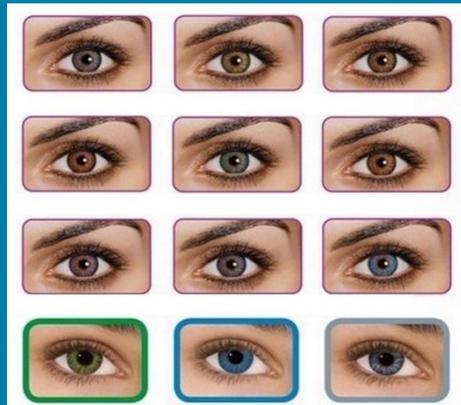
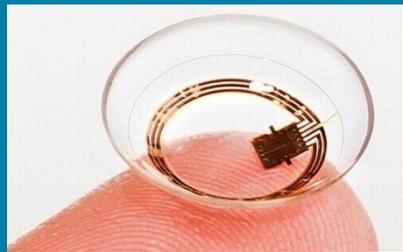


Département de Physique

Filière SMPC : Semestre 2



Lentilles minces

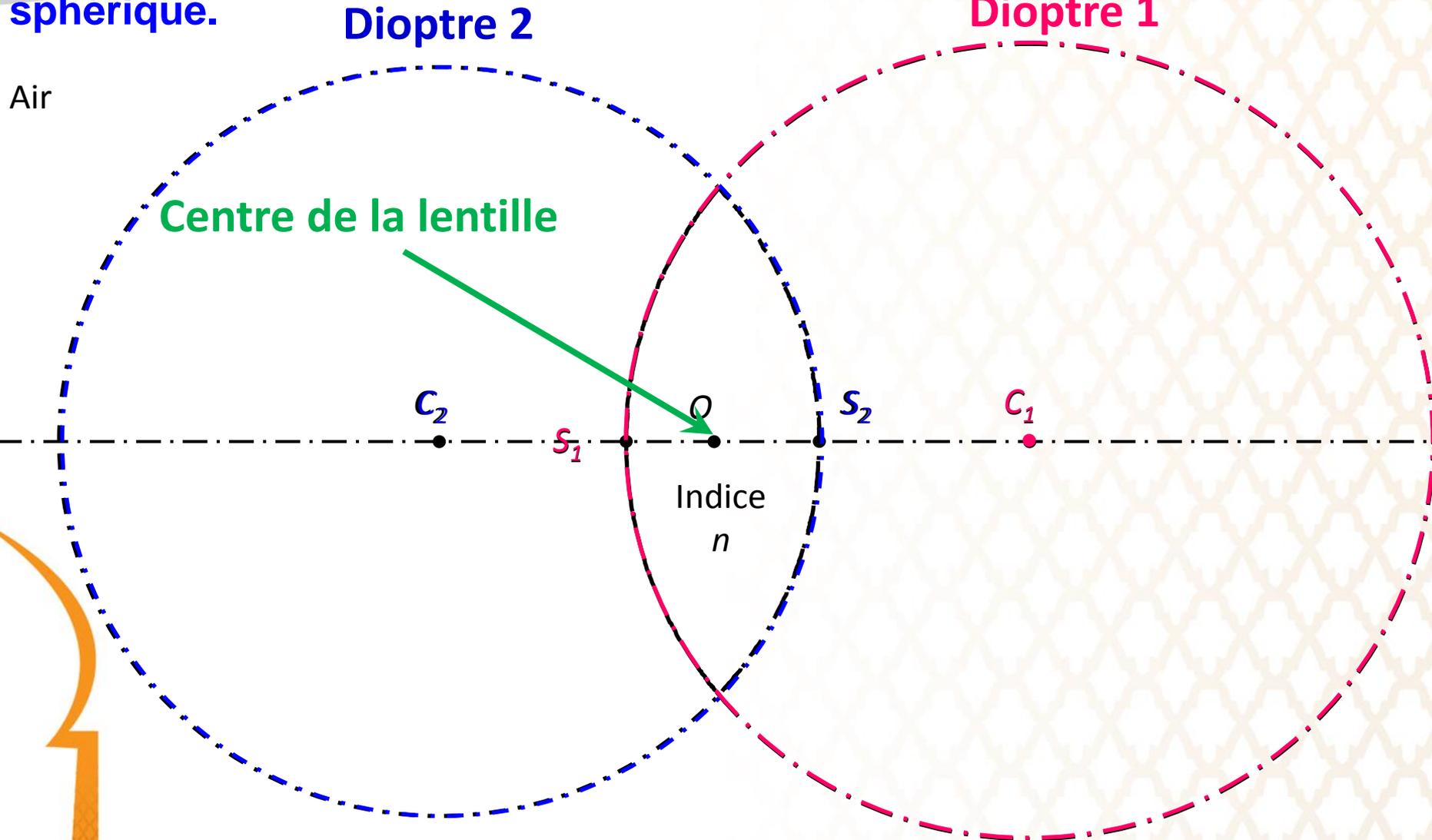
Abdelhai Rahmani

Année universitaire 2019-2020

- **Définition des Lentilles**
- **Relation de conjugaison**
- **Foyers d'une lentille et distances focales**
- **Image d'un objet dans le cas d'une lentille convergente**
- **Image d'un objet dans le cas d'une lentille divergente**
- **Rayon émergent correspondant à un rayon incident donné**
- **Rayon incident correspondant à un rayon émergent donné**
- **Exercices d'application**

DÉFINITION DES LENTILLES

Une lentille est l'association de deux dioptries dont l'un au moins est sphérique.



DÉFINITION DES LENTILLES MINCES

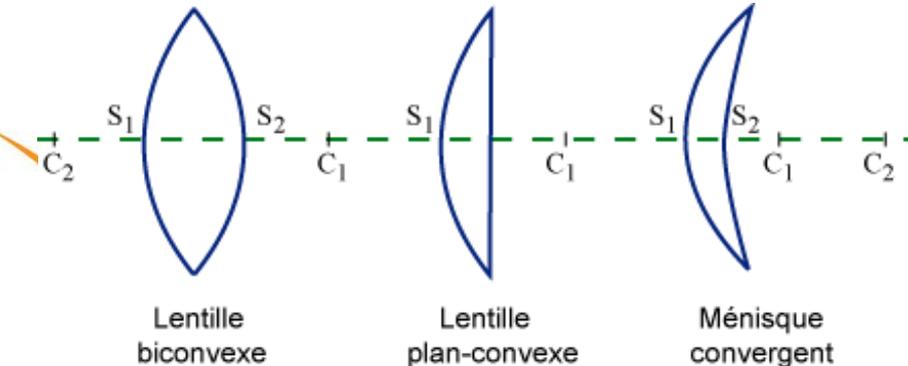
Une lentille est dite mince quand son épaisseur est faible par rapport aux rayons de courbure de ses dioptries constitutifs.

$$\text{On a : } C_1 S_1 \gg S_1 S_2 \text{ et } C_2 S_2 \gg S_1 S_2$$

On considère alors l'épaisseur de la lentille comme négligeable, et que S_1 et S_2 sont confondus avec O .

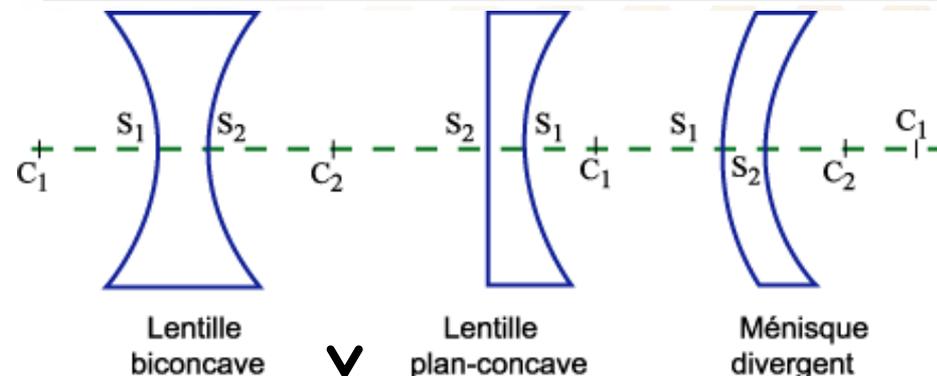
Type de lentilles

Lentilles convergentes (bords fins)



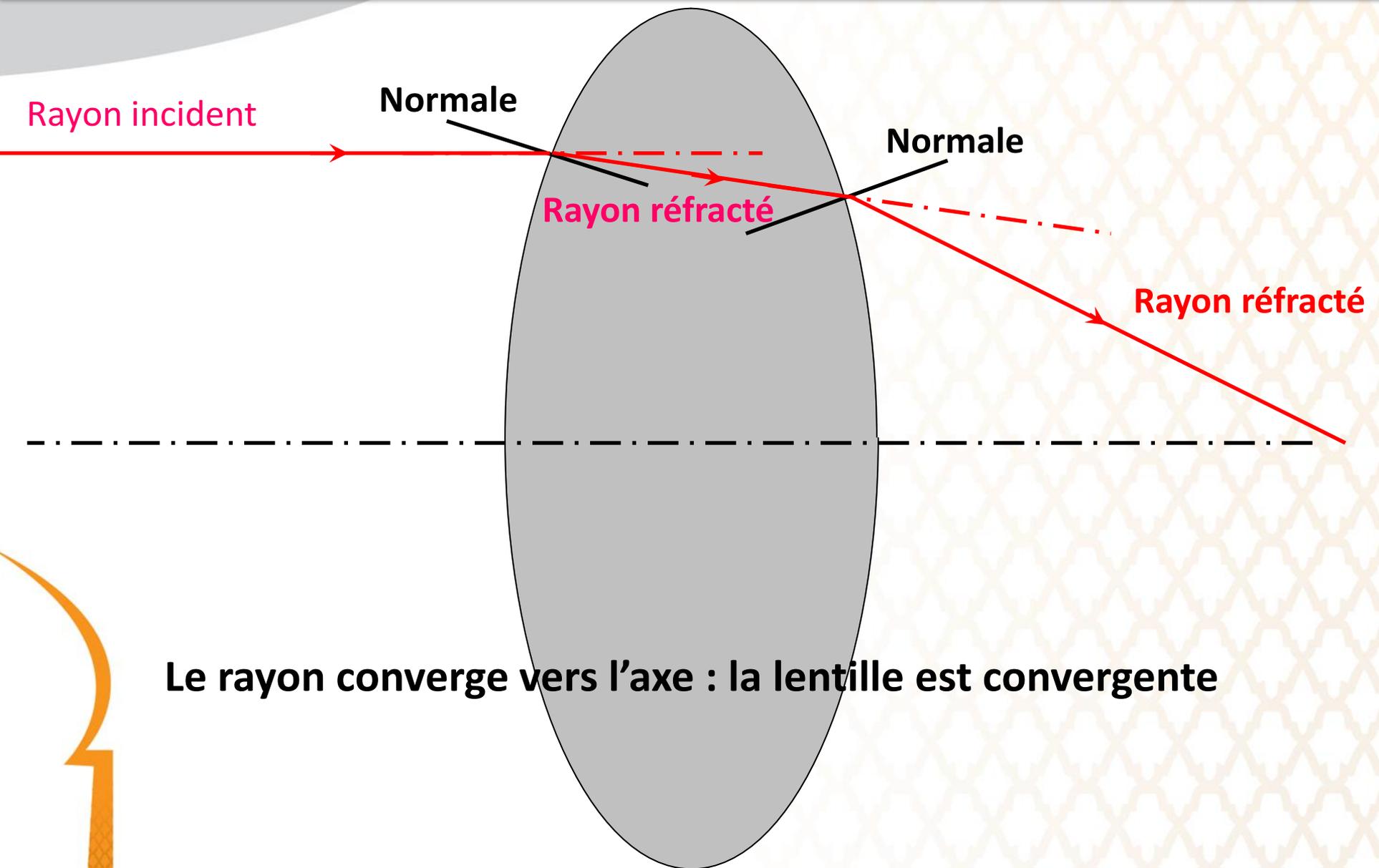
convexes ou convergentes

Lentilles divergentes (bords épais)

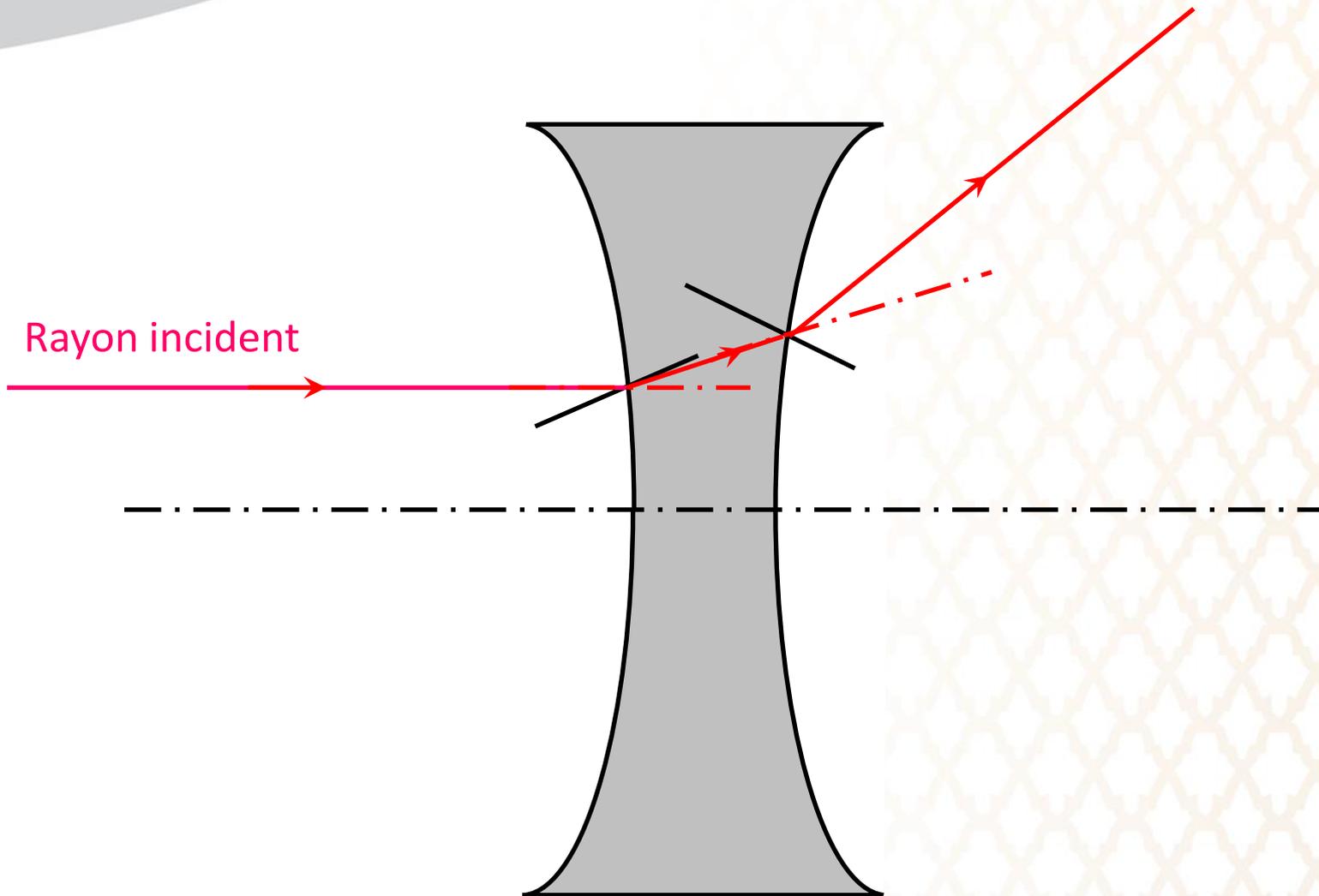


concaves ou divergentes

MARCHE DES RAYONS LUMINEUX DANS UNE LENTILLE

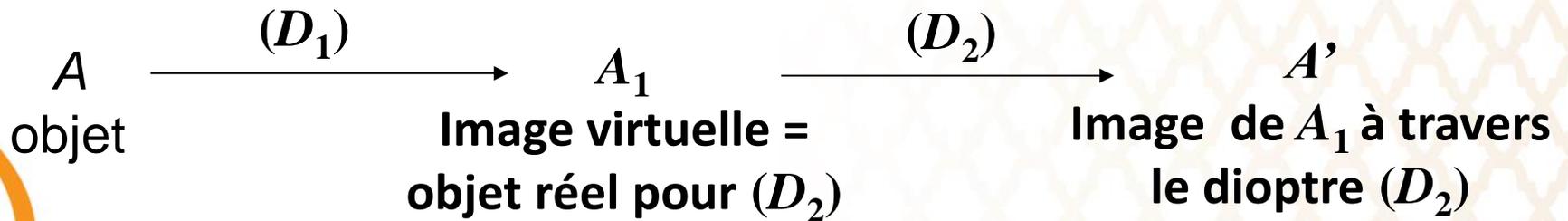
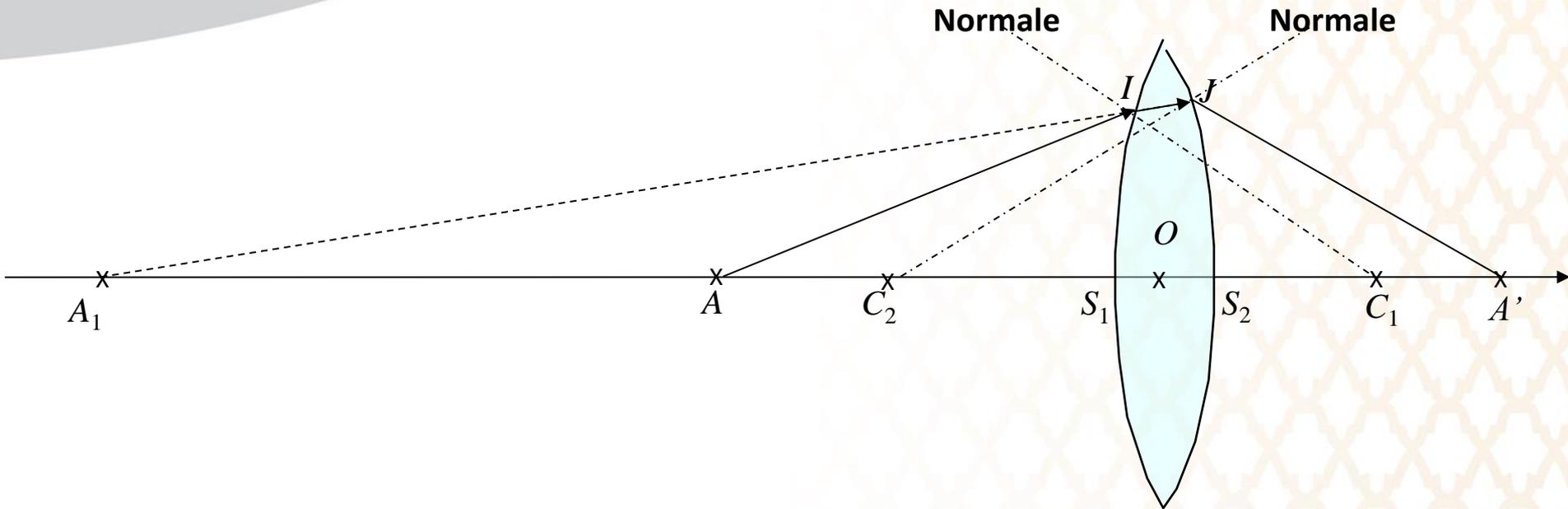


Le rayon converge vers l'axe : la lentille est convergente



Le rayon s'éloigne l'axe : la lentille est divergente

RELATION DE CONJUGAISON DANS LES CONDITIONS DE GAUSS





Relations de conjugaison des dioptries D_1 et D_2 .

$$\text{Pour } D_1 \quad \frac{n}{OA_1} - \frac{1}{OA} = \frac{n-1}{OC_1} \quad (1)$$

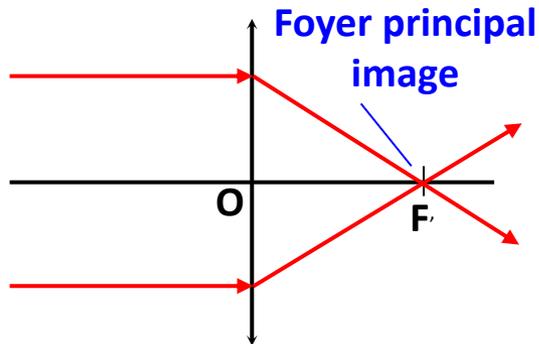
$$\text{Pour } D_2 \quad \frac{1}{OA'} - \frac{n}{OA_1} = \frac{1-n}{OC_2} \quad (2)$$

$$((1) + (2)) \Rightarrow \frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = (n-1) \left(\frac{1}{OC_1} - \frac{1}{OC_2} \right)$$

Relation de conjugaison d'une lentille mince

Foyers principaux:

Foyer principal image:

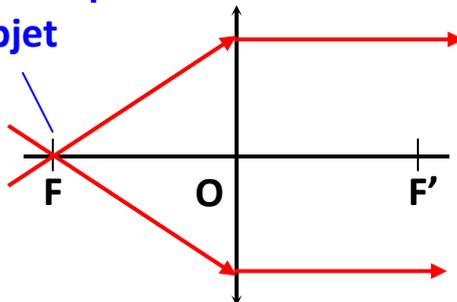


Tout rayon incident parallèle à l'axe principal d'une lentille convergente émerge en passant par le foyer principal image F' .

Foyer principal objet:

Foyer principal

objet



Tout rayon incident passant par le foyer principal objet F d'une lentille convergente émerge parallèlement à l'axe principal de cette lentille.

Distance focale objet :

La distance focale objet est la distance \overline{OF} entre le centre de la lentille O et le foyer objet F. On note $f = \overline{OF}$

image à l'infini : objet au foyer objet F

$$(\overline{OA'} \rightarrow \infty \Rightarrow \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF}} = -(n-1)\left(\frac{1}{\overline{OC}_1} - \frac{1}{\overline{OC}_2}\right)$$

Distance focale image :

La distance focale image est la distance $\overline{OF'}$ entre le centre de la lentille O et le foyer image F'. On note $f' = \overline{OF'}$

Objet à l'infini : Image au foyer image F'

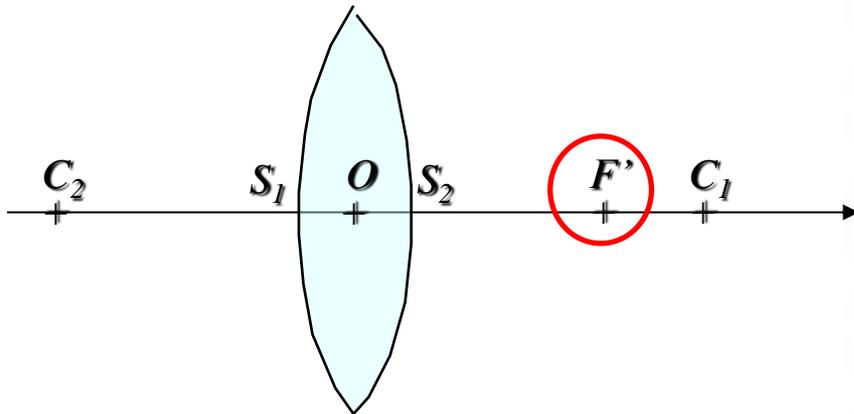
$$(\overline{OA} \rightarrow \infty \Rightarrow \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OF'}} = (n-1)\left(\frac{1}{\overline{OC}_1} - \frac{1}{\overline{OC}_2}\right)$$

Remarques : $\overline{OF'} = -\overline{OF} \Rightarrow$ Distance focale $f' = \overline{OF'} = -\overline{OF}$

Formule de conjugaison d'une lentille mince $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$

FOYERS D'UNE LENTILLE ET DISTANCES FOCALES

$$(\overline{OA} \rightarrow \infty \Rightarrow \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OF'}} = (n-1) \left(\frac{1}{\overline{OC_1}} - \frac{1}{\overline{OC_2}} \right)$$

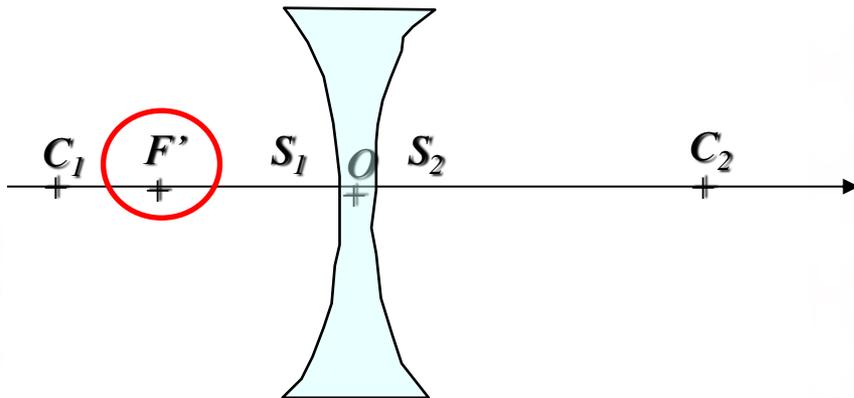


$$\overline{oc_1} > 0 ; \overline{oc_2} < 0 \quad (n > 1)$$

$$\frac{1}{\overline{oc_1}} > 0 ; -\frac{1}{\overline{oc_2}} > 0$$

$$\Rightarrow \overline{OF'} > 0$$

Lentille biconvexe à bords fins CONVERGENTE



$$\overline{oc_1} < 0 ; \overline{oc_2} > 0 \quad (n > 1)$$

$$\frac{1}{\overline{oc_1}} < 0 ; -\frac{1}{\overline{oc_2}} < 0$$

$$\Rightarrow \overline{OF'} < 0$$

Biconcave à bords épais DIVERGENTE

Suivant la position de l'objet, on distingue 4 situations.

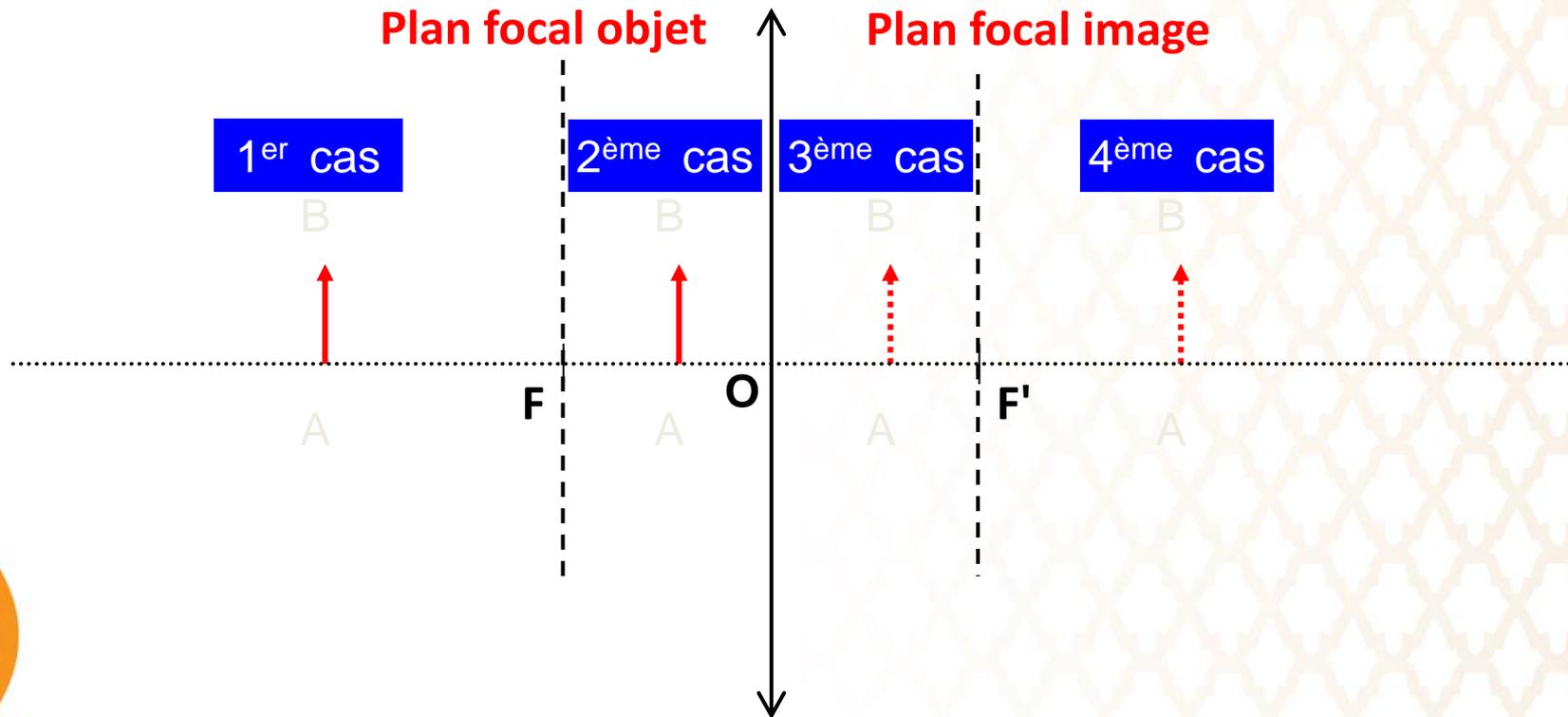


IMAGE D'UN OBJET DANS LE CAS D'UNE LENTILLE CONVERGENTE

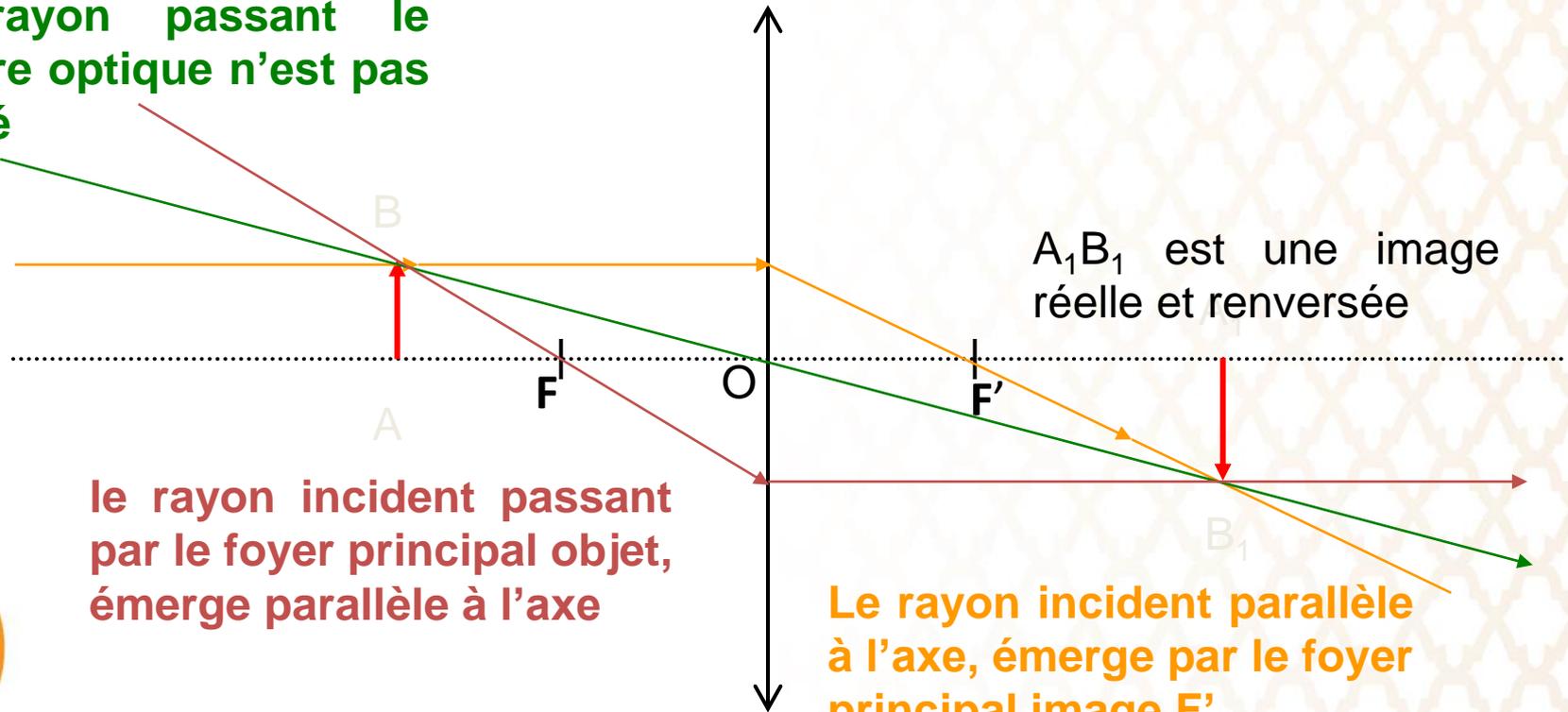
1^{er} cas : AB est un objet réel, situé avant F

le rayon passant le centre optique n'est pas dévié

le rayon incident passant par le foyer principal objet, émerge parallèle à l'axe

Le rayon incident parallèle à l'axe, émerge par le foyer principal image F'

A_1B_1 est une image réelle et renversée



Remarque : Pour toutes les constructions d'image, il suffit de tracer deux rayons parmi les trois qui sont proposés.

IMAGE D'UN OBJET DANS LE CAS D'UNE LENTILLE CONVERGENTE

2^{ème} cas : AB est un objet réel, situé entre F et O

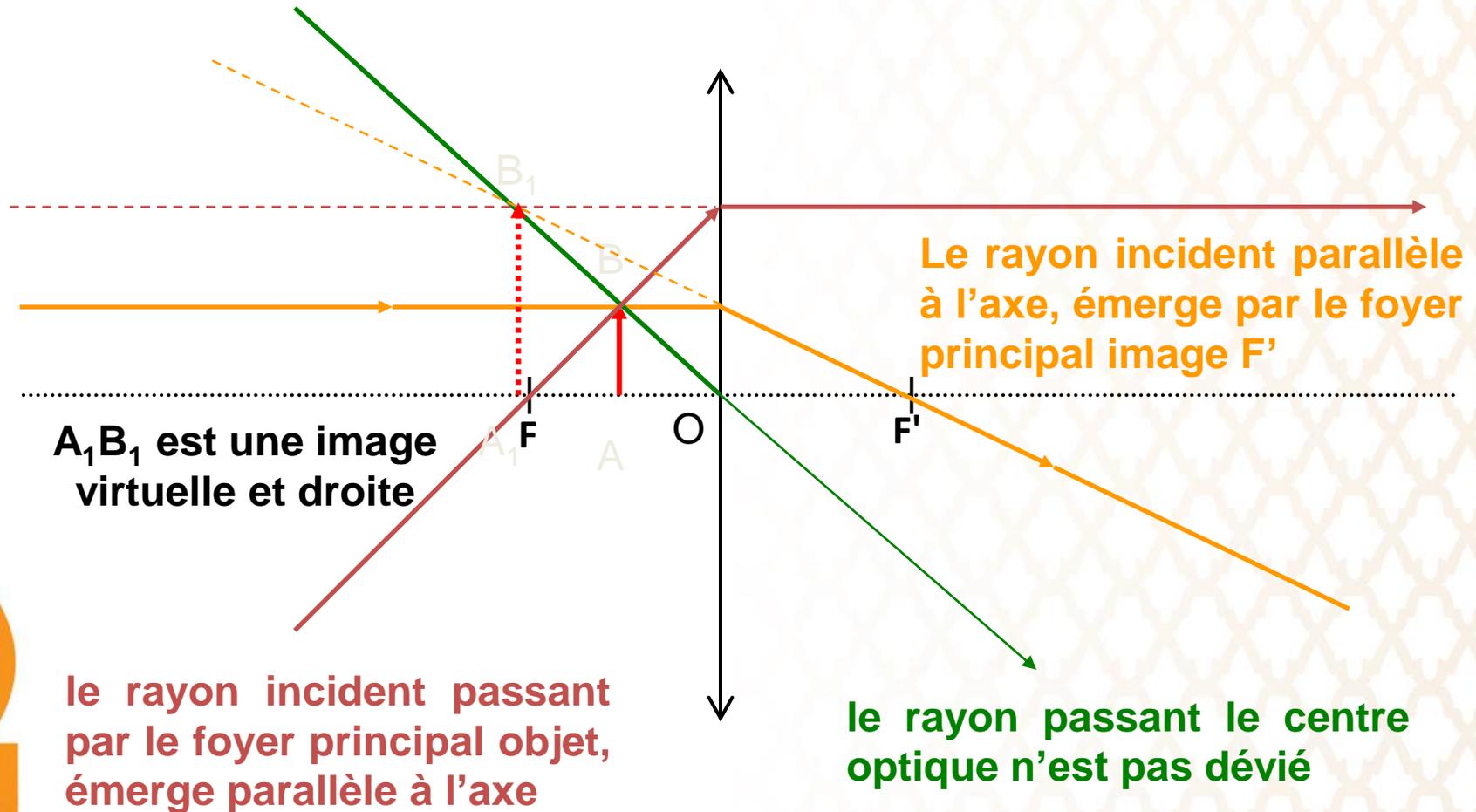


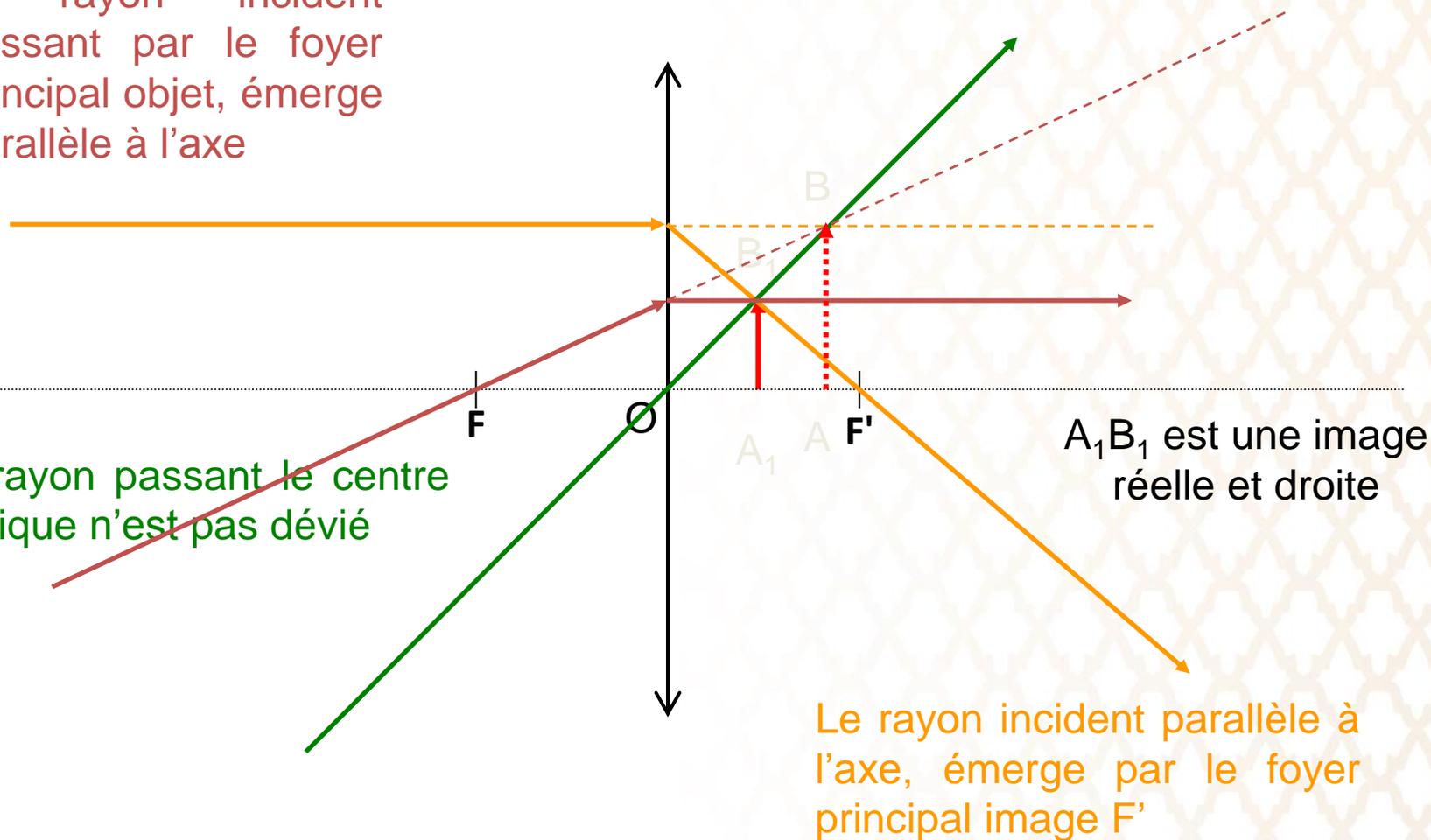
IMAGE D'UN OBJET DANS LE CAS D'UNE LENTILLE CONVERGENTE

3^{ème} cas

AB est un objet virtuel, situé entre O et F'

le rayon incident passant par le foyer principal objet, émerge parallèle à l'axe

le rayon passant le centre optique n'est pas dévié



Le rayon incident parallèle à l'axe, émerge par le foyer principal image F'

IMAGE D'UN OBJET DANS LE CAS D'UNE LENTILLE CONVERGENTE

4^{ème} cas

AB est un objet virtuel, situé après F'

le rayon incident passant par le foyer principal objet, émerge parallèle à l'axe

le rayon passant le centre optique n'est pas dévié

A_1B_1 est une image réelle et droite

Le rayon incident parallèle à l'axe, émerge par le foyer principal image F'

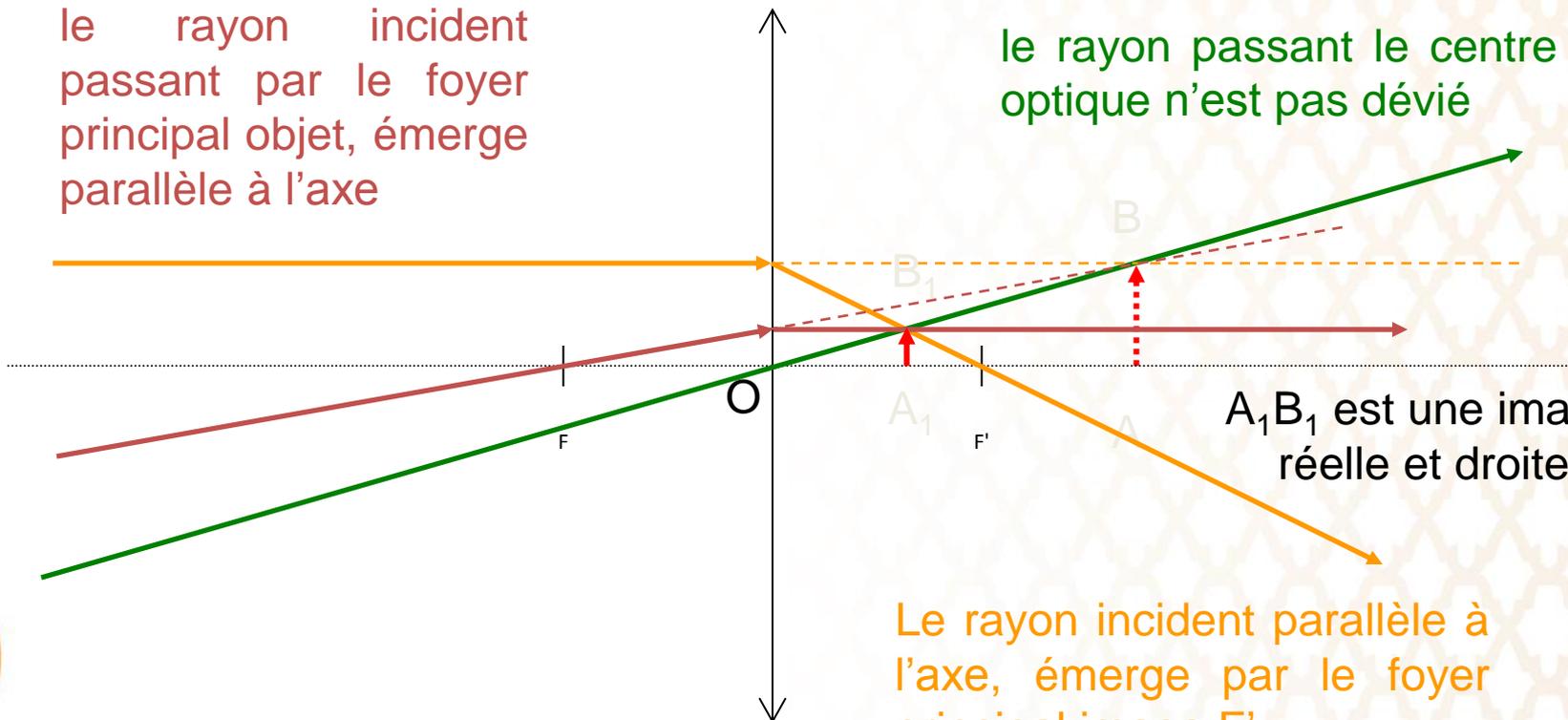
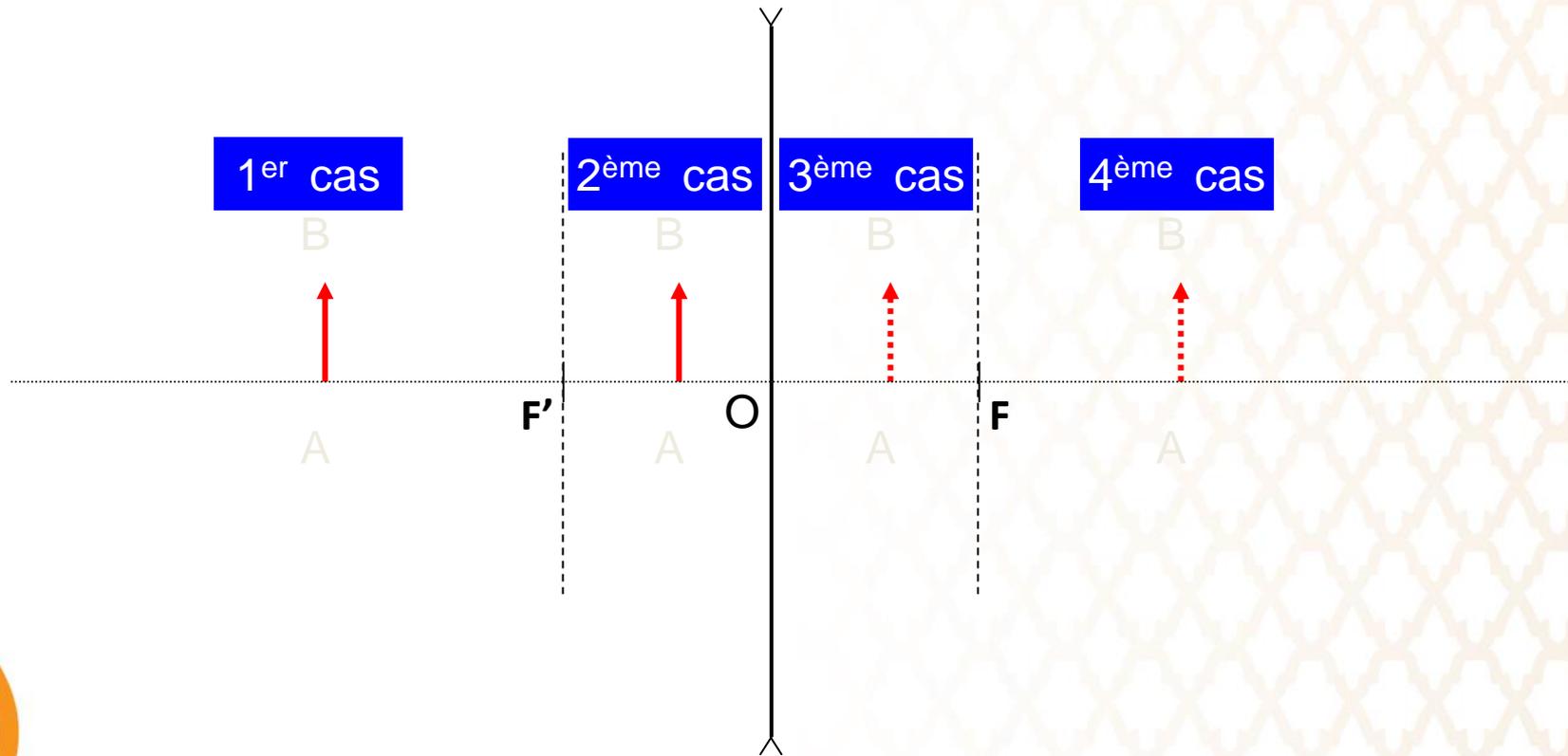


IMAGE D'UN OBJET DANS LE CAS D'UNE LENTILLE DIVERGENTE

Suivant la position de l'objet, on distingue 4 situations.



[retour MENU](#)

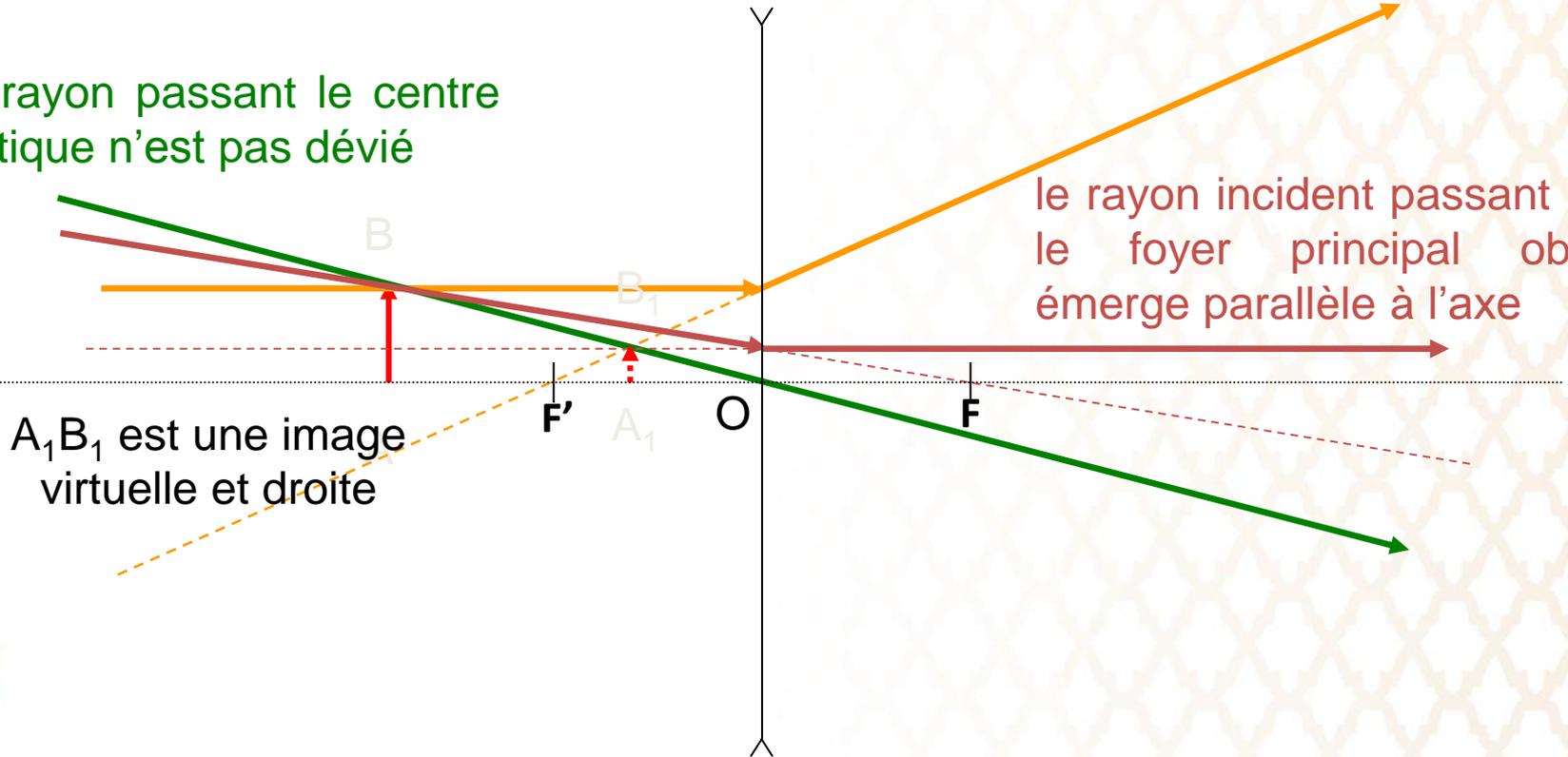
IMAGE D'UN OBJET DANS LE CAS D'UNE LENTILLE DIVERGENTE

1^{er} cas AB est un objet réel, situé avant F'

le rayon passant le centre optique n'est pas dévié

Le rayon incident parallèle à l'axe, émerge par le foyer principal image F'

le rayon incident passant par le foyer principal objet, émerge parallèle à l'axe



A_1B_1 est une image virtuelle et droite

Remarque : Pour toutes les constructions d'image, il suffit de tracer deux rayons parmi les trois qui sont proposés.

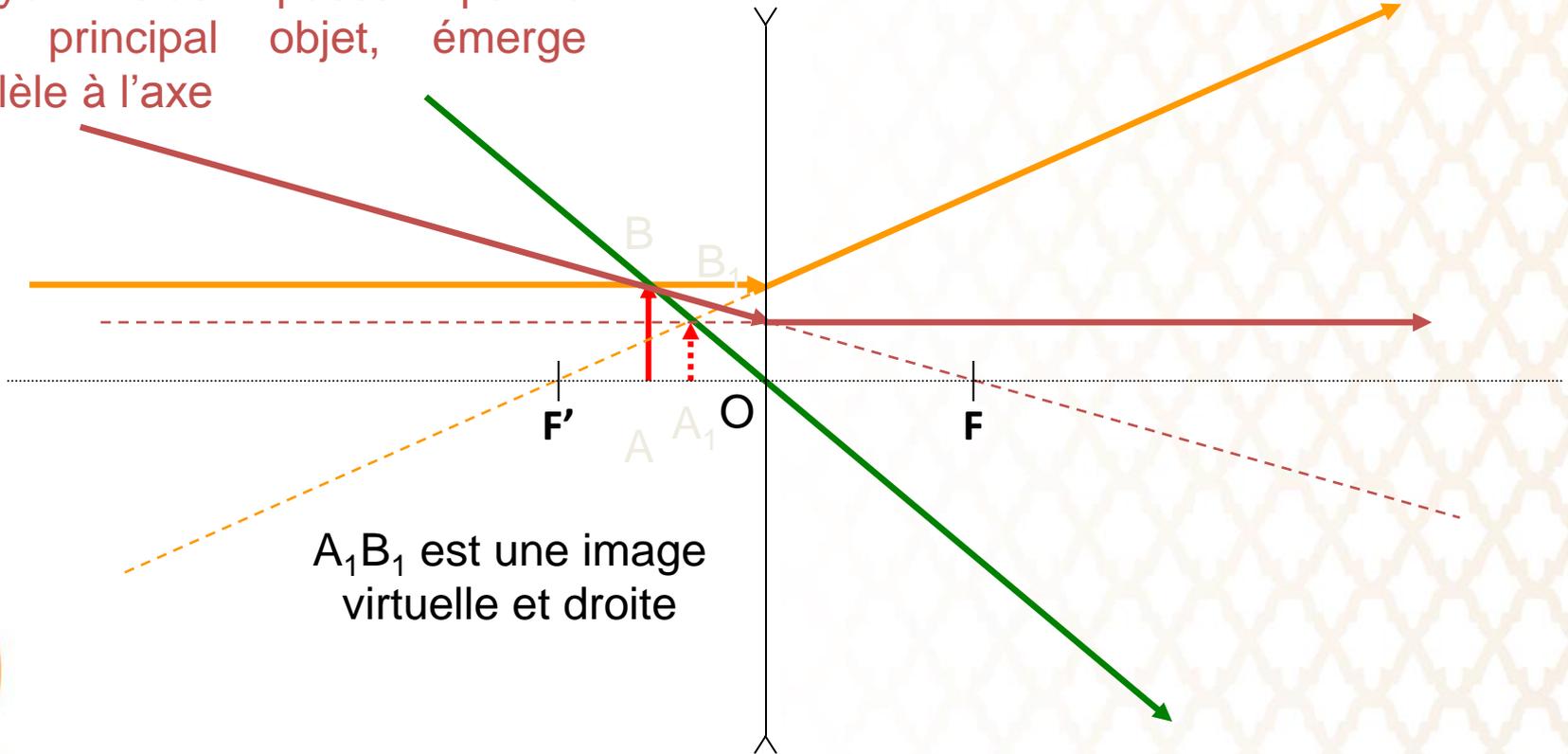
IMAGE D'UN OBJET DANS LE CAS D'UNE LENTILLE DIVERGENTE

2^{ème} cas

AB est un objet réel, situé entre F' et O

le rayon incident passant par le foyer principal objet, émerge parallèle à l'axe

Le rayon incident parallèle à l'axe, émerge par le foyer principal image F'



A_1B_1 est une image virtuelle et droite

le rayon passant le centre optique n'est pas dévié

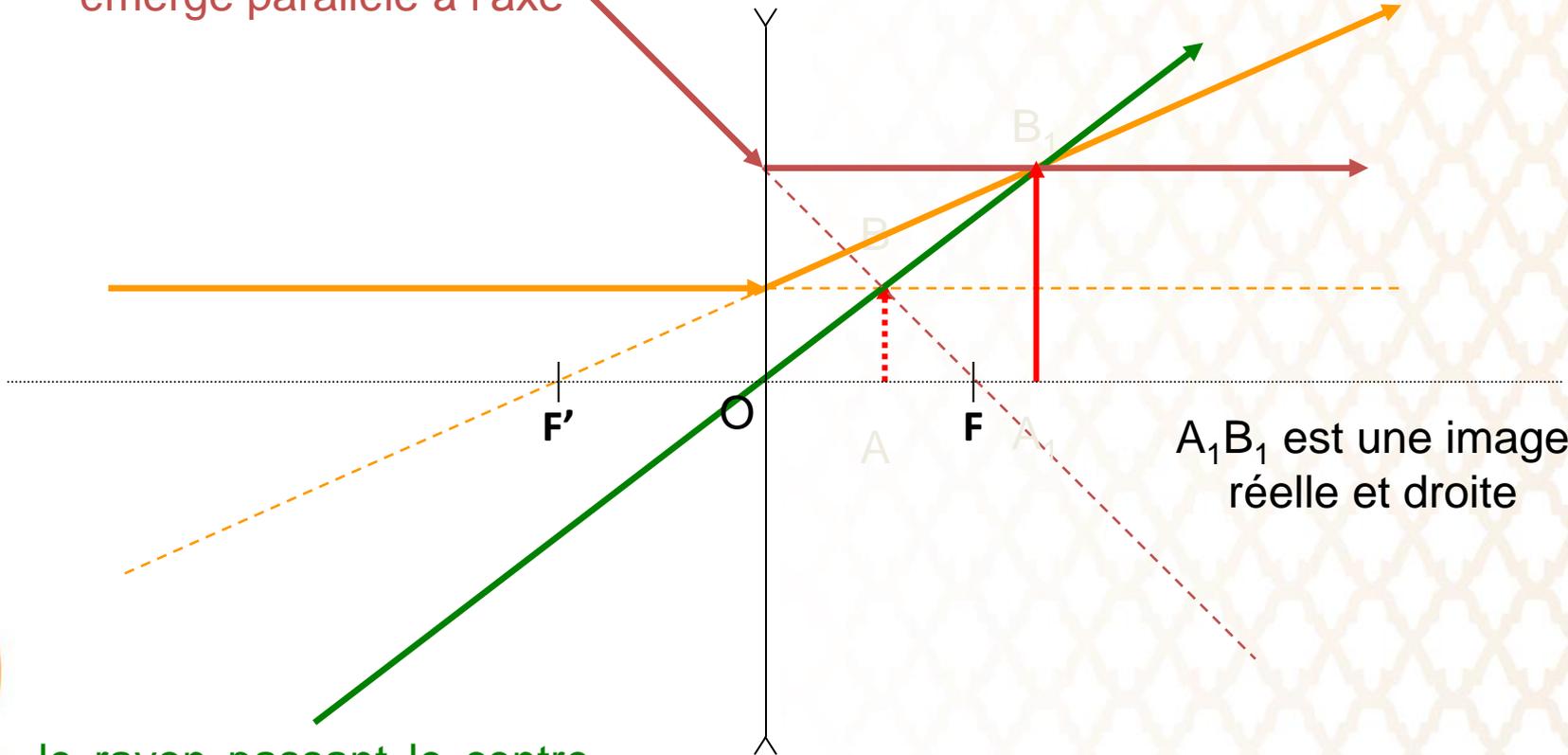
IMAGE D'UN OBJET DANS LE CAS D'UNE LENTILLE DIVERGENTE

3^{ème} cas

AB est un objet virtuel, situé entre O et F

le rayon incident passant par le foyer principal objet, émerge parallèle à l'axe

Le rayon incident parallèle à l'axe, émerge par le foyer principal image F'



A₁B₁ est une image réelle et droite

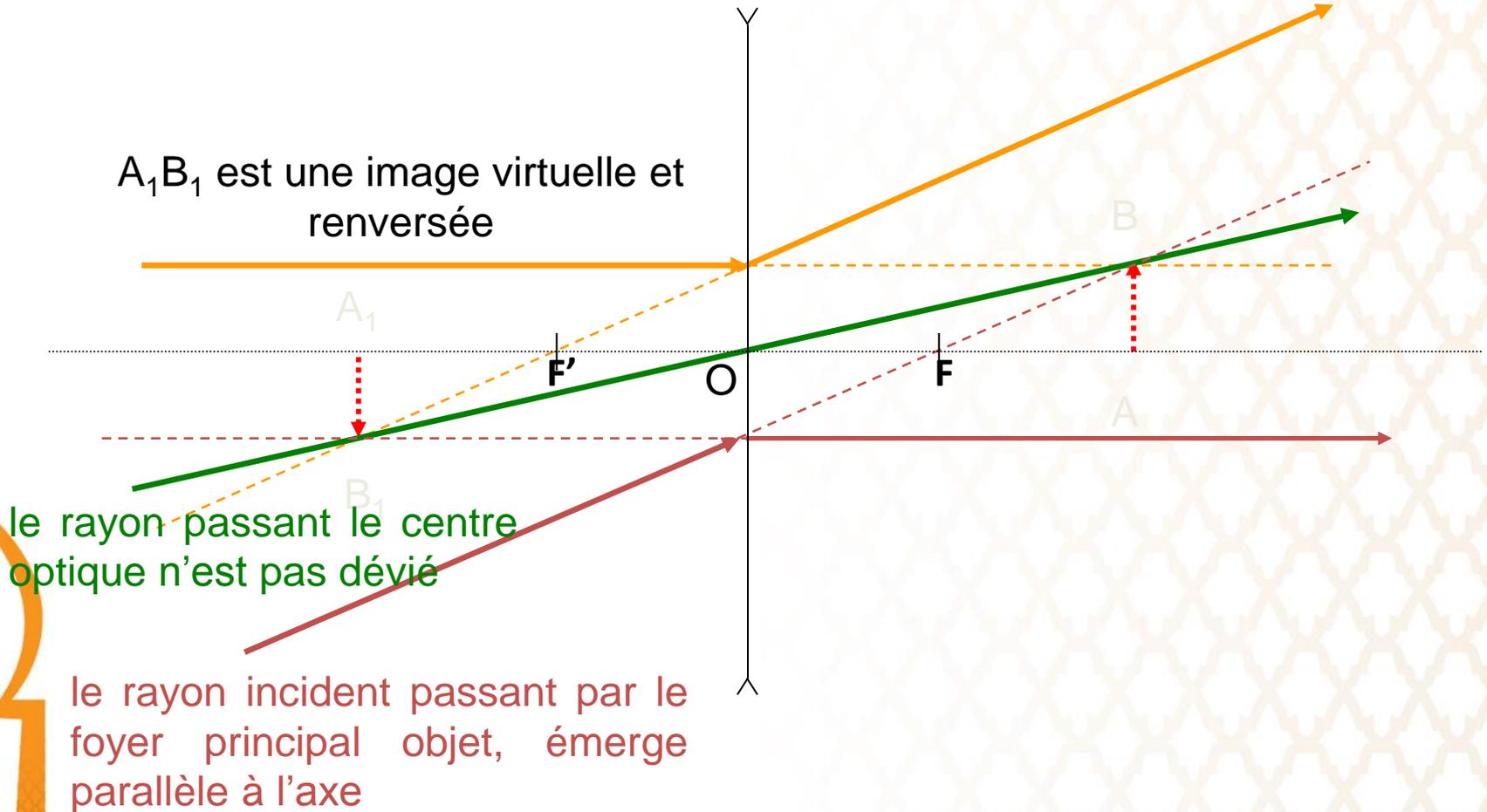
le rayon passant le centre optique n'est pas dévié

IMAGE D'UN OBJET DANS LE CAS D'UNE LENTILLE DIVERGENTE

4^{ème} cas AB est un objet virtuel, situé après F

Le rayon incident parallèle à l'axe, émerge par le foyer principal image F'

A_1B_1 est une image virtuelle et renversée

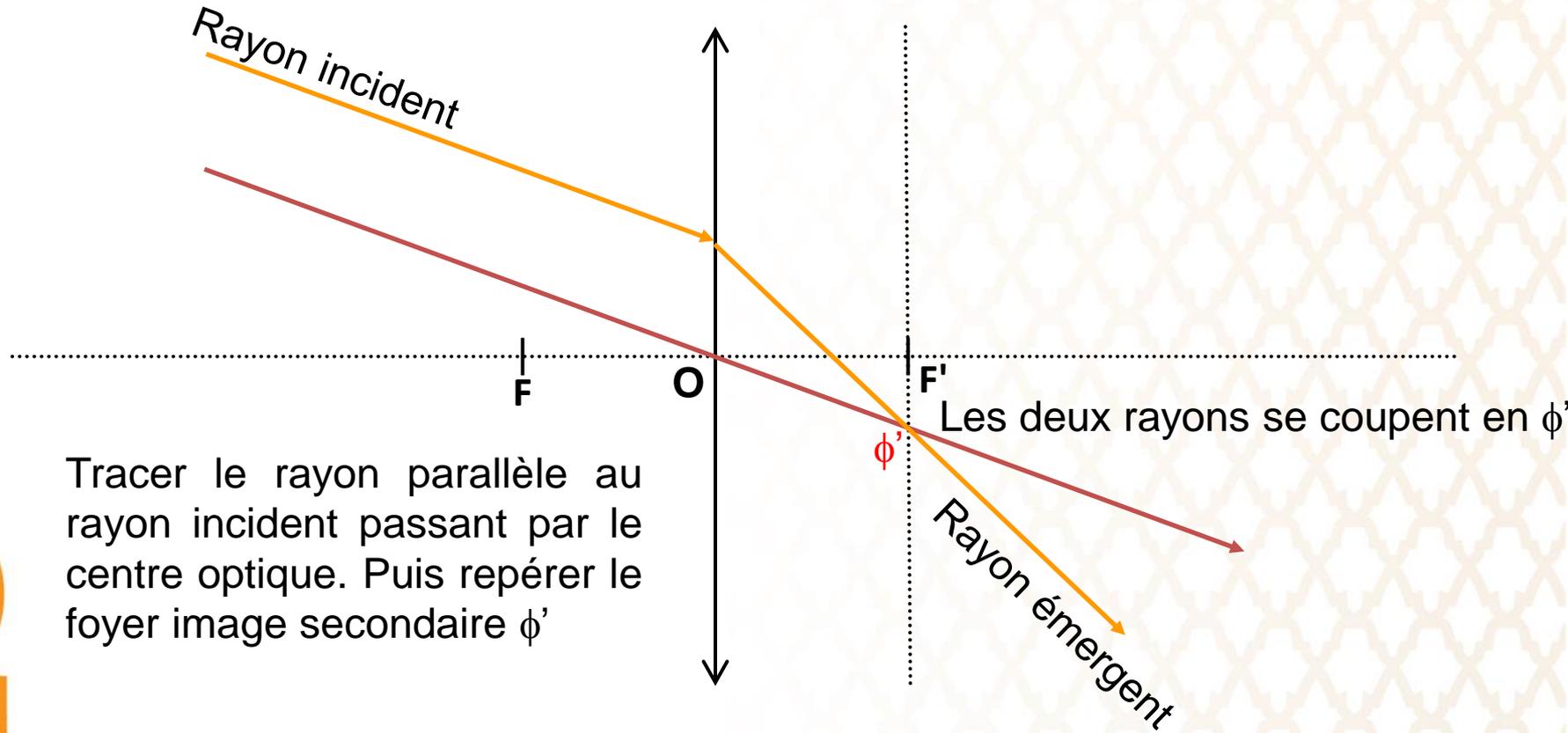


le rayon passant le centre optique n'est pas dévié

le rayon incident passant par le foyer principal objet, émerge parallèle à l'axe

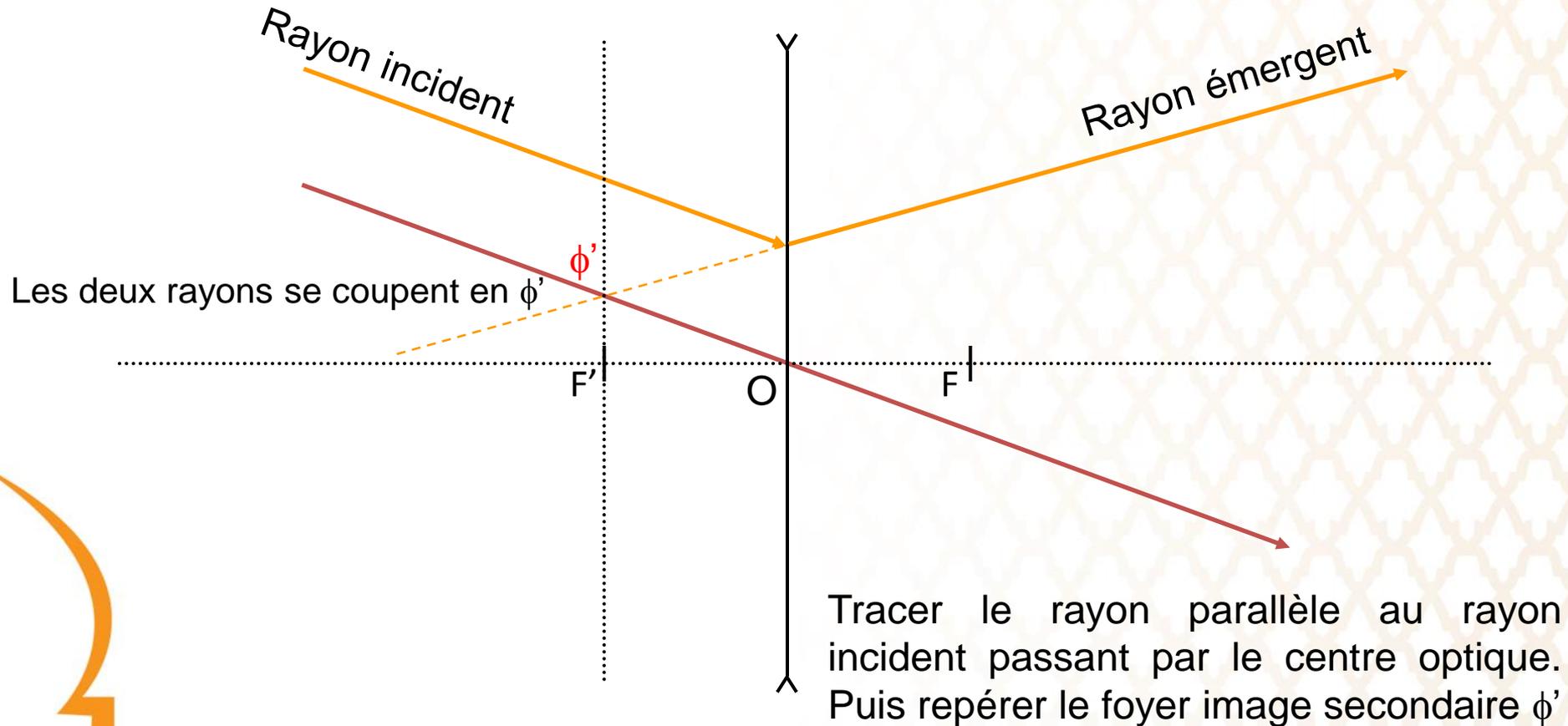
RAYON ÉMERGENT CORRESPONDANT À UN RAYON INCIDENT DONNÉ

Cas d'une lentille convergente



RAYON ÉMERGENT CORRESPONDANT À UN RAYON INCIDENT DONNÉ

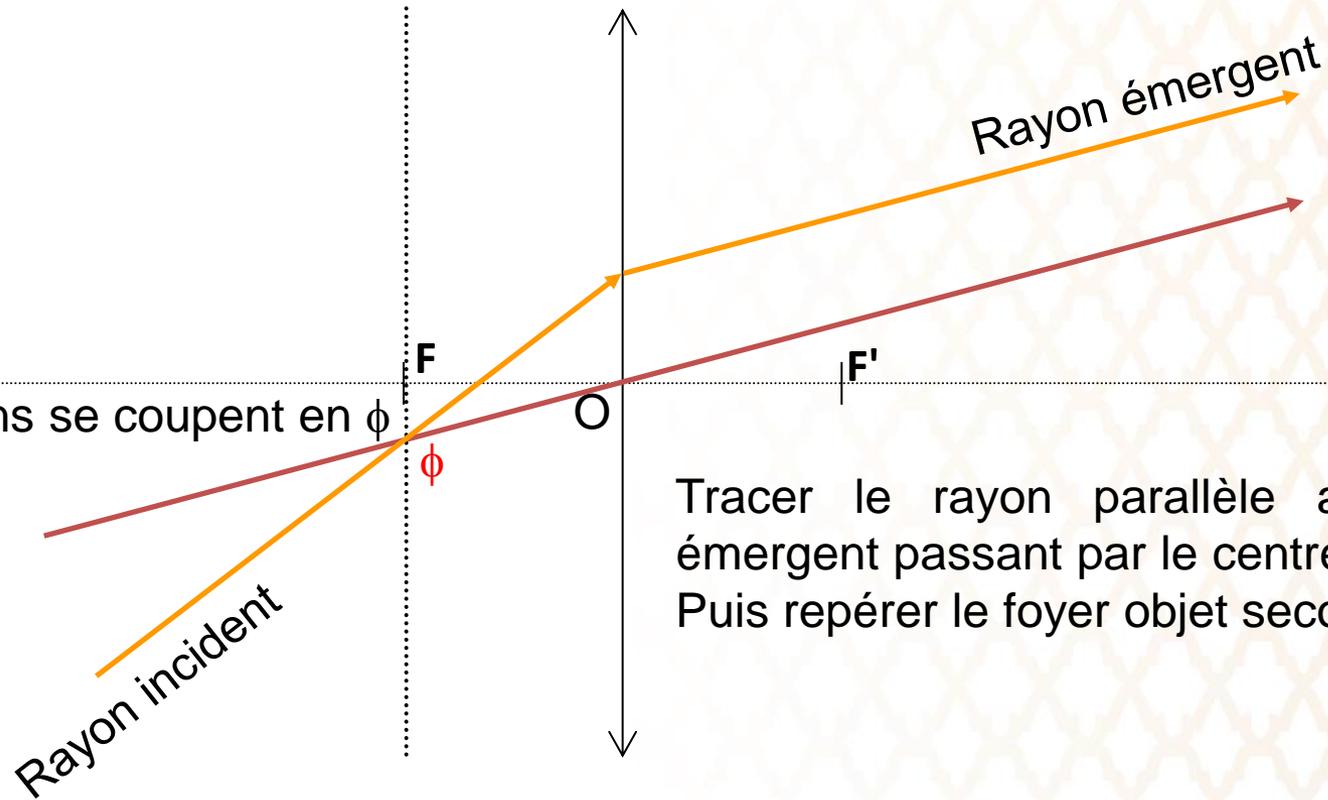
Cas d'une lentille divergente



[retour MENU](#)

RAYON INCIDENT CORRESPONDANT À UN RAYON ÉMERGENT DONNÉ

Cas d'une lentille convergente

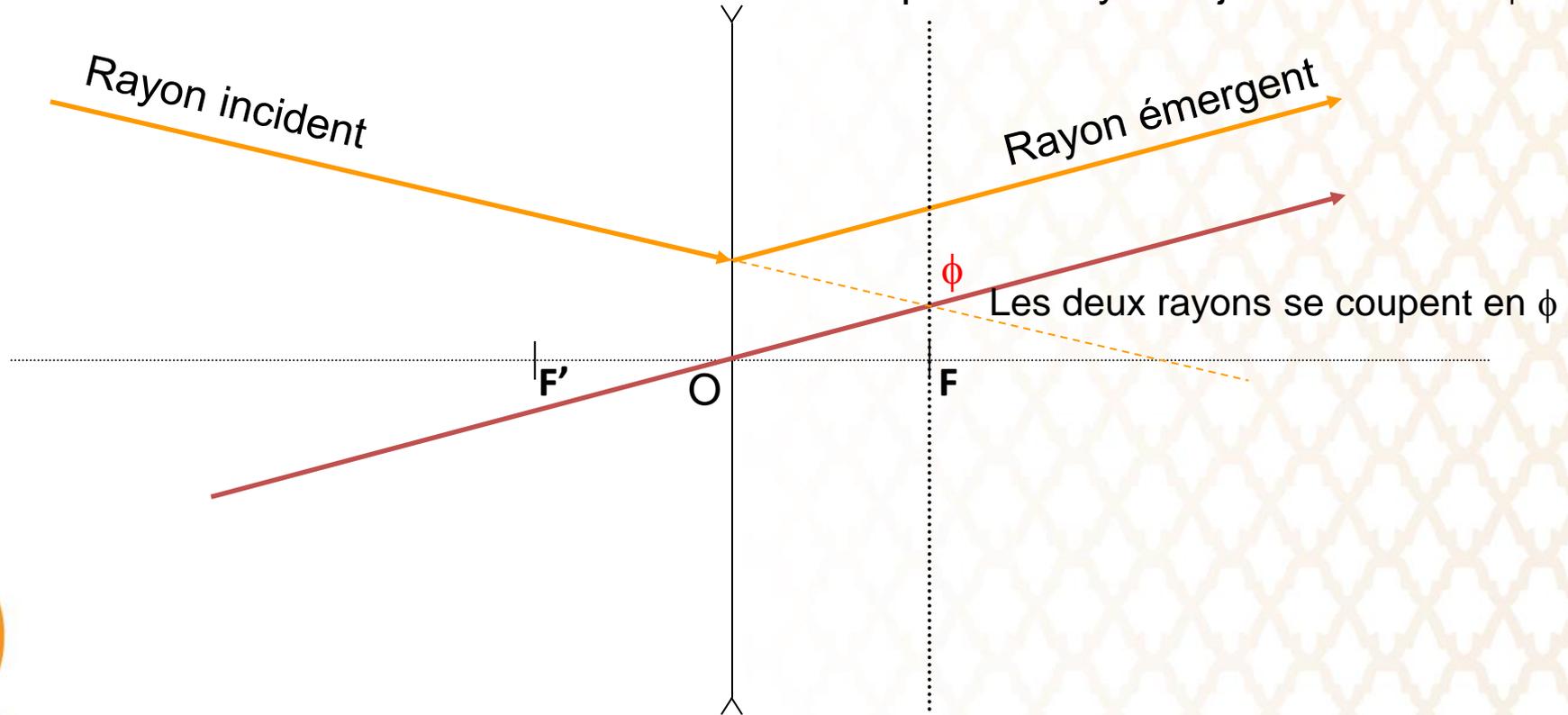


Tracer le rayon parallèle au rayon émergent passant par le centre optique. Puis repérer le foyer objet secondaire ϕ

RAYON INCIDENT CORRESPONDANT À UN RAYON ÉMERGENT DONNÉ

Cas d'une lentille divergente

Tracer le rayon parallèle au rayon émergent passant par le centre optique.
Puis repérer le foyer objet secondaire ϕ



EXERCICES D'APPLICATIONS

Déterminer les distances focales et les natures (convergente ou divergente) des lentilles minces a, b, c, d, e représentées sur la figure.

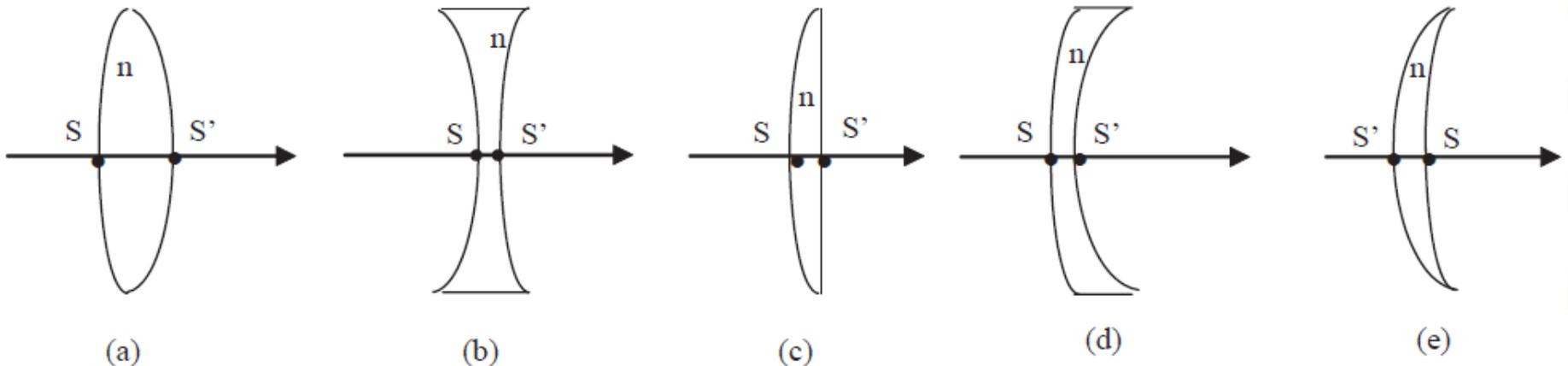
Ces lentilles sont taillées dans du verre d'indice n et sont formées par deux dioptries sphériques de sommets respectifs S et S' .

On se place dans les conditions de l'approximation de Gauss et on donne :

$n = 1,5$: indice de la lentille

$R = \left| \overline{SC} \right| = 50 \text{ cm}$: rayon du dioptre sphérique de sommet S

$R' = \left| \overline{S'C'} \right| = 30 \text{ cm}$: rayon du dioptre sphérique de sommet S'



Les lentilles sont minces donc les sommets S et S' sont supposés être confondus avec le centre optique O de la lentille.

a. Il s'agit d'une lentille mince biconvexe. La position du foyer image F' de la lentille est donnée par la relation suivante :

$$\frac{1}{\overline{OF'}} = (n-1) \left(\frac{1}{SC} - \frac{1}{S'C'} \right)$$

On trouve : $\overline{OF'} = 0,375$ m. Le foyer image est réel, la lentille est donc convergente.

b. Il s'agit d'une lentille mince biconcave. Dans ce cas, on trouve $\overline{OF'} = -0,375$ m. Le foyer image est virtuel, la lentille est donc divergente.

c. Il s'agit d'une lentille convexe plan et on a $\frac{1}{\overline{OF'}} = (n-1) \frac{1}{SC}$.

On trouve $\overline{OF'} = 1$ m. Le foyer image est réel, la lentille est donc convergente.

d. Il s'agit d'un ménisque à bords épais. On trouve $\overline{OF'} = -1,5$ m. La lentille est dans ce cas divergente.

e. Il s'agit d'un ménisque à bords minces. On trouve $\overline{OF'} = 1,5$ m. La lentille est dans ce cas convergente.

EXERCICES D'APPLICATIONS

Un objet lumineux AB de hauteur 3 cm, est placé perpendiculairement à l'axe principal d'une lentille mince convergente de distance focale image $f'=25\text{cm}$; le point A est sur l'axe principal.

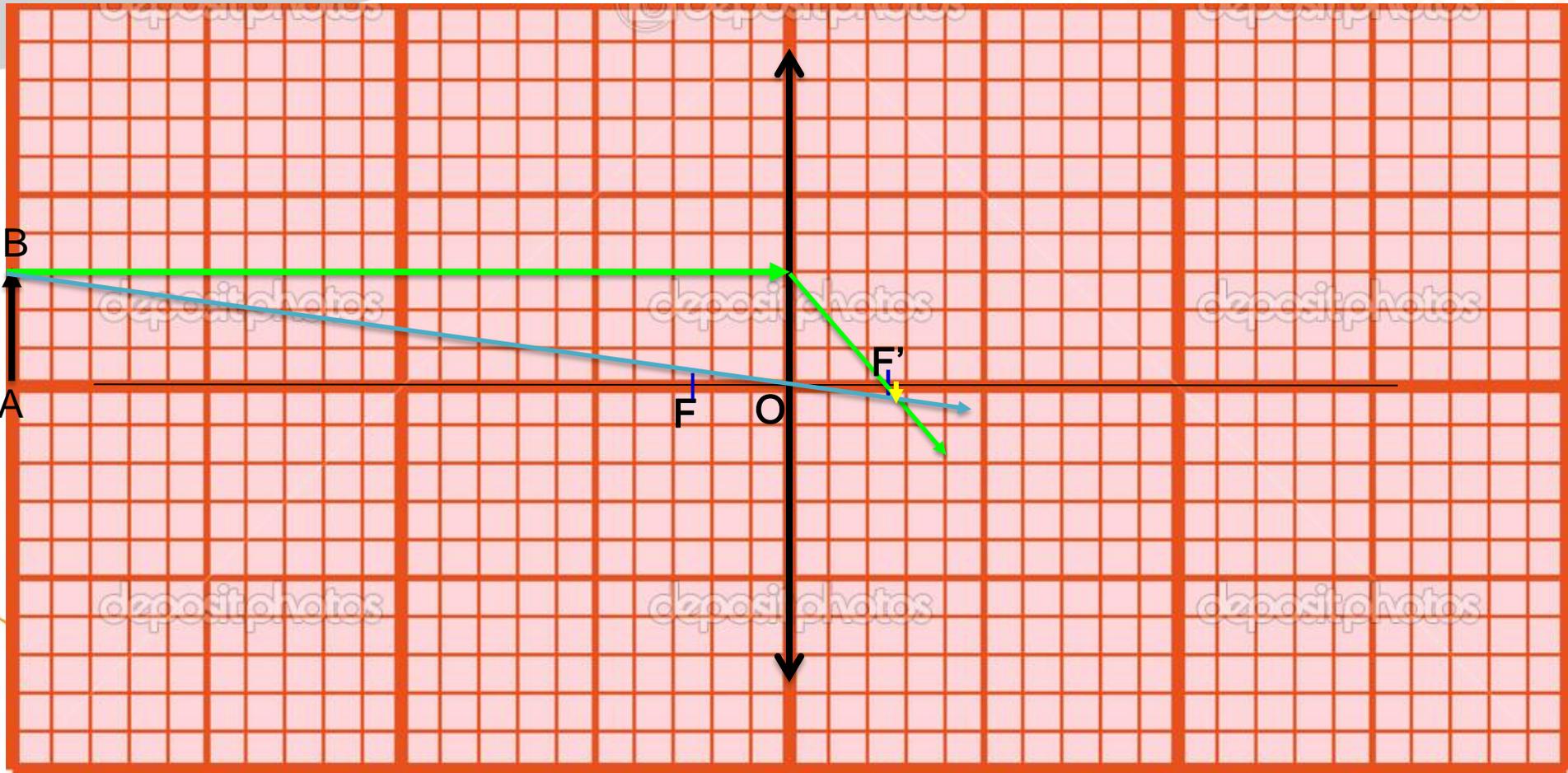
Déterminer par le calcul, la position, la nature, le sens et la grandeur de l'image, puis vérifier les résultats par une construction géométrique dans les trois cas suivants:

- objet réel à 2 m de la lentille
- objet réel à 50 cm de la lentille
- objet réel à 20 cm de la lentille

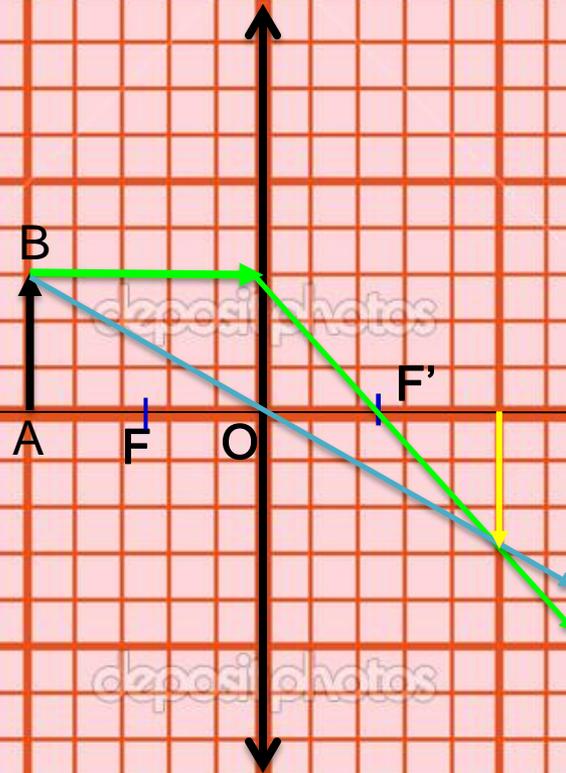
$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{OA'} = \frac{1}{OA} + \frac{1}{f'} \Rightarrow \overline{OA'} = \frac{f' \cdot \overline{OA}}{f' + \overline{OA}} \quad \text{et} \quad \gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

Position de l'objet	Position de l'image	Nature de l'image	Grandissement γ	Sens et grandeur
-2 m	0,28 m	réelle	-0,14	Inversée et réduite
-50 cm	50 cm	réelle	-1	Inversée = objet
-20 cm	-100	virtuelle	5	Droite et 5 fois l'objet

EXERCICES D'APPLICATIONS



EXERCICES D'APPLICATIONS



EXERCICES D'APPLICATIONS

