

Chapitre 4 : Formation d'une image

Ce qu'il faut retenir...

SYSTEME OPTIQUE :

Ensemble de surfaces réfringentes et/ou réfléchissantes qui modifient la trajectoire des rayons lumineux et donne d'un ensemble de points lumineux (l'objet) une représentation (l'image).

On appelle **axe optique** l'axe de symétrie de révolution d'un système optique.

OBJET :

On considère un ensemble de rayons lumineux entrant dans le système optique, les rayons incidents.

Point objet : Intersection de rayons incidents ou de leurs prolongements.

Un objet est dit **ponctuel** si ses dimensions sont infiniment petites devant sa distance d'observation. (*Exemple : une étoile vue depuis la Terre*)

Un objet est dit **étendu** si ses dimensions sont finies (*exemple : la Lune...*), il est alors traité comme une infinité d'objets ponctuels indépendants les 1 des autres.

L'objet ponctuel est **réel** si les rayons incidents sont vraiment issus de ce point, il est donc situé **avant la face d'entrée du système optique**.

Si les prolongements des rayons incidents convergent vers ce point, l'objet ponctuel est **virtuel**, il est situé **après la face d'entrée du système optique**.

Des rayons incidents parallèles entre eux définissent un **objet ponctuel à l'infini**.

IMAGE :

On considère un ensemble de rayons lumineux sortant du système optique, les rayons émergents.

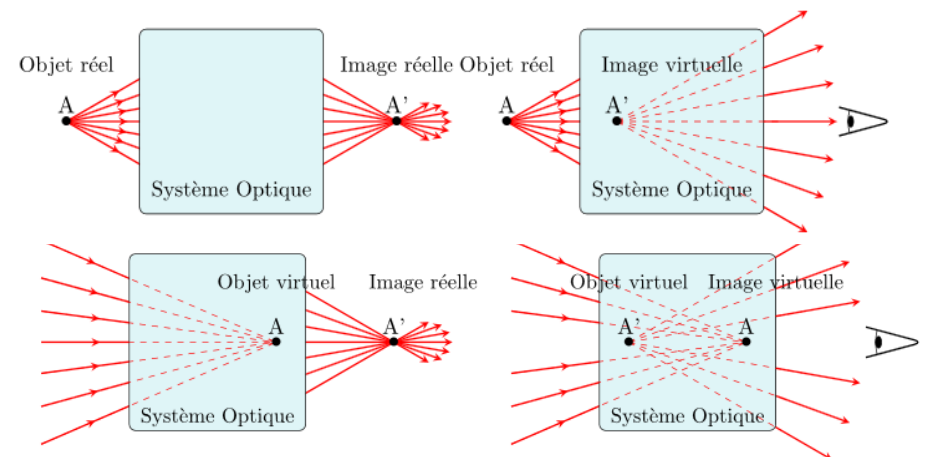
Point image : Intersection de rayons émergents ou de leurs prolongements.

La nature ponctuelle ou étendue d'une image dépend du récepteur : l'**image apparaît ponctuelle si sa taille est inférieure à celles des cellules réceptrices**.

Si les rayons convergent vraiment vers un point situé **après la face de sortie du système optique**, l'image ponctuelle est **réelle**.

Si les rayons émergents semblent provenir de ce point, l'image ponctuelle est **virtuelle**, il est alors situé **avant la face de sortie du système optique**. Une image virtuelle n'est pas matérialisable sur un écran.

Des rayons émergents parallèles entre eux définissent une **image ponctuelle à l'infini**.



ONDES ET SIGNAUX-Formation des images

Chapitre 4 : Formation d'une image

STIGMATISME ET APLANÉTISME :

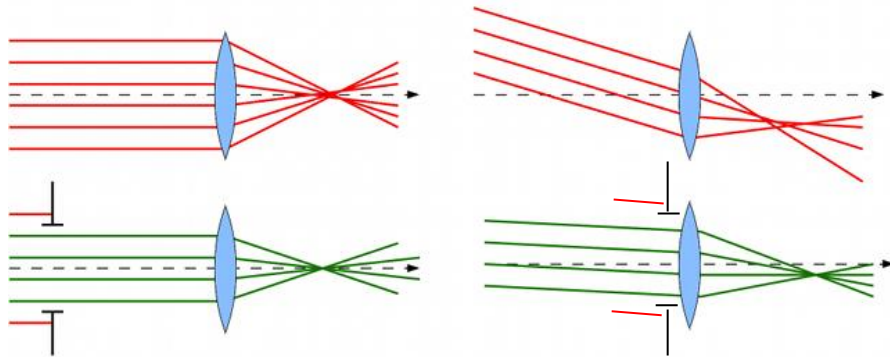
Si tous les rayons émergents issus d'un point objet A passent par un point image unique A' : le système est dit **stigmatique**, A' est l'image conjuguée de A . (voir schémas précédents)

Aplanétisme : conservation du stigmatisme dans le plan transverse.

Dans le cas d'un système aplanétique, tout objet AB plan et perpendiculaire à l'axe optique a une image $A'B'$ plane et perpendiculaire à cet axe.

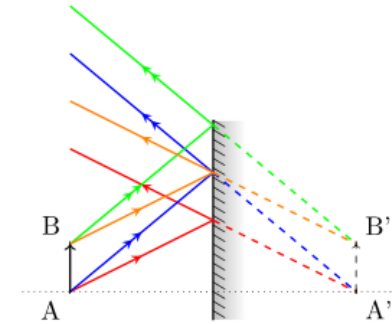
Conditions de Gauss et stigmatisme approché :

La plupart des systèmes ne sont pas stigmatiques : ils donnent d'un point objet une tâche lumineuse. L'image apparaît ponctuelle selon le récepteur.



Observation dans les conditions de Gauss : Si l'on se limite aux rayons paraxiaux (proches de l'axe optique et de faible inclinaison par rapport à celui-ci), les rayons se coupent quasiment tous en un même point image, la tâche devient plus petite que la cellule réceptrice : il y a **stigmatisme et aplanétisme approchés**.

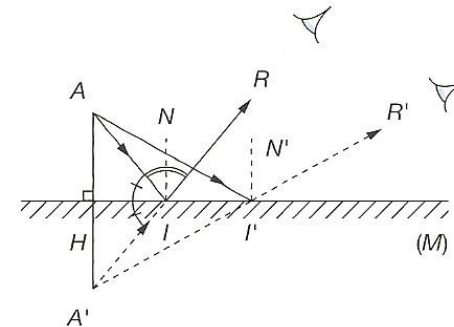
LE MIROIR PLAN :



Le miroir plan présente un **stigmatisme et un aplanétisme rigoureux**.

Un miroir plan donne de tout objet AB une image $A'B'$ symétrique de AB par rapport au plan du miroir.

Relation de conjugaison : $\overline{HA'} = -\overline{HA}$



Objet réel \Rightarrow Image virtuelle
Objet virtuel \Rightarrow Image réelle

Grandissement transversal : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = 1$

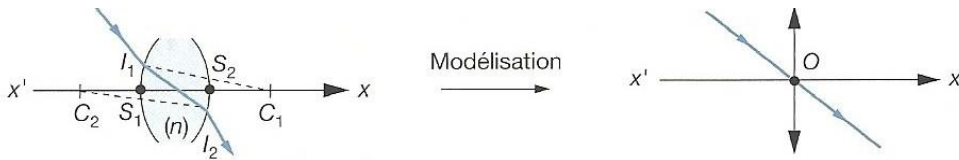
ONDES ET SIGNAUX-Formation des images

Chapitre 4 : Formation d'une image

LENTILLE SPHERIQUE MINCE :

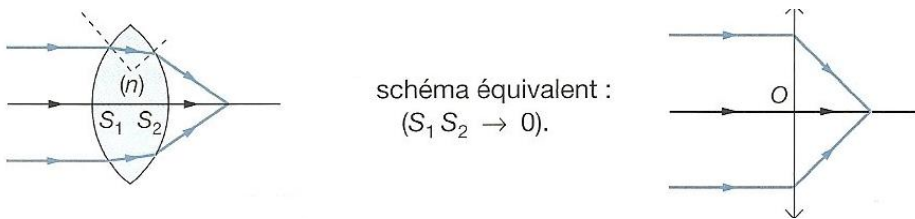
Une lentille sphérique résulte de l'association de 2 dioptries sphériques de même axe de symétrie de révolution, l'axe optique.

La lentille est mince lorsque son épaisseur S_1S_2 est négligeable devant les rayons de courbures ainsi que devant la distance C_1C_2 entre les centres des 2 dioptries : $S_1S_2 \ll S_1C_1, S_2C_2$ et C_1C_2

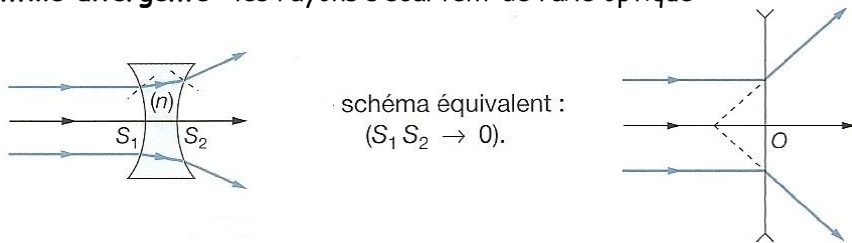


O est le centre optique de la lentille.

Lentille convergente : les rayons se rapprochent de l'axe optique



Lentille divergente : les rayons s'écartent de l'axe optique

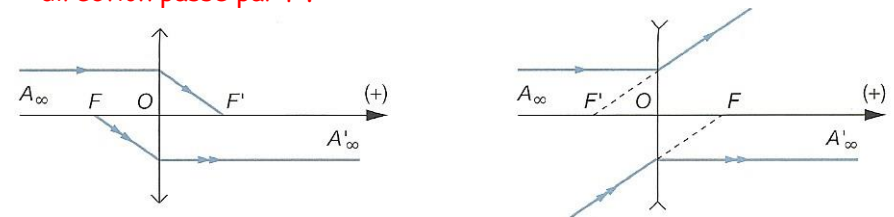


Propriétés

- La lentille mince sphérique présente un **stigmatisme et un aplanétisme approchés** dans les conditions de Gauss.
En pratique on utilise des diaphragmes pour limiter l'étendue du faisceau lumineux.
- Tout rayon passant par le centre optique n'est pas dévié.**

Foyers principaux

- Foyer principal objet F** : Point objet situé sur l'axe optique dont l'image est à l'infini sur l'axe optique. Tout rayon dont la direction passe par F émerge de la lentille parallèlement à l'axe optique.
- Foyer principal image F'** : Image d'un point objet situé sur l'axe optique et à l'infini. Tout rayon parallèle à l'axe optique émerge de la lentille tel que sa direction passe par F'.



F et F' sont symétriques par rapport à O. Ils sont réels pour une lentille convergente et virtuels pour une lentille divergente.

Distance focale image :

$f' = \overline{OF'}$, > 0 si convergente, < 0 si divergente. Vergence : $V = \frac{1}{f'}$, en dioptrie δ . (> 0 si convergente, < 0 si divergente).

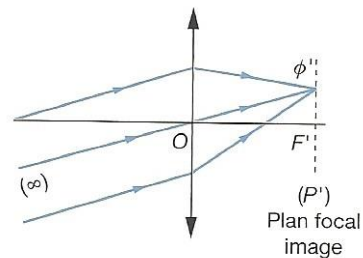
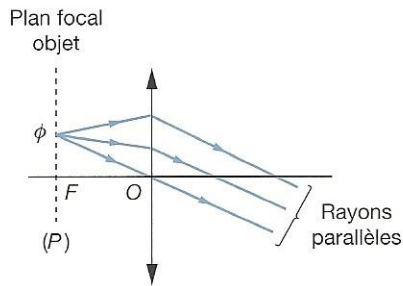
ONDES ET SIGNAUX-Formation des images

Chapitre 4 : Formation d'une image

Plans focaux

- **Plan focal objet** : Plan passant par F perpendiculaire à l'axe optique.
 Tout point objet appartenant au plan focal objet et hors de l'axe optique (foyer objet secondaire) a son image à l'infini hors axe optique.
 2 rayons incidents se coupant dans ce plan émergent parallèle entre eux.

- **Plan focal image** : Plan passant par F' perpendiculaire à l'axe optique.
 Tout point objet situé à l'infini hors de l'axe optique a pour image un point appartenant au plan focal image (foyer image secondaire).
 2 rayons incidents parallèles émergent en se coupant dans ce plan.

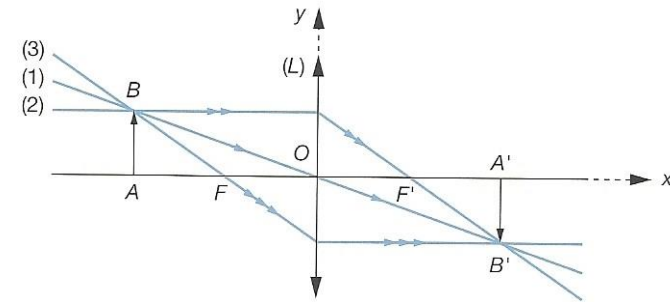


Constructions

Méthode pour construire l'image d'un objet perpendiculaire à l'axe optique :

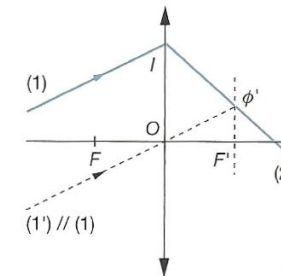
- On détermine géométriquement B' car le système étant stigmatique, 2 rayons suffisent, B' étant l'intersection. Au choix :
 - Le rayon incident (1) passant par B et le centre optique, qui n'est pas dévié.
 - Le rayon incident (2) parallèle à l'axe optique passant par B qui émerge en passant par le foyer image F'.
 - Le rayon incident (3) passant par B et le foyer objet F qui émerge parallèlement à l'axe optique.

- Le système étant aplanétique A' est le projeté orthogonal de B' sur l'axe



Méthode pour construire un rayon émergent :

- Tracer le rayon parallèle (1') au rayon incident (1) et passant par le centre optique, il n'est pas dévié et coupe le plan focal image en phi'.
- 2 rayons incidents parallèles émergent en se coupant dans le plan focal image : tracer le rayon émergent (2) en le faisant passer par phi'.



Relation de conjugaison (Formule de Descartes):
$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$$

Grandissement transversal :
$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

ATTENTION AUX GRANDEURS ALGEBRIQUES !