

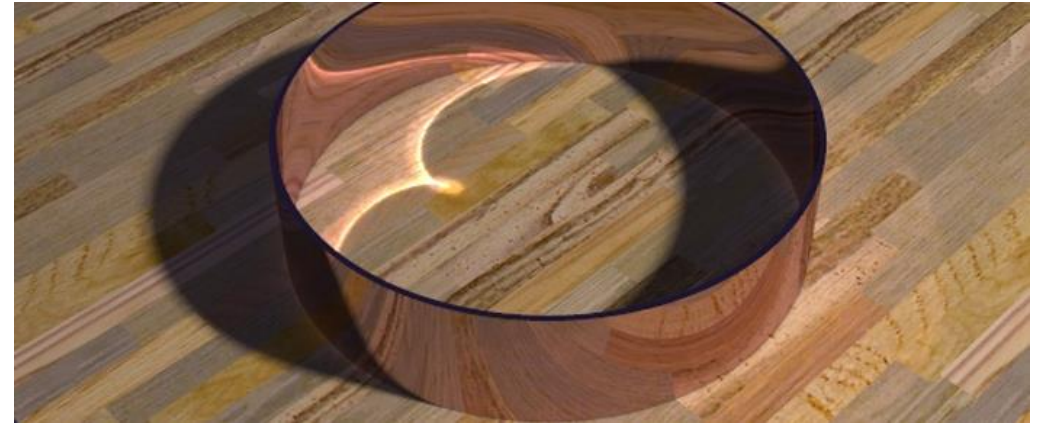
C3 – Dioptries sphériques

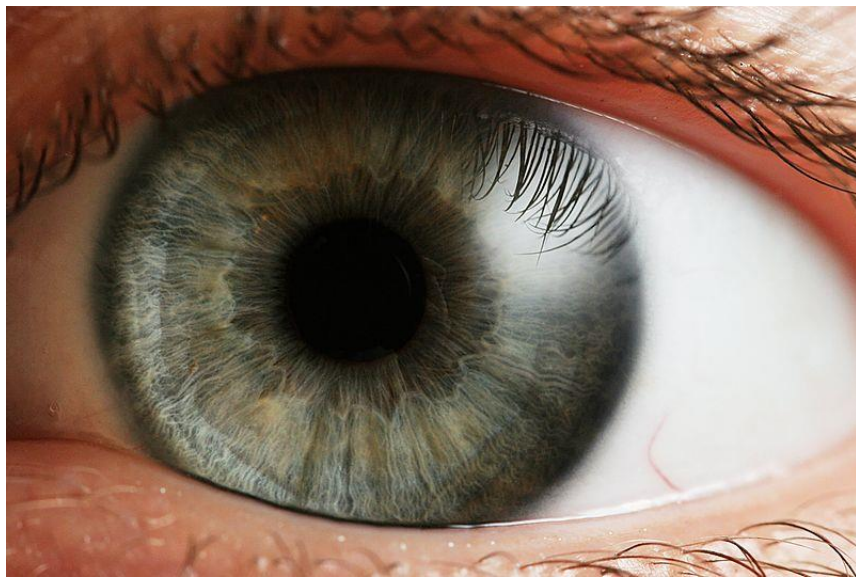
Quelques éléments de cours et d'exercice

Sommaire

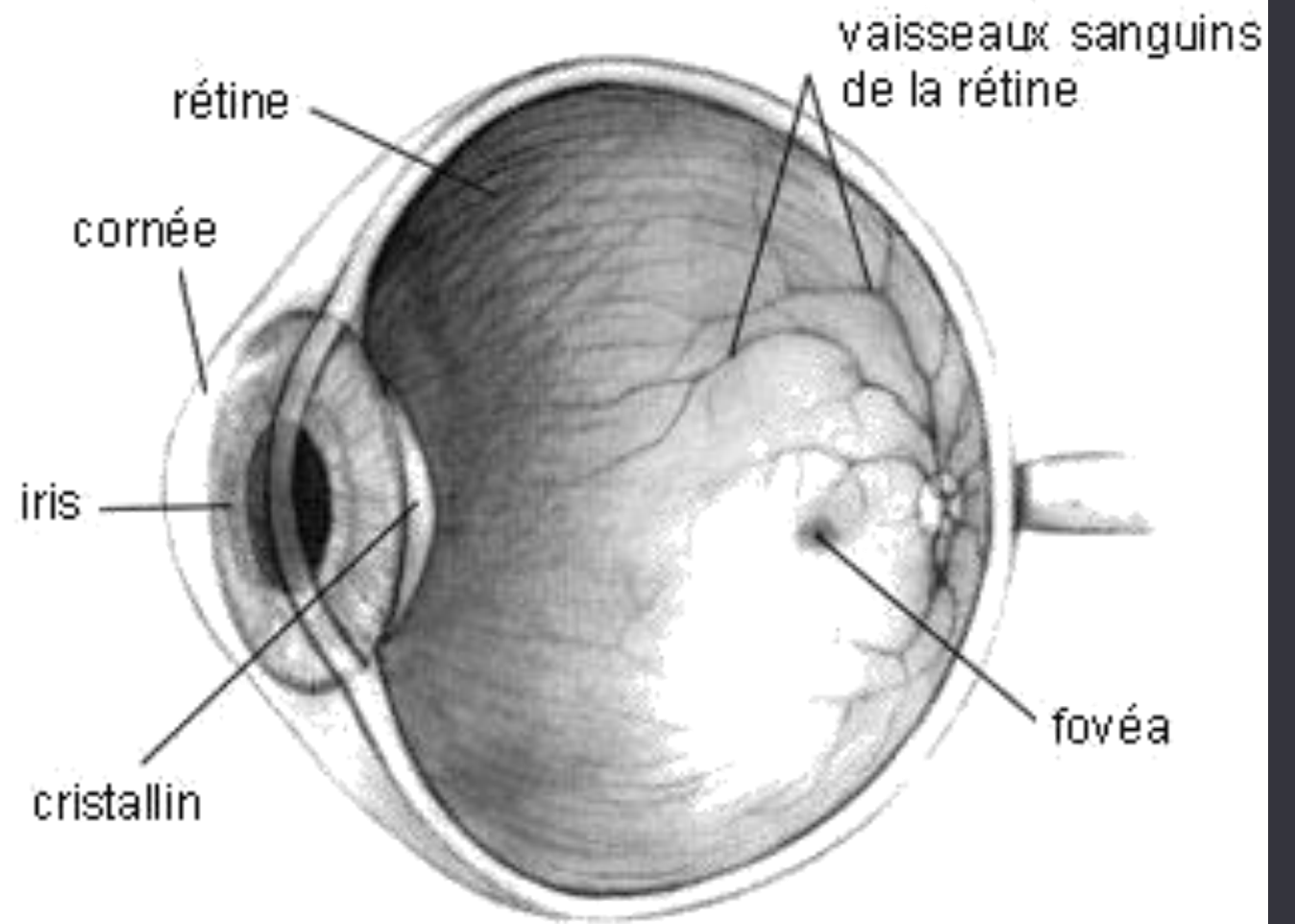
- **Présentation**
- **Convention d'orientation**
- **Marche des rayons lumineux (Ex 1 p 51)**
- **Relation de conjugaison des dioptries sphériques**
- **Foyers image F' et objet F d'un dioptre sphérique**
- **Rayons remarquables**
- **Représentation schématique**
- **Convention : Objet et image réel(le) ou virtuel(le)**
- **Exercice 2 p 51 : Déterminer algébriquement la position d'une image**
- **Grandissement**
- **Dioptries plans**

Présentation de quelques dioptries sphériques transparents ou miroirs

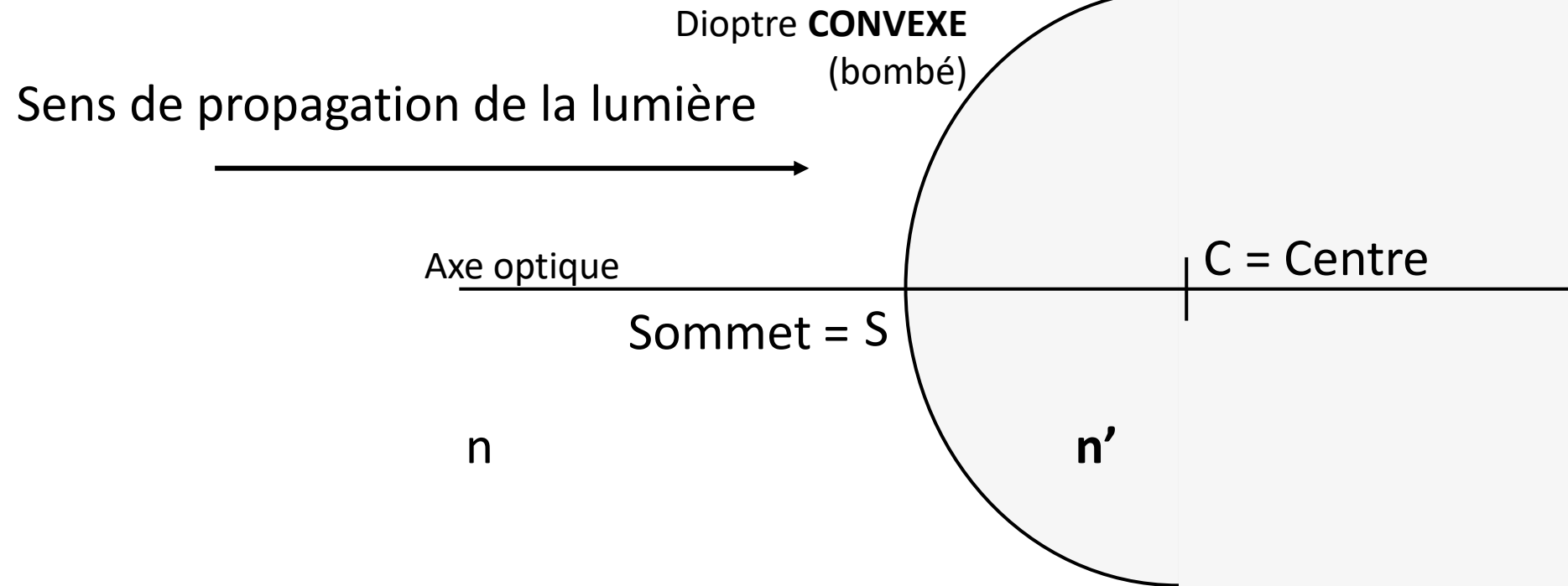




L'œil est une succession de dioptries sphériques



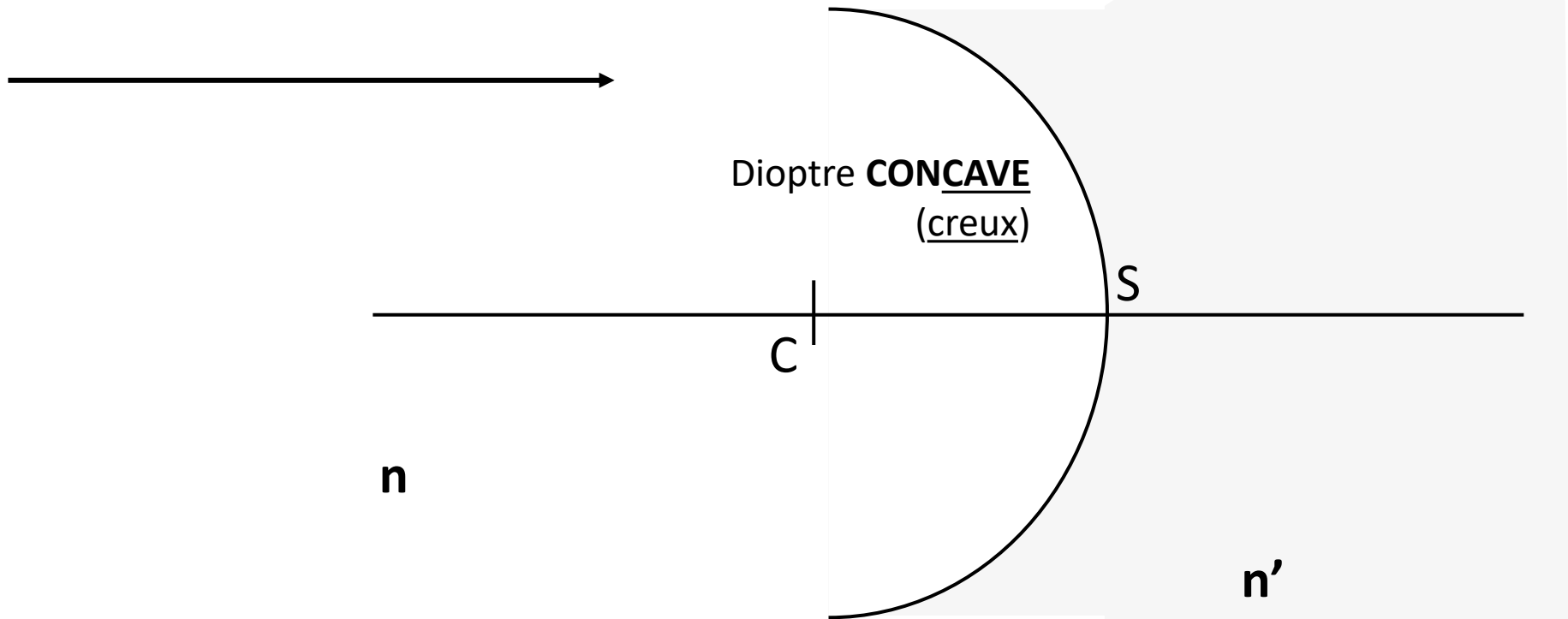
Convention d'orientation



Attention, le **sens de parcours de la lumière impose un signe aux mesures**, on parle alors de mesures ALGEBRIQUES, leurs valeurs peuvent être positives (même sens que la lumière, ou bien négatives (sens opposées).

$$\text{Ici, } \overline{SC} = +R$$

Sens de propagation de la lumière

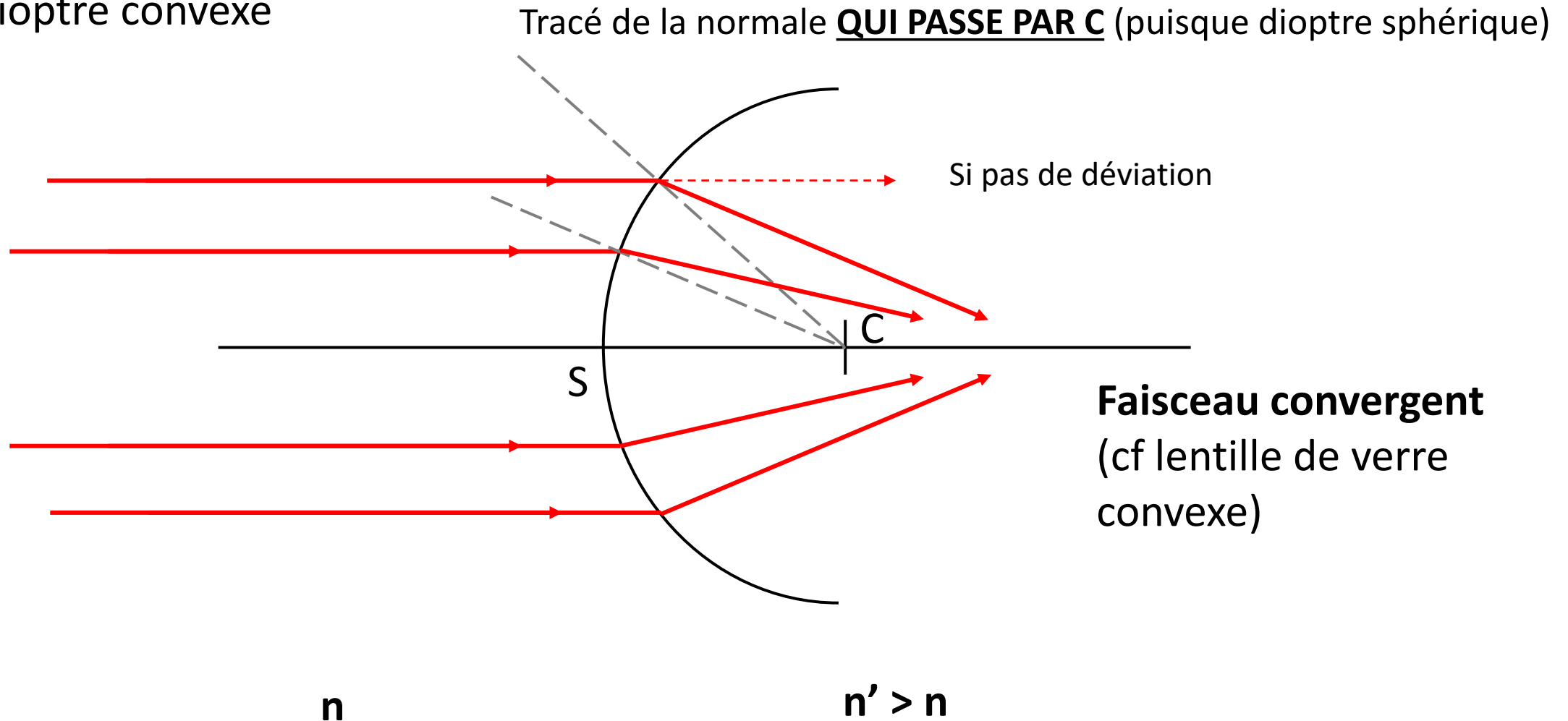


$$\text{Ici, } \overline{SC} = -R$$

Marche des rayons lumineux

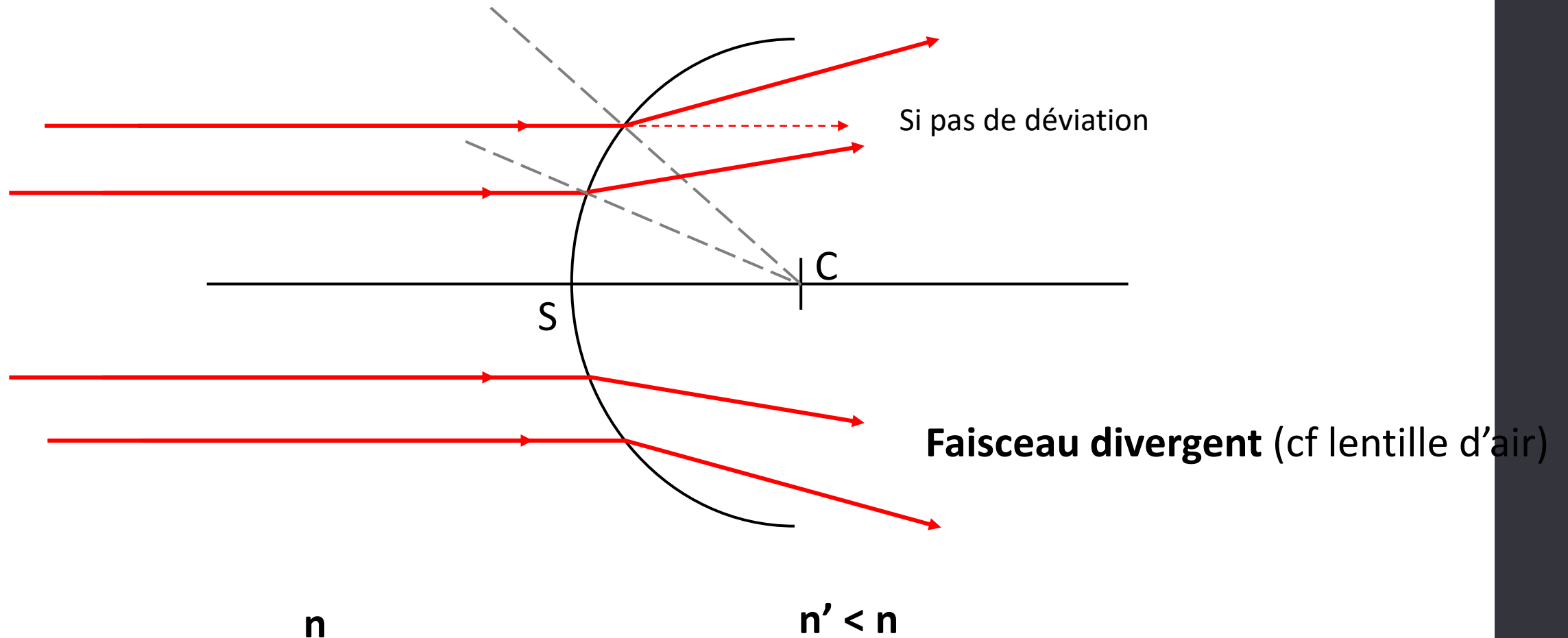
Exercice 1 p 51 : Tracer de rayons pour les deux types de dioptries sphériques

Dioptre convexe



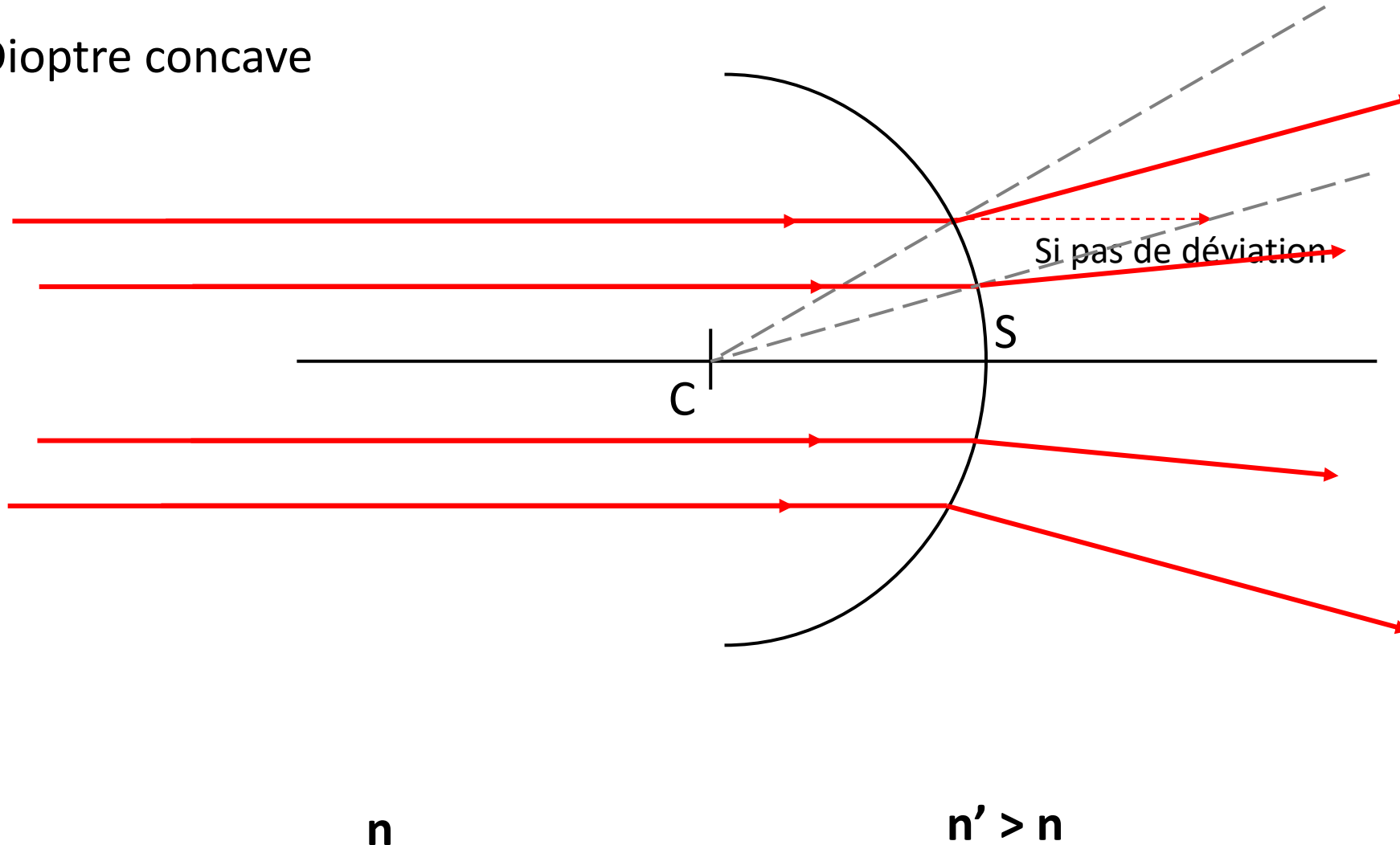
Ex1 3) : Tracer de rayons pour les deux types de dioptries sphériques

Dioptre convexe



Ex1 4) : Tracer de rayons pour les deux types de dioptries sphériques

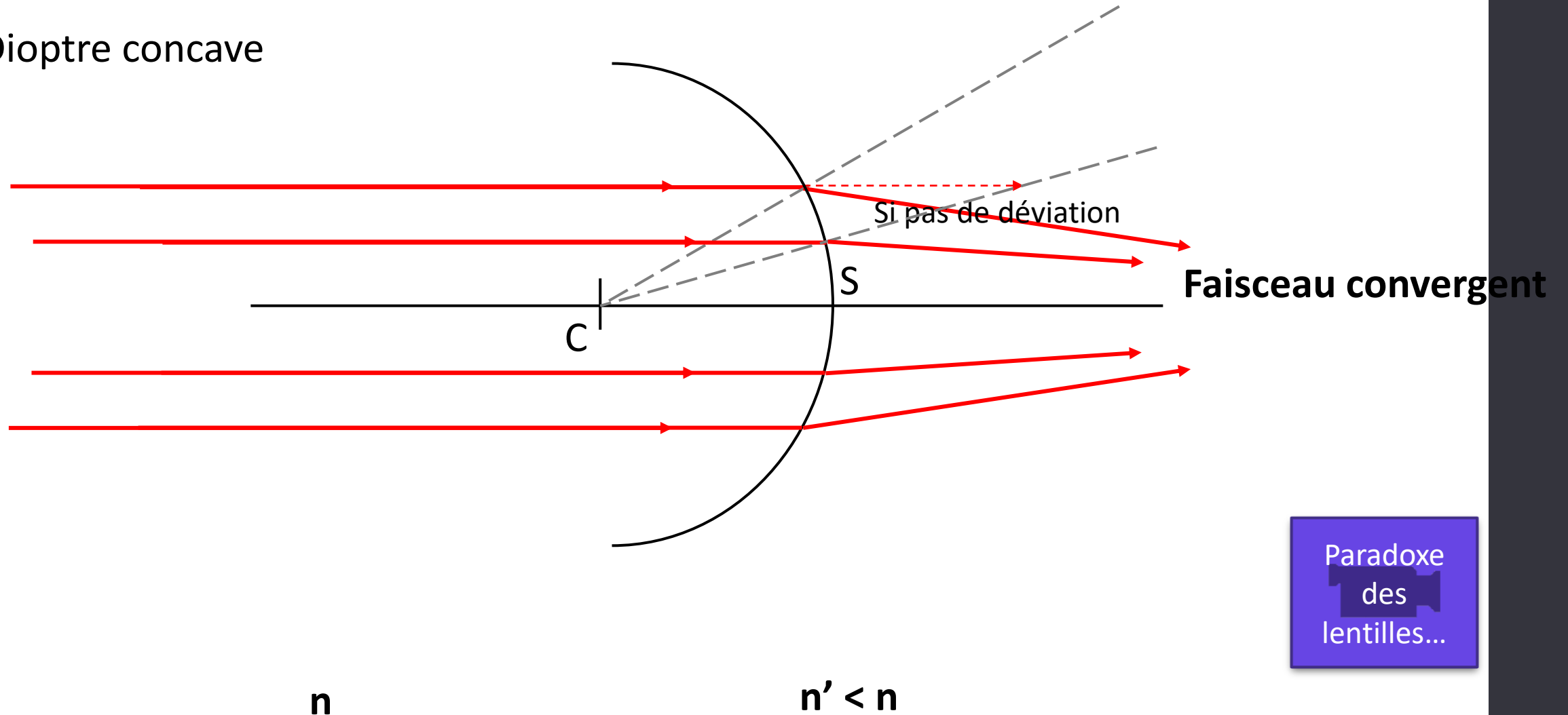
Dioptre concave



Faisceau divergent
(cf lentille de verre concave)

Ex1 4) suite : Tracer de rayons pour les deux types de dioptries sphériques

Dioptre concave

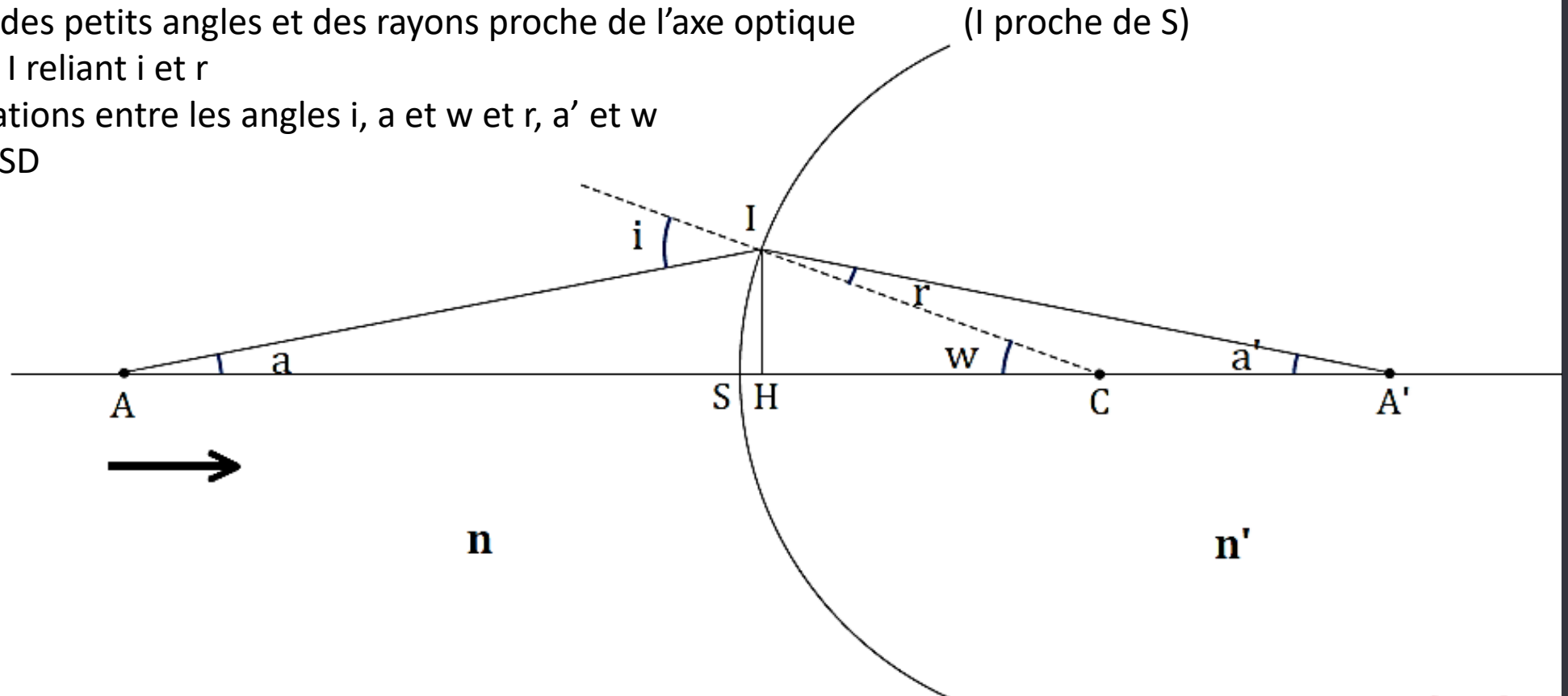


Paradoxe
des
lentilles...

Démonstration de la relation de conjugaison

Recherche de la relation entre les mesures algébriques \overline{SA} et $\overline{SA'}$
dans l'approximation des petits angles et des rayons proche de l'axe optique

- Ecriture de LSD en I reliant i et r
- Recherche des relations entre les angles i, a et w et r, a' et w
- Simplification de LSD



Relation de conjugaison du dioptre sphérique : $\frac{n'}{\overline{SA'}} - \frac{n}{\overline{SA}} = \frac{n' - n}{\overline{SC}} = V$

$\frac{n' - n}{\overline{SC}}$ est appelée la **vergence V** du dioptre, en m^{-1} ou **dioptrie δ** .

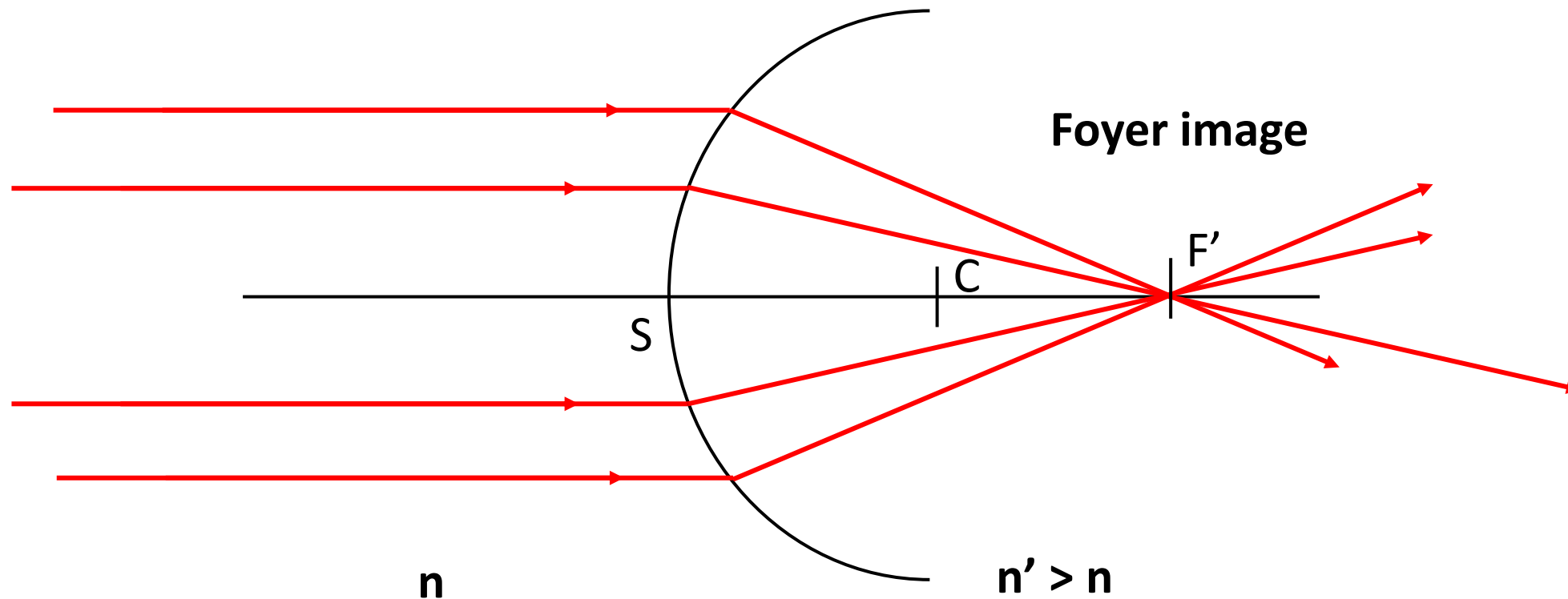


Foyers objet et image du dioptre sphérique

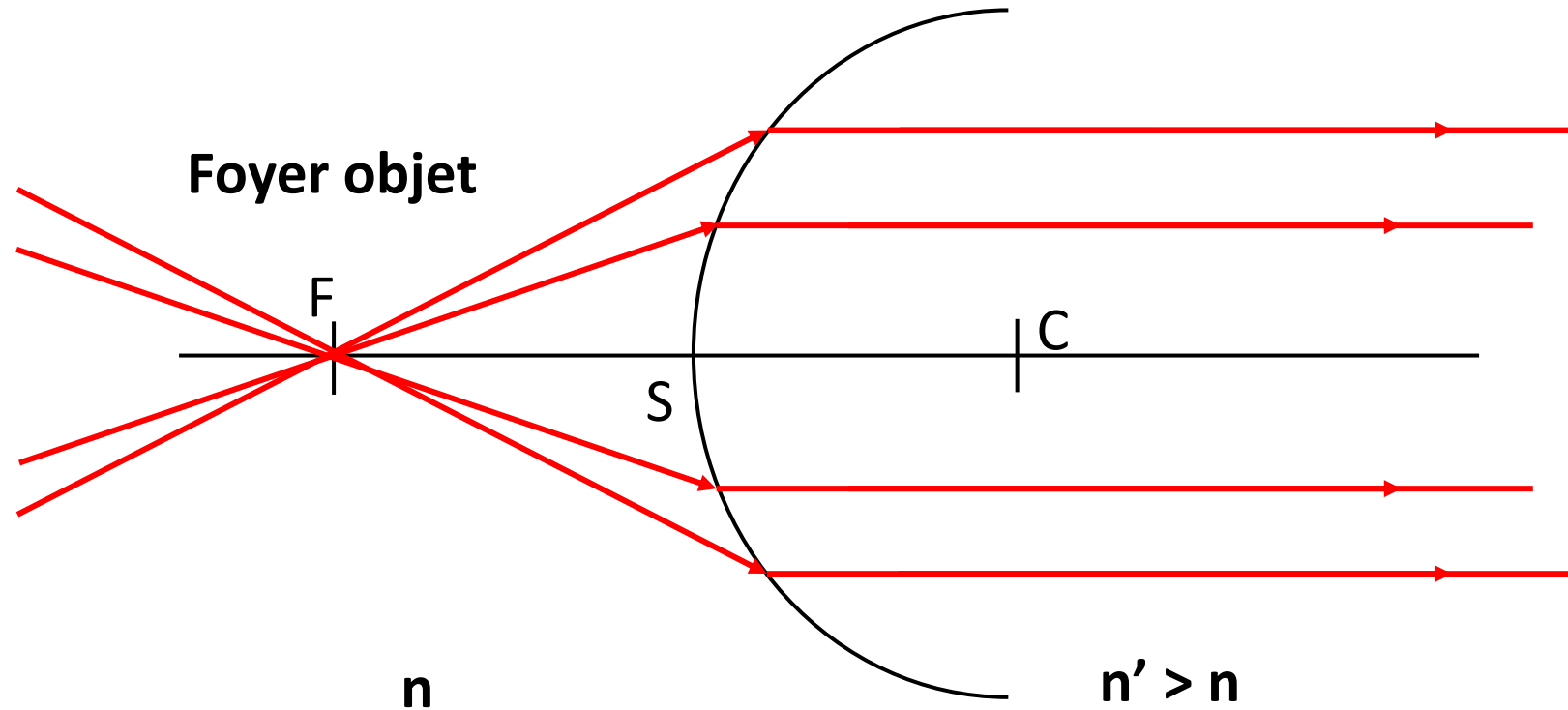
En dehors des points S et C, les dioptres sphériques ont deux autres points particuliers intéressants:

Foyer image et le Foyer objet.





Il existe un point F' de l'axe optique tel que tout rayon incident // à l'axe optique passe par F' en traversant le dioptre. F' est appelé foyer image.



Il existe un point F de l'axe optique tel que tout rayon incident passant par F émerge // à l'axe optique. F est appelé foyer objet.



Foyer image : $\overline{SA} \rightarrow -\infty$ donc $\frac{n}{\overline{SA}} \rightarrow 0$ et

$$\textit{distance focale image } f' = \overline{SF'} = \overline{SC} \frac{n'}{n' - n}$$

Foyer objet : $\overline{SA'} \rightarrow \infty$ donc $\frac{n'}{\overline{SA'}} \rightarrow 0$ et

$$\textit{distance focale objet } f = \overline{SF} = -\overline{SC} \frac{n}{n' - n}$$

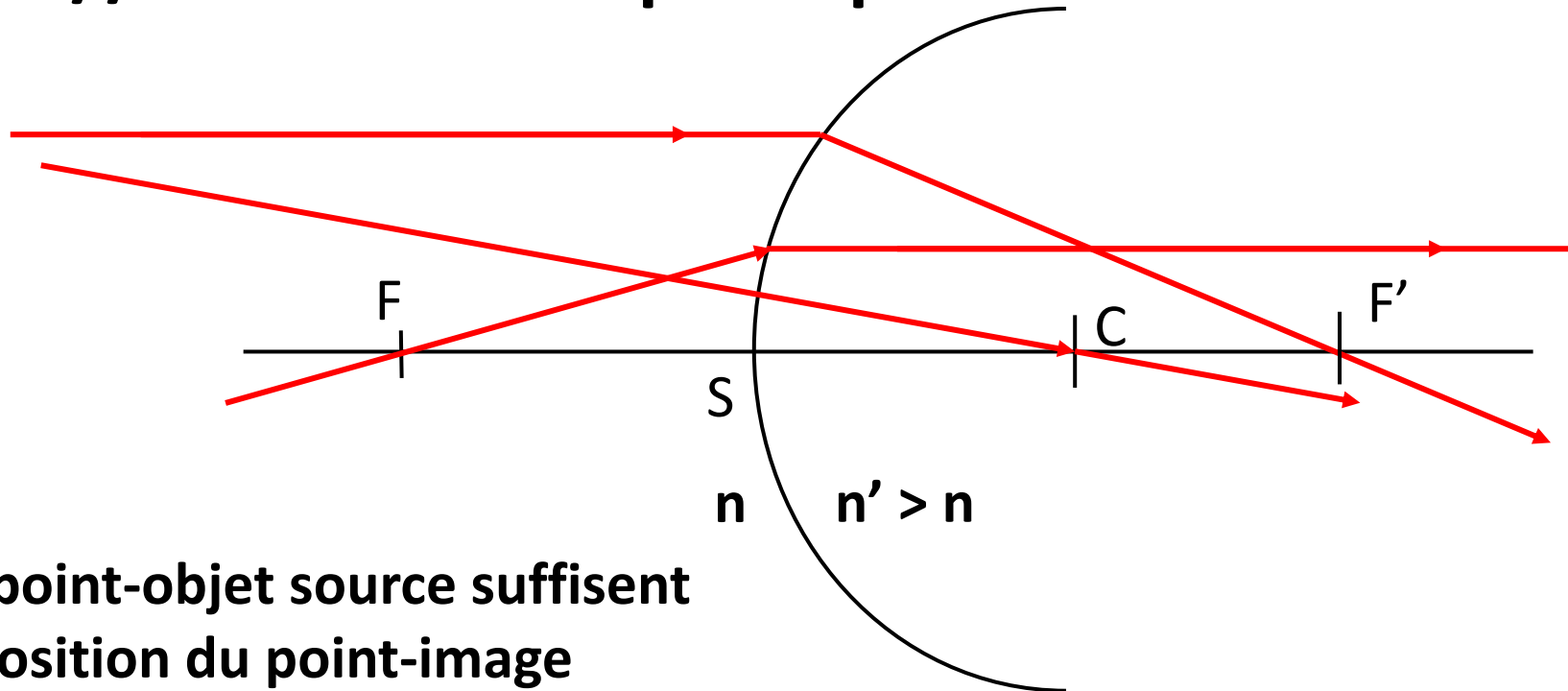
Remarques:

- F et F' ne sont pas du même côté,
- Ni symétriques ($n \neq n'$),
- Si $n=n'$ alors il n'y a pas de réfraction ni d'image,
- Si $n' > n$ alors F' est après S et F avant,
- Si $n' < n$ alors F est après S et F' avant.

Rayons remarquables

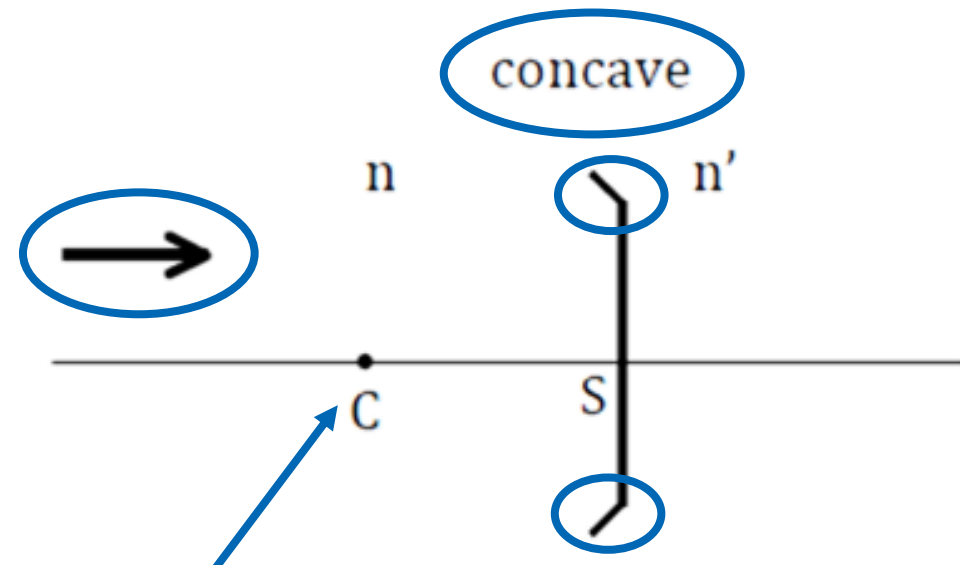
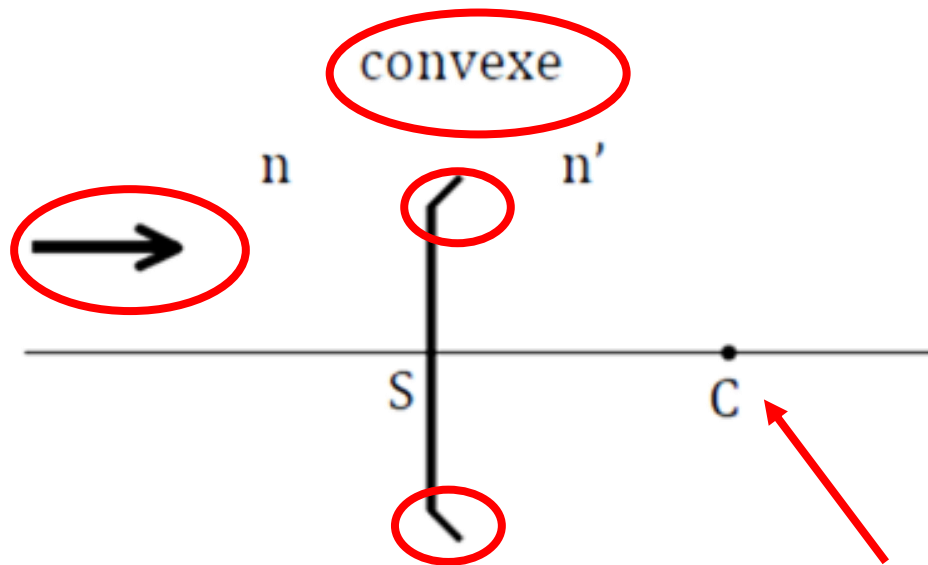


- Rayon passant par C → n'est pas dévié
- Rayon passant par F → émerge // à l'axe
- Rayon incident // axe → passe par F'



2 rayons issus d'un point-objet source suffisent pour construire la position du point-image

Représentation schématique

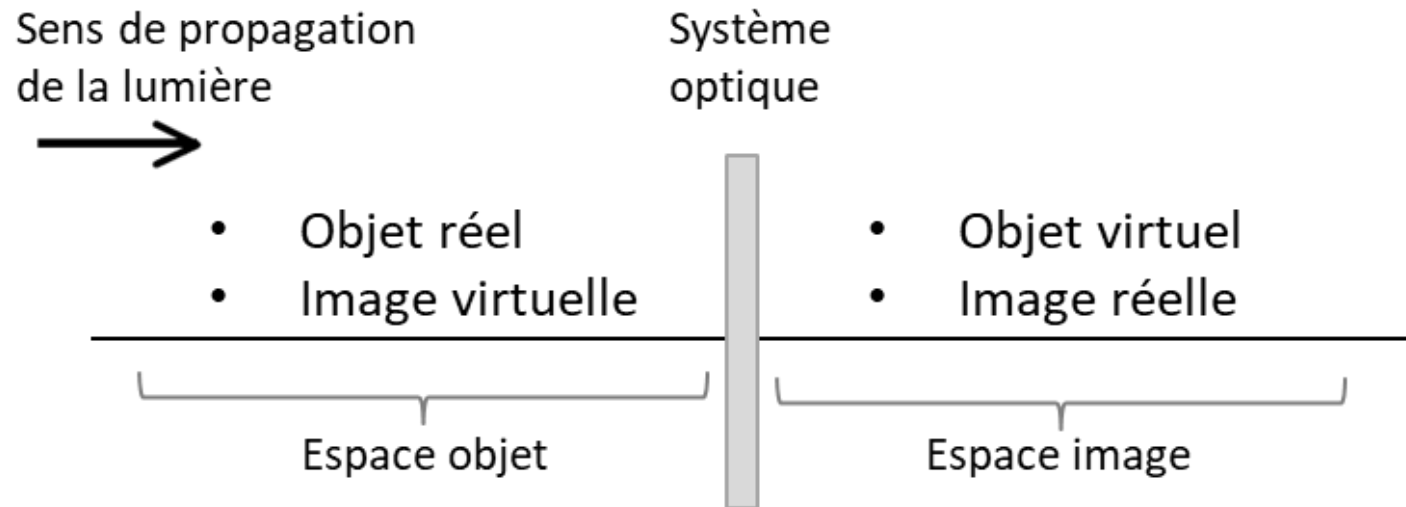


Attention à bien orienter les **inclinaisons des extrémités du segments** qui dépendent de sa nature et du sens de la lumière.
Cela permet de **bien placer le centre C**.

Convention : Objet et image réel(le) ou virtuel(le)

Un **objet** est **réel** lorsque celui-ci est placé **avant** le système optique et **virtuel** s'il est placé **après**.

Une **image réelle** lorsque celle-ci est placée **après** le système optique et **virtuelle** s'il est placé **avant**.



Lorsque l'objet et l'image sont obtenus graphiquement par le **croisement des rayons**, ils sont **réels**.

Lorsque l'objet et l'image sont obtenus graphiquement par le **croisement des prolongements des rayons**, ils sont **virtuels**.

Exercice 2 p 51 : Déterminer algébriquement la position d'une image

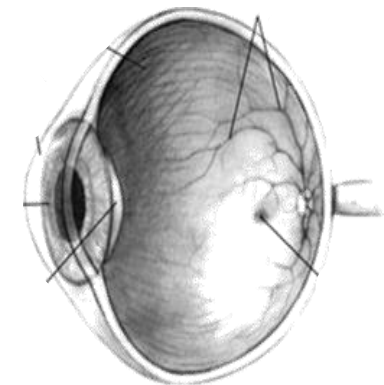
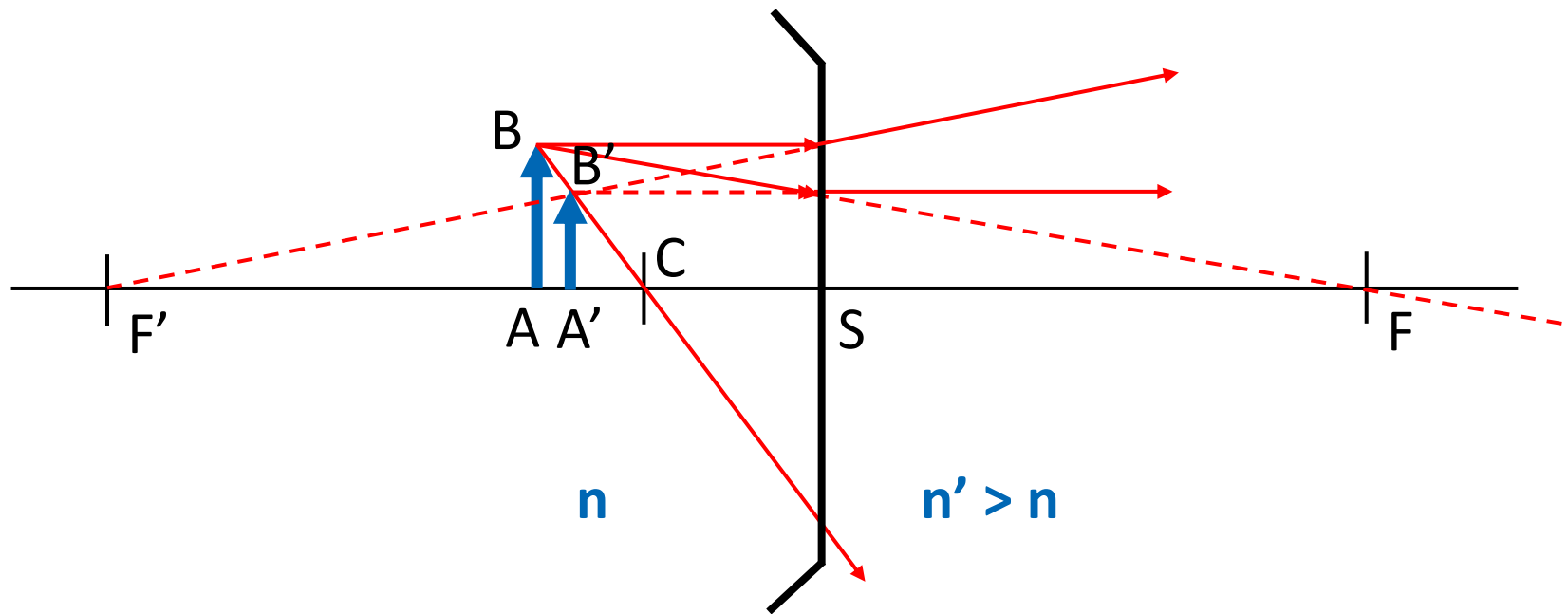
Une surface sphérique concave de 0,50 m de rayon sépare un milieu d'indice de réfraction 1,2 d'un autre milieu d'indice 1,6.

Un objet AB est placé dans le premier milieu, le long de l'axe, à 0,80 m de la surface.

1. Déterminer par calcul la position de l'image.
2. Est-elle virtuelle ou réelle ? Justifiez.
3. Déterminer numériquement la position de chacun des foyers principaux F et F'.
4. Construire graphiquement la position de l'image A'B'

$$\frac{n'}{\overline{SA'}} - \frac{n}{\overline{SA}} = \frac{n' - n}{\overline{SC}}$$

! négatifs



Mais observable avec l'oeil

Image non récupérable sur un écran ($\overline{SA'} < 0$) construite par le prolongement des rayons lumineux → VIRTUELLE

Obtenir la formule du grandissement en fonction des distances



Soit **B** et **B'** deux points conjugués situés hors de l'axe, **A** et **A'** désignent les **projections orthogonales** de **B** et **B'** sur l'axe.

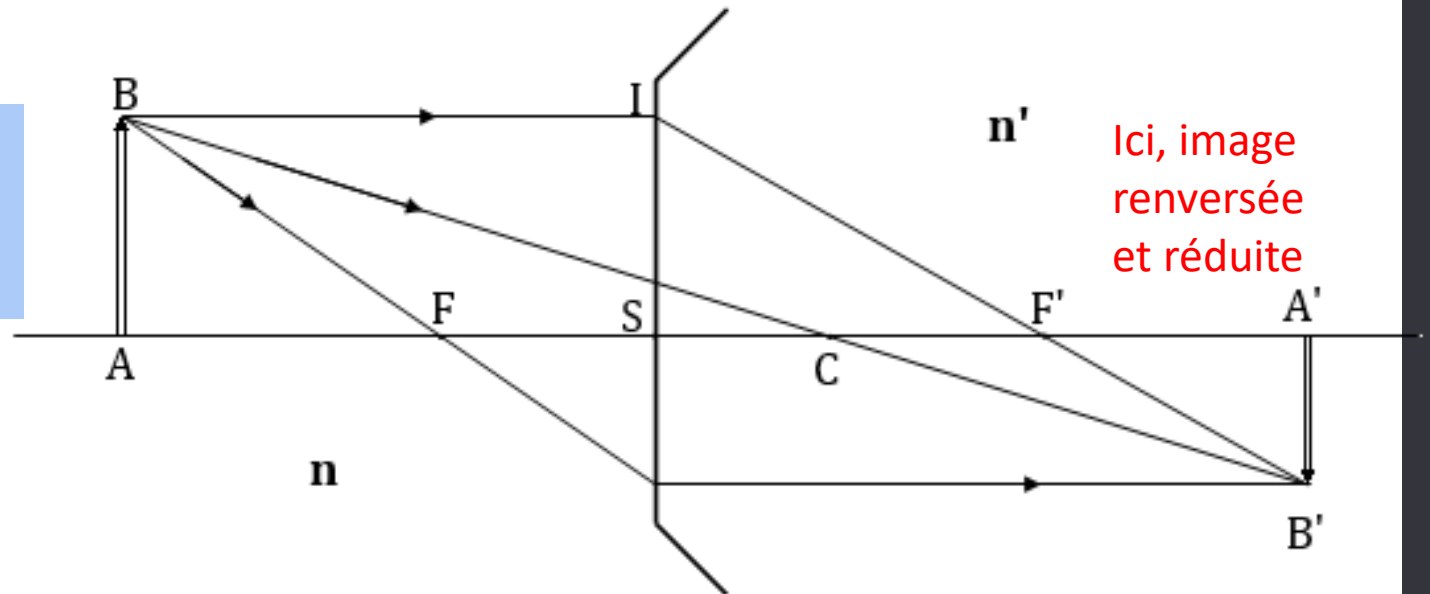


Pour les dioptries sphériques, on démontre que:

$$\gamma = \frac{n \overline{SA'}}{n' \overline{SA}}$$

Le grandissement transversale est défini par la relation :

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



Pour la démonstration

- Thales dans les triangles CAB et CA'B'
- Introduction de C dans $\overline{SA'}$ et \overline{SA} de la relation de conjugaison
- Développement puis simplification

Exercice 5 p 52 : Inclusion d'un objet dans une résine

On veut réaliser l'inclusion d'une fleur AB dans de la résine d'indice n , avec $n \approx 1,5 = 3/2$. Le moule donnera à la résine la forme d'un cylindre terminé par une demi-sphère (de type convexe, voir ci-après), à travers laquelle on regarde l'objet inclus.



La fleur sera placée à l'intérieur de la résine à une distance de 3,0 cm du sommet S de la sphère (de centre C et de rayon R). La fleur a une taille transversale de 0,5 cm.

On voudrait avoir une image droite 3 fois plus grande que l'objet.

- 1) Déterminer la position de l'image et sa nature, puis le rayon R et faire un schéma à l'échelle 1.
- 2) Déterminer et placer F, F'
- 3) Déterminer graphiquement B'.

Facultatif : Suite à une erreur dans le choix du moule, le rayon est de 7 mm plus petit.

- 4) La distance étant inchangée, où se trouvera l'image et quel sera le grandissement ?
- 5) Faire un schéma. Le changement est-il conséquent ?

Dioptries plans

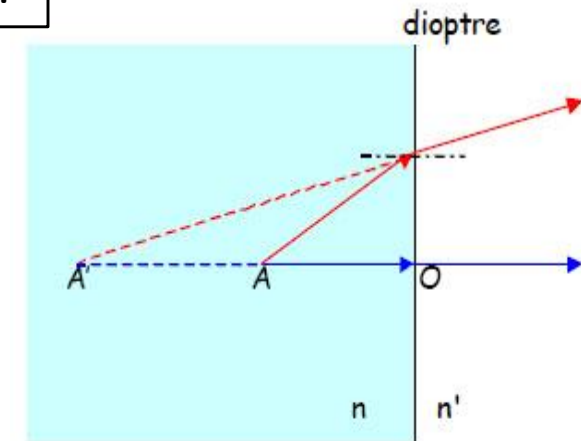
Voir exercices 3 (et 4 facultatif) : dioptre plan et piscine

Les dioptries plans peuvent être vus comme des dioptries sphériques de rayon ∞ qui conjuguent un point objet A et un point image A' par réfraction.
(voir figure ci-contre, A' est obtenu par prolongement du rayon réfracté dans le milieu n).



Relation de conjugaison des dioptries plans : $\overline{SA'} = \frac{n'}{n} \overline{SA}$

Relation de grandissement des dioptries plans : $\gamma = 1$



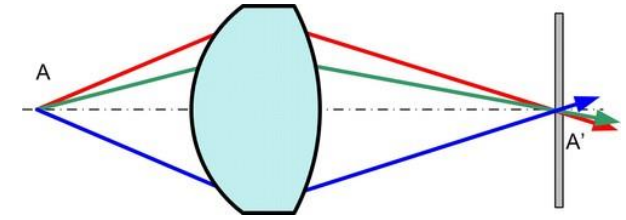
Remarques:

- Les relations s'obtiennent à partir de la relation de conjugaison des dioptries sphériques avec $\frac{n'-n}{SC} = V = 0$.
- Les foyers objets et images des dioptries plans sont renvoyés en l'infini : ce sont des systèmes afocaux.
- Ces relations ne sont valables que dans le cadre de l'approximation des petits angles. Au-delà il y a autant d'images A' que de rayons issus de A et il faut utiliser LSD pour déterminer A'.

Animation présentant le caractère approché de la position de l'image A'

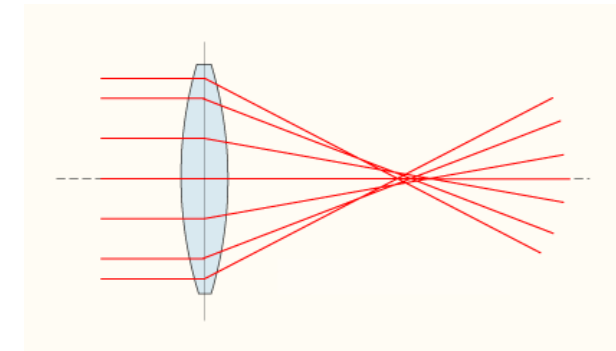
Stigmatisme & conditions de Gauss

Un **système optique** est dit **stigmatique** pour deux points si, après la traversée d'un tel système, **tous les rayons issus d'un point A convergent en un point A'**, qui est alors l'image de A. Les points A et A' sont dit conjugués.



Le stigmatisme pour tout point de l'espace, dit stigmatisme rigoureux, n'existe que très rarement : l'unique cas est le miroir plan.

En général un système optique n'est stigmatique que pour des points et des rayons particuliers, et donc astigmatique pour les autres. **On parle de stigmatisme approché, il est obtenu en se plaçant dans les conditions de Gauss.**



Les rayons loin de l'axe de la lentille ne convergent pas au même point.

Les **conditions de Gauss** constituent l'approximation linéaire de l'optique géométrique:

- Les **rayons sont peu inclinés** par rapport à l'axe optique du système optique
- Les rayons sont proches de l'axe optique par rapport à la taille du système optique (**rayons dits paraxiaux**).

Mathématiquement cela correspondant à faire l'approximation des petits angles : $\sin(\alpha) \approx \tan(\alpha) \approx \alpha$
Lorsque l'on s'écarte des conditions de Gauss, les aberrations géométriques des systèmes optiques centrés augmentent.