LE PRISME

1. Définition

Le prisme est un milieu transparent et réfringent limité par deux faces planes non parallèles.

2. Constatations

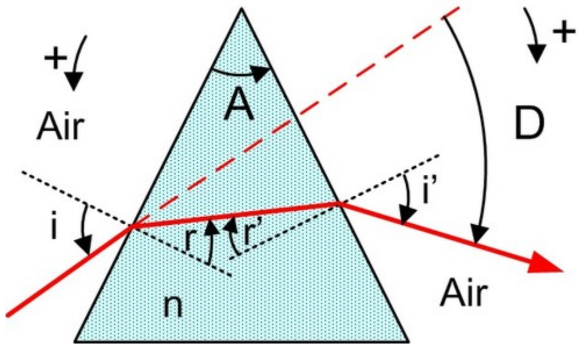
Nous constatons deux choses :

- en regardant un objet à travers un prisme, celui-ci semble se trouver plus haut ou plus bas suivant notre point de vue : **le prisme provoque une déviation du rayon lumineux**
- les bords de l'objet semblent colorés (irisés) : **le prisme décompose la lumière blanche**

3. Marche d'un rayon lumineux à travers un prisme

Nous considérons un prisme d'ndice n plongé dans l'air d'indice prise égal à 1. Nous supposerons qu'il existe un rayon émergent donc que $r' < i_L$ où i_L est l'angle limite correspondant à la séparation milieu/air considéré.

Nous avons vu que le prisme décomposait la lumière blanche. Pour supprimer cet "effet", nous supposons que le rayon envoyé est constitué d'une seule couleur (rayon monochromatique) que l'on obtient avec un filtre.
Un rayon arrivant sur une des faces du prisme en verre va y pénétrer. Il passe d'un milieu à un autre et va donc subir la réfraction. Le second milieu étant plus réfringent que le premier, le rayon se rapproche de la normale et se dirige vers l'autre face, pour sortir du prisme. Il change donc de milieu une seconde fois; il y a réfraction. L'air est un milieu moins réfringent, le rayon va donc s'écarter de la normale.



Le rayon a subi deux réfractions et sort avec une déviation par rapport à la direction du rayon initial. Il est possible de calculer cette déviation.
Soit ABC la section principale d'un prisme d'angle au sommet A. Un rayon lumineux incident se trouvant dans le plan ABC va se rapprocher de la normale (au point I). Le rayon traverse ensuite le verre puis, en passant du verre dans l'air, s'écarte de la normale (au point I'). Désignons par D la déviation du rayon émergent par rapport au rayon incident.

Écrivons les relations de Snell-Descartes et les formules fondamentales du prisme ::

air/verre $\sin(i) = n.\sin(r)$

verre/air $\sin(i') = n.\sin(r')$

trigonométrie: $A+\frac{\pi}{2}-r+\frac{\pi}{2}-r'=\pi \quad \Rightarrow \quad A = r + r'$

$$D = i - r + i' - r' \rightarrow D = i + i' - A$$

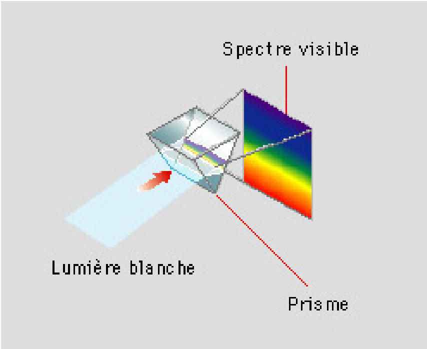
Conditions pour qu'il y ait émergence : **r' = A – r <** $\arcsin\frac{1}{n} \Rightarrow r > A - \arcsin\frac{1}{n}$

$$i > \arcsin\left(n\sin\left(A - \arcsin\frac{1}{n}\right)\right)$$

4. Dispersion de la lumière

Si nous envoyons de la lumière blanche sur un prisme, nous obtenons sur un écran une décomposition de la lumière. Nous obtenons le spectre continu (car toutes les couleurs se touchent) de la lumière.

Voici le spectre de la lumière :



Cette dispersion est due au fait que les déviations subies par les différentes couleurs ne sont pas identiques.La dispersion est d'autant plus importante que la longueur d'onde de la lumière incidente est courte.

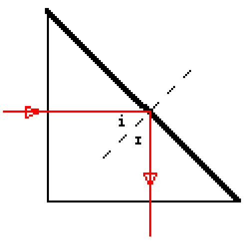
L'indice du prisme, donc la déviation, dépend de la longueur d'onde.

La relation phénoménologique de Cauchy : $n(\lambda) = n_0 + \frac{B}{\lambda^2}$

montre que l'indice est une fonction décroissante de la longueur d'onde.

La déviation croît avec l'indice du prisme : la déviation croît du rouge au violet dans le domaine visible.

5. Prisme à réflexion totale



Faisons tomber sur la face d'un prisme un rayon lumineux perpendiculairement à cette face. (la section du prisme est un triangle rectangle isocèle). Ce rayon entre sans déviation et atteint alors l'hypoténuse sous un angle de 45°. Si l'angle limite (qui dépend des deux milieux) est inférieur à 45°, alors le rayon va subir la réflexion totale. L'angle de réflexion vaut alors 45° (**i=r**), ce qui fait sortir le rayon du prisme, perpendiculairement à l'autre face (pas de déviation de sortie).

$n\sin r'_{lim} = \sin\frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin r'_{lim} = \frac{1}{n}$

Le prisme à réflexion totale est utilisé dans les viseurs de tranchée, jumelles, lunettes d'observation, etc...

6. Déviation D(i) en fonction de l'angle d'incidence du rayon incident

Les trois formules du prisme nous donnent les expressions i ' en fonction de i et la déviation ne dépend que de i si A et n sont fixés.

En effet, ***nsinr' = 1sini'*** → ***i' = arcsin(nsinr') = arcsin(nsin(A-r))***

1sini = nsinr → $r=\arcsin\left(\frac{\sin i}{n}\right)$

Finalement : $D=i+\arcsin(n\sin(A-\arcsin\frac{\sin i}{n}))-A$

Quand i varie, D varie et passe par un minimum pour une valeur particulière de i, i = i' et r = r'

$D_{min} = 2i - A$ donc $i=\frac{D_m+A}{2}$ et on a aussi $r=\frac{A}{2}$ = r'

la loi de Descartes devient : sin i = n sin r → $\sin\frac{D_m+A}{2}=n\sin\frac{A}{2}$

d'où $D_m=2\arcsin\left(n\sin\frac{A}{2}\right)-A$ et l'indice du prisme est : $n=\frac{\sin\left(\frac{D_m+A}{2}\right)}{\sin\frac{A}{2}}$