

# Système optique et formation d'image

Un système centré est caractérisé par ses points cardinaux qui regroupent :

- ❖ Les foyers principaux objet  $F$  et image  $F'$

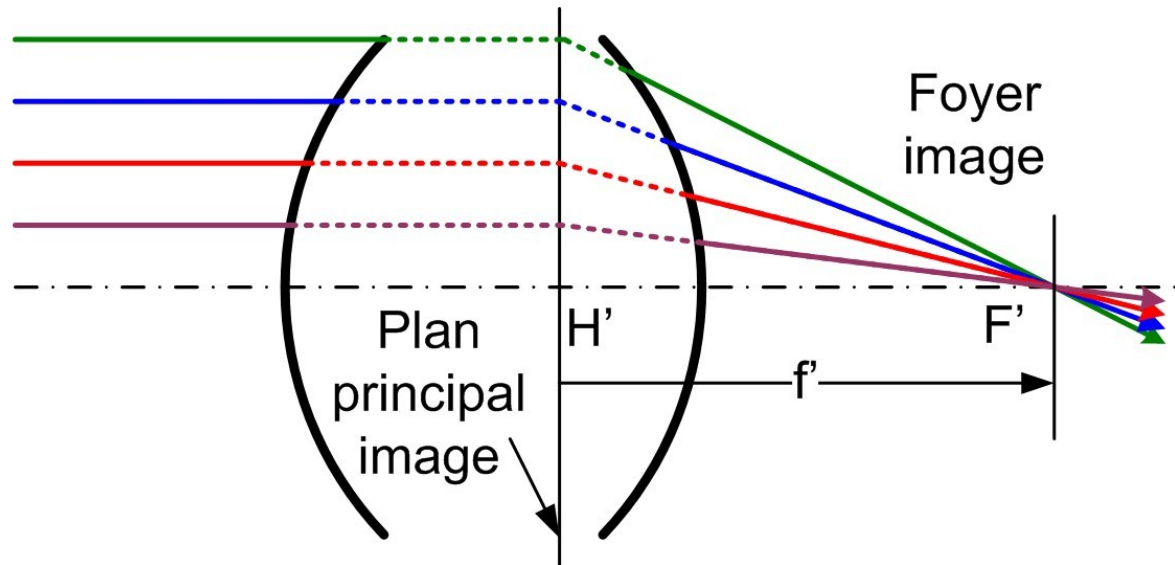
- ❖ Les plans focaux

- ❖ Les points principaux objet  $H$  et image  $H'$

- ❖ Les plans principaux objet et image

Par définition, le **foyer image  $F'$**  d'un **système optique** est un point de l'axe optique qui est **l'image d'un point à l'infini** sur l'axe.

Le faisceau issu de ce point objet situé à l'infini sur l'axe  $\Delta$  est formé de **rayons parallèles à l'axe**.

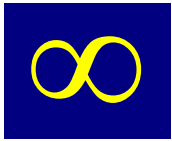


Ces rayons se focalisent en  **$F'$**  après traversée du système

- Dans ce cas, **le système optique** transforme tout rayon de lumière parallèle à son axe optique  $\Delta$  en un rayon de lumière coupant l'axe  $\Delta$  au **point F'**, son foyer image.
- Si ce **foyer image F'** est situé à une **distance finie**, **le système optique** est dit un système focal, sinon, si **F'** est situé à une **distance infinie**, le système optique est dit système afocal.
- On définit ainsi le **plan focal image** par le **plan perpendiculaire** à l'axe optique  $\Delta$ , passant par le **foyer image F'**.

$\infty$  est conjugué avec  $F'$

Objet à l'infini



S

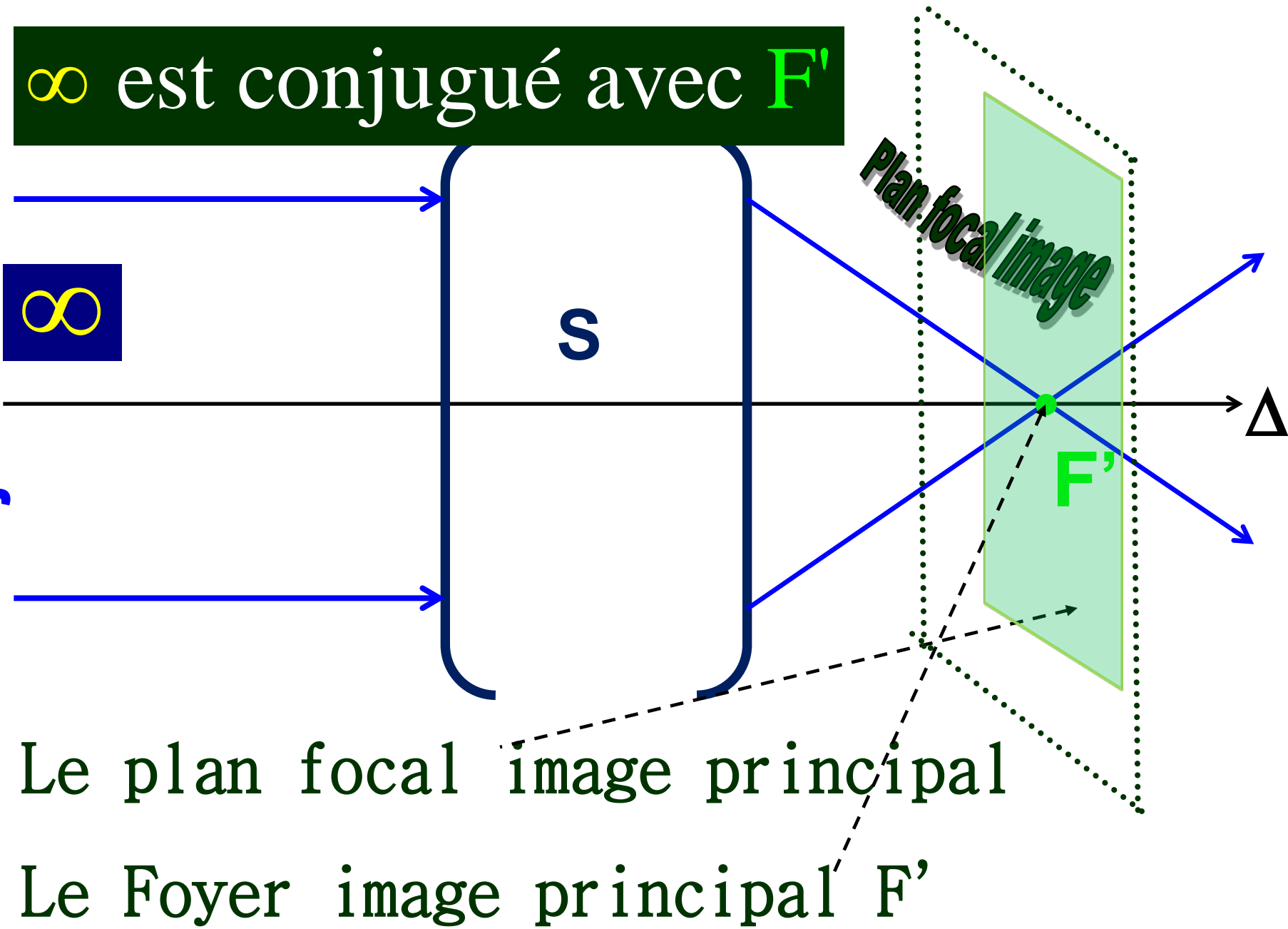
Plan focal image

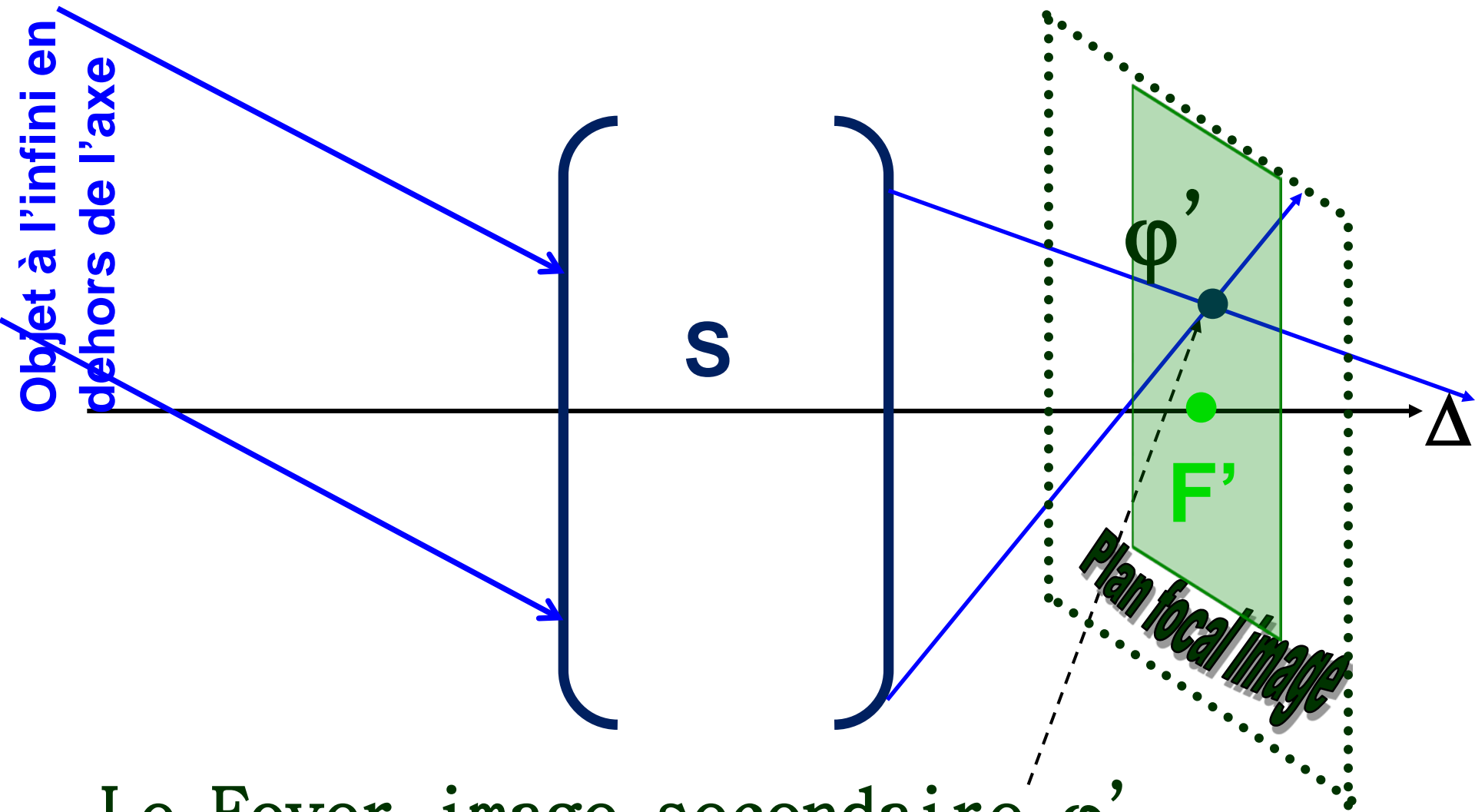
$F'$

$\Delta$

Le plan focal image principal

Le Foyer image principal  $F'$



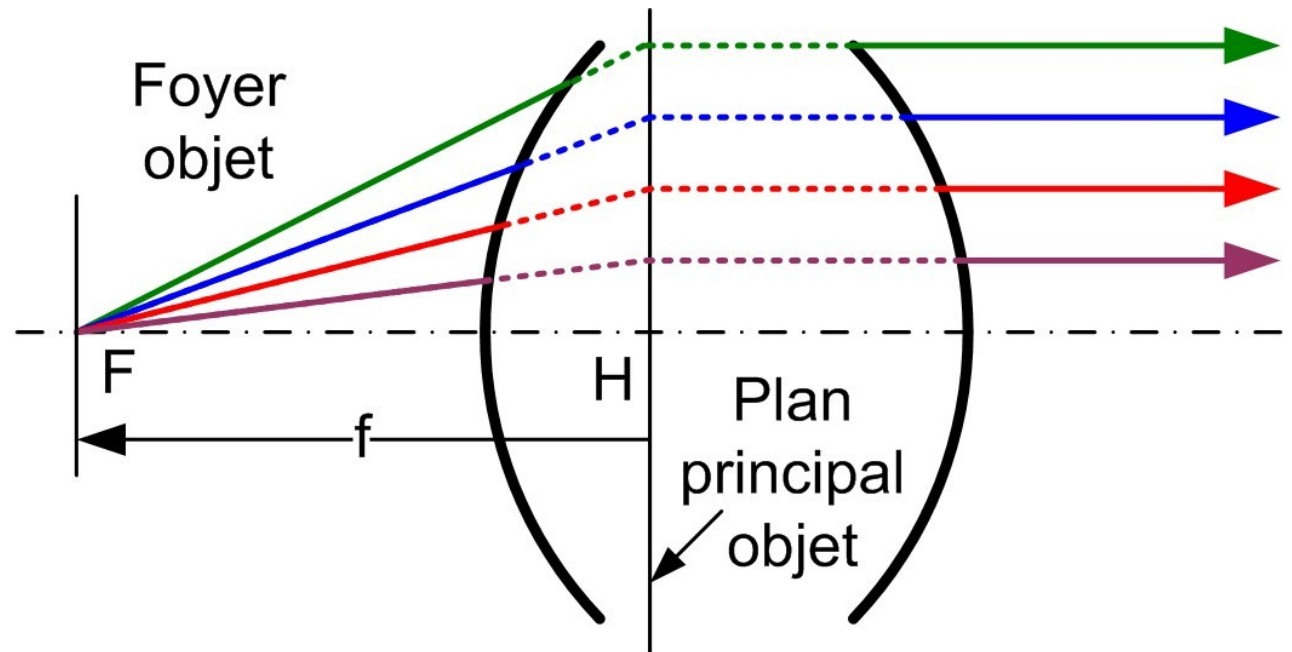


Le Foyer image secondaire  $\phi'$

$\infty$  n'appartenant pas à  $\Delta$  est conjugué avec  $\phi'$

## Définition : Foyer principal objet F

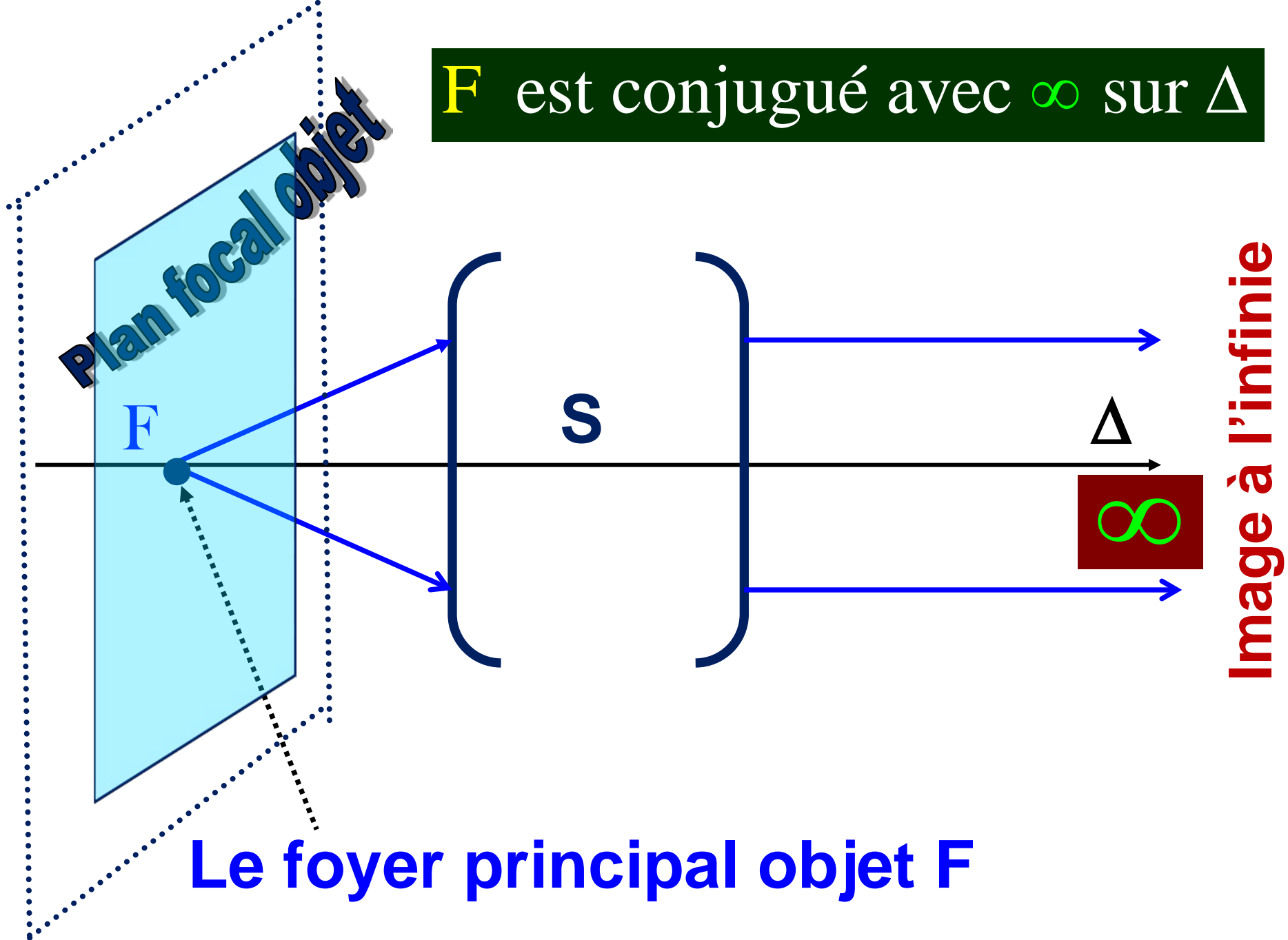
On appelle **foyer principal objet** le point **F** situé sur l'axe optique dont **l'image se situe à l'infini** sur l'axe optique ; dans ce cas un faisceau de rayons lumineux, issus de **F**, émergera du système en un faisceau de **rayons parallèles** entre eux et à l'axe optique.



## Foyer objet F :

- Le foyer objet **F** est un point de l'axe optique  $\Delta$  dont l'image à travers le **système centré** est à **l'infini** sur l'axe optique  $\Delta$ .
- Par conséquent un **rayon incident** coupant l'axe optique  $\Delta$  **au point F**, sort du système optique **parallèlement** à son axe optique  $\Delta$ .
- On définit ainsi le plan focal objet par le **plan perpendiculaire** à l'axe optique  $\Delta$ , passant par le **foyer objet F**.

**F** est conjugué avec  $\infty$  sur  $\Delta$





Plan focal objet

$\varphi$  est conjugué avec  $\infty$  non situé sur  $\Delta$

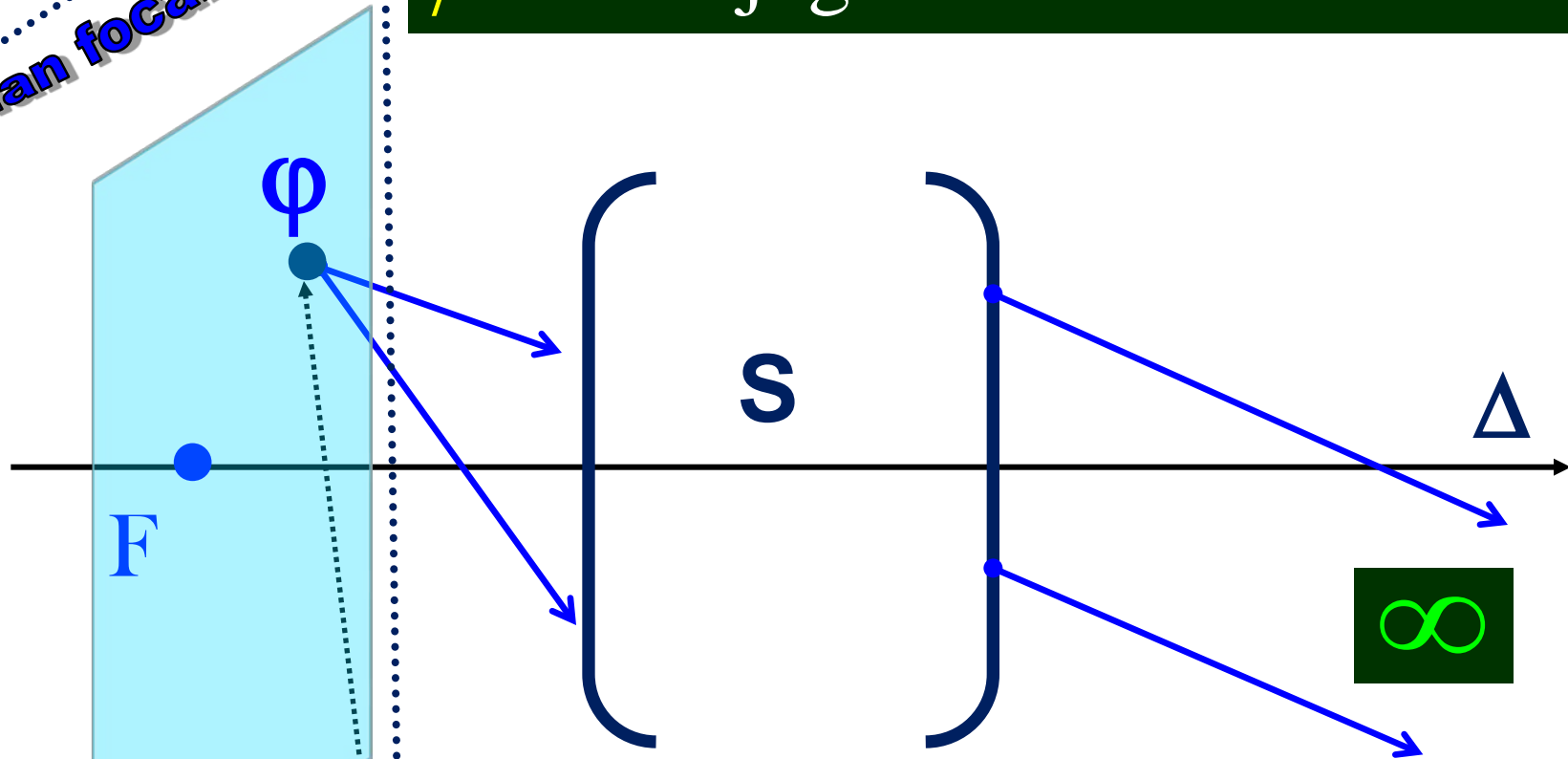


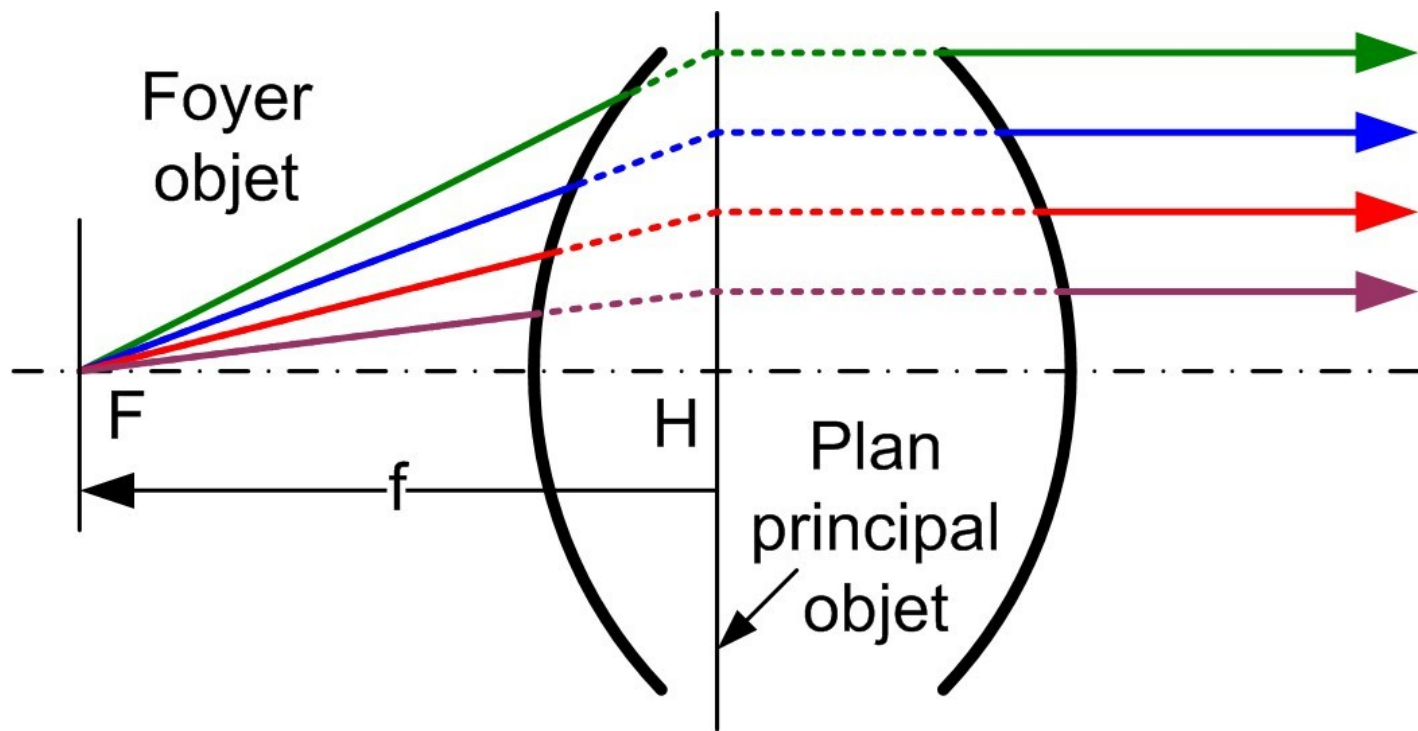
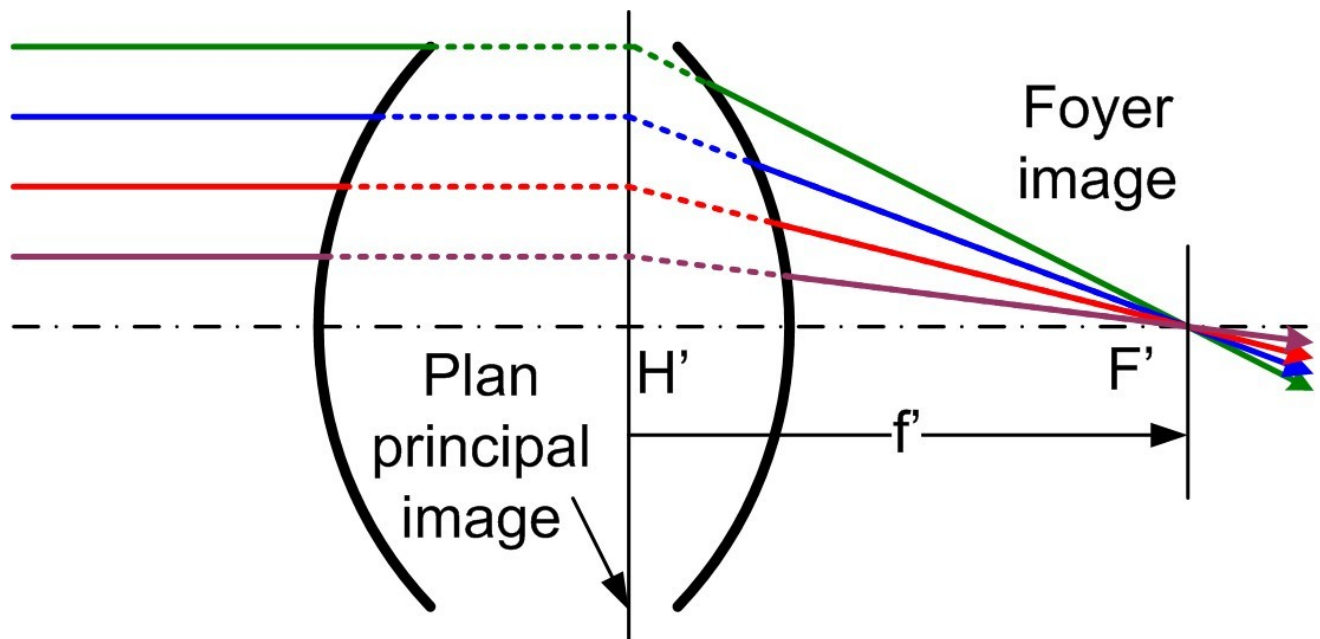
Image à l'infinie

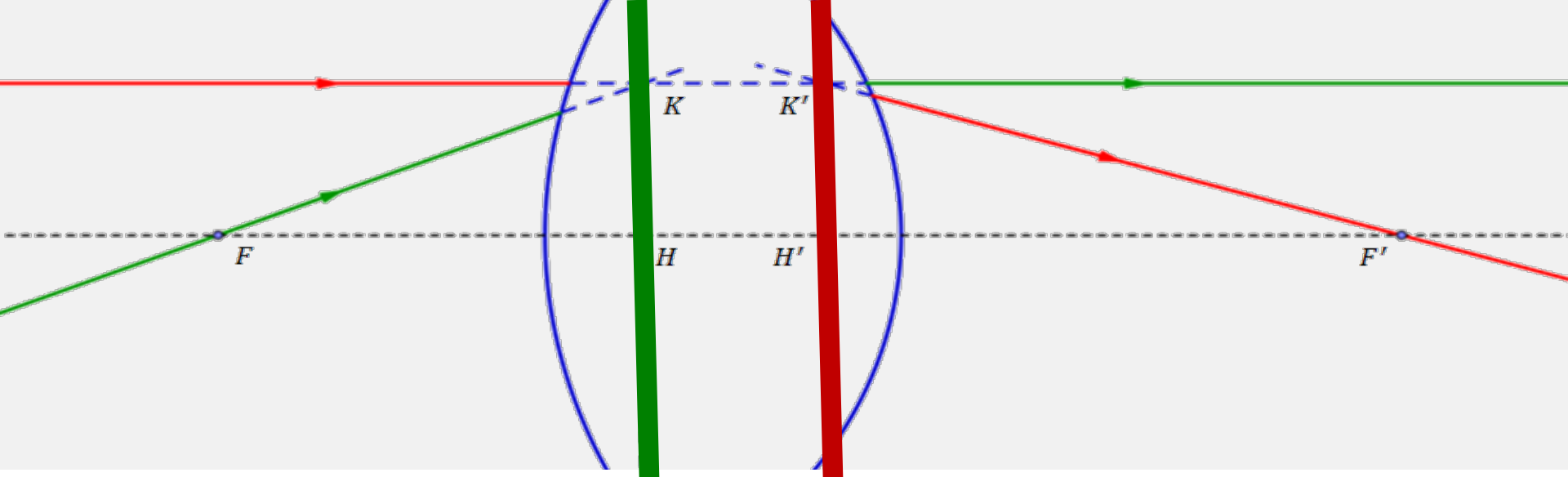
Le foyer objet secondaire  $\varphi$

Définition : **Plan focal objet** et **plan focal image**

Le plan de front passant par **F** est appelé **plan focal objet** et admet comme conjugué le plan situé à **l'infini**. De même le plan de front passant par **F'** sera appelé **plan focal image** et constituera le conjugué d'un plan objet situé à **l'infini**.

Le lieu des points d'intersection de chaque **rayon incident** avec son **rayon émergent correspondant** est, dans **l'approximation paraxiale** un plan qui sera appelé **plan principal image** du système optique.





Le **plan principal image** est défini par le lieu où se croisent **les rayons incidents parallèles à l'axe** avec **les rayons émergents correspondants**

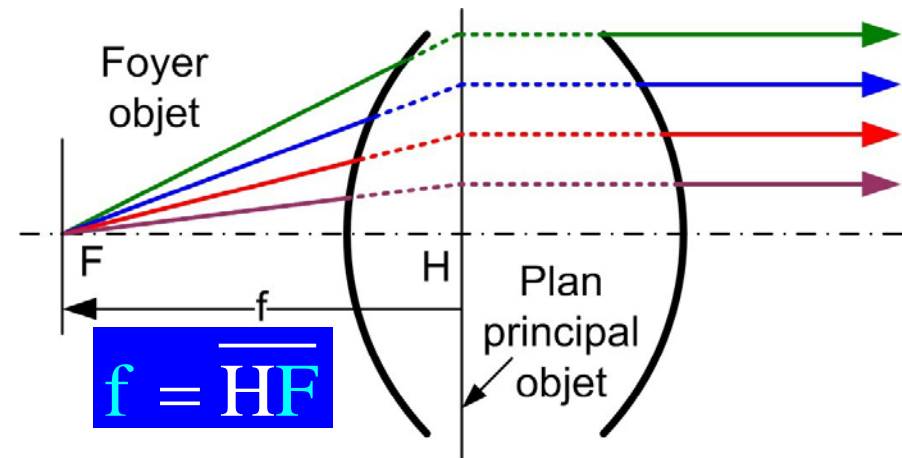
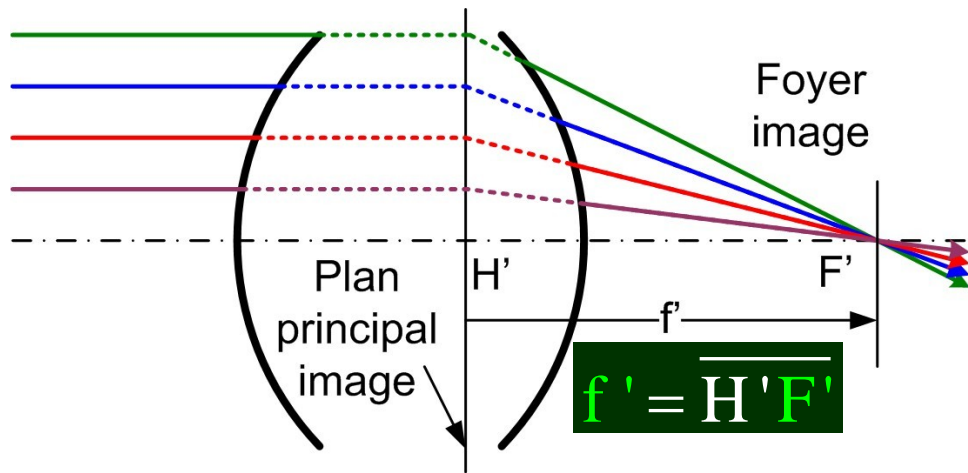
- le **plan principal objet** est défini par le lieu où se croisent **les rayons émergents parallèles à l'axe** avec **les rayons incidents correspondants**.

Ces deux plans sont **perpendiculaires à l'axe optique** et le coupent respectivement en **H', point principal image** et **H, point principal objet**.

• **le point principal objet**, habituellement noté **H**, intersection entre l'axe optique et le **plan principal objet**,

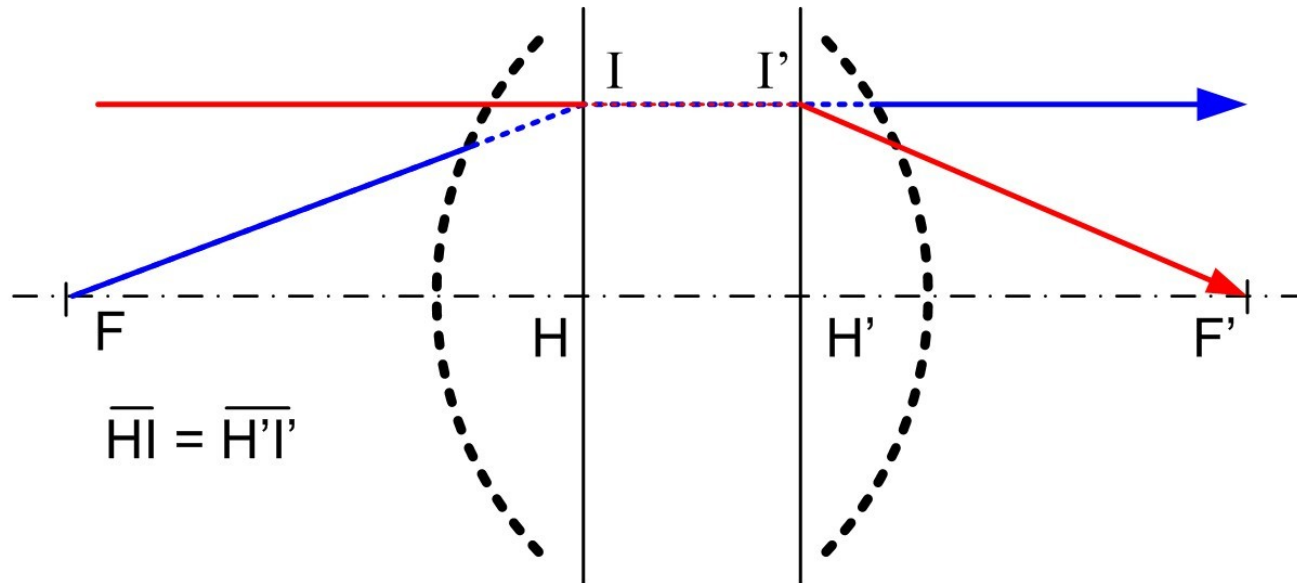
**$f = \overline{HF}$**  est **la distance focale objet** du **système optique**.

**le point principal image**, habituellement noté **H'**, intersection entre l'axe optique et le **plan principal image**.  **$f' = \overline{H'F'}$**  est **la distance focale image** du **système optique**



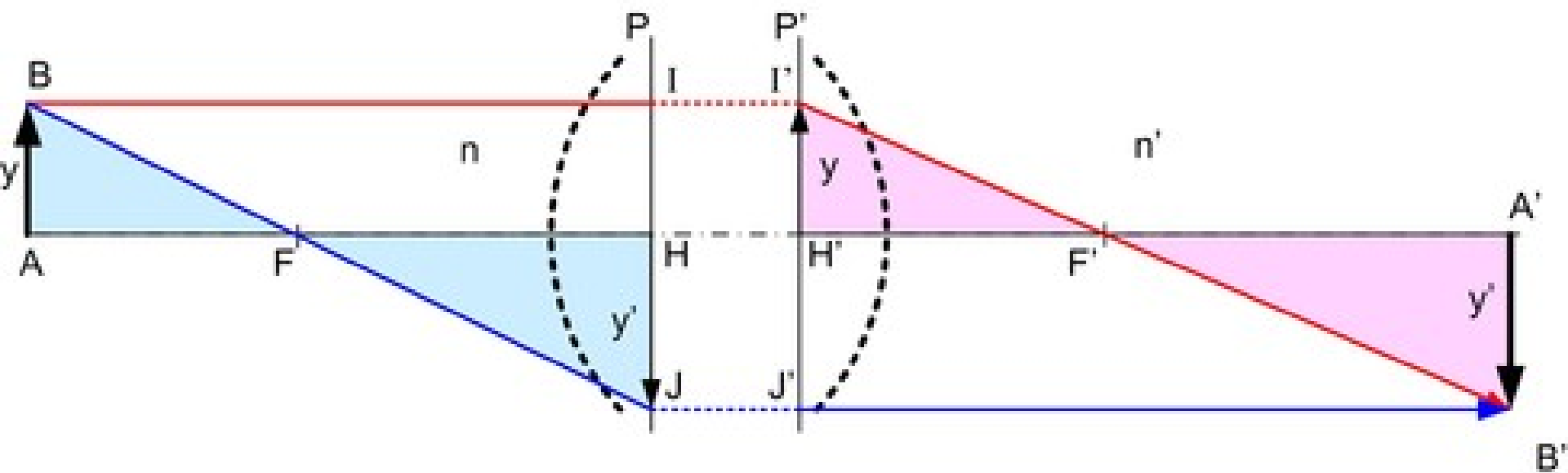
un rayon lumineux quelconque issu de **F** coupe le **plan principal objet** en I et ressort parallèle à l'axe optique  $\Delta$ , il coupe le plan principal image en I'.

Un rayon incident parallèle à l'axe passant par I, passe aussi par I' puis converge en F'. Ces deux rayons se coupent en I dans l'espace objet puis en I' dans l'espace image. **I et I' sont donc conjugués.**

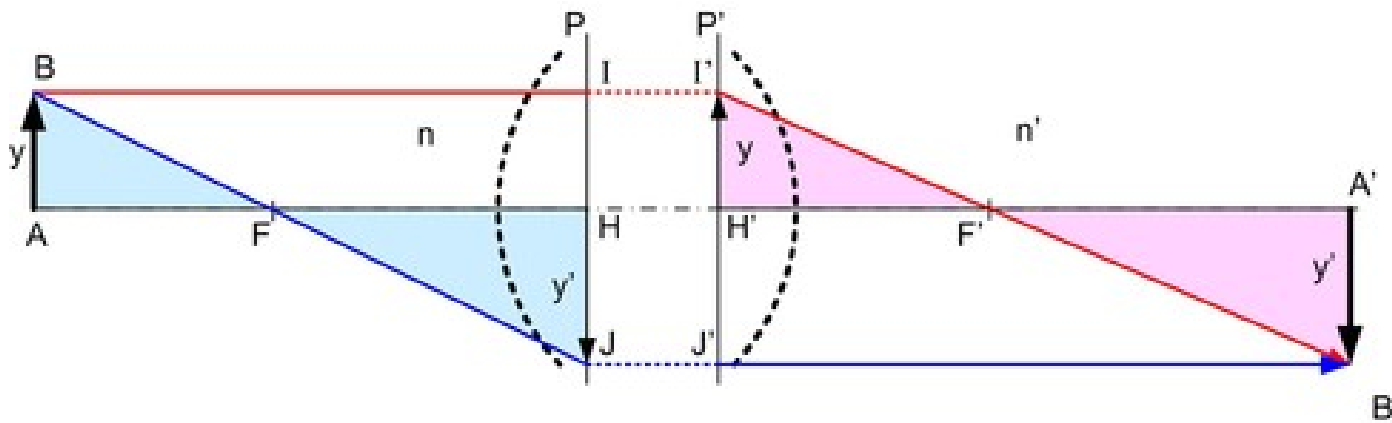


$$f' = \overline{H'F'}$$

$$f = \overline{HF}$$



Considérons **un système optique**,  
 ses foyers  **$F$**  et  **$F'$** , ses points  
 principaux  **$H$**  et  **$H'$** , ses plans  
 principaux  **$P$**  et  **$P'$** , un objet  **$AB$**   
 de dimension  **$y$** . Pour construire  
 l'image  **$B'$**  de  **$B$**  faisons partir  
 de  **$B$**  deux rayons lumineux.



Ces rayons se recoupent en **B'**, image de **B**. Le **stigmatisme paraxial** entraîne que tout autre rayon issu de B traversant le **système optique** passe par B'. B' est parfaitement défini par la position de l'objet B et la position des **4 points** (**H**, **H'**, **F**, **F'**).

Le **système optique** est parfaitement défini par les **points cardinaux** (**H**, **H'**, **F**, **F'**).

Le point **A'**, image de **A**, est sur la perpendiculaire abaissée de **B'** sur l'axe.



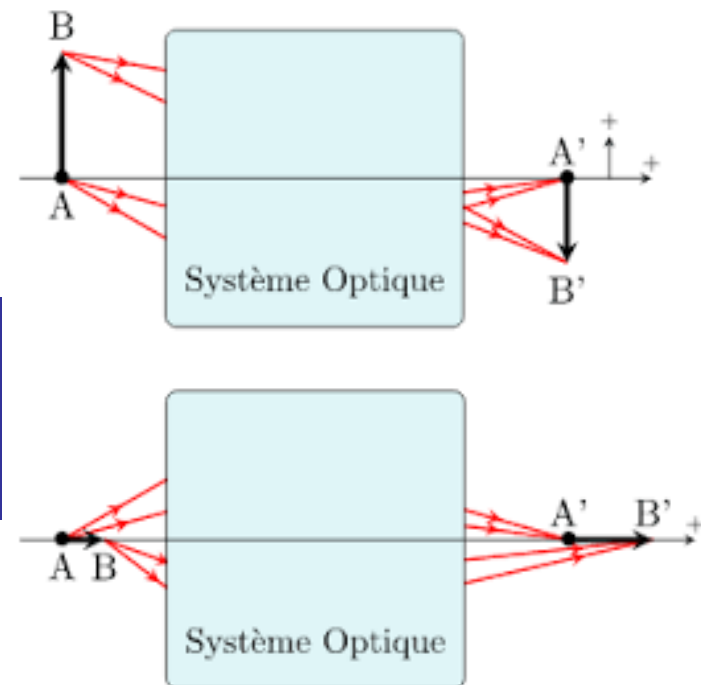
Les **plans principaux** sont conjugués avec un grandissement transversal associé égal à 1.

**F**, **F'**, **H** et **H'** sont les points cardinaux du **système optique**.

## Le grandissement transversal

$$\gamma_t = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\text{taille de l'image}}{\text{taille de l'objet}}$$

$$\gamma_a = \frac{d(\overline{SA'})}{d(\overline{SA})} = \frac{\text{variation de la position de l'image}}{\text{variation de la position de l'objet}}$$



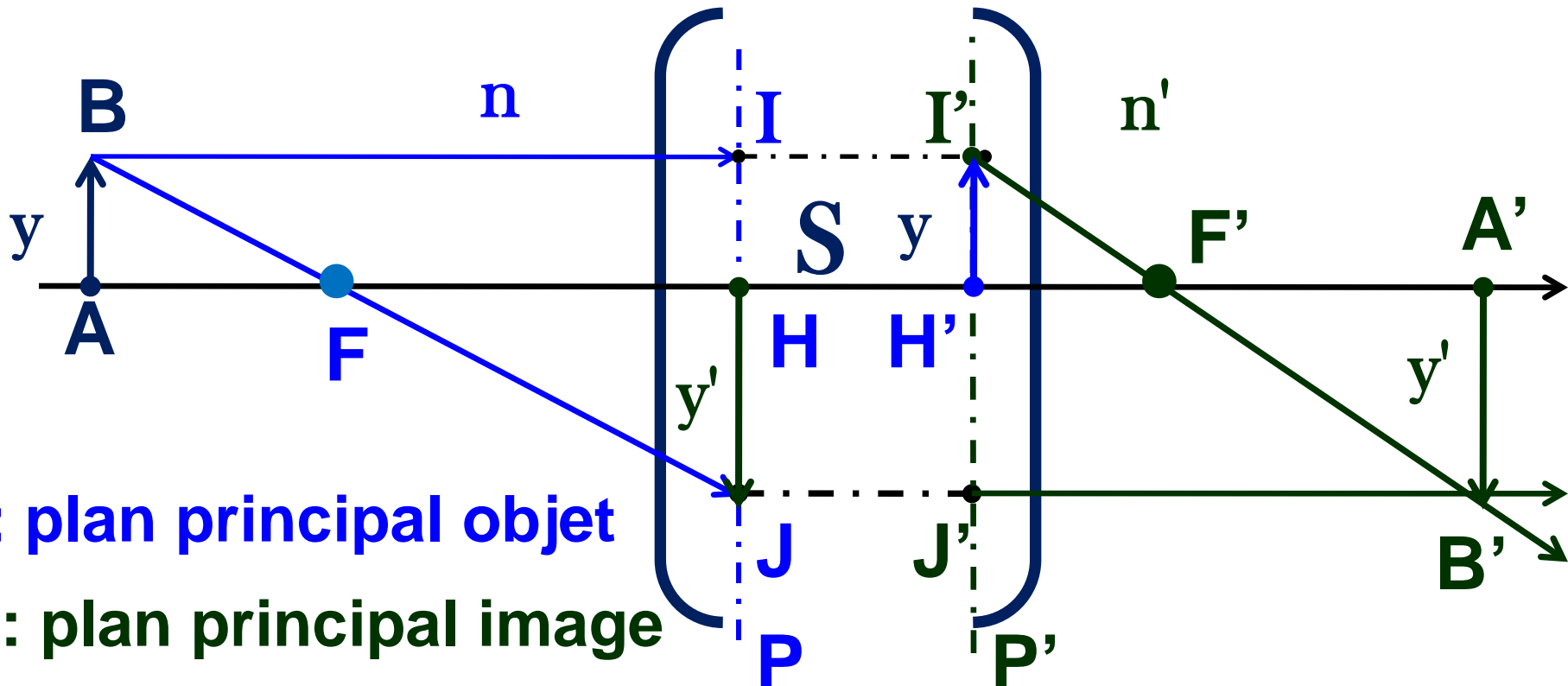
$$f' = \overline{H'F'}$$

H : point principal objet

H' : point principal image

$$f = \overline{H'F}$$

$$\overline{HI} = \overline{H'I'}$$



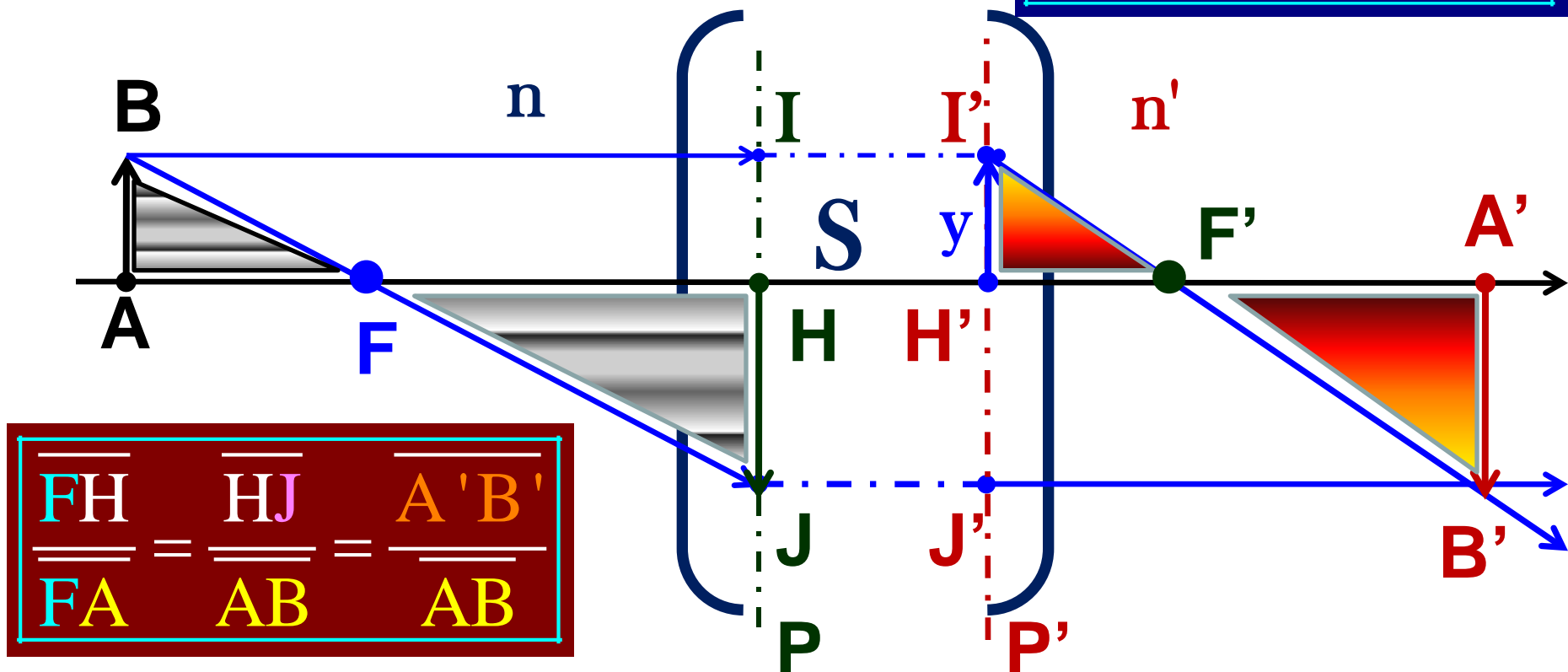
P : plan principal objet

P' : plan principal image

$$\frac{\overline{F'H'}}{\overline{F'A'}} = \frac{\overline{AB}}{\overline{A'B'}} = \frac{\overline{FA}}{\overline{FH}} \Rightarrow \overline{FA} \cdot \overline{F'A'} = \overline{FH} \cdot \overline{F'H'}$$

Relation de conjugaison de Newton

$$\frac{\overline{F'H'}}{\overline{F'A'}} = \frac{\overline{H'I'}}{\overline{A'B'}} = \frac{\overline{AB}}{\overline{A'B'}}$$



$$\frac{\overline{FH}}{\overline{FA}} = \frac{\overline{HJ}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$$

A la semaine prochaine...

