Fiche de synthèse en Optique Géométrique
A l'usage des étudiants de 1ère année SNV

Hypothèse fondamentale de l'optique géométrique

La lumière se propage de manière rectiligne dans un milieu homogène, transparent et isotrope.
Remarque : par convention, le sens de propagation des rayons lumineux incidents définit le sens positif des distances algébriques.

Lois de Snell-Descartes

-Loi de la Réflexion : (*1ère loi de Snell-Descartes*):
Soit un rayon lumineux parvenant au point I d'une *surface plane réfléchissante*. L'angle de *réflexion* r est égal à l'angle d'*incidence* i_1 : $r = i_1$

-Loi de la Réfraction : (*2ème loi de Snell-Descartes*):
Soit un rayon lumineux se propageant dans un milieu d'indice n_1 et parvenant au point I d'un *dioptre plan*. Pour le rayon réfracté parcourant le milieu d'indice n_2, l'angle de *réfraction* i_2 est tel que : $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$
-Conséquences:
1-Lors du passage d'un milieu d'indice n_1 vers un milieu plus réfringent d'indice n_2 ($n_2 > n_1$), on a un *angle de réfraction limite* :

$$i_{2\ell} = Arcsin\frac{n_1}{n_2}$$

2-Lors du passage d'un milieu d'indice n_1 vers un milieu moins réfringent d'indice n_2 ($n_2 < n_1$), on a *une réflexion totale* du rayon incident sur le dioptre plan pour des angles d'incidence $i_1 > i_{1c}$, où l'angle i_{1c} est appelé *angle critique d'incidence* :

$$i_{1c} = Arcsin\frac{n_2}{n_1}$$

Miroir plan

Relation de conjugaison:
Pour un miroir plan, à chaque *objet ponctuel* A correspond une *image ponctuelle unique* A' : c'est le *stigmatisme rigoureux*.
A et A' sont symétriques par rapport au point H qui est la projection orthogonale de A sur le miroir :

$$\overline{HA'} = -\overline{HA}$$

Si $\overline{HA} < 0$, $\overline{HA'} > 0$: objet réel → image virtuelle (obtenue par le croisement des prolongements des rayons lumineux).
Si $\overline{HA} > 0$, $\overline{HA'} < 0$: objet virtuel → image réelle (obtenue par le croisement des rayons lumineux).

Grandissement linéaire :

L'image $A'B'$ d'un objet AB parallèle à un miroir plan est de la même taille et dans le même sens que l'objet: $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = +1$.

Dioptre plan:

Relation de conjugaison :
Soit un dioptre plan séparant deux milieux d'indices n_1 et n_2. Il n'y a pas ici, contrairement au miroir plan, de stigmatisme rigoureux mais on peut obtenir un stigmatisme approché lorsque les rayons incidents sont faiblement inclinés par rapport à la normale au dioptre plan (angles d'incidence petits), l'objet ponctuel A et son image ponctuelle A' sont liés par :

$$\frac{n_2}{\overline{HA'}} - \frac{n_1}{\overline{HA}} = 0$$

où le point H est la projection orthogonale de A sur le dioptre plan.
Un objet réel correspond à $\overline{HA} < 0$, un objet virtuel correspond à $\overline{HA} > 0$.
Une image réelle correspond à $\overline{HA'} > 0$, une image virtuelle correspond à $\overline{HA'} < 0$.

Grandissement linéaire:

L'image $A'B'$ d'un objet AB parallèle au dioptre plan est de la même taille et dans le même sens que l'objet: $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = +1$.

Miroir sphérique:

On caractérise un miroir sphérique par son sommet S, son centre C et son rayon R. L'axe optique est la droite passant par S et C.
Un miroir est *concave* si sa surface réfléchissante est à l'intérieur (on a alors $\overline{SC} = -R < 0$).
Un miroir est *convexe* si sa surface réfléchissante est à l'extérieur (on a alors $\overline{SC} = +R > 0$).

Relation de conjugaison :
Il n'y a pas ici de stigmatisme rigoureux, on se place alors dans les conditions d'un stigmatisme approché (approximation de Gauss), où les rayons incidents sont faiblement inclinés par rapport à l'axe optique. On a :

$$\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}}$$

Nature des objets/images :

- un objet réel correspond à $\overline{SA} < 0$, un objet virtuel correspond à $\overline{SA} > 0$.
- une image réelle correspond à $\overline{SA'} < 0$, une image virtuelle correspond à $\overline{SA'} > 0$

Foyers/ distances focales :

Le foyer objet F et le foyer image F' sont au même point. Les distances focales sont données par : $\overline{SF} = \overline{SF'} = \frac{\overline{SC}}{2}$.

Grandissement linéaire :

Le grandissement de l'image $A'B'$ d'un objet AB orthogonal à l'axe optique est donné par : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}$.

Dioptre sphérique :

Un dioptre sphérique sépare deux milieux différents d'indices n_1 et n_2. La distance entre son sommet S et son centre C est donnée par son rayon R . On considérera les rayons lumineux dirigés du milieu d'indice n_1 vers le milieu d'indice n_2.

On caractérise le dioptre par sa *Vergence*, définie par *:* $V = \frac{n_2 - n_1}{\overline{SC}}$.

- un dioptre est convergent si $V > 0$,
- un dioptre est divergent si $V < 0$.

$\overline{SC} = +R > 0$ ou $\overline{SC} = -R < 0$ selon le sens considéré des distances algébriques (et donc, par convention, de la direction des rayons lumineux)

Remarques : 1- Un dioptre plan est un dioptre sphérique de rayon infini.
2- L'unité de la vergence est la dioptrie (δ) , ($\overline{SC}$ étant exprimé en mètres).

Relation de conjugaison *:*

Dans l'approximation de Gauss (voir Miroir sphérique ci-dessus), on a : $\frac{n_2}{\overline{SA'}} - \frac{n_1}{\overline{SA}} = V$.

Nature des objets/images :

- Un objet réel correspond à $\overline{SA} < 0$, un objet virtuel correspond à $\overline{SA} > 0$.
- Une image réelle correspond à $\overline{SA'} > 0$, une image virtuelle correspond à $\overline{SA'} < 0$.

Foyers / distances focales :

Le foyer objet F et le foyer image F' sont situés sur l'axe optique, de part et d'autre du dioptre mais à des distances différentes du point S, ces distances focales sont données par :

$$\overline{SF} = -\frac{n_1}{V} \quad \text{et} \quad \overline{SF'} = \frac{n_2}{V}$$

Grandissement linéaire :

Le grandissement de l'image $A'B'$ d'un objet AB orthogonal à l'axe optique est donné par : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{n_1}{n_2}\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}$.

Lentille sphérique mince :

Une lentille sphérique est une portion de milieu limité par deux dioptres sphériques (l'un d'eux peut être plan) de même axe optique, de sommets S_1 et S_2 et de centres C_1 et C_2 respectivement, tel que $S_1 \cong O \cong S_2$. Le point O est appelé *centre optique*.

La vergence d'une lentille mince d'indice n dont le milieu extérieur est l'air (d'indice 1) est : $V = (n\text{-}1)\left(\frac{1}{\overline{OC_1}} - \frac{1}{\overline{OC_2}}\right)$.

- une lentille est convergente si $V > 0$,
- une lentille est divergente si $V < 0$.

Relation de conjugaison :

Dans l'approximation de Gauss, on a : $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = V$.

Nature des objets/images :

Un objet réel correspond à $\overline{OA} < 0$, un objet virtuel correspond à $\overline{OA} > 0$.
Une image réelle correspond à $\overline{OA'} > 0$, une image virtuelle correspond à $\overline{OA'} < 0$.

Foyers/ distances focales :

Le foyer objet F et le foyer image F' sont symétriques par rapport au point O, les distances focales sont données par :

$$\overline{OF} = -\frac{1}{V} \quad \text{et} \quad \overline{OF'} = \frac{1}{V}$$

Grandissement linéaire :

Le grandissement de l'image $A'B'$ d'un objet AB *orthogonal* à l'axe optique est donné par : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$.