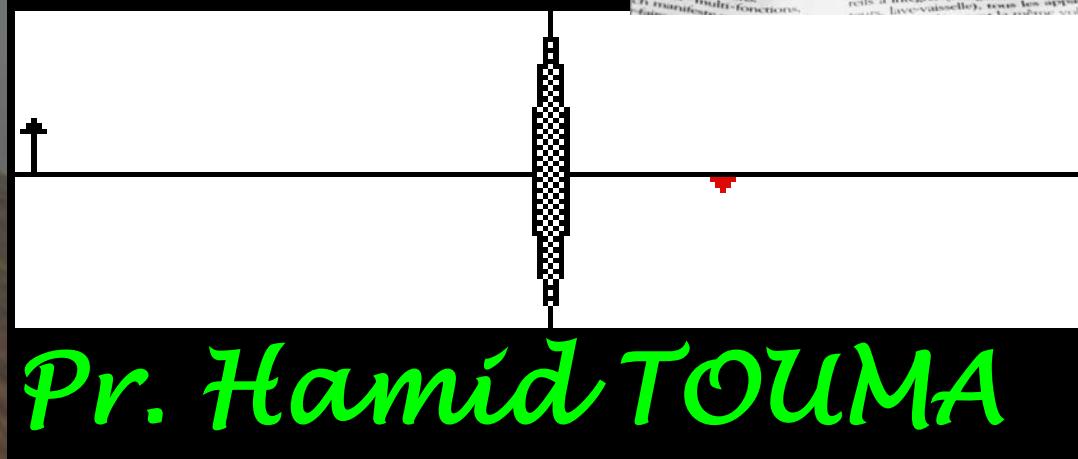


Lundi 10 mai 2021

# LES LENTILLES



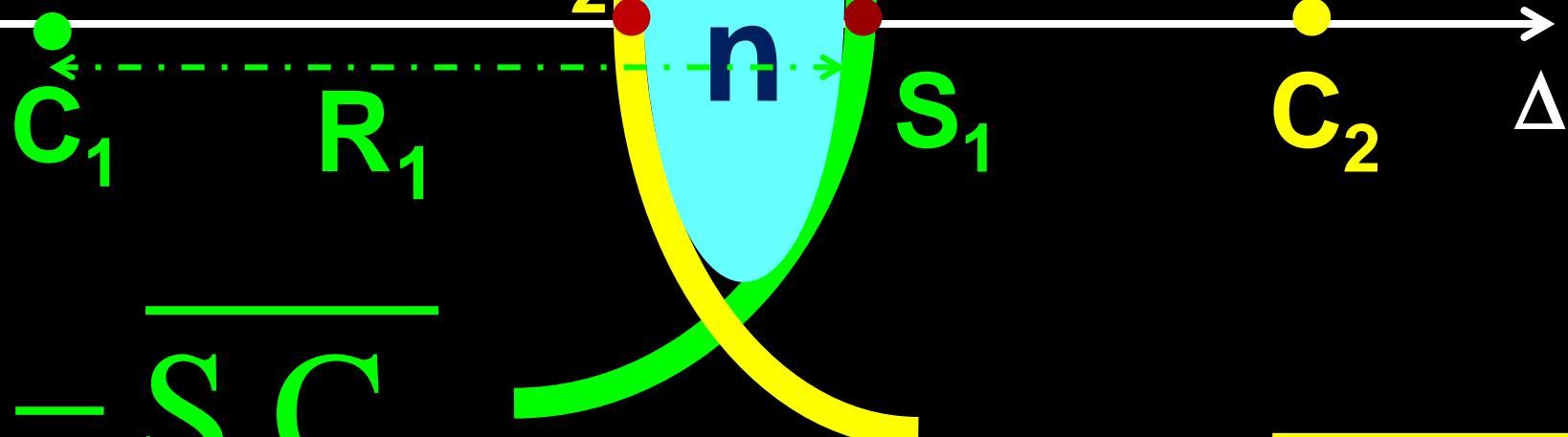
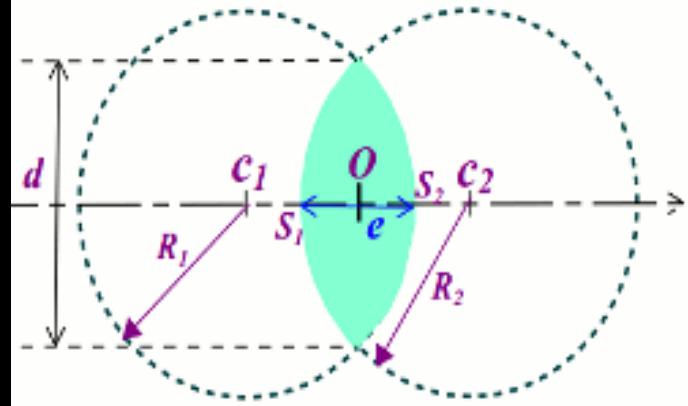
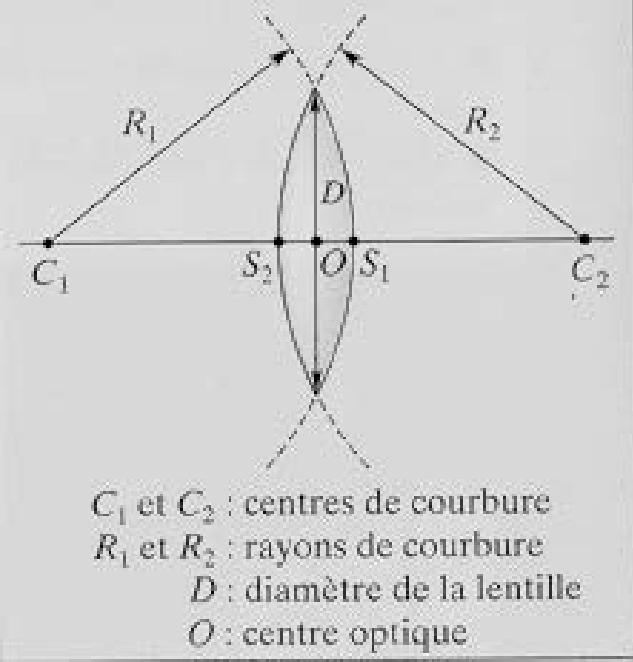
Pr. Hamid TOUMA

# Lentilles sphériques minces

Définition : Une lentille est un milieu transparent limité par deux calottes sphériques, ou par une calotte sphérique et une plane.

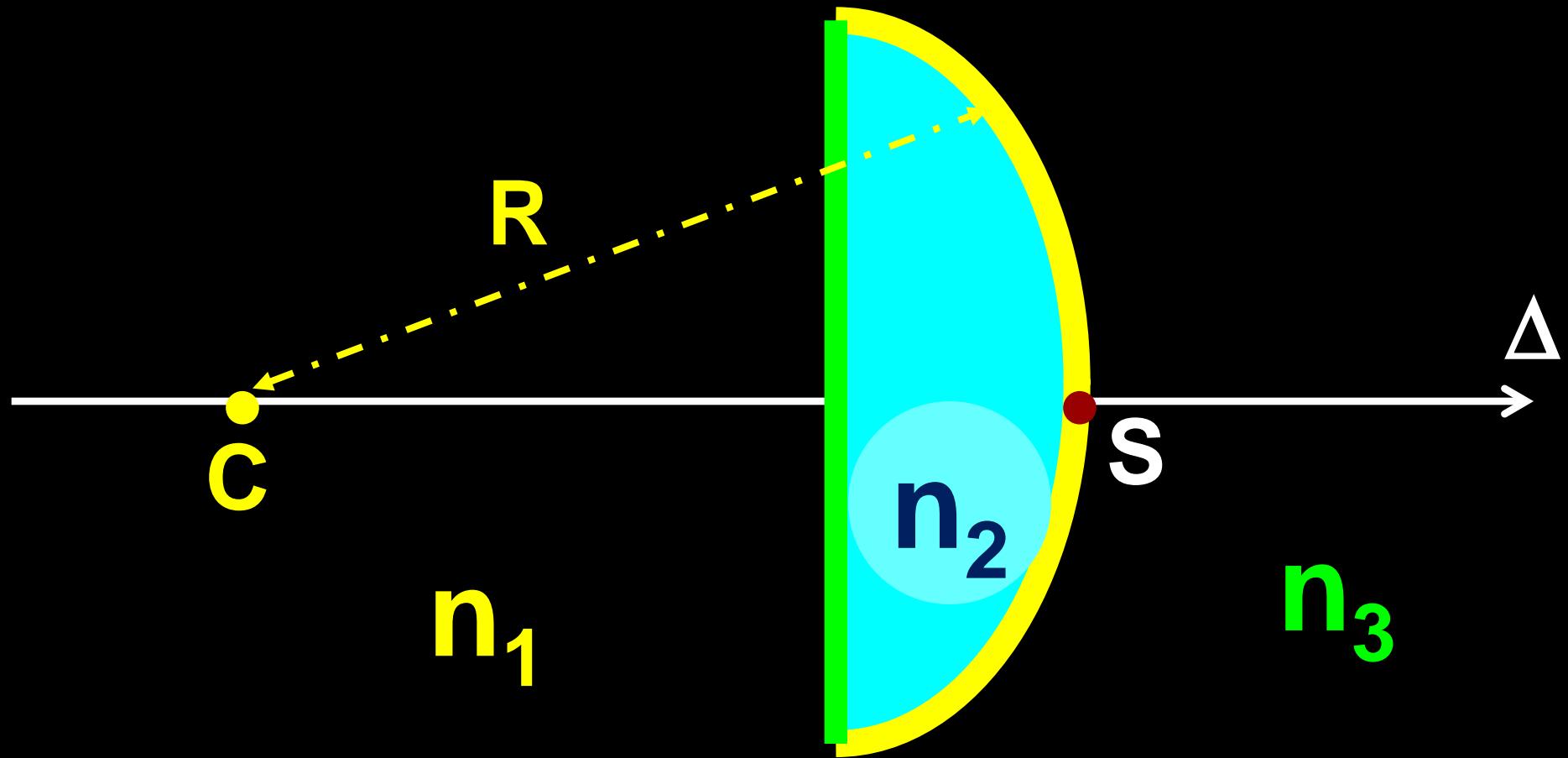
C'est l'association de deux dioptres, dont l'un est au moins sphérique.

$R_1$ ,  $R_2$ , et  $R$  sont les rayons de courbures.



$$R_1 = \frac{S_1 C_1}{S_1 - C_1}$$

$$R_2 = \frac{S_2 C_2}{S_2 - C_2}$$

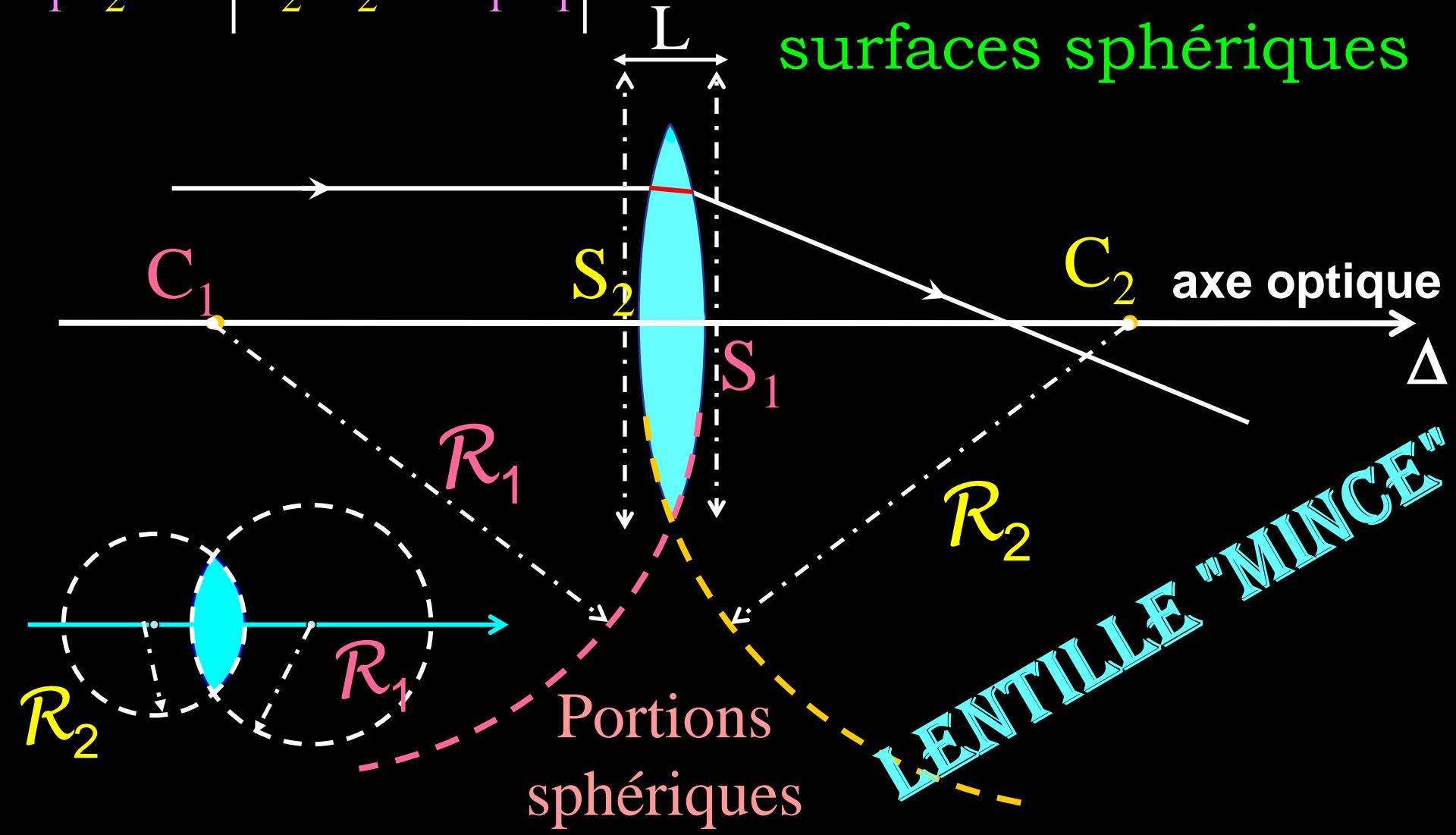


$$\overline{S_1 S_2} \ll \overline{S_1 C_1}$$

$$\overline{S_1 S_2} \ll \overline{S_2 C_2}$$

$$\overline{S_1 S_2} \ll \left| \overline{S_2 C_2} - \overline{S_1 C_1} \right|$$

La lentille idéale :  
surfaces sphériques

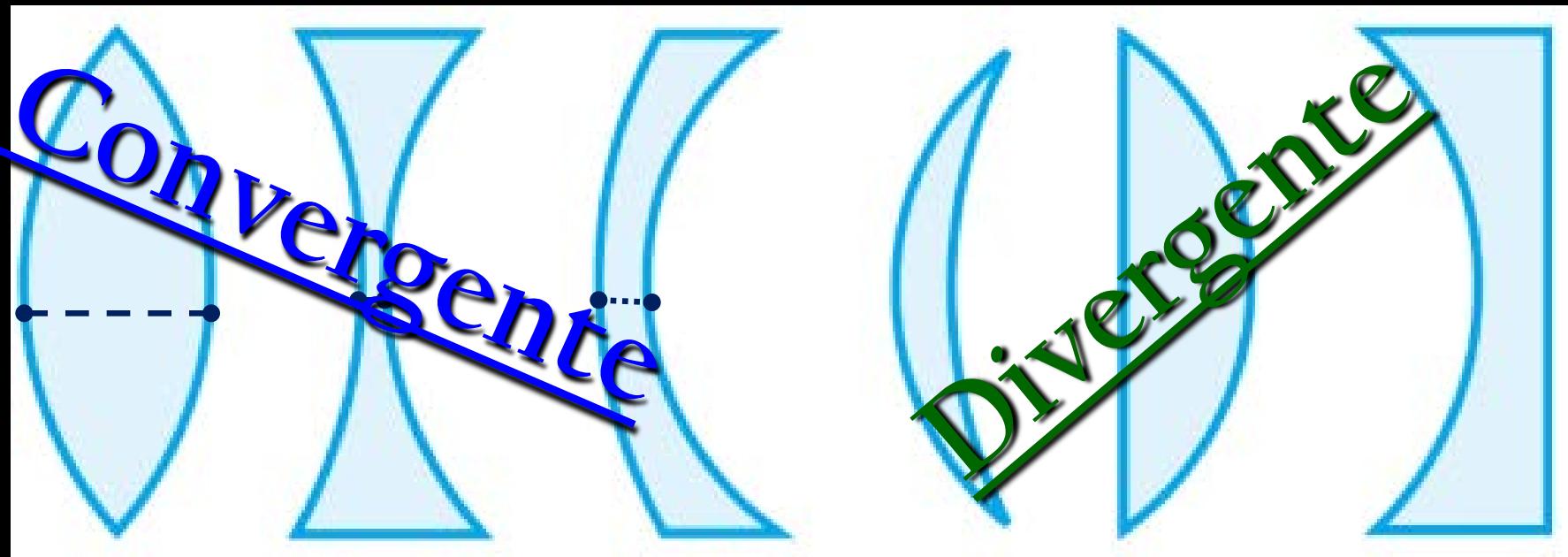


# Différents types de lentilles

DIFFÉRENTS TYPES DE  
LENTILLES

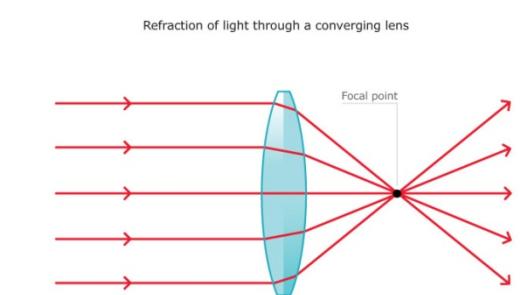
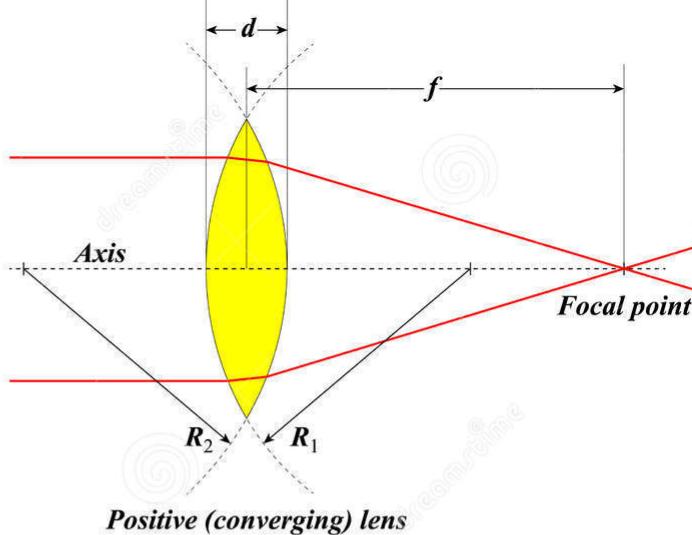
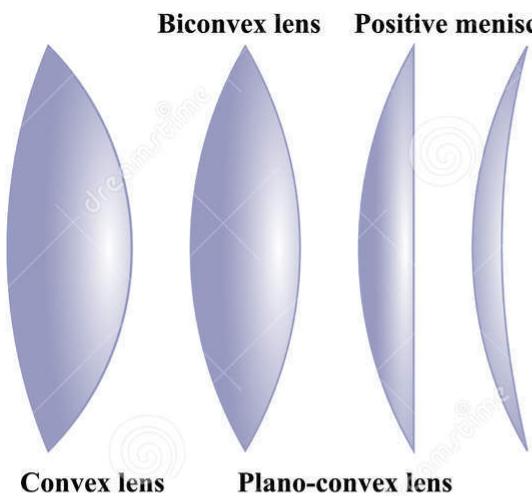
Une lentille est dite **mince** quand son **épaisseur**, mesurée sur l'axe principal, est très petite comparée aux rayons de courbure.

Par suite, nous représenterons schématiquement les lentilles à bords minces et à bords épais, respectivement Convergente et Divergente.



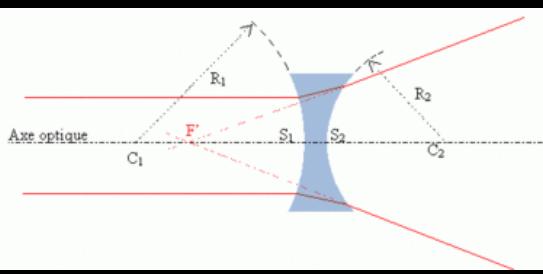
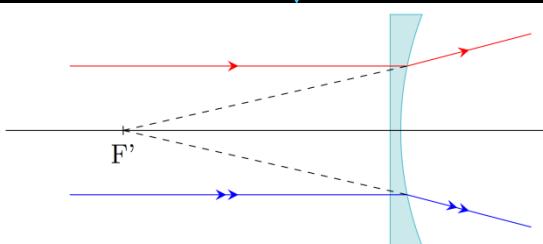
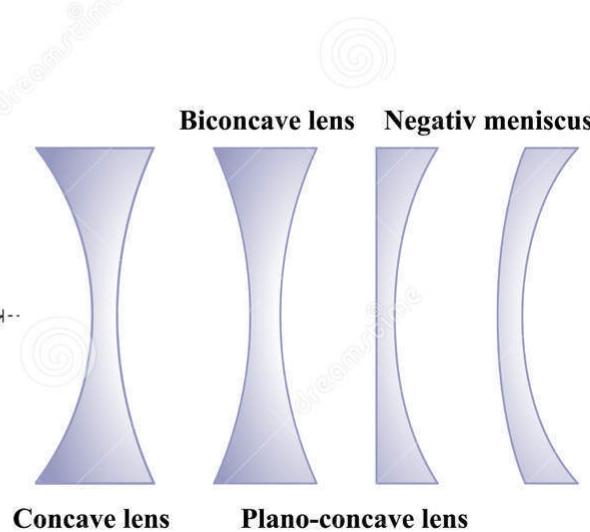
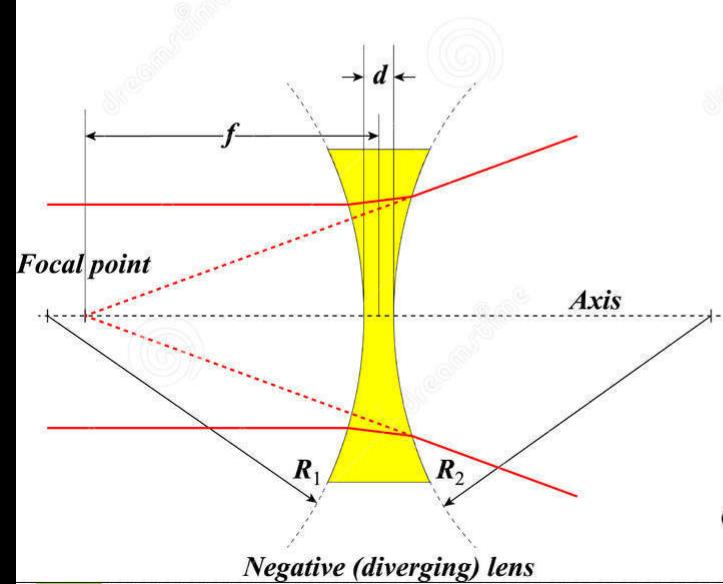
bord mince

bord épais



© Copyright, 2012, University of Waikato. All Rights Reserved.

# Convex & Concave Lenses



Download from  
**Dreamstime.com**

This watermarked comp image is for previewing purposes only.



ID 33329140

© Mila Gligoric | Dreamstime.com

Convergente ; convergente ; convergente  
Convergente ; convergente ; convergente

Convergente  
Convergente  
Convergente  
Convergente  
Convergente  
Convergente



Divergente ; divergente ; divergente  
Divergente ; divergente ; divergente

Divergente  
Divergente  
Divergente  
Divergente  
Divergente  
Divergente  
Divergente

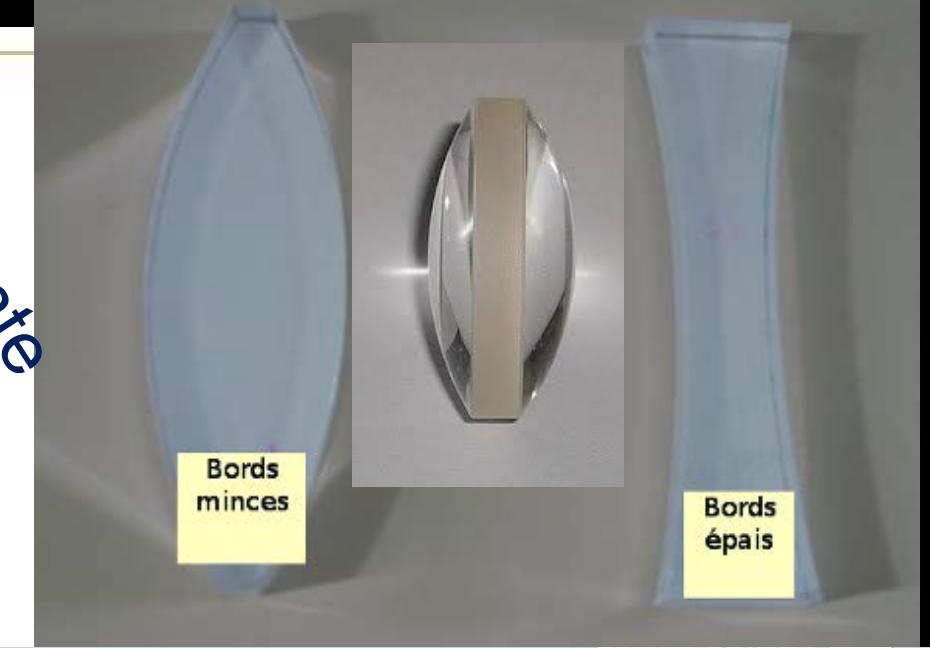


À travers une lentille à bords minces, le texte apparaît **plus grand** alors qu'au travers d'une lentille à bords épais, il apparaît **plus petit**

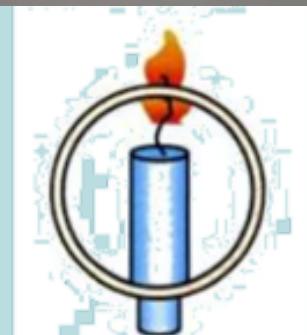
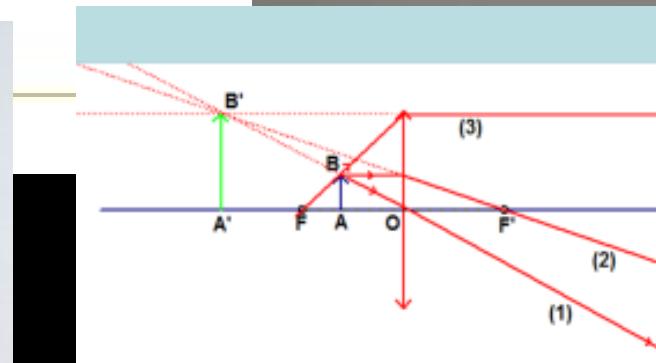
Guillaume de Saint Cloud (1285), Léonard de Vinci, Newton et bien d'autres s'intéressent aussi à la question des éclipses. Reprenant la mesure de l'éclipe...  
Toutefois, la mesure de la durée de l'éclipse n'aura lieu qu'au XII<sup>e</sup> siècle. Reprenant une observation déjà formulée par Léonard de Vinci : «...si tu agiles un filon enflammé, le cercle que tu lui feras tracer semblera un anneau de feu.». Patrice d'ARCY imagine en 1765 toute une machinerie pour effectuer des mesures à peu près fiables. Un charbon ardent est fixé à la périphérie d'une roue qu'un mécanisme de poids et de volants met en rotation uniforme. En rai-

Guillaume de Saint Cloud (1285), Léonard de Vinci, Newton et bien d'autres s'intéressent aussi à la question des éclipses. Cela s'explique par la question de l'observation des éclipses. Toutefois, la mesure de la durée de l'éclipse n'aura lieu qu'au XII<sup>e</sup> siècle. Reprenant une observation déjà formulée par Léonard de Vinci : «...si tu agiles un filon enflammé, le cercle que tu lui feras tracer semblera un anneau de feu.». Patrice d'ARCY imagine en 1765 toute une machinerie pour effectuer des mesures à peu près fiables. Un charbon ardent est fixé à la périphérie d'une roue qu'un mécanisme de poids et de volants met en rotation uniforme. En rai-

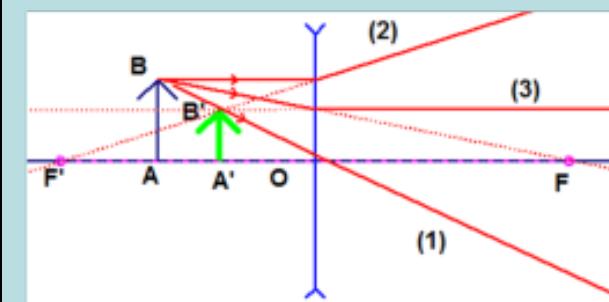
Comment différencier les deux lentilles : **convergente** et **divergente** ?



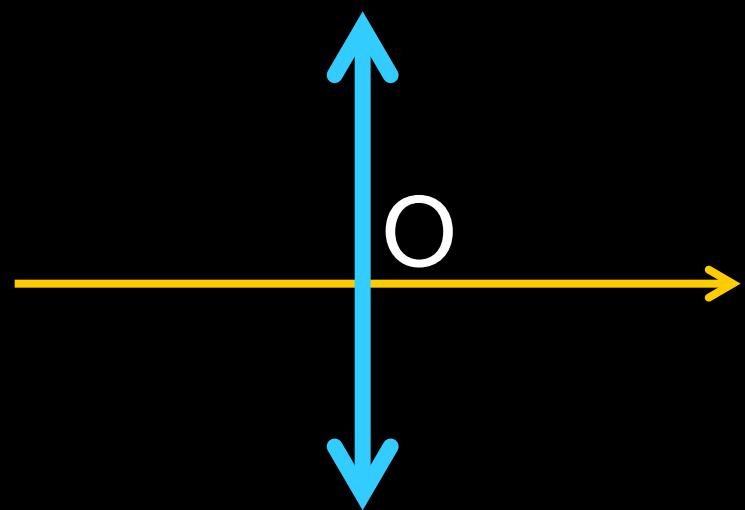
Quelles différences ?



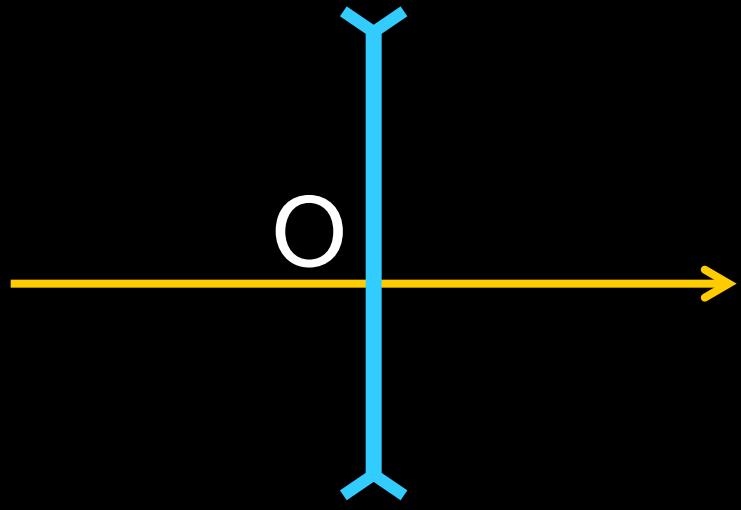
Convergente



Divergente



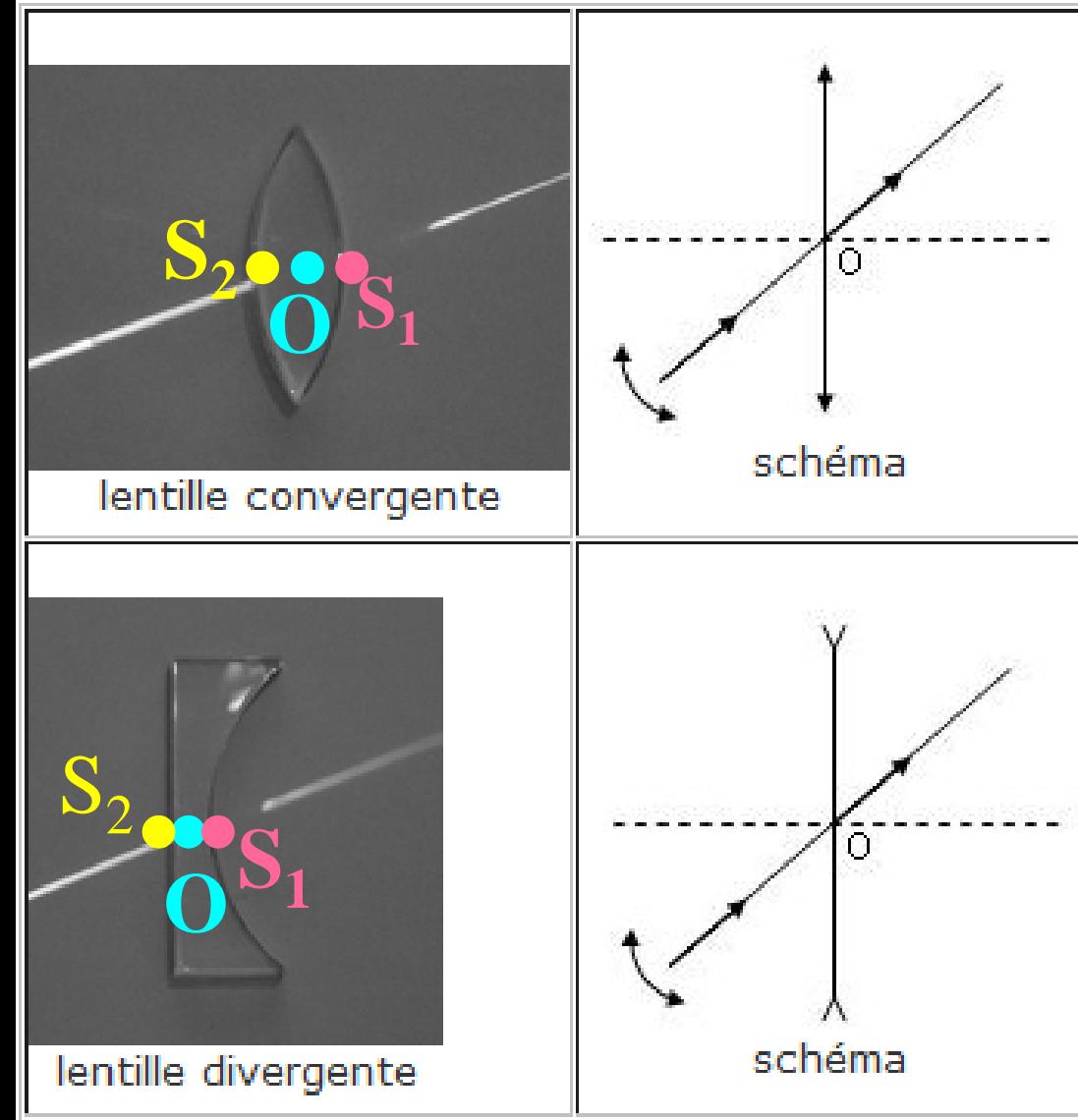
Lentille convergente



Lentille divergente

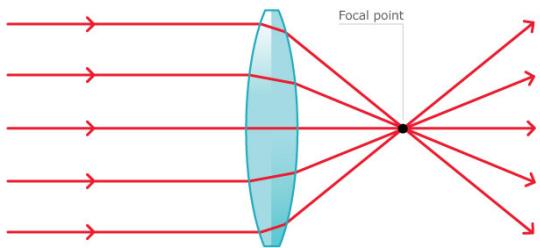
- Dans cette présentation, on ne considère que le cas où les **milieux extrêmes** sont identiques, **même indice de réfraction**.
- En outre les lentilles seront utilisées dans **les conditions de Gauss**.

On définit le **centre optique** d'une lentille mince par le point **O** où l'axe principal perce la lentille.

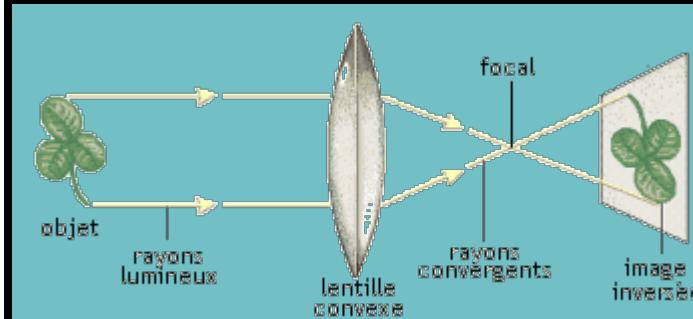


Tout rayon lumineux passant par le **centre optique O** d'une lentille **convergente** ou **divergente** **traverse la lentille sans subir aucune déviation**.

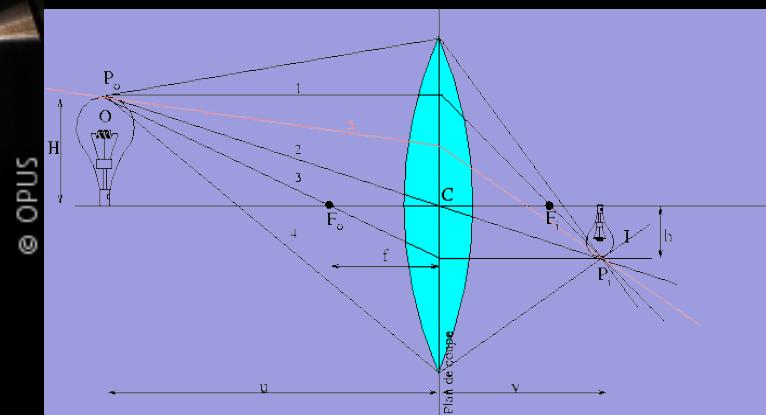
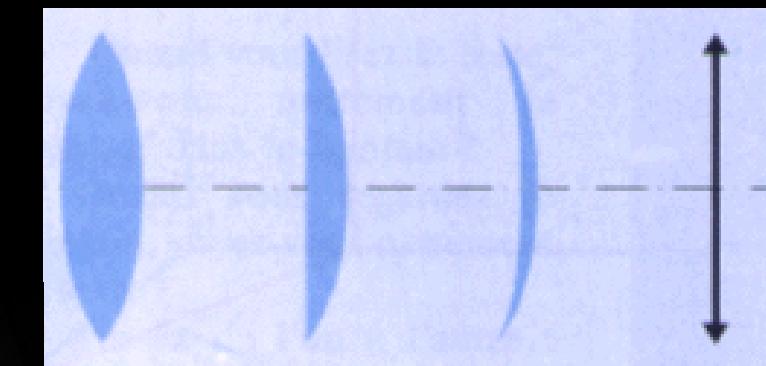
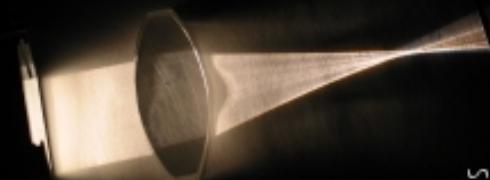
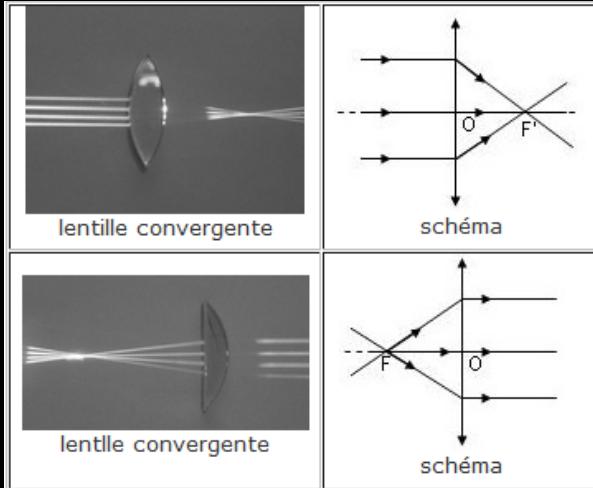
Refraction of light through a converging lens

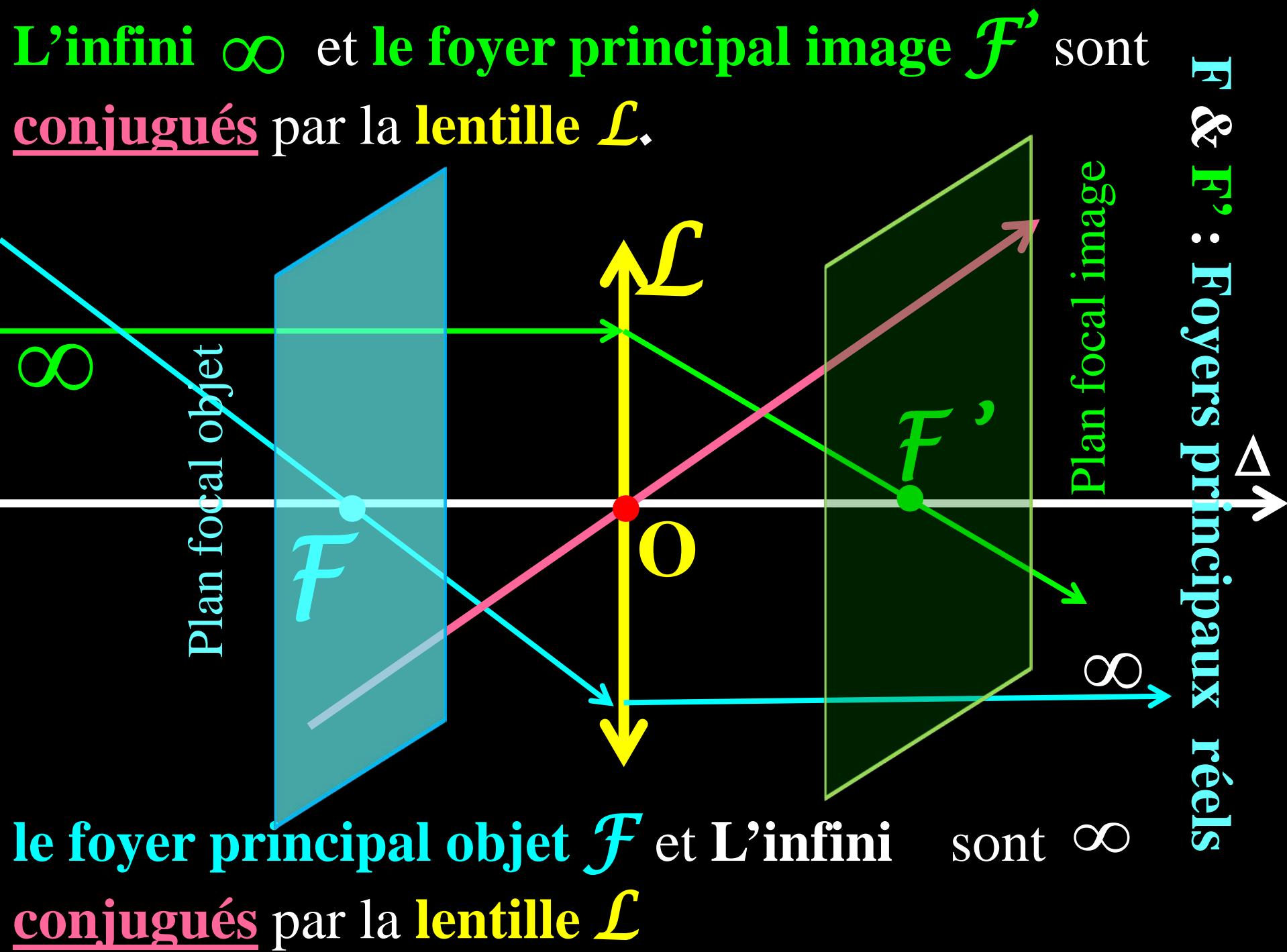


© Copyright, 2012, University of Waikato. All Rights Reserved.



# lentille convergente





**Distance focale d'une lentille mince :** On appelle distance focale d'une lentille mince, la mesure algébrique des foyers principaux  $F$  et  $F'$  au centre optique  $O$  de la lentille  $\mathcal{L}$ :

$$\overline{SF} = f \quad \text{et} \quad \overline{SF'} = f' \quad \mathcal{L} \quad \boxed{\overline{OF'} = f' = -f = -\overline{OF}}$$

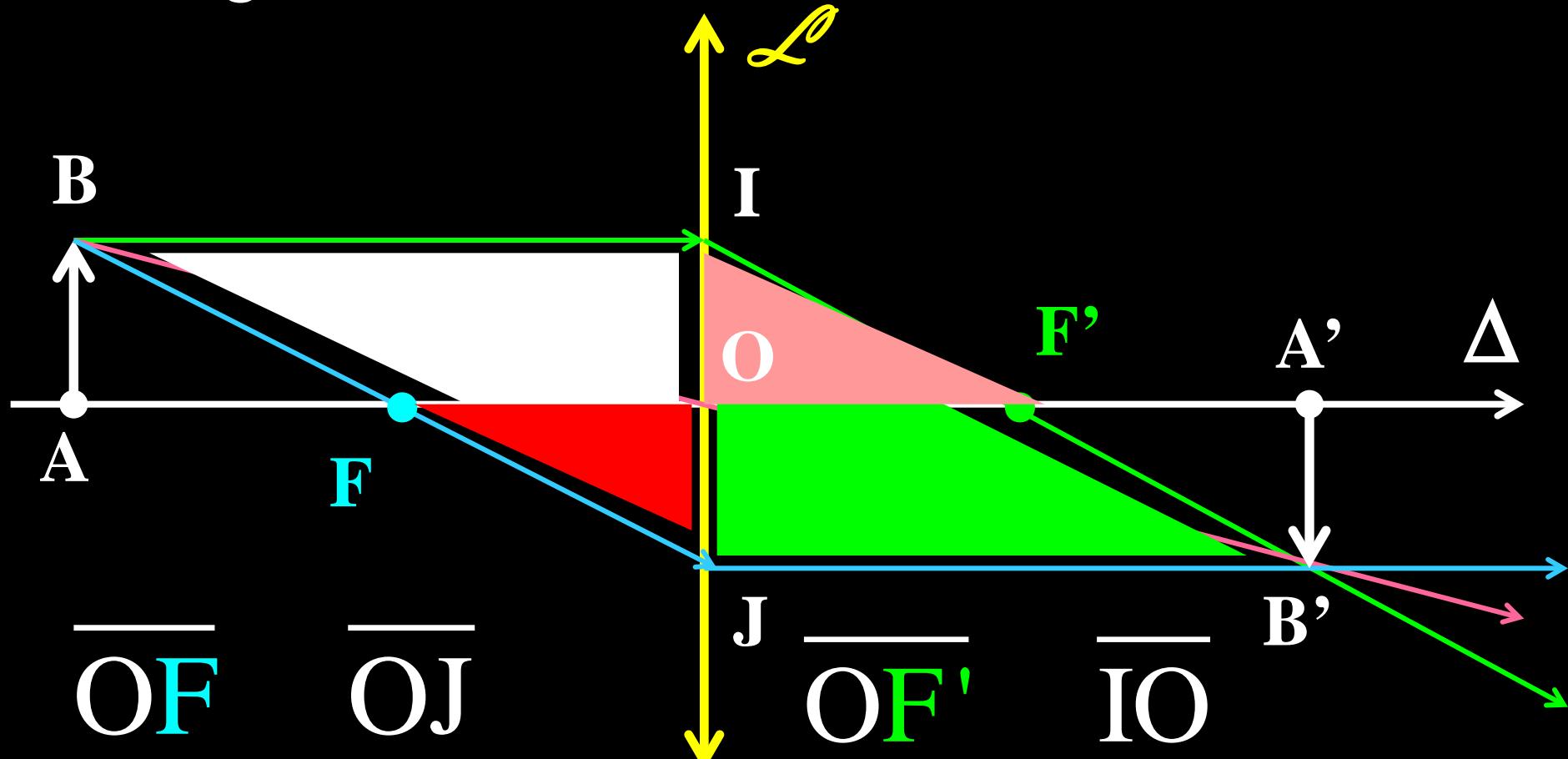
The diagram shows a horizontal axis representing the optical axis. A point labeled  $O$  is marked as the center of the lens. Two points,  $F$  and  $F'$ , are located on the axis at different distances from  $O$ . A vertical double-headed arrow is drawn between  $F$  and  $F'$ , representing the distance between the foci.

On appelle **vergence**  $V$  l'**inverse** de la **distance focal**  $f'$  en mètre et elle s'exprime en dioptrie  $\delta$ :

$$V = -\frac{1}{\overline{SF}} = -\frac{1}{f} = \frac{1}{\overline{SF'}} = \frac{1}{f'} \quad (\text{dioptries})$$

Triangles JOF et JIB sont semblables

Triangles OIF' et JIB' sont semblables



$$\frac{\overline{OF}}{\overline{IB}} = \frac{\overline{OJ}}{\overline{IJ}}$$

$$\frac{\overline{OF'}}{\overline{JB'}} = \frac{\overline{IO}}{\overline{IJ}}$$

$$\frac{\overline{OF}}{\overline{IB}} = \frac{\overline{OJ}}{\overline{IJ}} \quad \&$$

$$\frac{\overline{OF'}}{\overline{JB'}} = \frac{\overline{IO}}{\overline{IJ}}$$

En additionnant les deux égalités précédentes, on aura :

$$\frac{\overline{OF}}{\overline{IB}} + \frac{\overline{OF'}}{\overline{JB'}} = \frac{\overline{OJ}}{\overline{IJ}} + \frac{\overline{IO}}{\overline{IJ}} = \frac{\overline{IJ}}{\overline{IJ}} = 1$$

$$\frac{\overline{OF}}{\overline{IB}} + \frac{\overline{OF'}}{\overline{JB'}} = \frac{\overline{OJ}}{\overline{IJ}} + \frac{\overline{IO}}{\overline{IJ}} = \frac{\overline{IJ}}{\overline{IJ}} = 1$$

$\overline{IB} = \overline{OA}$  et  $\overline{JB'} = \overline{OA'}$

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

Or  $\overline{OF} = f = -\overline{OF'} = -f'$  ce qui nous donne en définitivement l'égalité suivante :

*Relation de conjugaison d'une lentille mince*

A  $\xrightarrow[\mathcal{L}(O,f')]$  A'

ou

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

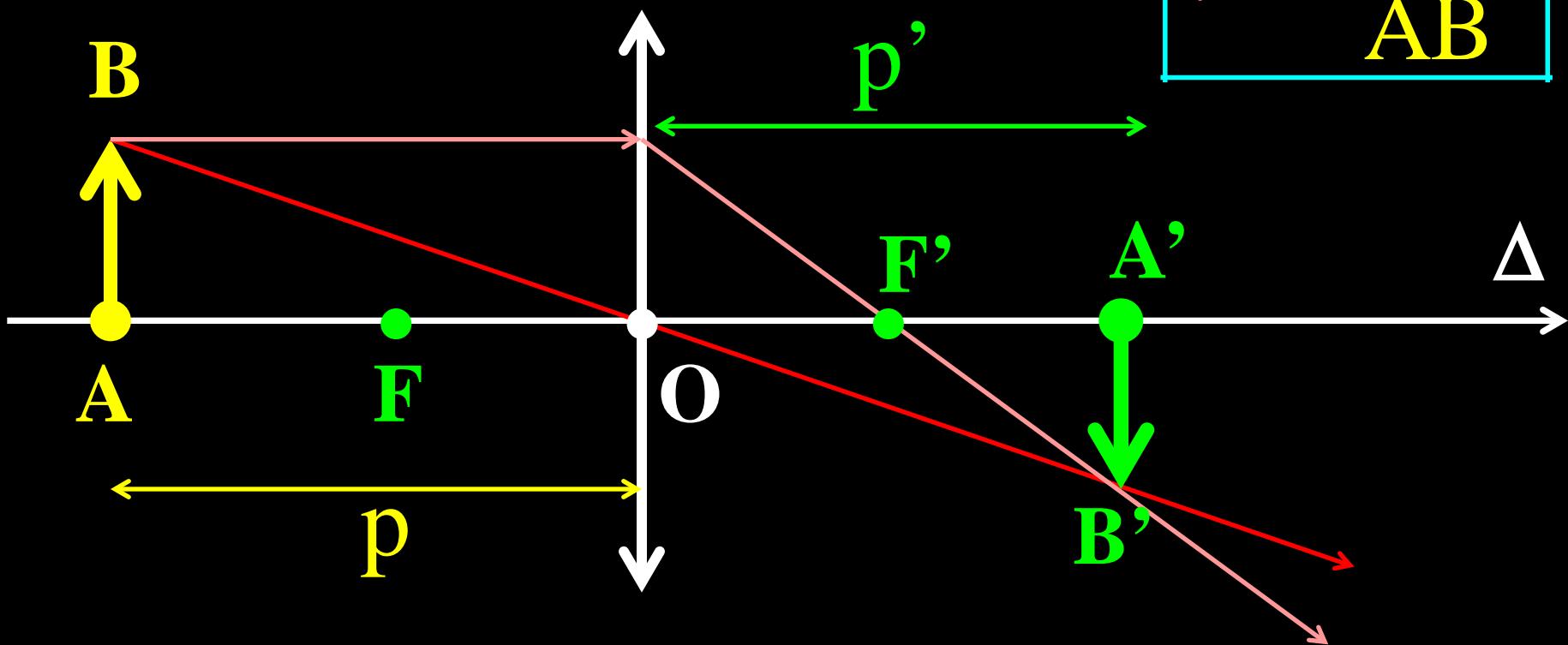
$$\frac{1}{\overline{OA}} - \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

Les triangles semblables  $OAB$  et  $OA'B'$   
tel que :

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

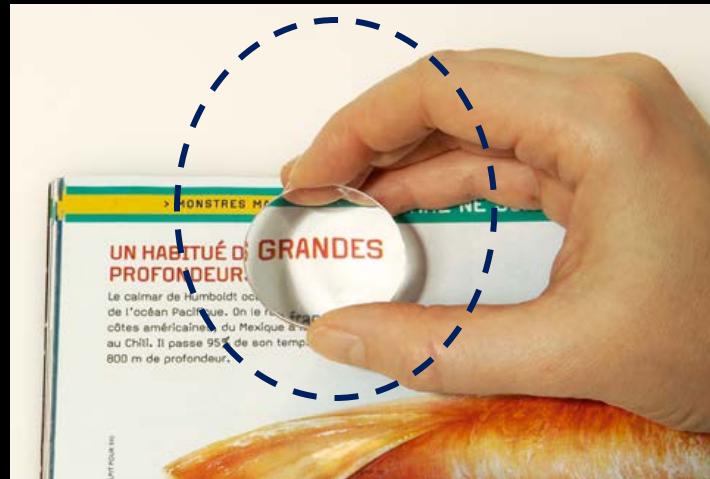
On appelle **grandissement linéaire**

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

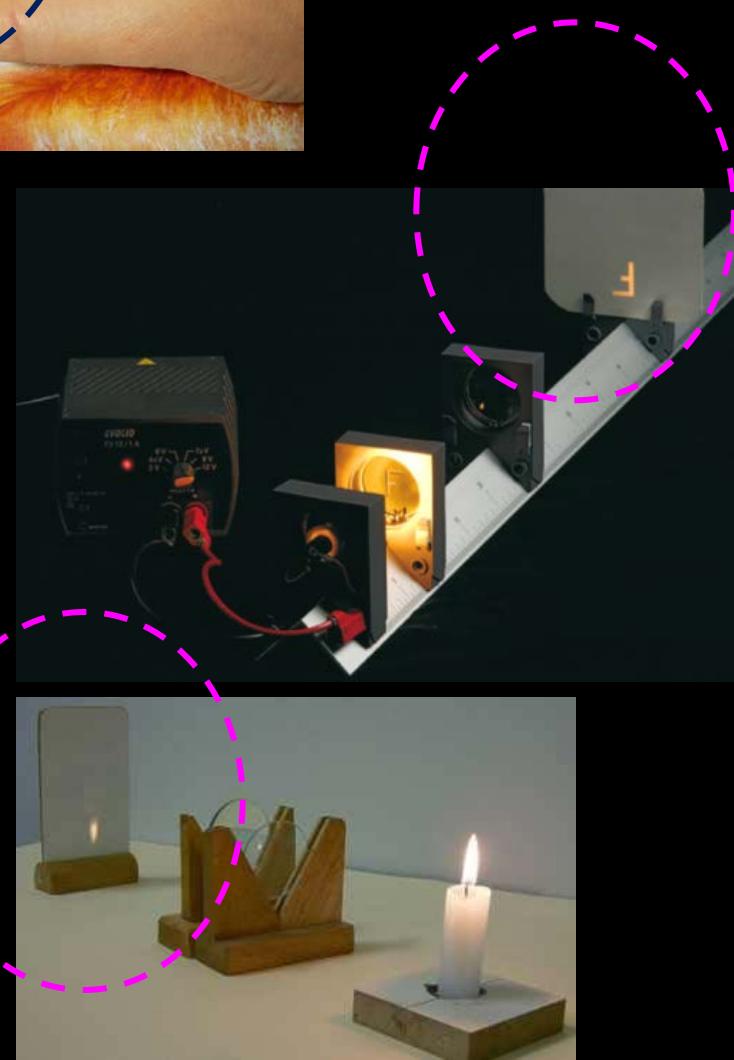


# Remarque :

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



- Si  $\gamma > 0$  alors on aura une image droite,
- et si  $\gamma < 0$  alors on aura une image renversée.

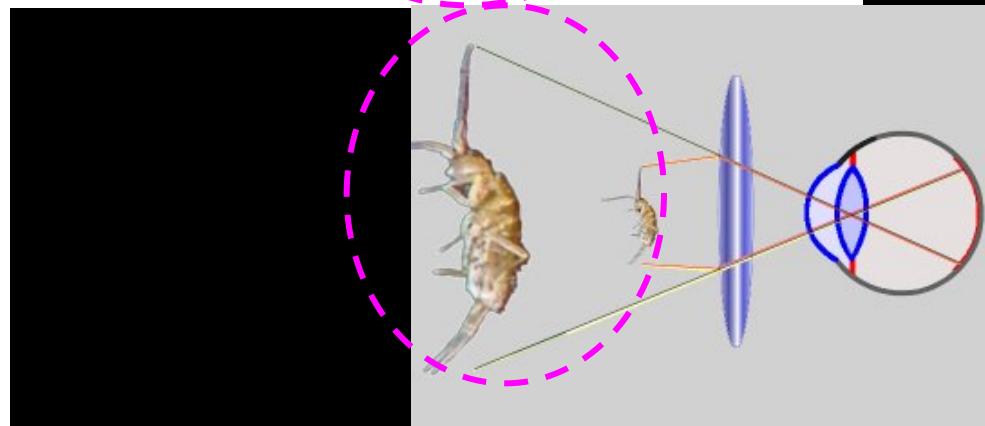
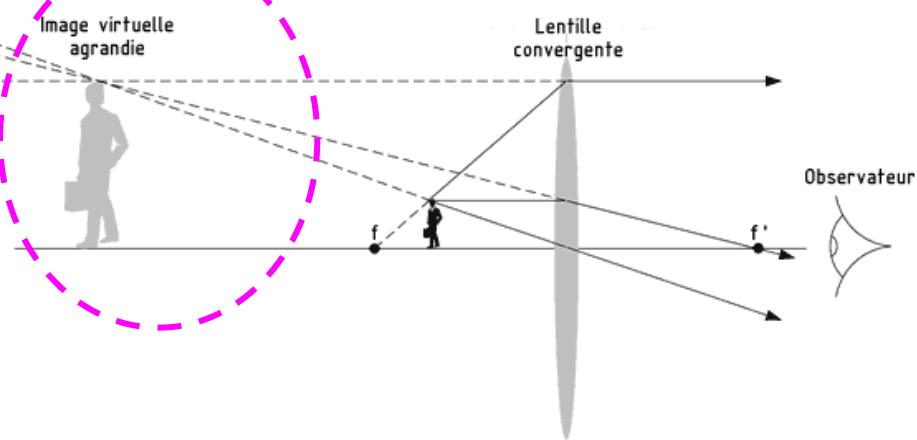
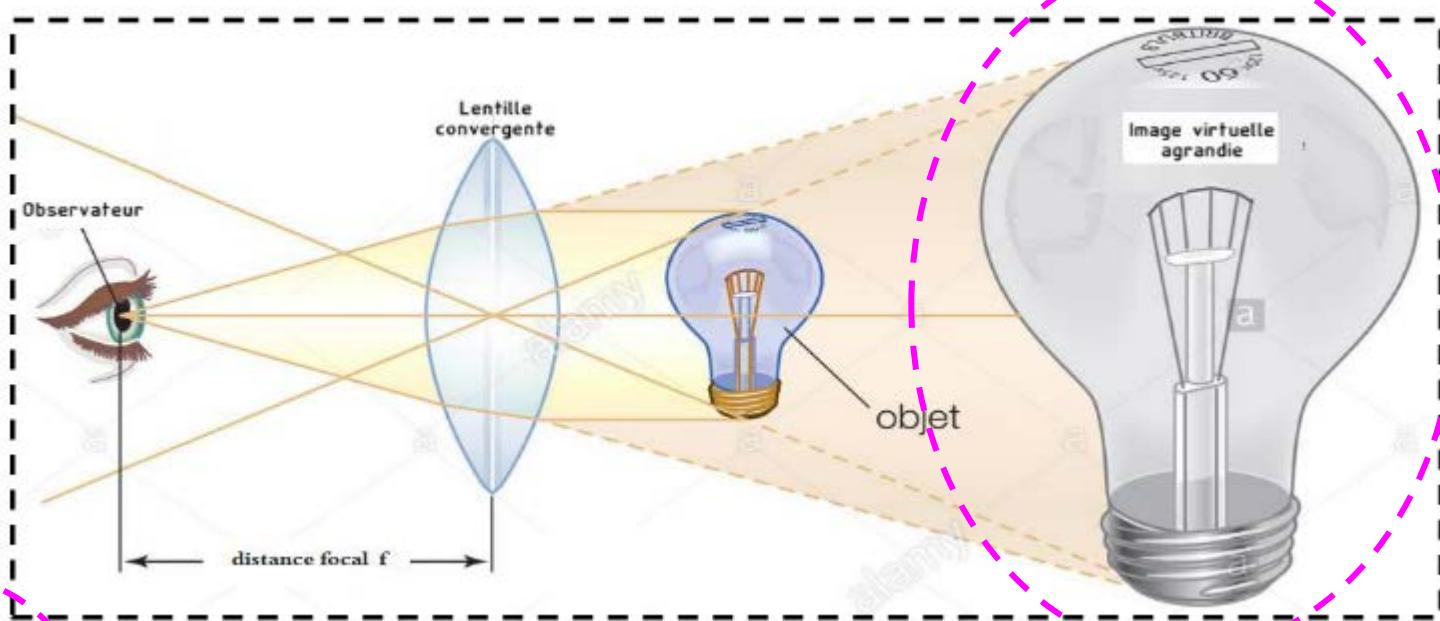


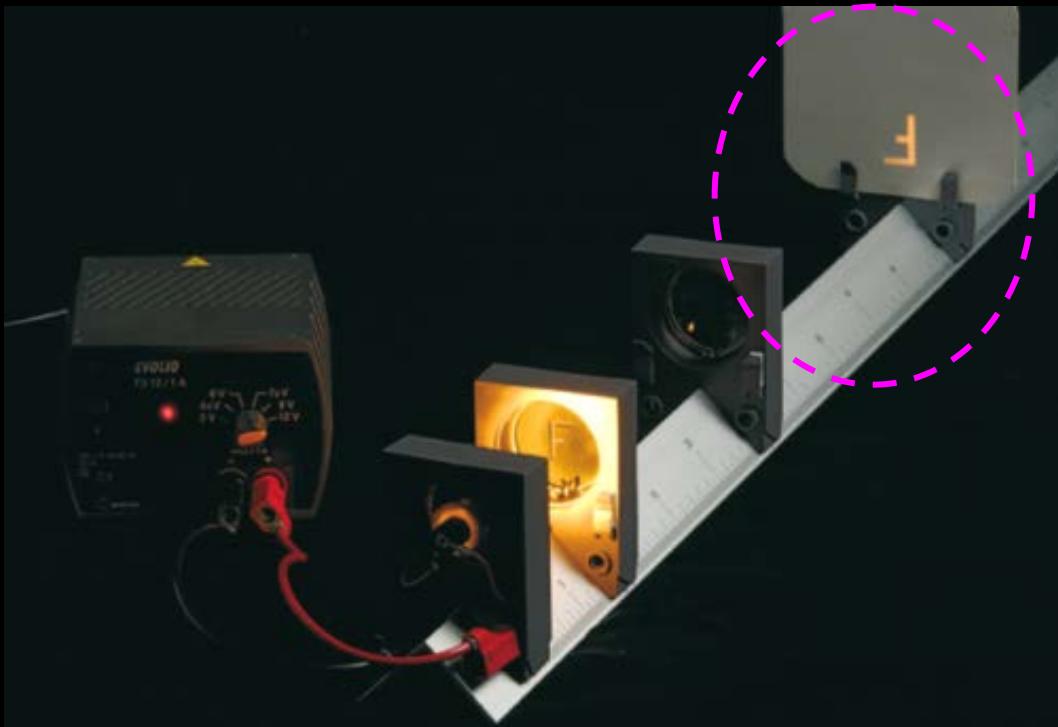
$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

$$\gamma > 0$$

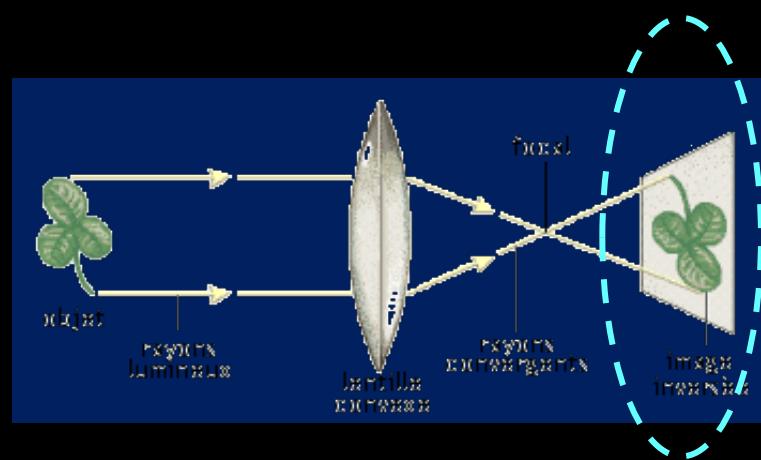


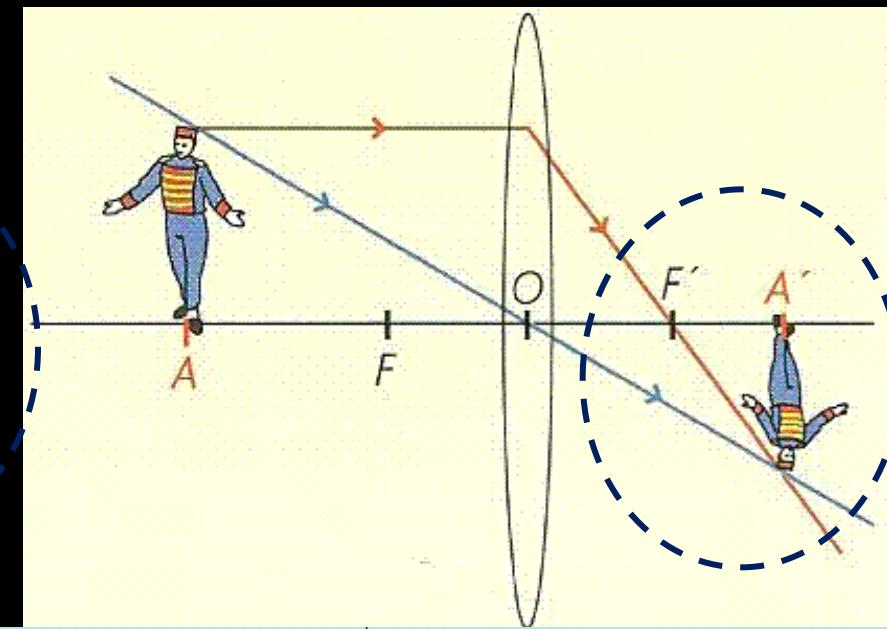
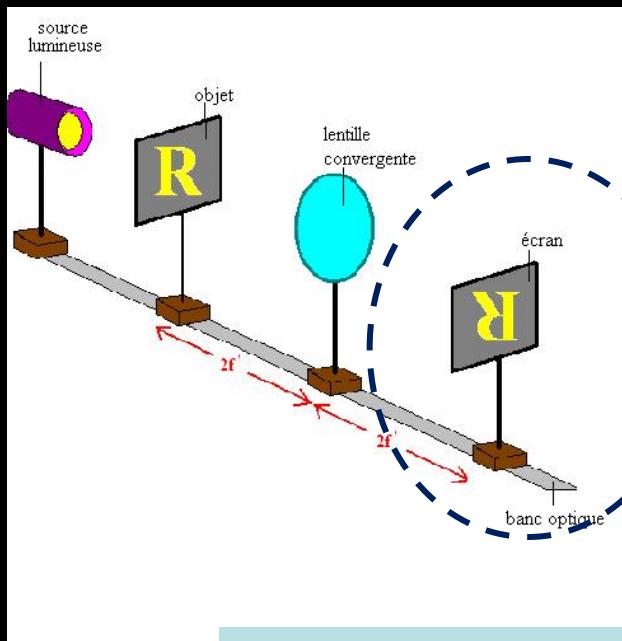
Exemple :



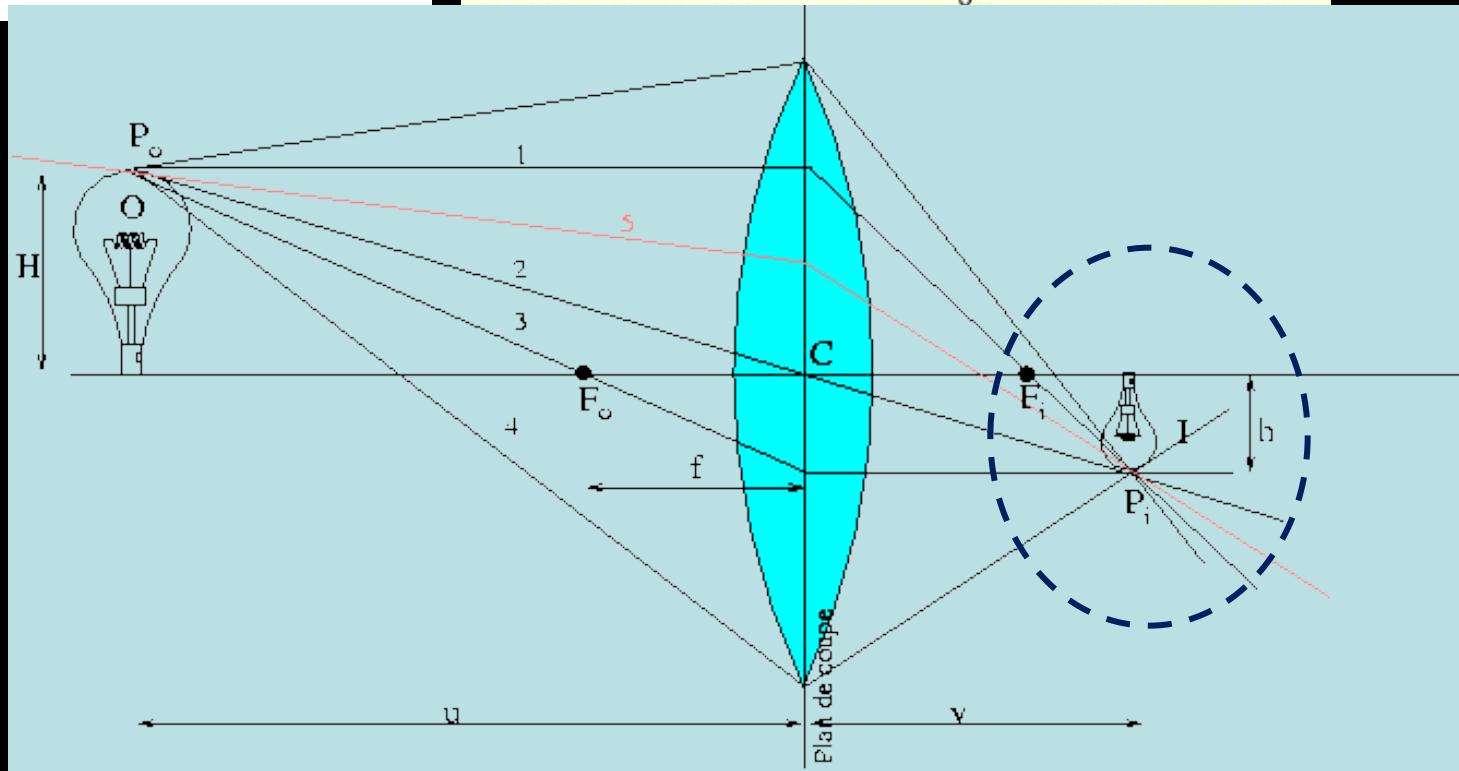


$$\gamma < 0$$

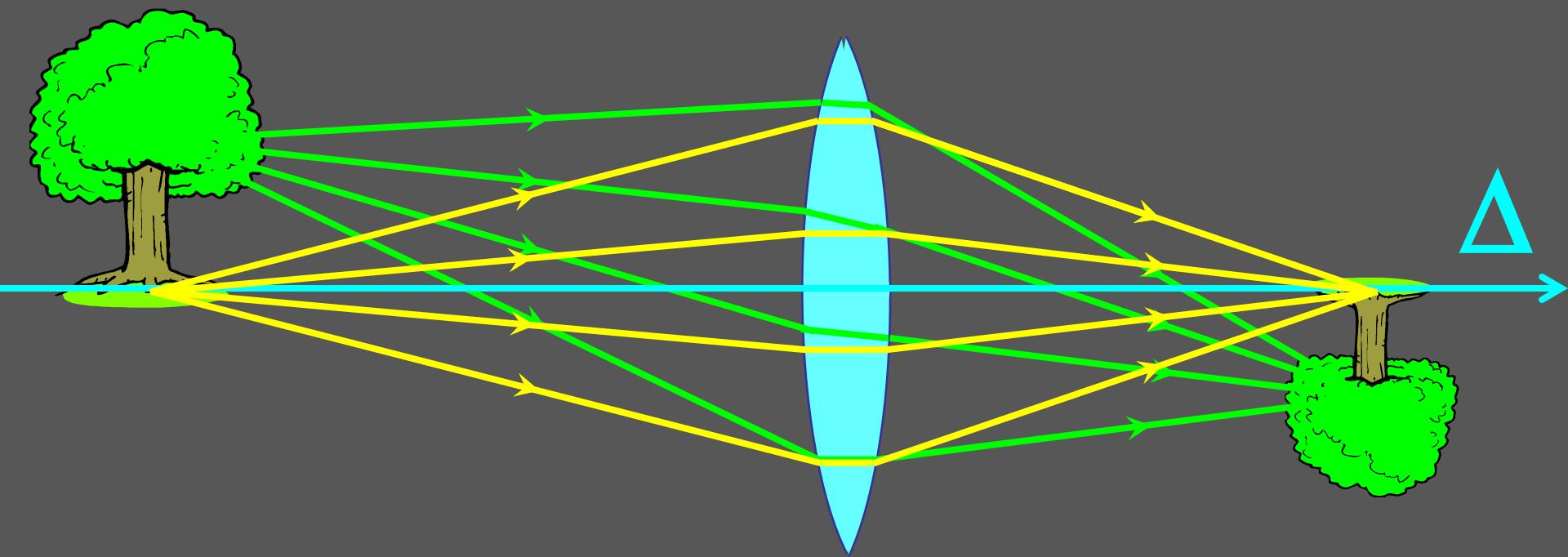
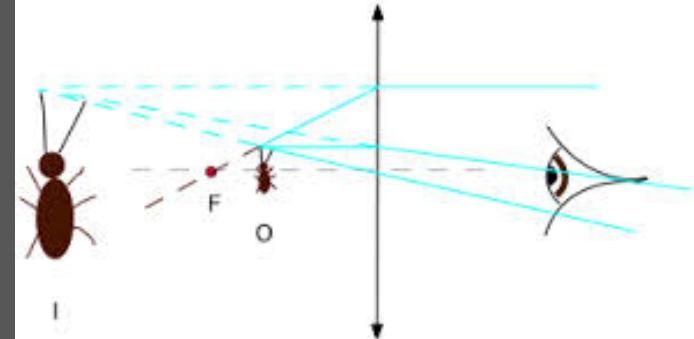




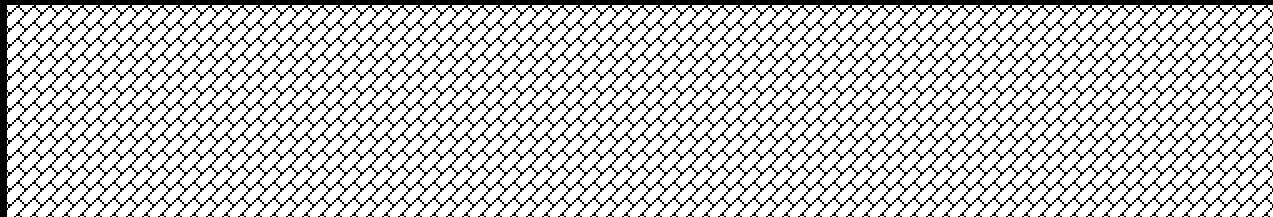
$$\gamma < 0$$



$\mathcal{L}$



# Quelques constructions géométriques



Exemples

# Lentille mince convergente

# Cas n°1

Objet réel

B

A

F

O

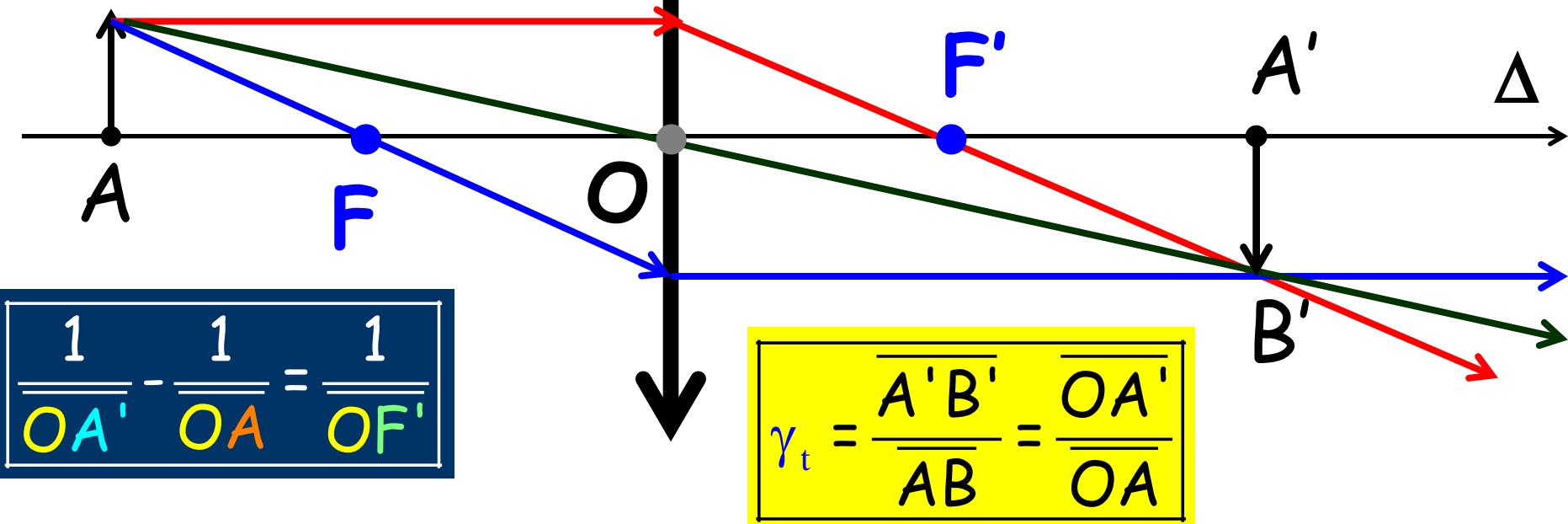
F'

A'

B'

Δ

Image réelle renversée

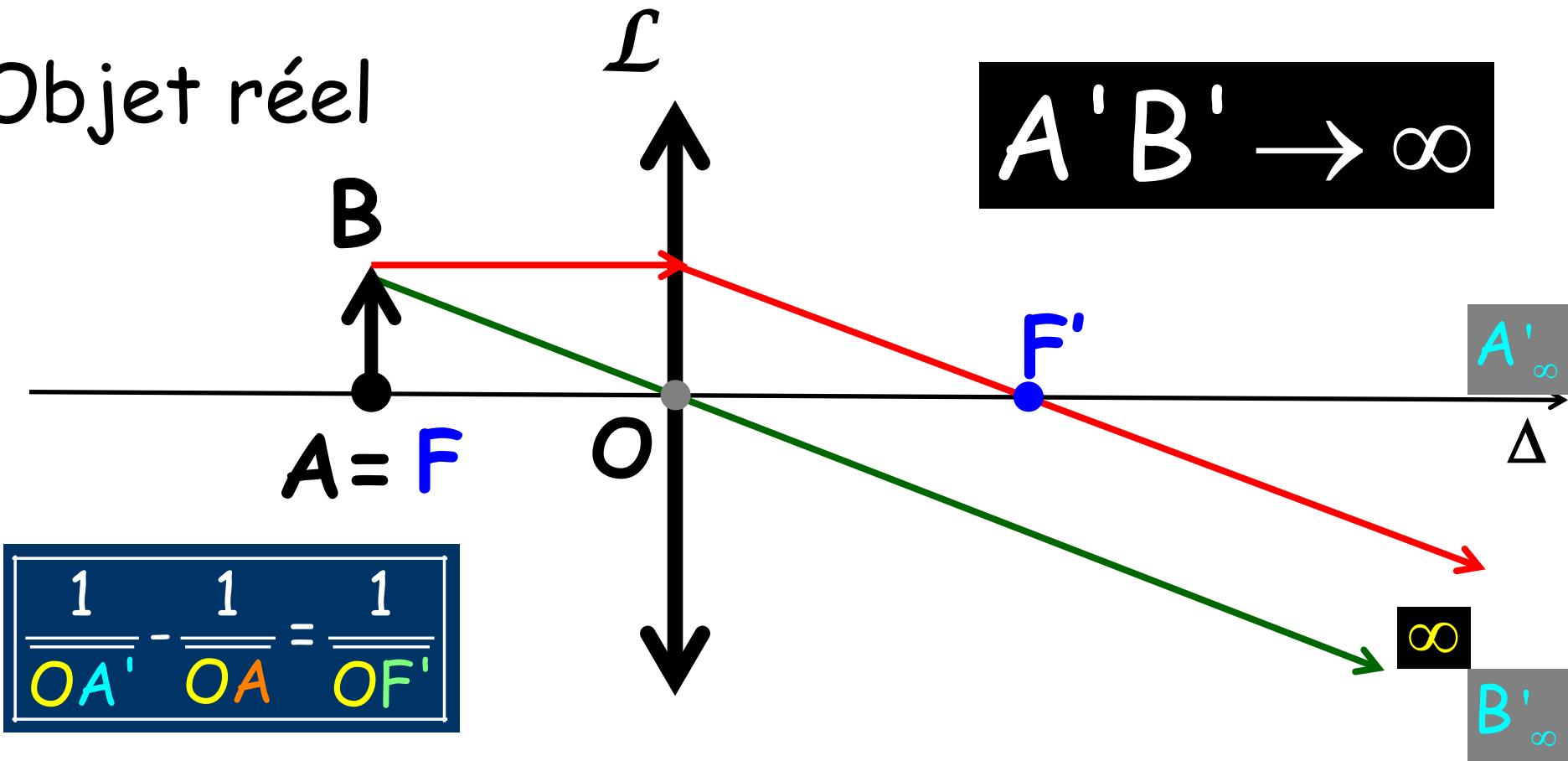


$$-\infty < A < F \text{ alors } F' < A' < +\infty$$

Lentille mince convergente

Cas n°2

Objet réel



Mise au point à l'infini

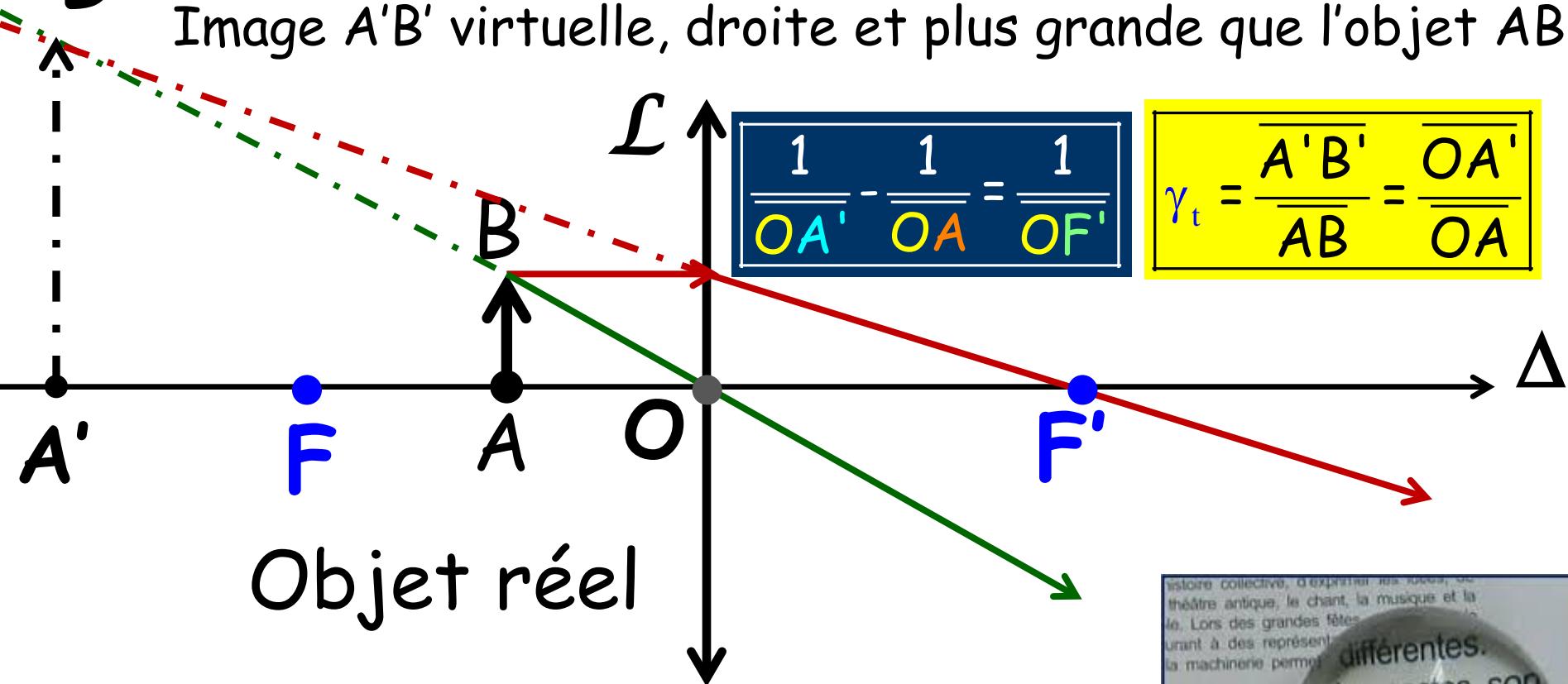
Image  $A'B'$  située à l'infini

# Lentille mince convergente

# Cas n°3

B'

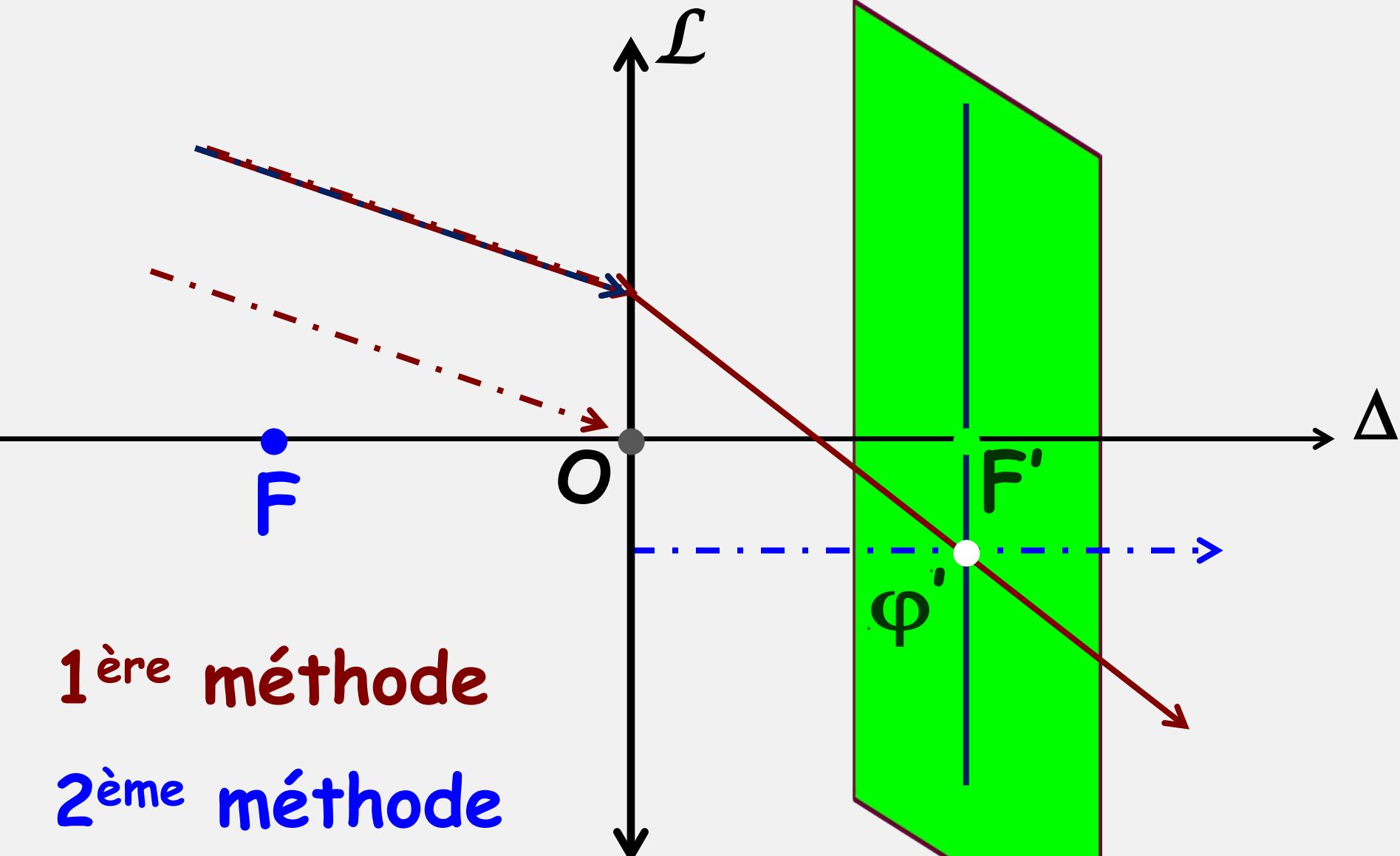
Image A'B' virtuelle, droite et plus grande que l'objet AB



$F < A < 0$  alors  $-\infty < A' < F$

# Le principe de la Loupe

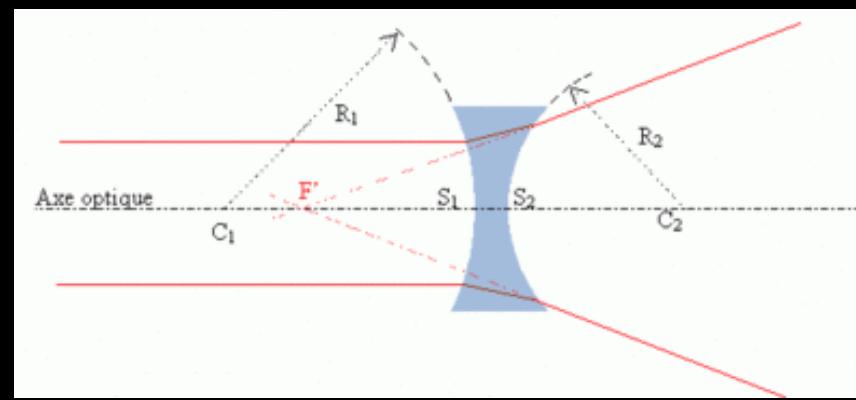
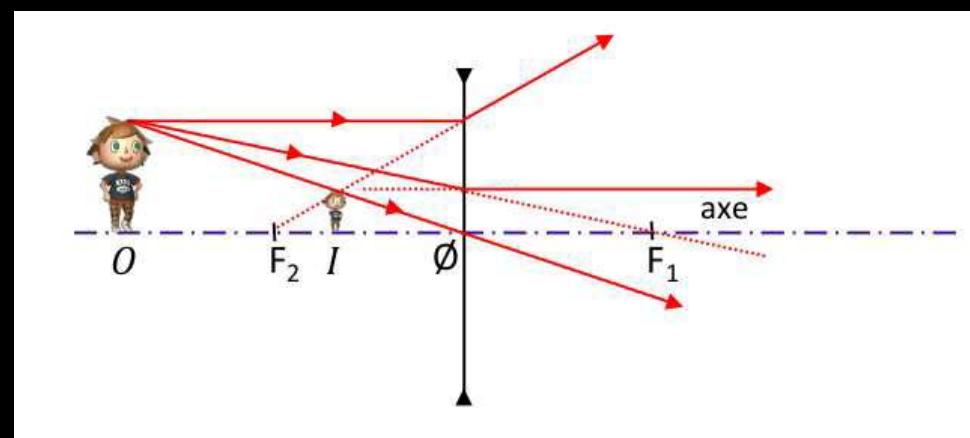
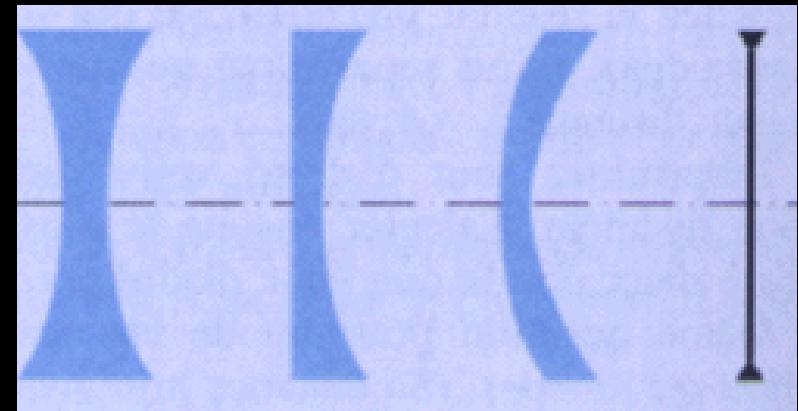
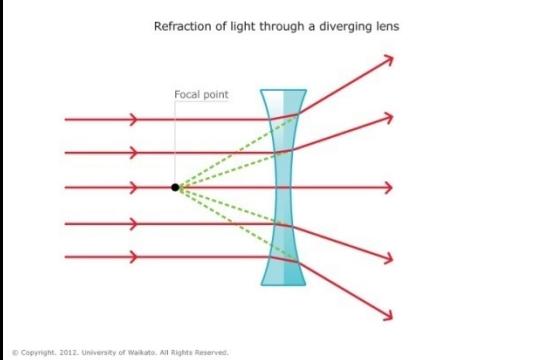
# Pr Hamid TOUMA



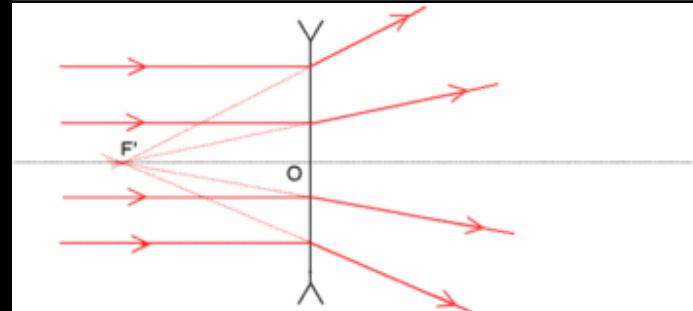
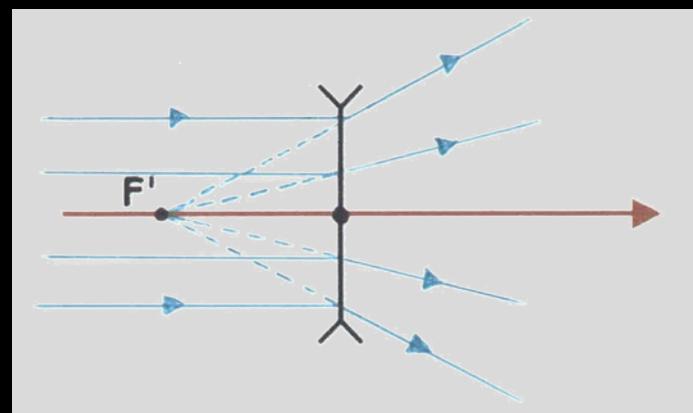
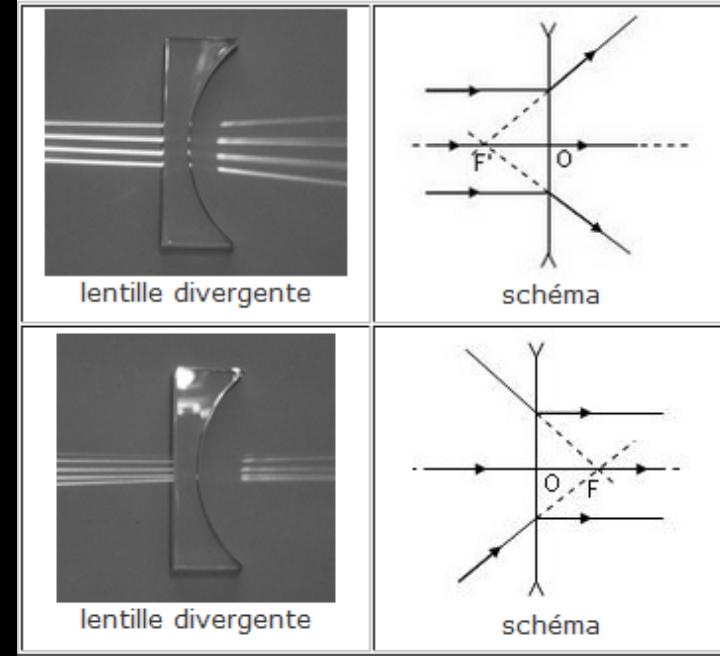
1<sup>ère</sup> méthode

2<sup>ème</sup> méthode

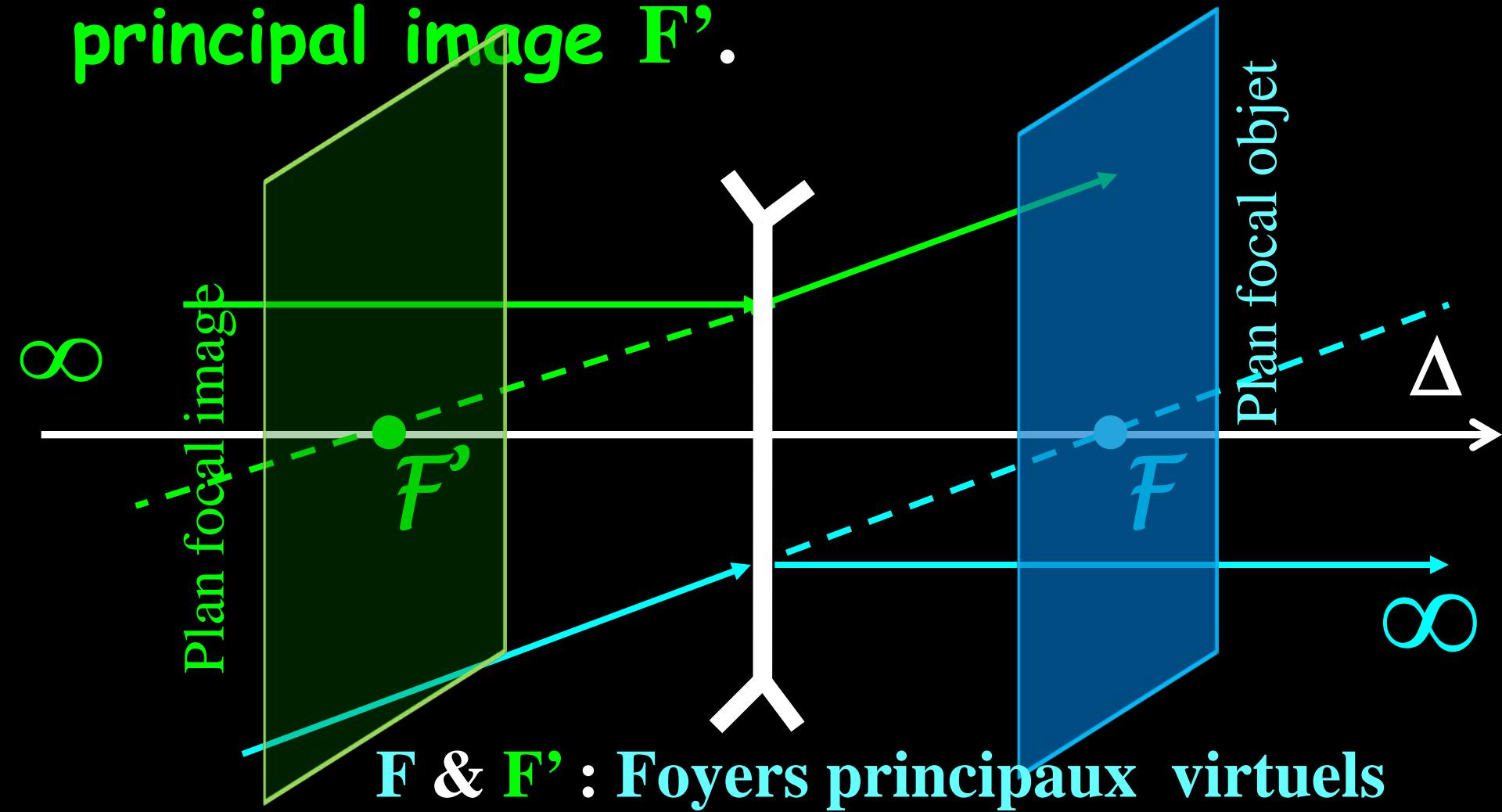
# lentille divergente



Foyers principaux objet et image : Toute lentille divergente, quelle que soit sa forme, possède deux foyers principaux virtuels, symétriques par rapport au centre optique O.



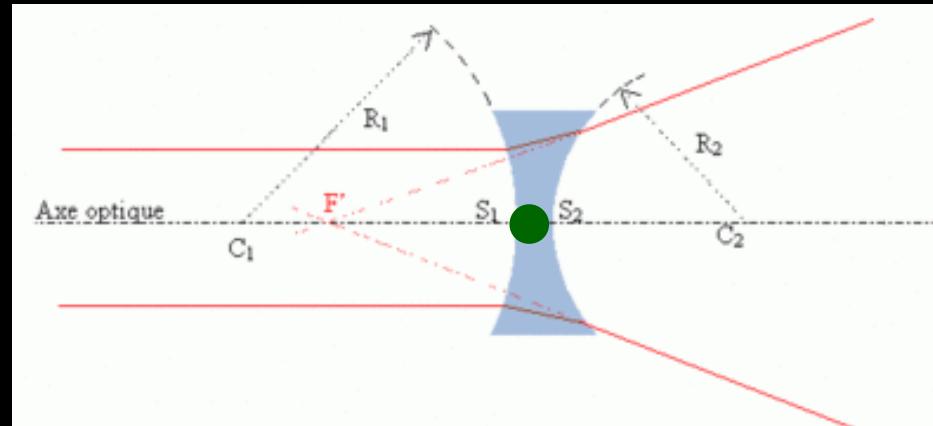
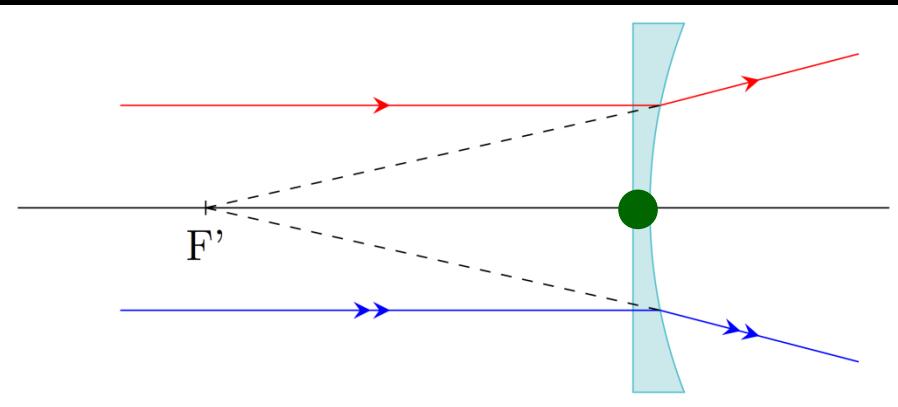
Autrement dit, tout rayon parallèle à l'axe principal de la lentille émerge de celle-ci comme s'il venait du **foyer principal image**  $F'$ .



- Distance focale d'une lentille divergente mince :

On appelle **distance focale** d'une lentille **divergente mince**, la mesure algébrique des foyers principaux au centre optique de la lentille :

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



# Lentille mince divergente

Cas n°4

Objet réel

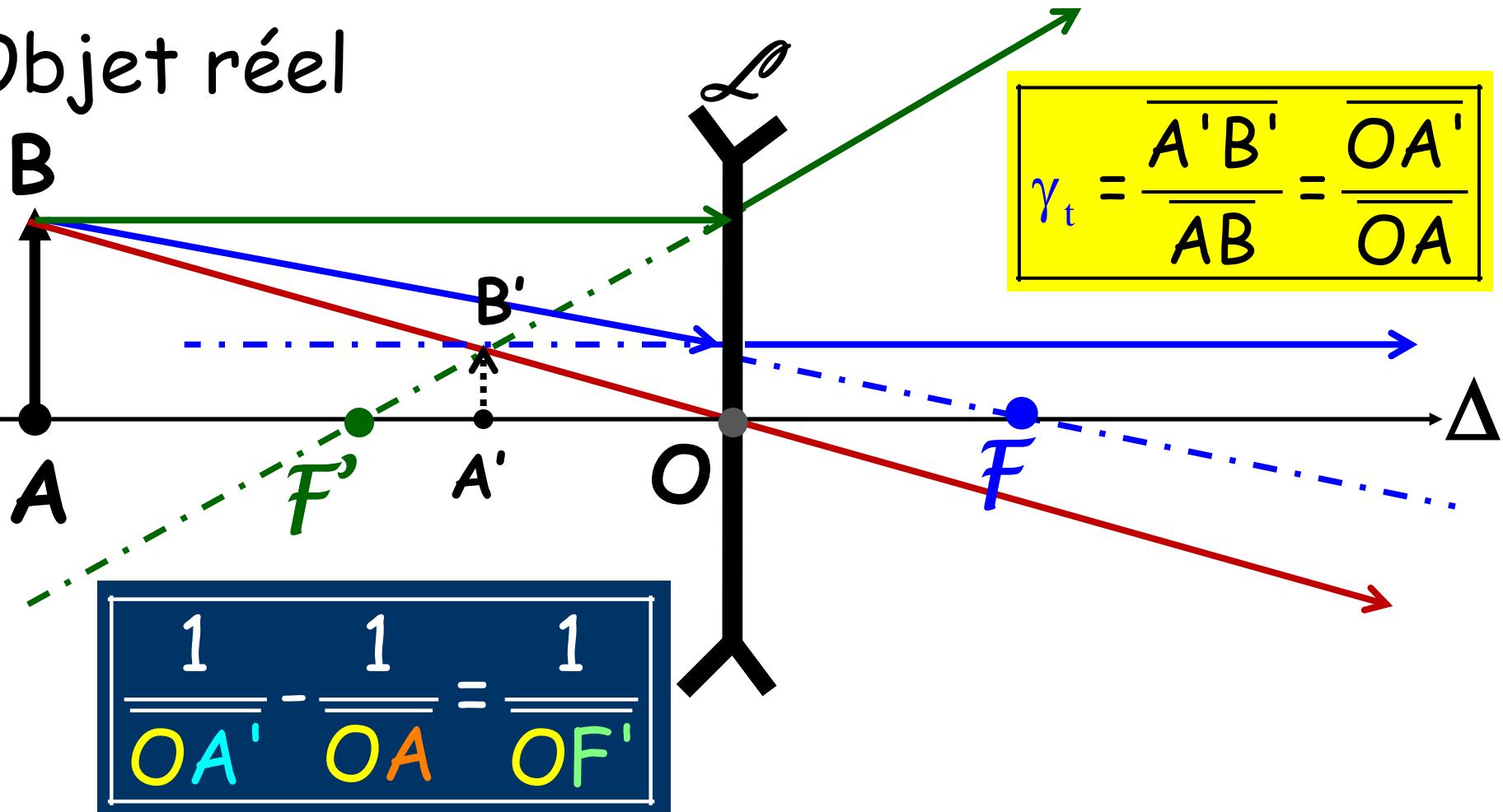
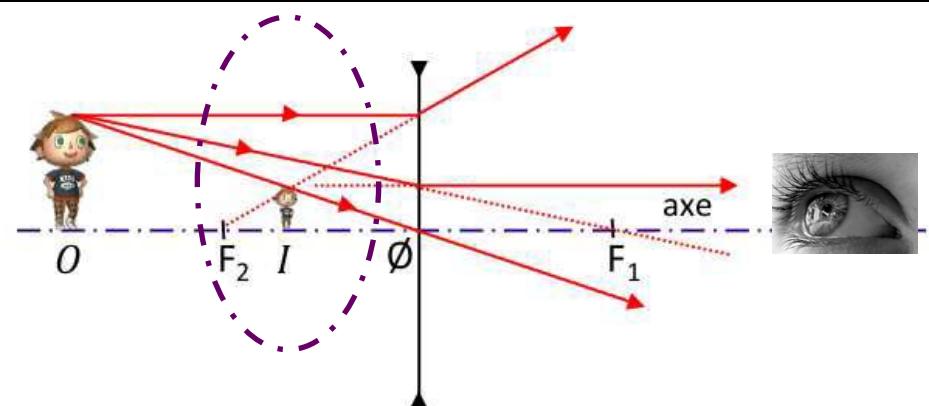
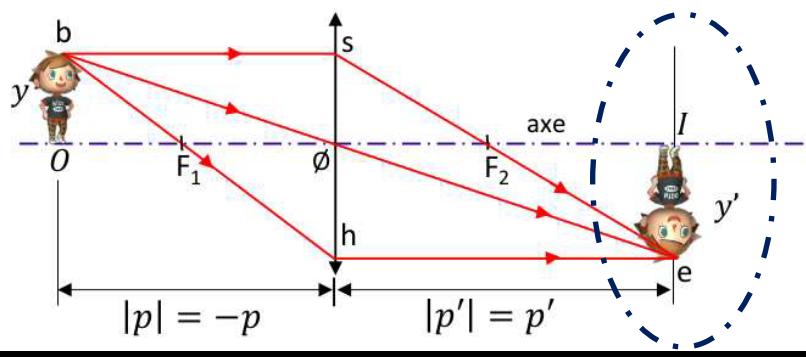
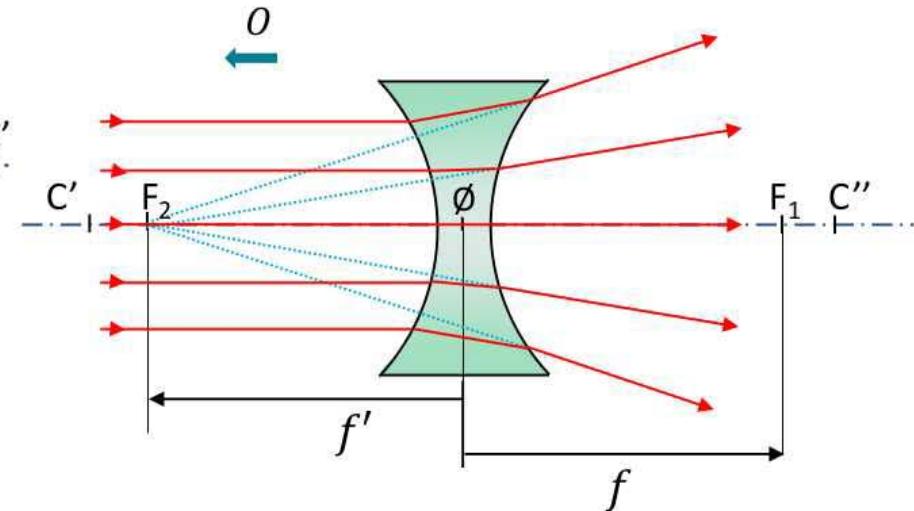
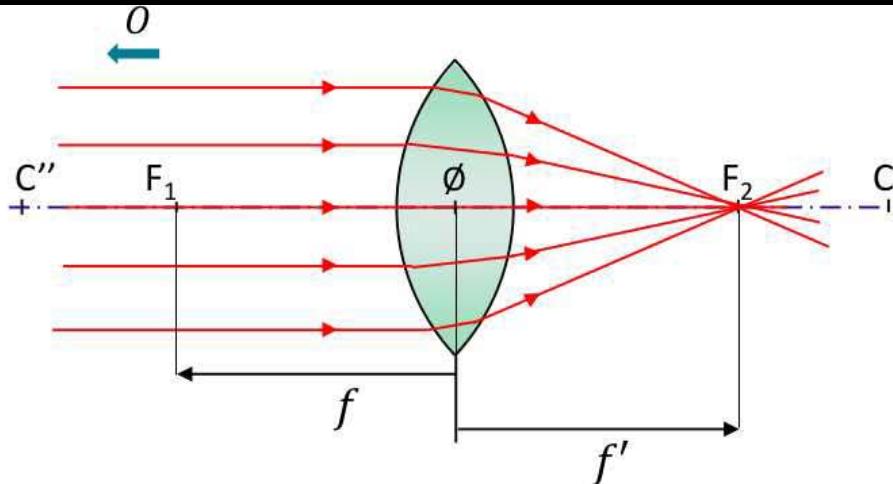
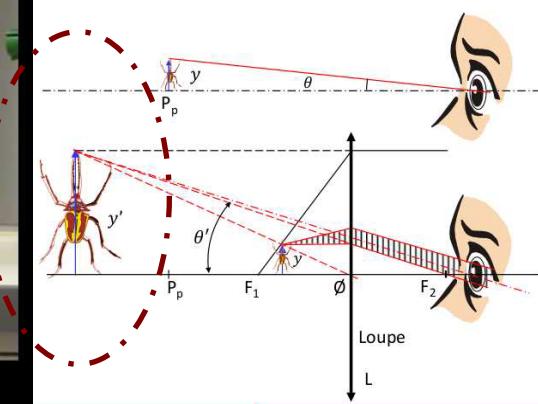


Image  $A'B'$  est virtuelle, droite, et plus petite que l'objet  $AB$



## Image réelle

## Image virtuelle

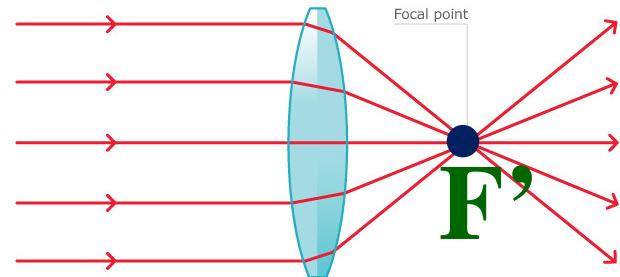


# Remarque :

- les lentilles convergentes ont des foyers réels.

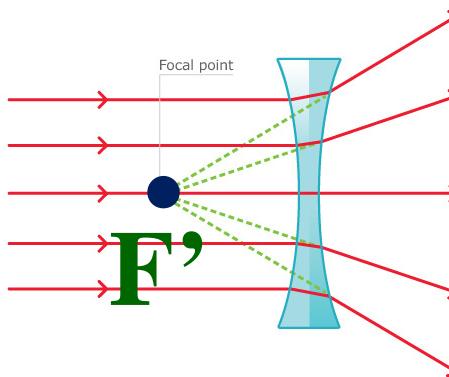
les lentilles divergentes ont des foyers virtuels.

Refraction of light through a converging lens



© Copyright. 2012. University of Waikato. All Rights Reserved.

Refraction of light through a diverging lens



© Copyright. 2012. University of Waikato. All Rights Reserved.

La vergence d'une lentille épaisse est liée d'une part à la forme convexe ou concave, et aux rayons de courbure de ses faces, d'autre part à l'indice n de sa substance.