Les dioptres et miroirs plans

1. Le miroir plan

a. Définition

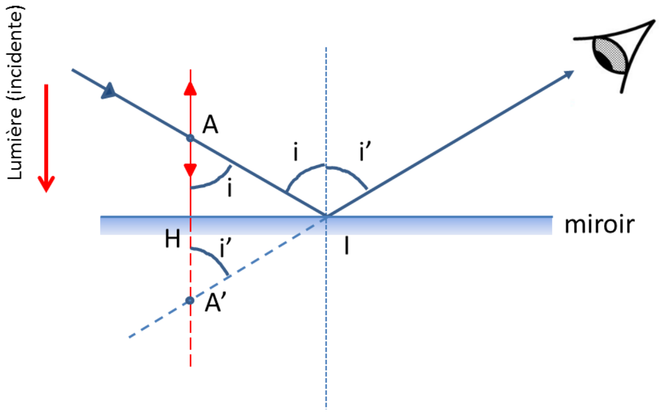
On appelle **miroir plan** une **surface plane parfaitement réfléchissante** (par exemple une surface (verre) recouverte d'un mince dépôt métallique).

b. Construction de l'image d'un objet à partir de rayons incidents et réfléchis

Soit un **objet** ponctuel **réel** *A* et A' son image obtenue par le miroir plan.

<u>Méthode</u> : Pour construire l'image A' de A, on utilise 2 rayons incidents passant par le point objet. Après réflexion sur le miroir, l'intersection de ces rayons définira le point image A'.

Soit le rayon *AH* passant par A et émis sous incidence normale (représenté en rouge). Il est réfléchi par le miroir et repart avec un angle de réflexion nul en repassant par *A*. Soit un autre rayon *AI* faisant un angle *i* quelconque avec la normale (représenté en bleu). Il est réfléchi selon un angle *i'* par rapport à la normale au miroir. D'après la loi de la réflexion de Snell Descartes, *i* = *i'*. Il faut prolonger (en pointillés) les rayons réfléhis pour en définir le point d'intersection. Les rayons réfléchis se coupent en A'.



<u>Conséquences</u> : On montre aisément à partir d'arguments géométriques simples que les triangles *AHI* et *A'HI* sont identiques. <u>***A'* est donc le symétrique de *A* par rapport au plan du miroir**</u>, ce qui veut dire que sa position est indépendante de la valeur de *i*. Ainsi, tout rayon incident passant par *A* est réfléchi par le miroir en semblant provenir de *A'*. Le miroir plan est donc <u>**rigoureusement stigmatique**</u>, et ***A'* est l'image de *A* "à travers" le miroir**. Cette **image** est **virtuelle**, on ne peut l'observer directement sur un écran.

Pour un oeil qui regarde dans un miroir, tout se passe comme si les rayons issus de A venaient d'un point fictif A' qui est le symétrique de A par rapport au miroir.

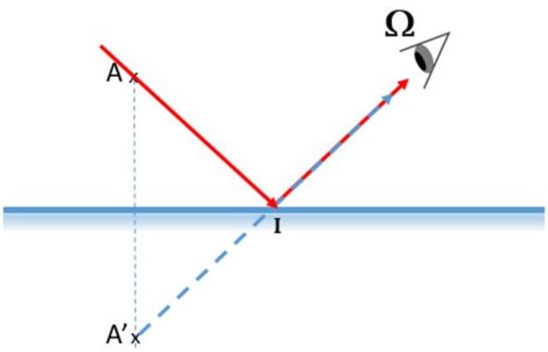
Notons que l'œil ne verra que les rayons réfléchis vers la pupille.

c. Construction de rayons réfléchis sur un miroir plan

On vient de voir que l'objet A et son image A' sont symétriques par rapport au plan du miroir. On peut utiliser cette propriété pour déterminer le tracé de rayons réfléchis par un miroir plan

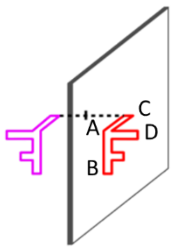
Méthode :

- Déterminer la position de A', symétrique de l'objet A par rapport au miroir.
- Relier en pointillé A' à l'œil Ω pour déterminer le point d'intersection I entre le rayon (A'**Ω**) et le plan du miroir
- Tracer le rayon à partir de l'objet A arrivant sur le miroir en I
- Tracer le rayon réfléchi en I qui arrive dans l'œil Ω
- Indiquer le sens de propagation de la lumière



d. Image d'un objet solide

Soit maintenant l'objet solide ABCD. D'après ce qui précède, chacun de ses points admet comme image son symétrique par rapport au plan du miroir. La symétrie de l'image donnée par le miroir plan à deux conséquences importantes :
1. L'image a même dimension que l'objet : **le grandissement est égal à 1**.
2. **L'image n'est pas superposable à l'objet** (objet chiral), sauf si celui-ci est symétrique par rapport à un plan perpendiculaire au miroir (objet achiral); par exemple l'image d'une main gauche est une main droite.

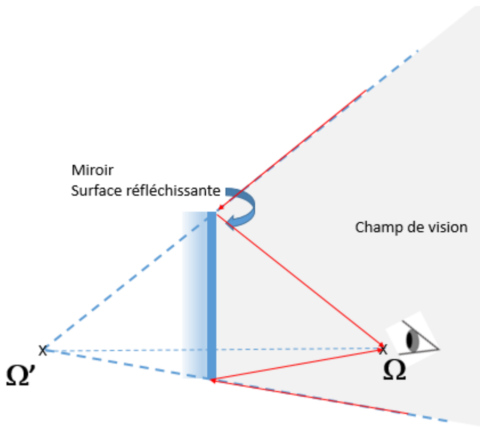


e. Champ de vision

Le champ de vision d'un miroir plan est l'espace que peut percevoir un observateur en regardant dans **le miroir**. Il est possible de déterminer **le champ de vision** en utilisant les lois de réflexion.

Méthode : Pour déterminer un champ de vision

- On détermine la position de l'image (Ω ') de l'observateur (Ω).
- On trace deux demi-droites ayant pour origine le point Ω' et passant par les extrémités du miroir.
- Ces deux droites délimitent le champ de vision de l'observateur : c'est tout l'espace, à droite du miroir, délimité par les deux demi-droites d'extrémités Ω '



L'image de tout objet se situant dans le champ de vision sera perçue par l'observateur.

f. Relation de conjugaison

L'image A' d'un point objet A donné par un miroir plan (MP) est symétrique de l'objet par rapport au miroir, donc :

$\boldsymbol{A \overset{MP}{\longrightarrow} A'}$

$$\boxed{\overline{AH} = \overline{HA'}}$$

Conséquences :

- L'objet et son image ne sont jamais du même côté du miroir
- A et A' se situent donc sur la même verticale au miroir
- L'image d'un objet réel donnée par le miroir est virtuelle

g. Grandissement transversal

L'image d'un objet par un miroir plan a la même dimension et sera de même sens que l'objet, donc

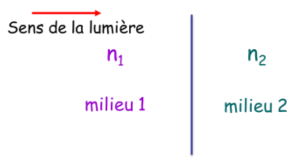
$\boldsymbol{AB \overset{MP}{\longrightarrow} A'\,B'}$

$$\boxed{\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = +1}$$

2. Le dioptre plan

a. Définition

On appelle dioptre plan toute surface plane séparant deux milieux transparents d'indices différents.

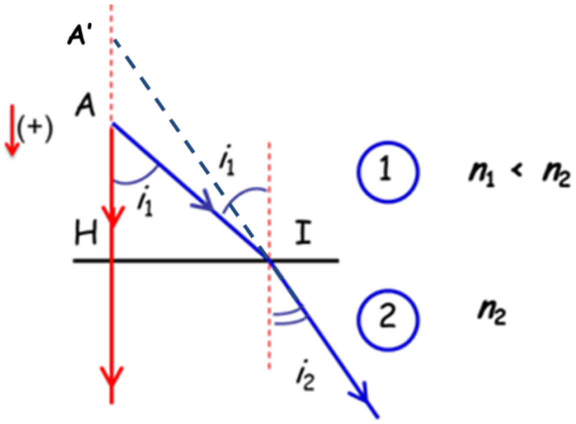


b. Construction de l'image d'un objet par le dioptre plan

Soit un dioptre plan séparant deux milieux transparents d'indices n_1 et n_2 et un point objet réel A situé dans le milieu d'indice n_1. Soit A' son image donnée par le dioptre plan.

<u>**Méthode**</u> **: Pour construire l'image A' de A, on utilise 2 rayons incidents passant par le point objet. Après réfraction à travers le dioptre plan, l'intersection de ces rayons définira le point image A'.**

Soit le rayon AH passant par A et arrivant sous incidence normale (rayon rouge). Il est non dévié lors de la traversé du dioptre plan. Soit AI un rayon passant par A et peu incliné par rapport à la normale (approximation de Gauss, i_1 très petit-rayon bleu). Ce rayon émerge du dioptre selon un angle i_2 défini par la loi de la réfraction de Snell Descartes (par exemple, la figure correspond au cas où $n_1<n_2$). Comme les deux rayons incidents passent par le point objet A, l'image A' de A se trouve à l'intersection des rayons réfractés. Il faut prolonger (en pointillés) les rayons réfractés pour en définir le point d'intersection.



On constate que :

- L'image d'un objet est toujours située du même côté que l'objet par rapport au dioptre
- A et A' se situent donc sur la même verticale au dioptre
- Si l'objet est réel, l'image est virtuelle et réciproquement

c. Relation de conjugaison

On a les relations suivantes :

D'après la loi de Snell Descartes : $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$ (1)

Dans les triangles HIA et HIA' : $\tan i_1 = \frac{\overline{HI}}{\overline{AH}}$ et $\tan i_2 = \frac{\overline{HI}}{\overline{A'H}}$ (2)

Comme on se place dans les conditions de Gauss (angles très petits, rayons peu inclinés par rapport à la normale au dioptre), on peut faire les approximations suivantes :

$$\sin i \sim \tan i \sim i$$

On obtient donc les relations :

$n_1 i_1 = n_2 i_2$ et $\overline{HI} = \overline{AH}\,.i_1 = \overline{AH'}.i_2$ ou encore $\overline{HA}\,.i_1 = \overline{H'}A.i_2$

D'où la relation de conjugaison :

$$A \xrightarrow{DP} A'$$

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

d. Grandissement transversal

Soit **un objet étendu AB parallèle au dioptre**, et A'B' son image par le dioptre plan. Les points A et B étant à la même distance du dioptre, leurs images A' et B' le sont également. L'image A'B' a même orientation que l'objet AB et même dimension.

L'image d'un objet par un dioptre plan a la même dimension et sera de même sens que l'objet, donc

$\boldsymbol{AB \xrightarrow{DP} A'\,B'}$

$$\boxed{\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = +1}$$

C. Le Luyer 2020