

# Chapitre 7 : Les lentilles minces pour la formation des images

Pr. Patricia SEGONDS

Dr. Julien DOUADY

# Objectifs pédagogiques du chapitre 7

*A l'issue de ce chapitre, l'étudiant devra être capable :*

- **De caractériser une lentille mince par ses paramètres essentiels (nature, foyers, distance focale ou vergence)**
- **De tracer le cheminement des rayons lumineux pour un objet donné et une lentille mince donnée**
- **D'utiliser la relation de conjugaison pour calculer la position de l'image d'un objet donné à travers une lentille mince donnée**
- **De caractériser la nature d'un objet (réel ou virtuel), d'une image (réelle ou virtuelle, droite ou renversée, agrandie ou rétrécie) et de calculer le grandissement associé**

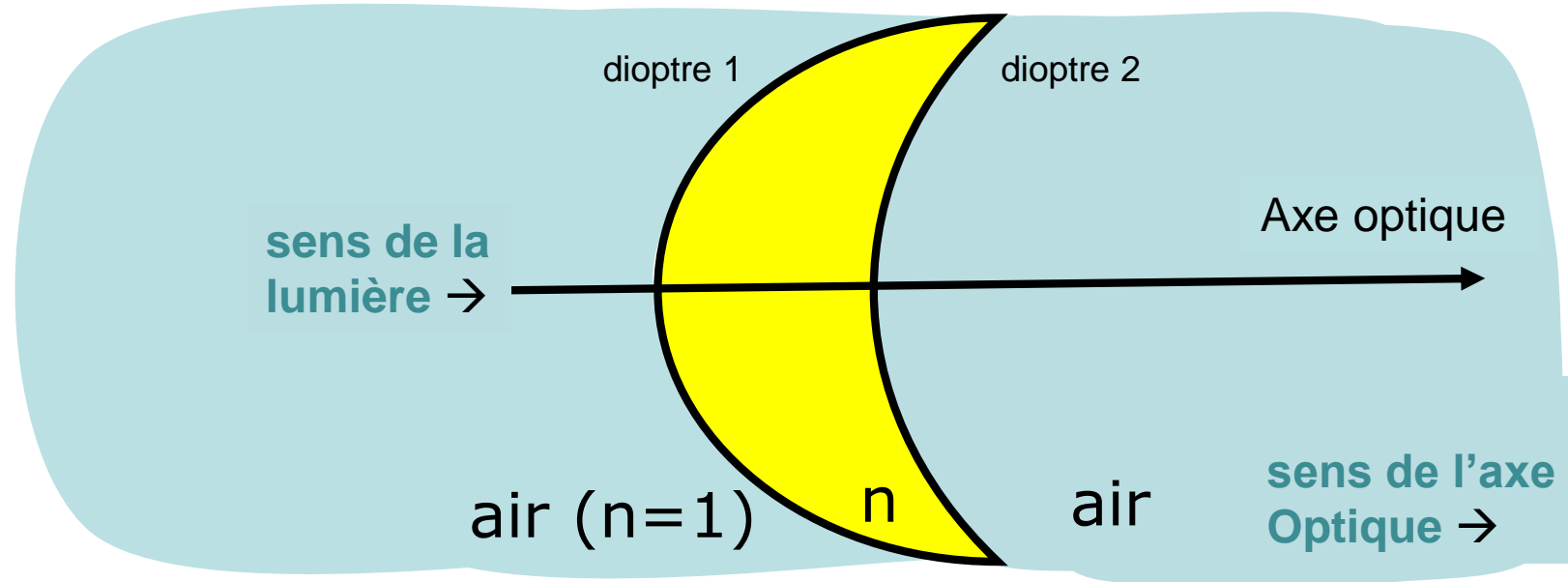
## Plan du chapitre 7

- Les lentilles minces convergentes et divergentes : présentation et caractéristiques
- La formation de l'image d'un objet réel à travers une lentille mince par le tracé de 2 rayons en utilisant les foyers
- Calcul de la position et la nature de l'image avec la relation de conjugaison
- Le grandissement transversal pour la nature et la taille de l'image

# Chap. 7 Qu'est-ce qu'une lentille

- **Lentille** = combinaison de 2 dioptries dont un au moins est sphérique  
Les 2 dioptries séparent un milieu (homogène et transparent) et de l'air

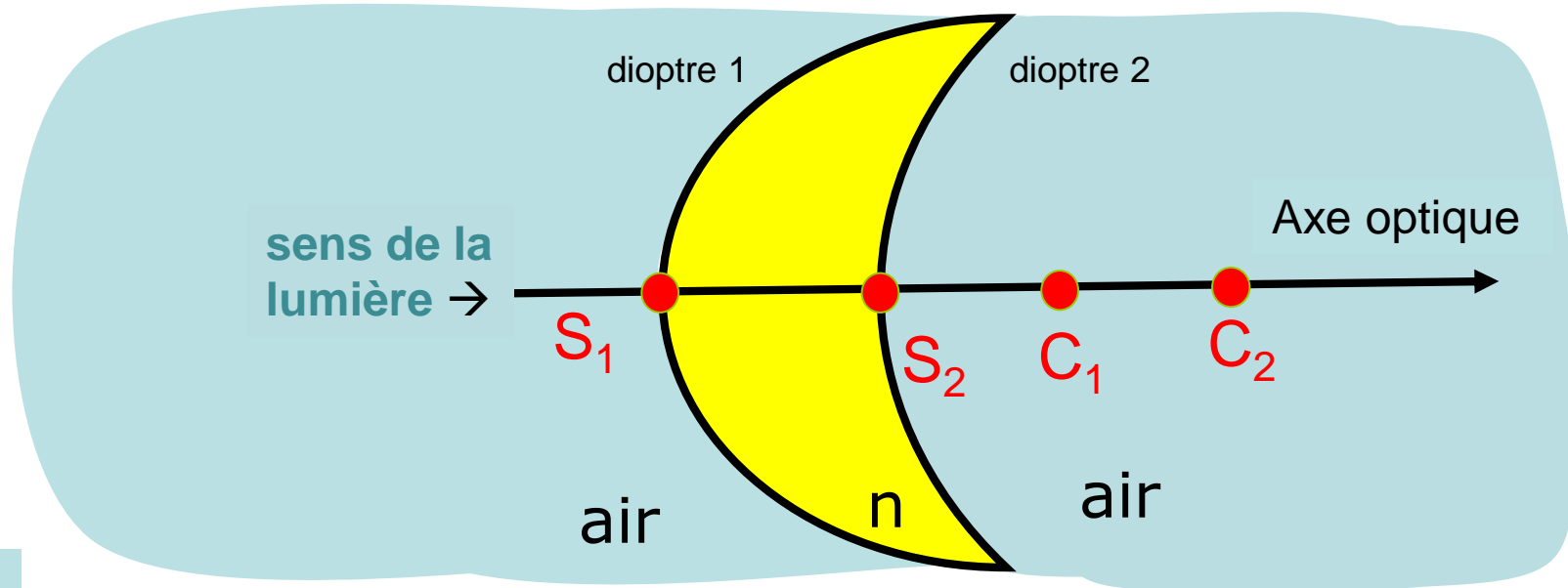
- Exemple de lentille :
- Epaisseur  $e > 0$
- Dioptrie 1 rayon de courbure  $R_1$
- Dioptrie 2 rayon de courbure  $R_2$



# Chap. 7 Qu'est-ce qu'une lentille

- **Lentille** = combinaison de 2 dioptries dont un au moins est sphérique  
Les 2 dioptries séparent un milieu (homogène et transparent) et de l'air

- Exemple de lentille :
- Epaisseur  $e > 0$
- Dioptrie 1 rayon de courbure  $R_1 > 0$
- Dioptrie 2 rayon de courbure  $R_2 > 0$



$$\overline{S_1 S_2} = e > 0$$

$$\overline{S_1 C_1} = R_1 > 0 \text{ ou } < 0$$

$$\overline{S_2 C_2} = R_2 > 0 \text{ ou } < 0$$

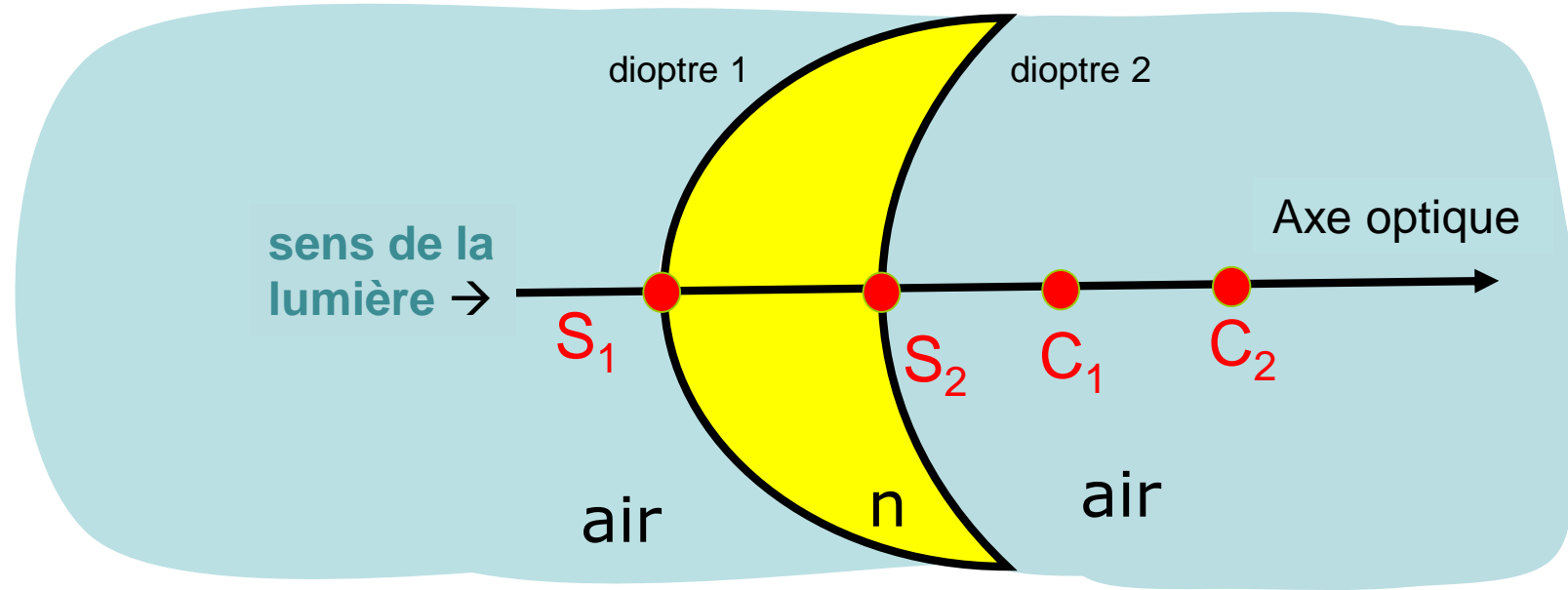
Une lentille a une vergence  $\Phi > 0$  ou  $\Phi < 0$   
Son unité est la dioptrie ou  $m^{-1}$

$$F = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

# Chap. 7 La lentille mince

- **Lentille** = combinaison de 2 dioptries dont un au moins est sphérique  
Les 2 dioptries séparent un milieu (homogène et transparent) et de l'air

- Exemple de lentille :
- Epaisseur  $e > 0$
- Dioptrie 1 rayon de courbure  $R_1 > 0$
- Dioptrie 2 rayon de courbure  $R_2 > 0$



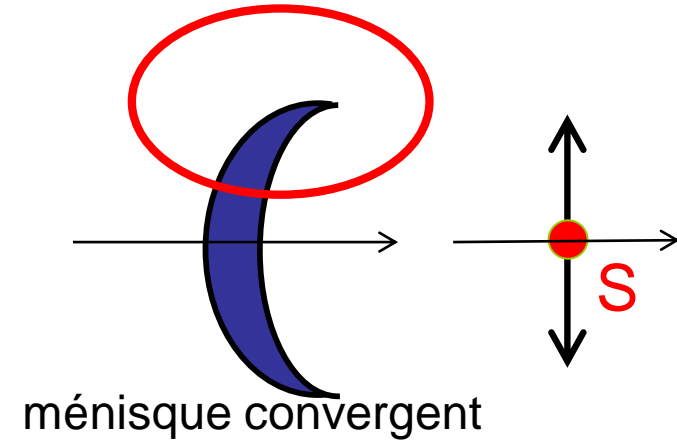
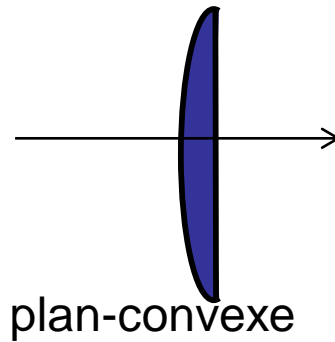
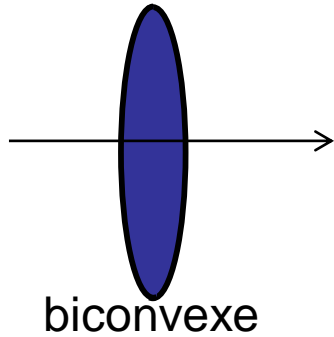
si  $|R_2 - R_1| \gg e$  alors la **lentille est mince**

The diagram shows a simplified model of a thin lens. It consists of a horizontal line with an arrow pointing right, representing the optical axis, and a vertical line intersecting it at a point marked with a red dot. Below the intersection point, the text  $S_1 \approx S_2 \approx S$  is written in red, indicating that the centers of curvature of both surfaces are approximately at the same point  $S$ .

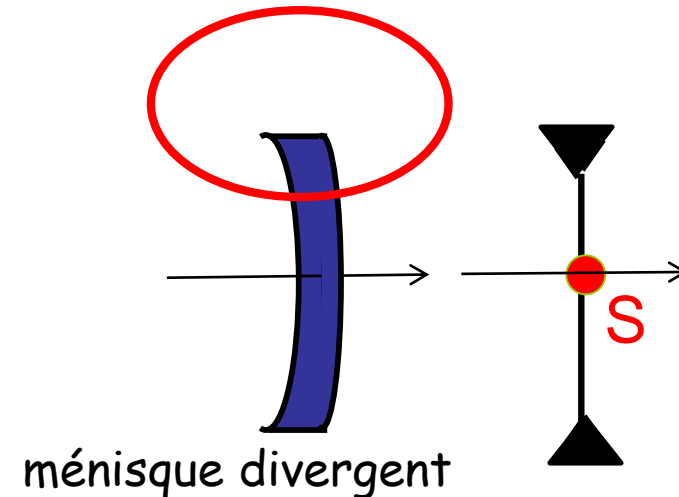
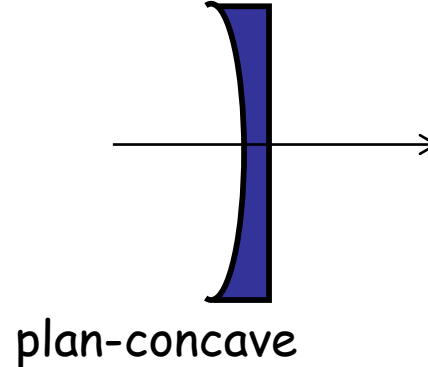
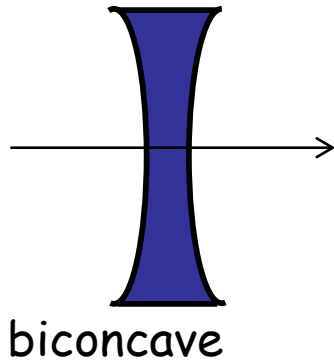
# Chap. 7 La lentille mince est convergente ou divergente

- Toutes les combinaisons de dioptries → 2 familles de lentilles minces

## ➤ Lentilles convergentes CV

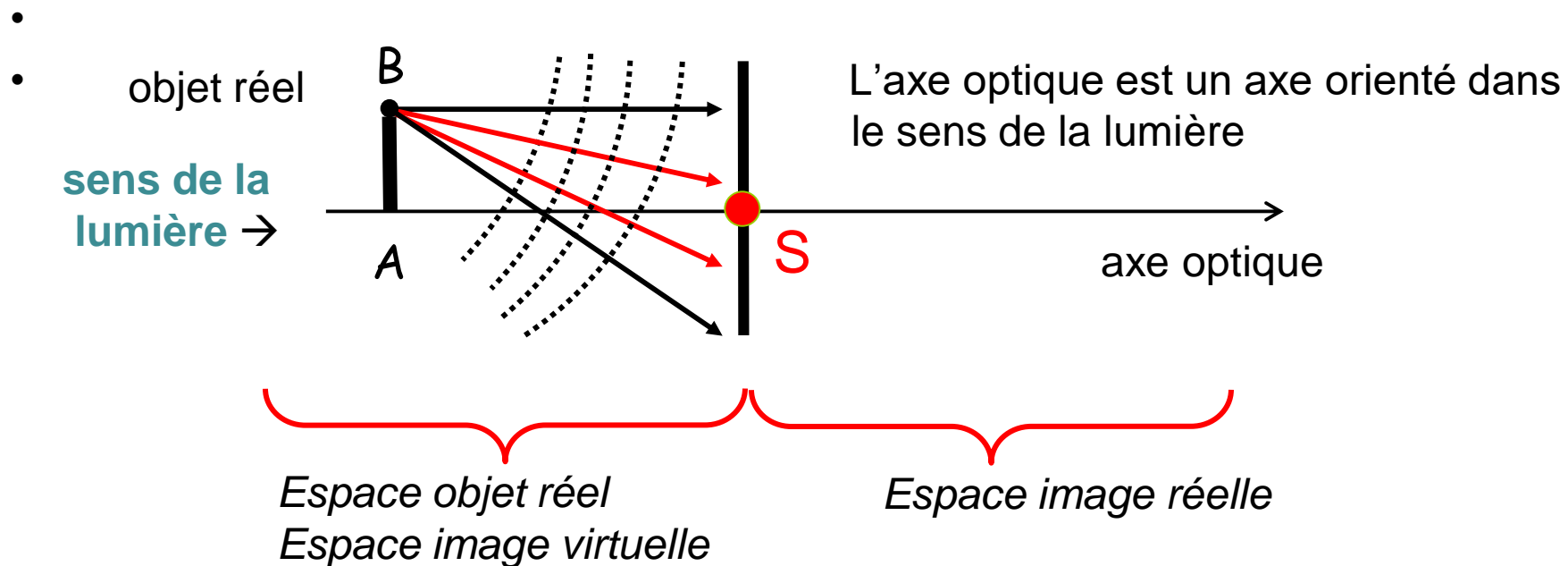


## ➤ Lentilles divergentes DV



# Chap. 7 Tracé de rayons à partir de l'objet réel

- Soit un rayon de lumière issu du point B d'un objet AB
- Tous les rayons incidents proviennent de l'**objet réel**

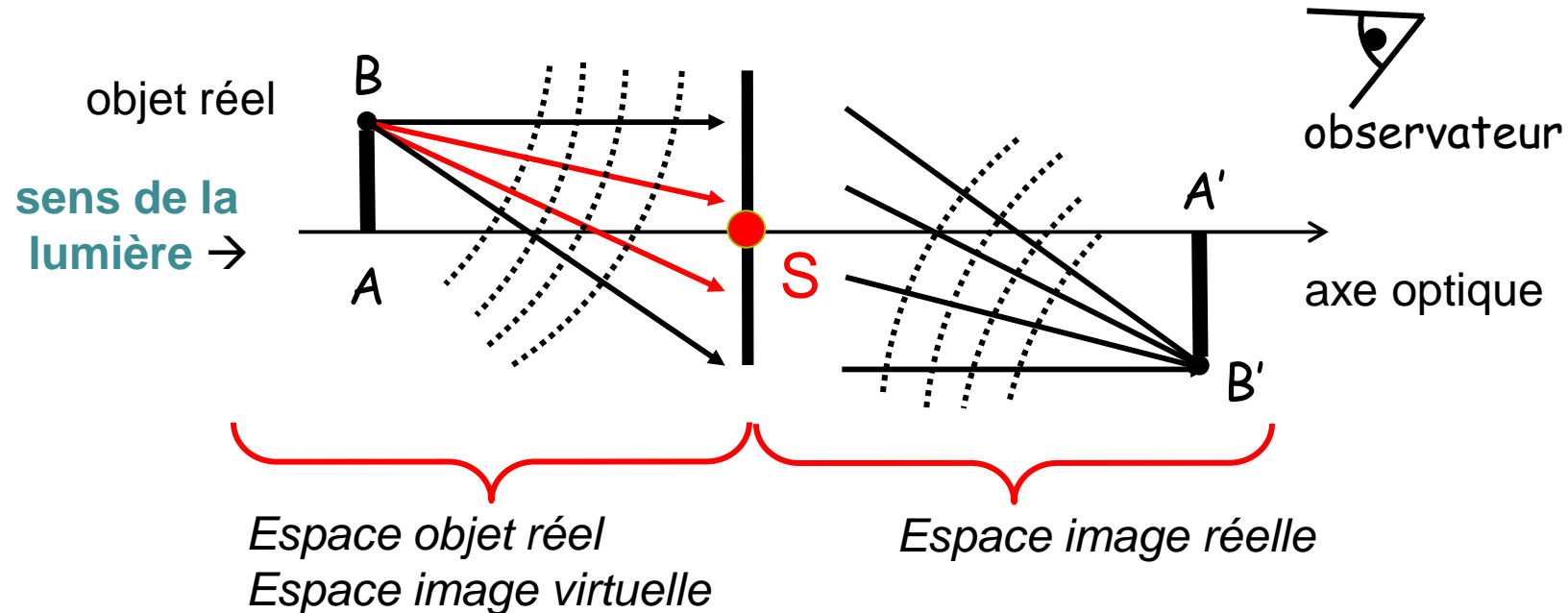


- Tracé de rayons issus du point B dans l'approximation de Gauss
- Les rayons incidents sont toujours proches de l'axe optique (rayons paraxiaux)
- Une image unique  $A'B'$  correspond à un objet  $AB$ . Elle est nette en  $A'$
- L'image  $A'B'$  est conjuguée de l'objet  $AB$ .  $A$  et  $A'$  sont conjugués,  $B$  et  $B'$  aussi



# Chap. 7 L'image à partir du tracé de rayons

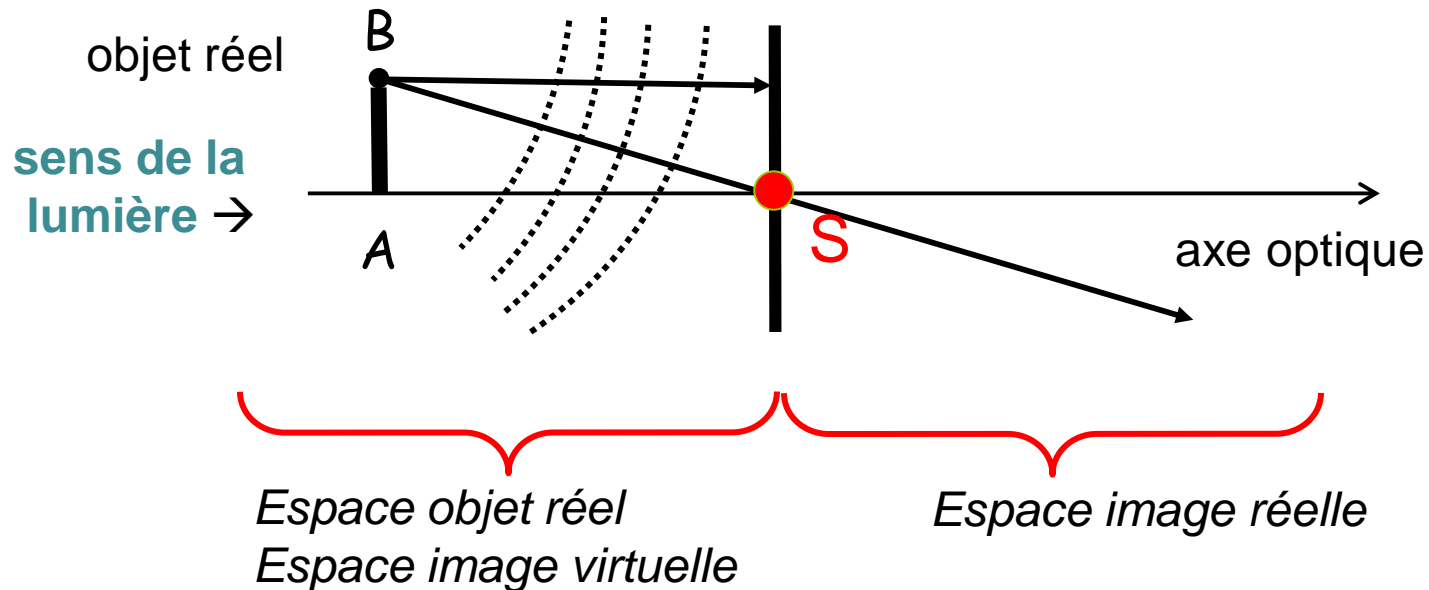
- Soit un rayon de lumière issu du point B d'un objet AB
- Tous les rayons incidents proviennent de l'**objet réel**



- L'image A' B' de AB est réelle si tous les rayons issus de B se croisent en B'. L'image réelle peut être visualisée sur un écran. Elle est nette en A'
- Si le prolongement d'au moins un rayon issu de l'objet B se croise en B', alors A'B' est une image virtuelle qui ne peut pas être visualisée sur un écran

# Chap. 7 Tracé de 2 rayons pour construire l'image

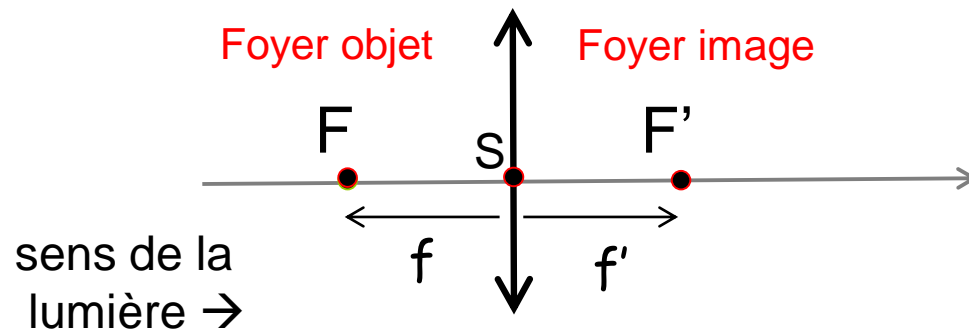
- Soit un rayon de lumière issu du point B d'un objet AB
- Tous les rayons incidents proviennent de l'**objet réel**



- Pour construire l'image de AB à travers la lentille, choisir au moins 2 rayons particuliers issus de l'objet B :
- Le rayon qui se propage depuis B en passant par S, il n'est pas dévié.
- Le rayon qui se propage depuis B en restant parallèle à l'axe optique

# Chap. 7 Les foyers et focales des lentilles minces

- Une lentille mince a 2 points fixes : **le foyer objet F et le foyer image F'**
- Points focaux F et F' **symétriques** par rapport au **sommet S** de la lentille
- La position de F et F' est définie par rapport au **sens de la lumière**

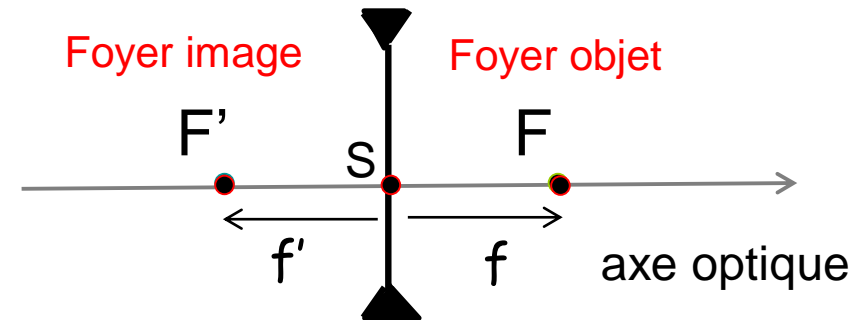


**CV**

F avant la lentille  
F' après la lentille

$$\overline{SF} = f \text{ et } \overline{SF'} = f'$$

f est la distance focale objet  
f' est la distance focale image  
 $f < 0$  et  $f' > 0$  et  $f' = -f$



**DV**

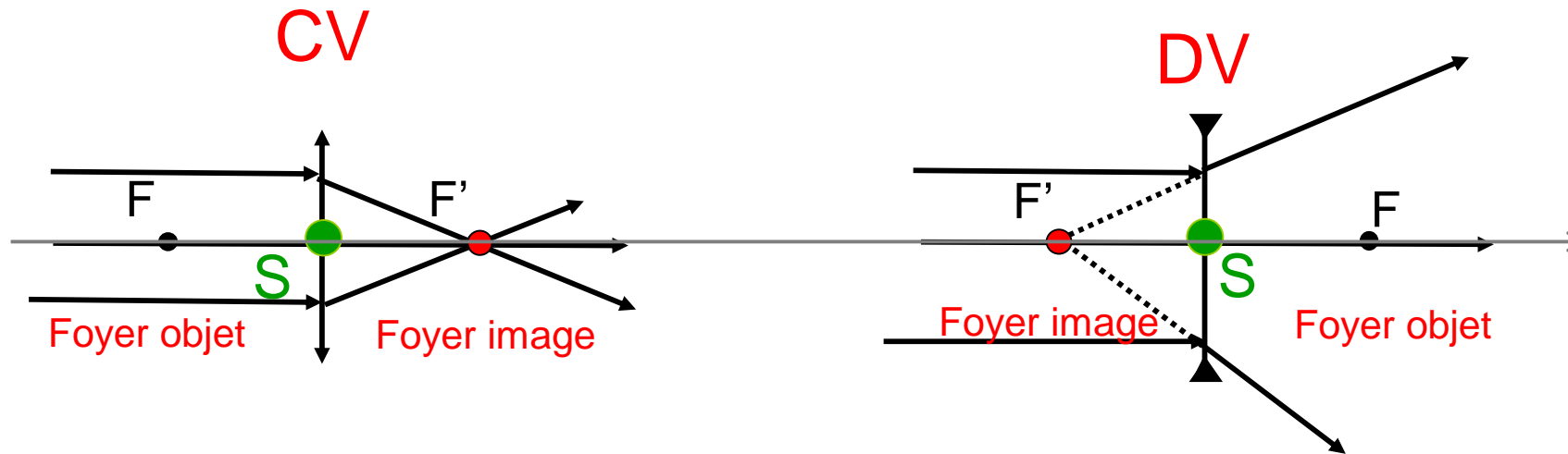
F' avant la lentille  
F après la lentille

$$\overline{SF} = f \text{ et } \overline{SF'} = f'$$

f est la distance focale objet  
f' est la distance focale image  
 $f > 0$  et  $f' < 0$  et  $f' = -f$

# Chap. 7 Tracé de rayons et les foyers

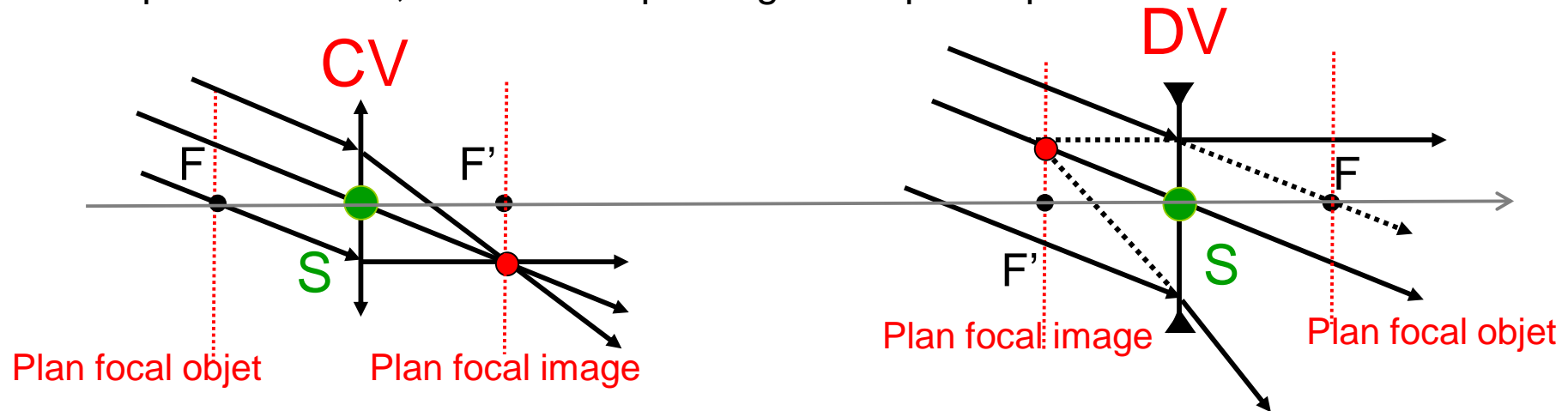
- **Tracé de rayons parallèles à l'axe optique en utilisant les 2 foyers F et F'**
- Le rayon qui se propage selon l'axe optique passe par S, il n'est pas dévié
- Le rayon qui se propage en restant parallèle à l'axe optique,
- passe directement par F' après la lentille, ou son prolongement passe par F'



- **Lentille convergente** : les rayons sortants se rapprochent de l'axe optique
- **Lentille divergente** : les rayons sortants s'écartent de l'axe optique

# Chap. 7 Tracé de rayons et les plans focaux

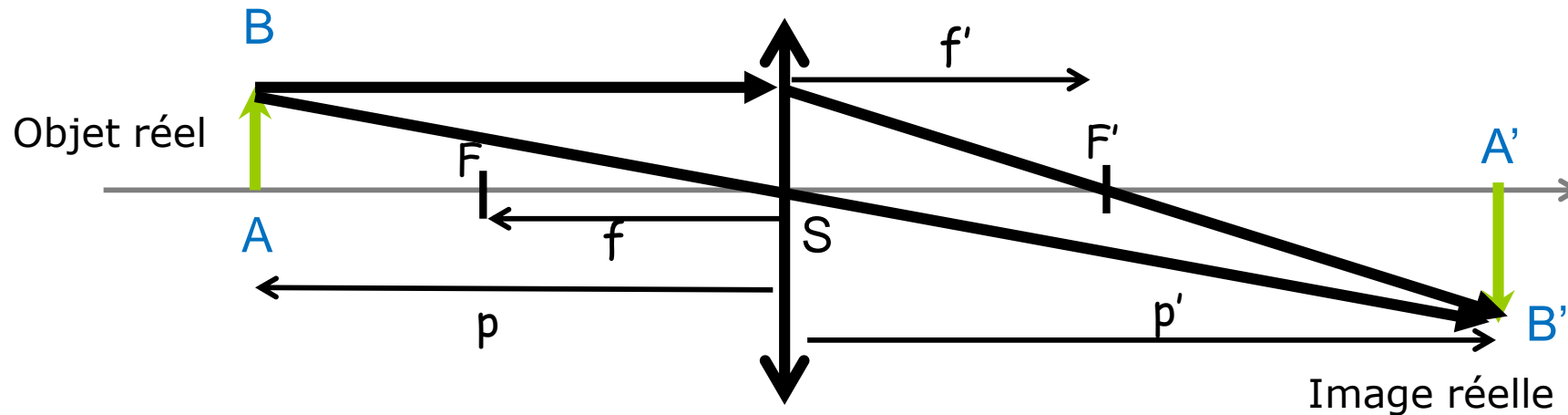
- **Tracé de rayons parallèles à un axe incliné en utilisant les 2 plans focaux**
- Le rayon qui se propage parallèle à l'axe incliné et passe par S, il n'est pas dévié.
- Le rayon qui se propage en restant parallèle à l'axe incliné, passe directement par F' après la lentille, ou bien son prolongement passe par F'



- **Lentille convergente** : les rayons sortants se rapprochent de l'axe incliné
- **Lentille divergente** : les rayons sortants s'écartent de l'axe incliné

# Chap. 7 Formation d'images à travers une lentille CV

- Le **TRACE** pour trouver la position de l'image  $A'B'$  de l'objet réel  $AB$
- 2 rayons issus du point objet  $B$  sont suffisants :  $B'$  puis  $A'$ , soit  $A'B'$
- Le rayon de  $B$  et qui se propage en passant par  $S$ , n'est pas dévié.
- Le rayon qui se propage en restant parallèle à l'axe optique avant la lentille, passe directement par  $F'$  après la lentille

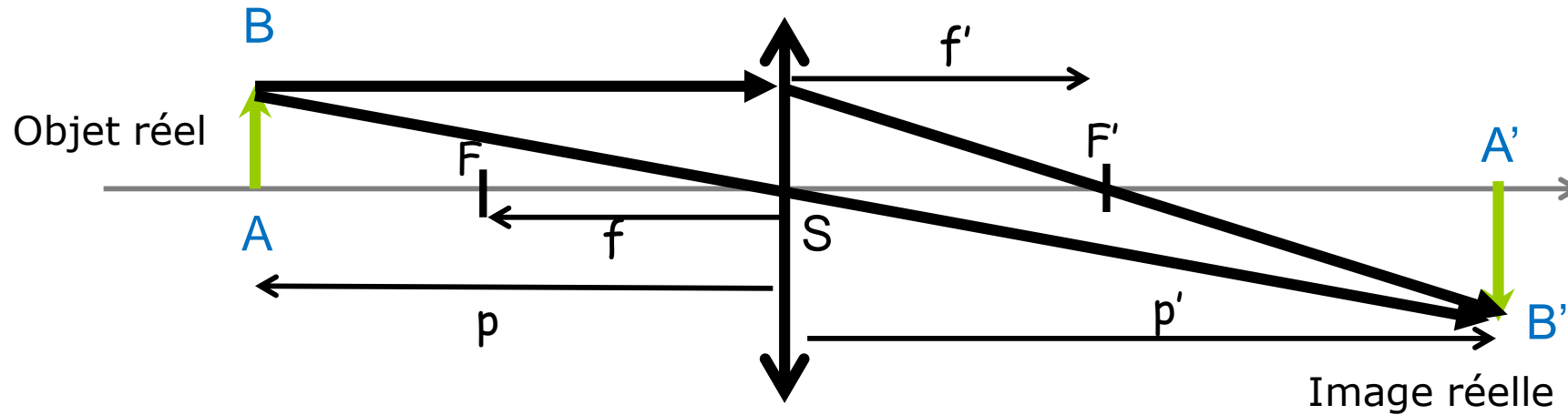


# Chap. 7 Formation d'images à travers une lentille CV

- Le **TRACE** permet de déterminer la taille et le sens de l'image A'B' par rapport à la taille et le sens de l'objet réel AB

- On utilise le grandissement transversal

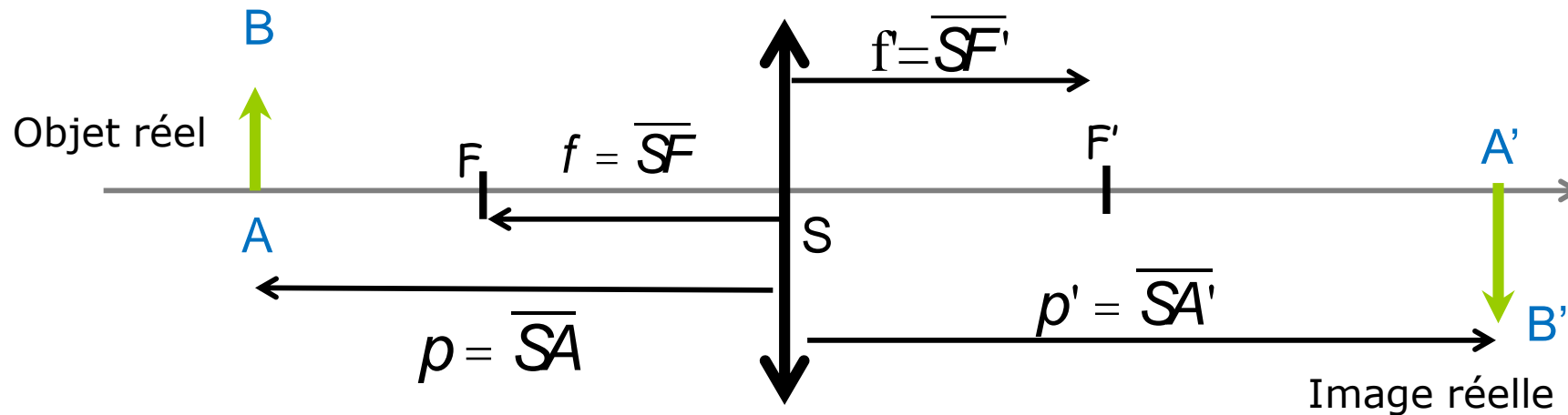
$$g = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$$



	$\gamma > 0$ (image droite)	$\gamma < 0$ (image renversée)
$ \gamma  > 1$ (image agrandie)	Droite et agrandie	Renversée et agrandie
$ \gamma  < 1$ (image réduite)	Droite et réduite	Renversée et réduite

# Chap. 7 Formation d'images à travers une lentille CV

- Le **CALCUL** pour trouver la position de l'image A'B' de l'objet réel AB sur l'axe optique
- $p$  est la position de A (de l'objet) par rapport au sommet S :  $p < 0$
- $p'$  est la position de du point conjugué A' (de l'image) par rapport à S :  $p' > 0$  si l'image est réelle sinon  $p' < 0$



- $p$  et  $p'$  sont reliés par la relation de conjugaison :

$$\frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = F = \frac{1}{f'}$$

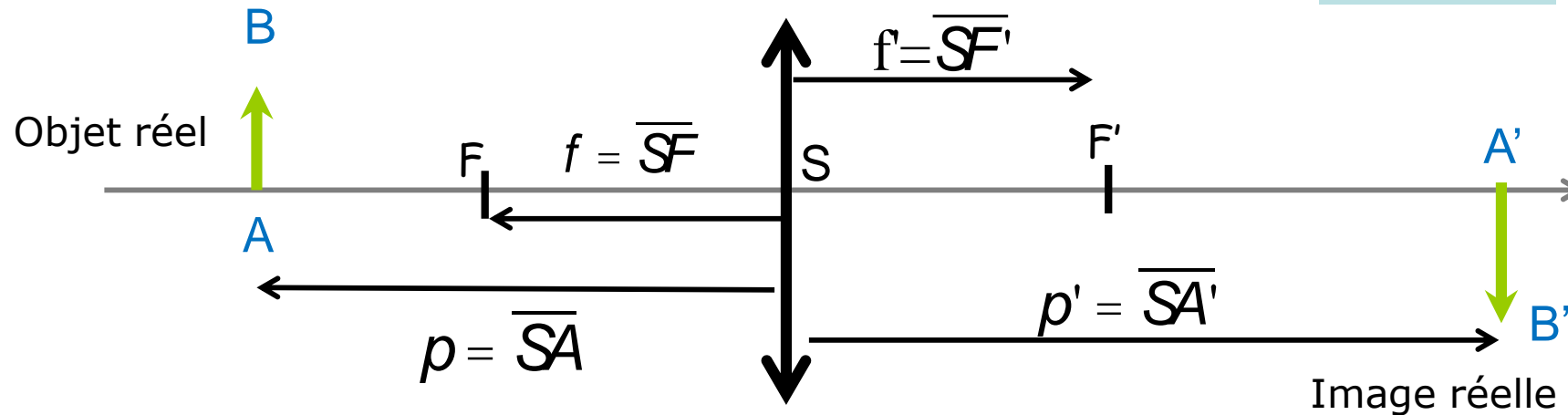


# Chap. 7 Formation d'images à travers une lentille CV

- Le **CALCUL** permet de déterminer la taille et le sens de l'image A'B' par rapport à la taille et le sens de l'objet réel AB

- On utilise le grandissement transversal

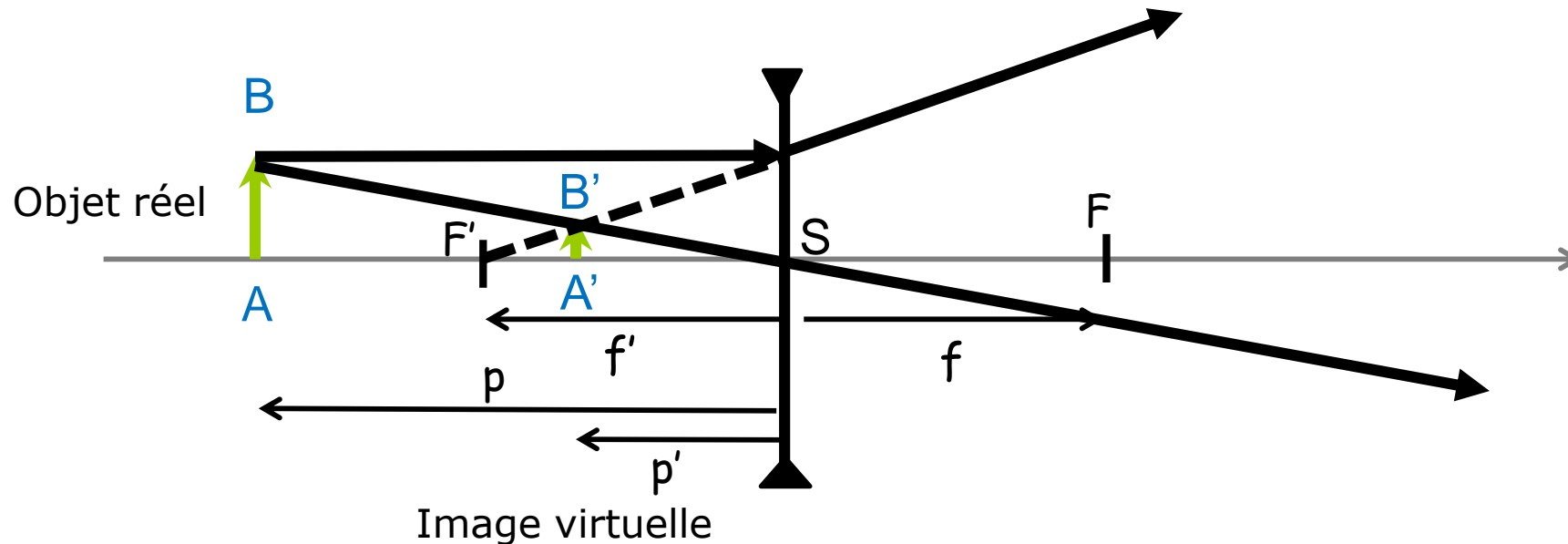
$$g = \frac{p'}{p}$$



	$\gamma > 0$ (image droite)	$\gamma < 0$ (image renversée)
$ \gamma  > 1$ (image agrandie)	Droite et agrandie	Renversée et agrandie
$ \gamma  < 1$ (image réduite)	Droite et réduite	Renversée et réduite

# Chap. 7 Formation d'images à travers une lentille DV

- Le **TRACE** pour trouver la position de l'image  $A'B'$  de l'objet réel  $AB$
- 2 rayons issus du point objet  $B$  sont suffisants :  $B'$  puis  $A'$ , soit  $A'B'$
- Le rayon de  $B$  et qui se propage en passant par  $S$ , n'est pas dévié.
- Le rayon qui se propage en restant parallèle à l'axe optique, son prolongement passe par  $F'$  après la lentille

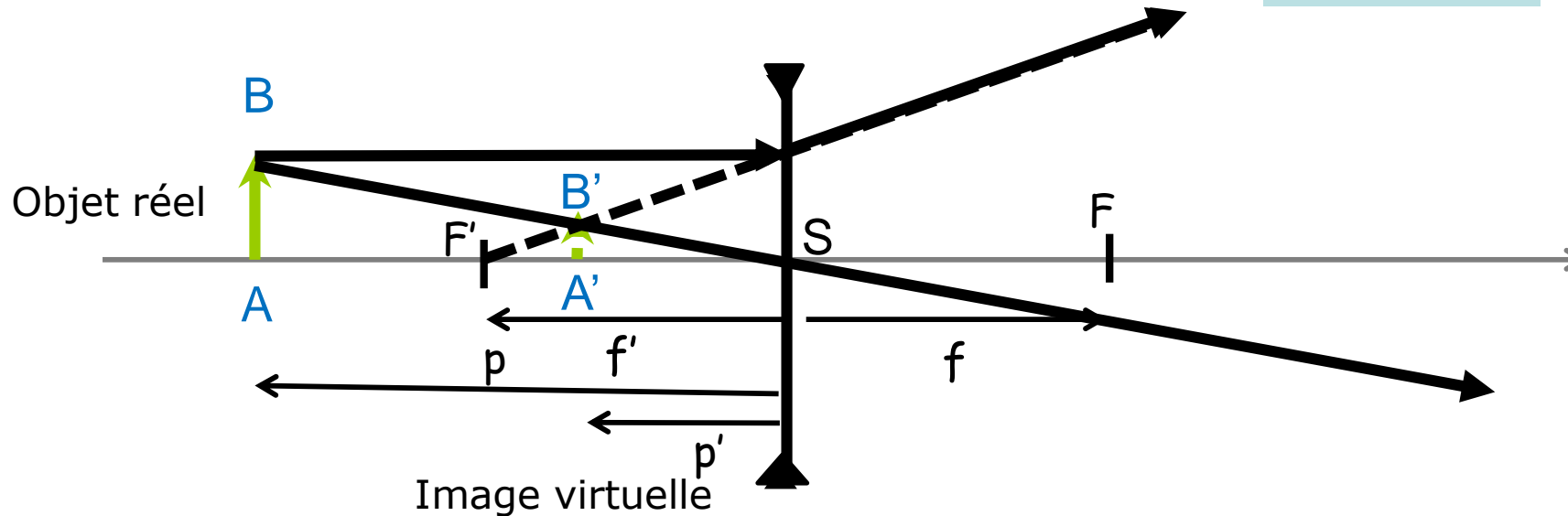


# Chap. 7 Formation d'images à travers une lentille DV

- Le **TRACE** permet de déterminer la taille et le sens de l'image A'B' par rapport à la taille et le sens de l'objet réel AB

- On utilise le grandissement transversal

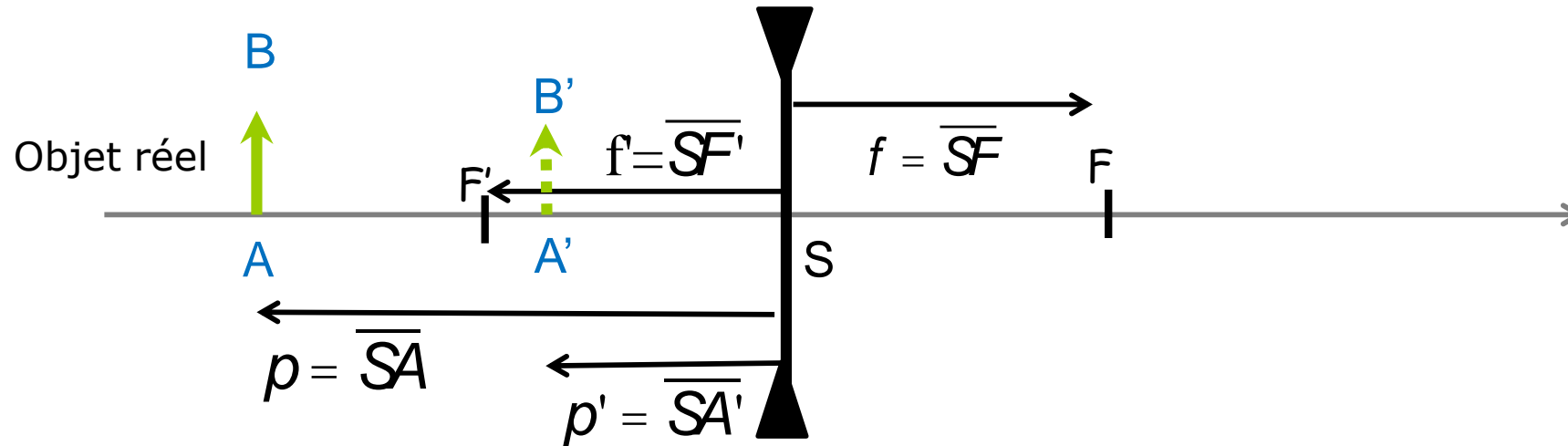
$$g = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$$



	$\gamma > 0$ (image droite)	$\gamma < 0$ (image renversée)
$ \gamma  > 1$ (image agrandie)	Droite et agrandie	Renversée et agrandie
$ \gamma  < 1$ (image réduite)	Droite et réduite	Renversée et réduite

# Chap. 7 Formation d'images à travers une lentille DV

- Le **CALCUL** pour trouver la position de l'image A'B' de l'objet réel AB sur l'axe optique
- $p$  est la position de A (de l'objet) par rapport au sommet S :  $p < 0$
- $p'$  est la position de du point conjugué A' (de l'image) par rapport à S :  $p' > 0$  si l'image est réelle sinon  $p' < 0$



- $p$  et  $p'$  sont reliés par la relation de conjugaison :

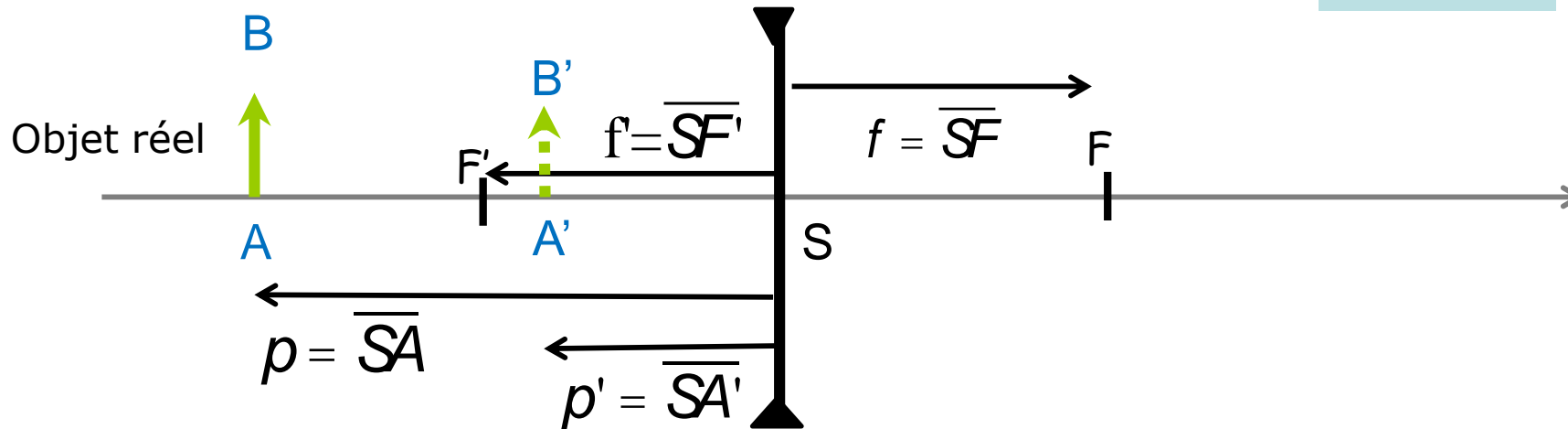
$$\frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = F = \frac{1}{f'}$$

# Chap. 7 Formation d'images à travers une lentille DV

- Le **CALCUL** permet de déterminer la taille et le sens de l'image A'B' par rapport à la taille et le sens de l'objet réel AB

- On utilise le grandissement transversal

$$g = \frac{p'}{p}$$



	$\gamma > 0$ (image droite)	$\gamma < 0$ (image renversée)
$ \gamma  > 1$ (image agrandie)	Droite et agrandie	Renversée et agrandie
$ \gamma  < 1$ (image réduite)	Droite et réduite	Renversée et réduite

## Messages essentiels du chapitre 7

- Les lentilles minces sont convergentes ou divergentes, elles ont les foyers pour points fixes
- On cherche la position, taille et sens de l'image d'un objet réel à travers les lentilles convergentes et divergentes
- Méthode du tracé de 2 rayons en utilisant les foyers
- Méthode de calcul avec la relation de conjugaison et le grandissement transversal  $\gamma$

# Mentions légales

---

L'ensemble de ce document relève des législations française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction de tout ou partie sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Ce document est interdit à la vente ou à la location. Sa diffusion, duplication, mise à disposition du public (sous quelque forme ou support que ce soit), mise en réseau, partielles ou totales, sont strictement réservées à l'Université Grenoble Alpes (UGA).

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits à l'Université Grenoble Alpes (UGA), et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.