

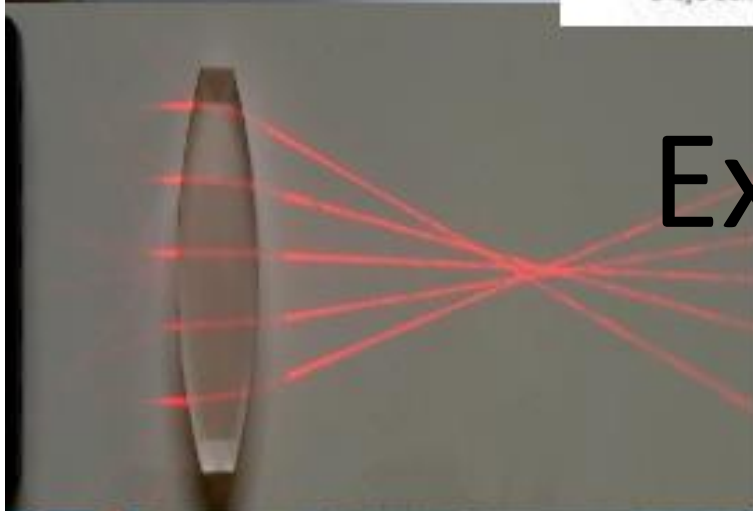
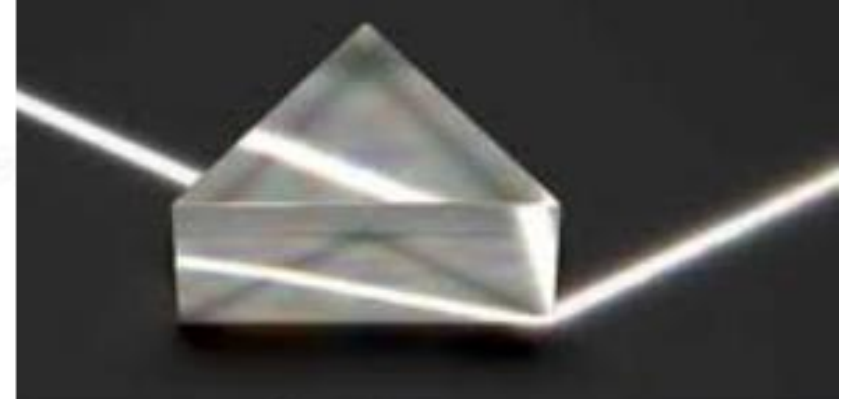
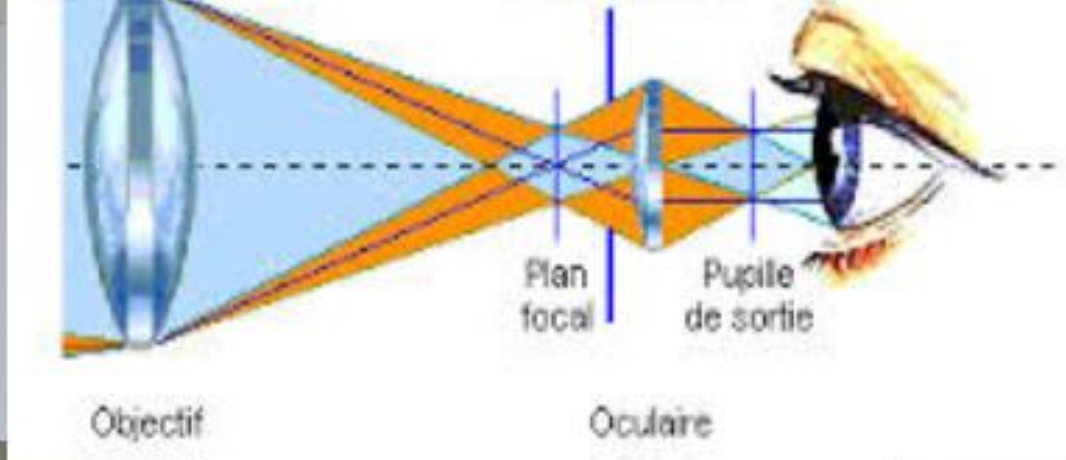
SYSTEMES OPTIQUES

(01)

Dioptre Plan & Lame à Faces Parallèles

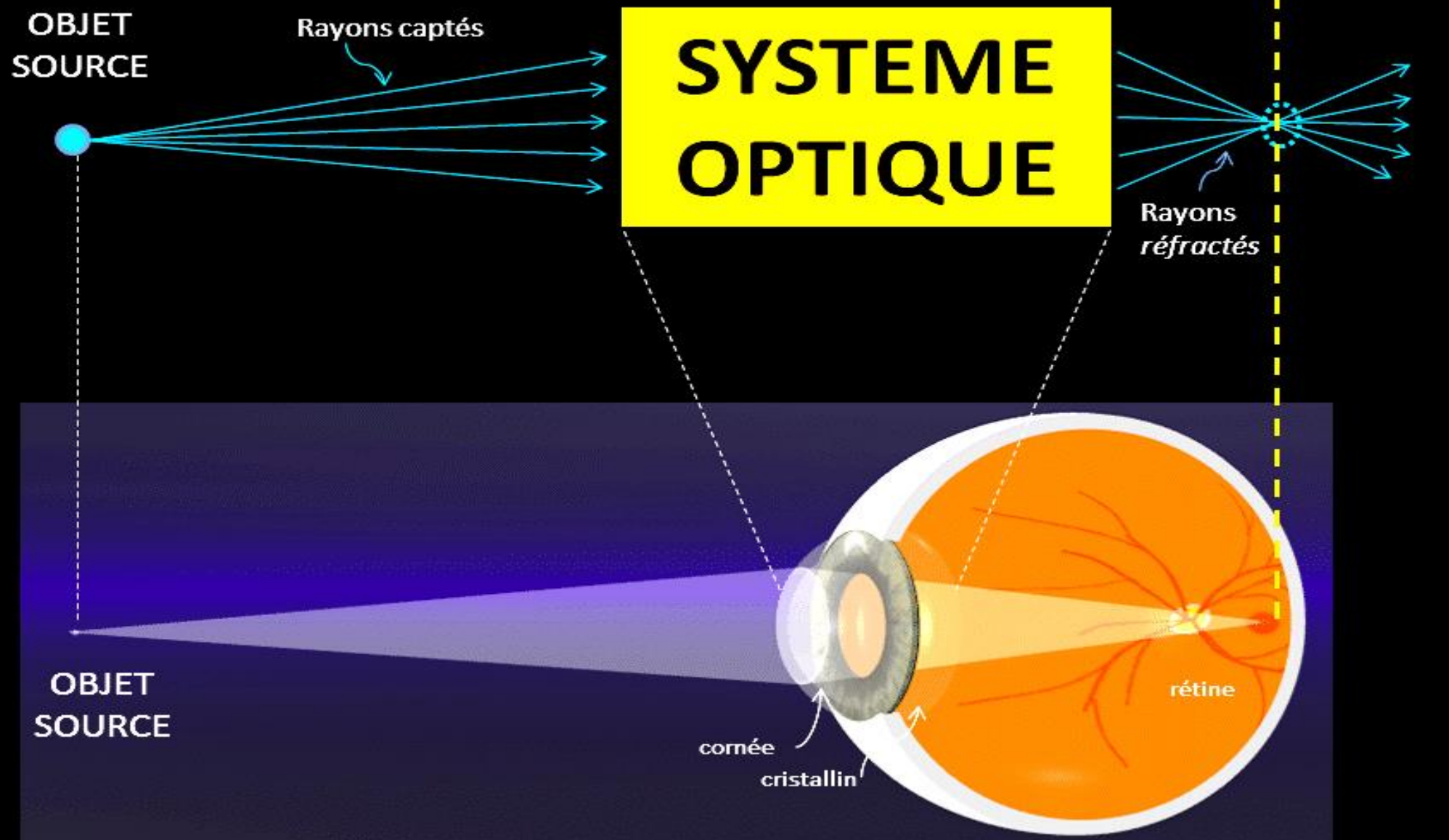
R.DAHMANI

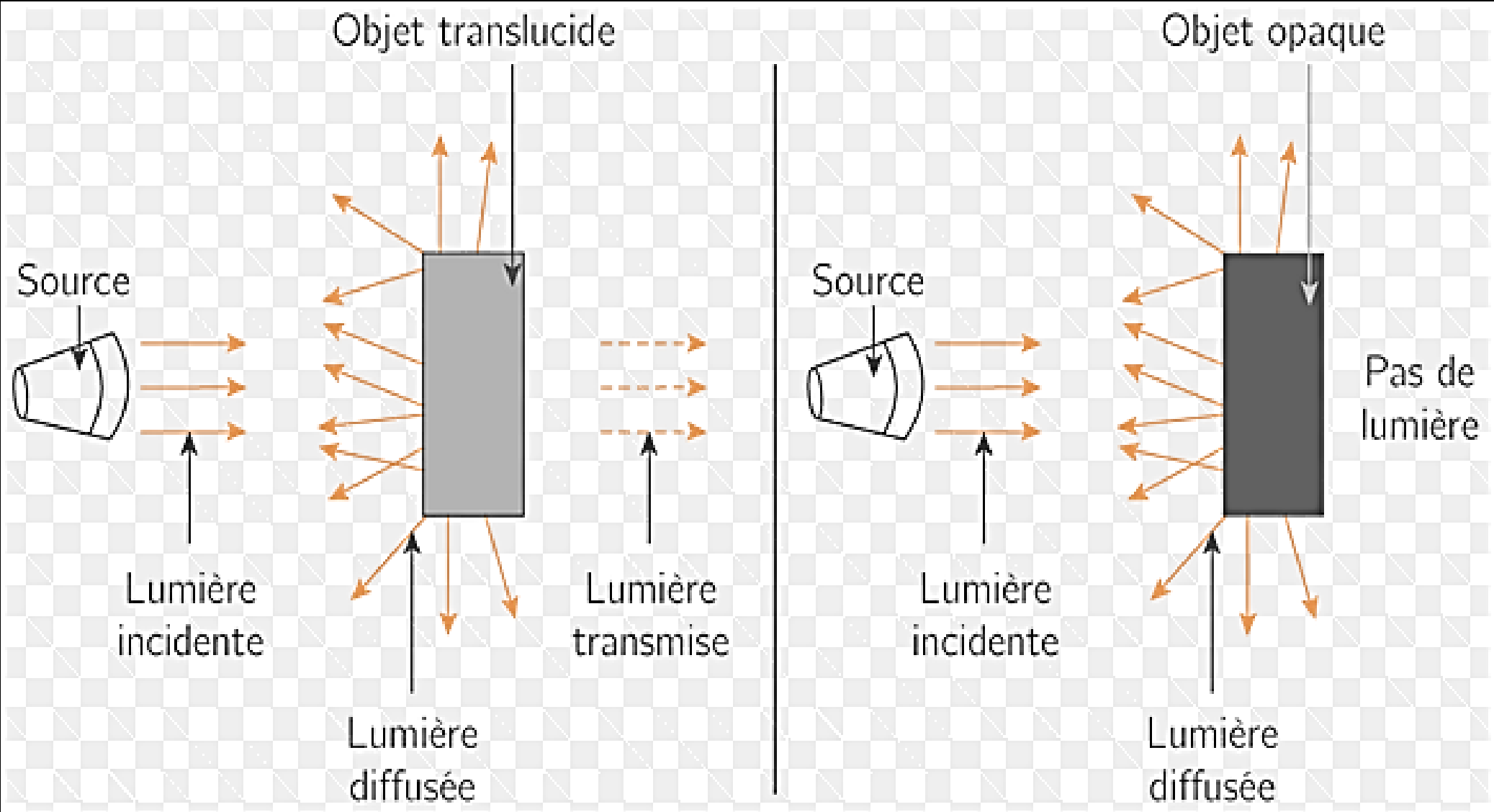
2024



Exemples

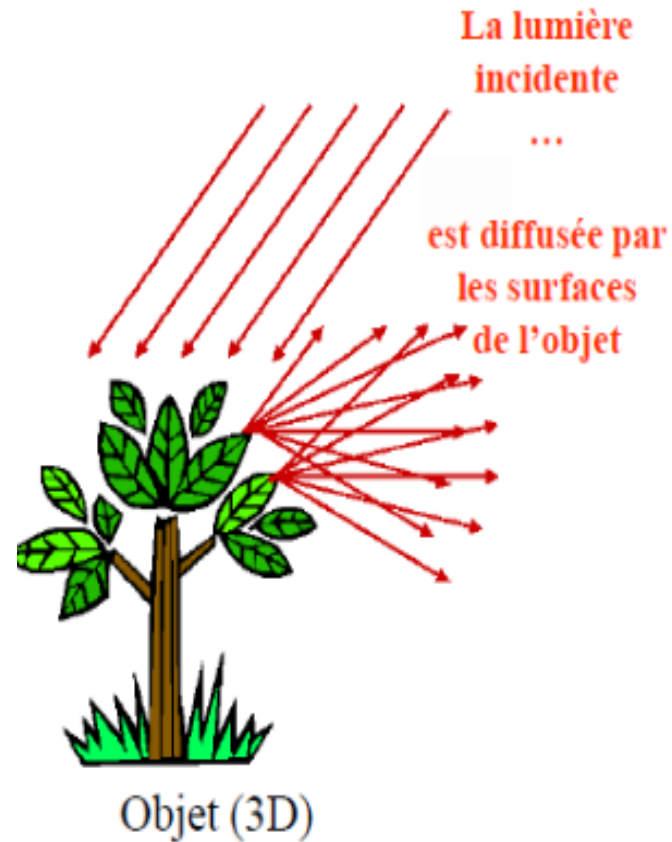




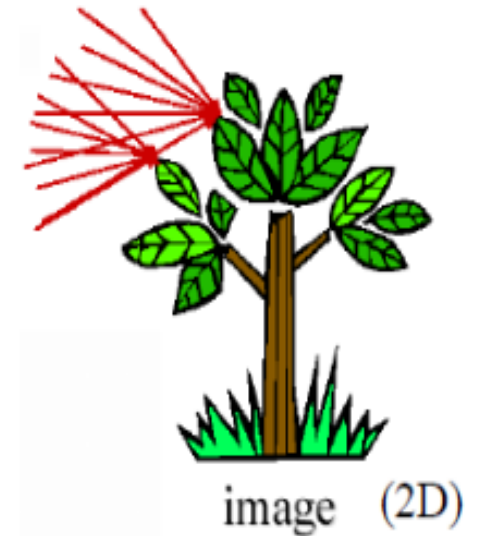


Objectifs : Pourquoi?

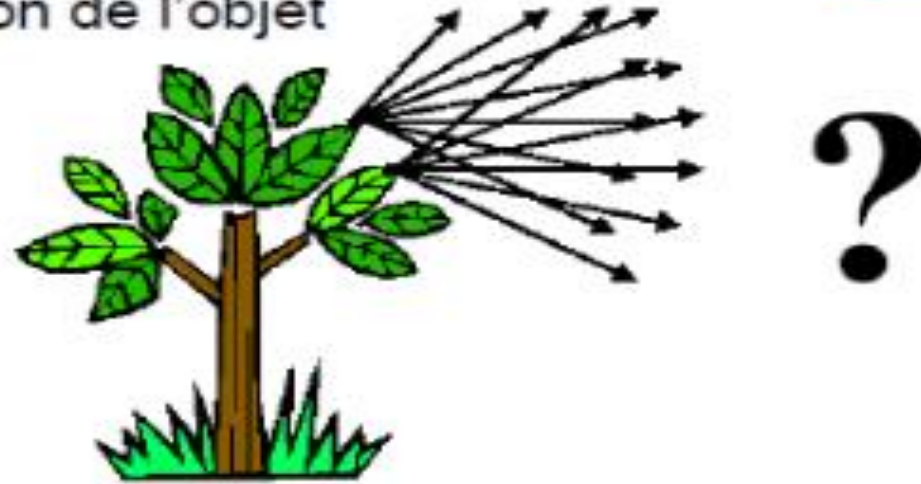
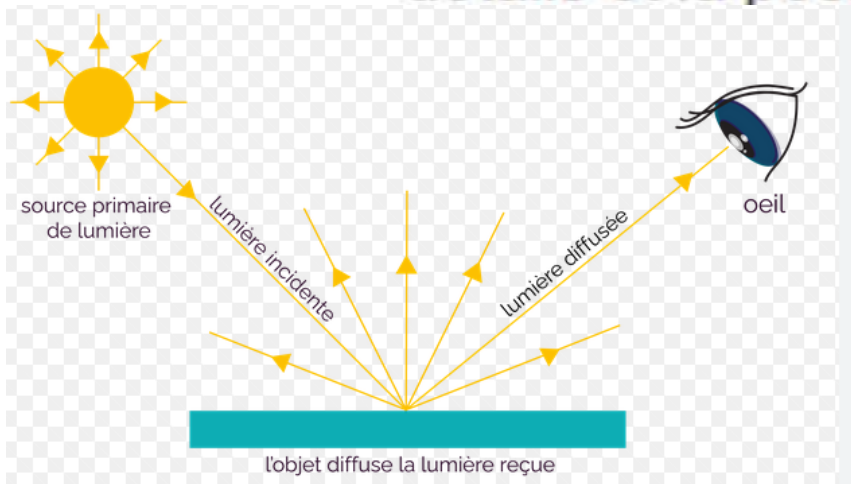
1. Comment se forme une image a travers un SO?
2. Comment peut-on avoir une image claire?
3. Pourquoi certaines images formées sont floues.?



Donc, on a besoin d'une optique pour “reassembler” dans une image ces rayons qui ont été diffus



- Chaque point d'un objet diffuse la lumière incidente en une onde sphérique
- A peine éloignés de leur source, les rayons on "délocalisé" les détails et la position de l'objet



- Pour "relocaliser" ces détails, il est nécessaire de réunir, reconcentrer ("**focaliser**") tous les rayons venant d'un point objet en un autre point dans l'espace ("image")
- Ceci est ce que va faire un système optique d'imagerie

Définitions

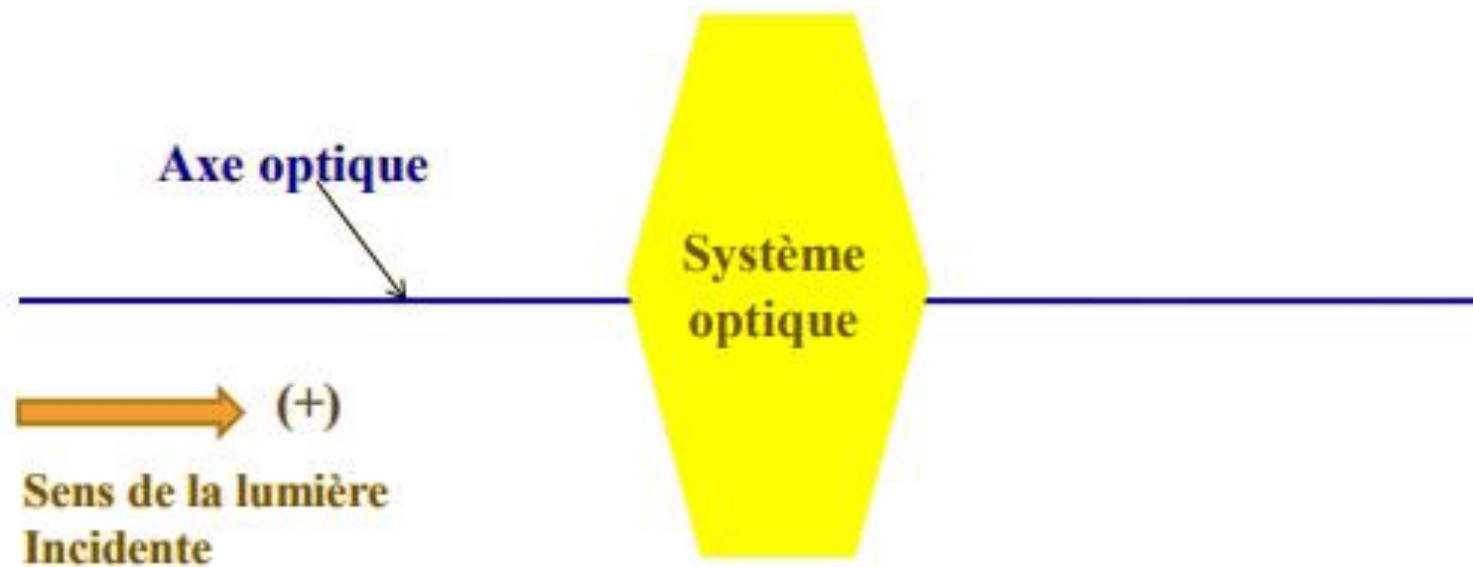
C'est quoi un système optique?

Quelles sont les caractéristiques d'un système optique?

Quels sont les différents types de SO?

Un système optique :

Est un ensemble de milieux transparents séparés par des surface planes ou sphériques:
dioptries, miroirs, Lunettes, télescopes, appareils photos.....

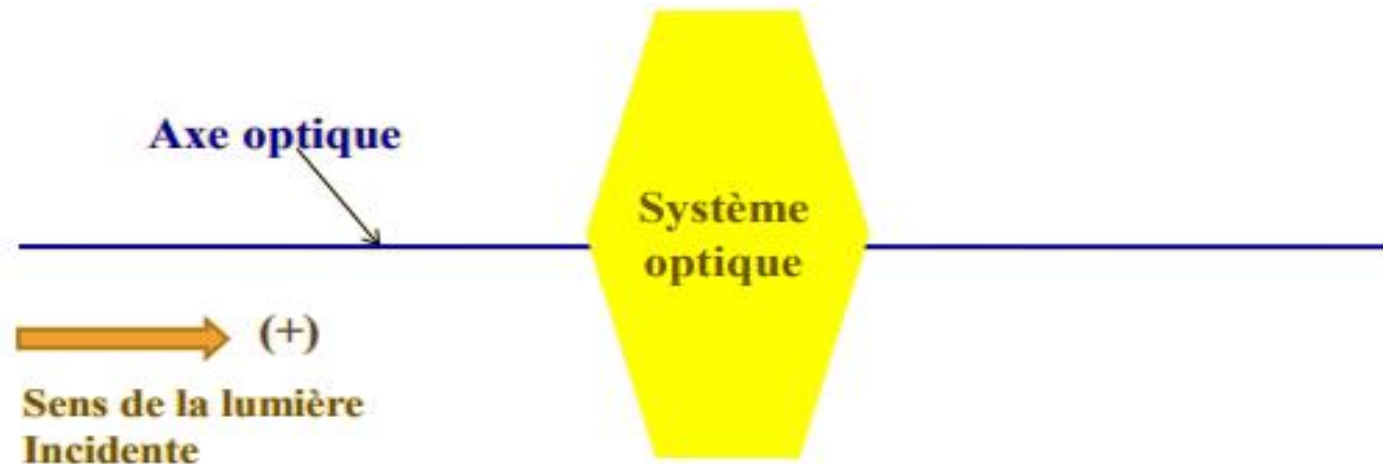


Système optique centré

Système optique centré: les surfaces de séparation entre les différents milieux sont des surfaces de révolution autour d'un même axe: **Axe du système optique ou**

axe optique.

Cette symétrie impose que les surfaces soient perpendiculaires à l'axe optique

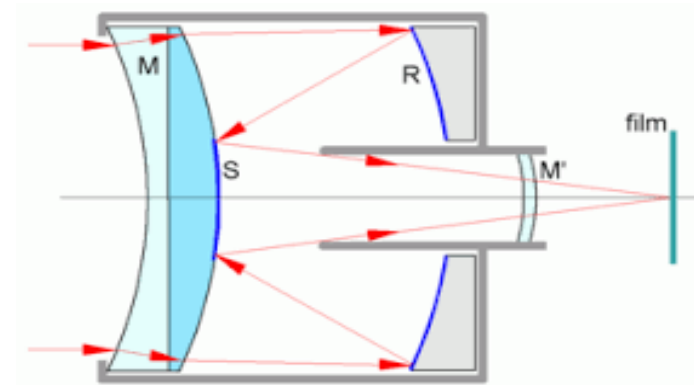


Système optique centré

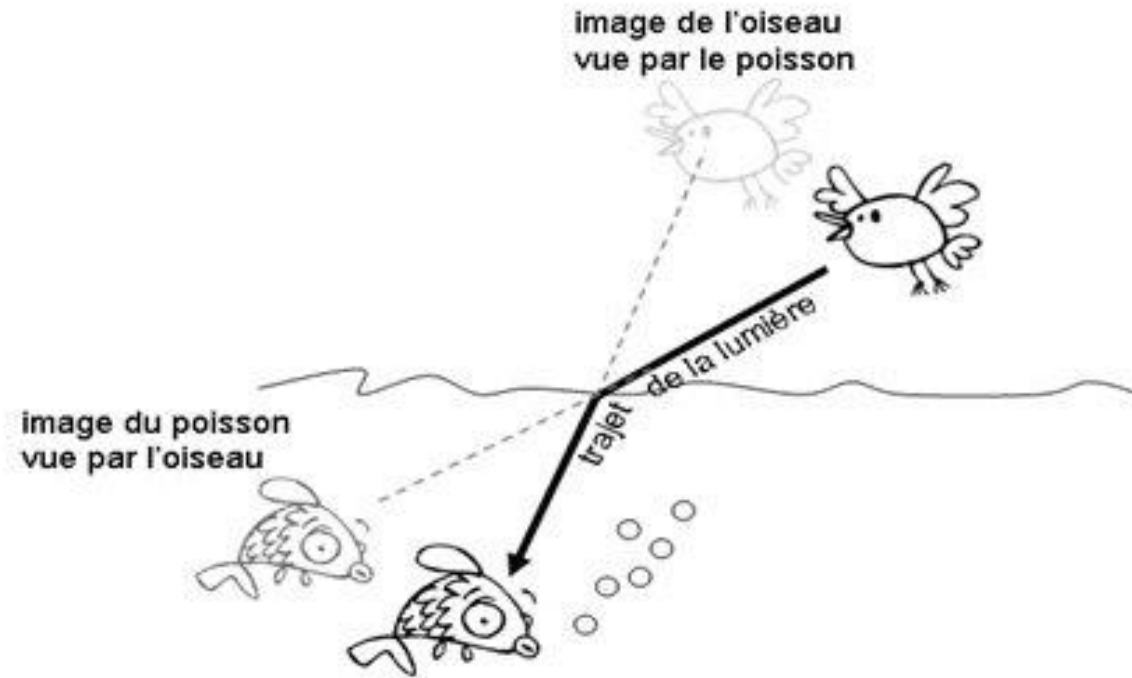
- **Système dioptrique** : Système optique ne comprenant que des dioptries.
- **Système catadioptrique** : Système optique comprenant des dioptries et des miroirs.
- **Système catoptrique** : Système ne comprenant que des miroirs.



Le Télescope
Système
catadioptrique



Images : Monde réel et monde virtuel - vrai ou faux?

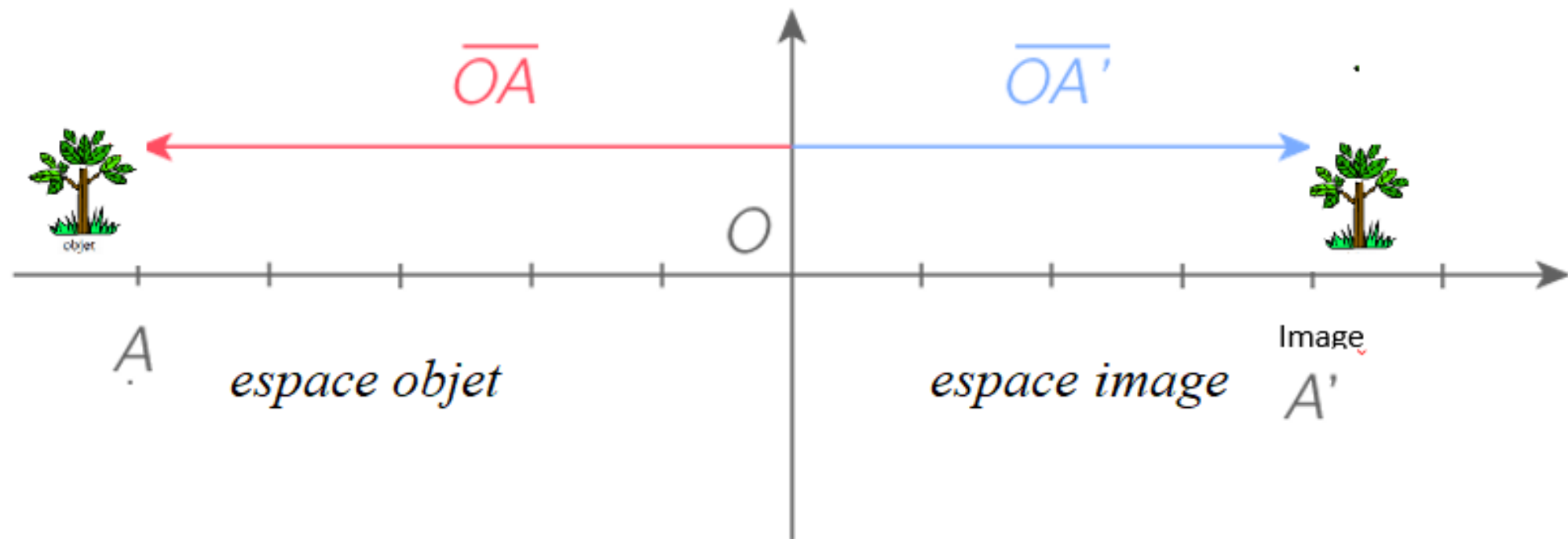


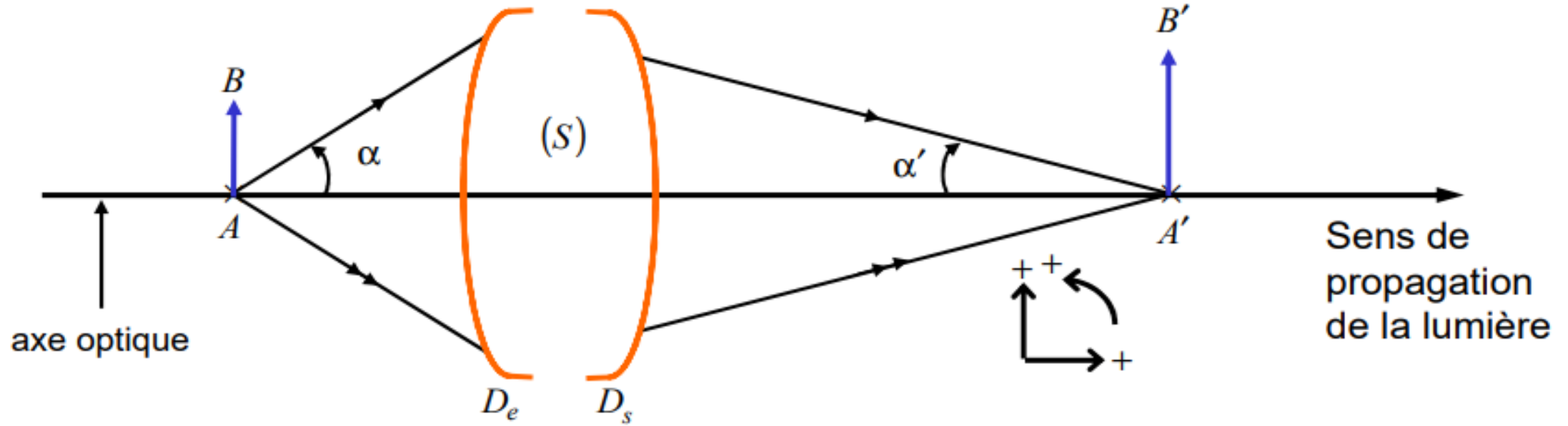
Formation des images à travers un système optique.

Un point A a pour image A'

si tous les rayons lumineux issus de A convergent vers A'.

- ❖ Les **rayons réels** sont ceux qui sont réellement suivis par la lumière
- ❖ Les **rayons virtuels** sont le prolongement de rayons réels.

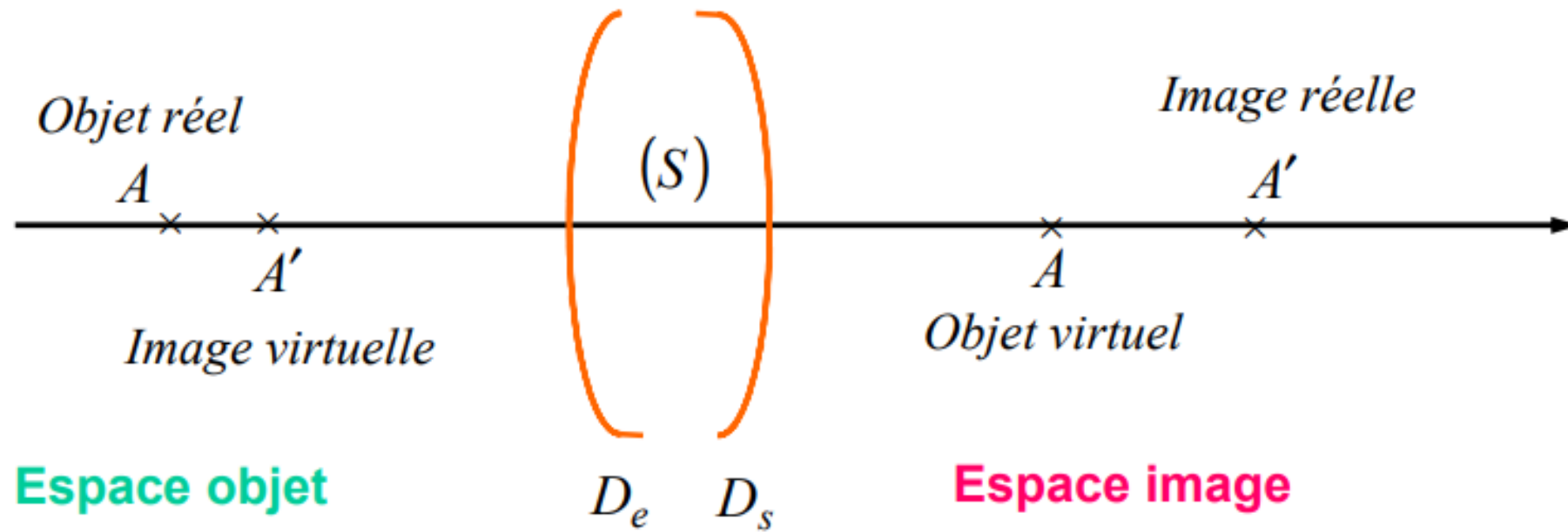




- A est un objet ponctuel situé sur l'axe optique. A' est son image.

On dit que A et A' sont **conjugués**

- AB est un objet étendu situé sur l'axe optique. $A'B'$ est son image.



- Objet réel : objet appartenant à l'espace objet
- Objet virtuel : objet appartenant à l'espace image
- Image réelle : image appartenant à l'espace image
- Image virtuelle : image appartenant à l'espace objet

Stigmatisation et stigmatisation approchée

Contexte : un système optique ne donne pas d'image nette sauf dans certaines conditions ; les conditions de Gauss.

Images hors conditions de Gauss :

- Floues.
- Déformées.
- Distordues.

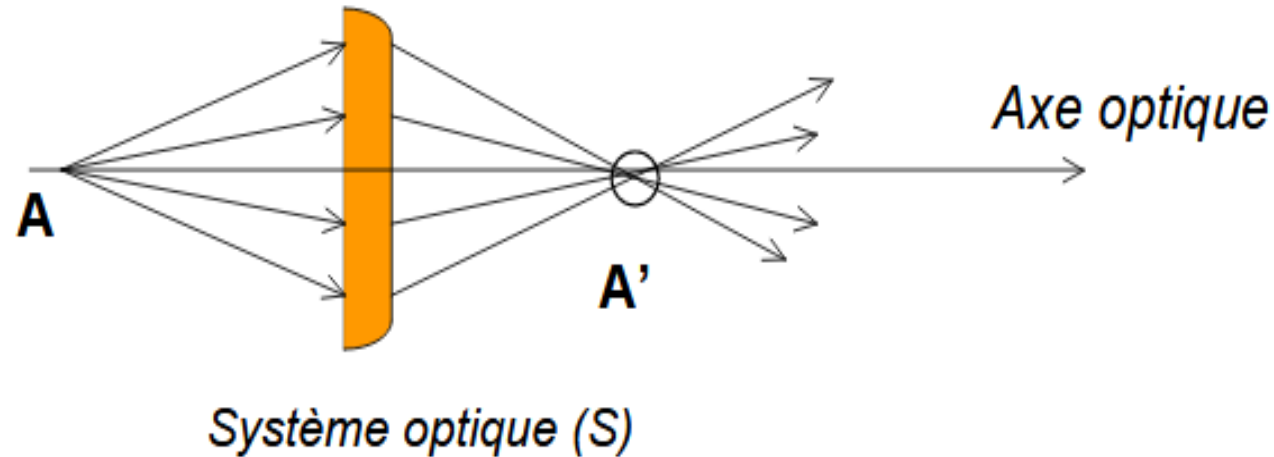
Condition de Gauss :

- Les rayons lumineux doivent être peu inclinés par rapport à l'axe optique.
- Les rayons lumineux doivent être peu écartés de l'axe optique.
- On dit que les rayons sont paraxiaux.

Dans la pratique : on limite les rayons lumineux avec un diaphragme.

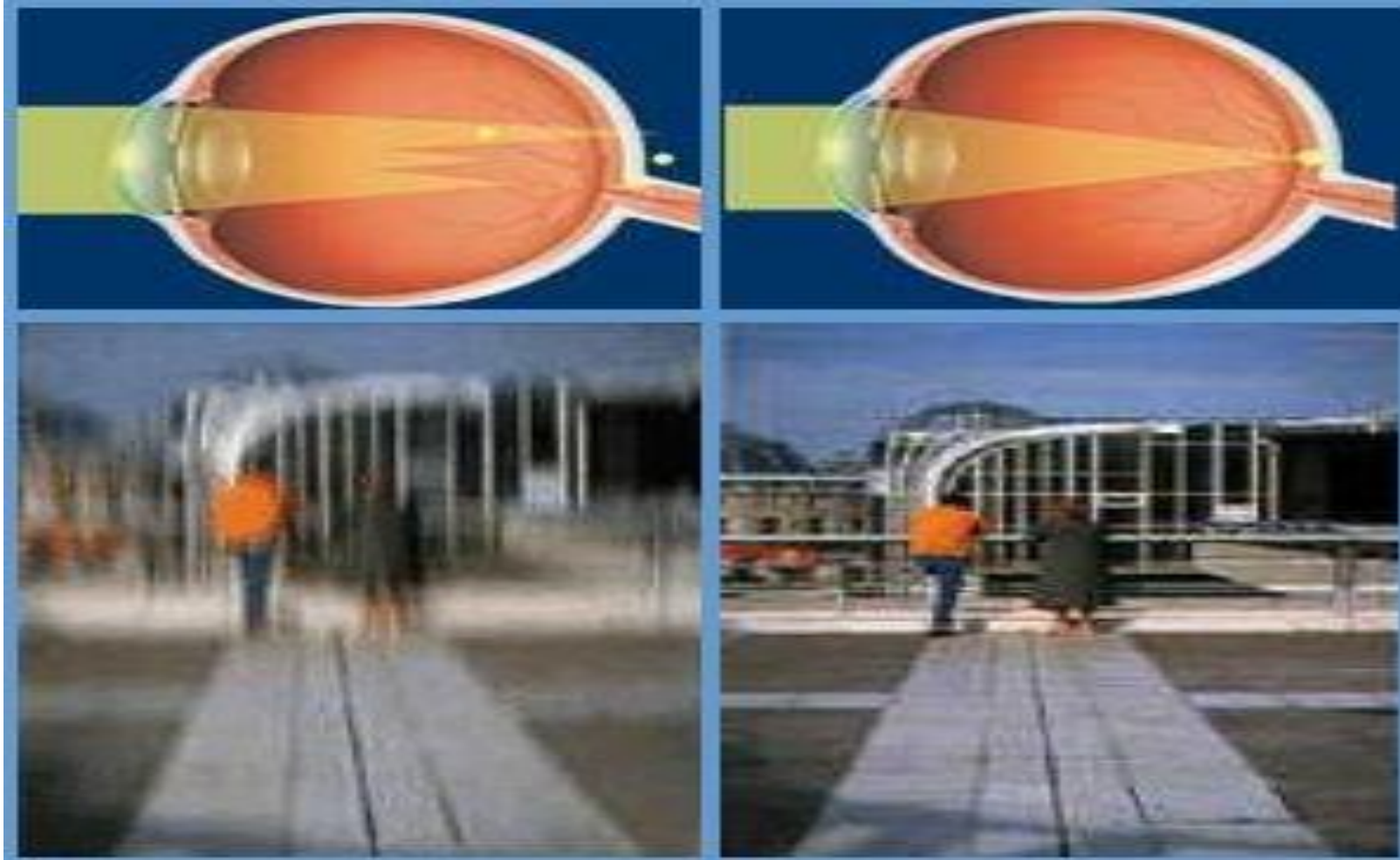


Stigmatisme rigoureux et approché



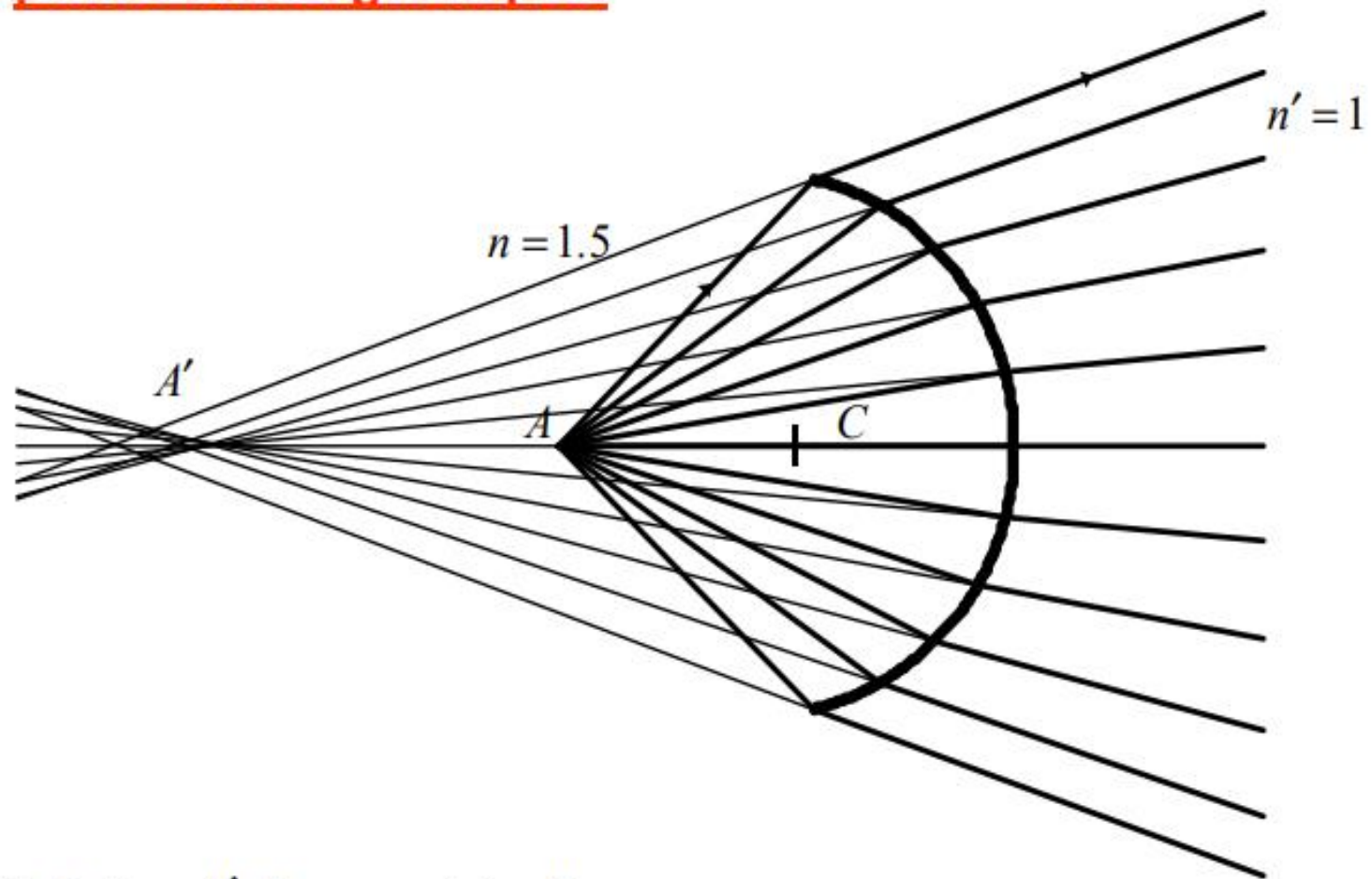
Stigmatisme rigoureux : Le système S est rigoureusement stigmatique pour un couple de points A et A' si tous les rayons issus de A passent exactement par A' après avoir traversé S .

Stigmatisme approché : Le système S présente un stigmatisme approché pour un couple de points A et A' si tous les rayons issus de A passent au voisinage de A' après avoir traversé S .



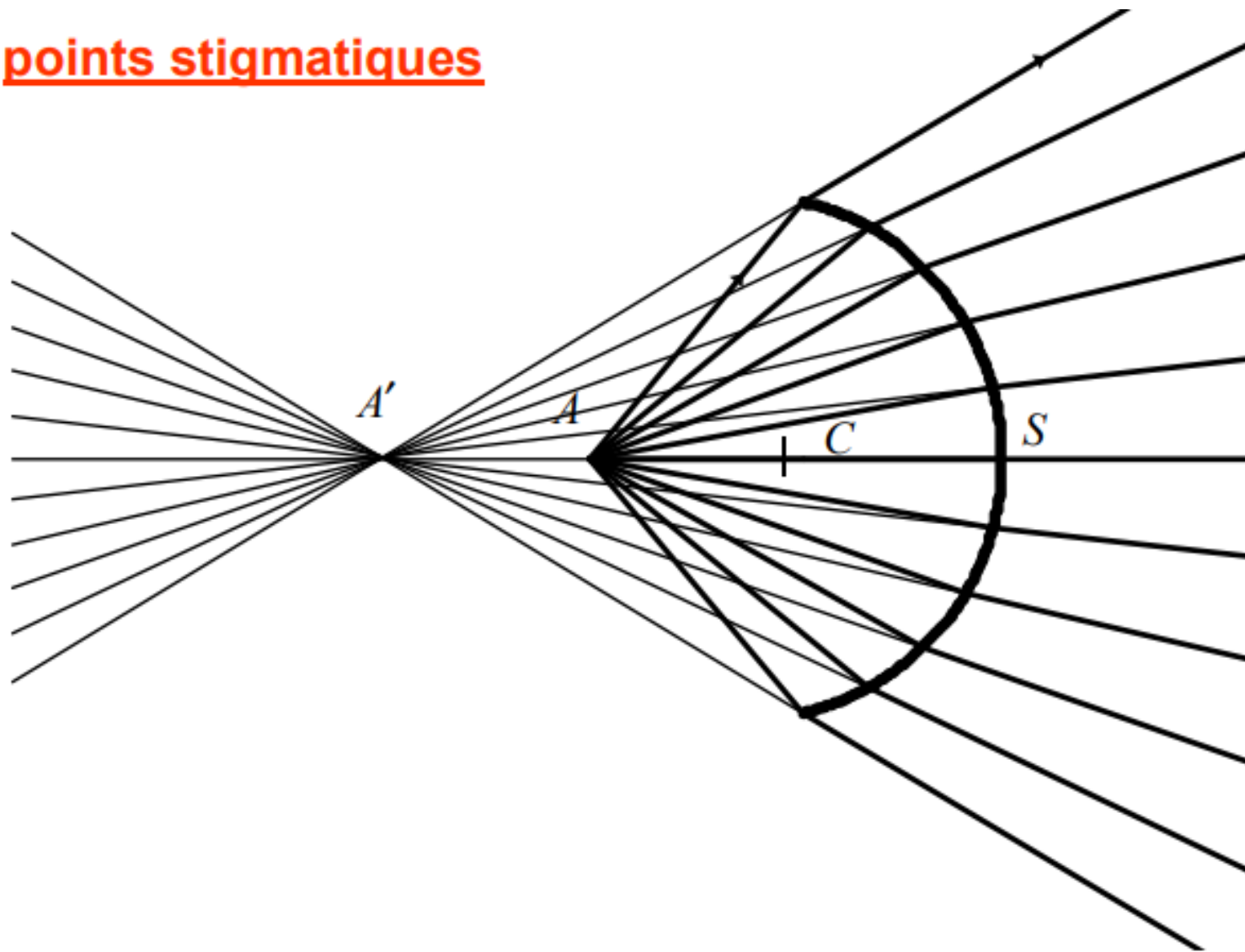
STIGMATISME ET ASTIGMATISME

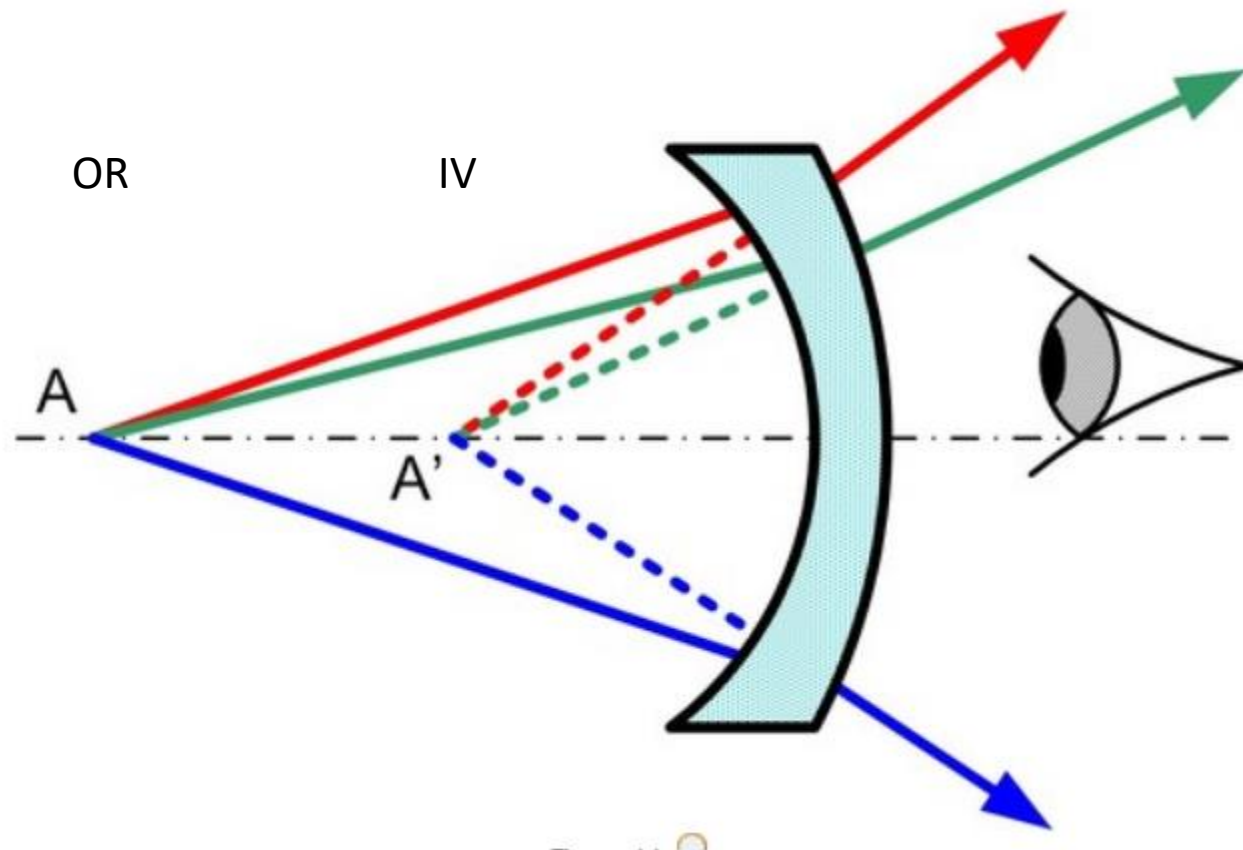
⇒ points non stigmatiques

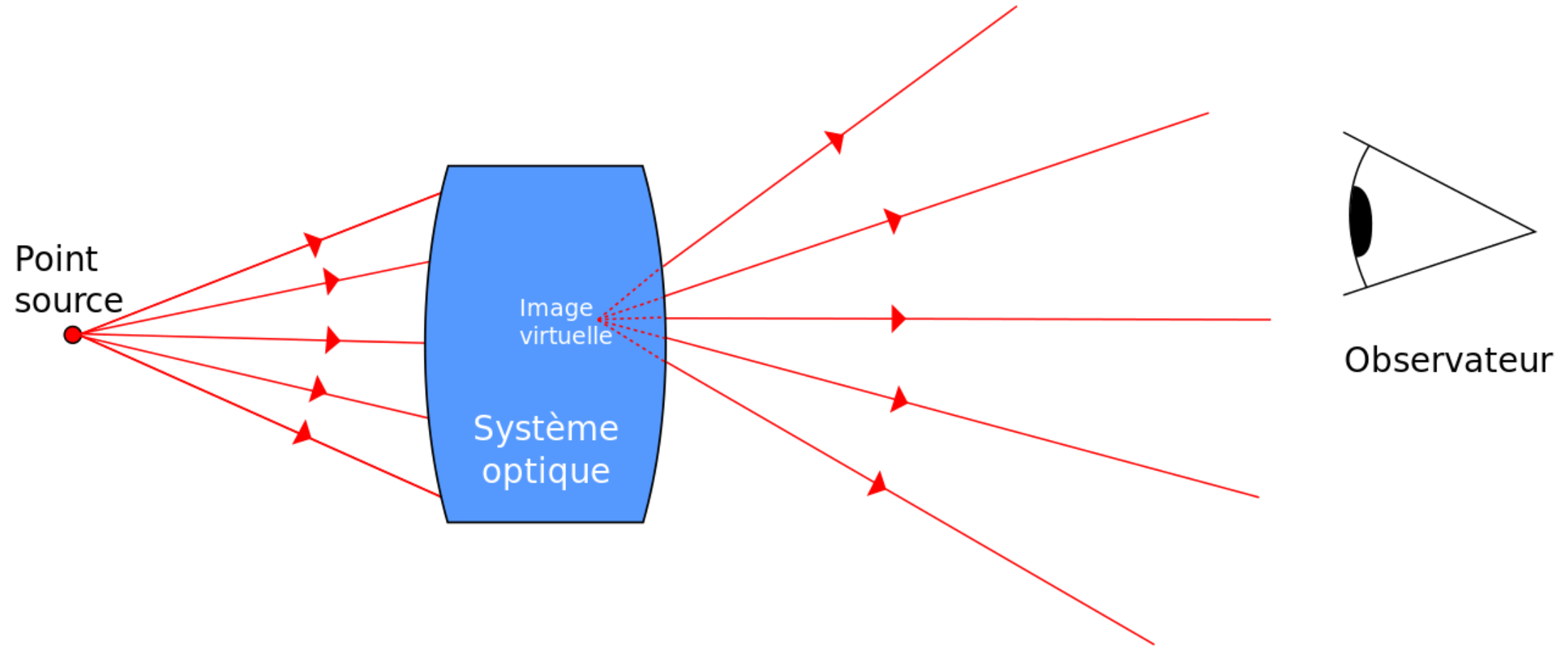


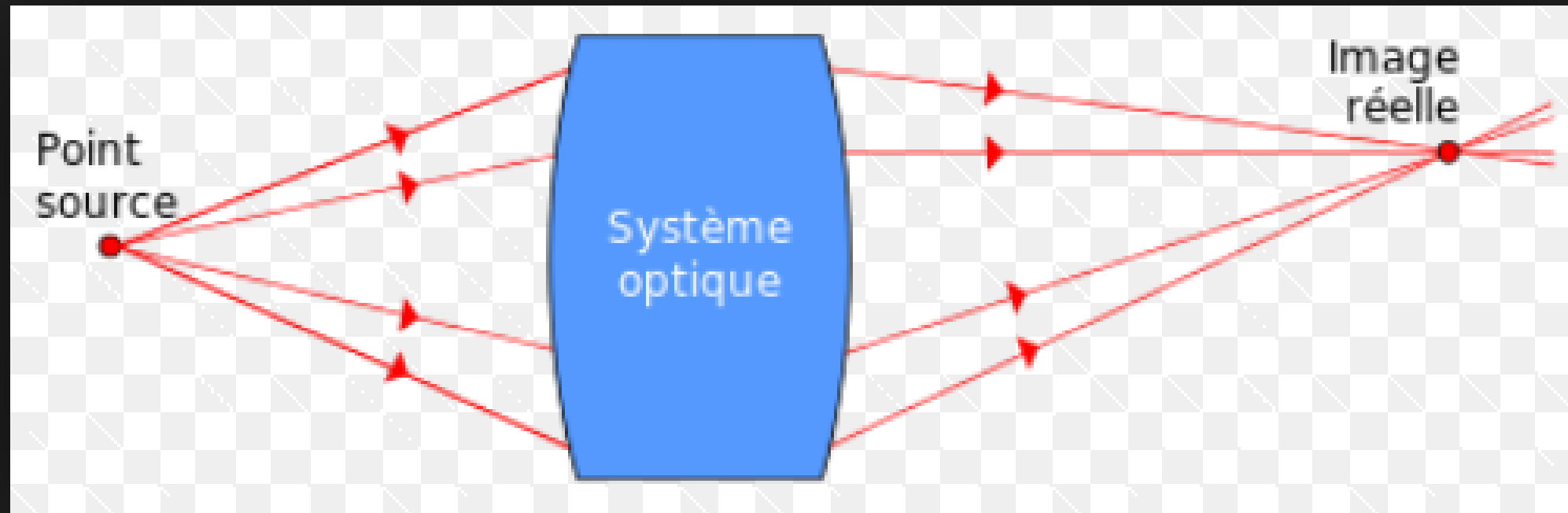
A Objet réel – A' Image virtuelle

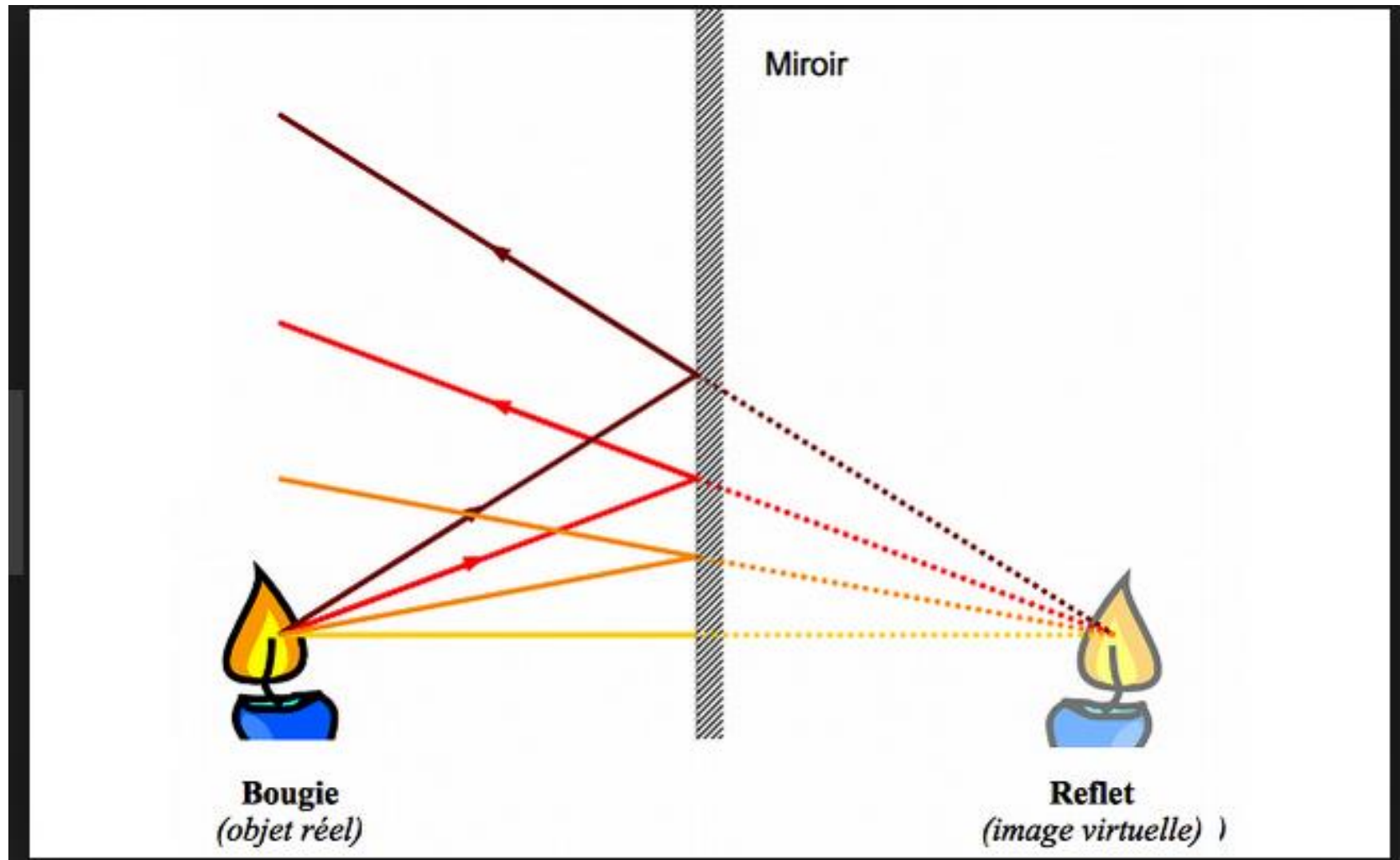
→ points stigmatiques

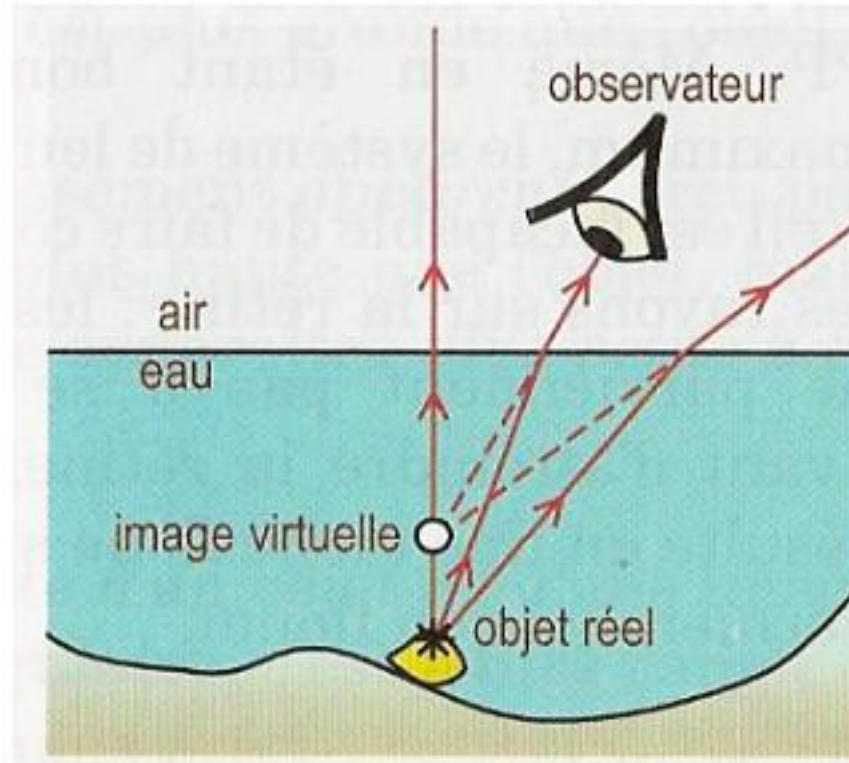
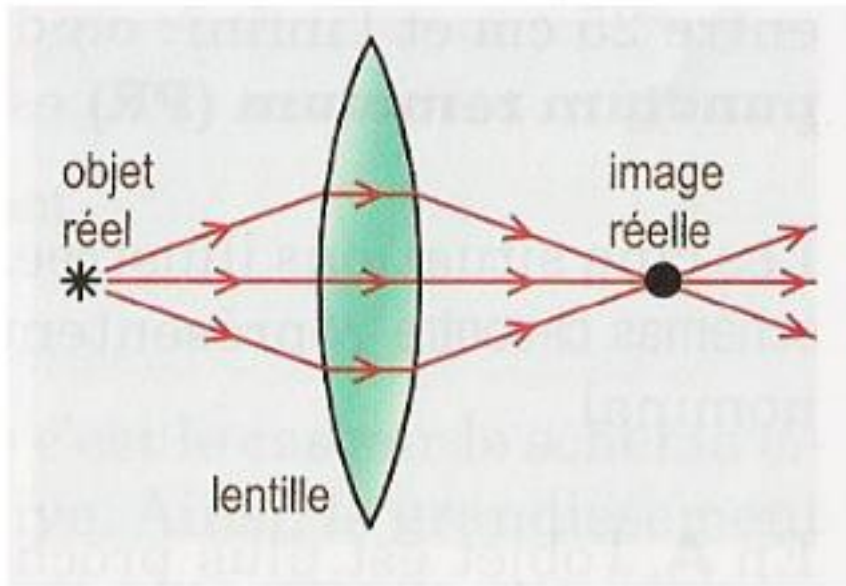












Le Dioptre plan

OBJECTIFS

L'objectif de cette partie est de :

- 1. Comprendre comment un dioptre plan donne d'un objet réel placé devant lui une image virtuelle**
- 2. Utiliser les lois de la réfraction pour tracer le rayon ou le faisceau réfracté correspondant à un rayon ou à un faisceau lumineux incident sur un dioptre plan.**

Une convention pour les systèmes dioptriques

Sens (+) = sens de propagation de la lumière.



Sens (+) pour les angles : sens trigonométrique



A est l'objet ponctuel, A' l'image de A à travers le dioptré, S et C les points caractéristiques du dioptré.

On définit :

$$p = \overline{AS}$$

$$q = \overline{SA'}$$

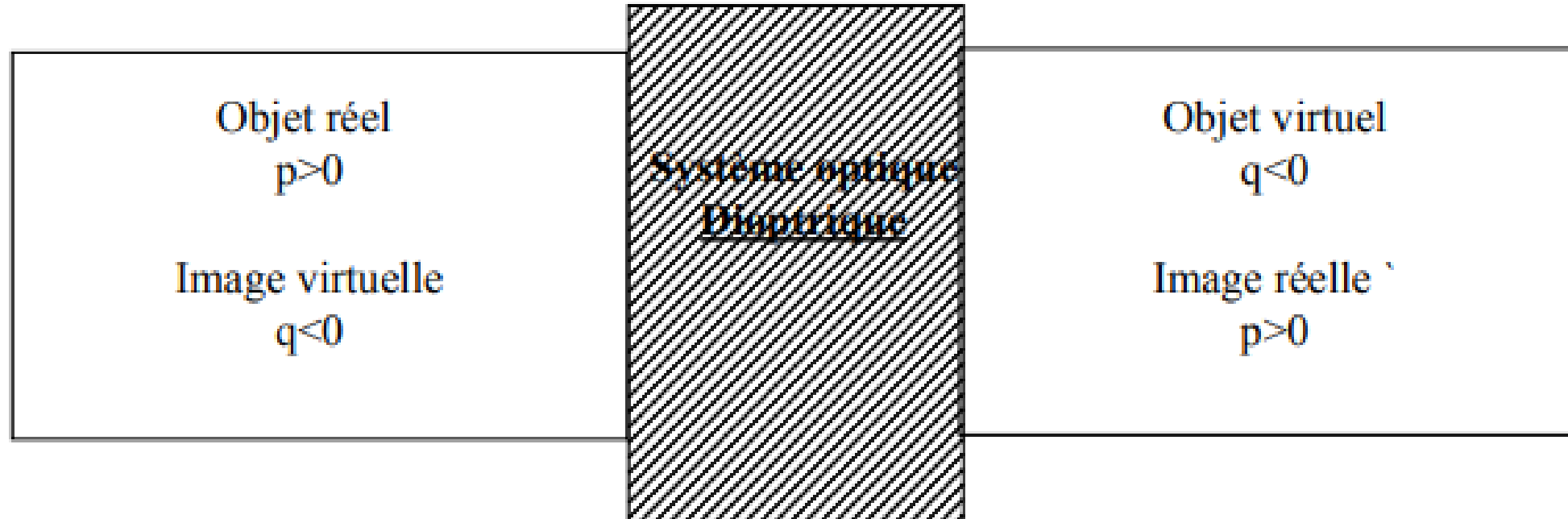
$$R = \overline{SC}$$

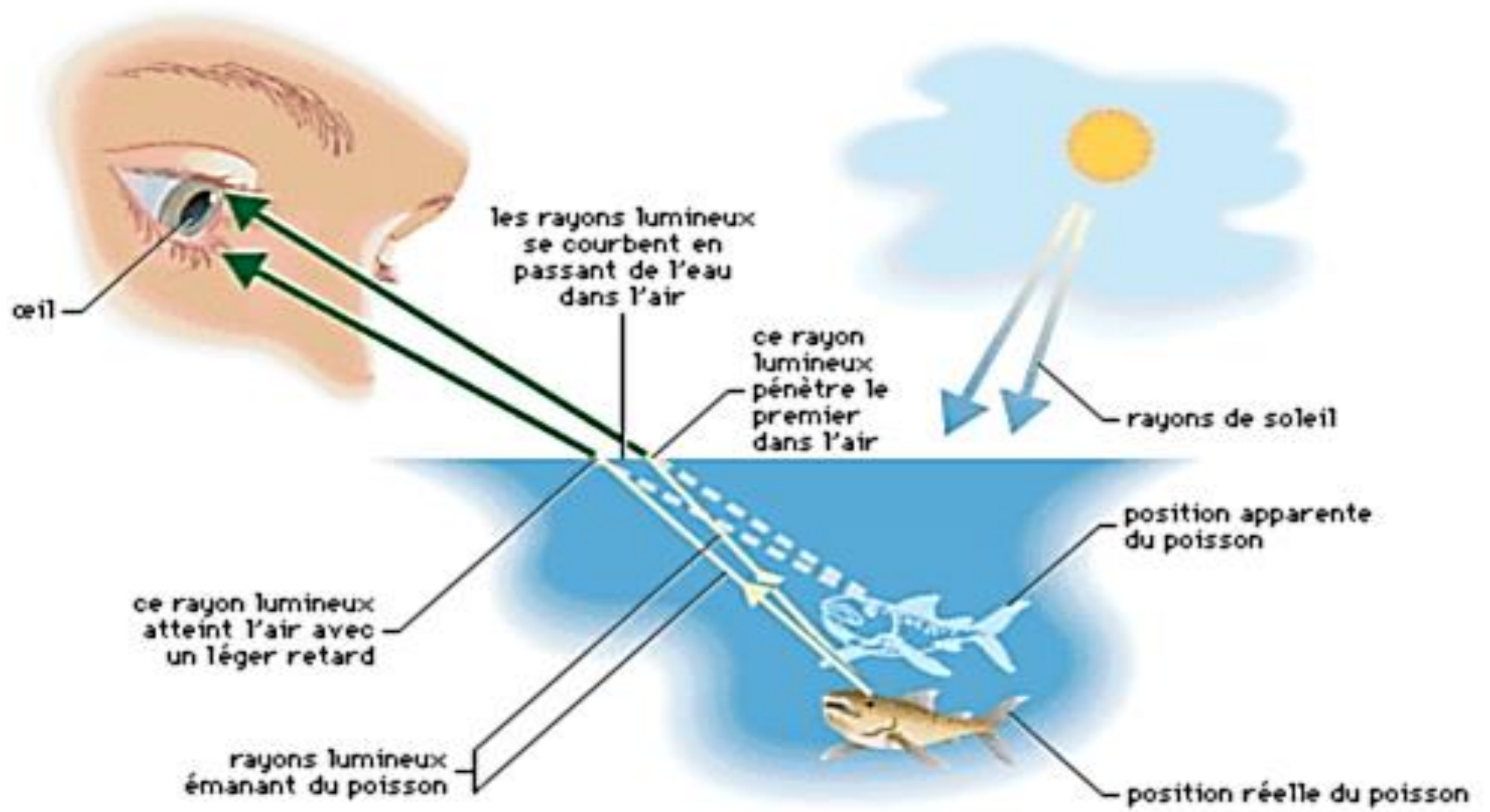
Sens de propagation de la lumière



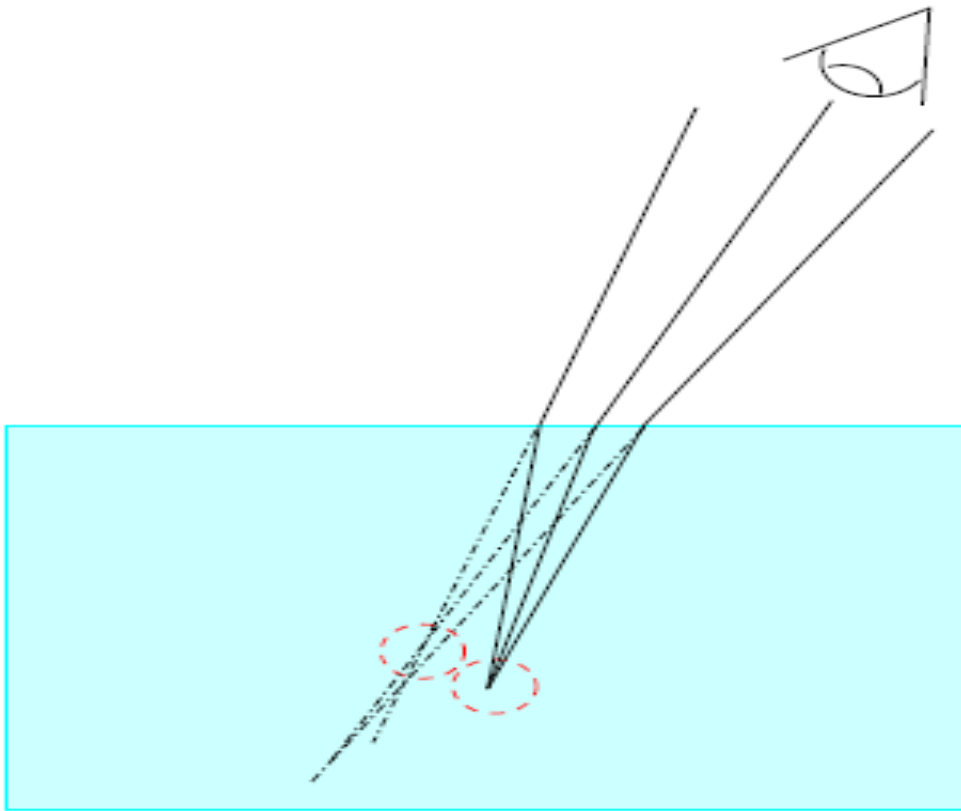
Pour comprendre la logique de cette convention, les paramètres ayant le même sens que celui de la

Sens de propagation de la lumière



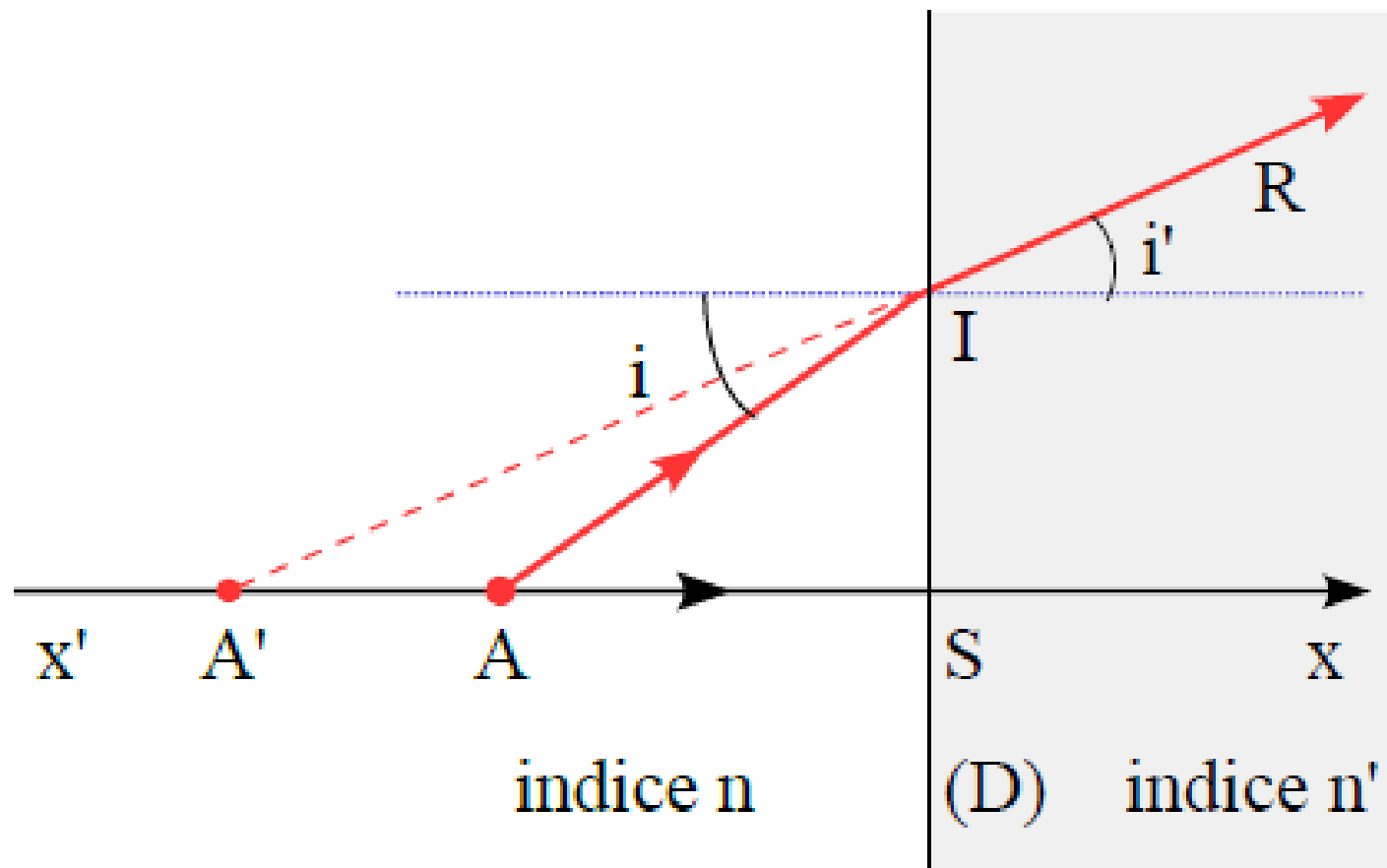


Dioptre plan : Stigmatisme approché

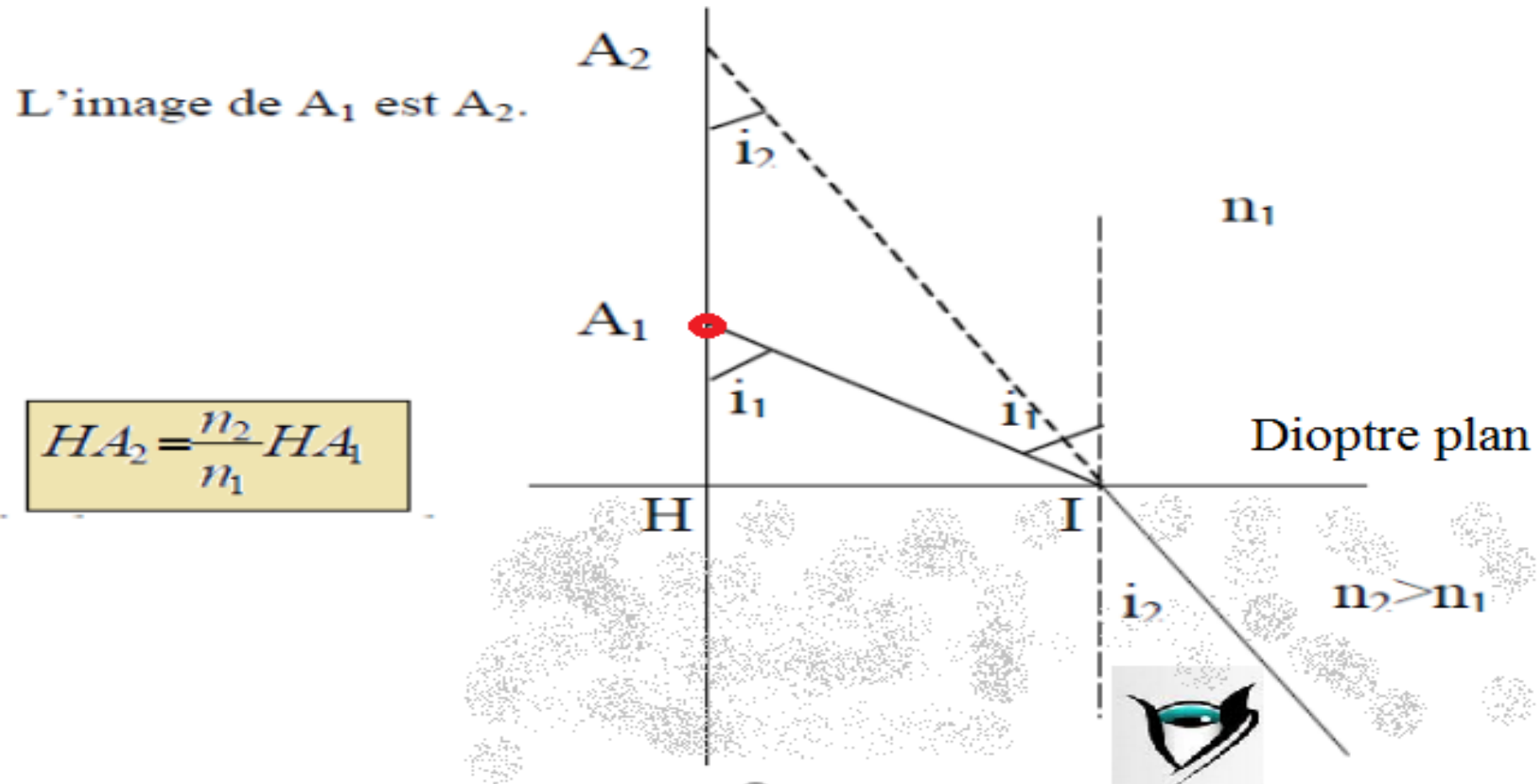


Un **dioptre plan** est la surface plane qui sépare deux milieux **transparents**, **homogènes** et **isotropes**, d'indices **différents**.

La nature nous offre , en nombre infini de **dioptres plans**.



L'image d'un point à travers un dioptre PLAN _ Observateur



On calcule facilement :

$$\operatorname{tgi}_1 = \frac{HI}{HA_1}$$

$$\text{Donc : } HA_1 \operatorname{tgi}_1 = HA_2 \operatorname{tgi}_2$$

$$\operatorname{tgi}_2 = \frac{HI}{HA_2}$$

Si l'angle i est petit : $\operatorname{tgi}_1 = \sin i_1$ et $\operatorname{tgi}_2 = \sin i_2$

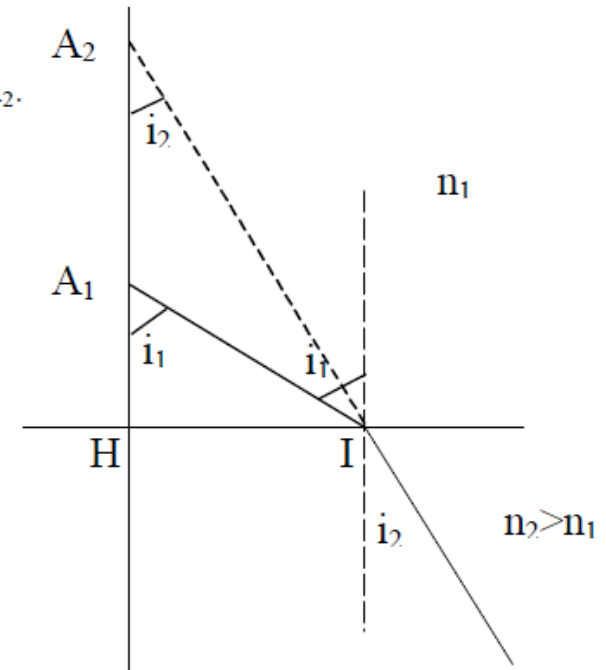
$$\text{donc } HA_1 \sin i_1 = HA_2 \sin i_2$$

$$\text{or } n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

$$\text{donc : } \frac{n_1}{HA_1} = \frac{n_2}{HA_2}$$

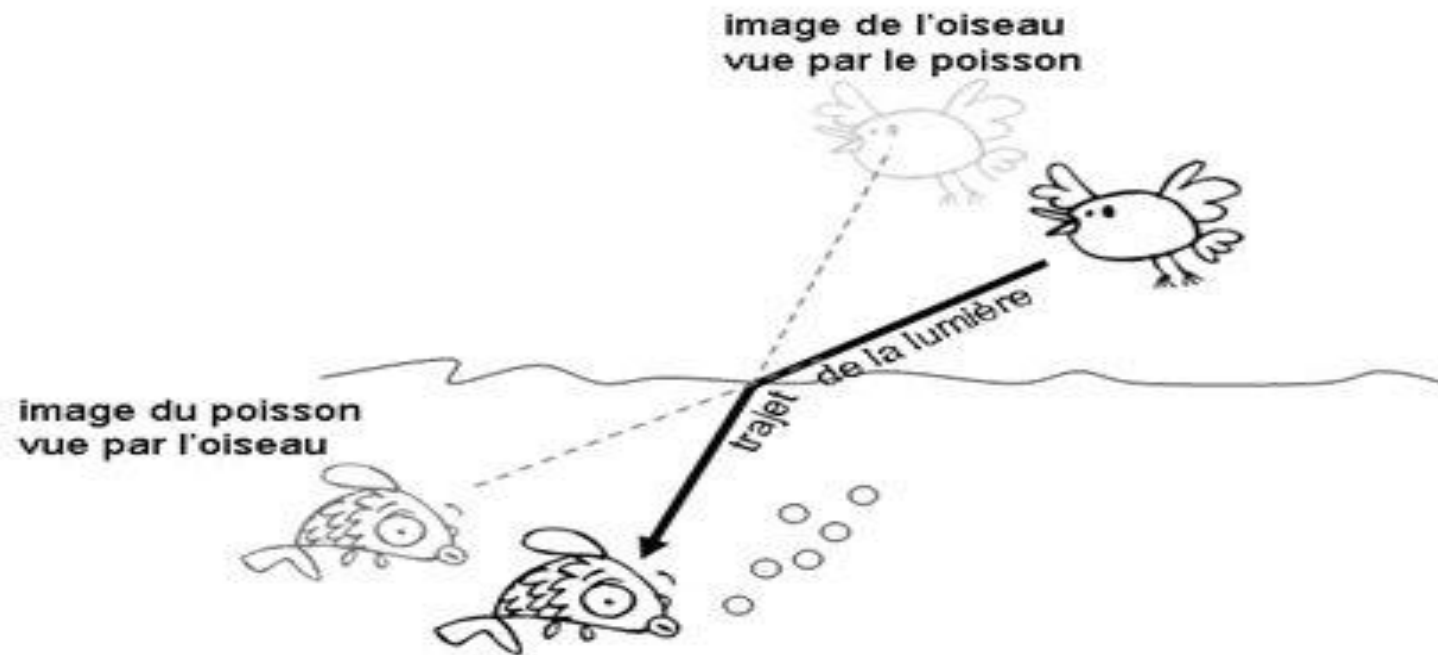
L'image de A_1 est A_2 .

$$HA_2 = \frac{n_2}{n_1} HA_1$$



Le poisson voit l'oiseau plus loin que la distance réelle, et l'oiseau voit le poisson plus près que la distance réelle.

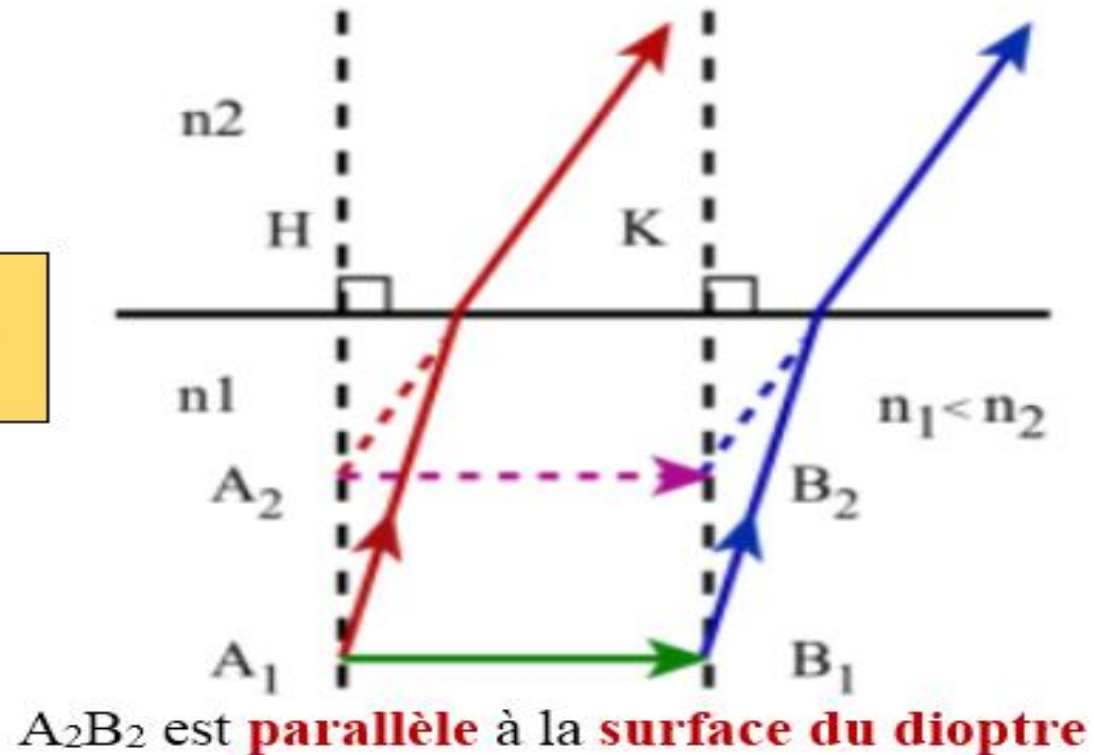
L'image est **stigmatique seulement** proche de la normale (i petit), à cause de l'approximation $\tan i = \sin i$



Dioptre plan : Image d'un objet et grandissement

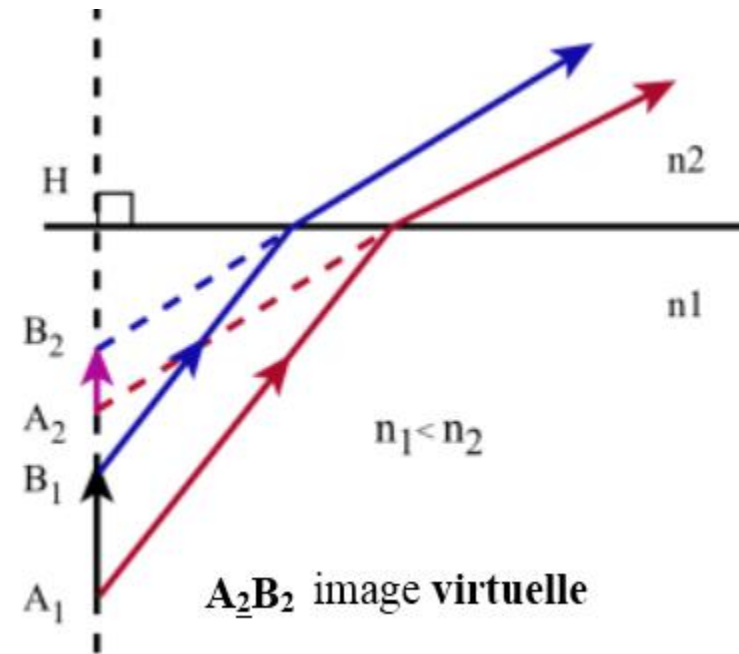
l'objet A_1B_1 est réel parallèle à la surface du dioptre .

$$\gamma = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A_1B_1}} = +1$$

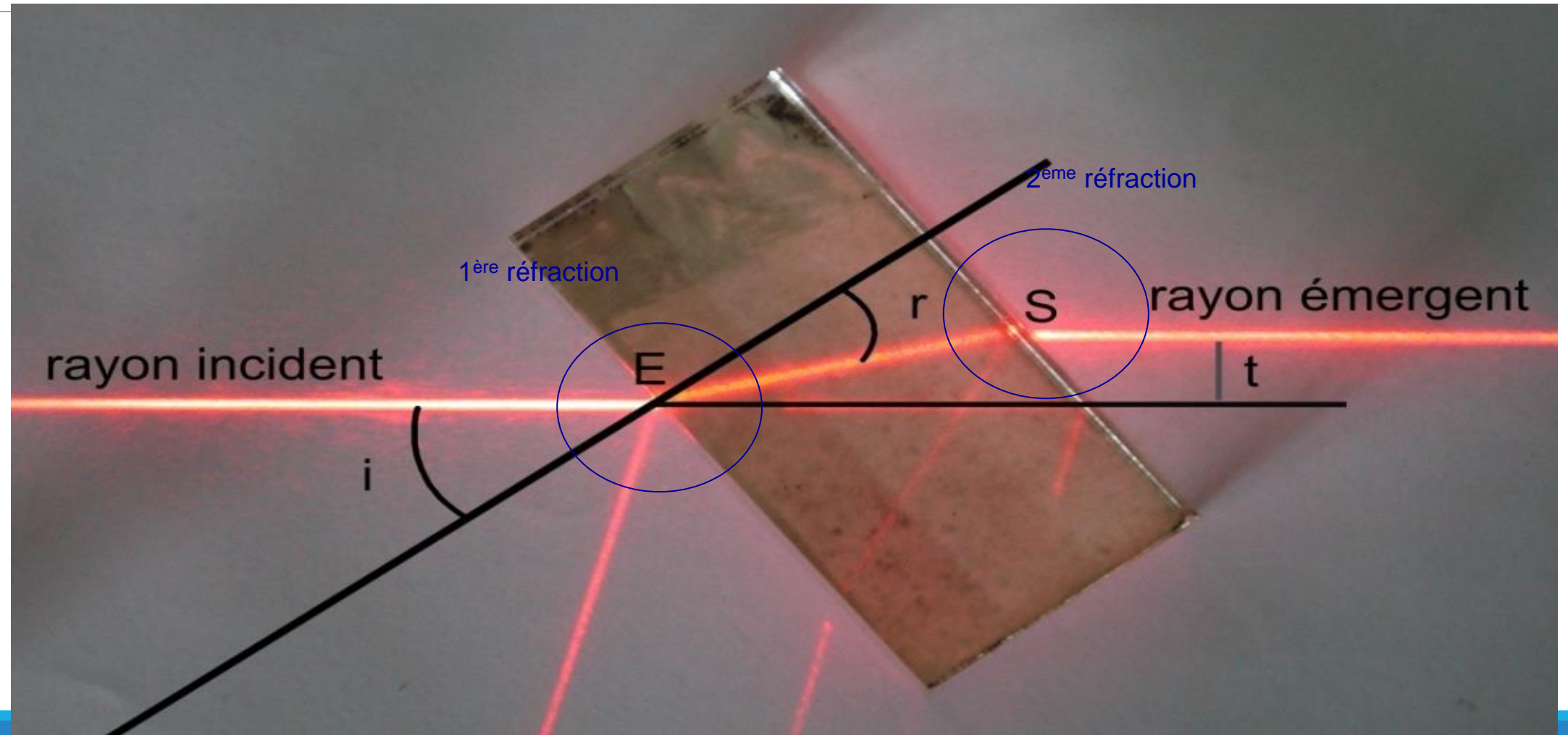


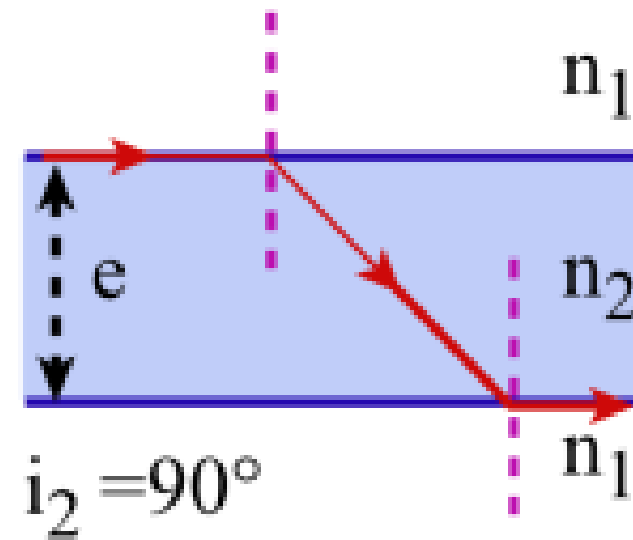
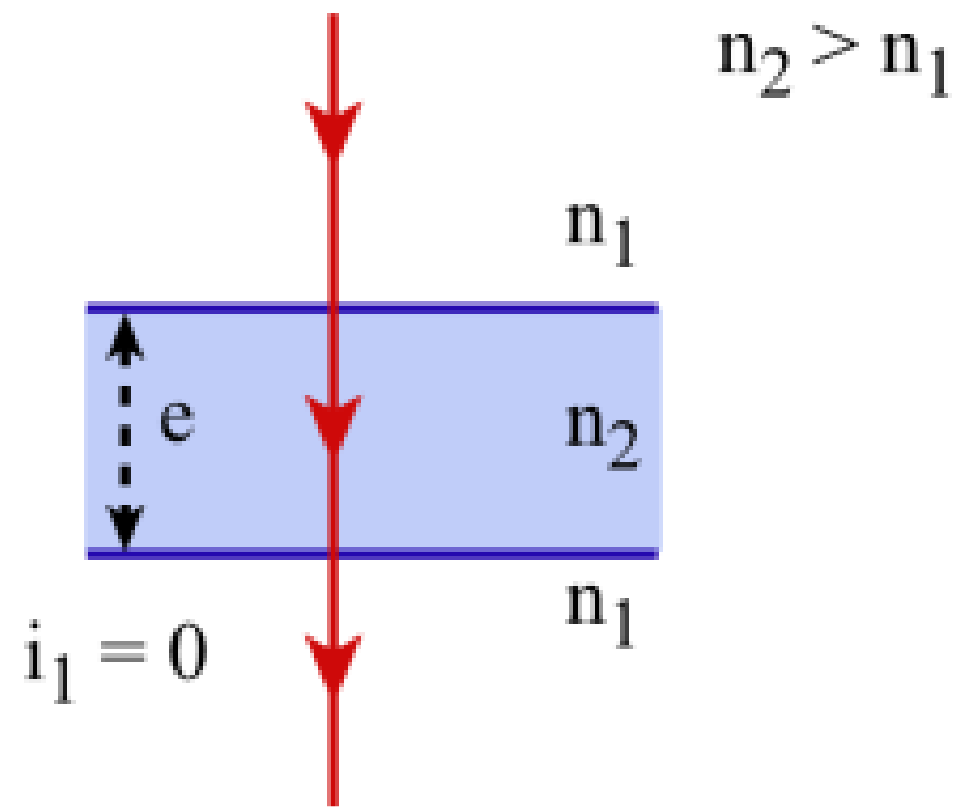
l'objet A_1B_1 est réel et perpendiculaire à la surface du dioptre .

$$\gamma = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A_1B_1}} = \frac{n_2}{n_1}$$



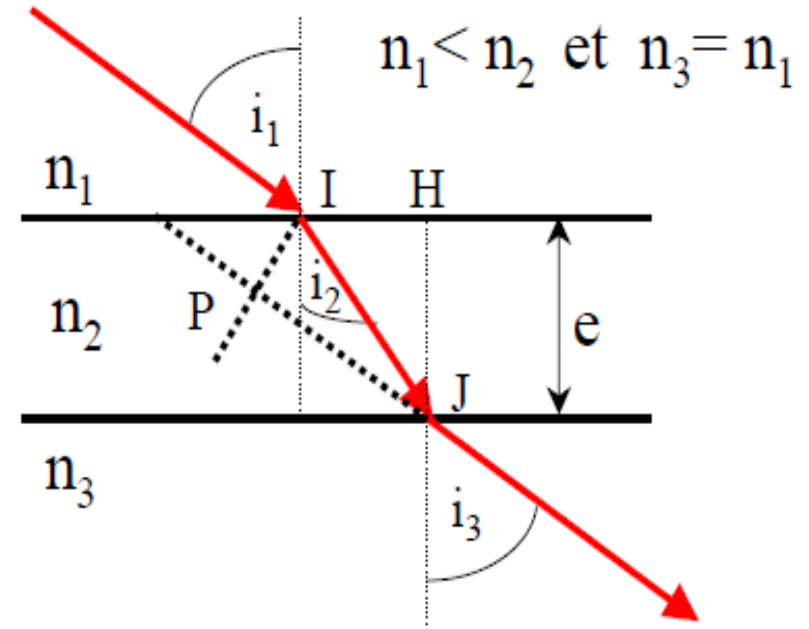
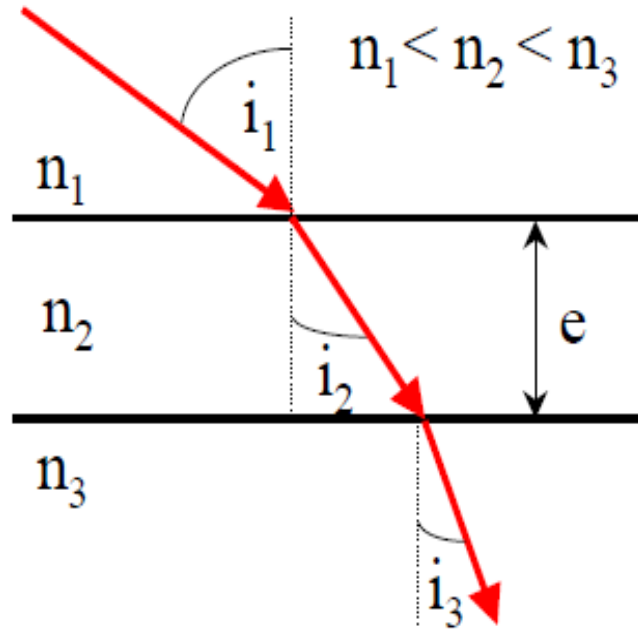
Lame à faces parallèles

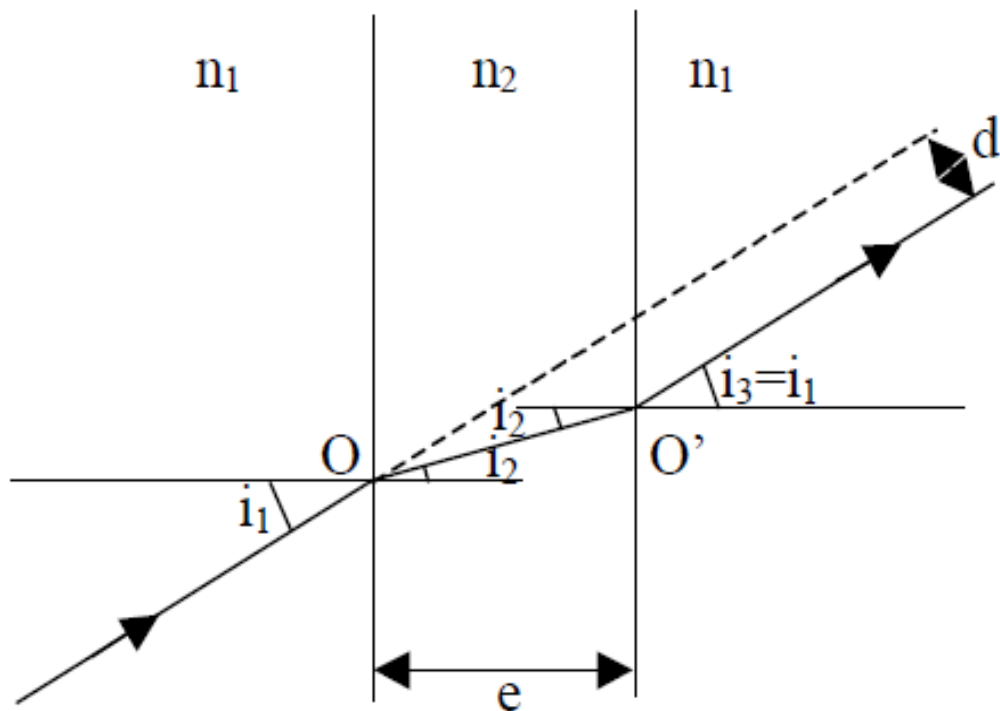




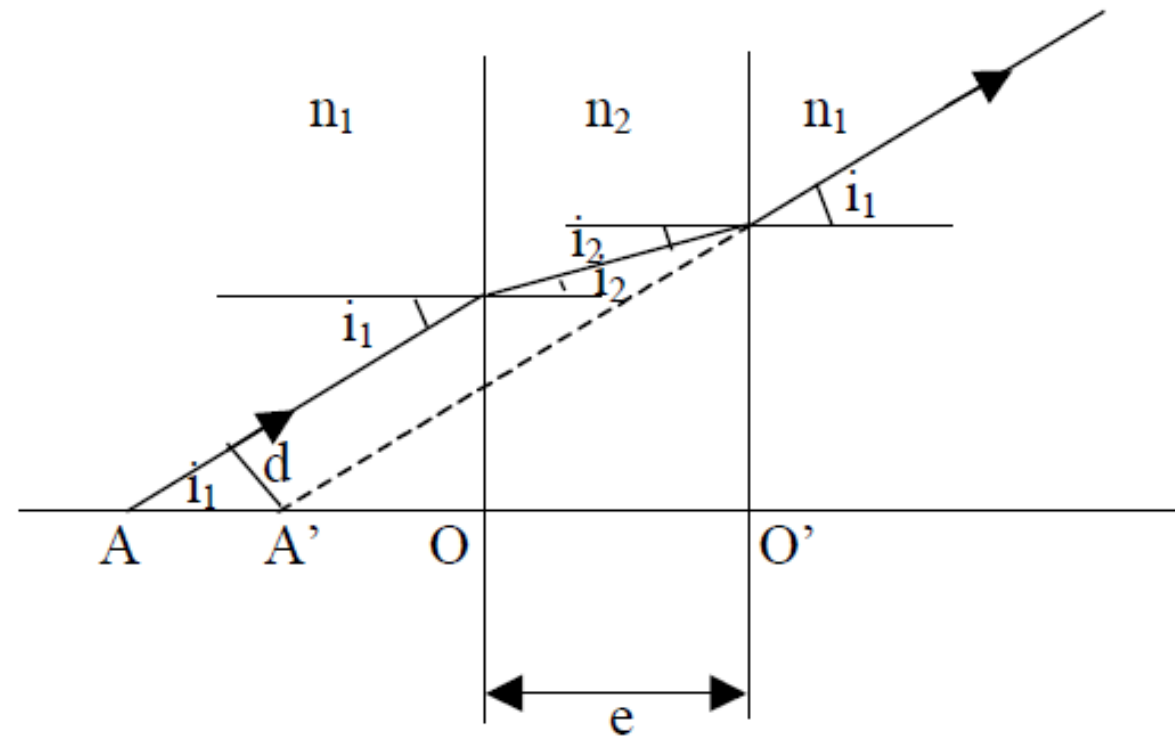
Lame à faces parallèles

Soit 3 milieux d'indice n_1 , n_2 et n_3 séparés par deux dioptries plans distant de e .





$$d = e \sin i_1 \left(1 - \frac{n_1}{n_2} \right)$$

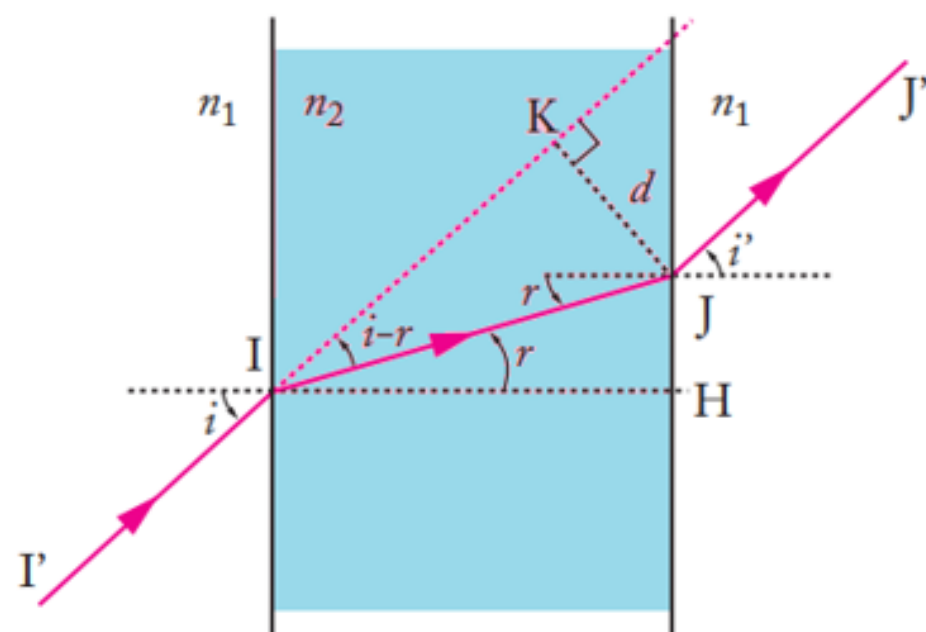


$$AA' = e \left(1 - \frac{n_1}{n_2} \right)$$

Exemple :

Calculer d et AA' pour une lame plongée dans l'air .

Donc $n_1 = 1$ et $n_2 = n$ (verre quelconque)



Au point I on a : $n_1 \sin i = n_2 \sin r$

Donc : $r = \arcsin (n_1 / n_2 \sin i)$

Au point J on a : $n_2 \sin r = n_1 \sin i'$

Donc : $i = i'$

La distance d est déterminée par les relations dans le triangle IJK, rectangle en K :

$$d = JK = IJ \sin(i - r)$$

Par ailleurs, dans le triangle IJH rectangle en H, nous avons :

$$IJ = \frac{IH}{\cos r} = \frac{e}{\cos r}$$

On peut donc écrire :

$$d = e \frac{\sin(i - r)}{\cos r}$$

$$d = e \frac{\sin(i-r)}{\cos r}$$

Il faut éliminer r dans cette expression :

$$\cos r = \sqrt{1 - \sin^2 r} = \frac{\sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 i}}{n_2}$$

$$d = e \frac{\sin i \cos r - \sin r \cos i}{\cos r}$$

Nous obtenons finalement :

$$d(i) = e \left(\sin i - \frac{n_1 \sin i}{\sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 i}} \cos i \right) = e \sin i \frac{\sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 i} - n_1 \cos i}{\sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 i}}$$

Pour des rayons proches de la normale, $\sin i \rightarrow i$, $\sin^2 i \rightarrow 0$ et $\cos i = \sqrt{1 - \sin^2 i} \rightarrow 1$.

Déplacement latéral pour $i \rightarrow 0$

$$d \approx ei \left(1 - \frac{1}{n} \right)$$

Pour des rayons proches de la normale, $\sin i \rightarrow i$, $\sin^2 i \rightarrow 0$ et $\cos i = \sqrt{1 - \sin^2 i} \rightarrow 1$.

$$\boxed{d \approx e \sin i \left(1 - \frac{1}{n}\right)} \quad \text{Déplacement latéral pour } i \rightarrow 0 \quad \boxed{d \approx ei \left(1 - \frac{1}{n}\right)}$$

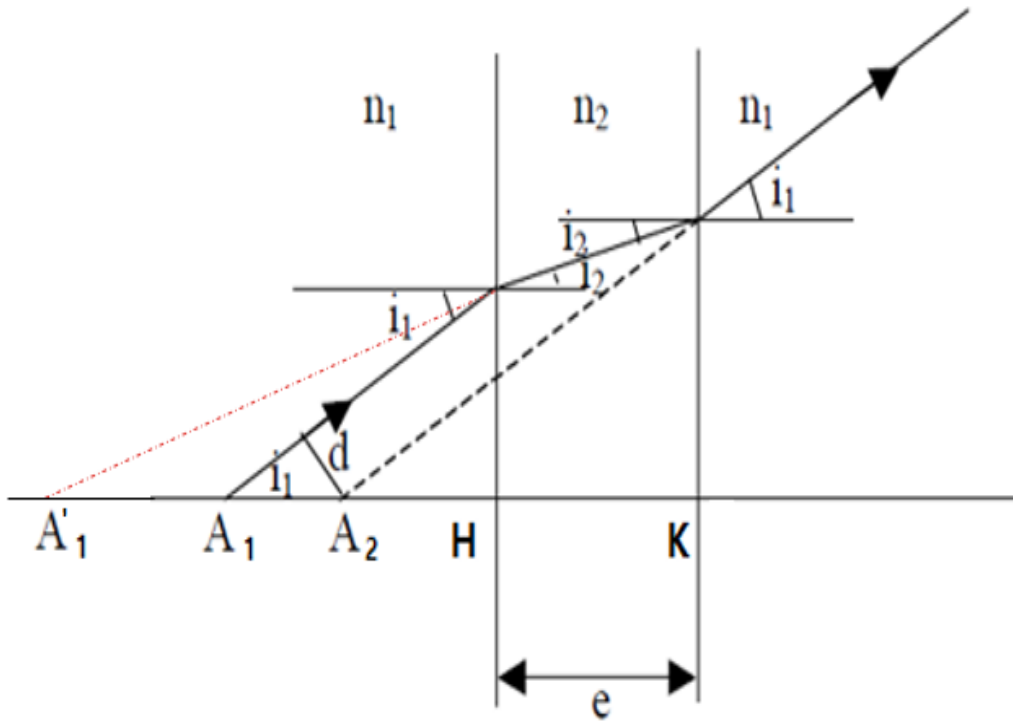
L'image d'un point A est un point A' . La distance AA' vaut $= \frac{d}{\sin i} \approx e \left(1 - \frac{1}{n}\right)$.

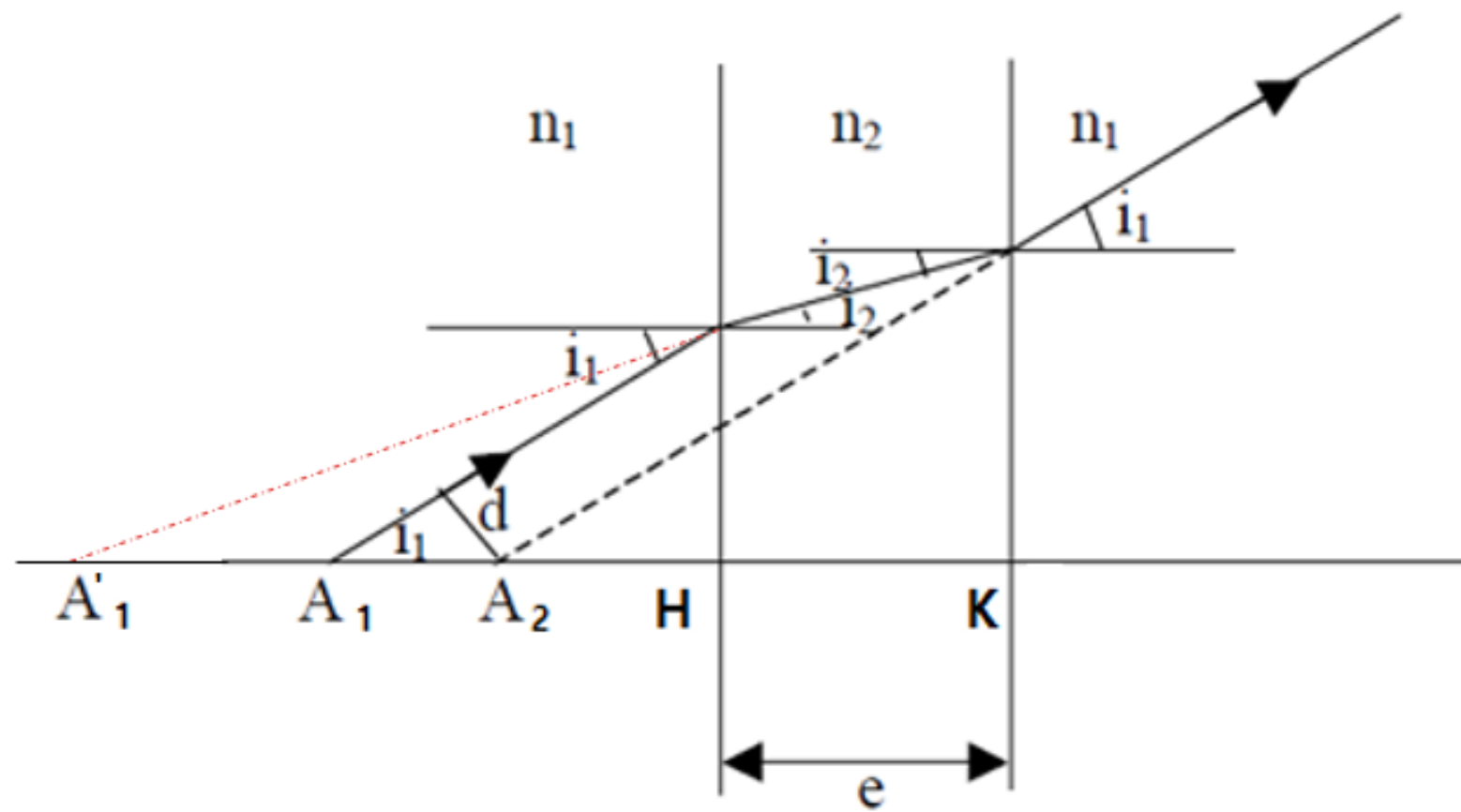
Déplacement apparent

$$\boxed{AA' \approx e \left(1 - \frac{1}{n}\right)}$$

$n > 1$, un objet paraît plus proche qu'il n'est en réalité.

Calcul de aa'
(méthode 2)





$$\overline{A_2H} = \overline{A_1H} \frac{n_2}{n_1} \quad (1)$$

$$\overline{A'_1K} = \overline{A_2K} \frac{n_1}{n_2} \quad (2)$$

A partir (1) et (2), on détermine pour la lame, la position relative de l'image finale et virtuelle A'1 par rapport au point objet réel A1.

On a :

$$\overline{A'_1K} = (\overline{A_2H} + \overline{HK}) \frac{n_1}{n_2} = \left(\overline{A_1H} \frac{n_2}{n_1} + \overline{HK} \right) \frac{n_1}{n_2} = \overline{A_1H} + \overline{HK} \frac{n_1}{n_2} = \overline{A_1K} + \overline{KH} \left(1 - \frac{n_1}{n_2} \right)$$

$$\overline{A_1A'_1} = \overline{HK} \left(1 - \frac{n_1}{n_2} \right)$$

Donc :

$$\overline{A_1A'_1} = e \left(1 - \frac{n_1}{n_2} \right)$$

Merci
