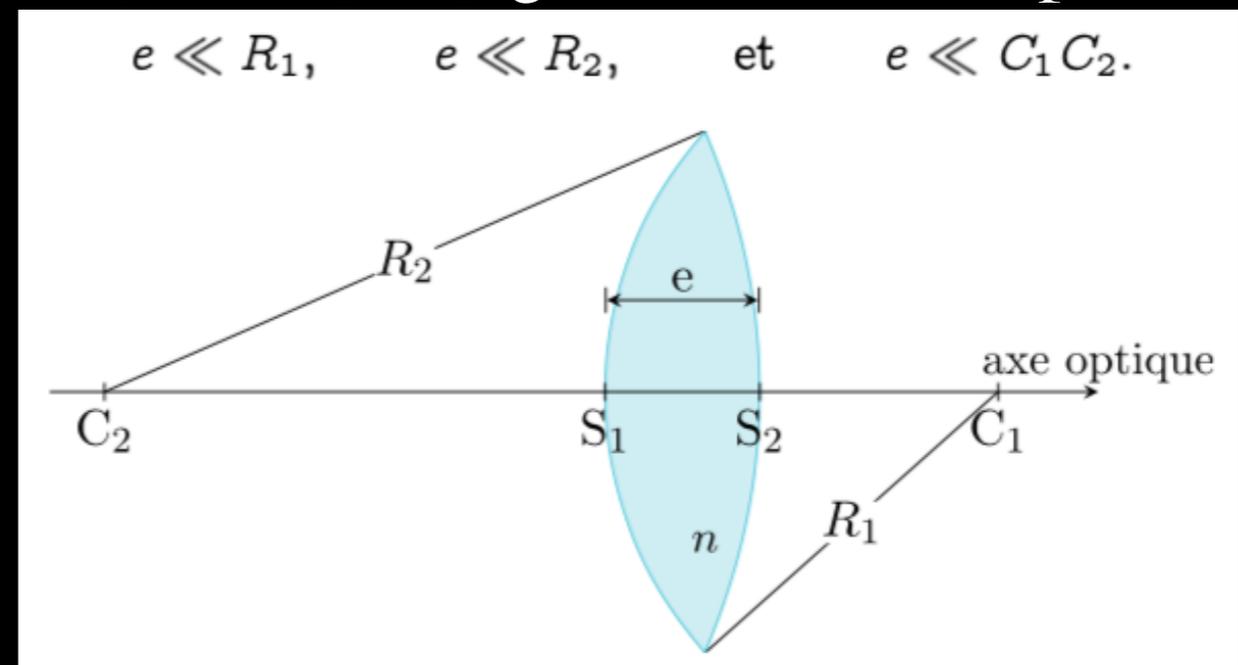


VI - Lentilles

VI.1 Lentilles minces : définition (1)

- Les lentilles sphériques sont des systèmes optiques formés par la succession de deux dioptries sphériques (ou un dioptre plan et un dioptre sphérique) d'axes principaux confondus (axe de la lentille).
- Lentille mince : lentille sphérique dont les rayons de courbure des deux dioptries la composant (R_1 et R_2) sont (très) grands devant l'épaisseur (e) de la lentille.



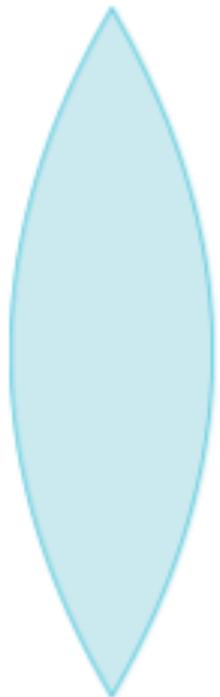
- $\Rightarrow S_1, S_2$ et le centre optique O du système sont confondus : $S_1 \approx S_2 \approx O$.
- \Rightarrow Les rayons incidents passant par O ne sont pas déviés.

VI - Lentilles

VI.1 Lentilles minces : définition (2)

- On distingue les lentilles à bords minces (biconvexes, plan-convexes, ménisques à bords minces), convergentes, des lentilles à bords épais (plan-concaves, ménisques à bords épais, biconcaves), divergentes.

lentille
biconvexe



Lentilles convergentes

lentille
plan-convexe



ménisque à
bords minces



Symbole

lentille
plan-concave



Lentilles divergentes

ménisque à
bords épais



lentille
biconcave



Symbole

VI - Lentilles

VI.2 Formules de conjugaison, foyers (1)

- Stigmatisme approché : si stigmatisme approché pour chacun des deux dioptries composant la lentille => rayons paraxiaux (cond. de Gauss).
- On peut alors appliquer à chacun des deux dioptries la relation de conjugaison du chapitre précédent.

- Premier dioptre (S_1, C_1) : point objet A —> point image A_1

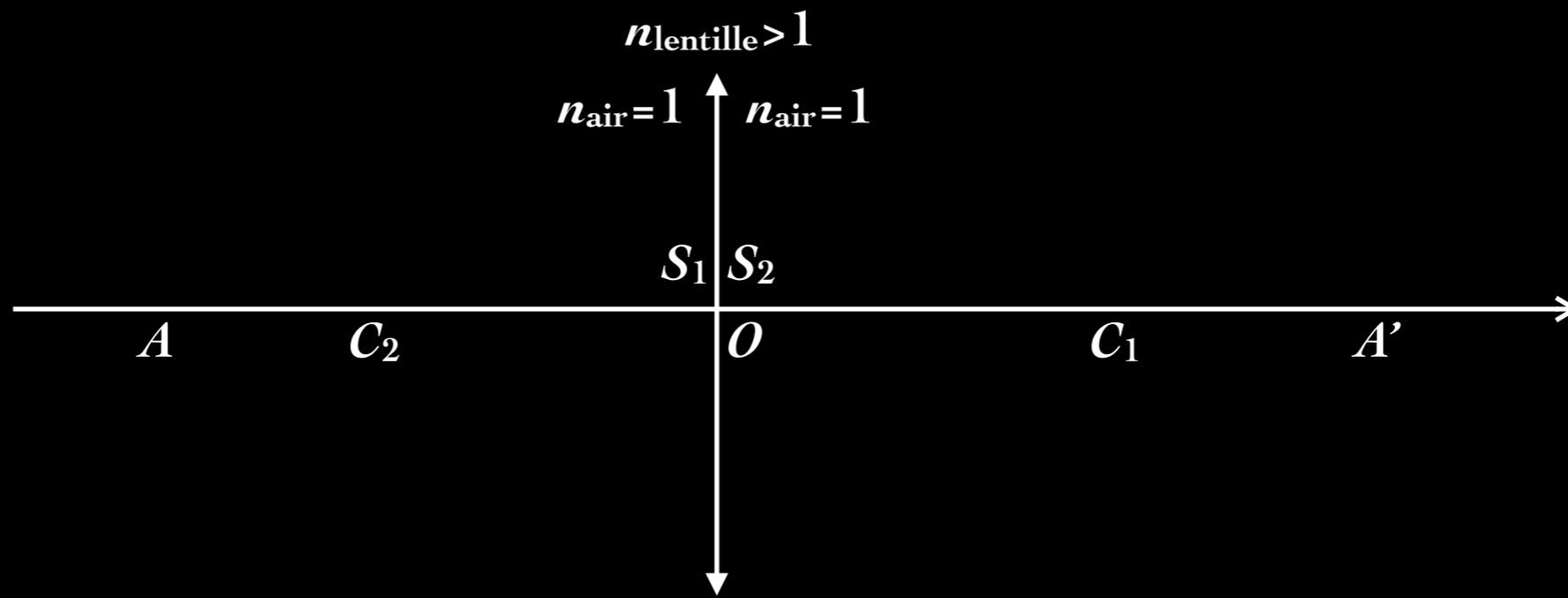
$$\frac{1}{\overline{S_1A}} - \frac{n}{\overline{S_1A_1}} = \frac{1-n}{\overline{S_1C_1}}$$

- Deuxième dioptre (S_2, C_2) : point objet A_1 —> point image A'

$$\frac{n}{\overline{S_2A_1}} - \frac{1}{\overline{S_2A'}} = \frac{n-1}{\overline{S_2C_2}}$$

VI - Lentilles

VI.2 Formules de conjugaison, foyers (2)



- $S_1 \approx S_2 \approx O$, d'où :

$$\frac{1}{OA} - \frac{n}{OA_1} = \frac{1-n}{OC_1} \quad (1) \quad \frac{n}{OA_1} - \frac{1}{OA'} = \frac{n-1}{OC_2} \quad (2)$$

- En additionnant les équations (1) et (2), on obtient :

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = (n-1) \left(\frac{1}{OC_1} - \frac{1}{OC_2} \right), \quad \text{ou : } \frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

VI - Lentilles

VI.2 Formules de conjugaison, foyers (3)

- Le foyer principal image F' correspond à un objet à l'infini dans la direction de l'axe. D'où, en posant mesure algébrique de $OF'=f'$:

$$\frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{f'} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

- Quant au foyer principal objet F , en posant mesure algébrique de $OF=f$:

$$-\frac{1}{\overline{OF}} = -\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = \frac{1}{f'}$$

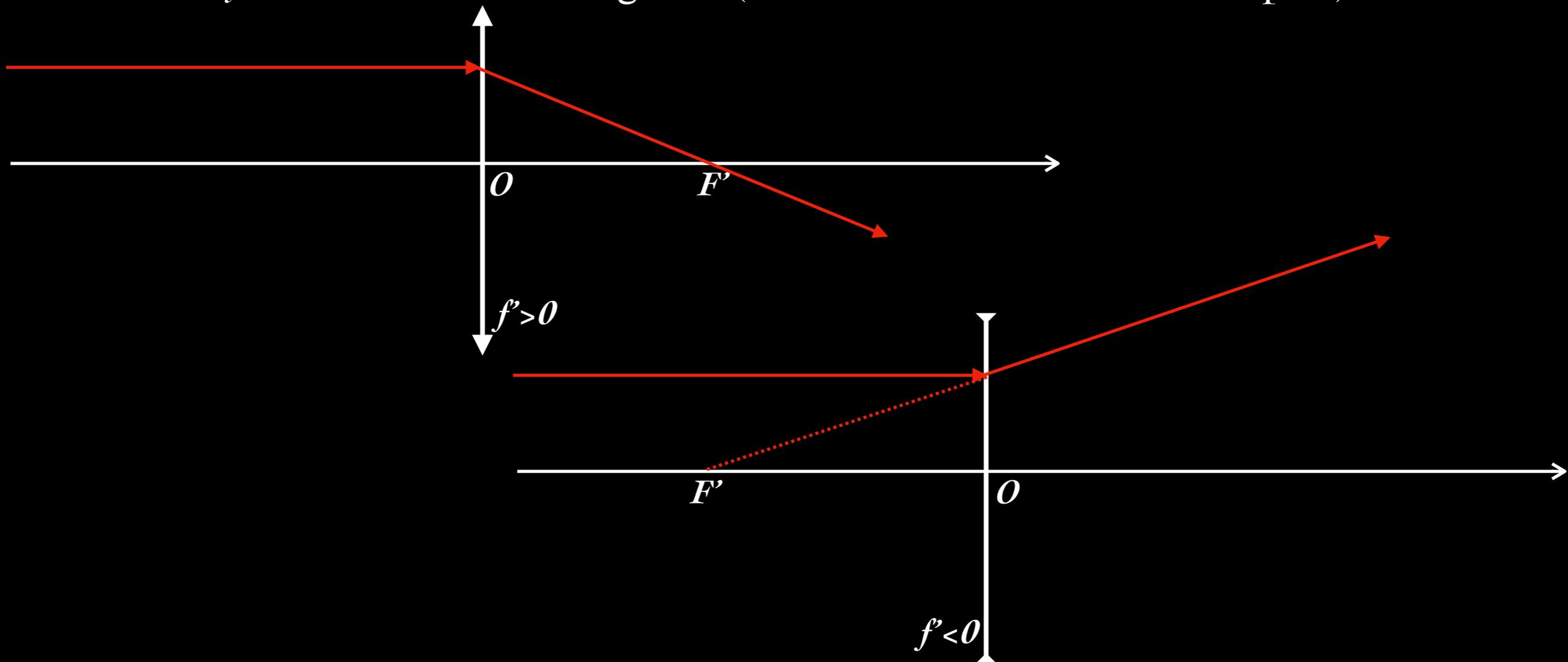
- => Les deux foyers sont symétriques par rapport à la lentille, et on a :

$$\frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f'}, \text{ avec : } \frac{1}{f'} = -\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = V$$

VI - Lentilles

VI.2 Formules de conjugaison, foyers (4)

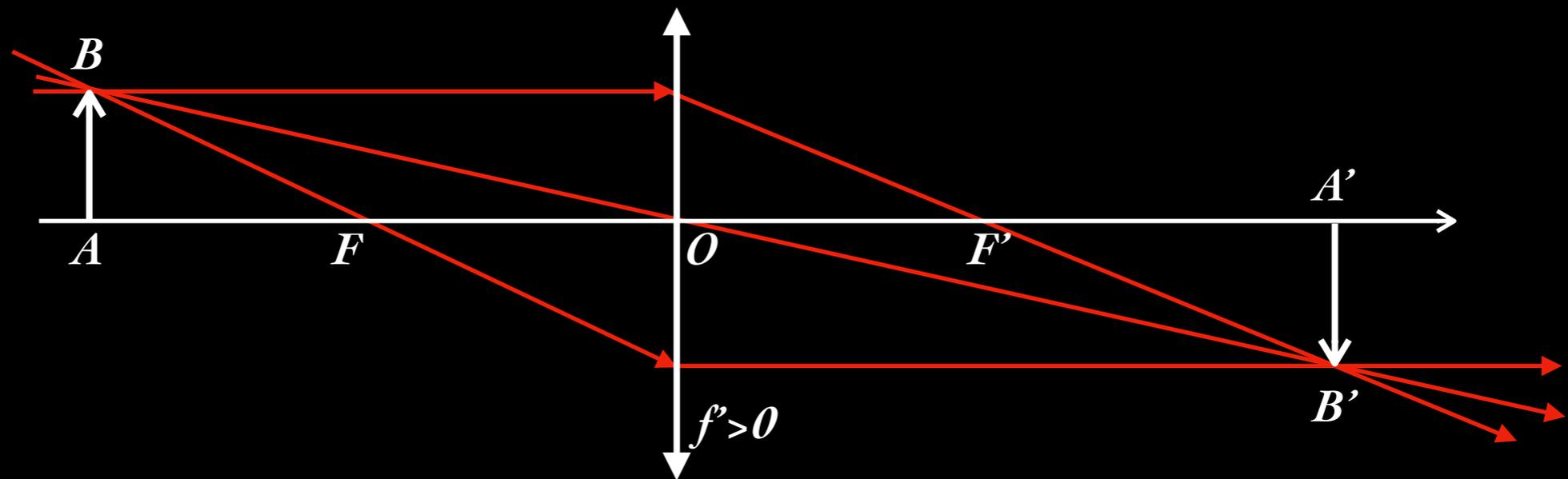
- Suivant R_1 et R_2 , f' peut être positive ou négative (et $(n-1)>0$ car $n>1$).
- $f' > 0 \Rightarrow$ lentille convergente (lentille mince à bords minces).
- $f' < 0 \Rightarrow$ lentille divergente (lentille mince mais à bords épais).



VI - Lentilles

VI.3 Construction de l'image (1)

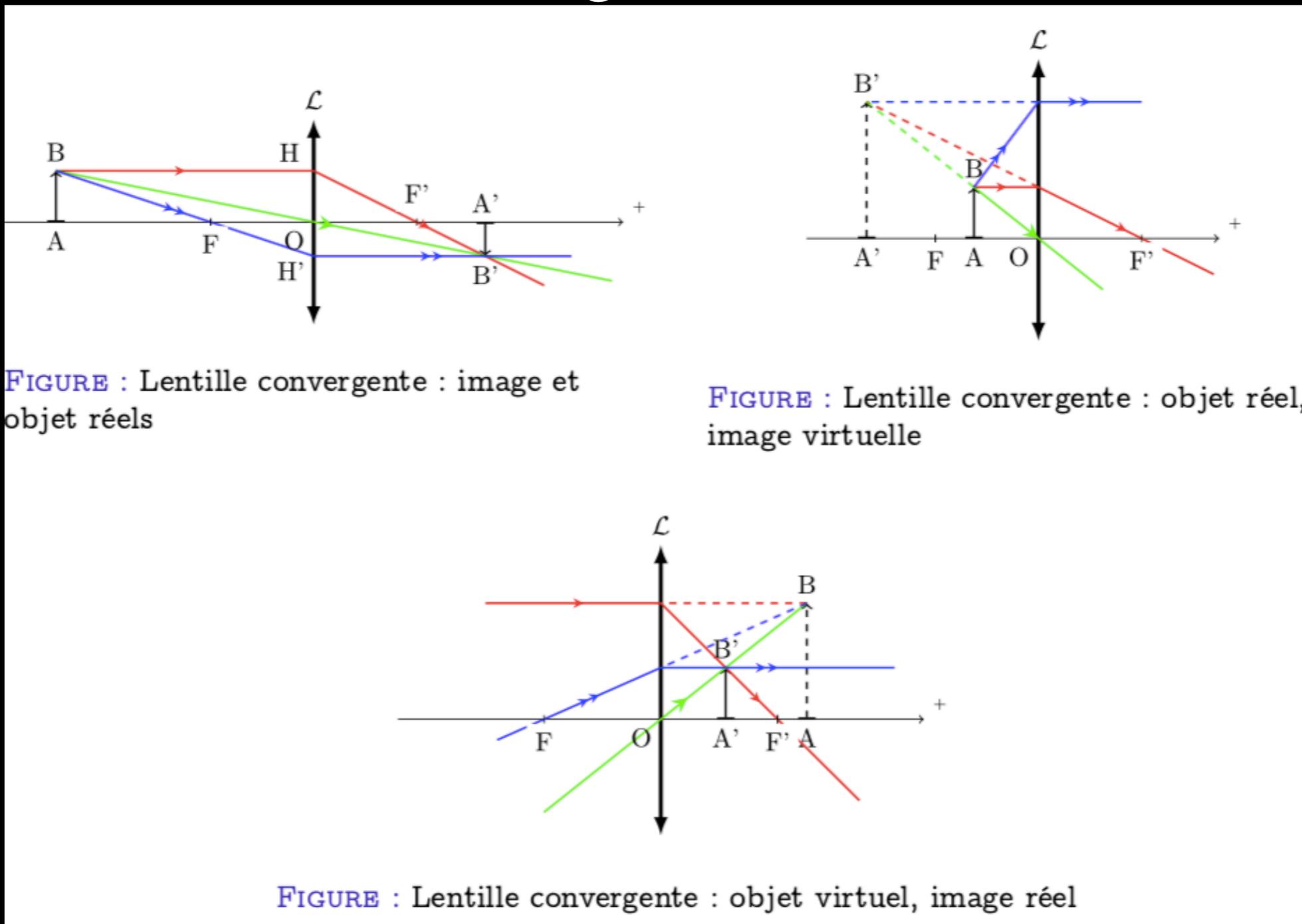
- Construction de l'image d'un objet AB



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

VI - Lentilles

VI.3 Construction de l'image (2)



VI - Lentilles

VI.3 Construction de l'image (3)

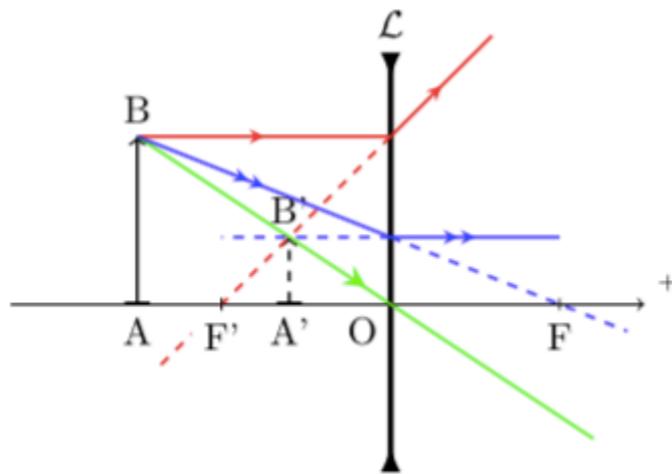


FIGURE : Lentille divergente : objet réel, image virtuelle

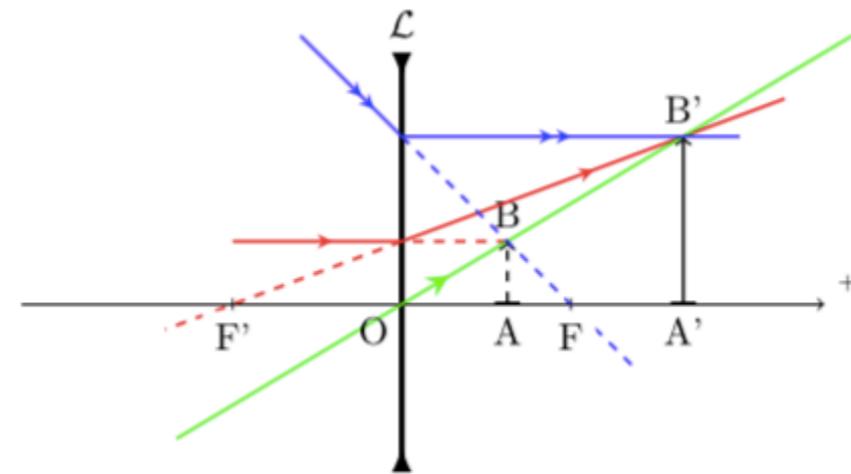


FIGURE : Lentille divergente : objet virtuel, image réelle

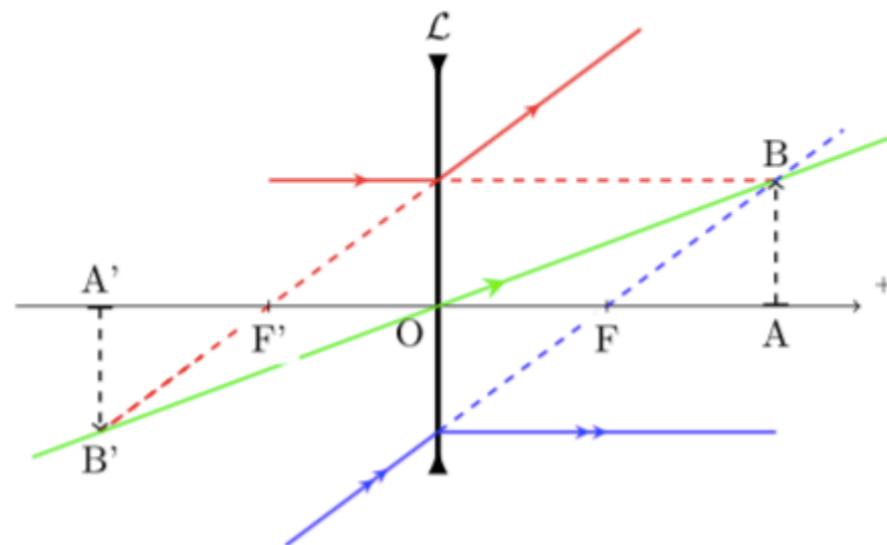


FIGURE : Lentille divergente : objet et image virtuels

VI - Lentilles

VI.4 Lentilles accolées

- Soient deux lentilles de vergences V_1 et V_2 : $A \rightarrow A_1 \rightarrow A'$, elles sont accolées : donc O_1 et O_2 sont confondus en O , et l'on a :

$$\frac{1}{OA_1} - \frac{1}{OA} = V_1 \quad (1)$$

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA_1} = V_2 \quad (2)$$

- D'où, avec (1)+(2) :

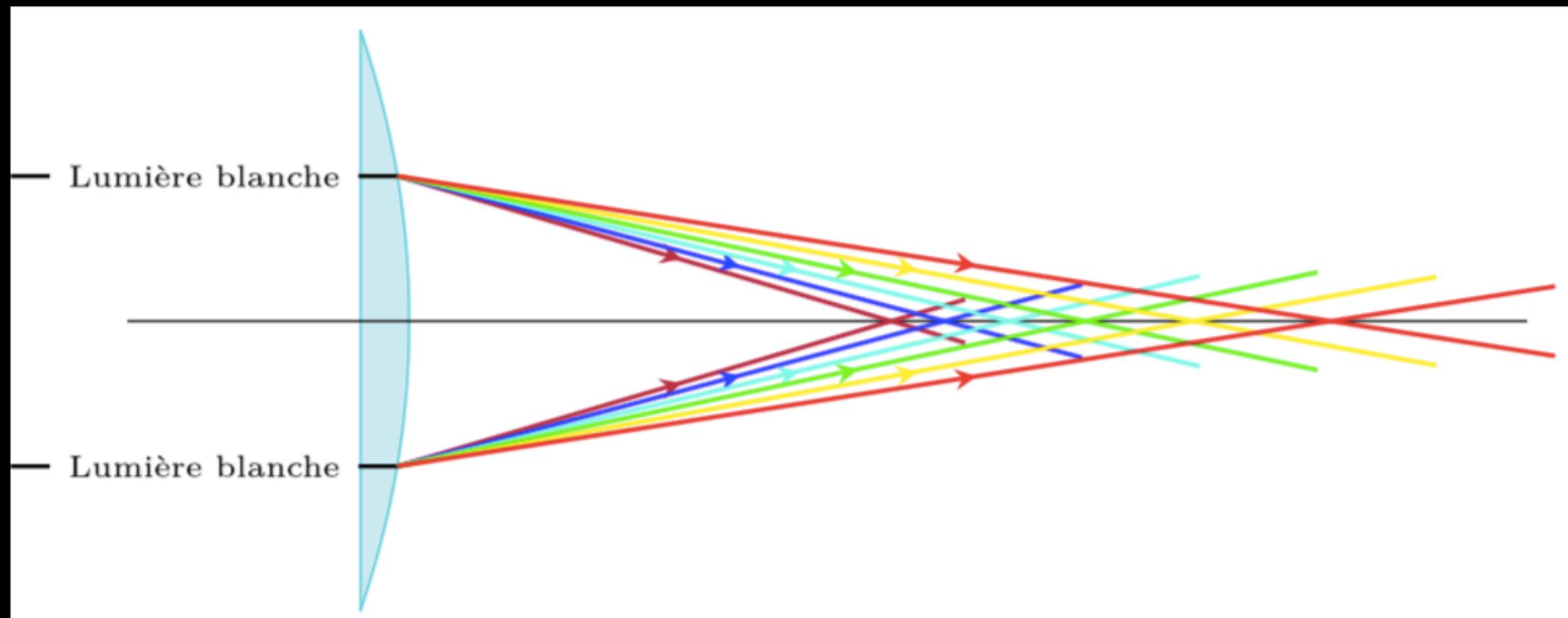
$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = V_1 + V_2$$

- => deux lentilles minces accolées se comportent comme une seule lentille mince, de centre optique O et de vergence $V = V_1 + V_2$

VI - Lentilles

VI.5 Aberrations (1)

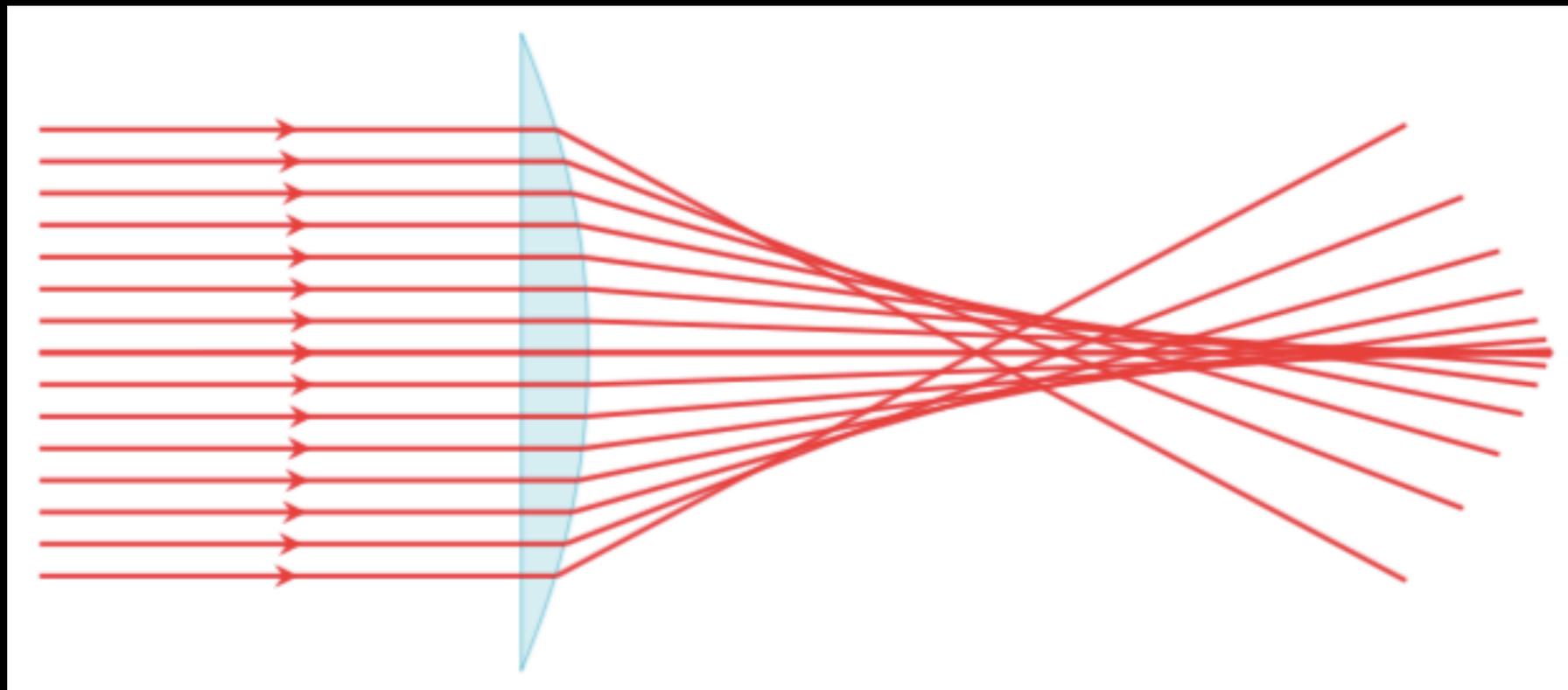
- Aberrations chromatiques :
le verre est dispersif (le bleu est plus dévié que le rouge)
=> en lumière polychromatique, l'image est « irisée ».
=> correction : association de lentilles dont les effets chromatiques se compensent pour corriger des aberrations chromatiques.



VI - Lentilles

VI.5 Aberrations (2)

- Aberrations géométriques :
la lentille n'est pas rigoureusement stigmatique
=> différence de convergence des rayons qui rencontrent la lentille plus ou moins loin de l'axe optique (rayons plus ou moins paraxiaux)
=> correction : association de lentilles dont les effets de sphéricité se compensent pour corriger des aberrations géométriques.



VI - Lentilles

VI.6 Conclusion

- Formule de conjugaison

$$\frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f'}, \text{ avec : } \frac{1}{f'} = -\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = V$$

$$\text{et : } p = \overline{OA}, p' = \overline{OA'}, f' = \overline{OF'} = -f = -\overline{OF}, R_1 = \overline{OC_1}, R_2 = \overline{OC_2}$$

$V < 0$: lentille divergente

$V > 0$: lentille convergente

$\overline{OA'} > 0$: image réelle

$\overline{OA'} < 0$: image virtuelle

- Grandissement

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

$\gamma > 0$: image droite

$\gamma < 0$: image renversée

VI - Lentilles

VI.6 Conclusion

- Applications => instruments : l'appareil photo (voir chapitre suivant), la loupe (idem), le microscope (id.), les verres correcteurs, les jumelles, la lunette, etc.

