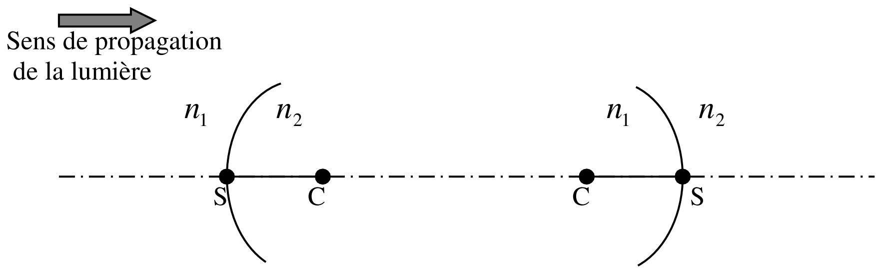
OPTIQUE GEOMETRIQUE : DIOPTRE SPHERIQUE ET LENTILLES

7- Le dioptre sphérique :

Le dioptre sphérique est constitué par deux milieux transparents homogènes séparés par une surface sphérique de *rayon de courbure* R. *Le sommet du dioptre* est noté S et *le centre de courbure* est noté C. L'axe optique est maintenant un axe orienté dans le sens de la lumière incidente. Son origine est le sommet S du dioptre sphérique.



Dioptre convexe **Dioptre concave**

- ***Relation de conjugaison :*** Considérons un dioptre sphérique de rayon $\overline{SC} = R$, séparant deux milieux d'indice n_1 et n_2 . Un objet A distant du sommet du dioptre de $\overline{SA} = p$ donnera une image A' distante de $\overline{SA'} = q$. La relation liant ces grandeurs est donnée par :

$$\frac{n_2}{q} - \frac{n_1}{p} = \frac{n_2 - n_1}{R} = \frac{n_2}{f'} = -\frac{n_1}{f}$$

où $f' = \overline{SF'}$ est *la distance focale image* et $f = \overline{SF}$ *la distance focale objet*. Le point F' est dit *point focal image* et F est *le point focal objet*. Les points focaux sont des points particuliers et ont les propriétés suivantes :

- *Un objet placé à l'infini donne une image au point focal image* F' .
- *Un objet placé au point focale* F *objet donne une image à l'infini.*

On définit aussi le grandissement γ du dioptre sphérique par :

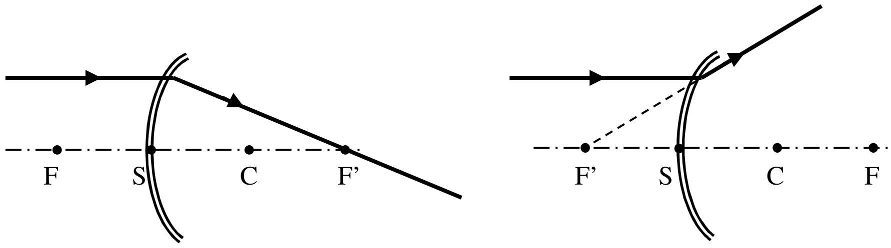
$$\gamma = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\left(q/n_2\right)}{\left(p/n_1\right)}$$

Si γ est positif l'image a la même orientation que l'objet : on dit que *l'image est droite par rapport à l'objet*.
Si γ est négatif l'image a une orientation inverse de l'objet : on dit que *l'image est renversée par rapport à l'objet*.

Les foyers objet et image sont toujours de même nature : ils sont tous les deux réels ou les tous deux virtuels. Les foyers sont toujours de part et d'autre du dioptre sphérique. Les distances focales objet et images verifient les relations suivantes :

$$f + f' = R \qquad \frac{f'}{f} = -\frac{n_2}{n_1}$$

Un dioptre à foyers réels est convergent et *un dioptre à foyers virtuels est divergent.*



Dioptre convergent
F et F' réels

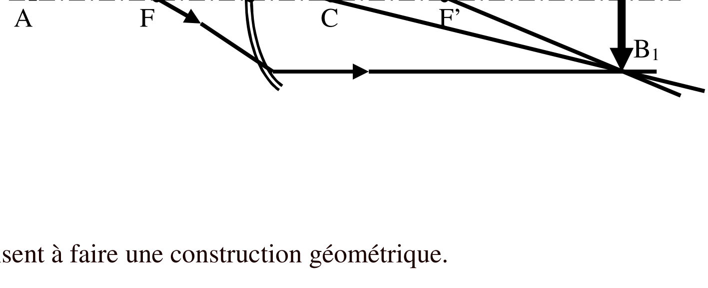
Dioptre divergent
F et F' virtuels

Remarque importante :

Toutes les grandeurs R, f, f', p et q sont des grandeurs algébriques positives ou négatives selon leurs positions par rapport au point S.
L'axe est orienté selon la direction de propagation de la lumière (de la gauche vers la droite). Les grandeurs à droite de S sont positives. Les grandeurs à gauche de S sont négatives.

Construction géométrique :

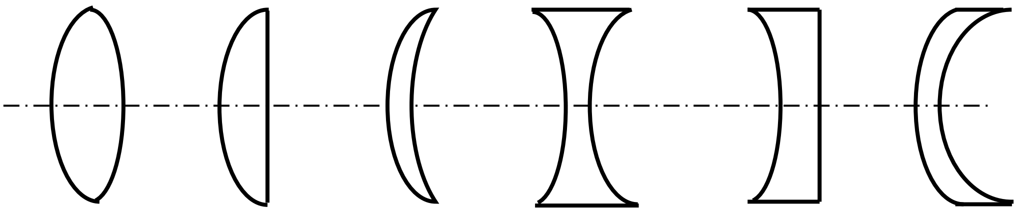
La construction géométrique est un tracé de rayons qui permet de trouver la position approximative et la nature de l'image A_1B_1 d'un objet AB. C'est un bon moyen pour vérifier les résultats donnés par le calcul. On se base sur le tracé de trois rayons tous issus du point B de l'objet. Ces trois rayons traversent le dioptre sphérique et se coupent en un même point qui est la position de B_1.
1er rayon : Issu de B, un rayon incident parallèle à l'axe optique principale donne un rayon émergent qui passe par le foyer image F'.
2ème rayon : Issu de B, un rayon incident passant par le foyer objet F donne un rayon émergent parallèle à l'axe optique principale.
3ème rayon : Issu de B, un rayon incident passant par le centre du dioptre C n'est pas dévié.



En réalité deux rayons suffisent à faire une construction géométrique.

7- La lentille mince :

La lentille est l'association de deux dioptre dont l'un au moins est sphérique. Une lentille est dite mince si son épaisseur est négligeable devant les rayons de courbures des deux dioptres. Si la condition de minceur est vérifiée, nous pouvons confondre les sommets S_1 et S_2. Il existe six sortes de lentilles suivant les rayons de courbures des faces qui la constitue.



Biconvexe Plan-convexe Ménisque à Biconcave Plan-concave ménisque à

Toutes les lentilles à bords minces sont convergentes et toutes les lentilles à bord épais sont divergentes.

- ***Relation de conjugaison :*** Considérons une lentille mince d'indice n de rayons de courbures $\overline{SC_1} = R_1$ et $\overline{SC_2} = R_2$, placé dans l'air. Un objet A distant du sommet de la lentille de $\overline{SA} = p$ donnera une image A' distante de $\overline{SA'} = q$. La relation liant ces grandeurs est donnée par :

$$\frac{1}{q} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f'} = -\frac{1}{f} = (n-1) \times \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

où $f' = \overline{SF'}$ est *la distance focale image* et $f = \overline{SF}$ *la distance focale objet*. Le point F' est dit *point focal image* et F est *le point focal objet*. La définition des points focaux est identique à celle donnée pour le dioptre sphérique.
On définit aussi le grandissement γ de la lentille mince par :

$$\gamma = \frac{q}{p}$$

Si γ est positif *l'image est droite par rapport à l'objet*.
Si γ est négatif *l'image est renversée par rapport à l'objet*.

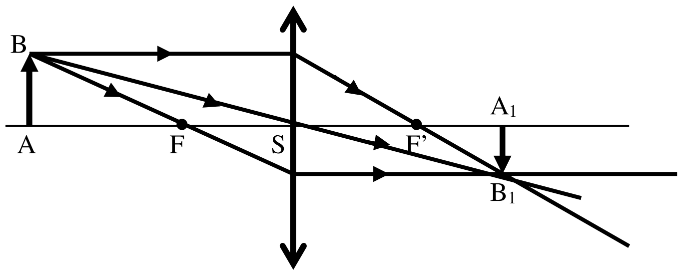
Les foyers objet et image sont toujours de même nature : ils sont tous les deux réels ou les tous deux virtuels. Les foyers sont toujours de part et d'autre de la lentille. Les distances focales objet et images vérifient la relation suivante :

$$f' = -f$$

Une lentille à foyers réels est convergente et *une lentille à foyers virtuels est divergente.*

Construction géométrique :

On se base sur le tracé de trois rayons tous issus du point B de l'objet. Ces trois rayons traversent la lentille et se coupent en un même point qui est la position de B_1.
1er rayon : Issu de B, un rayon incident parallèle à l'axe optique principale donne un rayon émergent qui passe par le foyer image F'.
2ème rayon : Issu de B, un rayon incident passant par le foyer objet F donne un rayon émergent parallèle à l'axe optique principale.
3ème rayon : Issu de B, un rayon incident passant par le sommet de la lentille S n'est pas dévié.



7- Le théorème de la vergence :

On définit la vergence comme l'inverse de la distance focale image. Elle est donnée par l'expression :

$$V = \frac{1}{f'}$$

L'unité légale de la vergence est le dioptrie notée δ, la distance focale étant en mètre.
La vergence d'une lentille convergente est positive. Celle d'une lentille divergente est négative.

Le théorème de la vergence énonce qu'un ensemble de lentilles minces accolées est équivalent à une lentille mince unique dont la vergence V est égale à la somme des vergences V_1, V_2,…, V_n des lentilles qui constituent cet ensemble.

$$V = V_1 + V_2 + \ldots + V_n$$

Pour un doublet de lentilles accolées on a :

$$V = V_1 + V_2$$

Si le doublet n'est pas accolé, les deux lentilles étant séparées d'une distance e on a :

$$V = V_1 + V_2 - e \times V_1 \times V_2$$

Si en plus le doublet baigne dans un milieu d'indice n_0, la vergence est donnée par :

$$V = V_1 + V_2 - \frac{e}{n_0} \times V_1 \times V_2$$

Remarque : Pour le dioptre sphérique, la vergence est donnée par :

$$V = \frac{n_2}{f'} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$

Pour une lentille mince placée dans un milieu d'indice n_0 aura comme vergence :

$$V = \frac{n_0}{f'} = (n - n_0) \times \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$