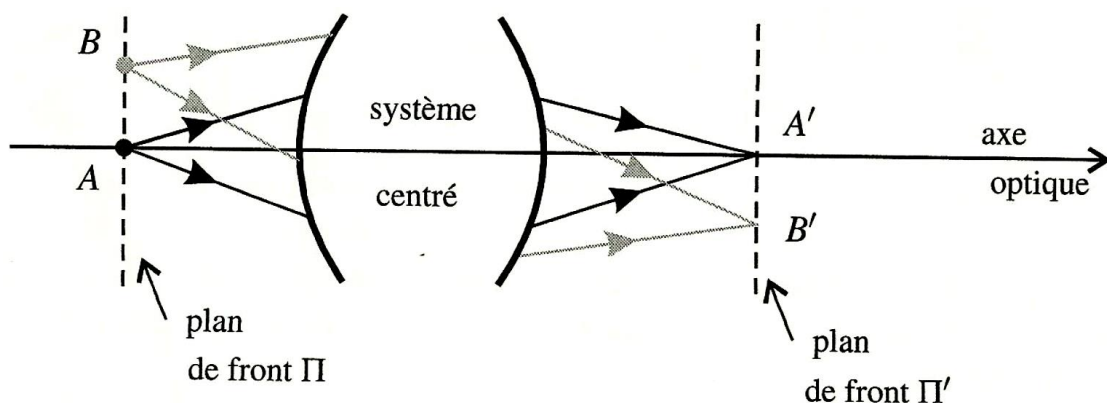


CHAPITRE 2 : Systèmes centrés et approximation de Gauss

1. Systèmes optiques centrés

Un système optique centré est un système optique dont les éléments constitutifs (dioptries, miroirs) ont un axe de symétrie commun. Cet axe est appelé axe optique. Il est orienté dans le sens de propagation de la lumière.

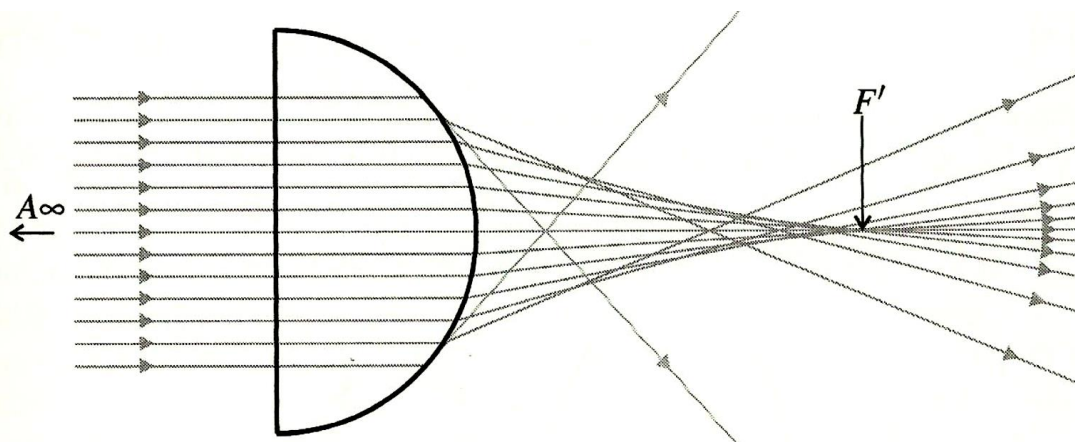
Les plans perpendiculaires à l'axe optique sont appelés plans de front.



2. Approximation de Gauss

2.1. Exemple d'une lentille demi-boule

La figure suivante montre des rayons incidents parallèles traversant une demi-boule transparente d'indice $n = 1,5$, placée dans l'air d'indice $n_{air} = 1$. Les rayons sortant de la demi-boule sont les rayons émergents.



La demi-boule est un système centré. Les rayons incidents sont parallèles à son axe de symétrie, c'est-à-dire son axe optique. Ces rayons proviennent d'un point objet réel A situé à distance infinie dans la direction des rayons. On constate que les rayons émergents ne

passent pas tous par un point image. Cependant les cinq rayons les plus proches de l'axe optique passent quasiment par le même point F' indiqué par la flèche sur la figure. La demi-boule ne donne pas une image rigoureuse comme le miroir plan, mais une image approchée si l'on se restreint aux rayons proches de l'axe.

2.2. Rayons paraxiaux, conditions de Gauss

Un rayon incident sur un système centré est dit paraxial quand les deux conditions suivantes sont respectées :

- le rayon est proche de l'axe optique du système
- le rayon est peu incliné par rapport à l'axe optique

Un système centré est utilisé dans les conditions de Gauss si tous les rayons incidents sont des rayons paraxiaux.

3. Propriétés d'un système centré dans les conditions de Gauss

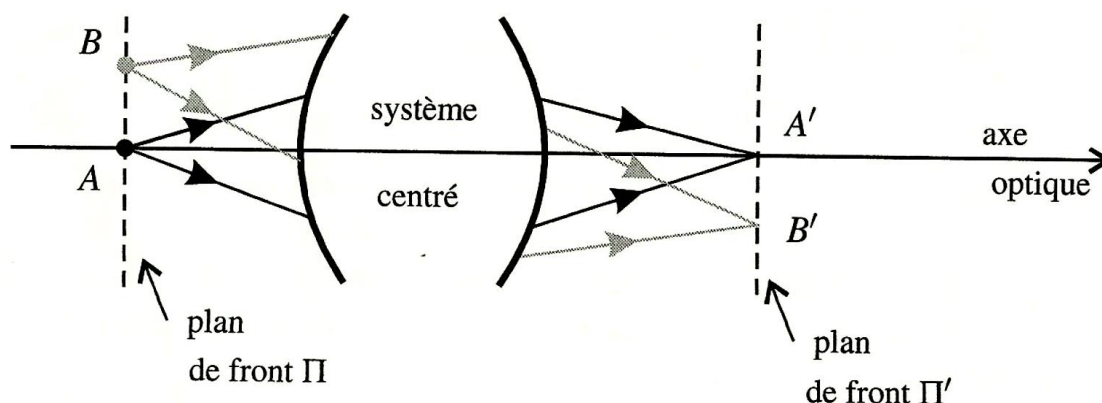
Les systèmes centrés s'utilisent toujours dans les conditions de Gauss. Ils ont alors les propriétés de stigmatisme et d'aplanétisme approché.

3.1. Stigmatisme approché

On admet le résultat suivant :

Un système centré utilisé dans les conditions de Gauss donne de tout point objet (pouvant être réel ou virtuel) une image ponctuelle approché (pouvant être réelle ou virtuelle).

Ceci est représenté sur la figure suivante dans le cas de points objets réels et de points image réels. L'image de tout objet A appartenant à l'axe optique est un point A' appartenant aussi à l'axe optique. Les points objet et image sont dits conjugués par le système optique.



3.2. Aplanétisme approché

Un point B du plan de front passant par A a son image B' dans le plan de front passant par A' .

Les plans de front Π et Π' passant par A et par A' sont conjugués par le système optique. De plus par symétrie, les vecteurs $\overrightarrow{A'B'}$ et \overrightarrow{AB} sont colinéaires. On définit le grandissement linéaire par le nombre sans dimension γ tel que :

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

les mesures algébriques étant prises le long de deux axes orientés dans le même sens. Le grandissement γ est indépendant du point B mais il dépend des plans de front Π et Π' conjugués.

La signification physique du grandissement γ est la suivante :

- si $|\gamma| > 1$ l'image est plus grande que l'objet
- si $|\gamma| < 1$ l'image est plus petite que l'objet
- si $\gamma > 0$ l'image est droite c'est-à-dire de même sens que l'objet
- si $\gamma < 0$ l'image est renversée par rapport à l'objet.

4. Foyers objet, Foyers image

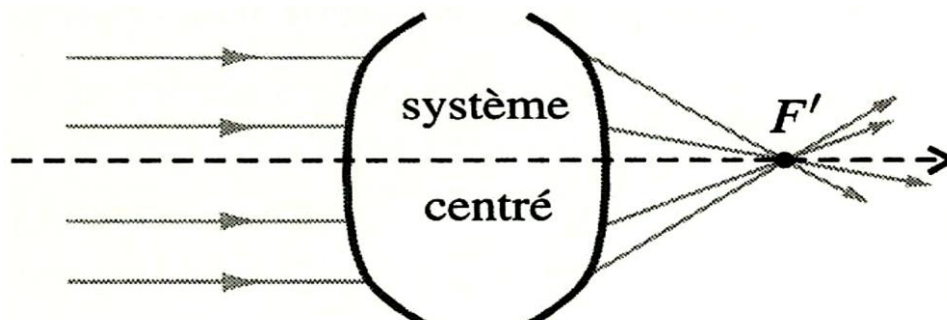
4.1. Point à l'infini

Un point à l'infini est un point situé à distance infinie du système. Les rayons passant par un point à l'infini sont parallèles entre eux. Le point est localisé à l'infini, dans la direction commune aux rayons.

4.2. Foyers principaux

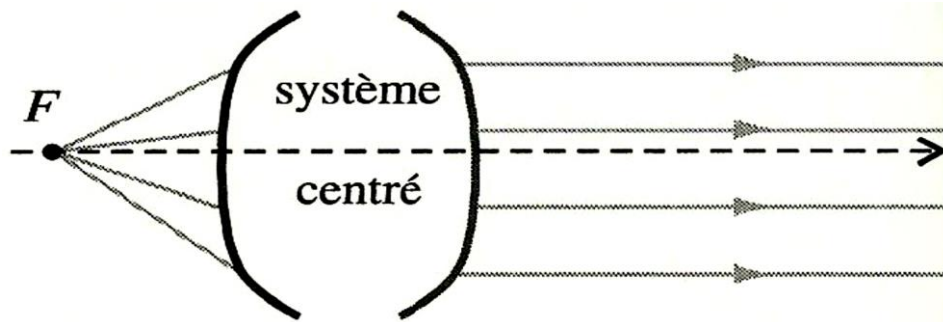
- **Foyer image principal**

On appelle foyer image principal l'image du point objet situé à l'infini dans la direction de l'axe optique. Ce point est noté F' . Les rayons incidents parallèles à l'axe optique donnent des rayons émergents qui passent tous par F' .



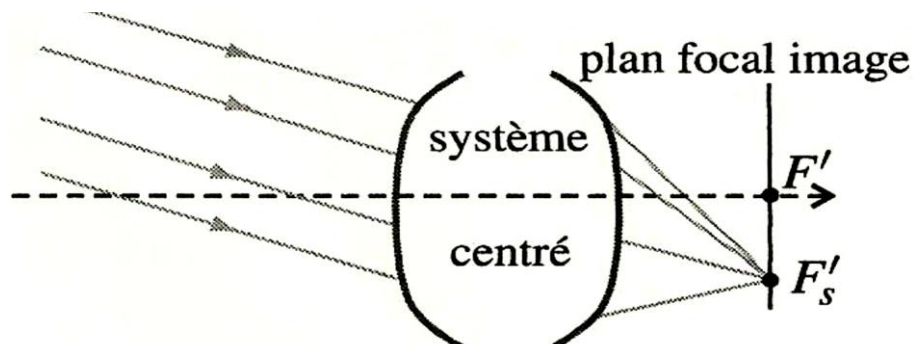
- **Foyer objet principal**

On appelle foyer objet principal le point objet dont l'image est située à l'infini dans la direction de l'axe optique. Ce point est noté F . Les rayons incidents issus de F donnent des rayons émergents tous parallèles à l'axe optique.

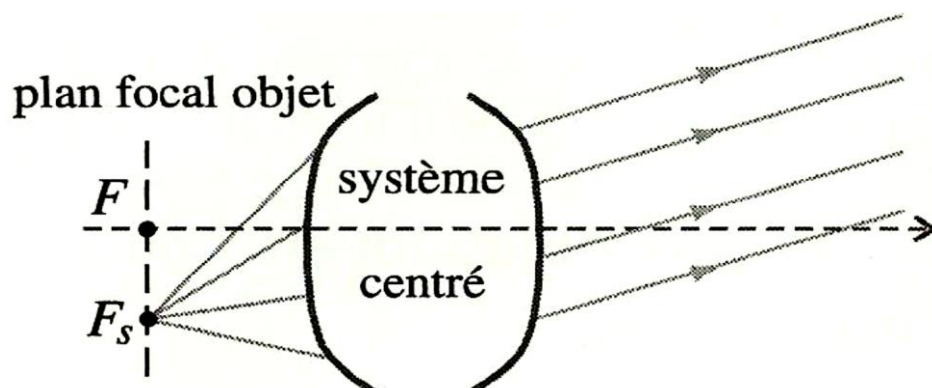


4.3. Foyers secondaires

Par aplanétisme, tout point objet à l'infini mais hors de l'axe optique a son image dans le plan de front passant par F' . Ce plan est appelé plan focal image sont des foyers image secondaires et noté F'_s . Un faisceau incident de rayons parallèles entre eux, mais non parallèle à l'axe optique, est transformé en un faisceau convergent vers un foyer image secondaire.



De même on appelle plan focal objet le plan de front passant par F . Les points F_s de ce plan sont des foyers objet secondaires. Un faisceau incident issu d'un foyer objet secondaire donne un faisceau de rayons parallèles entre eux, mais non parallèle à l'axe optique.



4.4. Système afocal

Un système afocal qui transforme un faisceau incident parallèle en un faisceau émergent parallèle, conjugue un point objet à l'infini avec un point image de l'infini. Il n'y a donc pas de foyers et est qualifié de système afocal.

