vers la lentille voit les rayons lumineux incidents se croiser en **F** mais ce point d'intersection n'est que fictif car en réalité les rayons ne se croisent pas!

F est virtuel

et

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

Vergence: elle est négative

Application 2:

calcul de la distance focale à partir de la vergence:

Soit une lentille de vergence $C = -2d$, déterminer sa nature et sa distance focale f' :

La vergence étant négative, **la lentille est divergente** et:

$$f' = \frac{1}{-2} = -0,500 = -50cm$$