

Chapitre I : Généralités sur la lumière et principe de l'optique géométrique.

I-1. Introduction et définitions.

L'optique : c'est un mot grec "optica" qui signifie je vois. Il est à l'origine des phénomènes perçus par l'œil. L'agent de la vision c'est la lumière.

Un objet est vu soit parce qu'il émet de la lumière par une source primaire ou une source secondaire.

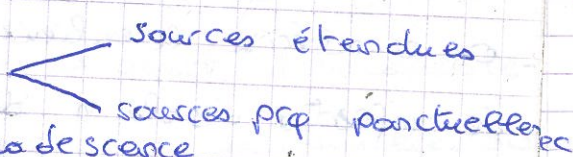
La lumière transporte de l'énergie qui est à l'origine de son action sur les détecteurs, elle se propage dans le vide et dans les milieux homogènes et transparents, la vitesse de propagation de la lumière est quasi instantanée et vaut approximativement

$$\text{vitesse de propagation } c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Du point de vue expérimentales, l'optique est basée sur 3 choses essentielles :

- des sources de lumière (radiation ou vibration).
- le milieu de propagation.
- des récepteurs de lumière.

Les sources de lumière

Il existe 2 types de sources de lumière 
Sources étendues
Sources ponctuelles

Exemple de sources étendues : soleil, lampe à incandescence.

Mis ces sources il y a celles qui sont primaires et d'autres secondaires.

Sources primaires : soleil, lampe à incandescence, etc...

Sources secondaires : tout objet éclairé par une source primaire sera à son tour une source secondaire.

- la lumière visible à l'œil nu est celle dont la longueur d'onde est comprise entre $400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 750 \text{ nm}$.

Rayon cosmique	Rγ	RX	UV	visible	Infra Rouge IR	μ ondes	ondes radio T.V G.S.M	ondes de navigation
				0,4 μm Optique	0,75 μm			

des ondes froides qui sont énergiquement dangereuses pour s'être vivant

des ondes chaudes.

$$E = h\nu = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

Quelques exemples de mise en évidence de la lumière invisible à l'œil

- Chauffage par IR.
- Bronzage par IR
- Emission de la lumière visible par les molécules éclairées par U.V.
- Radiologie RX

b) milieu de propagation de la lumière.

- la lumière se propage dans le vide et dans tous les milieux homogènes et transparents.

- on caractérise le milieu de propagation de la lumière par l'indice de réfraction absolu n donné par.

$$n = \frac{c}{v} \gg 1$$

\swarrow vitesse de la lumière dans le vide.
 \searrow vitesse de la lumière dans le milieu d'indice n .

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda_{\text{vide}} = cT \\ \lambda_{\text{milieu}} = vT \end{array} \right.$$

λ = période spatiale.

T = période temporelle.

$T = \frac{1}{\nu}$ ne dépend pas du milieu de propagation de l'onde elle ne dépend que de la source où elle est émise

$\lambda =$ dépend du milieu de propagation.

$$n = \frac{c}{v} = \frac{T}{T} = \frac{\lambda_{\text{vide}}}{\lambda_{\text{milieu}}}$$

$$\lambda_{\text{milieu}} = \frac{\lambda_{\text{vide}}}{n}$$

plexiglass	1,49	alcool	1,31
silice	1,47	Benzene	1,5
quartz	1,5	l'air	1,000292
verres	1,5 à 1,8	dioxygène	1,000273
l'eau	$\frac{4}{3}$ ou 1,33	CO ₂	1,000449

c) Les récepteurs de lumière.

- les écrans
 - Retine de l'œil.
 - cellule photoélectrique.
- Notons que la lumière a deux aspects :
- aspect ondulatoire.
 - aspect corpusculaire.

* avec l'aspect ondulatoire de la lumière, les physiciens ont bien expliqué le phénomène de l'interférence, de diffraction et de polarisation de la lumière. Mais cet aspect est incapable d'expliquer l'échange de l'énergie transporté par la lumière avec la matière.

→ l'étude de l'optique géométrique sera l'étude des images des objets formées par des instruments optiques - on cherche à savoir

- sa position
- sa nature
- sa forme.

I-2) le principe de l'optique géométrique

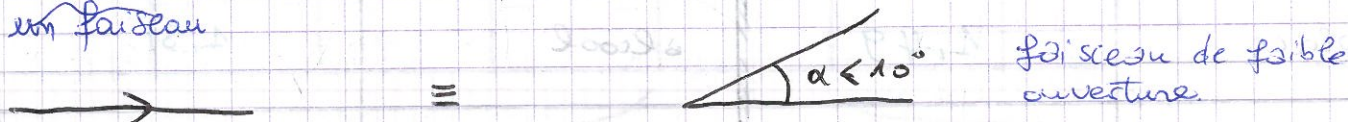
Il existe 2 principes de l'optique géométrique

1^{er} principe :

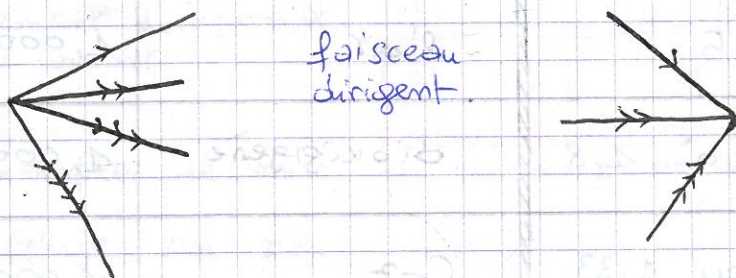
Dans le vide et les milieux transparents et homogènes, la lumière se propage en ligne droite

Un rayon lumineux est droite rectiligne suivie par la lumière et le sens de la flèche sera dans de l'énergie transportée par la lumière

un faisceau



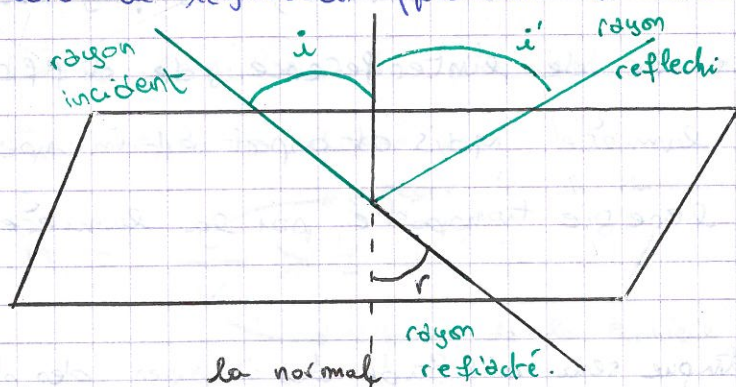
un faisceau de lumière est un ensemble de rayons lumineux



2^{ème} principe (lois de Descartes)

Tout faisceau de lumière (faisceau incident) qui arrive d'un milieu transparent et homogène et rencontre la surface de séparation avec un autre milieu d'indice différent au premier, subira

- Soit la réflexion (dans le même milieu)
- soit la réfraction (passant à l'autre milieu)



i = angle d'incidence angle qui fait la normale avec le rayon incident

i' = angle de réflexion " " " " " " " réflexion

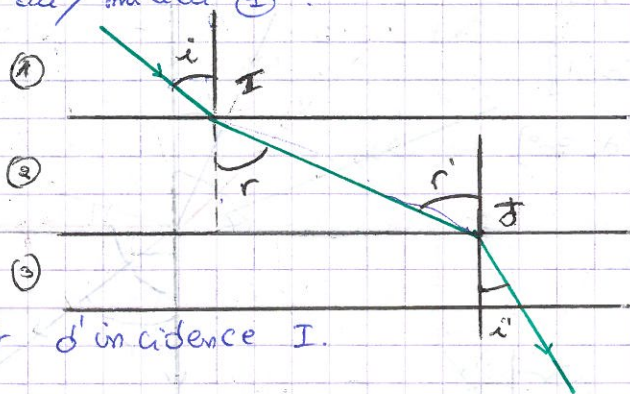
r = angle de réfraction " " " " " " " réfracté.

On a toujours les rayons incident, réfléchi et réfracté et à un plan d'incidence.

- la loi de réflexion $i = i'$

- la loi de réfraction $\frac{\sin i}{\sin r} = cte = n_{2/1} = \text{indice de réfraction relatif au milieu } \textcircled{2} \text{ au milieu } \textcircled{1}$

milieu $\textcircled{2}$ au milieu $\textcircled{1}$



* au point d'incidence I.

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n_{2/1}$$

* au point d'incidence J

$$\frac{\sin r'}{\sin i'} = n_{3/2}$$

$$n_{2/1} \cdot n_{3/2} = \frac{\sin i}{\sin r} \cdot \frac{\sin r'}{\sin i'} = \frac{\sin i}{\sin i'} = n_{3/2}$$

alors :

$$n_{3/2} = \frac{n_{3/1}}{n_{2/1}}$$

on choisit le milieu de référence l'air.

$n_{3/1} = n_3 = \text{l'indice relative de 3/air} = \text{l'indice absolu du milieu}$

$$n_{2/1} = n_2$$

$$\text{alors } n_{3/2} = \frac{n_3}{n_2}$$

$$n_2 \sin i = n_3 \sin r$$

I-3) Loi de réfraction limitée et réflexion totale

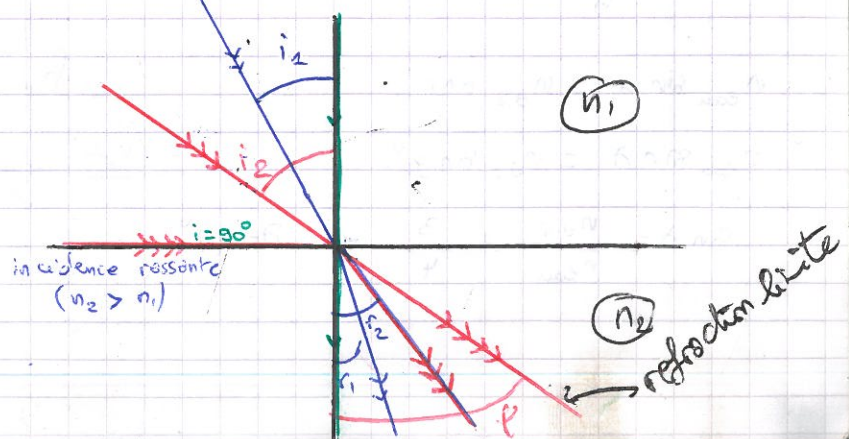
a) passage de la lumière d'un milieu n_1 à un milieu n_2 plus réfringent ($n_2 > n_1$).

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

$$\sin r = \frac{n_1}{n_2} \sin i < \sin i$$

($r < i$ car la flèche \uparrow).

$$n_1 \sin(90^\circ) = n_2 \sin \ell \Rightarrow \sin \ell = \frac{n_1}{n_2}$$



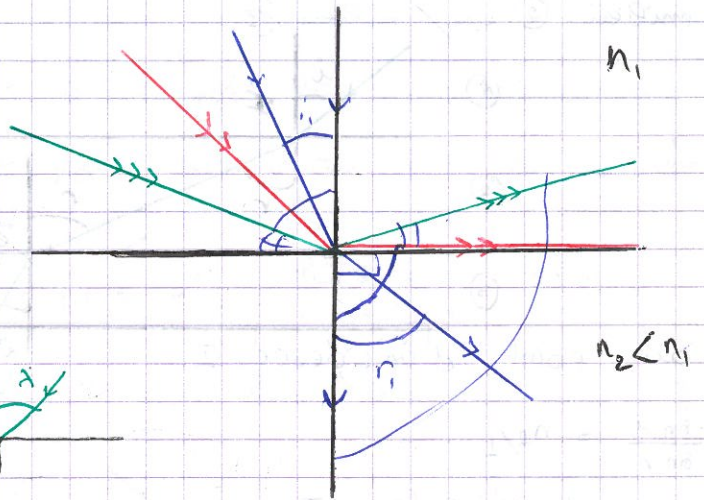
On remarque qu'on a toujours refraction si $i \in [0, 90^\circ]$ et la refraction limite λ est realisee quand $i = 90^\circ$ (incidence rasante).

$$n_1 \sin 90^\circ = n_2 \sin \lambda \Rightarrow \sin \lambda = \frac{n_2}{n_1}$$

b) passage de la lumiere d'un milieu plus réfringent à un milieu plus moins réfringent. ($n_1 > n_2$).

on a refraction quand $i \in [0, \lambda]$
 reflexion quand $i \in [\lambda, 90^\circ]$

$$\sin r = \frac{n_1}{n_2} \sin i > \sin i \rightarrow r > i$$



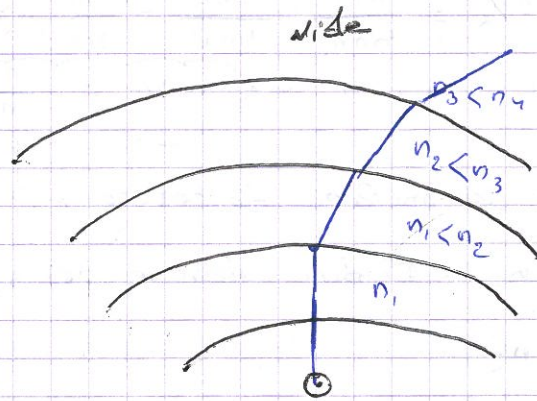
λ = l'angle reflexion totale obtenue quand $r = 90^\circ$.

$$n_1 \sin \lambda = n_2 \sin 90^\circ$$

$$\sin \lambda = \frac{n_2}{n_1}$$

Exemple 1.

l'astre est vu plus près sans atmosphère qu'avec atmosphère.



Exemple 2.

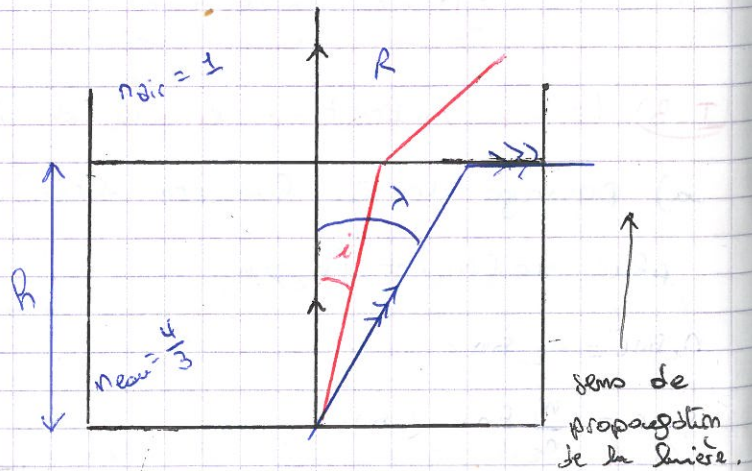
On voit la trace d'un cercle qui se dessine sur la surface de l'eau si h est la profondeur du bassin

$$\tan \lambda = \frac{R}{h} \Rightarrow R = h \tan \lambda$$

$$n_{\text{eau}} \sin i = n_{\text{air}} \sin r$$

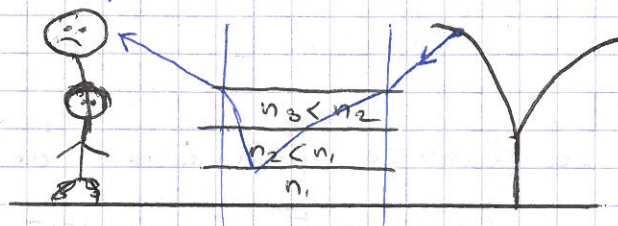
$$n_{\text{eau}} \sin \lambda = n_{\text{air}} \sin 90^\circ$$

$$\sin \lambda = \frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{eau}}} = \frac{3}{4} \Rightarrow \lambda = 42^\circ$$



Exemple 3: phénomène de mirage.

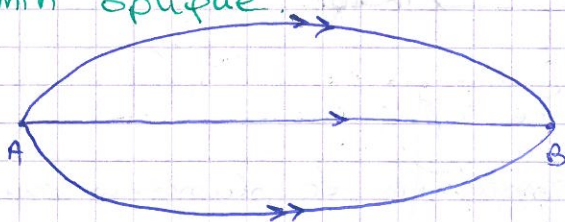
c'est l'illusion de voir une nappe d'eau sur le sol qu'on appelle le phénomène de mirage. (comme si on a un miroir plan déposé sur le sol).
voir plus loin.



En fin de journée le sol dégage de la chaleur et chauffe l'air qui est près du sol, la loi de variation de l'indice avec l'altitude s'inverse (à peu près 0,5 à 1 cm).

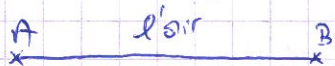
I.4 Chemin optique et principe de Fermat.

* chemin optique.



d'après Fermat la lumière emprunte le chemin le plus court. c.à.d. une ligne droite.

i) entre A et B, il y a l'air.



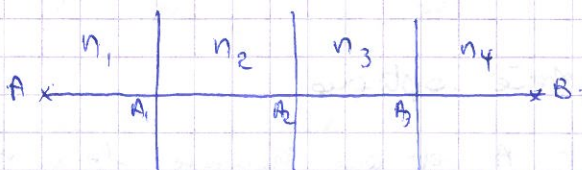
la durée mise par la lumière pour aller de A vers B. $\Delta t = \frac{AB}{c}$

ii) entre A et B on a un milieu homogène transparent d'indice n.



$$\Delta t' = \frac{AB}{v} \quad \text{or} \quad v = \frac{c}{n} \quad \Rightarrow \quad \Delta t' = \frac{AB \times n}{c} \quad \Rightarrow \quad \Delta t' = \Delta t \times n.$$

iii) entre A et B, on a plusieurs milieux homogènes n_1, n_2, n_3, n_4 .



$$\Delta t'' = \frac{AB}{c} = \frac{AA_1}{c} + \frac{A_1A_2}{c} + \frac{A_2A_3}{c} + \frac{A_3B}{c}.$$

$$\Delta t'' = \frac{AA_1 n_1}{c} + \frac{A_1A_2 n_2}{c} + \frac{A_2A_3 n_3}{c} + \frac{A_3B n_4}{c}.$$

generalisation.

$$\Delta t = \frac{AB}{c} = \frac{1}{c} \int_{A \rightarrow B} n(y) dy.$$

Le principe de Fermat (1650)

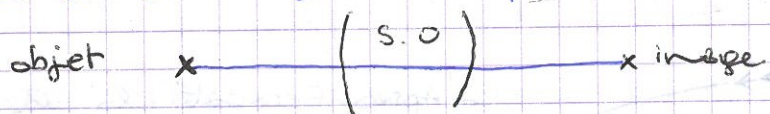
Le trajet emprunté par la lumière pour aller du point A à un point B, est tq le temps de parcours entre ces 2 pts est stationnaire
ou bien

Le chemin suivi par la lumière pour aller de A à B est tq la distance optique ou chemin optique est stationnaire (ou extrême)

I-5. Notions d'objet, image, et notion de stigmatisme

a) système optique.

un système optique est dispositif assurant après réflexion ou/et réfraction de la lumière, une correspondance entre l'objet et l'image



Il existe 3 catégories de système optique :

- des systèmes dioptriques qui sont constitués de plusieurs milieux transparents d'indice différent où la lumière ne subit que la réfraction à travers ces derniers.
- des systèmes catoptriques constitués de dioptriques et miroirs où la lumière subit un certain nombre de réfraction et au moins une réflexion
- des systèmes catoptriques sont des systèmes réfléchissants (formés par les miroirs) où la lumière ne subit que la réflexion à travers ces derniers.

Notions d'objet-image à travers un système optique.

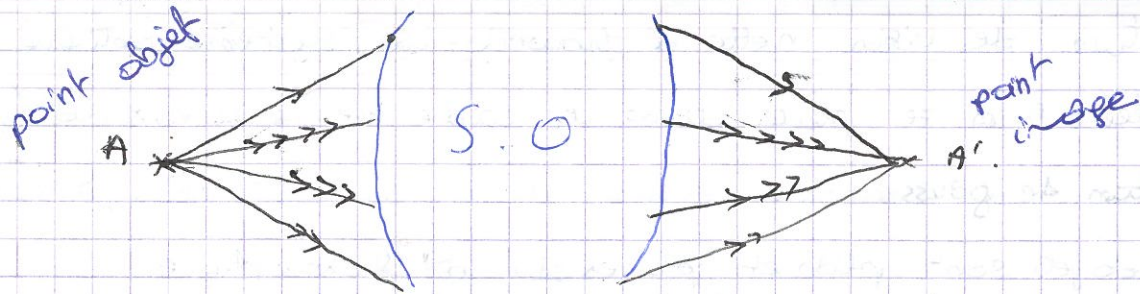
d) Def

si H le rayon lumineux issu d'un point A et qui traverse le système optique émerge et converge ou semble converger vers un point unique A'

alors A se appelle le point objet.

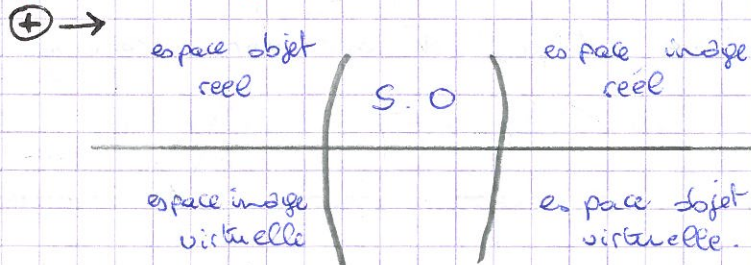
A' " le point image de l'objet à travers le S.O.

on dit aussi que le couple (A, A') sont stigmatiques à travers S.O.

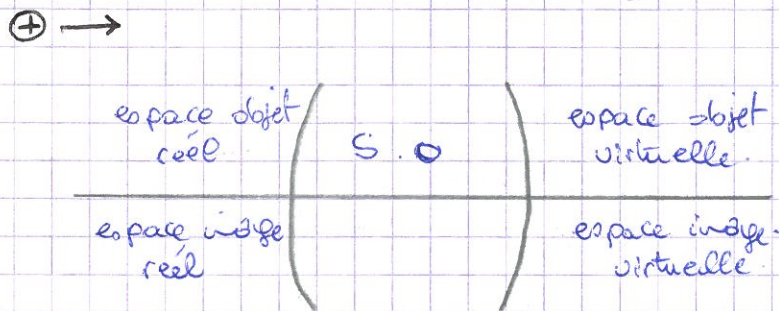


β) Nature de l'objet et l'image

i) pour les systèmes dioptriques.



ii) pour les systèmes catoptrique et catoptrique. HP.



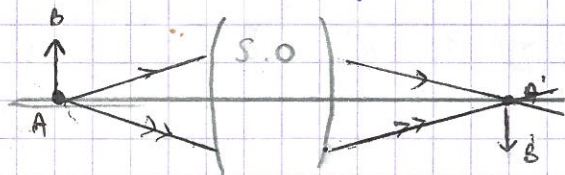
γ) conditions de stigmatisme

i) stigmatisme rigoureux

↳ le point appartient étendu, son image sera un point image unique appartenant à l'image étendue.

objet étendu est un ensemble de point objets.

on dit qu'on a le stigmatisme rigoureux



ii) stigmatisme approché.

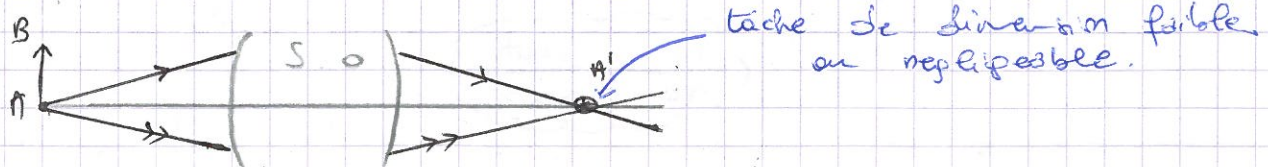


image d'un point objet est une petite tâche de dimension négligeable.

La condition de vision nette à travers un système optique est réalisée si on se place dans le cadre de l'approximation de Gauss.

*) Approximation de Gauss:

- Les objets sont plans et placés \perp à l'axe optique.
- Les rayons issus de l'objet sont des pinceaux (faisceaux de faible ouverture)
- Les rayons incidents sont paraxiaux (rayons incidents faibles et inclinés par rapport à l'axe optique et arrivent presque \perp à la surface du S.O).

