

Chapitre 3 : Les principes généraux de l'optique géométrique (7h)

8.1. Réflexion de la lumière (sous forme de rappels)

8.1.1. Observations

- Dans l'eau calme d'une mare on voit les images des différents objets : arbres ,personnes ... qui bordent cette mare.
- Lorsque vous regardez dans un miroir vous voyez l'image de votre visage et de certains objets qui se trouvent derrière vous.

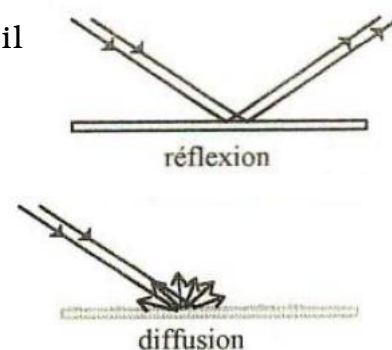
8.1.2. Interprétation

- L'arbre diffuse une partie de la lumière qu'il reçoit du soleil. Certains rayons arrivent à la surface de l'eau d'où ils sont renvoyés vers votre œil d'où l'image de l'arbre donnée par l'eau.
- Votre visage diffuse une partie de la lumière qu'il reçoit. Certains arrivent sur le miroir à partir d'où ils sont renvoyés vers votre visage dans le miroir, d'où l'image de votre visage dans le miroir.

8.1.3. Réflexion de la lumière

Le miroir renvoie les rayons lumineux, chacun dans une direction bien déterminée :il réfléchit la lumière. La lumière a subi une **réflexion** sur le miroir. La glace ;la surface de l'eau plane sont **des miroirs plans**. Un miroir plan est une surface réfléchissante plane.

Lors de la diffusion ; un point envoie les rayons lumineux dans différentes directions.



Conclusion :Il y a réflexion lorsque les rayons lumineux frappent une surface et est renvoyés dans une direction déterminée, alors que dans une diffusion les rayons sont renvoyés dans toutes les directions .

8.2. Image d'un objet (rappels)

8.2.1. Première observation

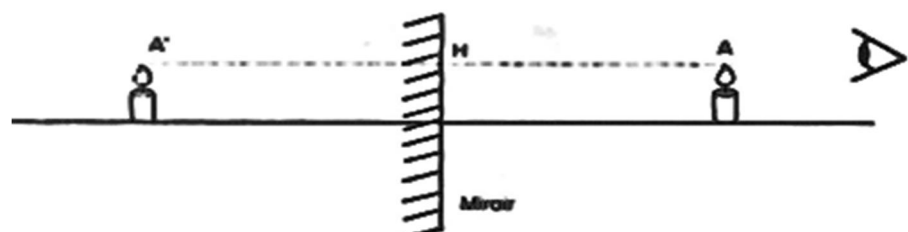
Lorsque vous vous rapprochez du miroir votre image se rapproche de vous ; lorsque vous vous éloignez ;votre image s'éloigne de vous.

L'image et l'objet évoluant contre deux entités symétriques par rapport au miroir. Vous ne pouvez pas saisir votre image : elle est **virtuelle**.

8.2.2. Expérience des deux bougies

Expérience

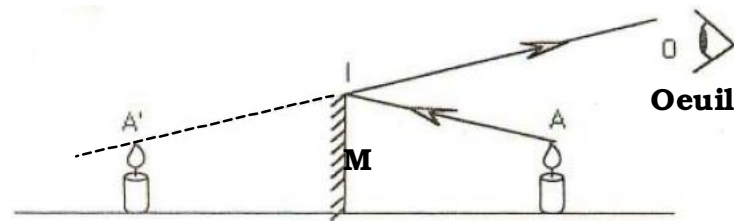
Disposons deux bougies de même hauteurs symétriquement par rapport à une vitre l'une est **éteinte** (derrière la vitre) et l'autre **allumée**. Quand on regarde la vitre la bougie située derrière semble être allumée. Cette expérience met en évidence le fait que l'objet et son image sont symétriques par rapport à la vitre(qui joue le rôle du miroir).L'image de la flamme est donc **virtuelle**.



Conclusion : Un miroir plan donne d'un objet placé devant lui une image virtuelle et symétrique de cet objet par rapport au plan du miroir.

8.3. Marche de la lumière

8.3.1. Marche d'un rayon lumineux



L'œil qui regarde dans le miroir à l'impression que les rayons lumineux proviennent de l'image de la bougie A'.

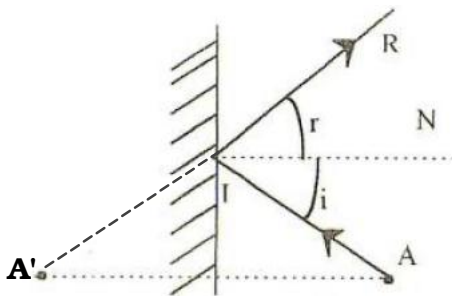
En effet l'œil croit toujours que la lumière provient de l'endroit où est située la forme qu'il voit (même si c'est un mirage). Tout rayon issu du point A et qui arrive sur le miroir se réfléchit en paraissant provenir de l'image virtuelle A' du point A.

- AI est appelé le **rayon incident** : le rayon avant sa rencontre avec le miroir.
- OI est appelé le **rayon réfléchi** : le rayon après sa rencontre avec le miroir.
- I est appelé le **point d'incidence**.

Remarque : Cette construction montre bien que l'œil « croit » que le rayon est issu du point A'.

L'image est bien virtuelle les rayons semblent provenir du point A'. On ne peut pas mettre A' sur un écran.

8.3.2. Lois de Descartes pour la réflexion



La perpendiculaire IN au miroir en I est la normale au miroir. Le plan AIN formé par le rayon incident et la normale au miroir est appelé : **plan d'incidence**. L'angle **i**, formé par le rayon incident et la normale est l'angle d'incidence. L'angle **r** formé par le rayon réfléchi et la normale est l'angle de réflexion.

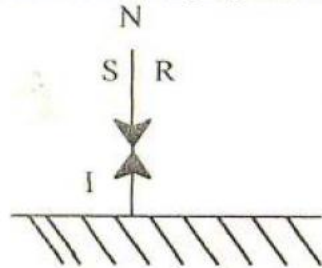
a) Les lois de Descartes

- **Première loi Descartes** : le rayon incident et le rayon réfléchi sont dans un même plan.
- **Deuxième loi de Descartes** : l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence ($r = i$)

b) Cas particuliers : On distingue deux cas particuliers dans la réflexion : l'incidence normale et l'incidence rasante.

Incidence normale

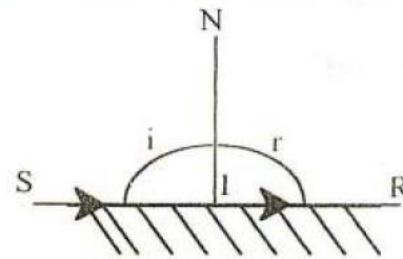
Le rayon incident est perpendiculaire au miroir.



Le rayon réfléchi est superposé avec le rayon incident

Incidence rasante

le rayon incident est tangent au miroir.



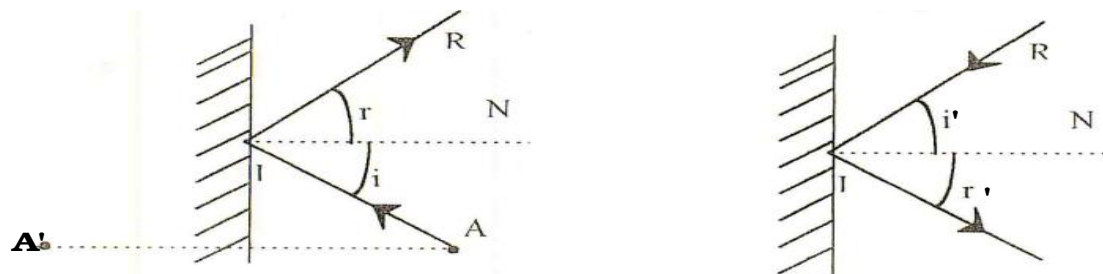
Le rayon réfléchi est tangent au miroir

M.DABIRE Youor

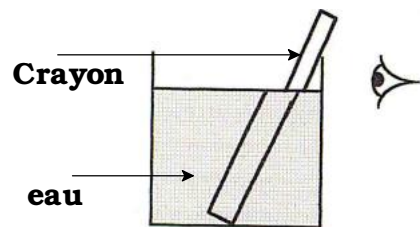
8.3.3. Loi du retour inverse de la lumière

Considérons un rayon lumineux se propageant selon le trajet du rayon réfléchi précédent, mais en sens inverse avec un angle d'incidence $i' = r$; on remarque alors que $i = r'$.

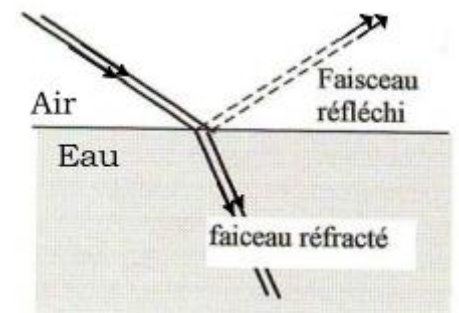
Ce résultat général est connu sous le nom de principe de retour inverse de la lumière. Le chemin suivi par la lumière ne dépend pas du sens de propagation.

Principe du retour inverse de la lumière8.4. Réfraction de la lumière8.4.1. Observations

- 1ère observation : L'observateur regarde un crayon plongé dans un verre d'eau. Il a l'impression que le crayon est coupé au niveau de la surface de séparation de l'eau.



- 2ème observation : Un faisceau lumineux étroit arrive sur la surface de séparation entre l'air et l'eau. Une faible partie du faisceau est réfléchi dans l'air ; c'est le phénomène de la **réflexion partielle**. L'autre partie pénètre dans l'eau en changeant de direction : c'est le phénomène de **réfraction** de la lumière.



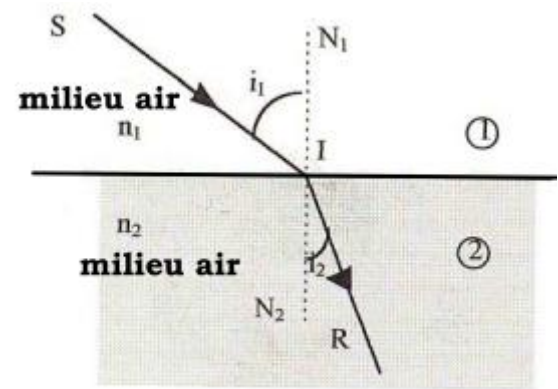
Conclusion : La réfraction est le passage de la lumière d'un milieu transparent dans un autre. Ce passage s'accompagne en général d'un changement de direction des rayons lumineux et d'une **réflexion partielle**.

8.4.2. Lois de la réfractiona)Expérience

Un rayon lumineux situé dans un milieu d'indice de réfraction n_1 passe au point I dans un milieu d'indice de réfraction n_2 . Dans une région de l'espace représentant les milieux 1 et 2 traçons les rayons :

- ✓ Le rayon dans le milieu 1 est appelé : **rayon incident**

- ✓ Le rayon dans le milieu 2 est appelé : **rayon réfracté**
- ✓ N_1IN_2 est la normale à la surface de séparation.



b) Enoncés des lois

Le plan formé par le rayon incident et la normale est le **plan d'incidence**.

$i_1 = \widehat{SIN_1}$: angle d'incidence et $i_2 = \widehat{N_2IR}$: angle de réfraction.

n_1 : indice de réfraction du milieu 1 et n_2 : indice de réfraction du milieu 2.

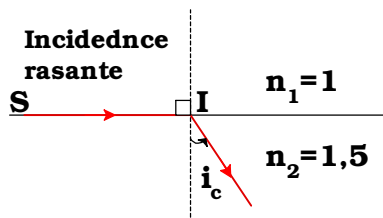
✓ Première loi de Descartes-Snell: le rayon incident, le rayon réfléchi et la normale sont dans le même plan appelé le plan d'incidence.

✓ Deuxième loi de Descartes-Snell : Il existe une relation entre l'angle d'incidence et l'angle de réfraction telle que:

$$n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$$

Remarque: Si $n_1 < n_2$; alors $\sin i_1 > \sin i_2$ implique $i_1 > i_2$; dans ce cas le milieu 2 est dit plus réfringent que le milieu 1.

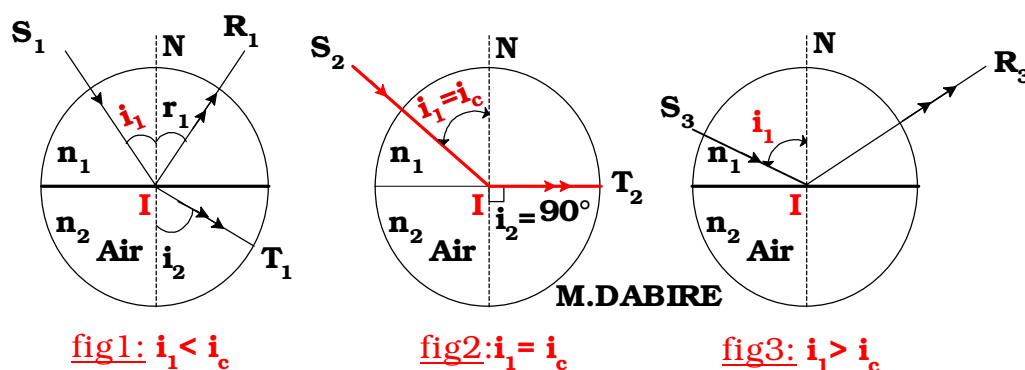
c) Angle de réfraction limite ($n_1 < n_2$)



Lorsque la lumière passe d'un milieu moins réfringent à un milieu plus réfringent ($n_1 < n_2$), si un rayon lumineux atteint une surface de séparation sous l'angle d'incidence proche de 90° (incidence rasante), l'angle de réfraction tend vers une valeur limite appelé **angle limite** noté i_c telle que : $n_2 \cdot \sin i_c = n_1 \cdot \sin 90^\circ$, soit : $\sin i_c = \frac{n_1}{n_2}$

8.4.3. Réflexion totale ($n_1 > n_2$)

Expérience : Utilisons le dispositif expérimental précédent et envoyons, d'une source lumineuse S, un rayon lumineux sous l'indice i_1 du plexiglas vers l'air. Nous observons le rayon réfracté dans trois cas différents :



Observation

-Si $i_1 < i_c$ (fig1), nous constatons qu'il y a à la fois un rayon réfléchi IR_1 et un rayon réfracté IT_1 ; ici comme $n_1 > n_2$, on a $i_1 < i_2$.

-Si, $i_1 = i_c$ (fig2), avec $\sin i_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n \text{ du milieu le moins réfringent}}{n \text{ du milieu le plus réfringent}}$, nous constatons que le rayon réfracté IT_2 est tangente à la surface de séparation et il n'y a pas de rayon réfléchi.

-Si $i_1 > i_c$ (fig3), nous constatons qu'il n'y a pas de rayon réfracté ; le rayon incident est intégralement réfléchi par la surface de séparation : c'est le phénomène de **réflexion totale**

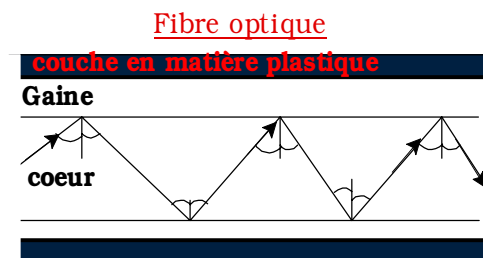
Conclusion : Deux conditions sont nécessaires à la réflexion totale :

- $n_1 > n_2$: le milieu 1 est plus réfringent que le milieu 2,
- $i_1 > i_c$: Le rayon lumineux arrive sur la surface du dioptre sous un angle d'incidence supérieur à la valeur limite i_c .

NB : Lorsque $n_1 < n_2$, il y a toujours un rayon réfracté quel que soit l'angle d'incidence i_1 , mais pas de réflexion.

b) Applications du phénomène de réflexion totale

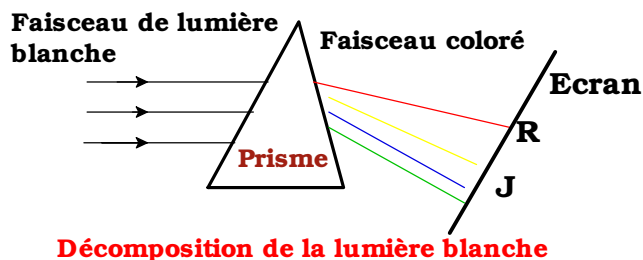
- La fontaine lumineuse : les rayons lumineux par réflexions totales successives sont prisonniers des filets d'eau.
- Les prismes à réflexion totale : ils sont utilisés dans les jumelles et dans les appareils photographiques.
- Les fibres de verre : Elles permettent de réaliser des photographies, par endoscopie digestive (fibroscopie).
- Les fibres optiques : Elles permettent de transporter des signaux sous forme lumineuse (télévision, téléphone...).



8.4.4. Dispersion de la lumière par un prisme

Le prisme est taillé dans un matériau transparent comme le verre ou le plexiglas. Il comporte trois faces planes rectangulaires et deux faces triangulaires. On le représente par un triangle. Il permet d'obtenir un spectre lumineux.

a) En lumière blanche



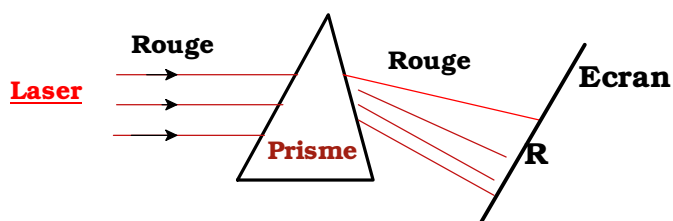
Décomposition de la lumière blanche

Un faisceau de lumière blanche d'une lampe à incandescence est envoyé sur un **prisme**.

Nous observons sur l'écran une bande colorée dont les couleurs vont graduellement du rouge au violet : c'est le **spectre de la lumière blanche**. La lumière blanche a été « dispersée » par le prisme. Les couleurs se

succèdent sans discontinuité, le spectre est **continu**.

b) Avec une lumière émise par un laser



Nous observons sur l'écran une raie d'une seule couleur. La lumière laser ne peut pas être décomposée, elle est composée d'une seule couleur. On dit que le laser est une lumière monochromatique.

c) Le spectre de la lumière blanche

Dans le spectre continu de la lumière blanche, on observe une variation continue de couleurs depuis le rouge jusqu'au violet. La lumière blanche est la superposition d'une infinité de lumières monochromatiques. La lumière blanche est une lumière **polychromatique** (elle contient plusieurs couleurs dans l'ordre qui sont :

Rouge-Orange-Jaune-vert-Bleu-Indigo-Violet) .Ce sont des couleurs de l'arc-en-ciel.

Exercice d'application

1)Qu'appelle-t-on faisceau lumineux ?rayon réfléchi ?une réfraction ?

Rép :

-Un faisceau lumineux :un ensemble de rayon lumineux

-Un rayon réfléchi :c'est un rayon de renvoi par une surface dans une direction déterminée .

-Une réfraction :C'est le passage de la lumière d'un milieu transparent dans un autre .

2)Quelle est la nature d'une image donnée par un miroir ?Rép :Image est virtuelle

3)Enoncer les lois de Descartes-Snell dans la réfraction.

Rép :

1^{ère} loi :le rayon incident, rayon réfléchi et la normale sont dans le même plan .

2^{ème} loi :Les angles incidence i et de réflexion r sont égaux

4)A quelle condition l'angle limite de réfraction existe-il ?

Rép :Lorsque l'angle d'incidence est proche de 90° ($\sin=90^\circ$:incidence rasante)

5)A quelle condition y a-t-il réflexion totale ?

Rép :Si $n_1 > n_2$ et $i_1 < i_c$ il n'y a pas de rayon réfracté ;le rayon incident est totalement réfléchi.

6)Citer quelques applications de la réflexion totale. Rép :

-La fontaine lumineuse :les rayons lumineux par réflexions totales successives sont prisonniers des filets d'eau.

-Le prisme à réflexion totale :ils sont utilisés dans les jumelles et dans les appareils photographiques.

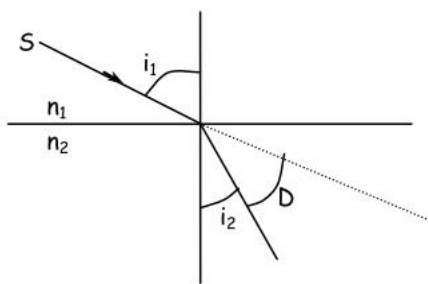
-Les fibres de verre : Elles permettent de réaliser des photographies, par endoscopie digestive (*fibroscopie*)

-Les fibres optiques : Elles permettent de transporter des signaux sous forme lumineuse (télévision,téléphone...).

7)Un pinceau lumineux cylindrique arrive sur une surface réfringente plane à 60° ,séparant l'air d'un milieu d'indice n_2 devrait avoir l'indice de réfraction de ce milieu pour que l'angle de réfraction soit 30° .

a. Déterminer l'indice de réfraction.

b.Déterminer la déviation du pinceau lumineux.



a)Rép :On a d'après la première loi de Descartes

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 \Leftrightarrow n_2 = \frac{1 \times \sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3} ; n_2 = \sqrt{3}$$

b)Rép :

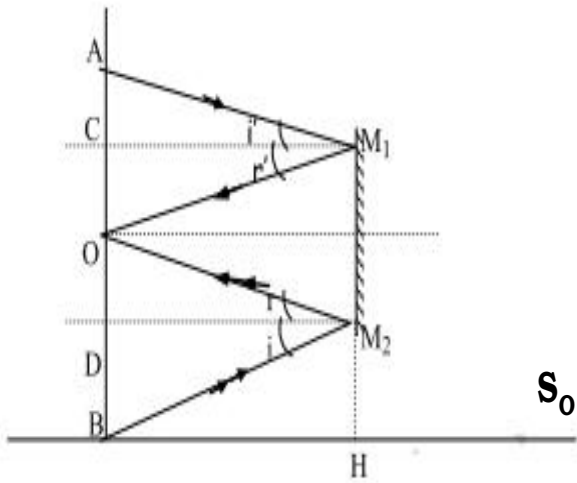
Déviation du pinceau. $D = i_1 - i_2$; AN: $D = 60^\circ - 30^\circ = 30^\circ$; $D = 30^\circ$

8)Un observateur de 1,80m de hauteur se trouve devant une glace. Son œil se trouve à 1,70m du sol. En se servant de la définition du champ d'un miroir. Calculer :

a.La distance au sol du bord inférieur du miroir pour que l'observateur voit juste ses pieds.

b.La hauteur minimale de la glace pour qu'il se voie en entier.

a)Rép : Distance au sol du bord inférieur du miroir : (HM_2)



Le triangle OBM₂ est isocèle, DM₂ est la médiatrice du segment (OB)

DB = OD =M₂H= $\frac{DB}{2} = \frac{1,7}{2} = 0,85 \quad \leftrightarrow \text{M}_2\text{H}=0,85\text{m}= 85\text{cm}.$

b)Rép :Hauteur minimale de la glace pour qu'il se voie en entier.(M₁M₂=CD)

De même AOM₁ , est un triangle isocèle on a alors:

CO= $\frac{AO}{2}$ **d'où M₁M₂=** $\frac{AO}{2} + OD$ **;AN :M₁M₂=** $\frac{10}{2} + 85 = 90 \leftrightarrow \text{M}_1\text{M}_2=90\text{cm}$