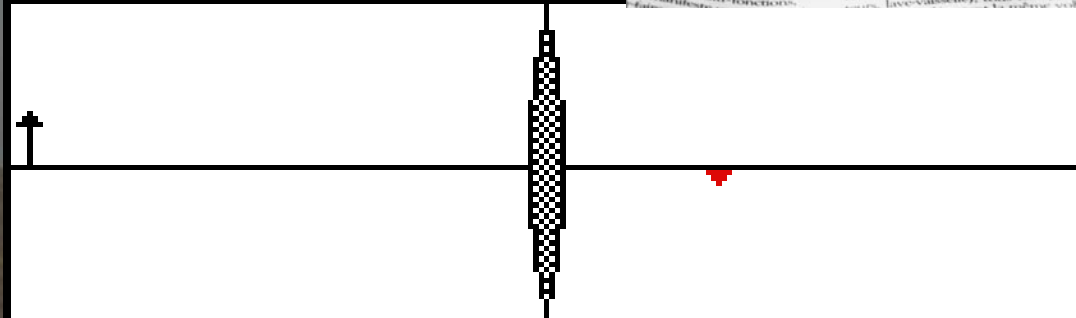


Lundi 10 mai 2021

LES LENTILLES



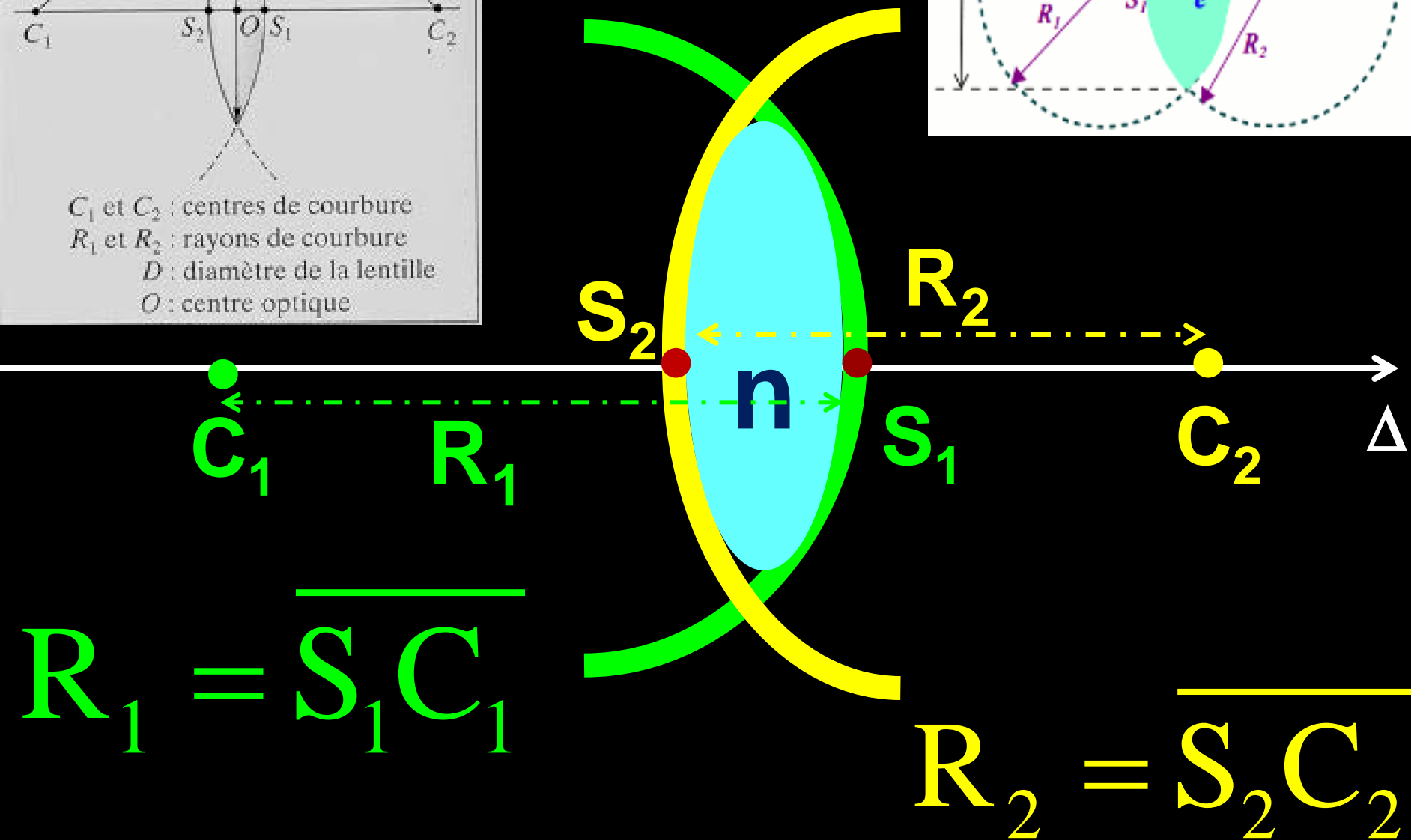
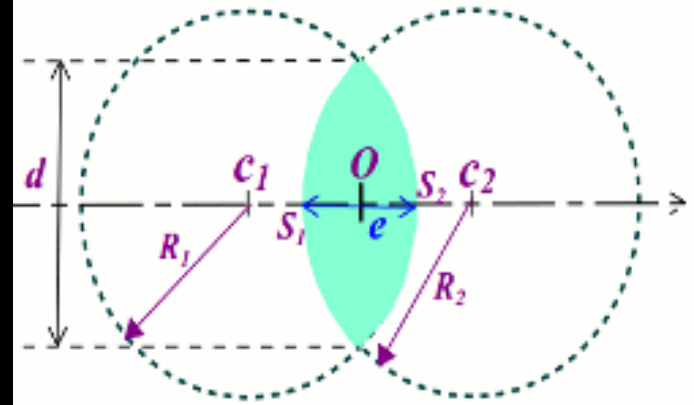
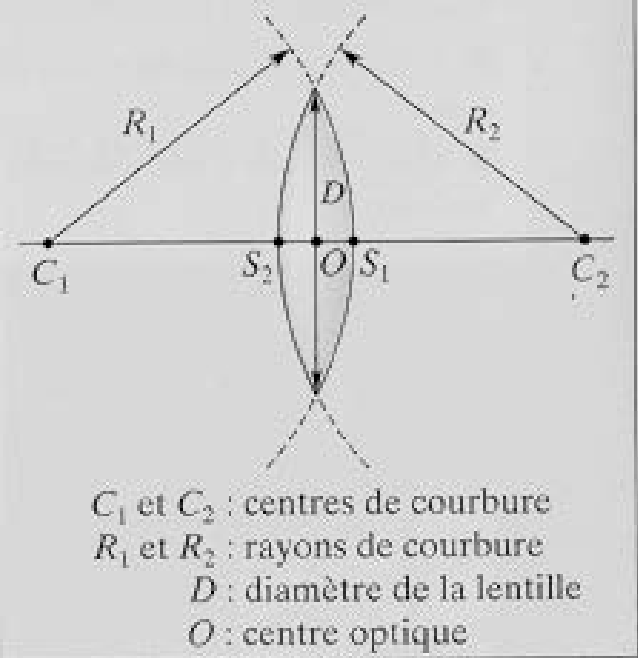
Pr. Hamid TOUMA

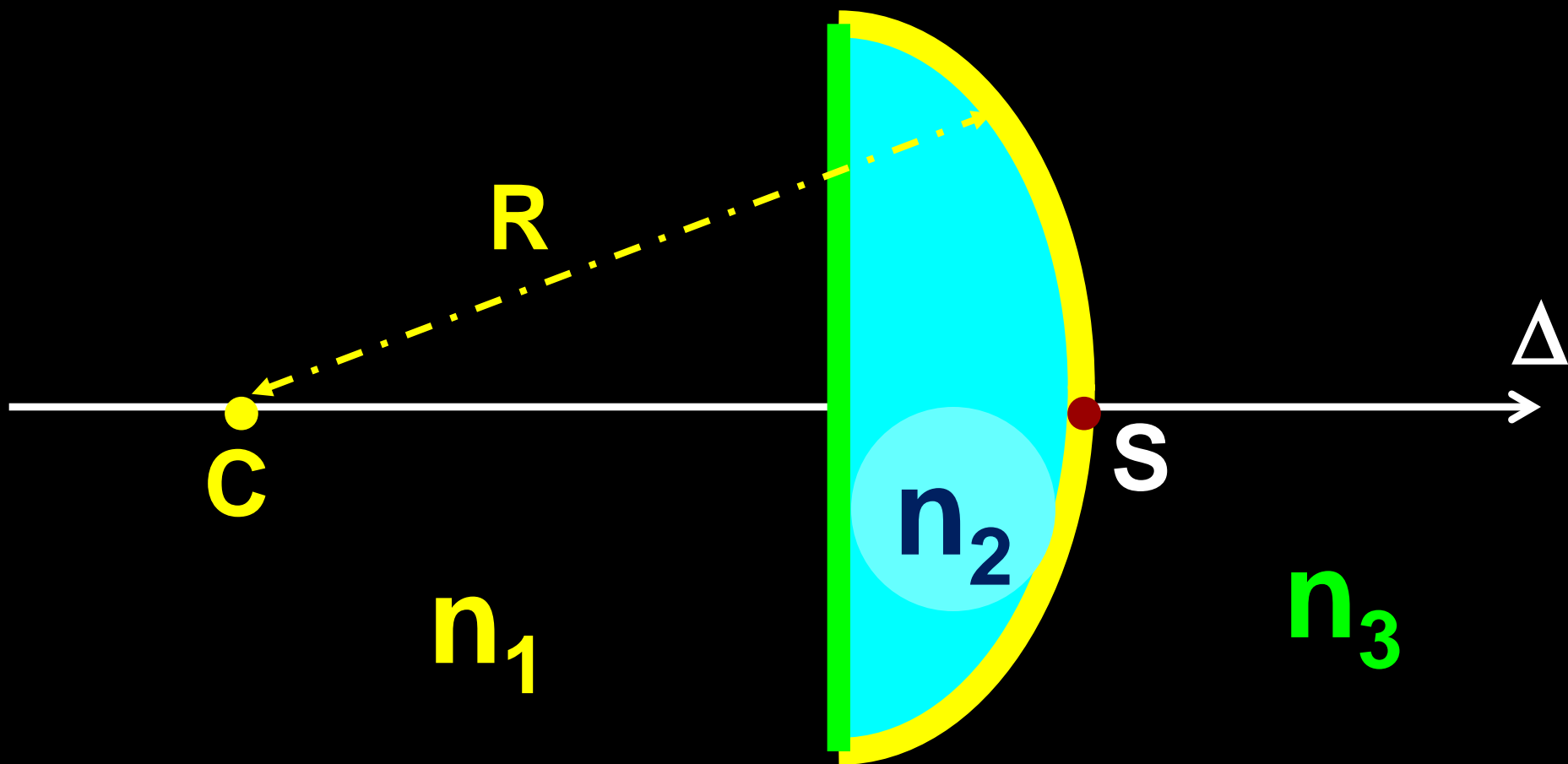
Lentilles sphériques minces

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 dioptries, dont l'un est au moins sphérique.

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

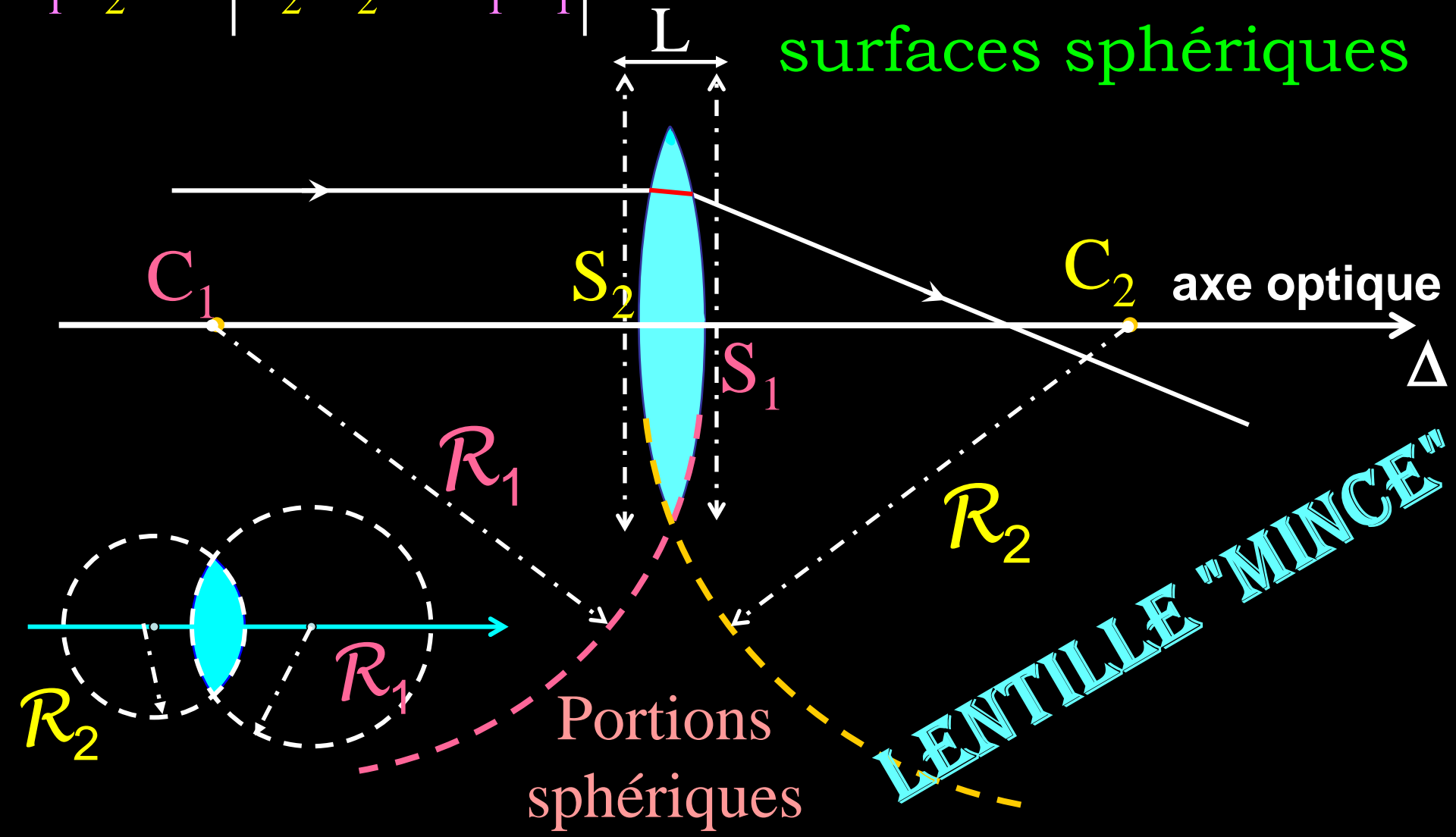




$$\overline{S_1 S_2} \ll \overline{S_1 C_1} \quad \overline{S_1 S_2} \ll \overline{S_2 C_2}$$

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

La lentille idéale :
surfaces sphériques

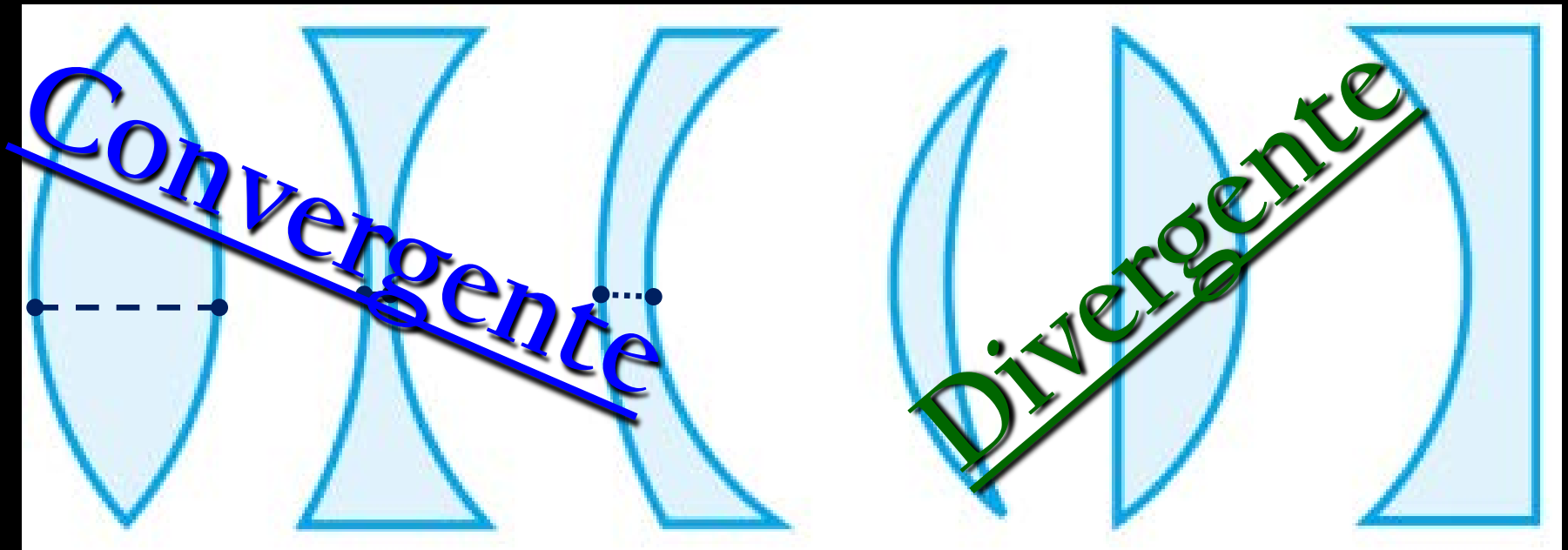


Différents types de lentilles

DIFFÉRENTS TYPES DE
LENTILLES

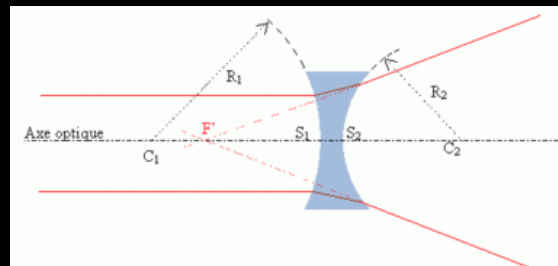
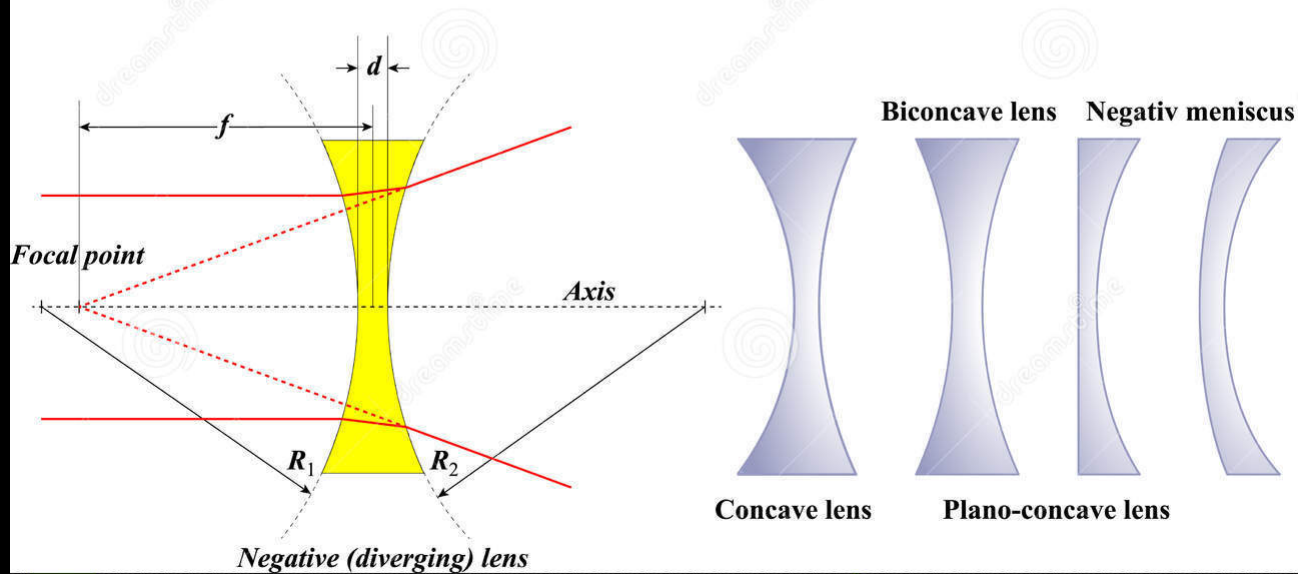
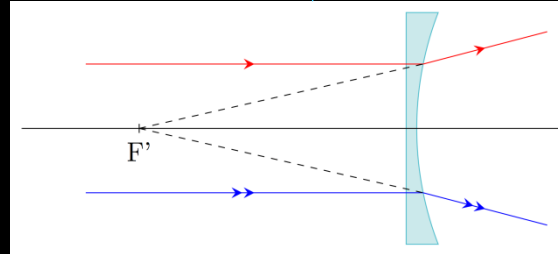
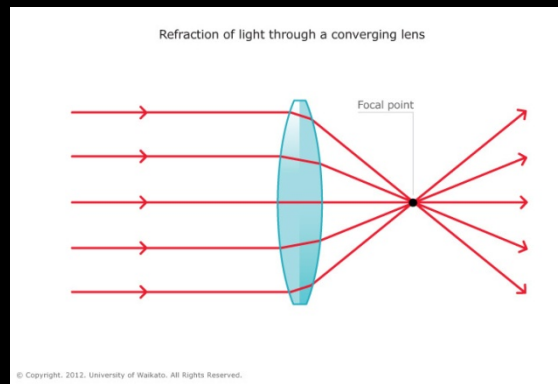
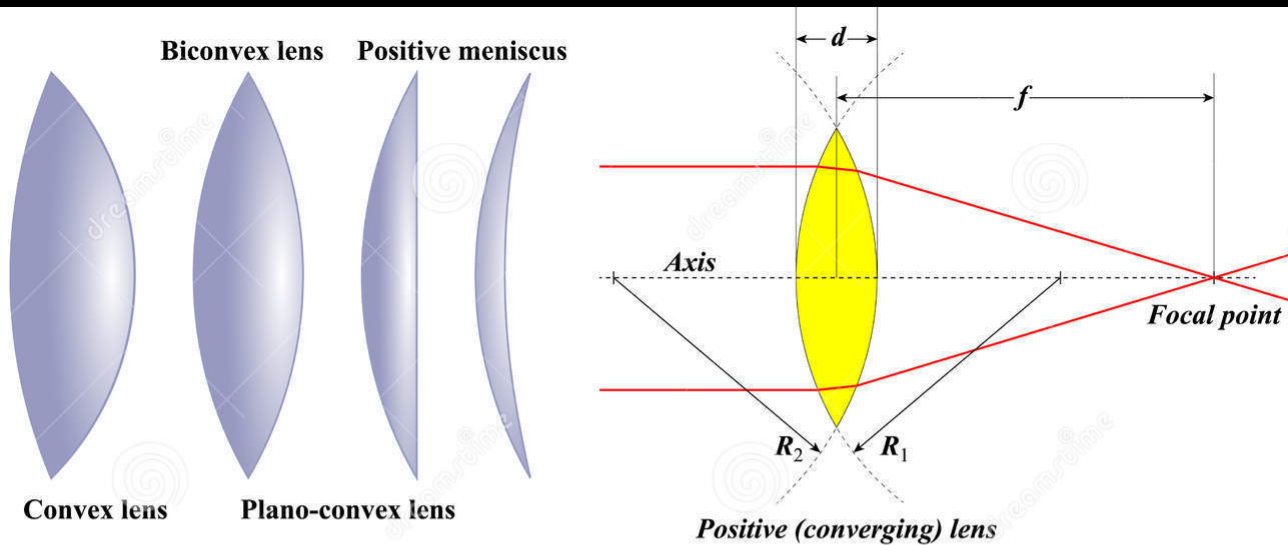
Une lentille est dite **mince** quand son **épaisseur**, mesurée sur l'axe principal, **est très petite comparée aux rayons de courbure**.

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



bord mince

bord épais



Convergente ; convergente ; convergente

Convergente ; convergente ; convergente

Convergente ; convergente ; convergente

Convergente ; convergente ; convergente

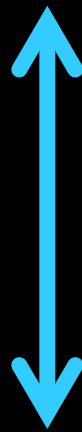
Convergente ; convergente ; convergente

Convergente ; convergente ; convergente

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 ; divergente ; divergente

Divergente ; divergente ; divergente

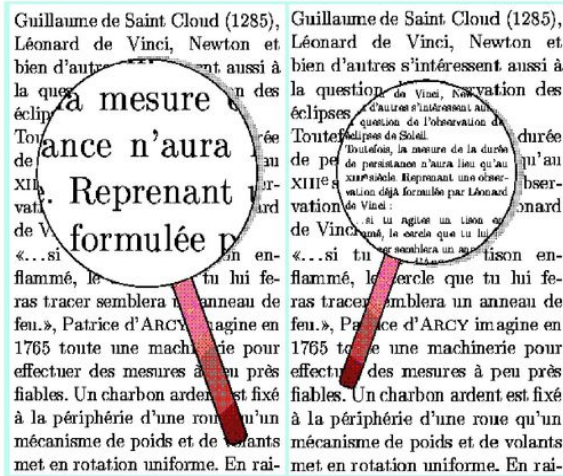
Divergente ; divergente ; divergente

Divergente ; divergente ; divergente

Divergente
Divergente
Divergente
Divergente
Divergente
Divergente



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



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

convergente

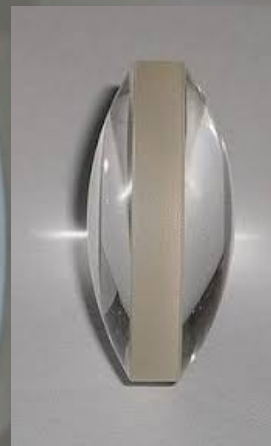
divergente



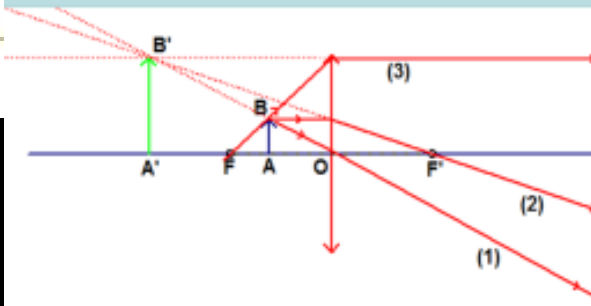
Quelles différences ?



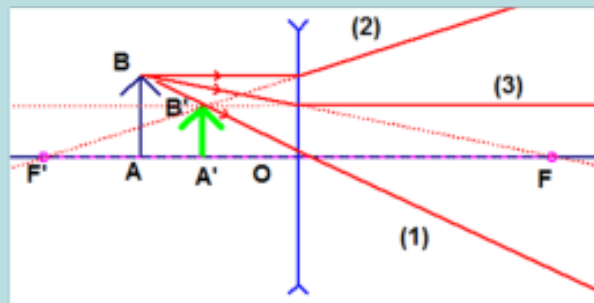
Bords minces



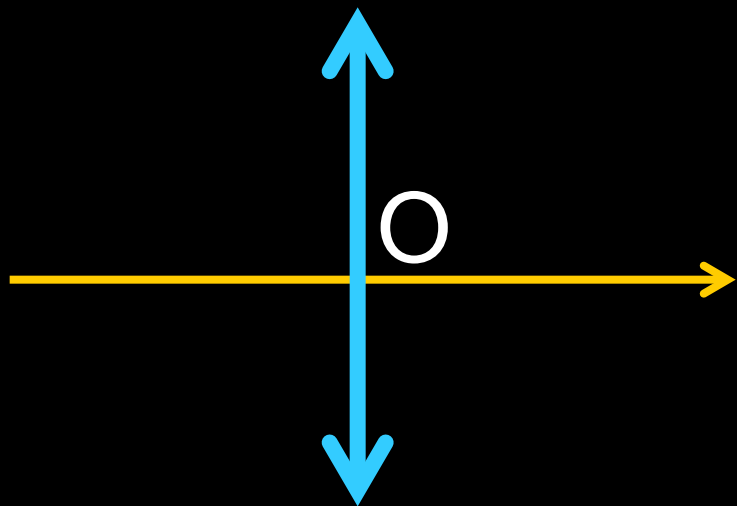
Bords épais



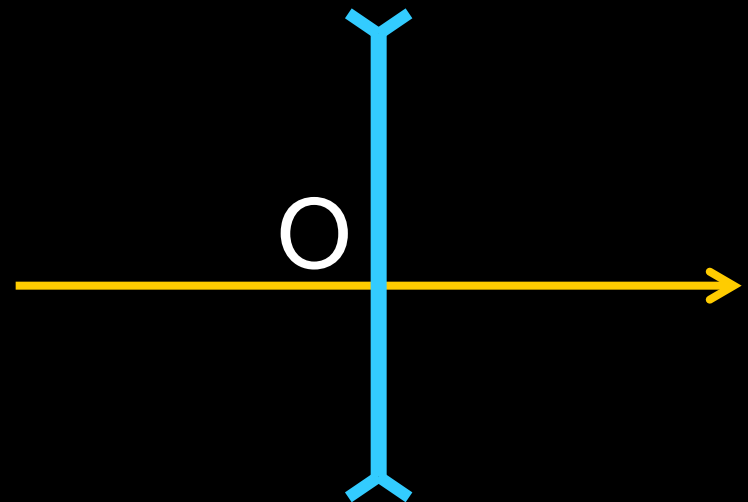
Convergente



Divergente



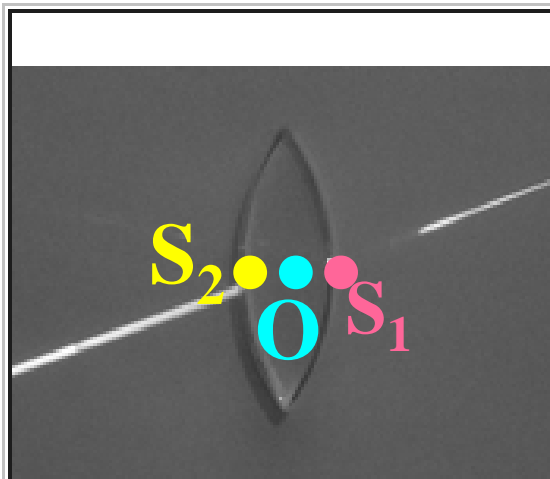
Lentille convergente



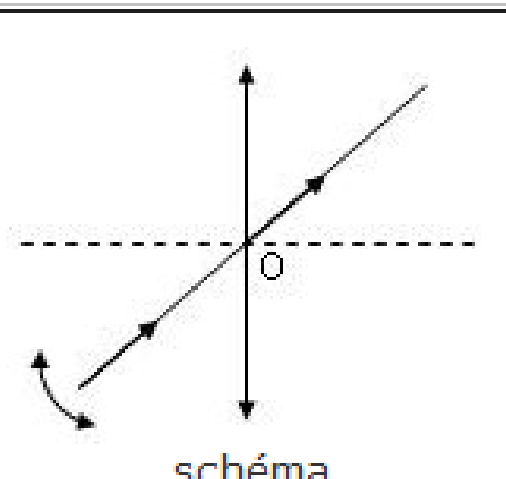
Lentille divergente

- 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**.

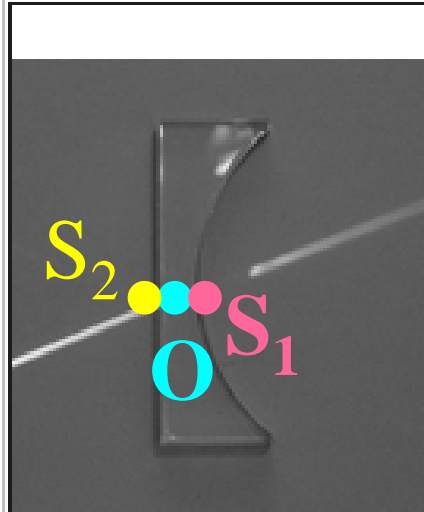
On définit le **centre optique** d'une lentille mince par le point **O** où l'axe principal perce la lentille.



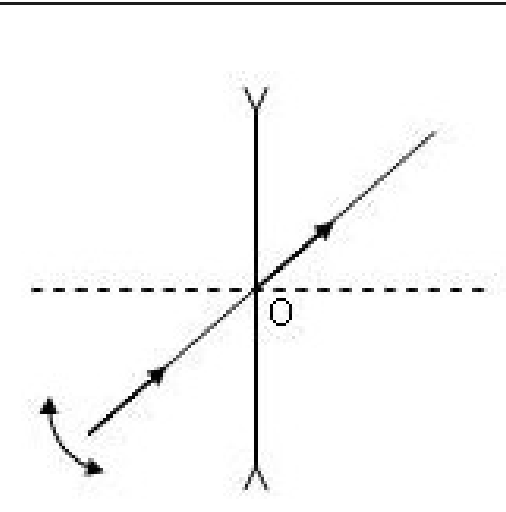
lentille convergente



schéma



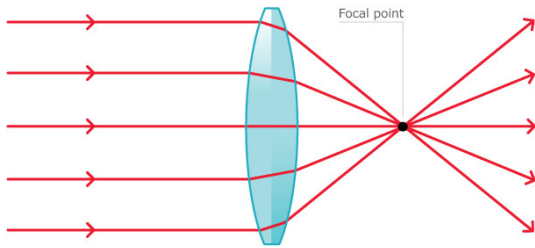
lentille divergente



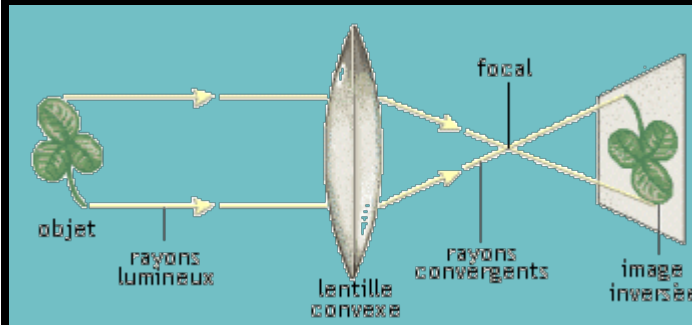
schéma

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

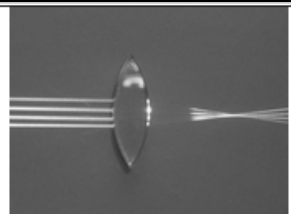
Refraction of light through a converging lens



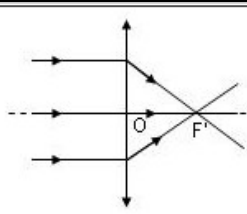
© Copyright, 2012, University of Waikato. All Rights Reserved.



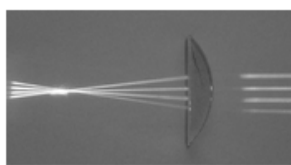
lentille convergente



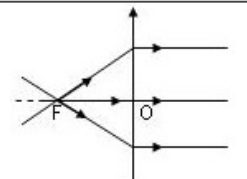
lentille convergente



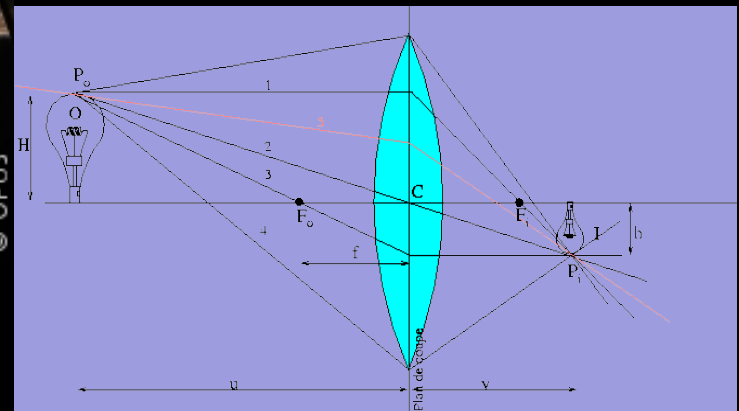
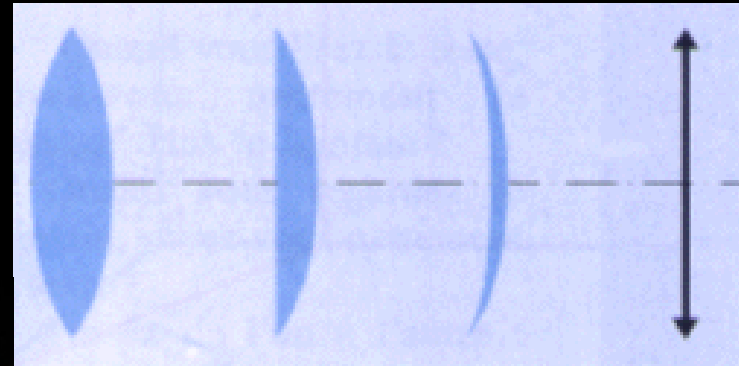
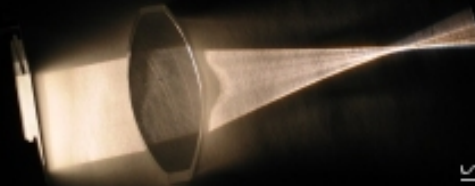
schéma



lentille convergente

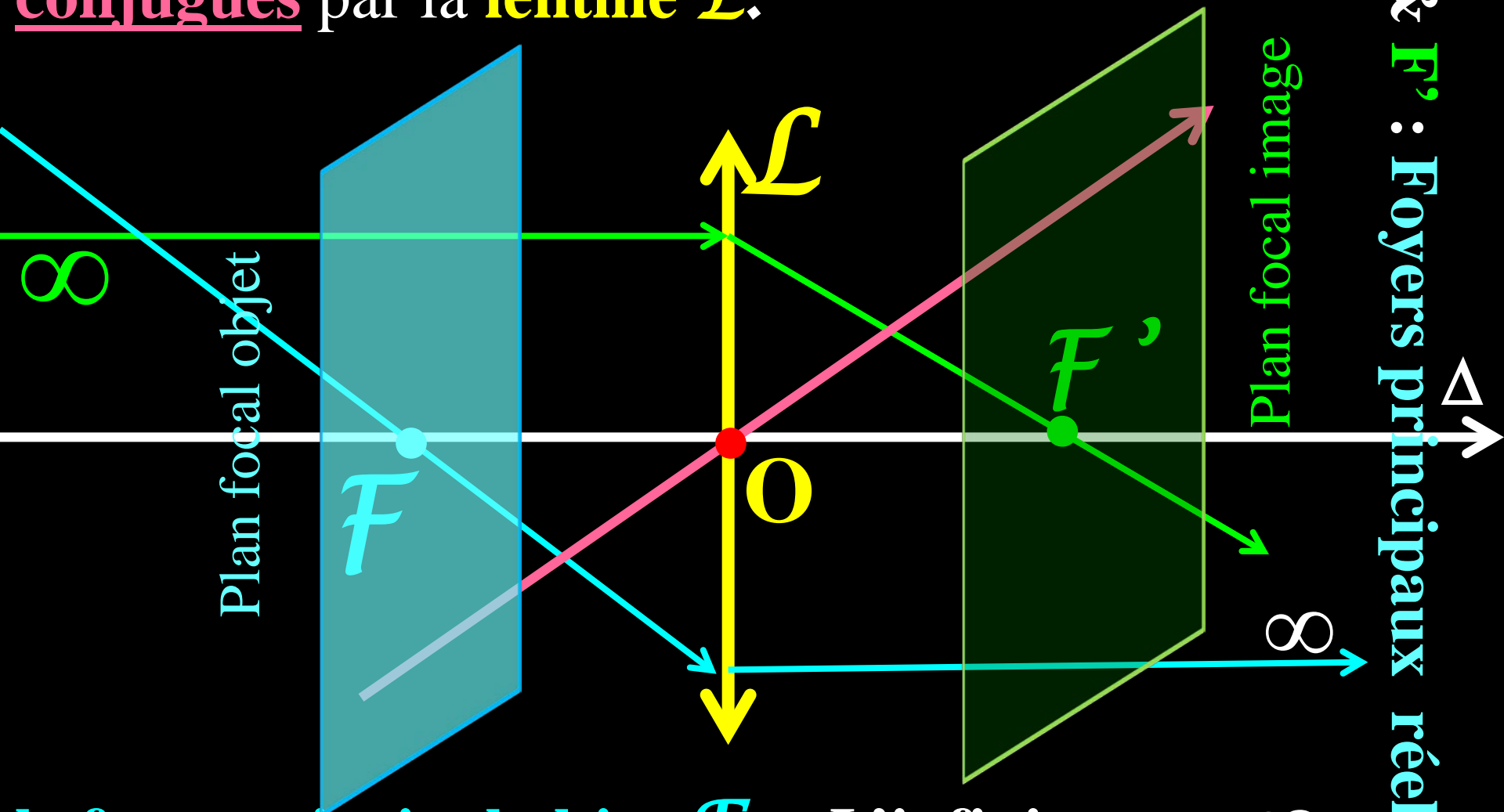


schéma



© OPUS

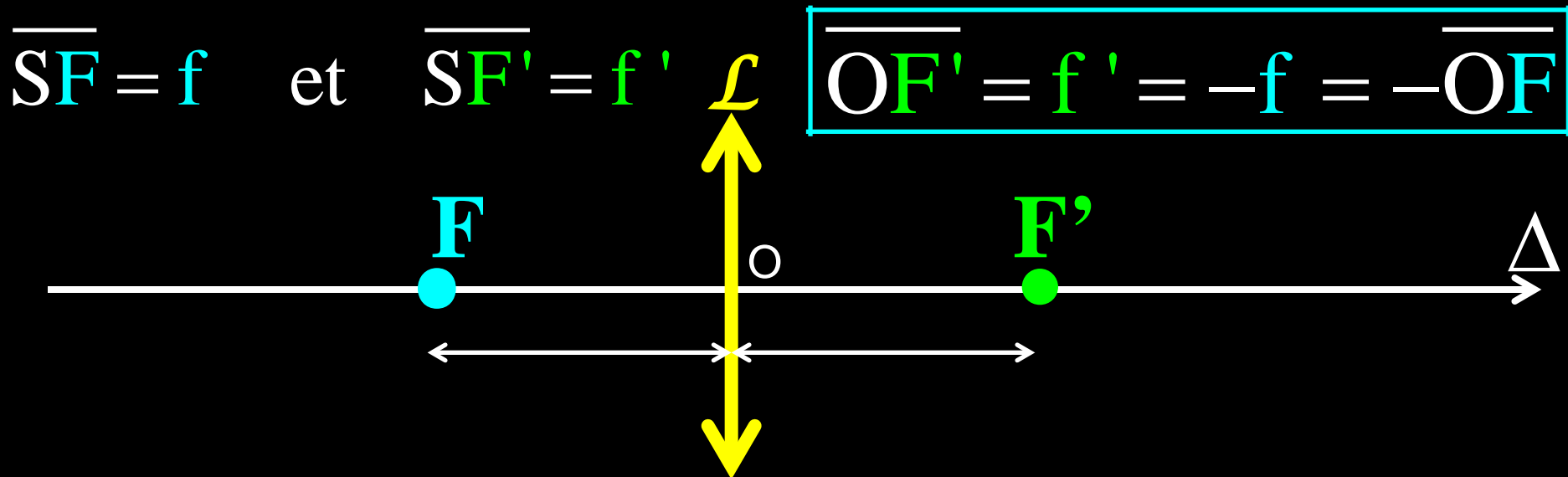
L'infini ∞ et le foyer principal image \mathcal{F}' sont
conjugués par la lentille \mathcal{L} .



le foyer principal objet \mathcal{F} et L'infini sont ∞
conjugués par la lentille \mathcal{L}

\mathcal{F} & \mathcal{F}' : Foyers principaux réels

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} :

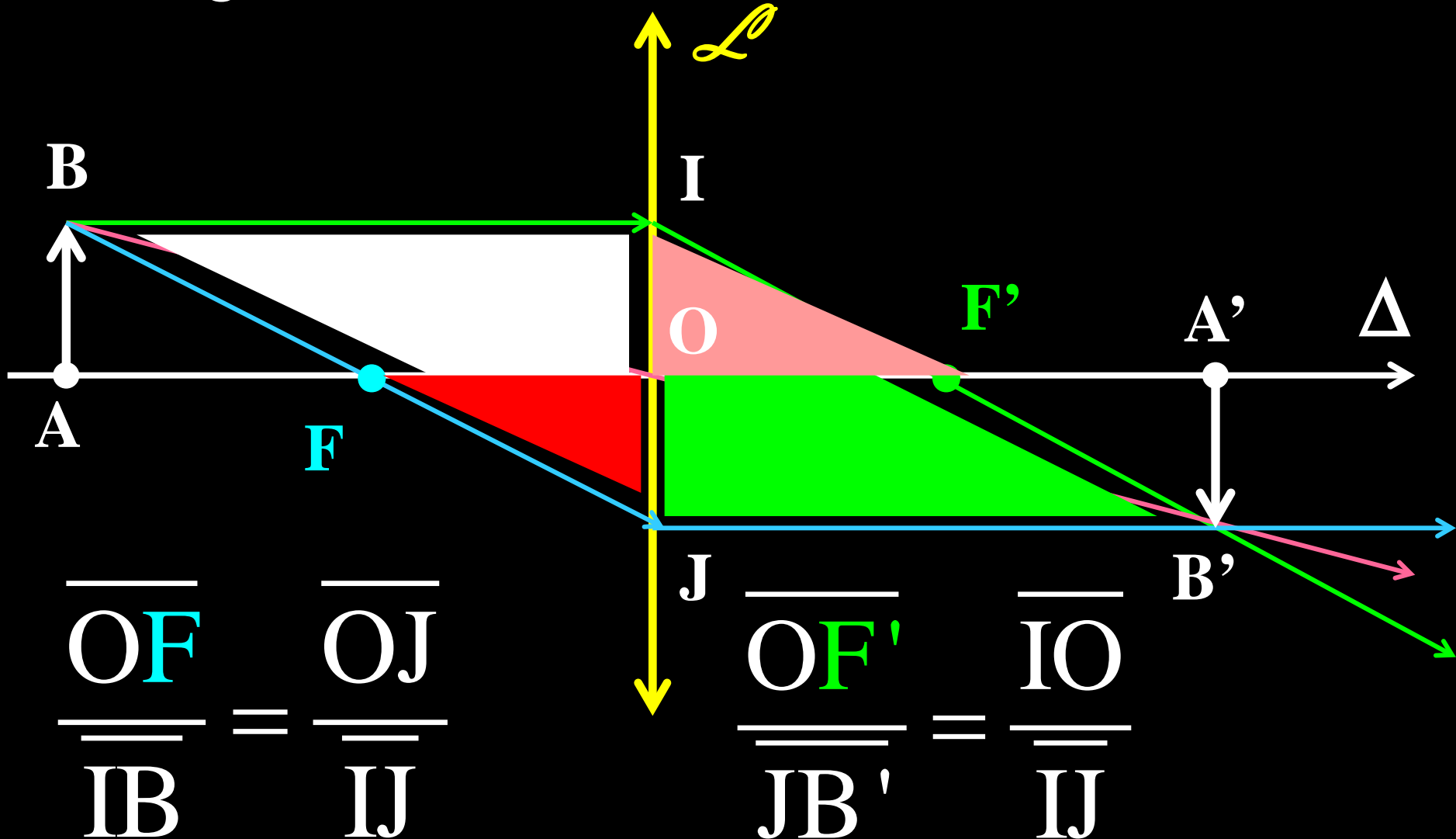


On appelle **vergence** **V** **l'inverse** de la **distance focal** **f'** **en mètre** et elle s'exprime en dioptrie δ :

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

Triangles JOF et JIB sont semblables

Triangles **OIF'** et **JIB'** sont semblables



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

En additionnant les deux égalités précédentes, on aura :

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

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

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

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

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

Relation de conjugaison d'une lentille mince

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

ou

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

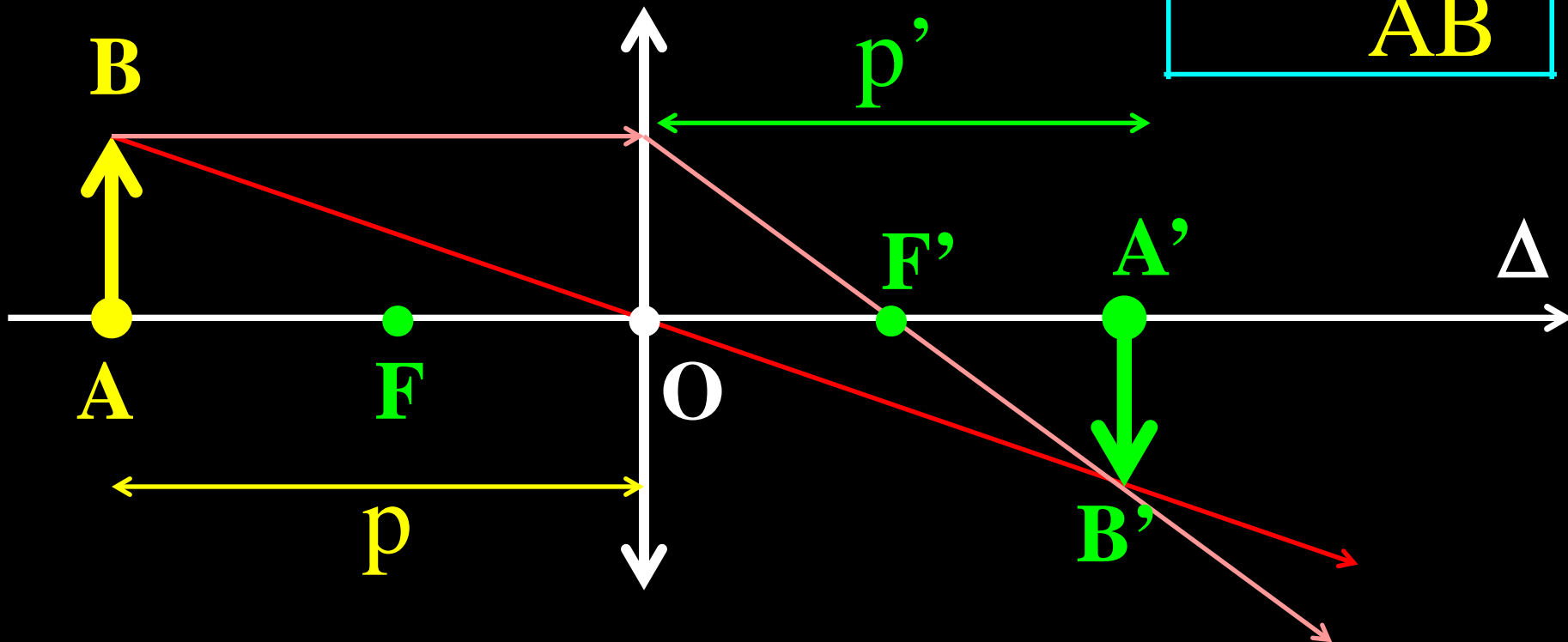
$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

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

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

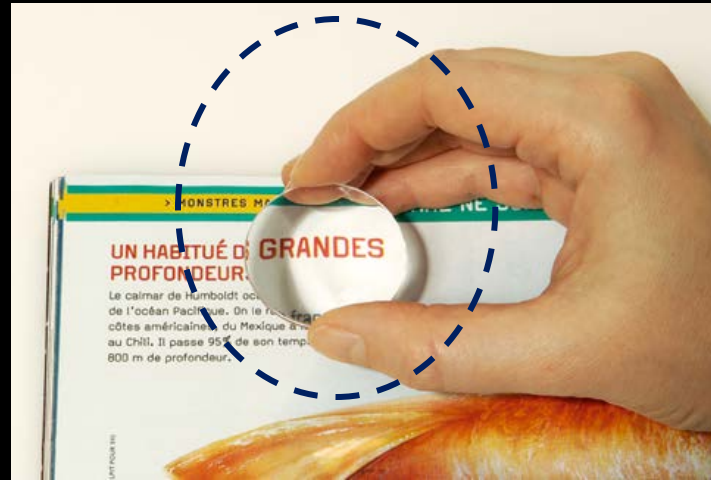
On appelle **grandissement linéaire**

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



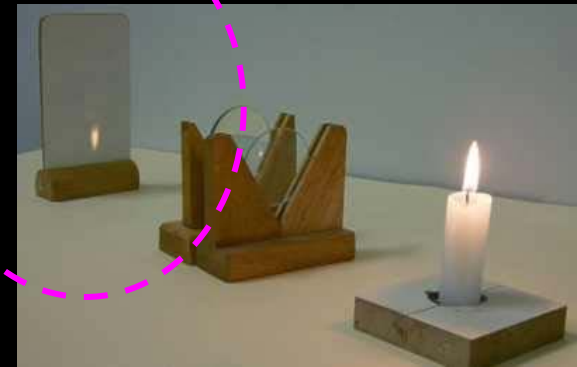
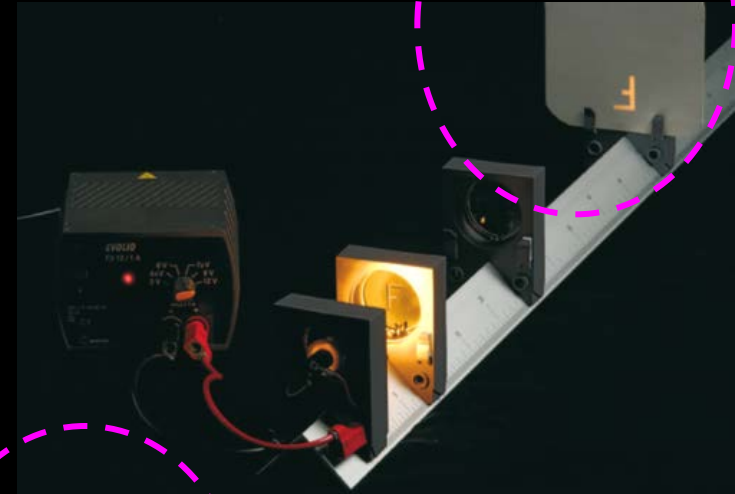
Remarque :

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



- Si $\gamma > 0$ alors on aura une **image droite**,

- et si $\gamma < 0$ alors on aura une **image renversée**.

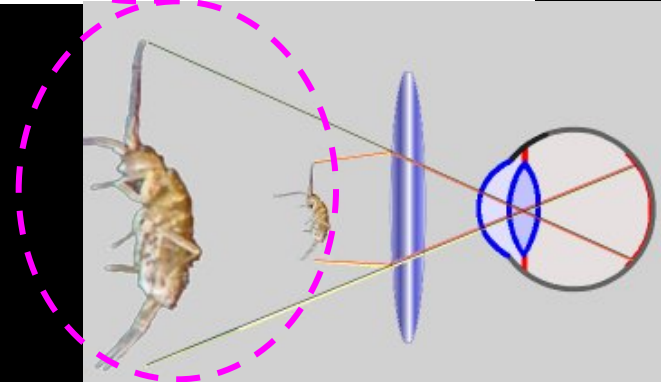
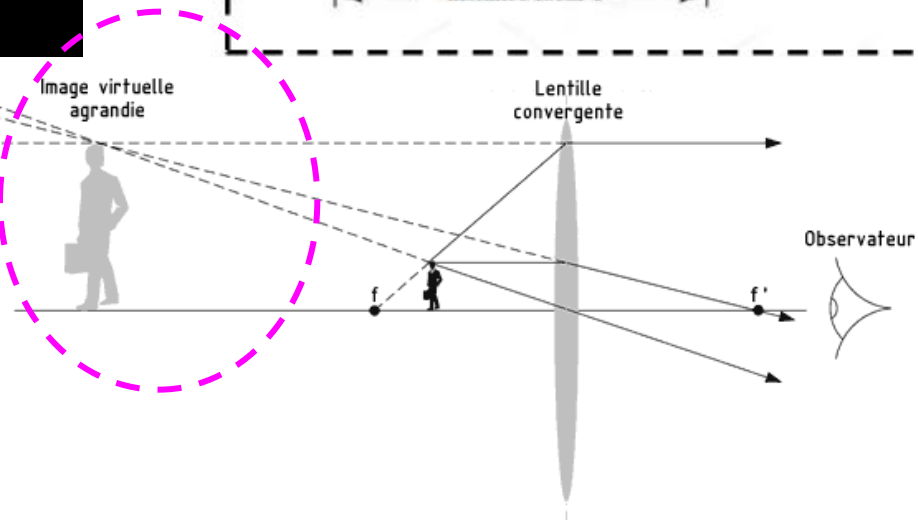
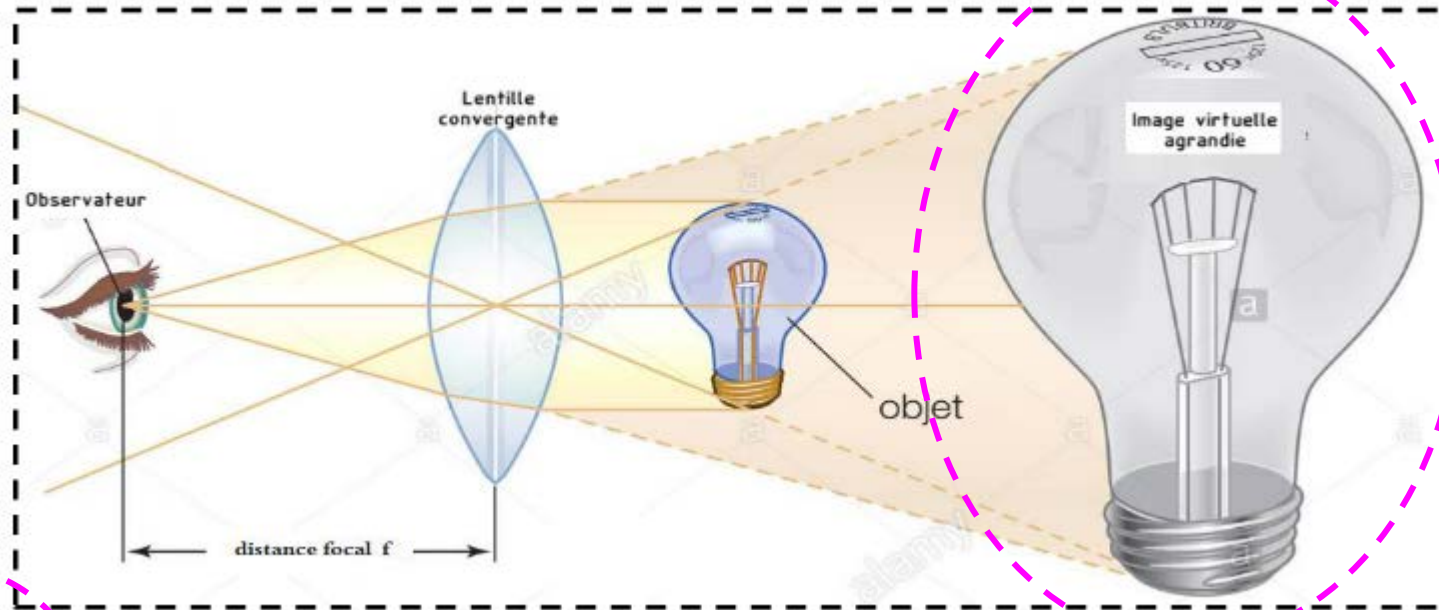


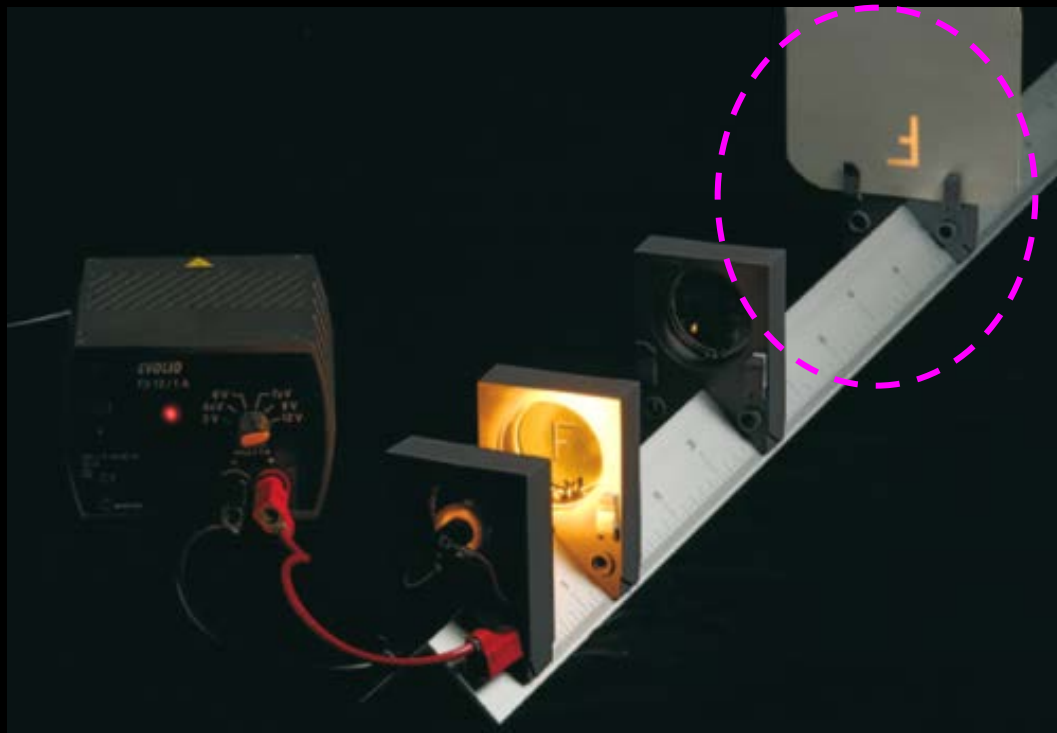
$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

$$\gamma > 0$$

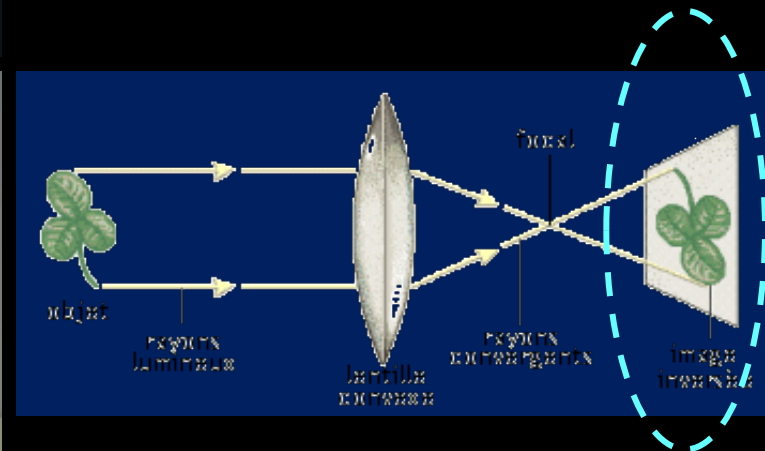


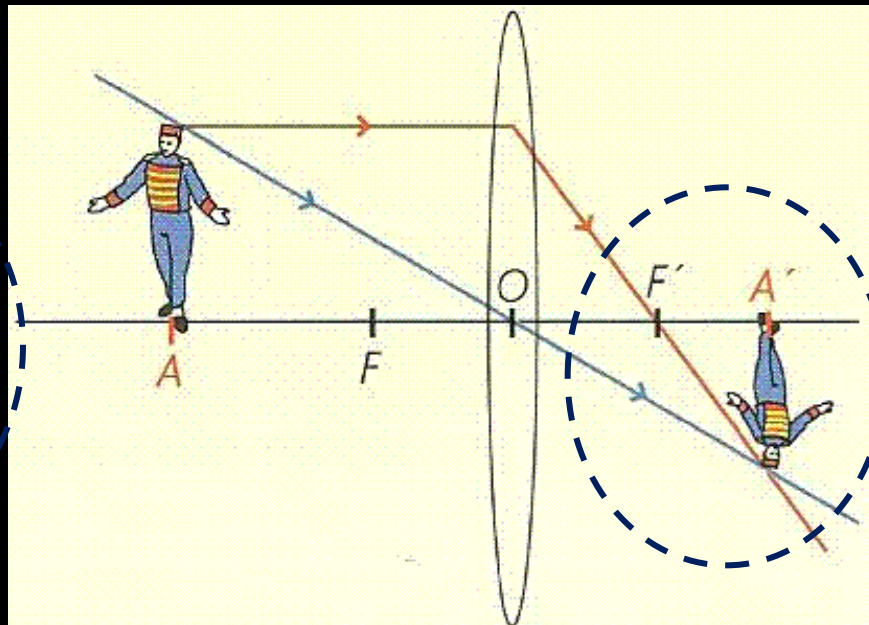
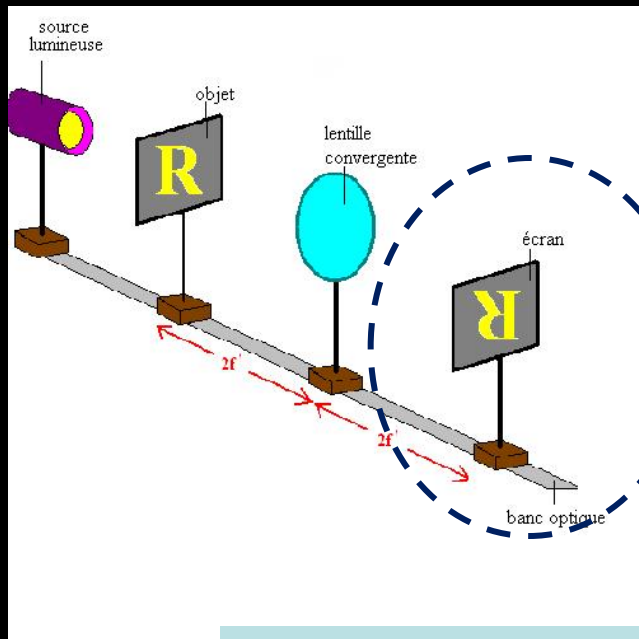
Exemple :



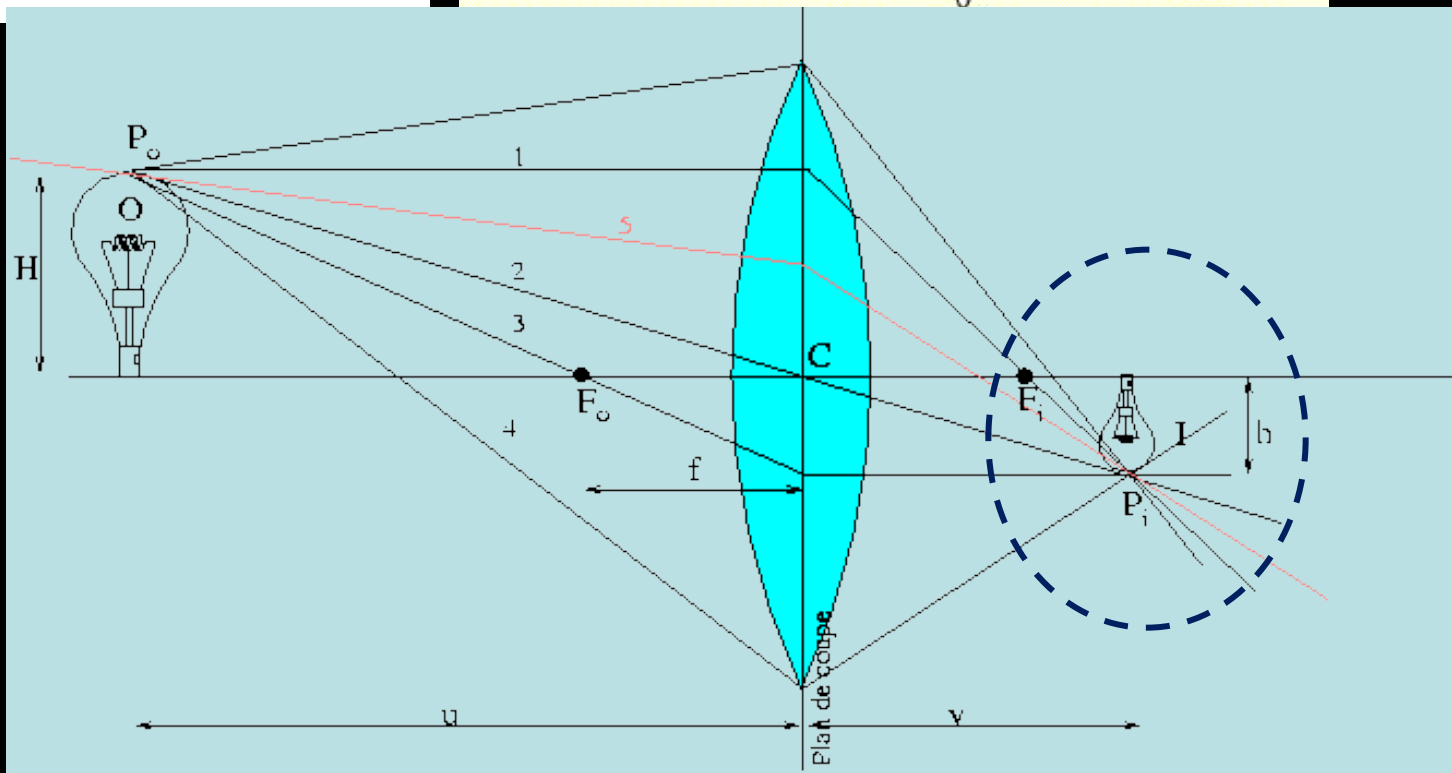


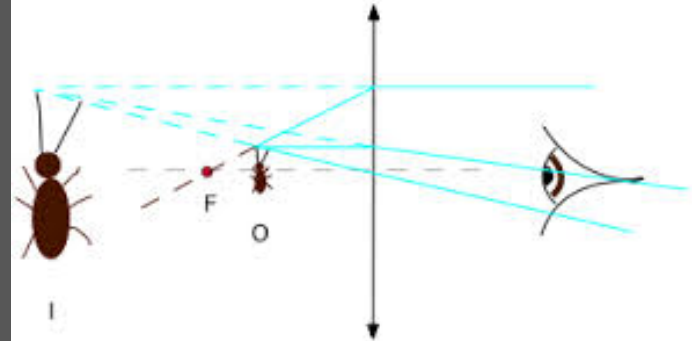
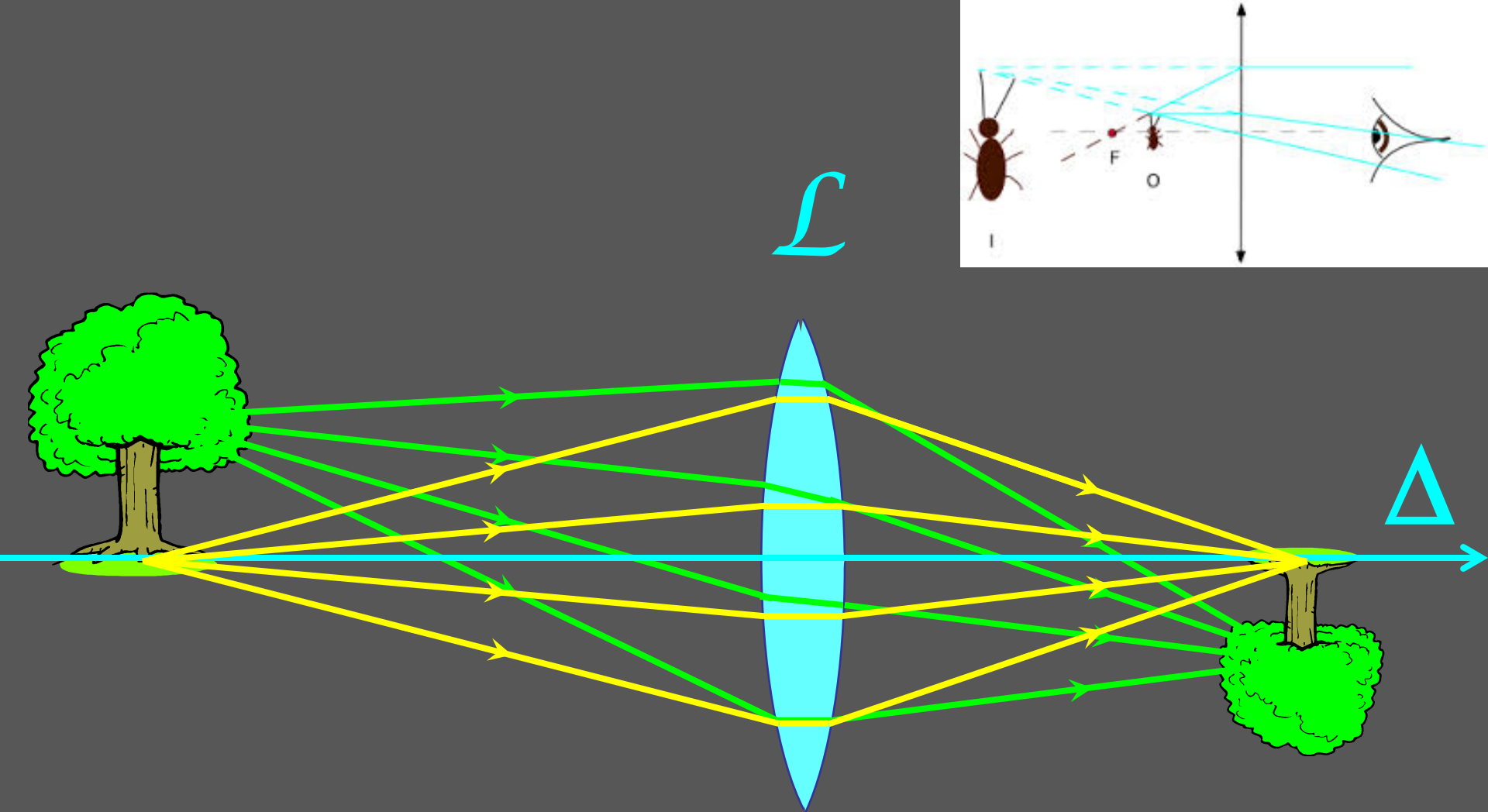
$$\gamma < 0$$



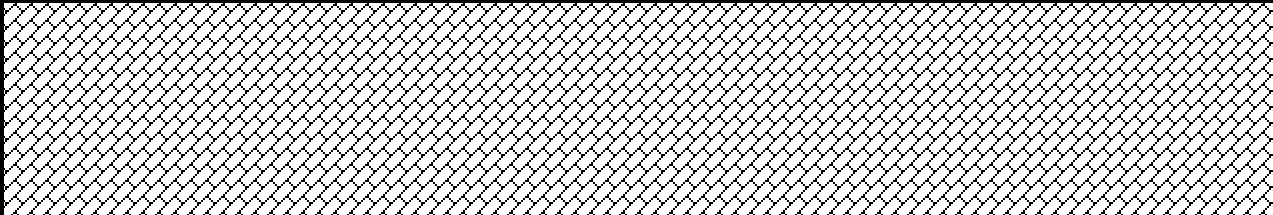


$$\gamma < 0$$





Quelques constructions géométriques



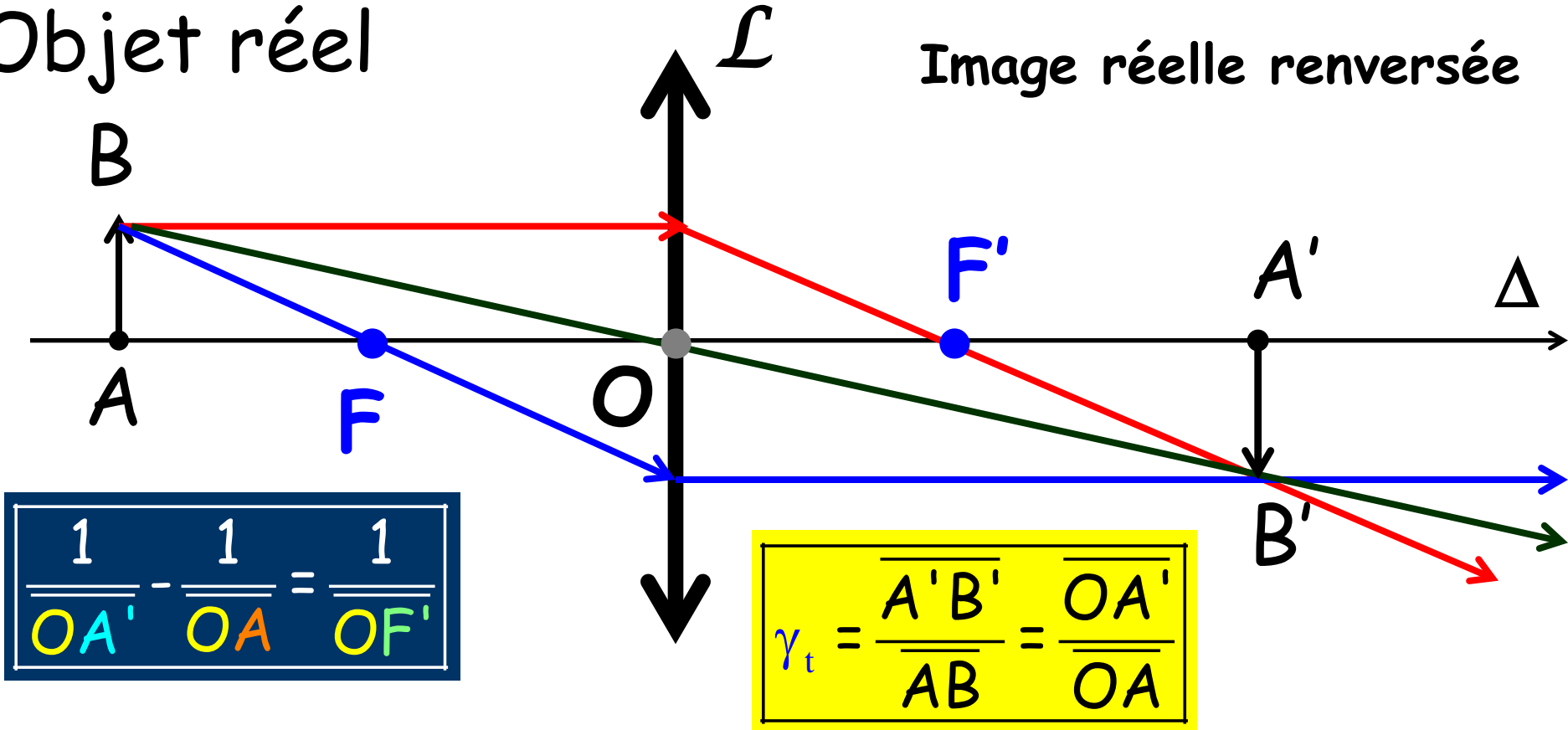
Exemples

Lentille mince convergente

Cas n°1

Objet réel

Image réelle renversée

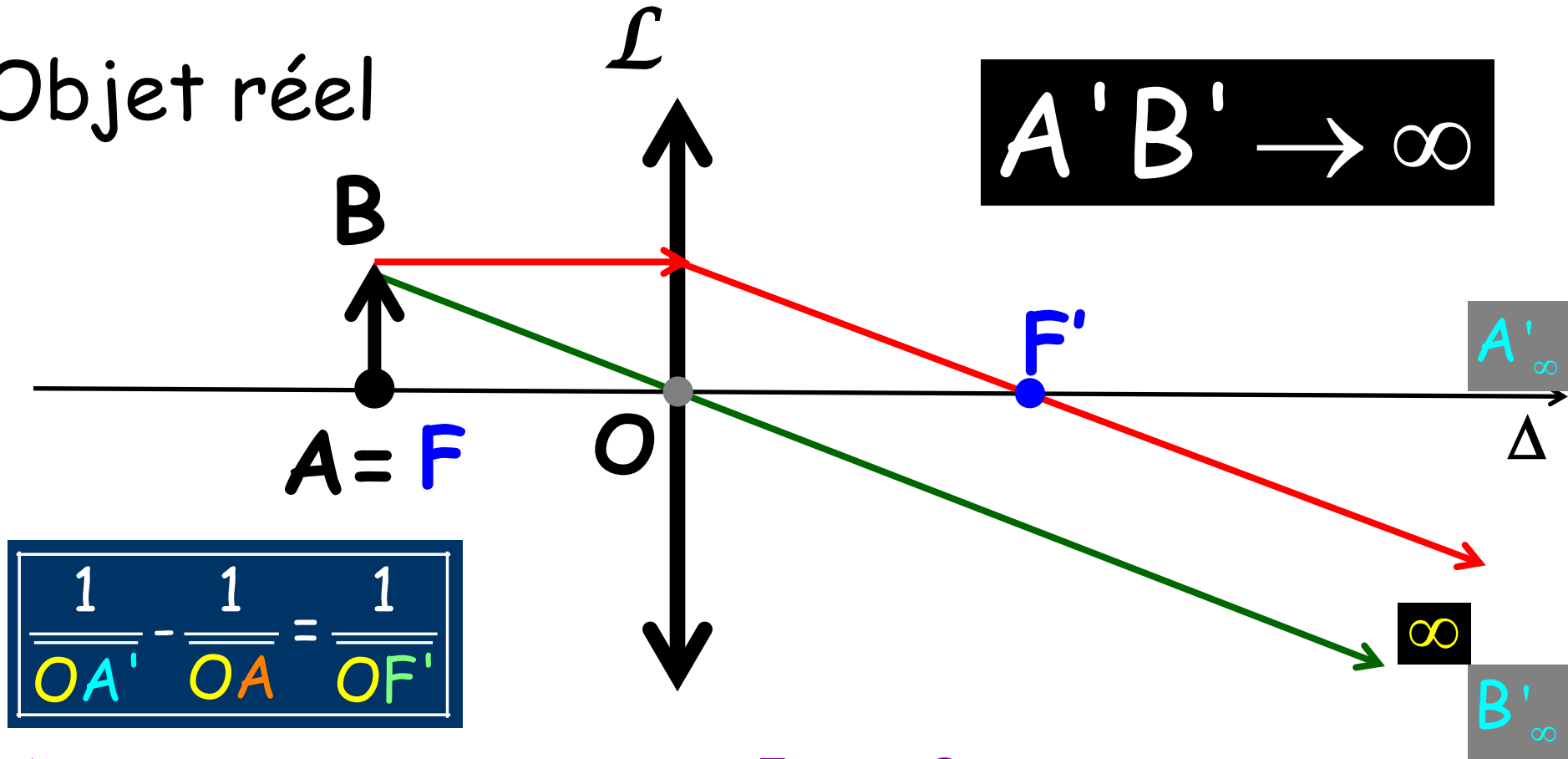


$$-\infty < A < F \text{ alors } F' < A' < +\infty$$

Lentille mince convergente

Cas n°2

Objet réel



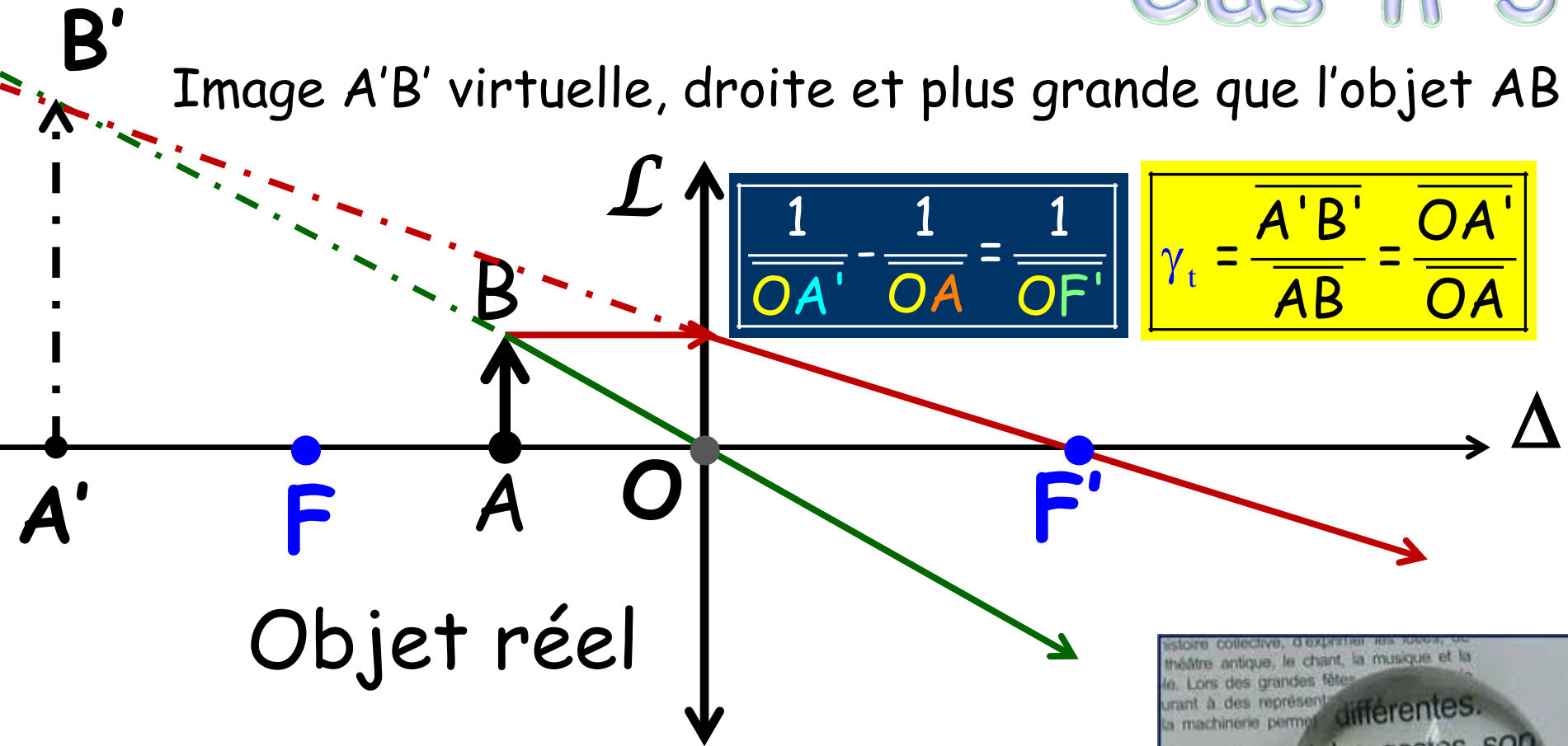
Mise au point à l'infini

Image $A'B'$ située à l'infini

Pr Hamid TOUMA

Lentille mince convergente

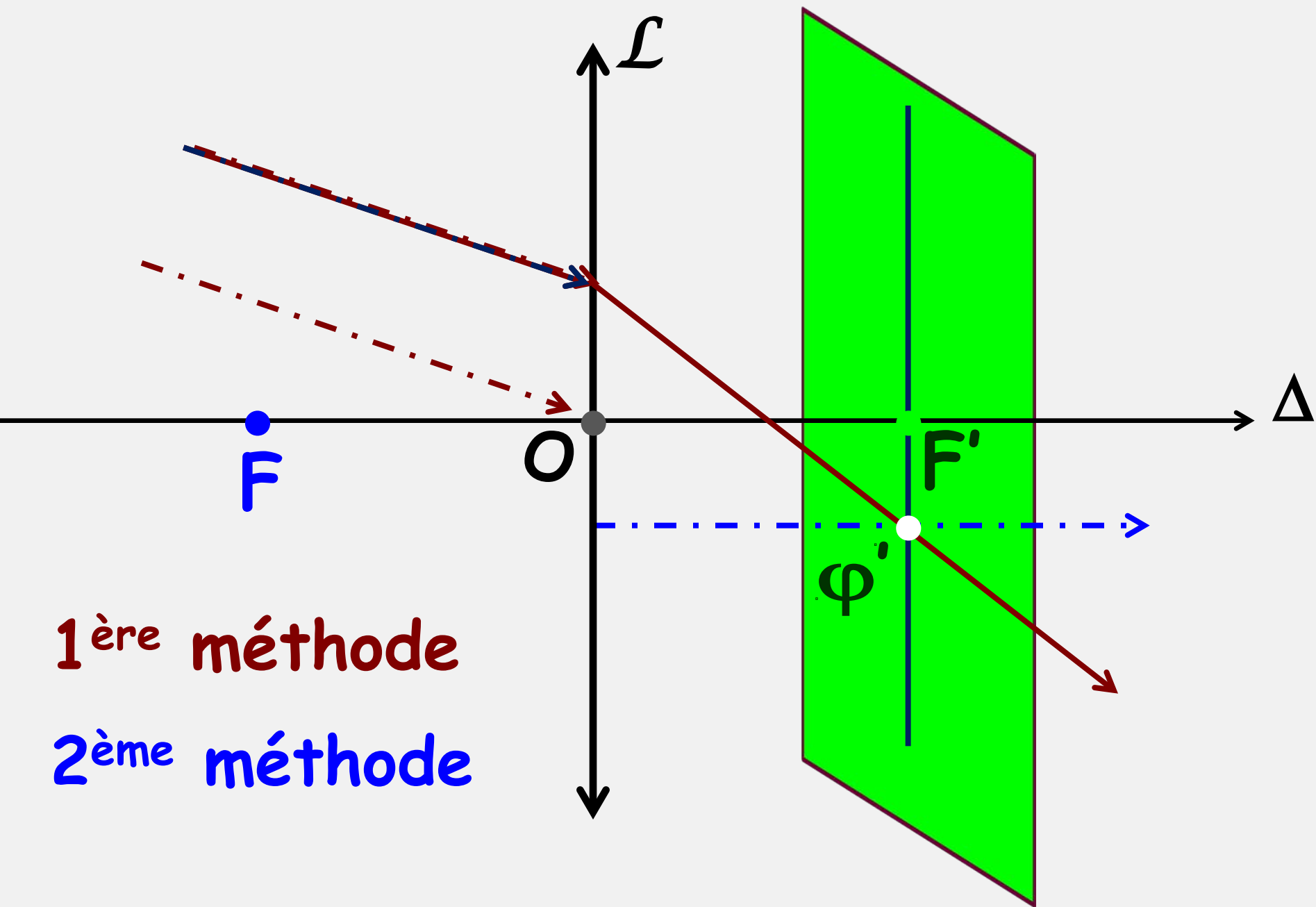
Cas n°3

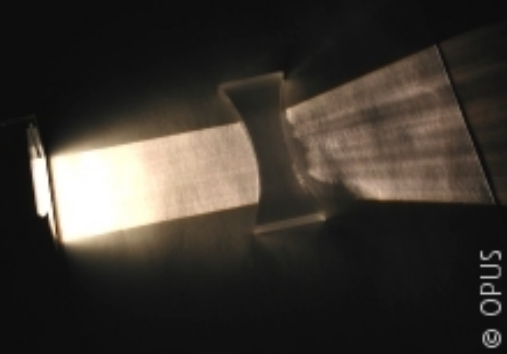


$$F < A < O \text{ alors } -\infty < A' < F$$

Le principe de la Loupe

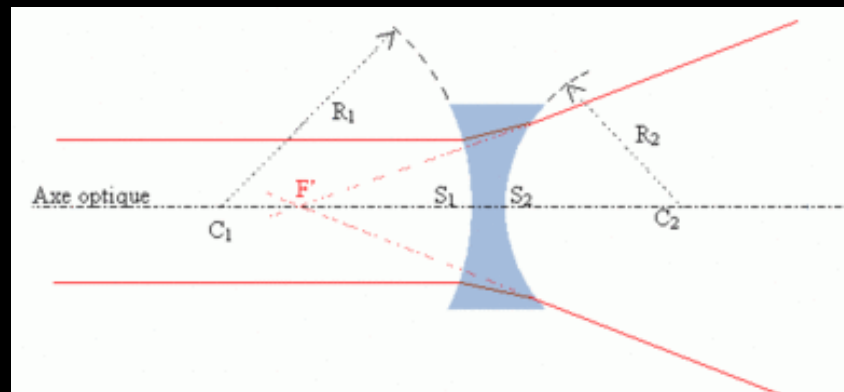
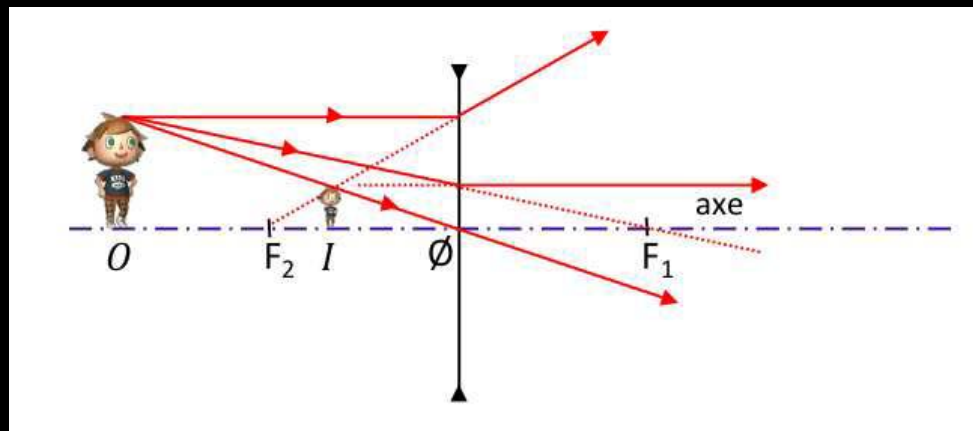
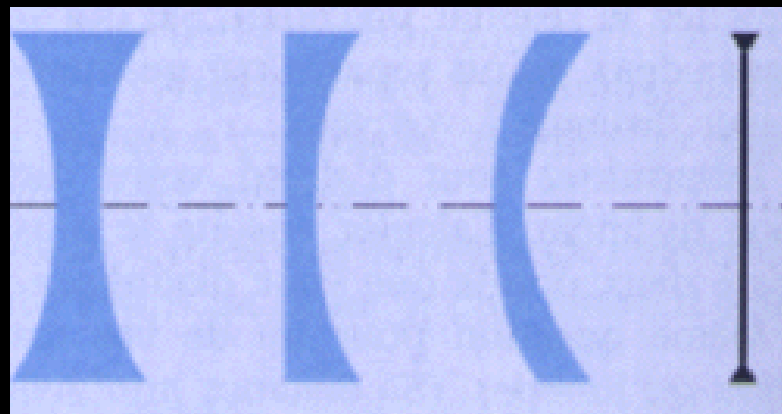
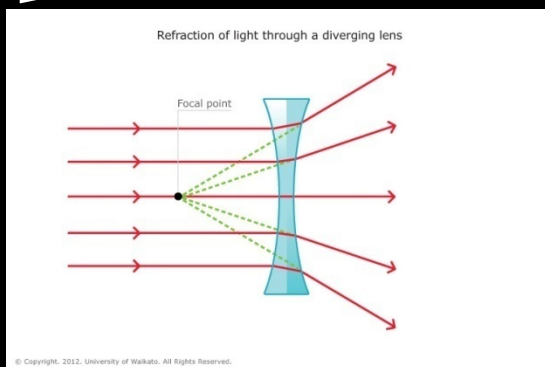




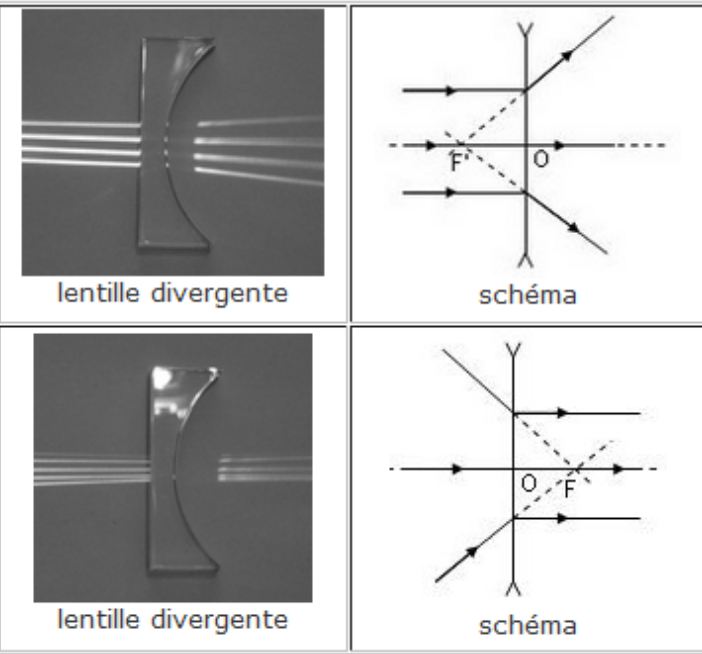


© OPUS

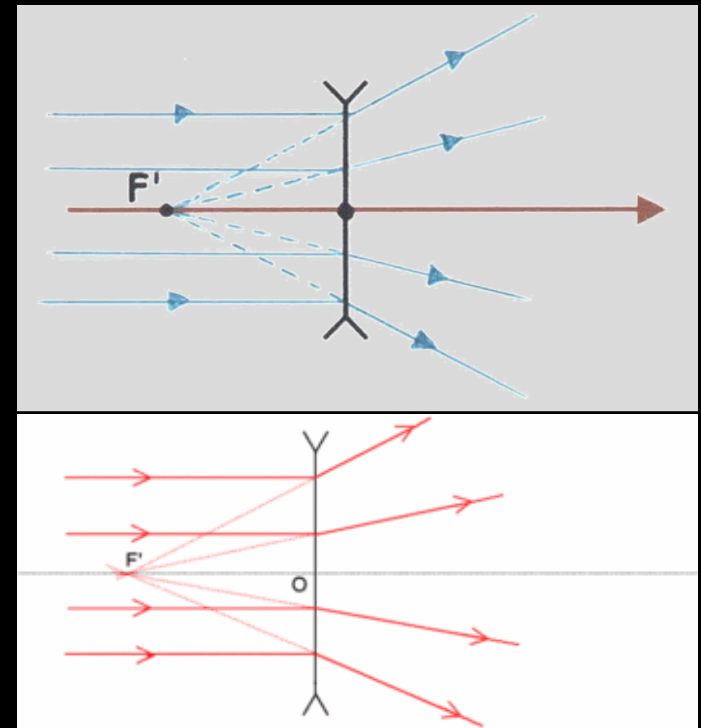
lentille divergente



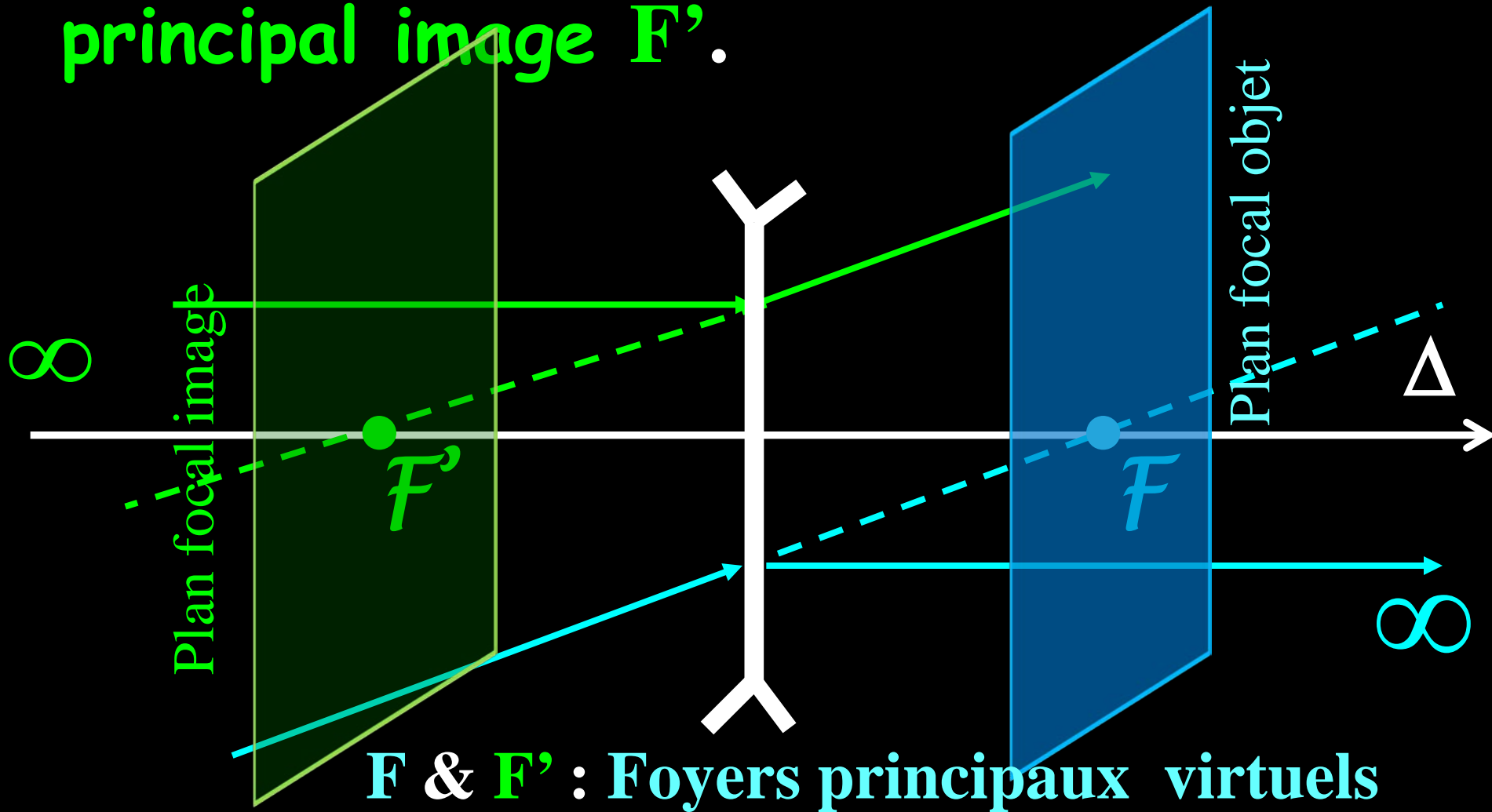
Foyers principaux objet et image : Toute lentille **divergente**, quelle que soit sa forme, possède **deux foyers principaux virtuels, symétriques** par rapport au centre optique O .



Le **premier** est le **foyer principal objet** et le **second** est le **foyer principal image**. Ce dernier est l'**image** d'un **point** situé à l'infini.



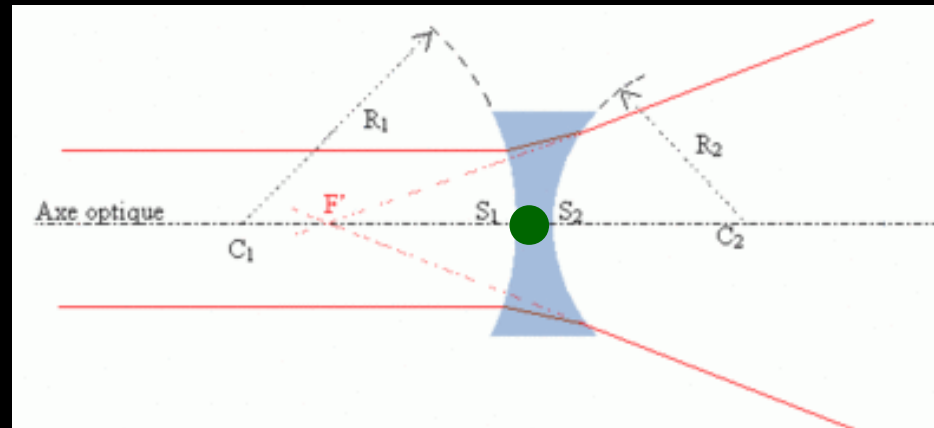
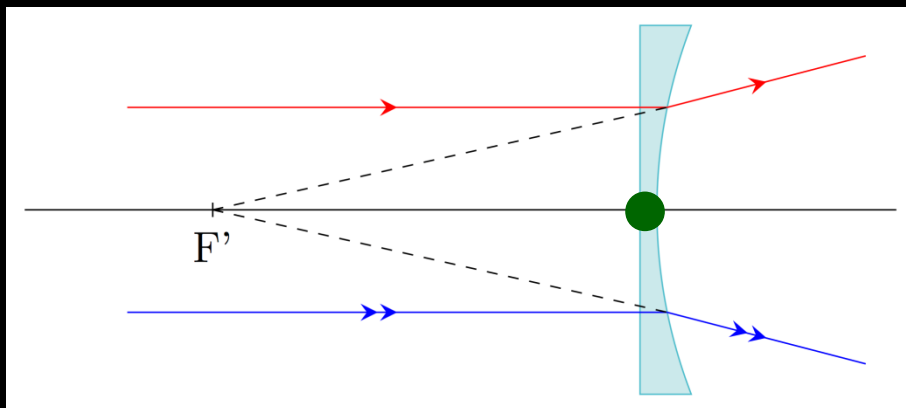
Autrement dit, **tout rayon parallèle** à l'axe principal de la lentille **émerge** de celle-ci comme s'il venait du **foyer principal image F'** .



- 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

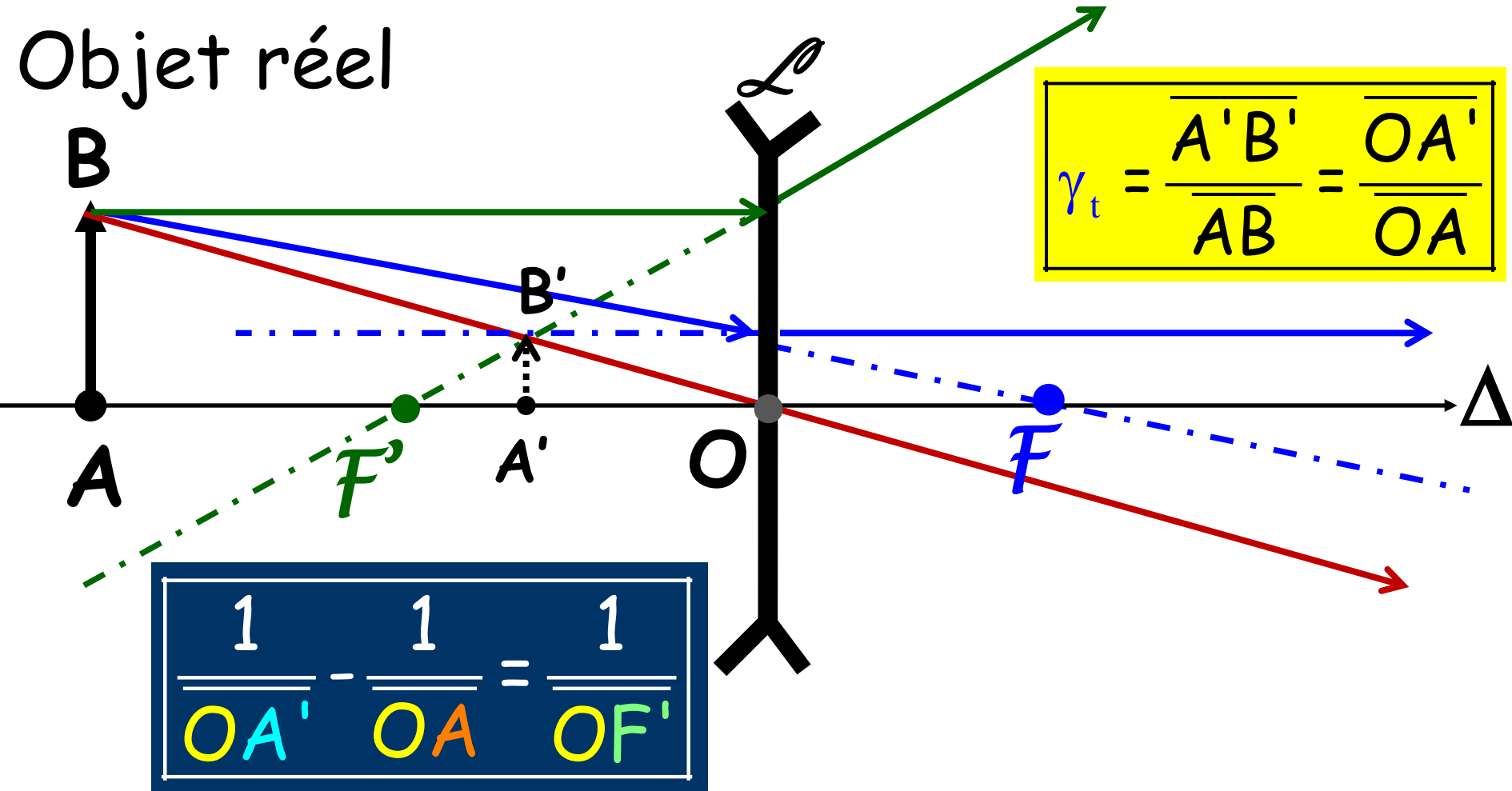


Image A'B' est virtuelle, droite, et plus petite que l'objet AB

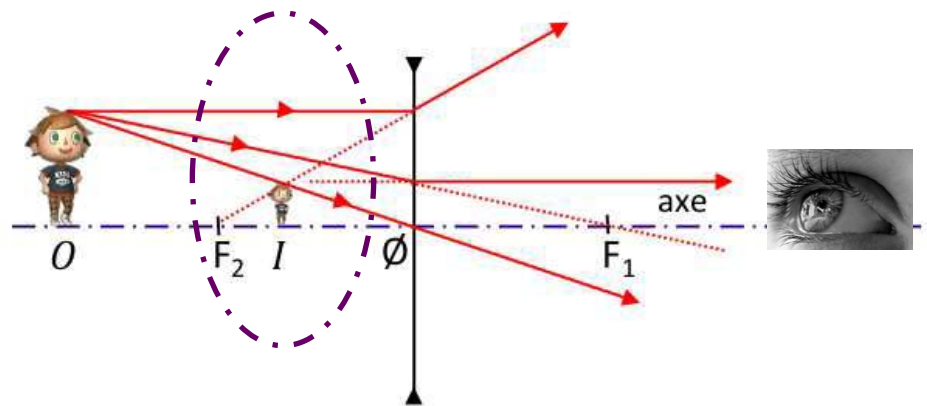
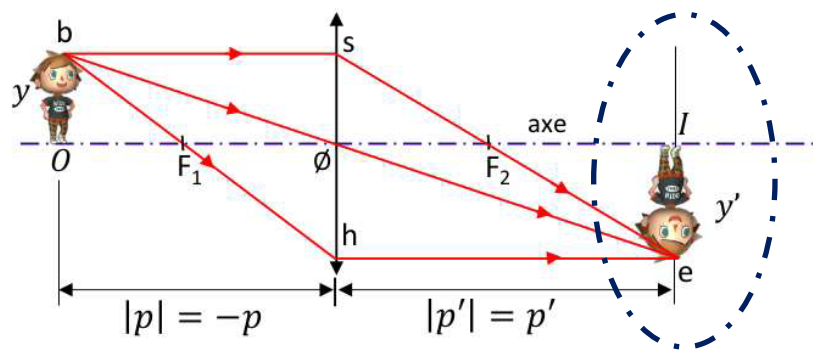
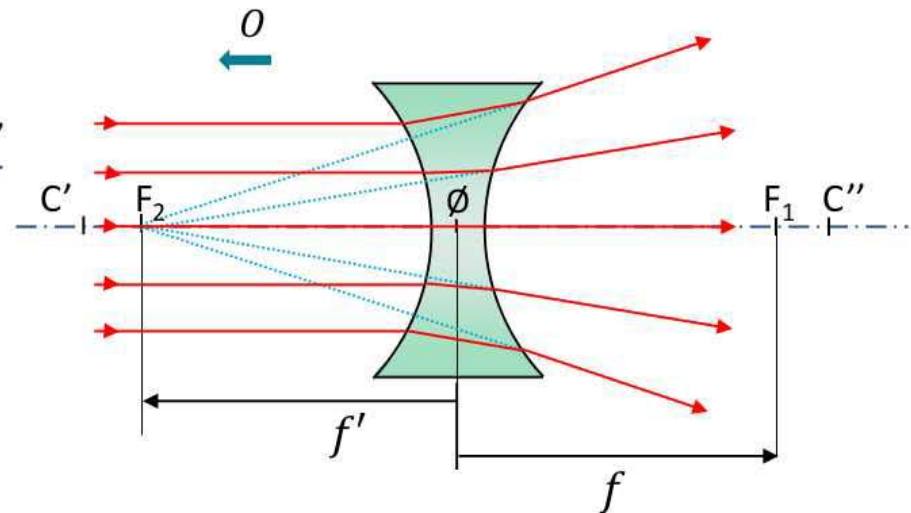
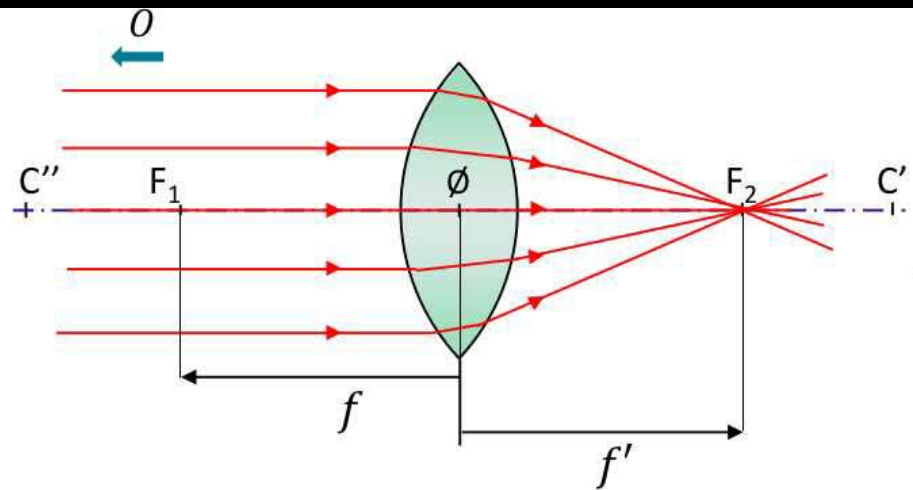
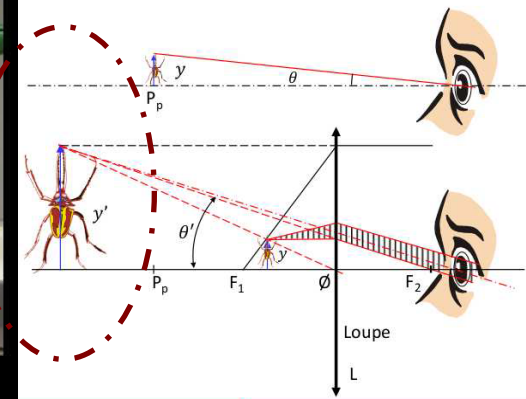


Image réelle

Image virtuelle



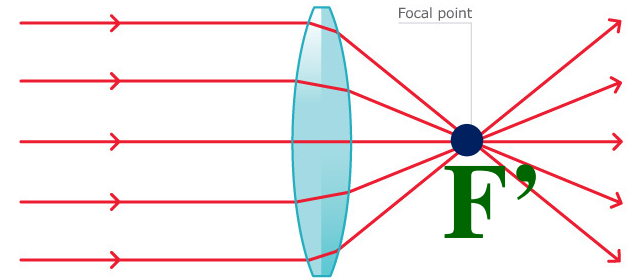
Remarque :

- les lentilles convergentes ont des foyers réels.

les lentilles divergentes ont des foyers virtuels.

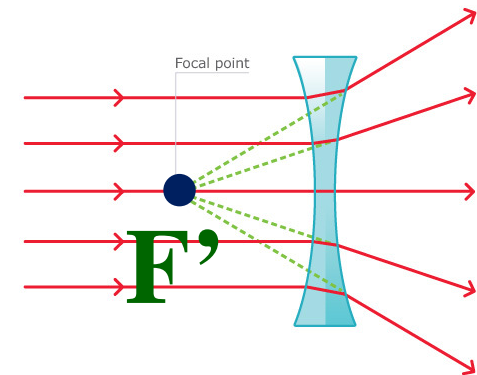
La vergence d'une lentille épaisse est liée d'une part à la forme convexe ou concave, et aux rayons de courbure de ses faces, d'autre part à l'indice n de sa substance.

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.