

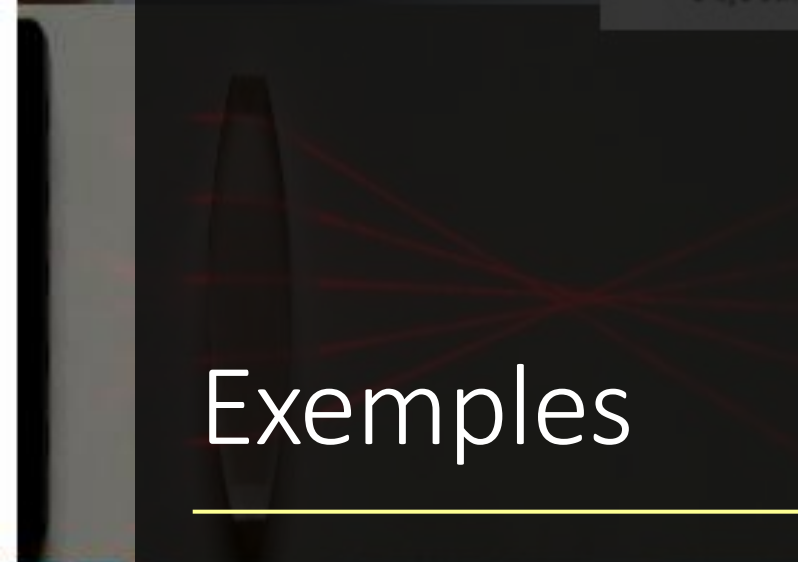
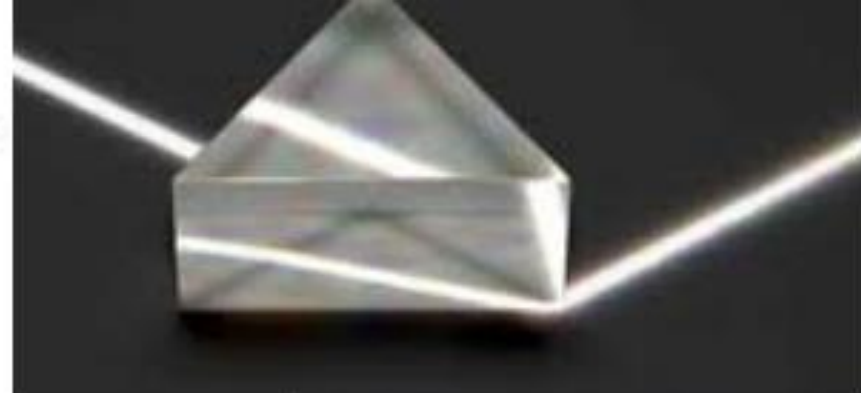
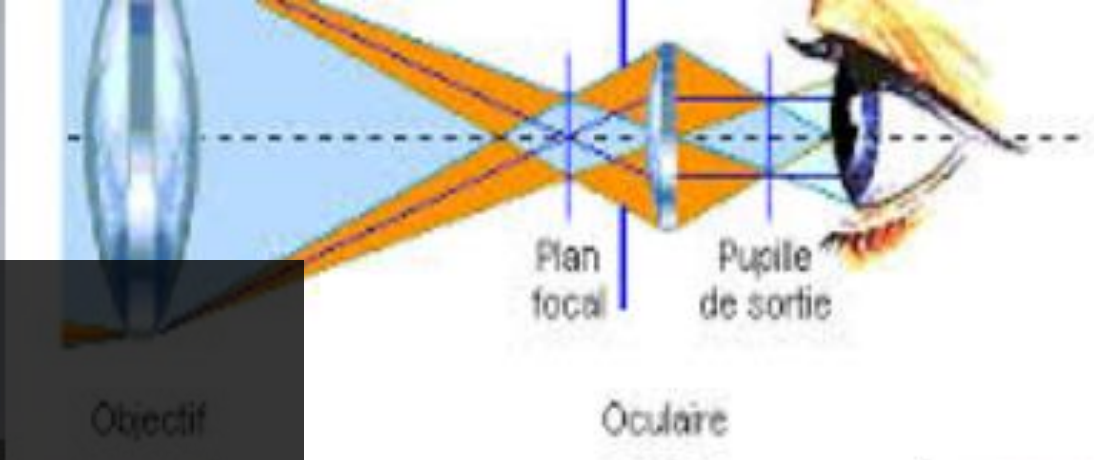
SYSTEMES OPTIQUES

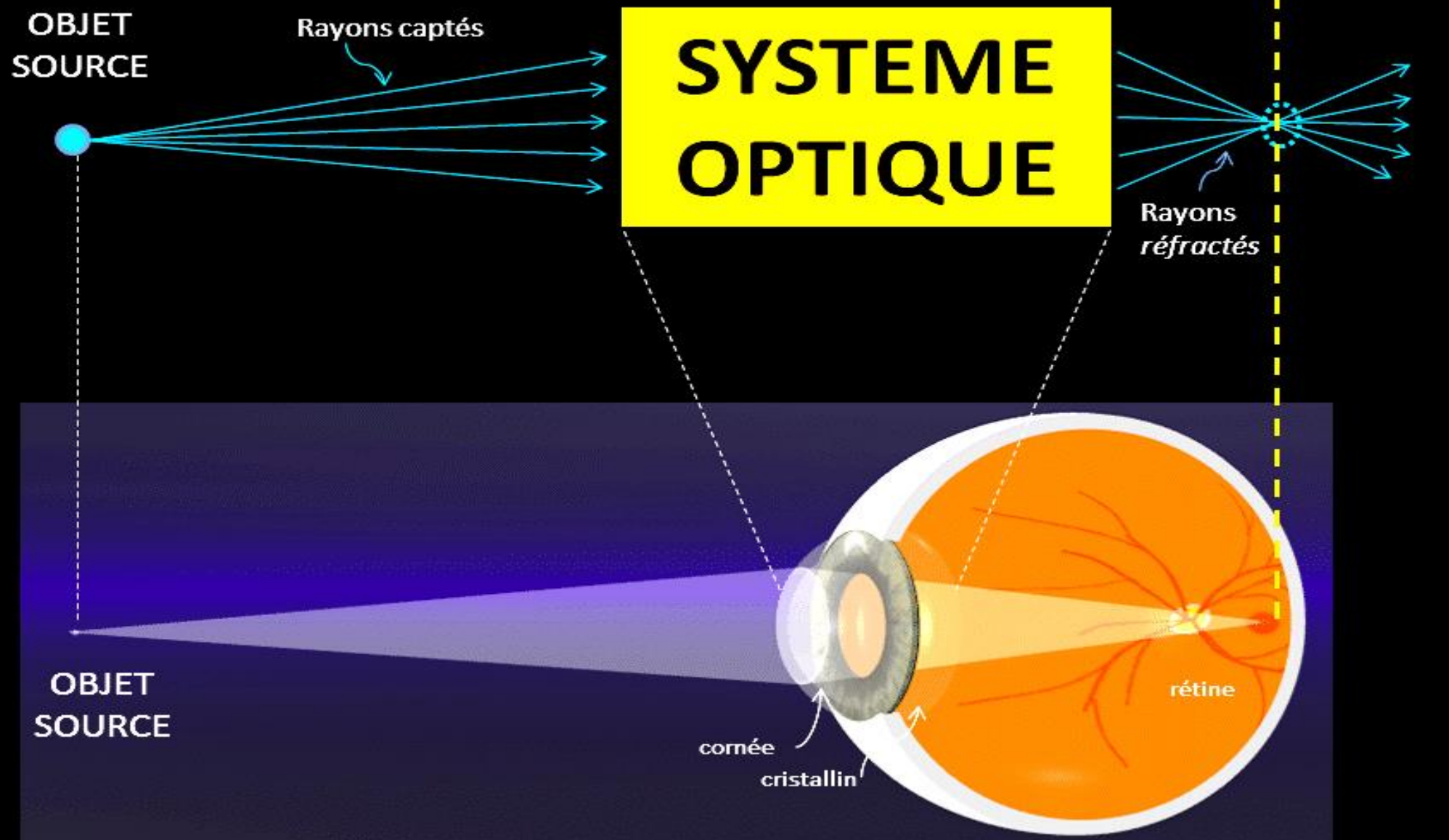
(01)

Dioptre Plan & Lame à Faces Parallèles

R.DAHMANI

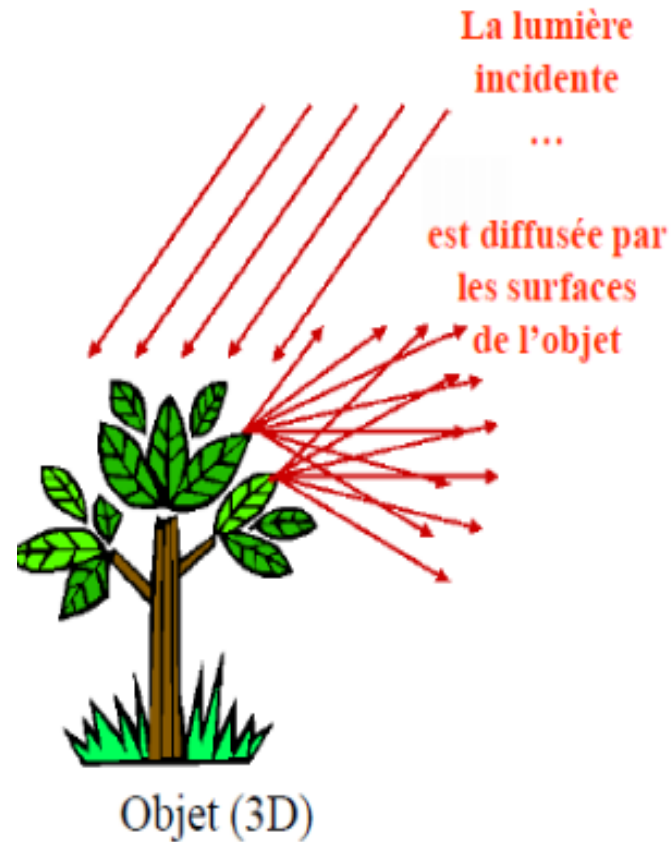
2025



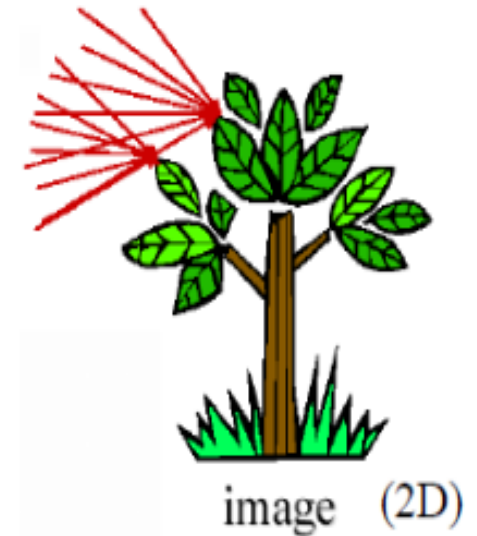


Objectifs : Pourquoi?

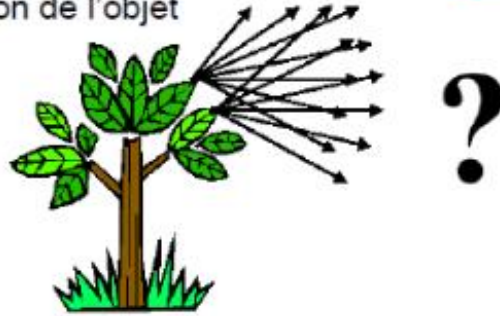
1. Comment se forme une image a travers un SO?
2. Comment peut-on avoir une image claire?
3. Pourquoi certaines images formées sont floues.?



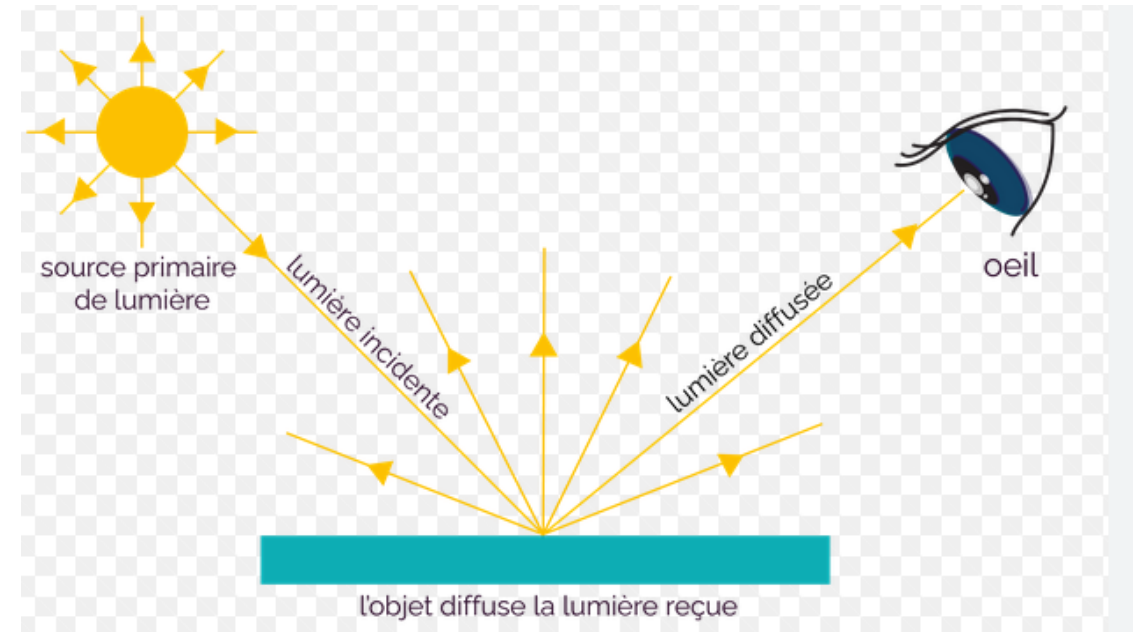
Donc, on a besoin d'une optique pour “reassembler” dans une image ces rayons qui ont été diffus



- 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



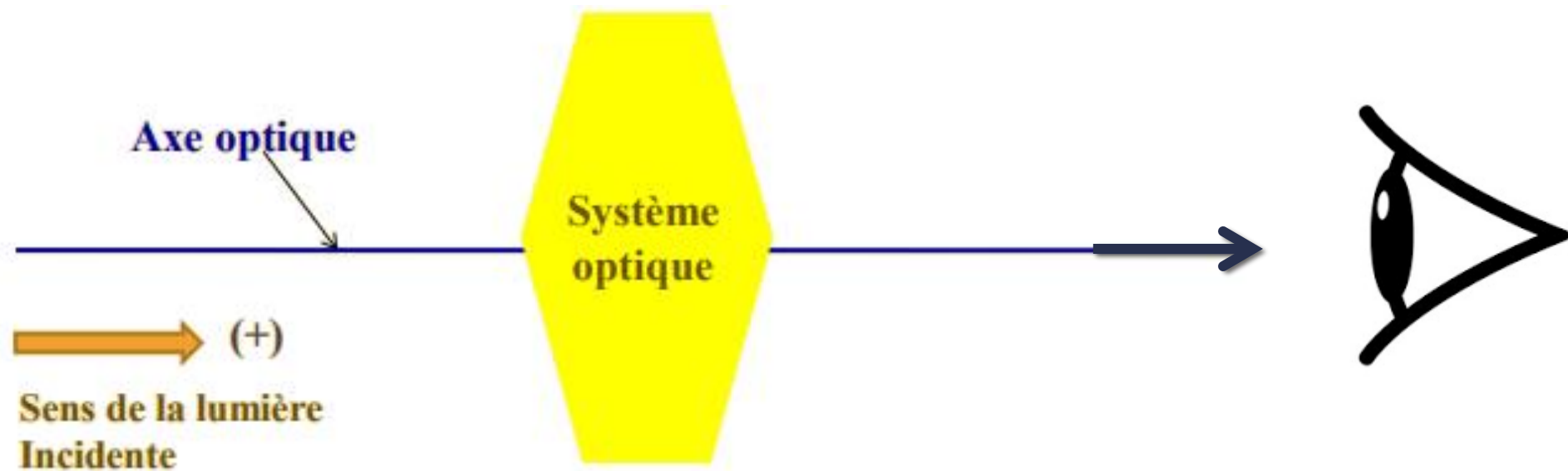
- Pour "relocaliser" ces détails, il est nécessaire de réunir, re-concentrer ("**focaliser**") tous les rayons venant d'un point objet en un autre point dans l'espace ("**image**")
- Ceci est ce que va faire un **système optique d'imagerie**



- 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.....

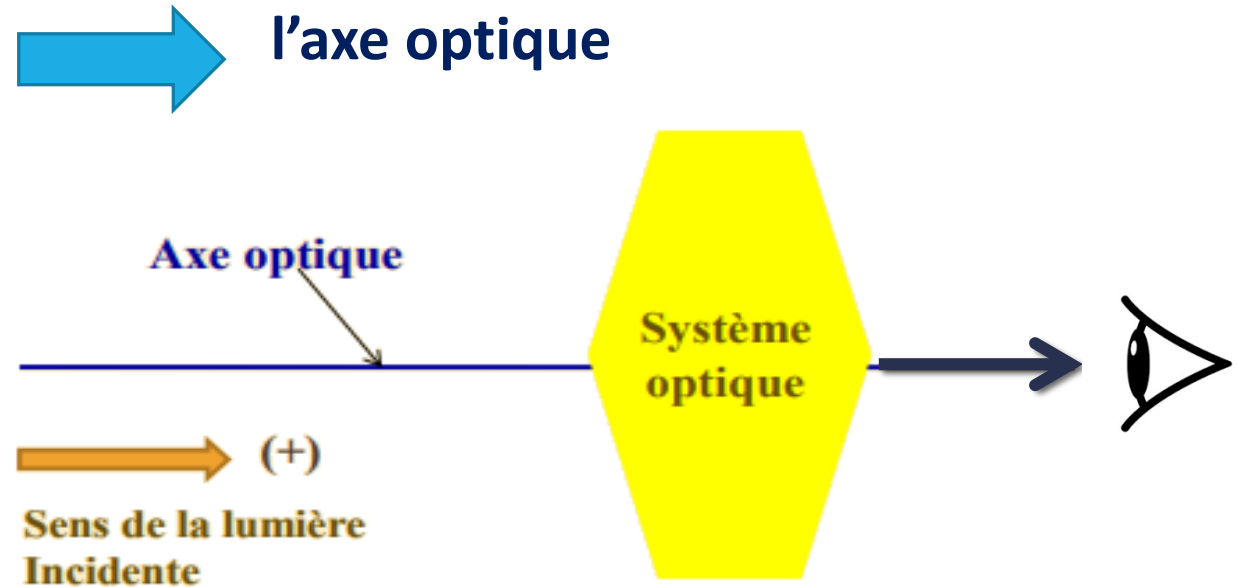


Système optique centré

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

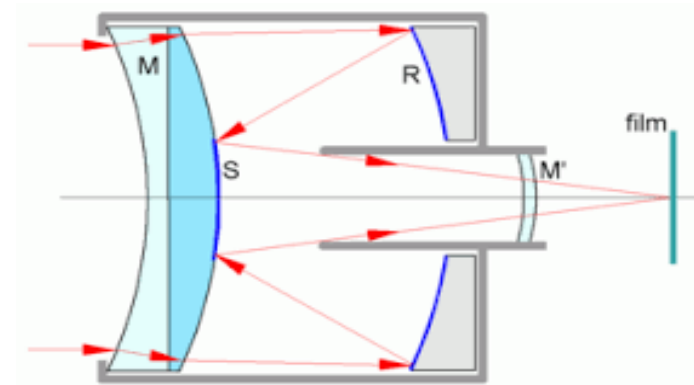


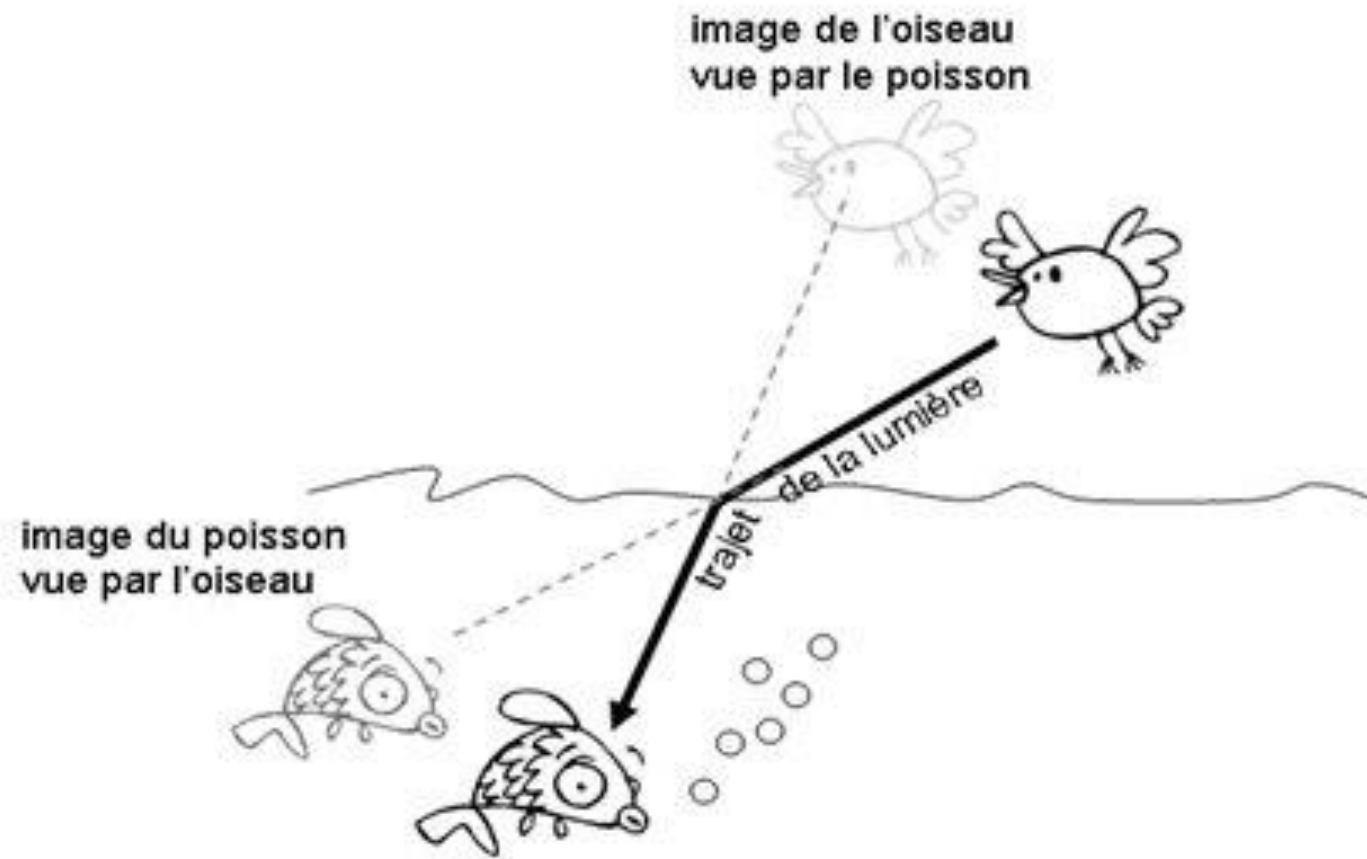
Système optique centré

- **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

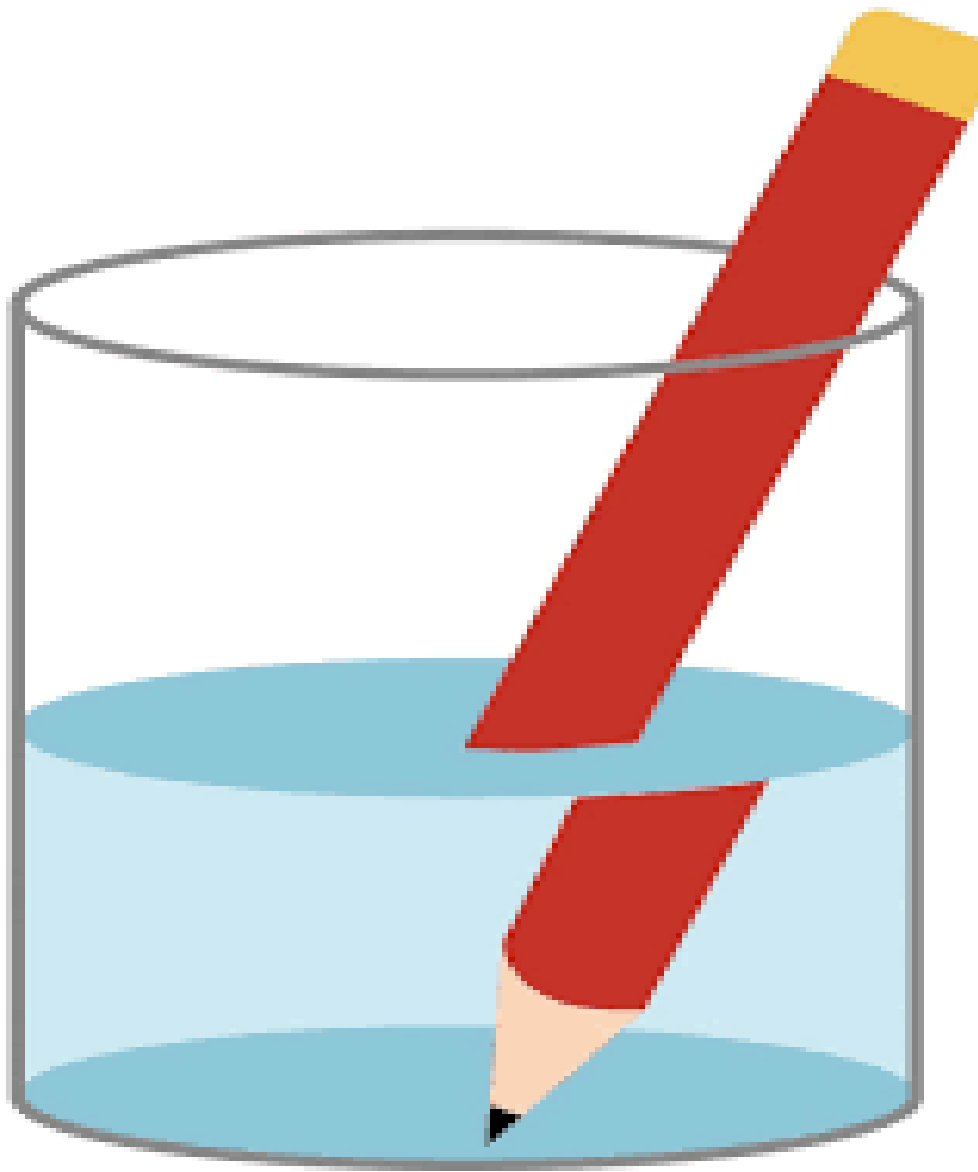




Images : Monde réel et monde virtuel - vrai ou faux?







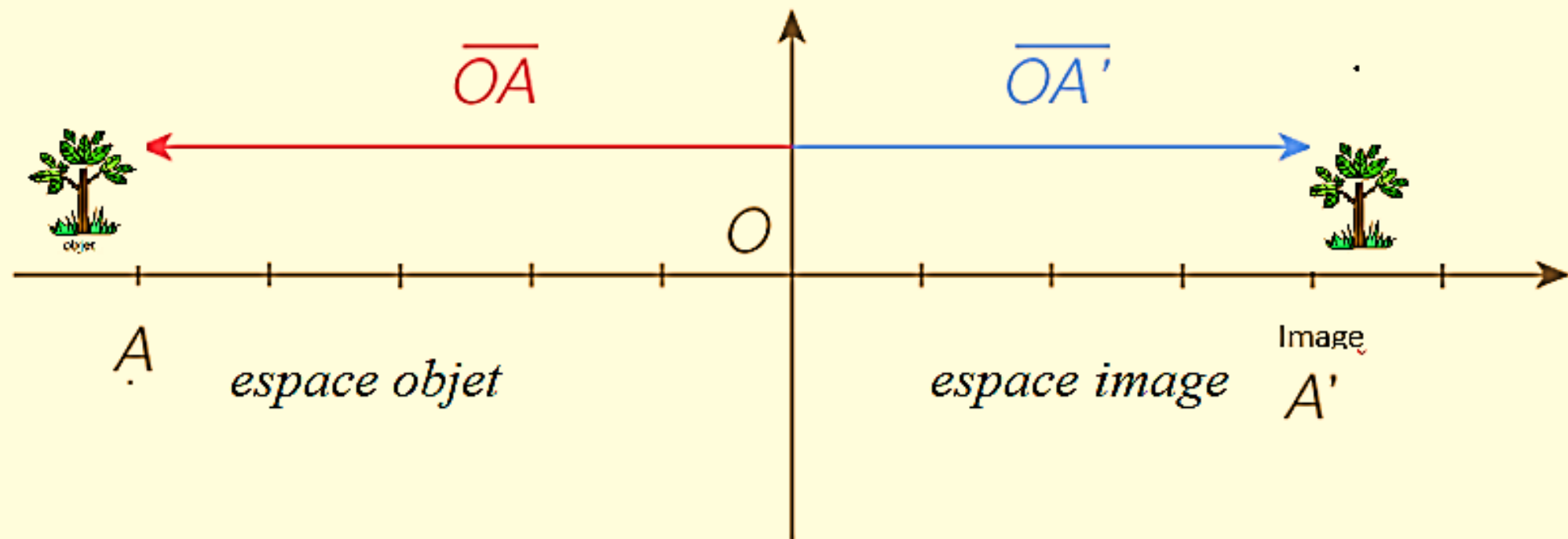


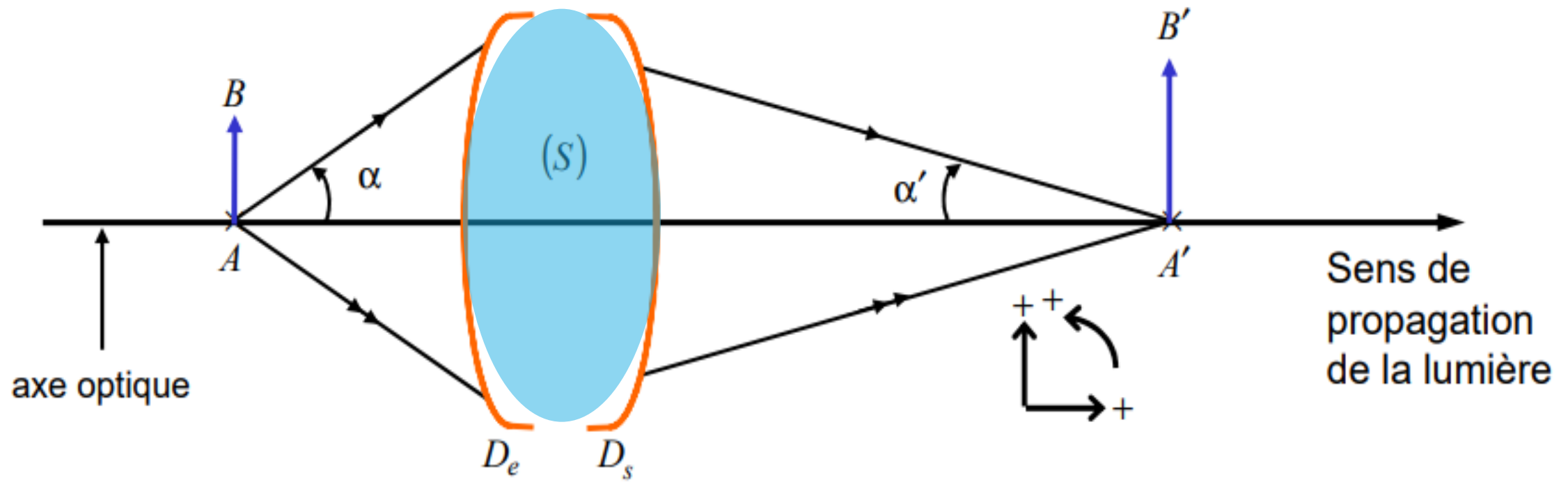
Formation des images à travers un système optique.

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.

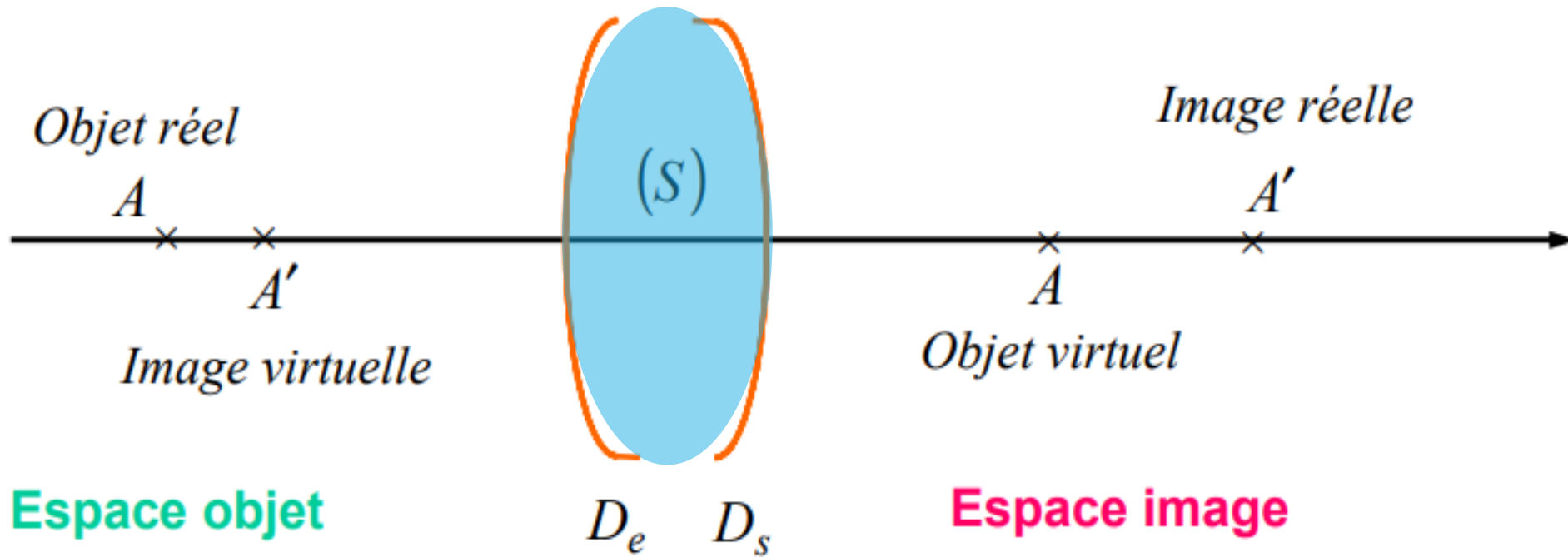




- A est un objet ponctuel situé sur l'axe optique. A' est son image.

On dit que A et A' sont **conjugués**

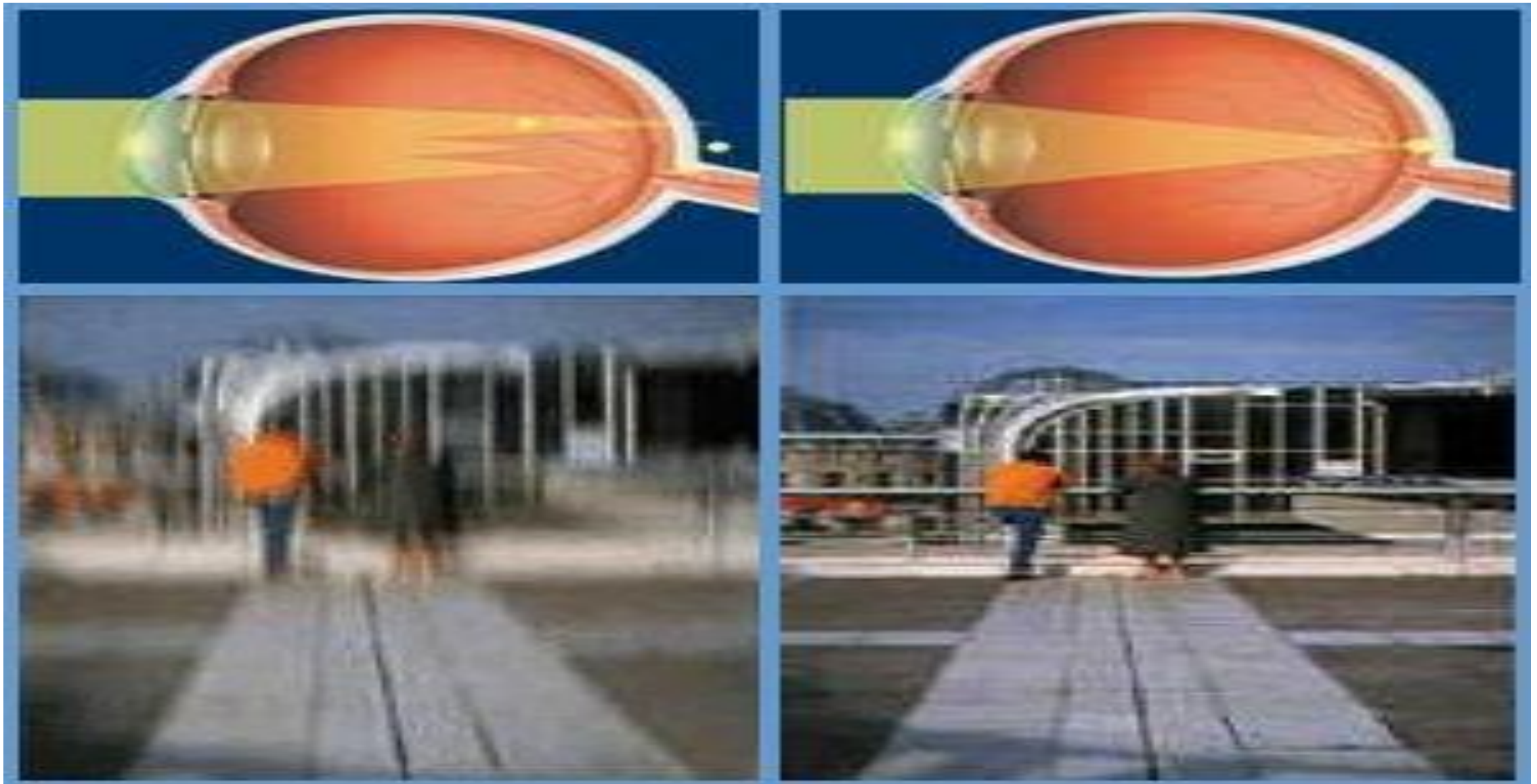
- AB est un objet étendu situé sur l'axe optique. $A'B'$ est son image.



- 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

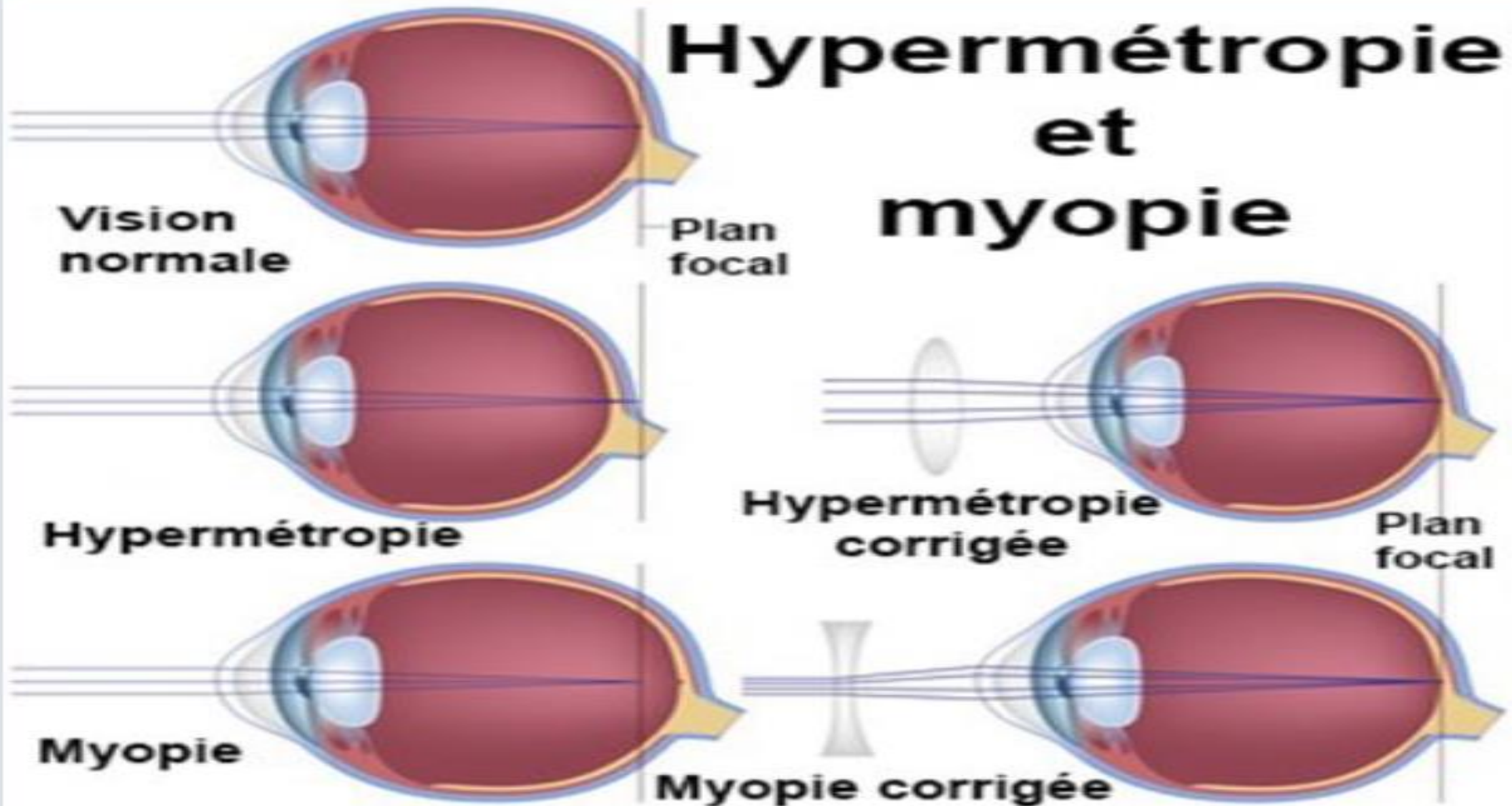
Stigmatisation et stigmatisation approchée





STIGMATISME ET ASTIGMATISME

Hypermétropie et myopie



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

Images hors conditions de Gauss :

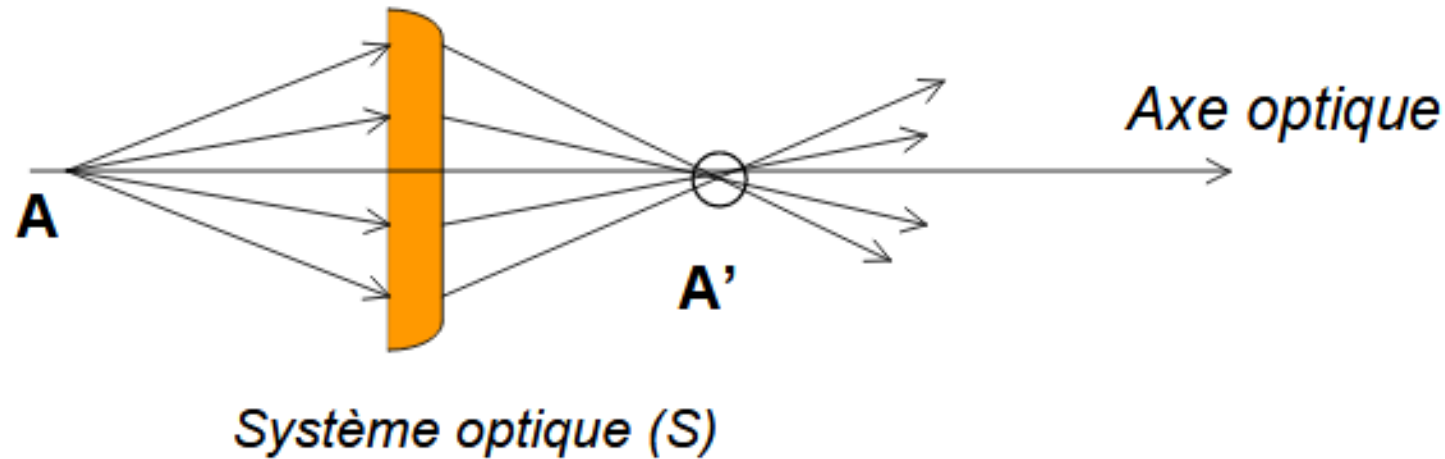
- Floues.
- Déformées.
- Distordues.

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.

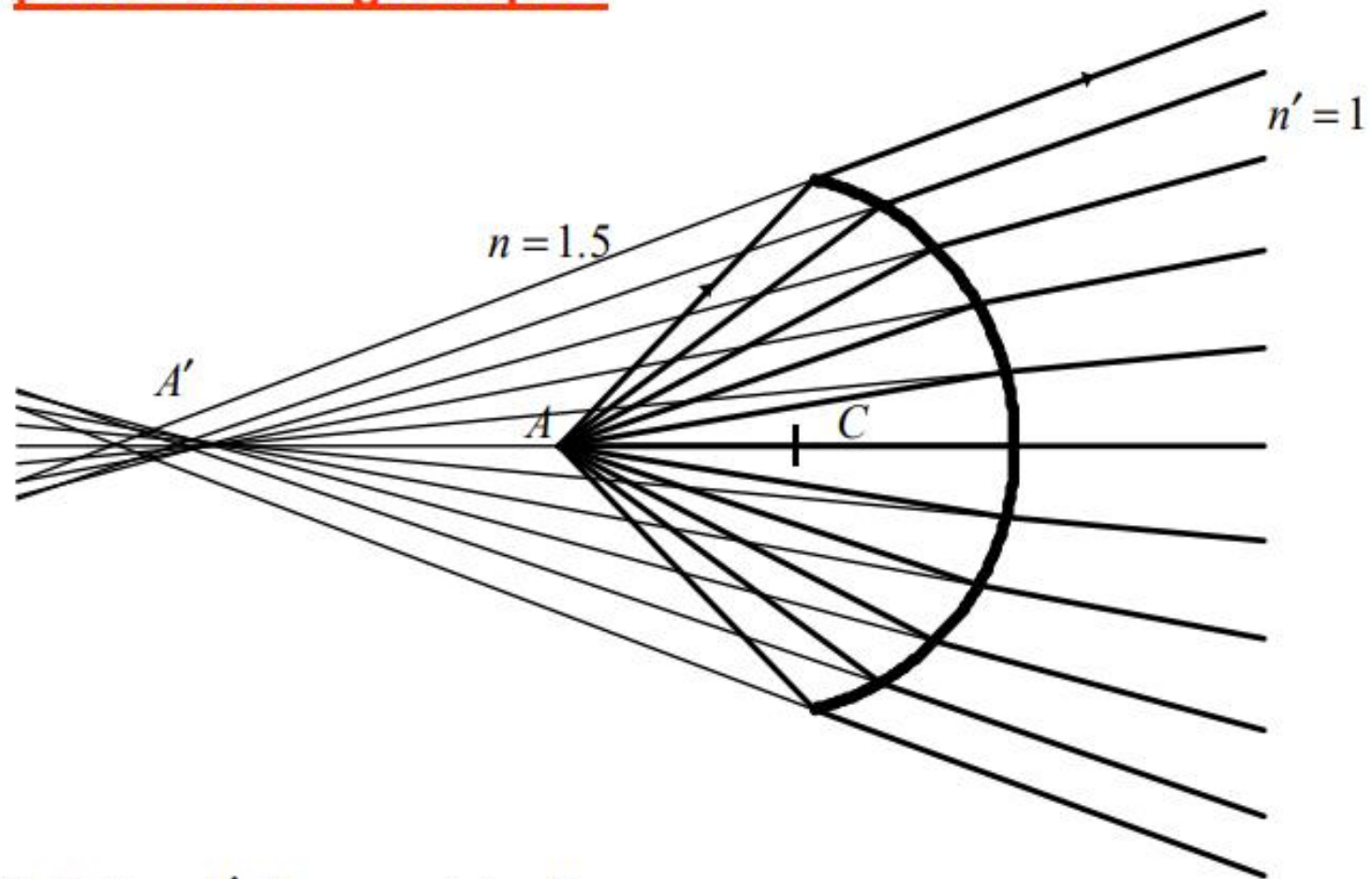
Stigmatisme rigoureux et approché



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 .

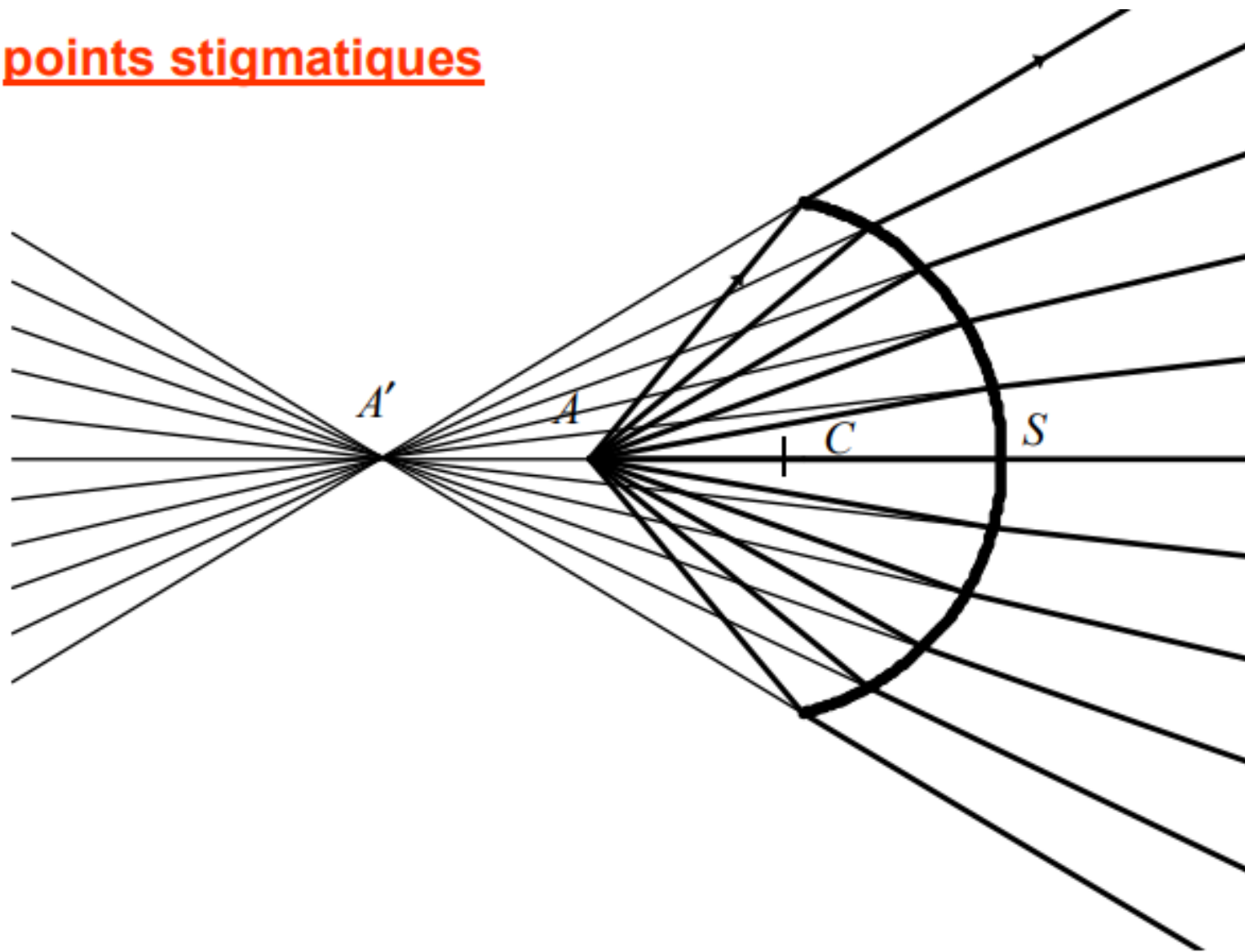
Stigmatisme approché : Le système S présente un stigmatisme approché pour un couple de points A et A' si tous les rayons issus de A passent au voisinage de A' après avoir traversé S .

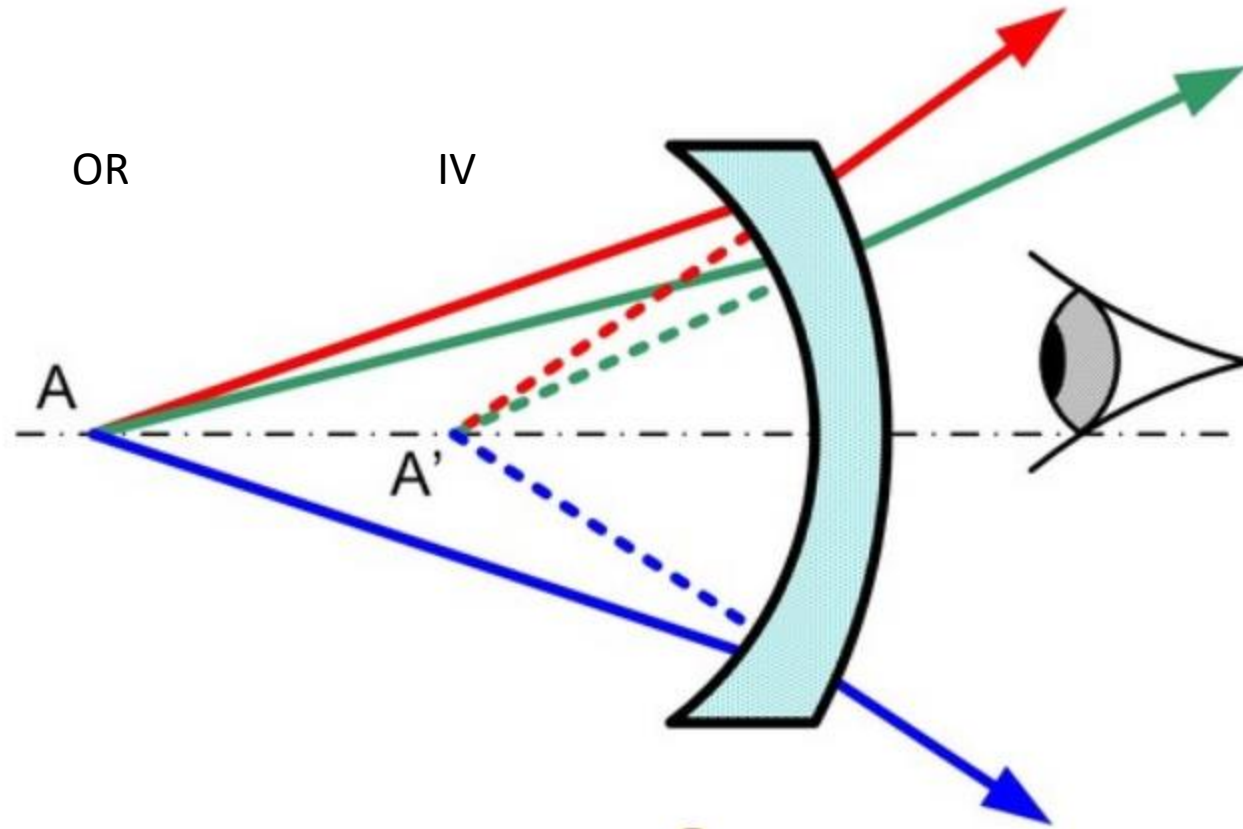
⇒ points non stigmatiques

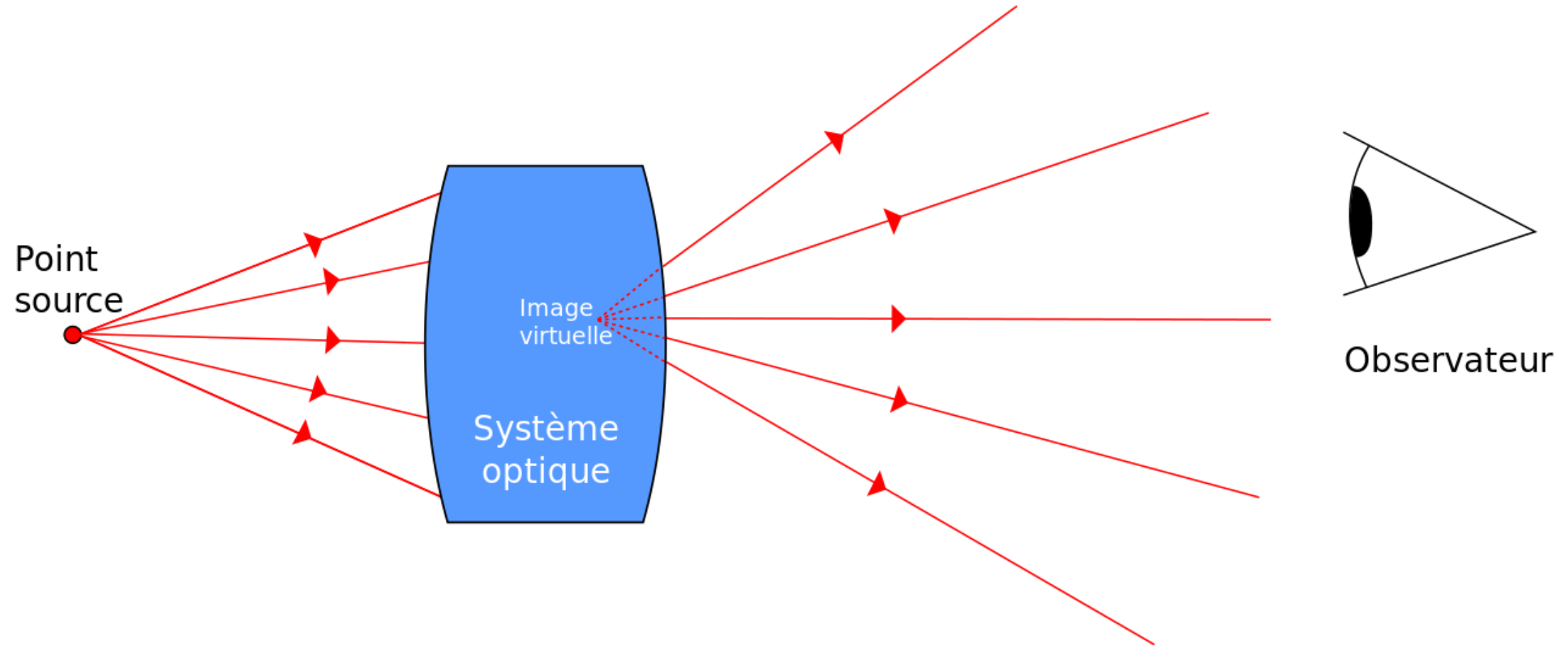


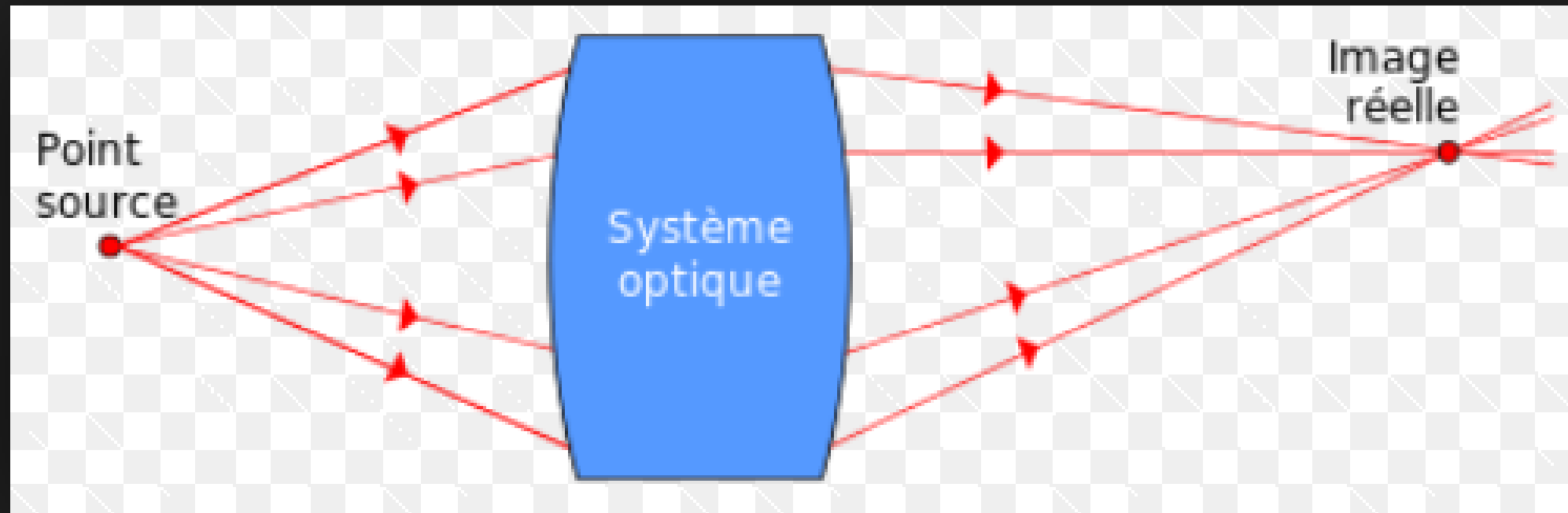
A Objet réel – A' Image virtuelle

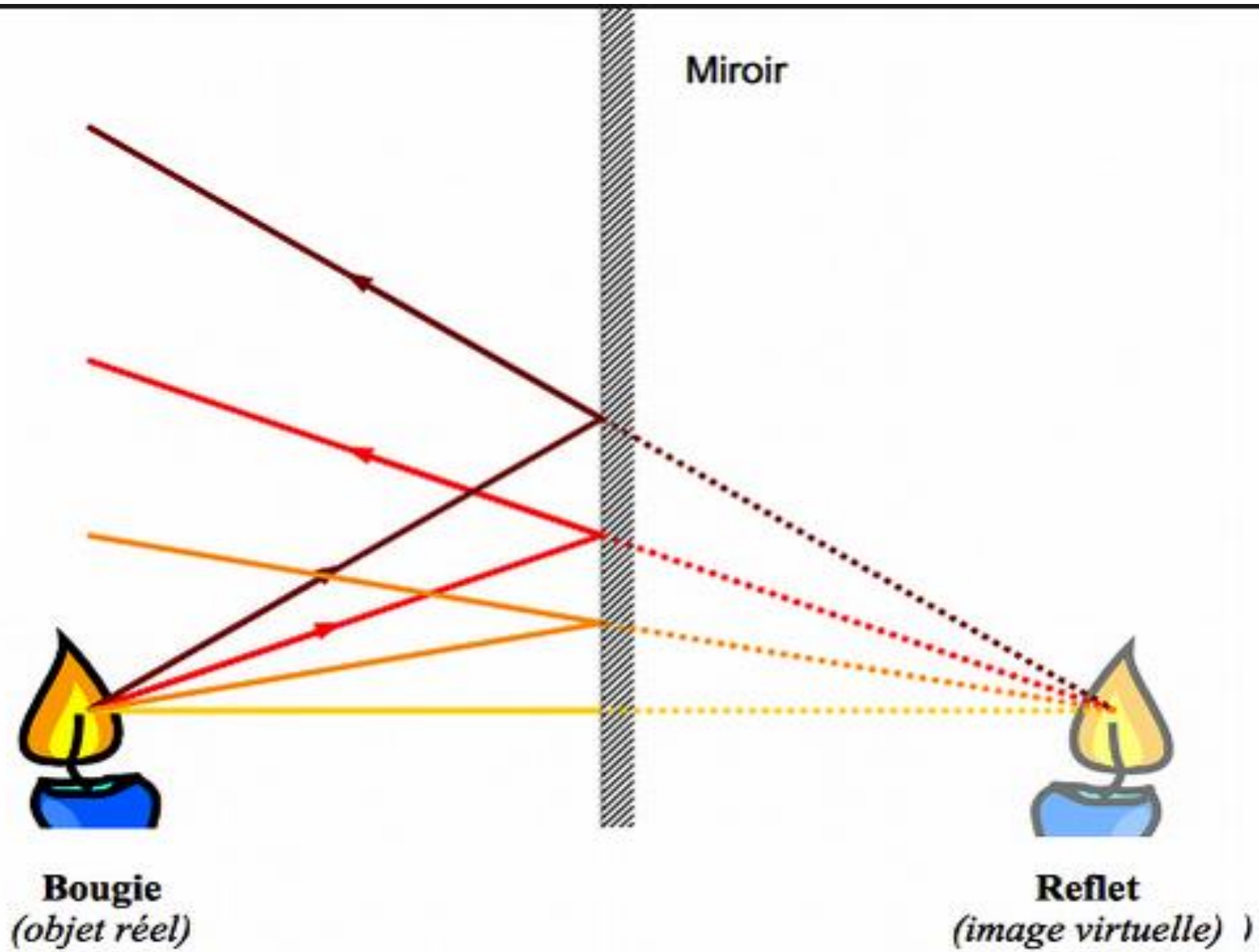
➡ points stigmatiques

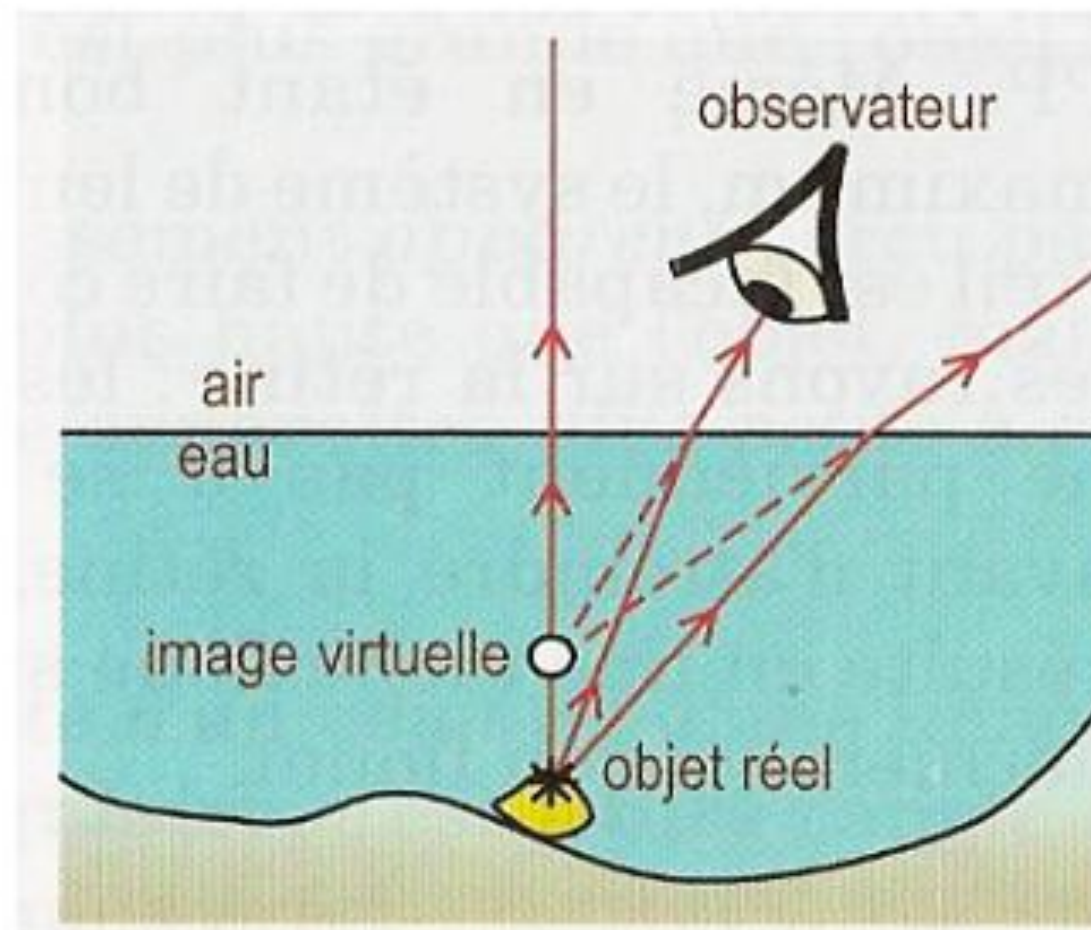
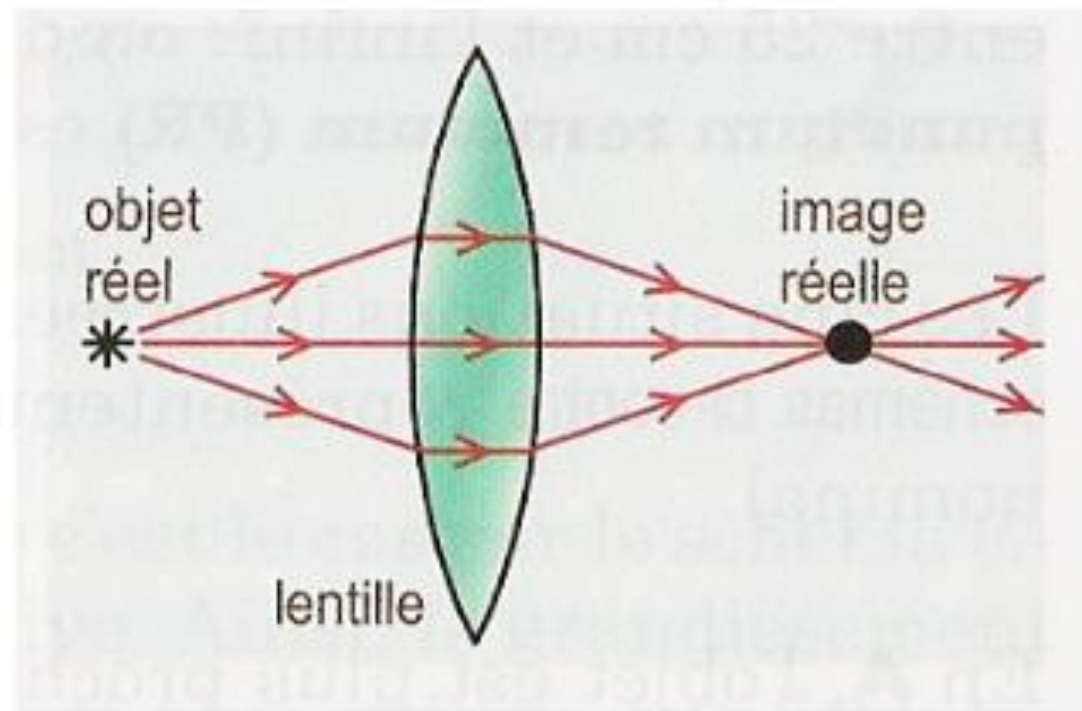












Le Dioptre plan

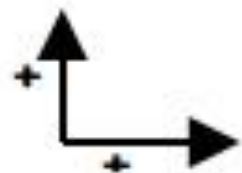
OBJECTIFS

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 :

$$p = \overline{AS}$$

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

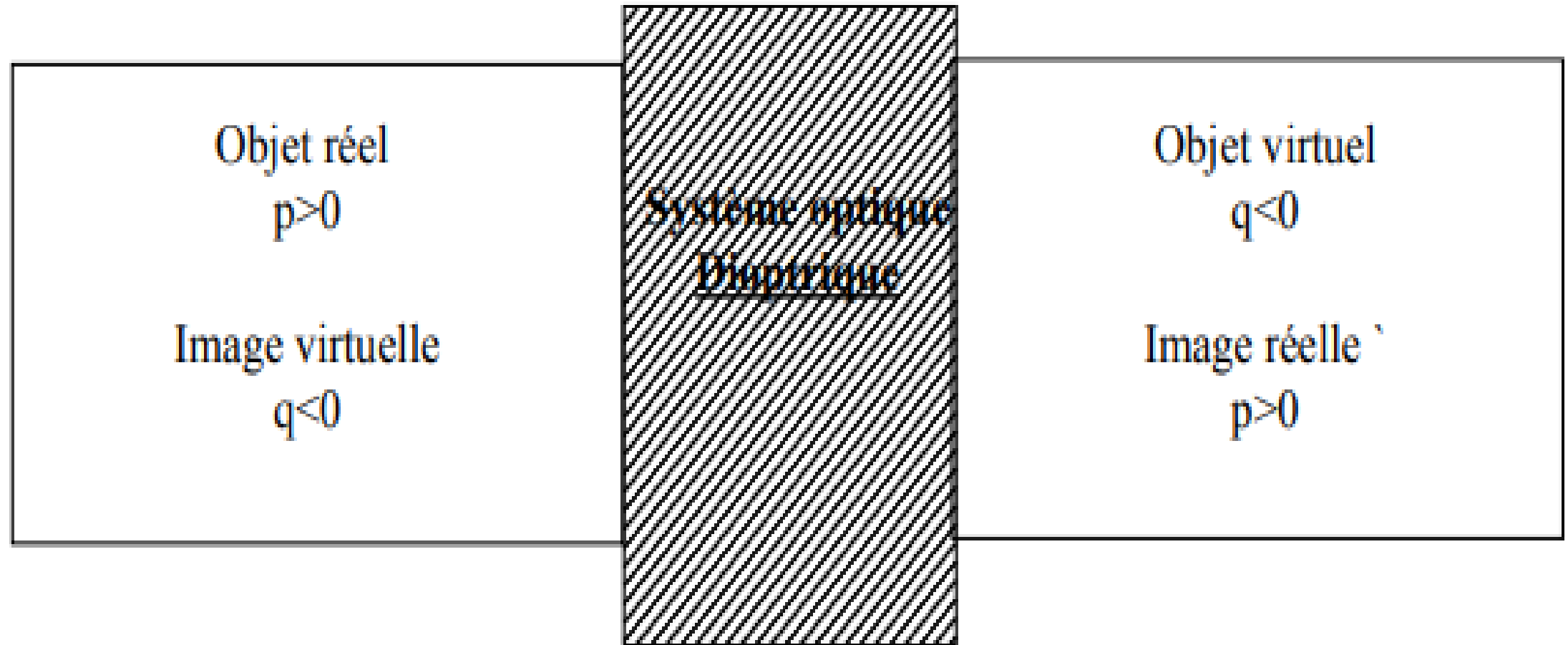
$$R = \overline{SC}$$

Sens de propagation de la lumière

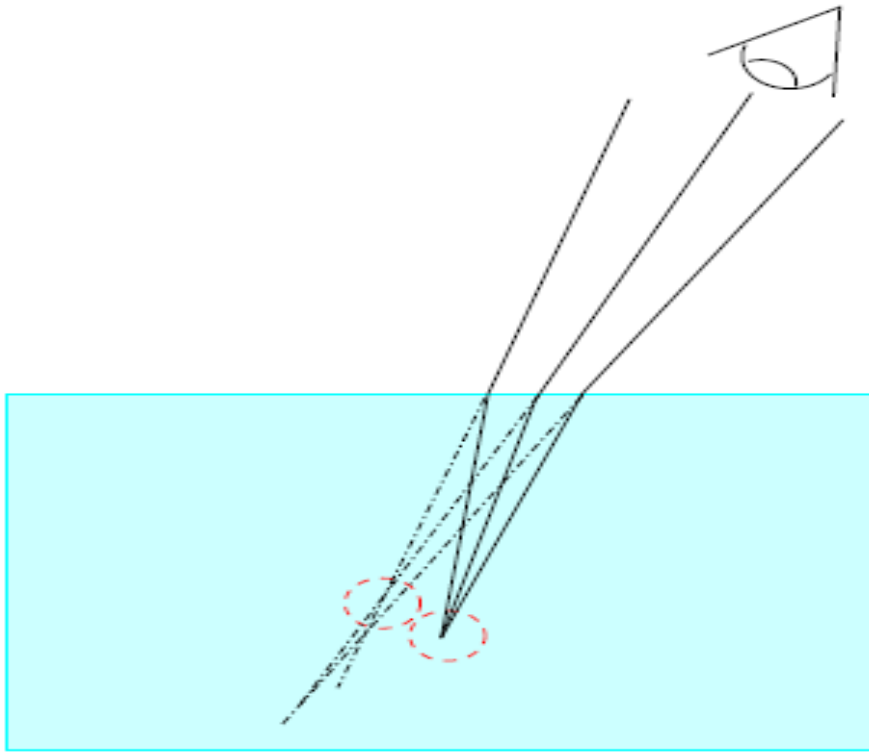


Pour comprendre la logique de cette convention, les paramètres ayant le même sens que celui de la

Sens de propagation de la lumière
→

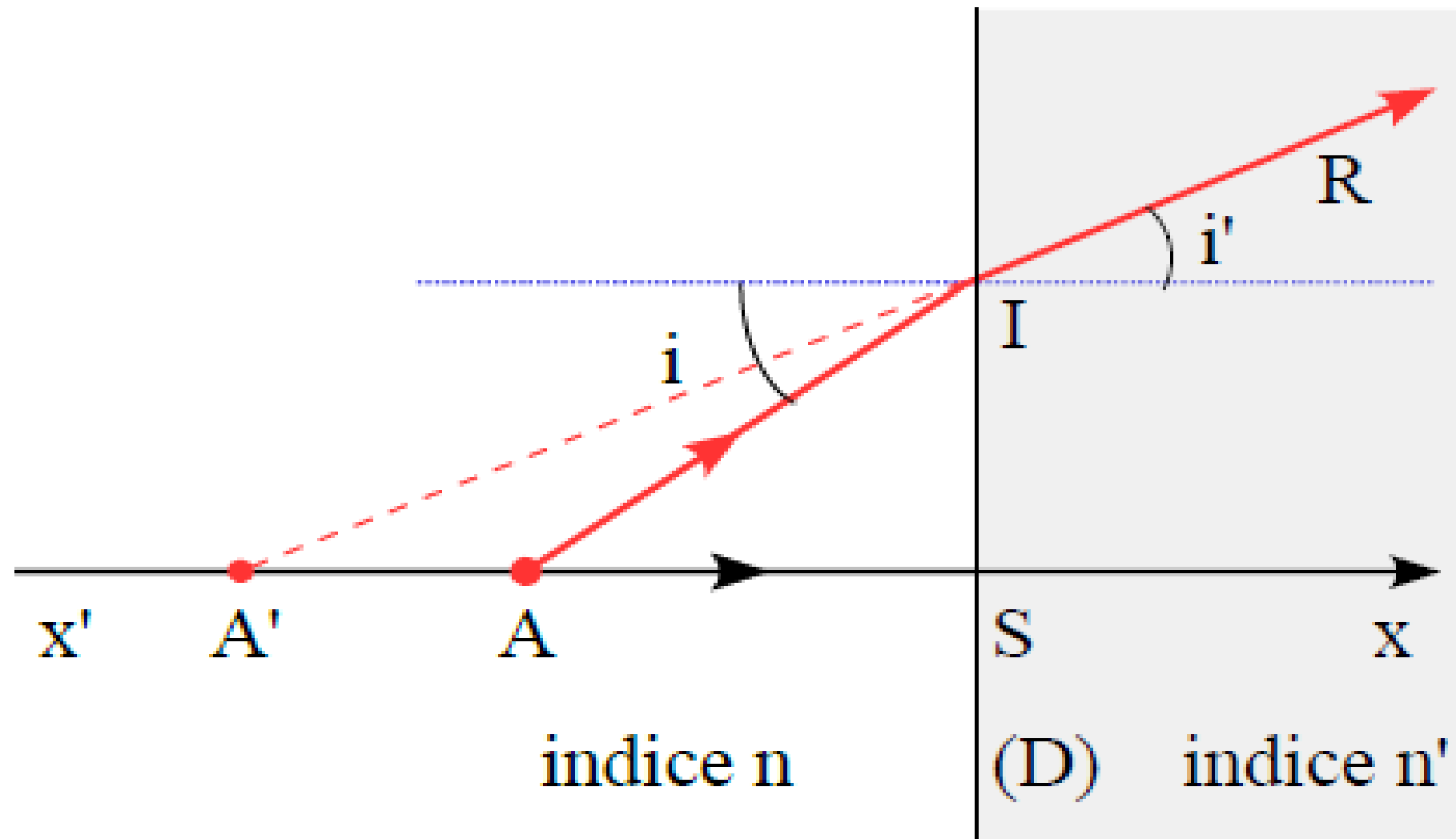


Dioptre plan : Stigmatisme approché



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

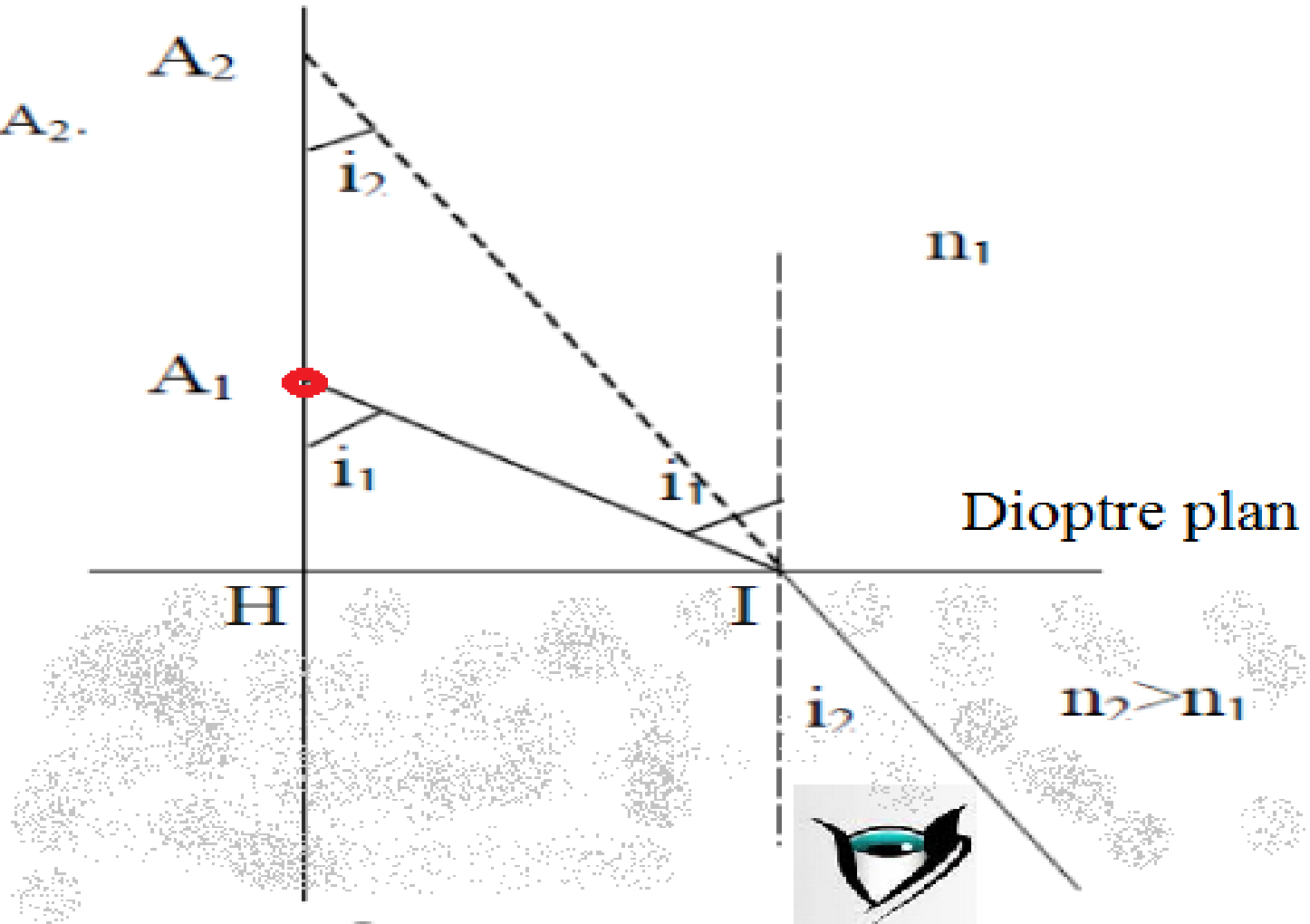
La nature nous offre , en nombre infini de **dioptres plans.**



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

L'image de A_1 est A_2 .

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



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 $\operatorname{tgi}_2 = \sin i_2$

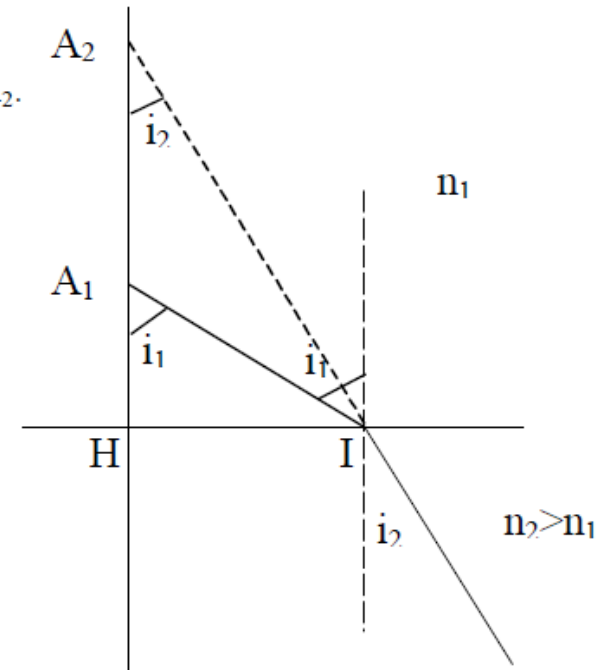
$$\text{donc } HA_1 \sin i_1 = HA_2 \sin i_2$$

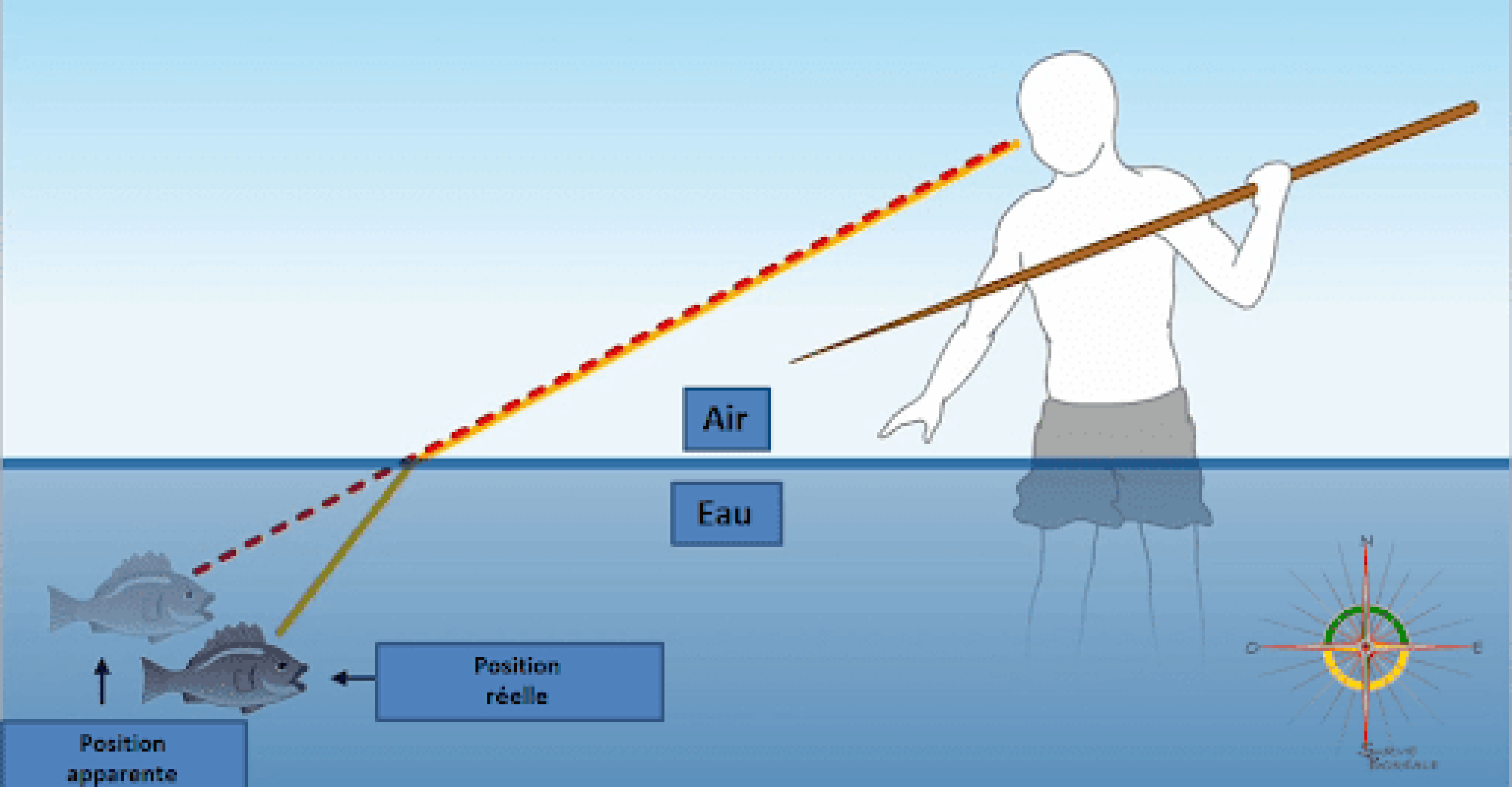
$$\text{or } n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

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

L'image de A_1 est A_2 .

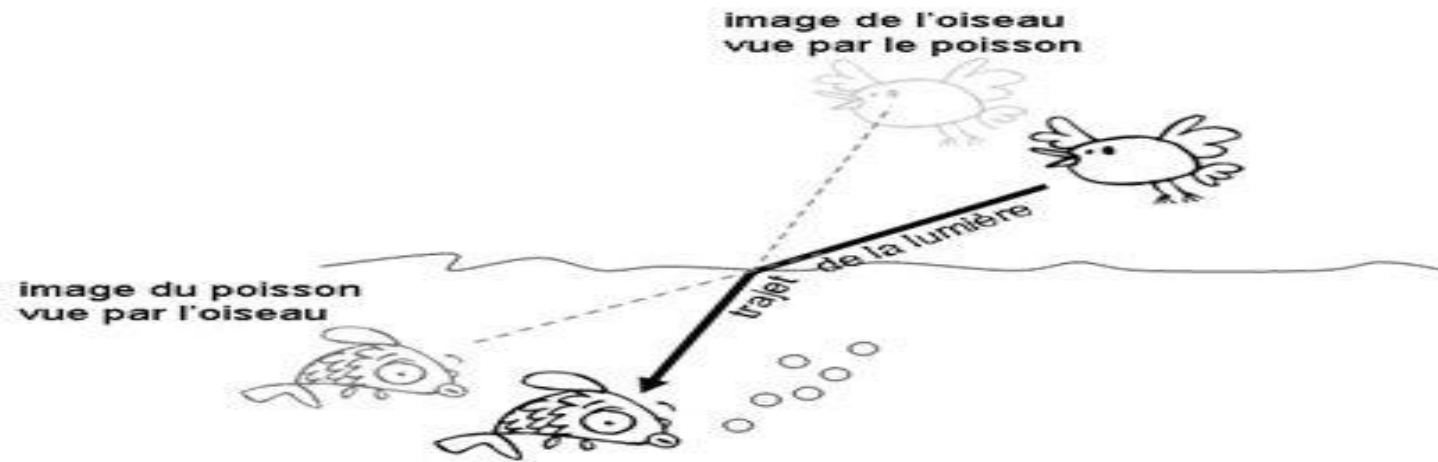
$$HA_2 = \frac{n_2}{n_1} HA_1$$





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

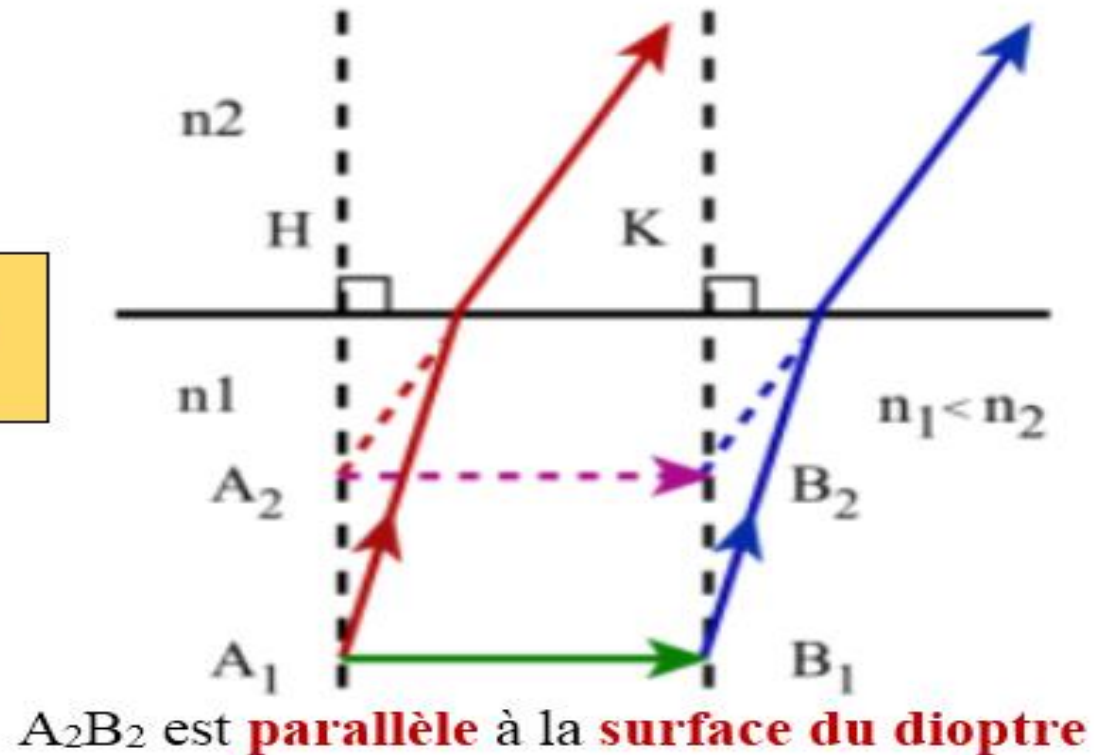
L'image est **stigmatique seulement** proche de la normale (i petit), à cause de l'approximation $\tan i = \sin i$



Diopetre plan : Image d'un objet & Grandissement

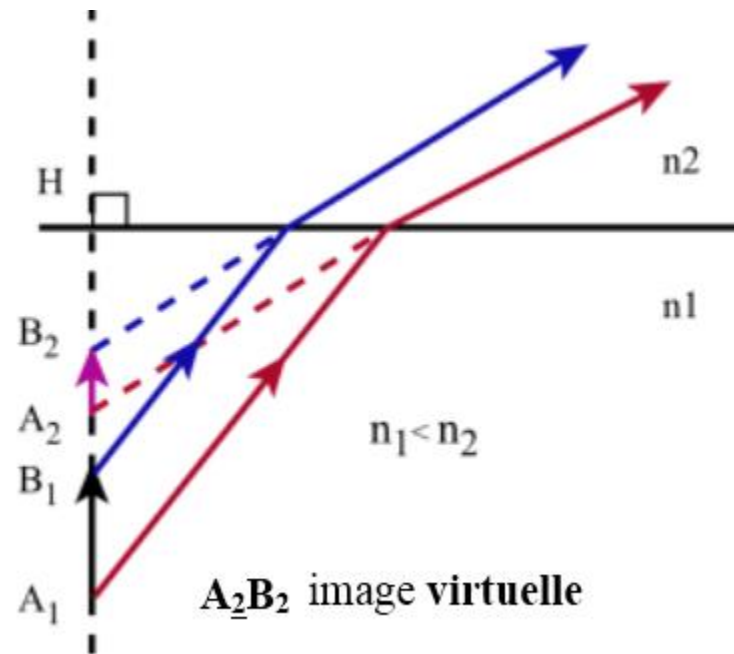
l'objet A_1B_1 est réel parallèle à la surface du dioptre .

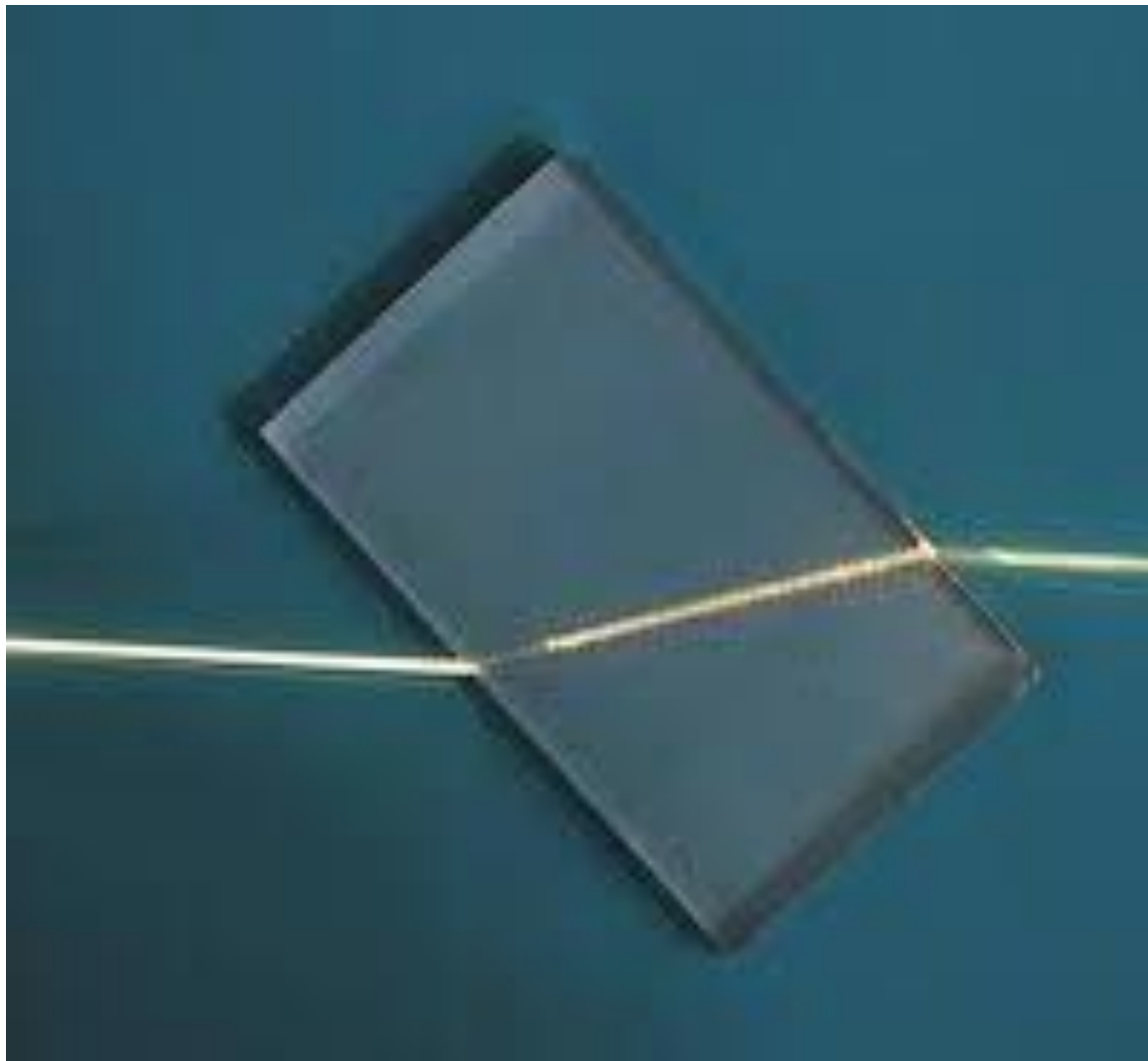
$$\gamma = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A_1B_1}} = +1$$



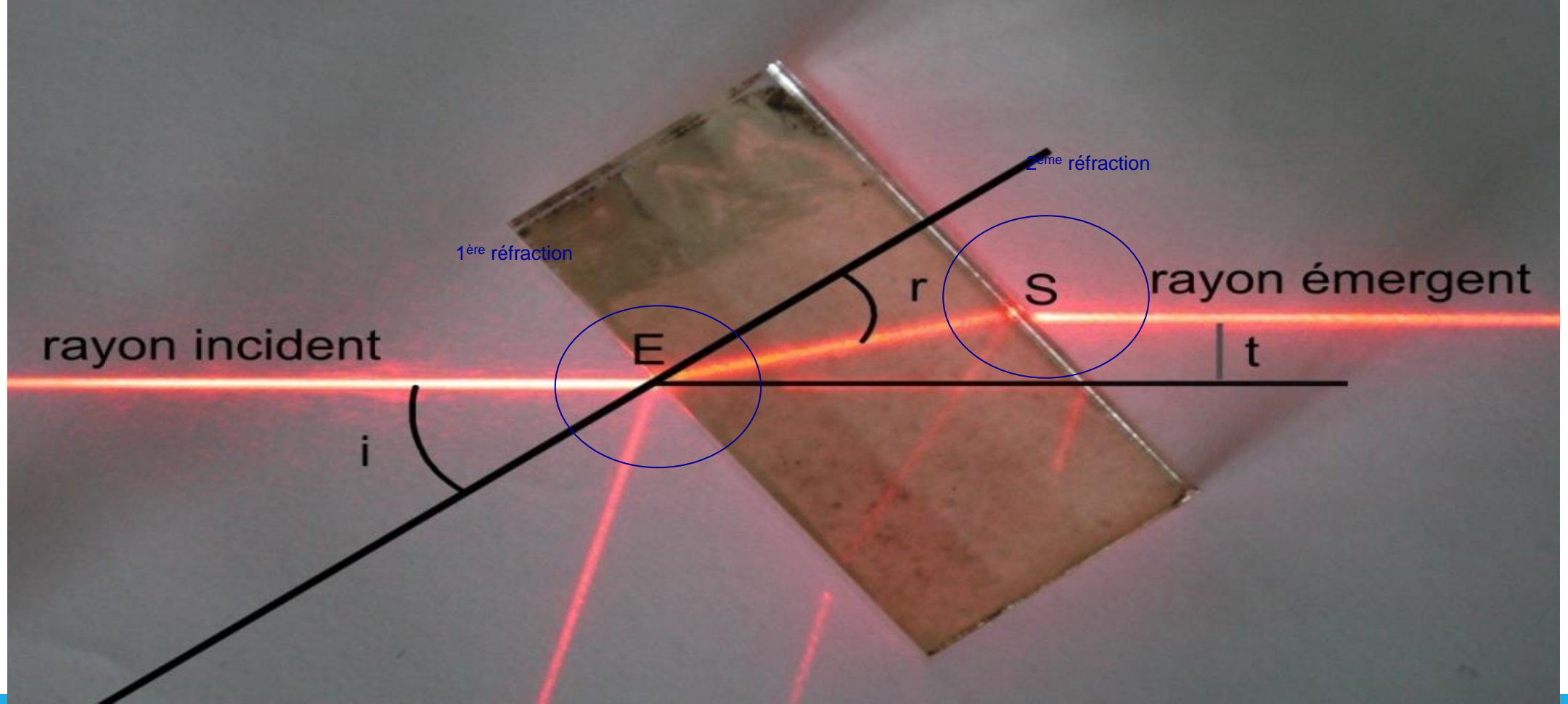
l'objet A_1B_1 est réel et perpendiculaire à la surface du dioptre .

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

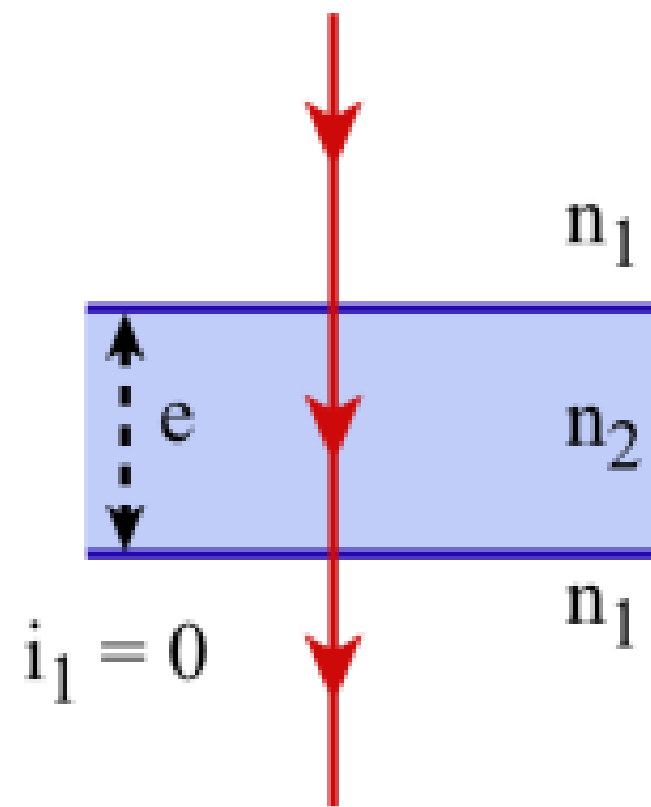




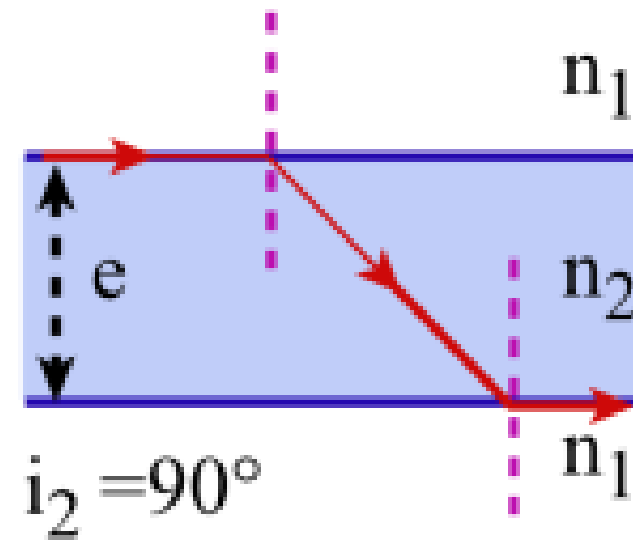
Lame à faces parallèles



Lame à faces parallèles

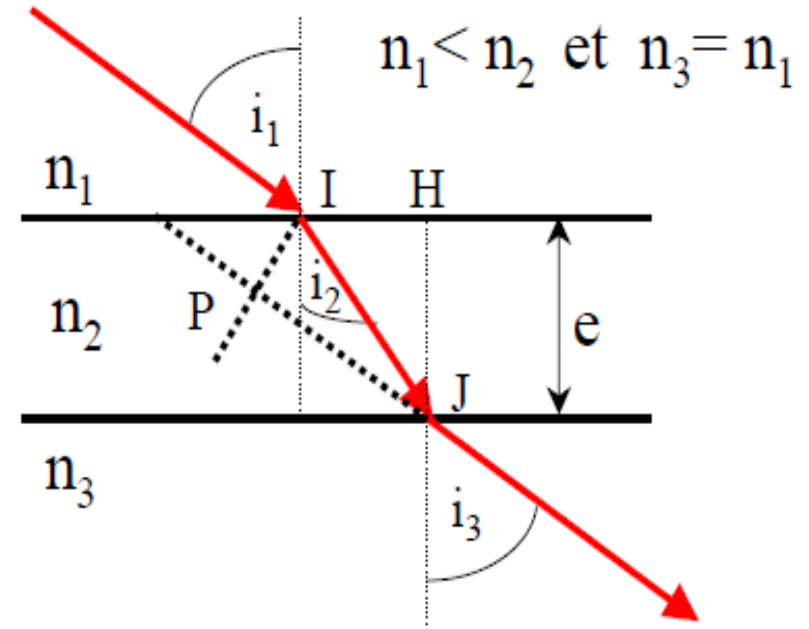
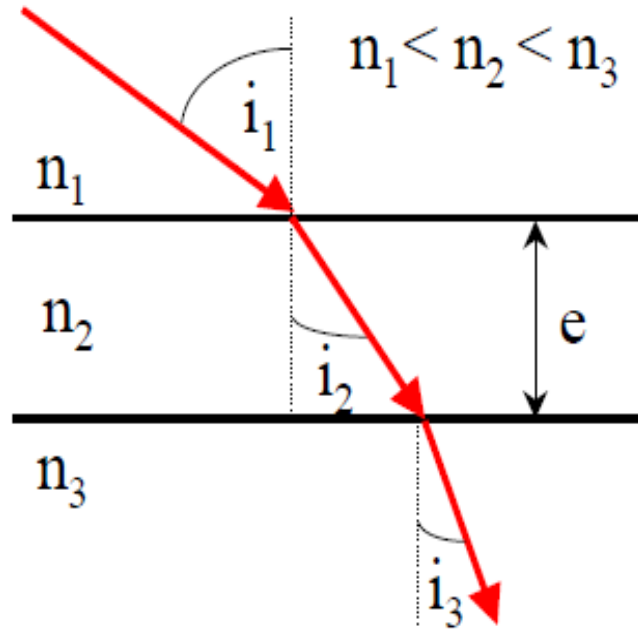


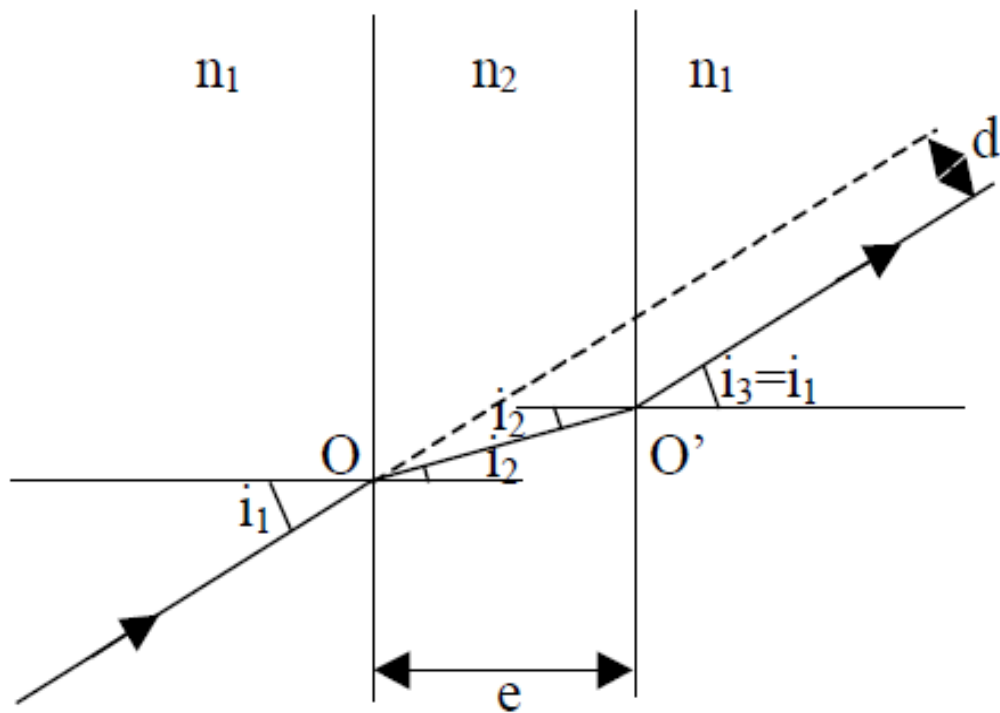
$$n_2 > n_1$$



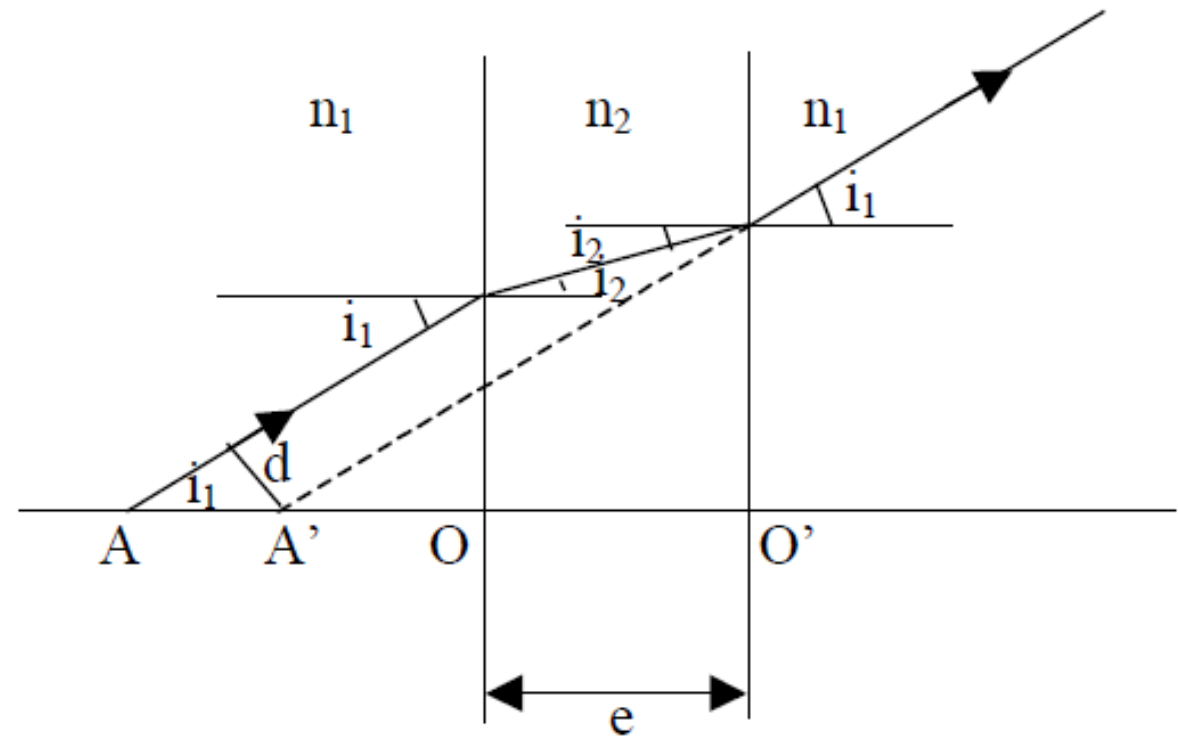
Lame à faces parallèles

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





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

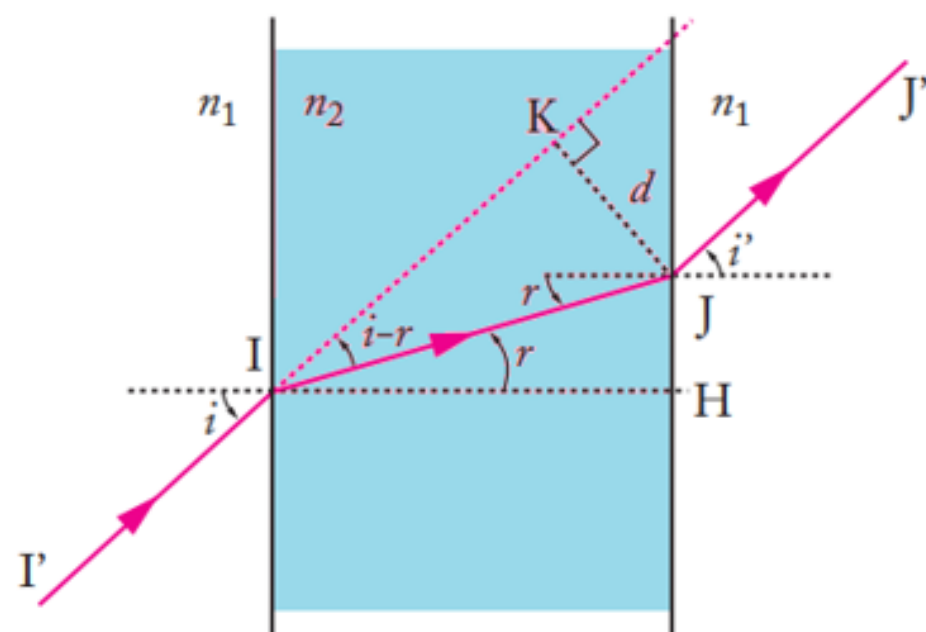


$$AA' = e \left(1 - \frac{n_1}{n_2} \right)$$

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 $\cos i = \sqrt{1 - \sin^2 i} \rightarrow 1$.

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

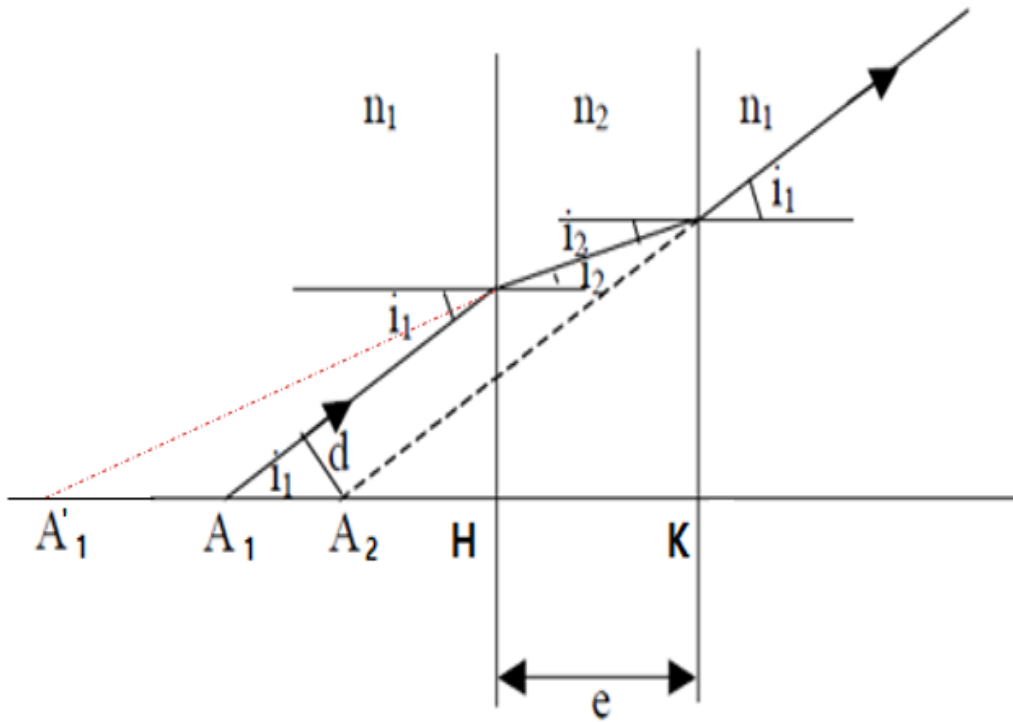
L'image d'un point A est un point A' . La distance AA' vaut $= \frac{d}{\sin i} \approx e \left(1 - \frac{1}{n}\right)$.

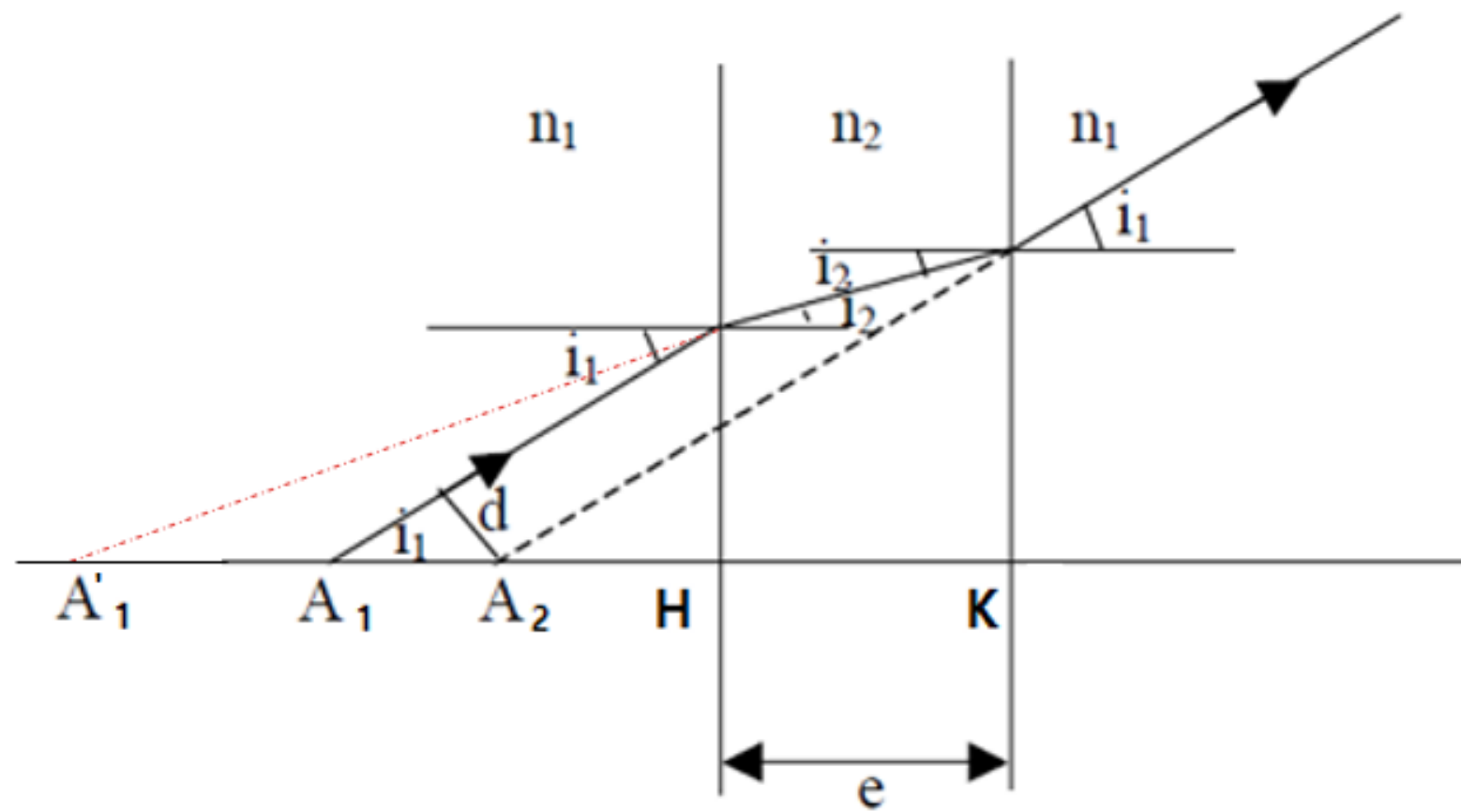
Déplacement apparent

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

$n > 1$, 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
