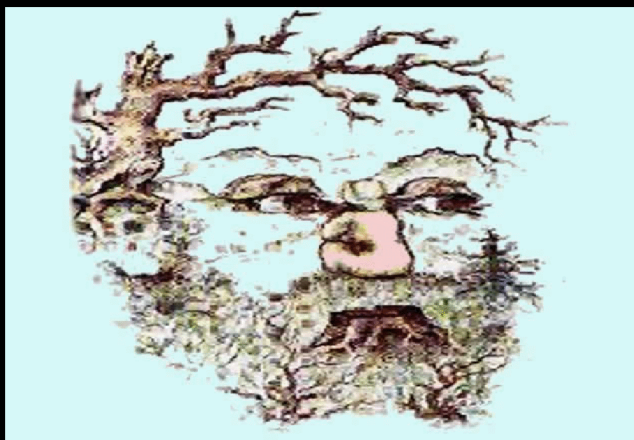
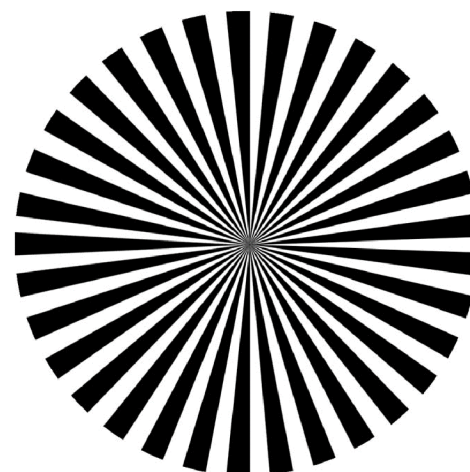
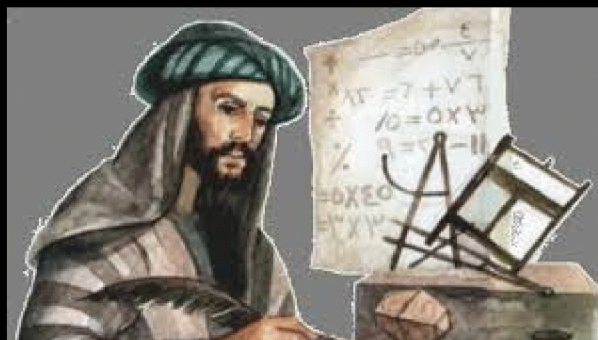




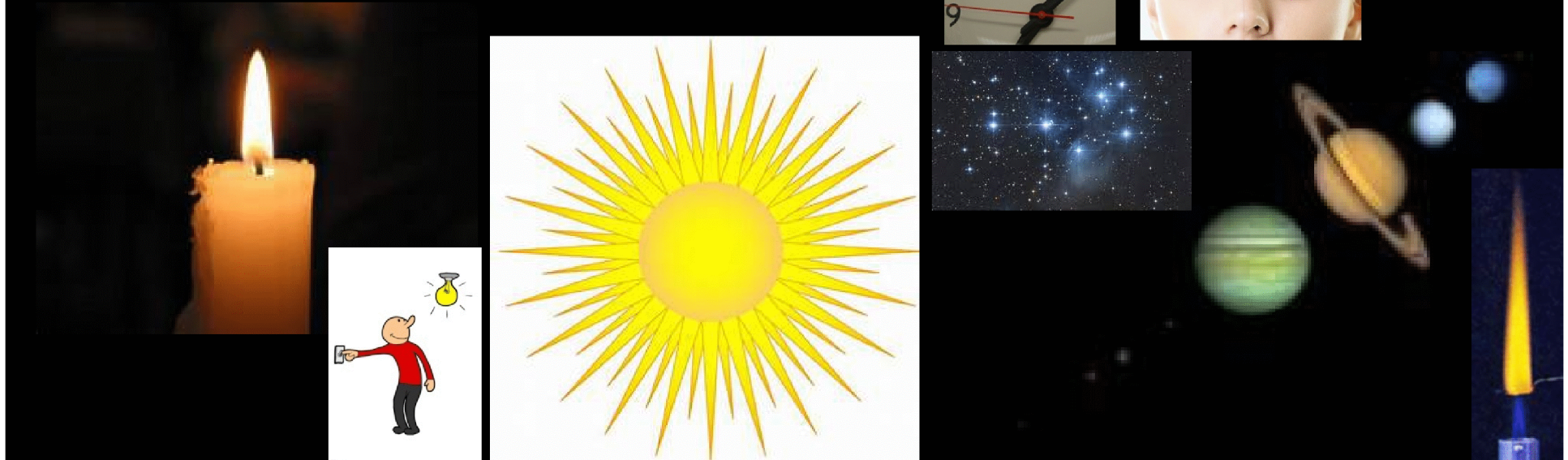
Un visage ou une scene dans un bois ?

Les notions fondamentales de l'optique géométrique



Source de lumière : Tout corps qui émet de la lumière est une source lumineuse. Cette source peut être :

- * **Source principale** bougie, lampe, étoile,...)
- * **Source secondaire**. L'objet diffuse la lumière qu'il reçoit (La Lune, Planètes, vous, le mur, la table,...)



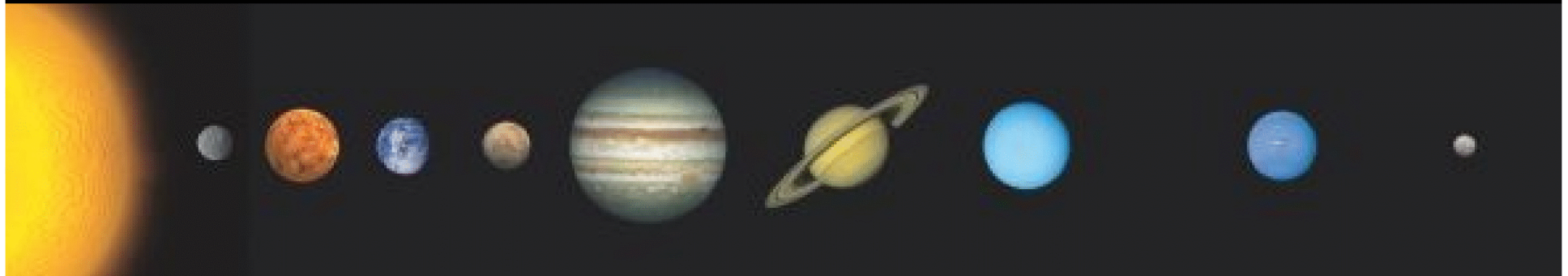
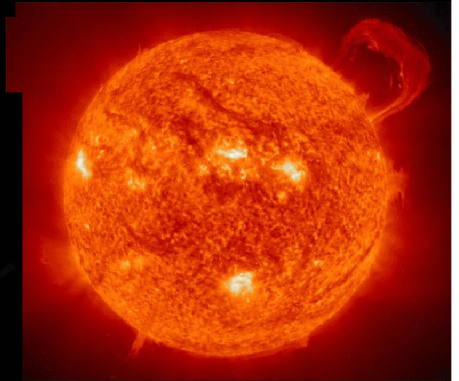
- Sources étendues : Soleil, bougie, Lampe,...



- Sources de faibles dimensions : Planètes,...



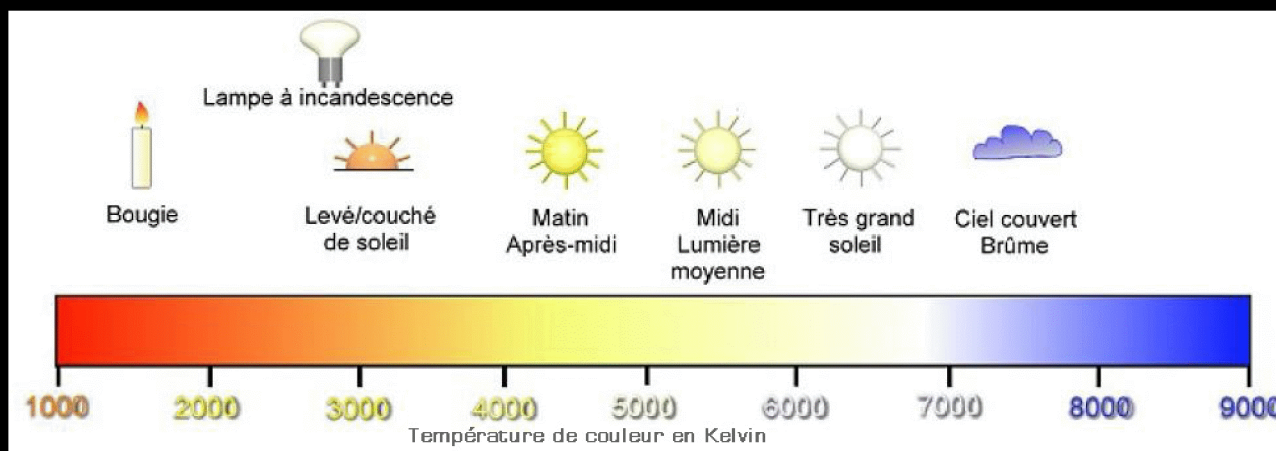
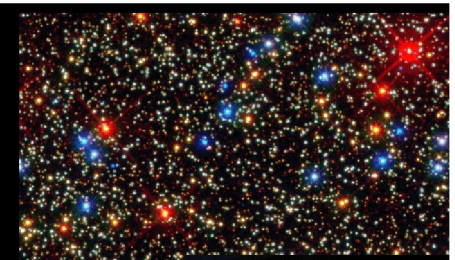
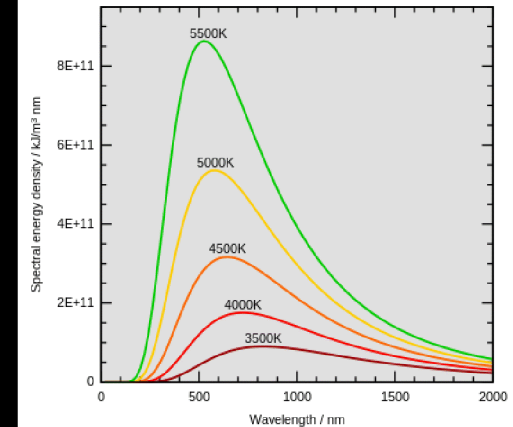
- Sources ponctuelles : étoile,...

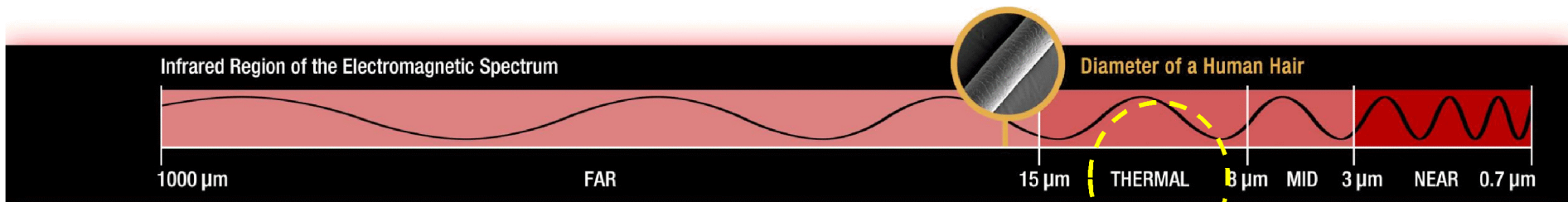


Lumière des corps chauds :

Tous les corps émettent un rayonnement électromagnétique qui dépend de leur température : leur spectre est continu.

Plus le corps est chaud, plus son profil spectral d'émission est décalé vers les radiations ultraviolettes, et plus il est froid, plus il est décalé vers les infrarouges. $\lambda_{pic} (m).T(K)=2,898.10^{-3}m.K$



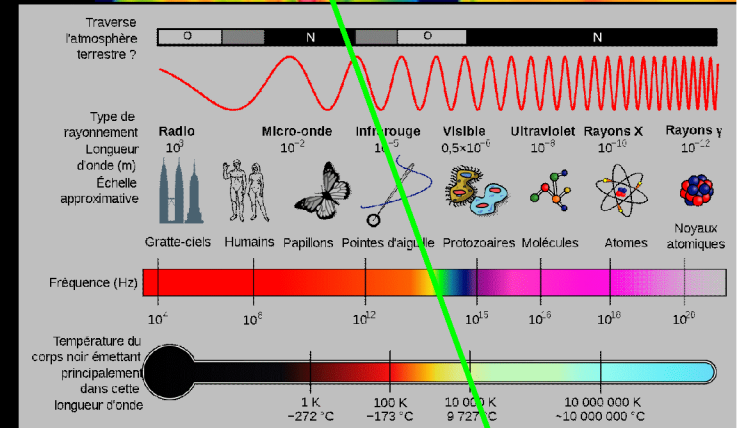
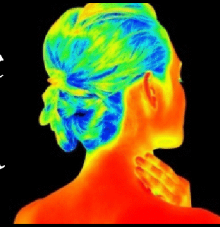


Le corps humain à 37°C de température, rayonne dans la longueur d'onde suivante :

Loi de Wien

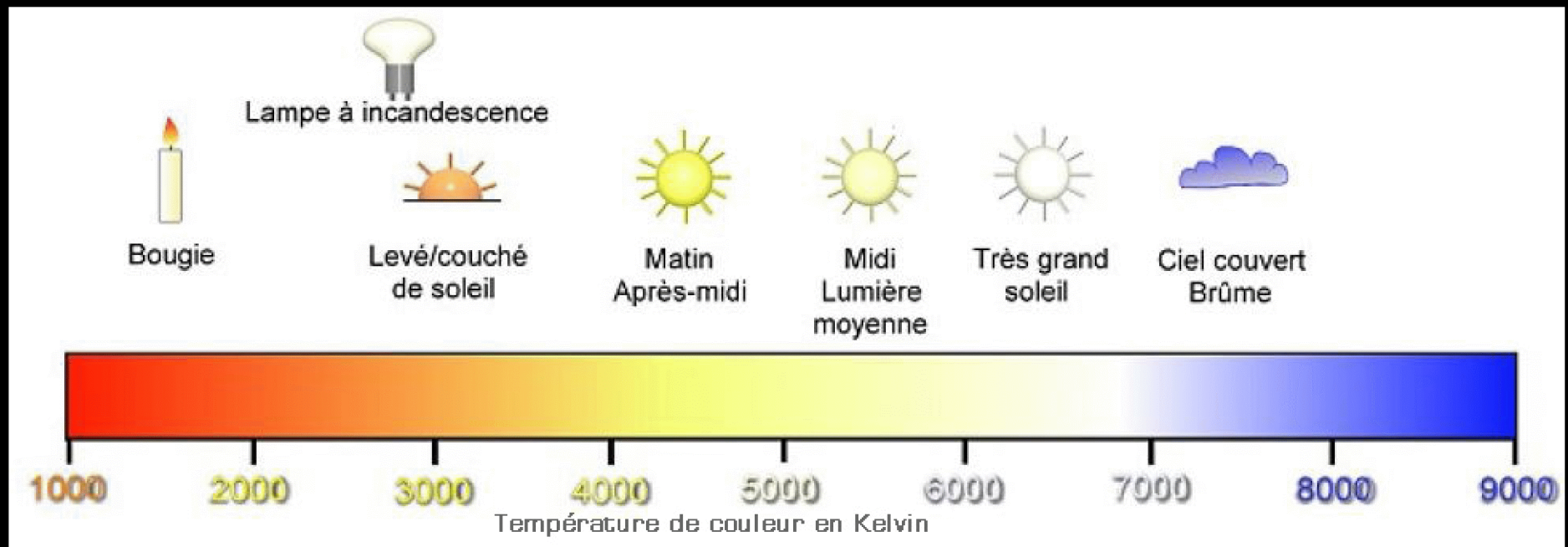
$$\lambda_{pic}(m).T(K)=2,898.10^{-3}m.K$$

Rayonnement Infra-rouge thermique



$$\lambda_{pic}(m).=\frac{2,898.10^{-3}m.K}{T(K)=37+273=310}=\frac{2,898}{310}.10^{-3}=9,348.10^{-6}m$$

$$\lambda_{pic}(m).=\frac{2,898.10^{-3}m.K}{T(K)=37+273=310}=9348nm$$

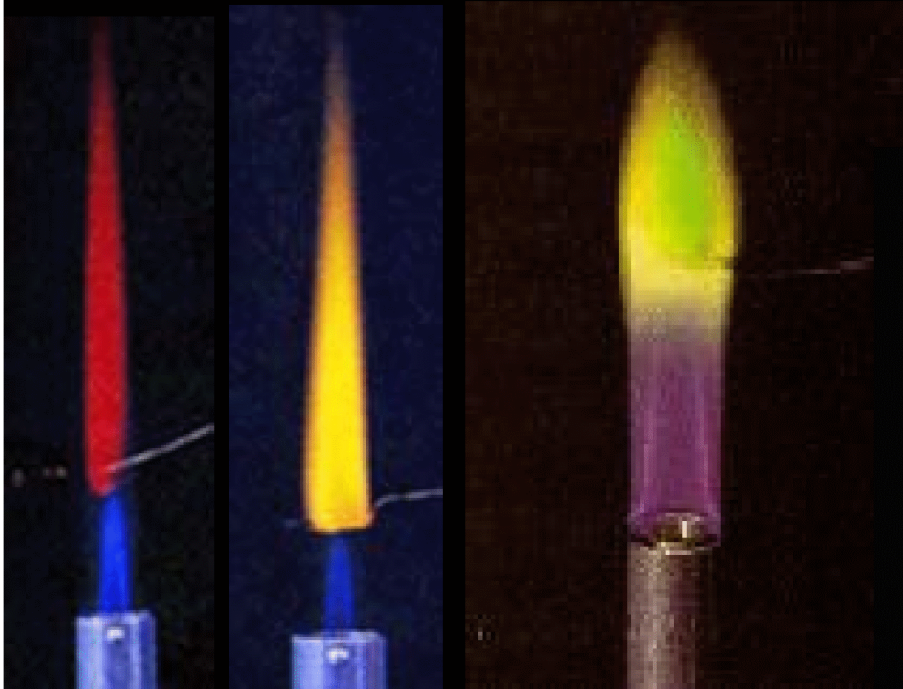


Voir l'exercice 5 de TD série n°1

Une source monochromatique est une source capable d'émettre une **seule radiation**, donc **une seule couleur**.

Une source de la lumière blanche est une source qui émet de la lumière blanche, c'est-à-dire **toutes les radiations**.

Exemple : **le Soleil**



- On appelle corps transparent tout corps qui laisse passer la lumière.

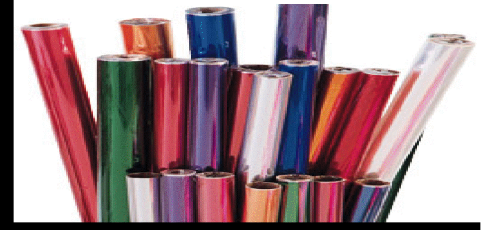
Exemple : l'eau, le verre, le cellophane,...



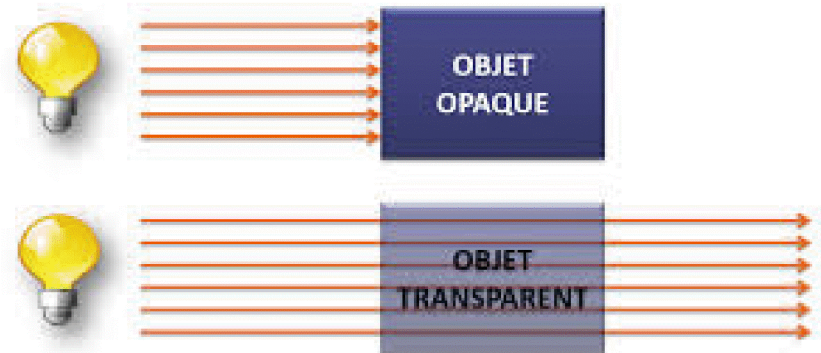
On appelle corps opaque, tout corps qui arrête totalement la lumière.

Exemple : le bois, l'acier, le marbre...

Cellophane



La lumière peut traverser un objet transparent mais pas un objet opaque.



On appelle corps translucide, tout corps qui laisse passer la lumière, mais n'est pas transparent.

- La lumière se propage dans **le vide** et dans les **milieux transparents différents** à **des célérités différentes**.
- Dans **le vide** la célérité de la lumière est environ : **$c = 300\,000 \text{ km.s}^{-1} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$**

Les méthodes de **mesure directe de c** sur des phénomènes lumineux, n'ont cessé de se perfectionner depuis les 2 derniers siècles, et ont fourni la valeur précise de :

$$c = 299\,792,7 \pm 0,3 \text{ kms}^{-1}$$

Après sa création par une source, la lumière se propage dans différents milieux homogènes.

La célérité v de propagation de la lumière dépend du milieu traversé :

Air ou vide	eau	verre
300 000 km/s	225 000 km/s	200 000 km/s
$3,00.10^8 \text{ m / s}$	$2,25.10^8 \text{ m / s}$	$2,00.10^8 \text{ m / s}$

La lumière se propage dans les milieux transparents différents à des célérités différentes v inférieures à $c \approx 3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$

On définit l'indice de réfraction n en un point $M(x,y,z)$ quelconque d'un milieu matériel donné par la quantité :

$$n = c/v =$$

$$n(x,y,z) = \frac{c}{v(x,y,z)}$$

célérité lumière dans le vide

célérité lumière dans le milieu

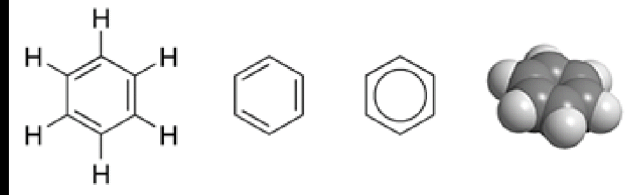
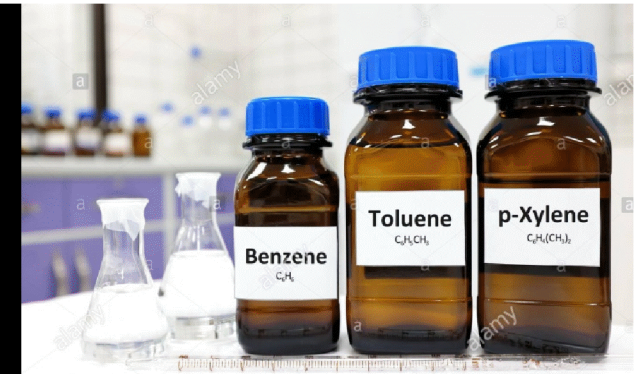
Sans unité

Exemples :

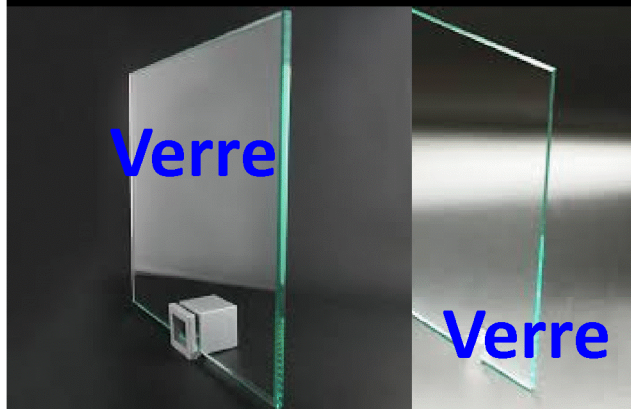
air	eau	éthanol	verres	benzène	diamant
1	1,3	1,36	$1,5 < n < 1,8$	1,6	2,4

Attention : c'est très important !!!!

Comme $v < c$ alors $1 < n$;
l'indice du vide : $n_0 = c/c = 1$



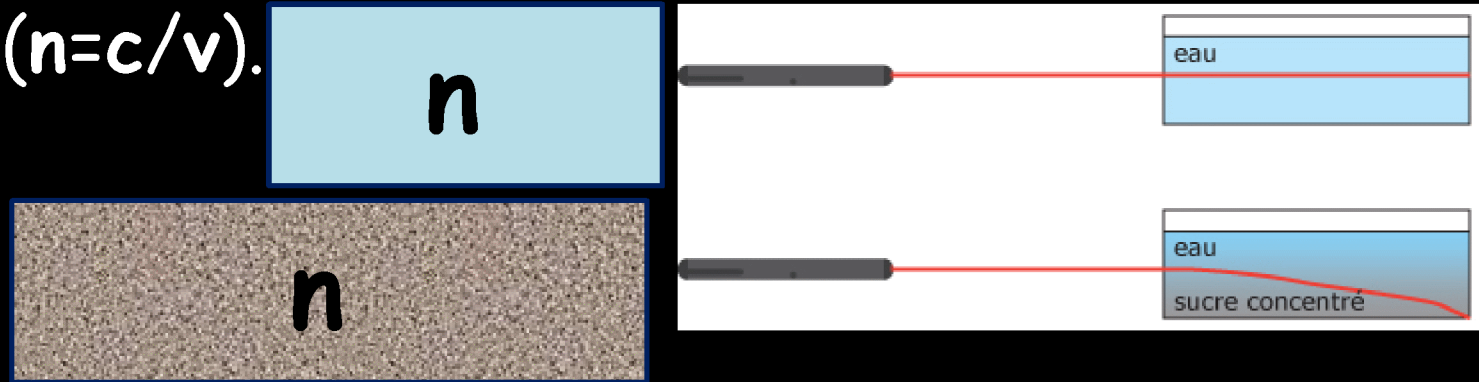
➤ l'indice de réfraction n traduit la tendance de la matière à ralentir la propagation des ondes électromagnétiques.



Indice absolu d'un milieu n

- ✓ Grandeur sans unité, > 1
- ✓ Caractéristique du matériau
- ✓ Défini comme le rapport $c_{vide} / c_{matériau}$
- ✓ Varie en fonction de la longueur d'onde λ (dispersion)
- ✓ Reflète la tendance de la matière à ralentir la propagation des ondes EM

Milieu homogène : tout milieu dans lequel la lumière se propage avec une célérité v constante.
Donc son **indice de réfraction n** est aussi constant ($n=c/v$).



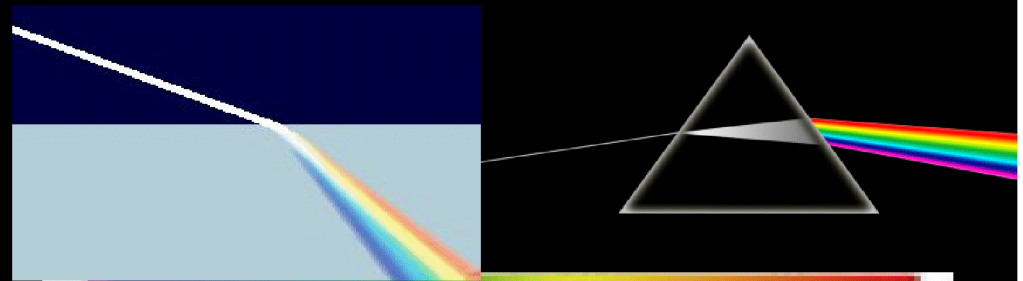
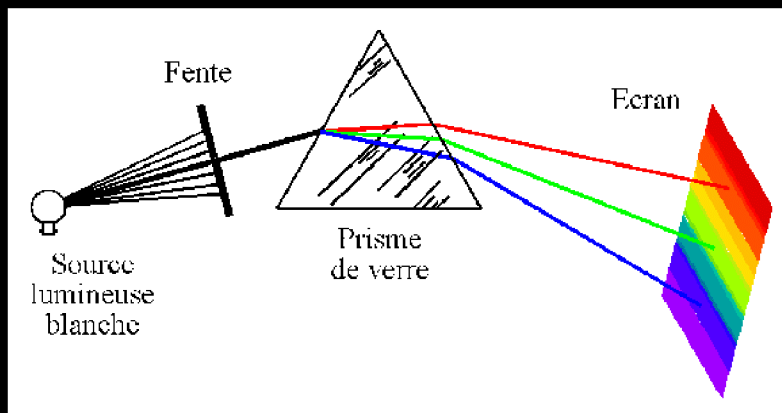
Milieu inhomogène (non homogène) : Tout milieu matériel dans lequel la lumière se propage avec une célérité v variable.

Donc son **indice de réfraction n** est aussi variable, dans ce milieu matériel ($n=c/v$).

Remarque : Milieu **dispersif**

L'indice de réfraction $n(\lambda)$ du milieu où la radiation se propage dépend de la **longueur d'onde** λ . C'est-à-dire le comportement du milieu n'est pas le même pour toutes les longueurs d'onde λ .

Milieu **dispersif**



Remarque : Pour une radiation de fréquence f et de longueur d'onde λ_0 dans le vide longueur d'onde λ dans un milieu d'indice n s'exprime alors comme suit :

$$\lambda = v \cdot T = \frac{c}{n} \cdot T = \frac{\lambda_0}{n}$$

D'où : $\lambda_0 / n = \lambda$

$$\lambda_0 / \lambda = n$$

$$\lambda_0 (\text{bleu}) = 459,6 \text{ nm} \quad n = 1 (\text{vide})$$

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{n} = 296,1 \text{ nm (bleu)} \quad n = 1,5524 (\text{verreBK7})$$

Air ou vide $n_0 = 1$

milieu d'indice n

Changement de célérité v
d'une onde, en passant d'un
milieu d'indice n_1 vers un
autre milieu d'indice n_2 .

$$\lambda_2 = v_2 \cdot T = (c/n_2) \cdot T = \frac{\lambda_1}{n_2}$$

$$\lambda_3 = v_3 \cdot T = \frac{c}{n_3} \cdot T = \frac{\lambda_1}{n_3} \Rightarrow \lambda_3 = \lambda_1$$

exemple

$$v_1 = c$$

$$v_2 = \frac{c}{n_2}$$

$$v_1 = c$$

air

n_2

air

Milieu d'indice n_1

$$\lambda_1$$

$$\lambda_2$$

$$\lambda_2 = (c/n_2) \cdot T$$

$$\lambda_1$$

$$\lambda_1 = c \cdot T$$

Milieu d'indice n_2

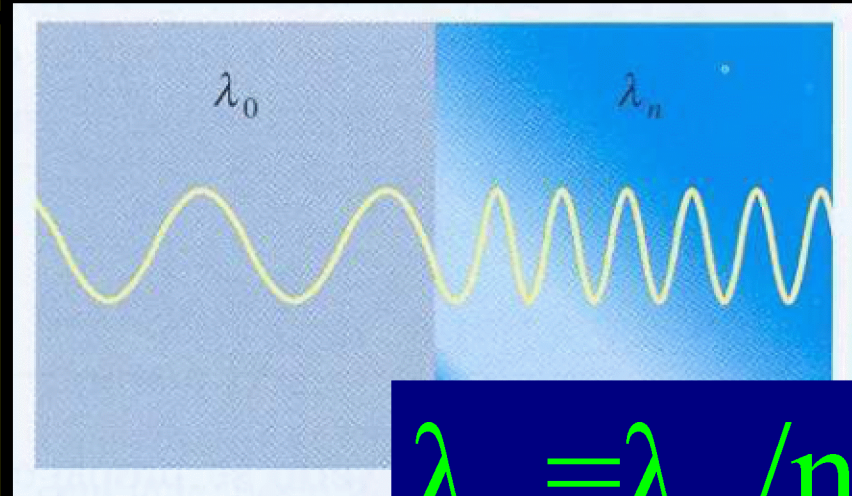
$$\lambda_2 = \lambda_1 / n_2$$

On appelle l'indice relatif d'un milieu 2 par rapport à un autre milieu 1 est le rapport des célérités de la radiation monochromatique dans ces milieux :

$$n_{2/1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\frac{c}{v_2}}{\frac{c}{v_1}}$$

$$= \frac{v_1}{v_2}$$

$$\lambda_2 = \lambda_1 / n_2$$



$$\lambda_n = \lambda_0 / n$$

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \text{cste}$$



L'eau de mer

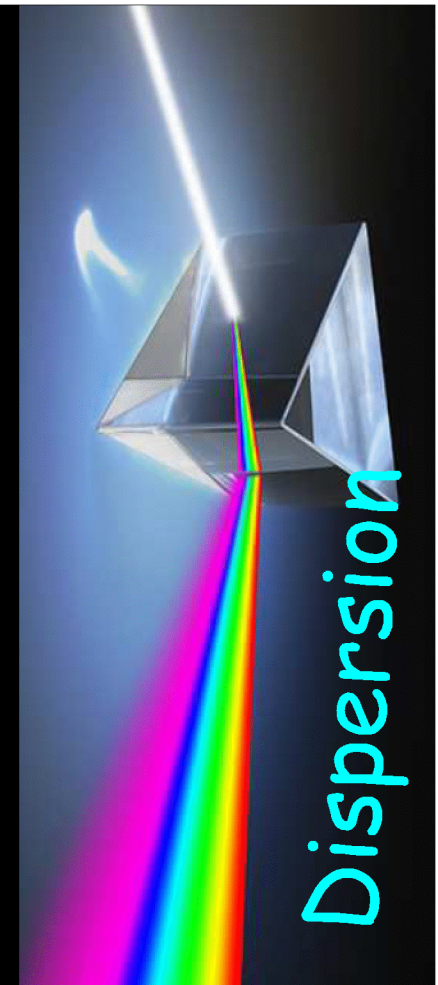


Par analogie

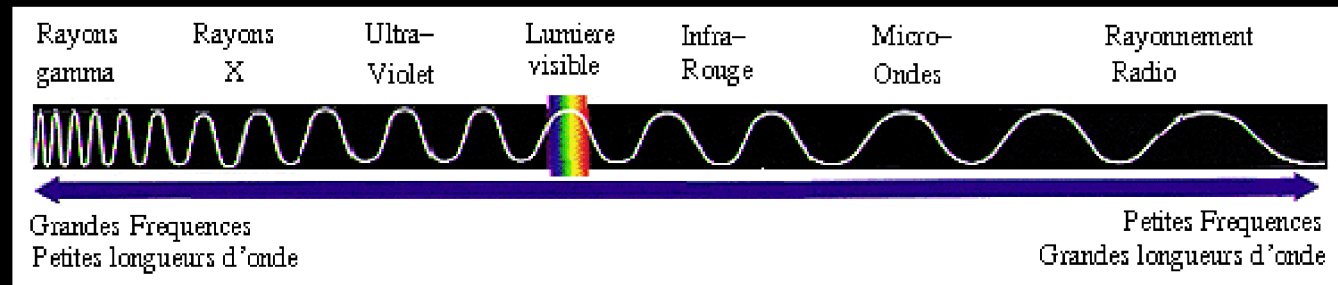
La vitesse du sportif sera diminuée à cause de la nature du milieu où il court
Mais sa physiologie ne sera pas modifiée



La lumière blanche est décomposée en **plusieurs radiations visibles**, définies par des couleurs, c'est-à-dire par la **fréquence f** ou sa **longueur d'onde λ** . Chacune de ces radiations est dite simple ou **monochromatique**, car il est impossible de la décomposer en d'autres radiations



Le spectre des ondes électromagnétiques



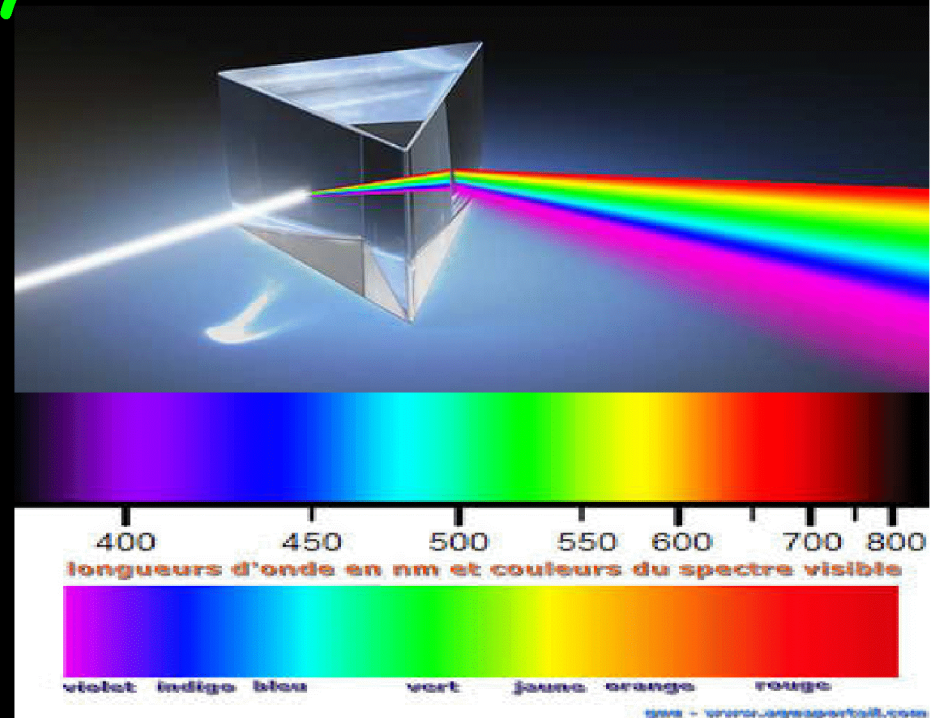
La dispersion de la lumière



Formule de Cauchy :

$$n(\lambda) = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

$$n(\lambda) = n + \Delta n$$

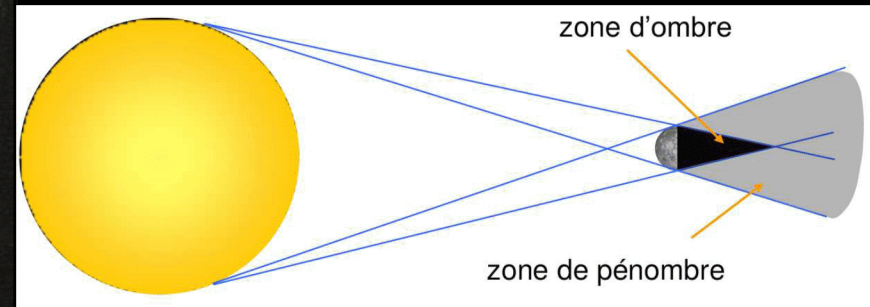


Phénomènes lumineux

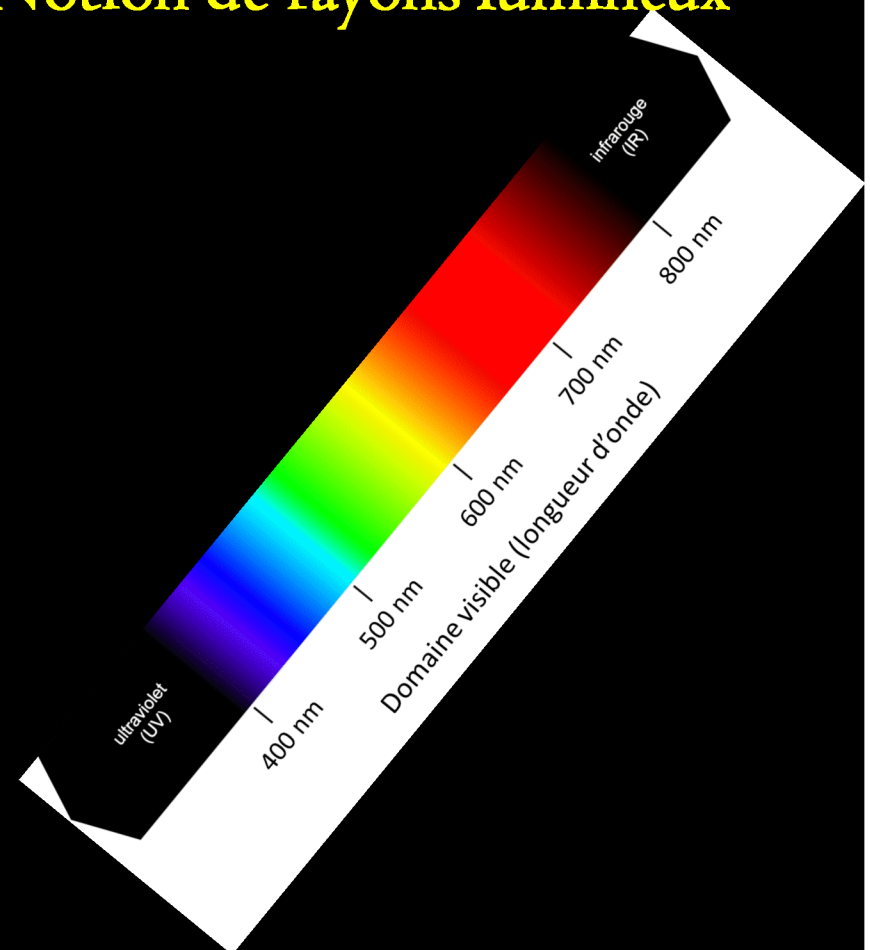
Les phénomènes lumineux sont les phénomènes pour lesquels l'œil est sensible.

Pour être visible, un objet doit faire parvenir de la lumière dans l'œil, soit parce qu'il est lui-même une source de lumière (Soleil, bougie, lampe électrique,...),

soit parce qu'il est éclairé par une source de lumière et en réfléchit ou en diffuse une partie (Lune, tableau, vous,...)



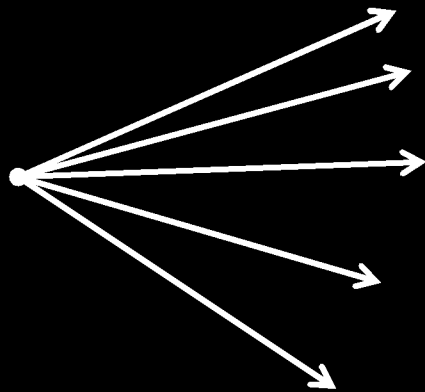
Notion de rayons lumineux



Un **rayon lumineux** est représenté par une droite AB sur laquelle on place une flèche indiquant le **sens de propagation de la lumière**.



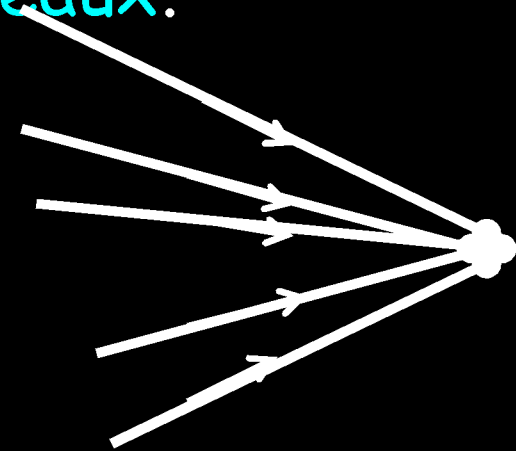
Les rayons sont toujours groupés en **faisceaux**.
On distingue **trois sortes de faisceaux**.



Faisceau
divergent



Faisceaux de
rayons parallèles



Faisceau
convergent

Pinceau : tout faisceau étroit est appelé un **pinceau lumineux**.

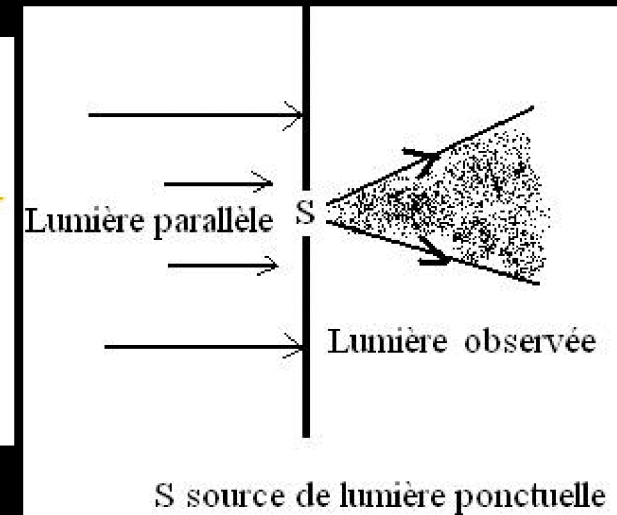
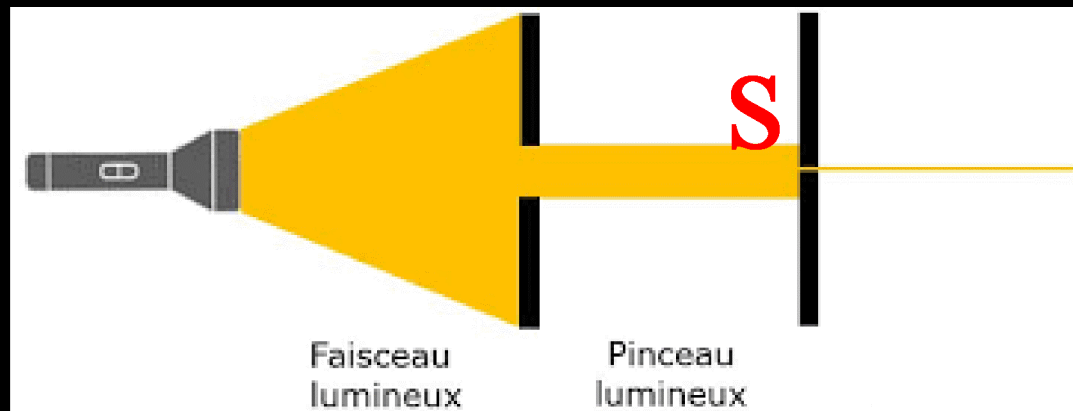


- En pratique un **rayon lumineux isolé n'existe pas**.



Source, Rayon et faisceau lumineux :

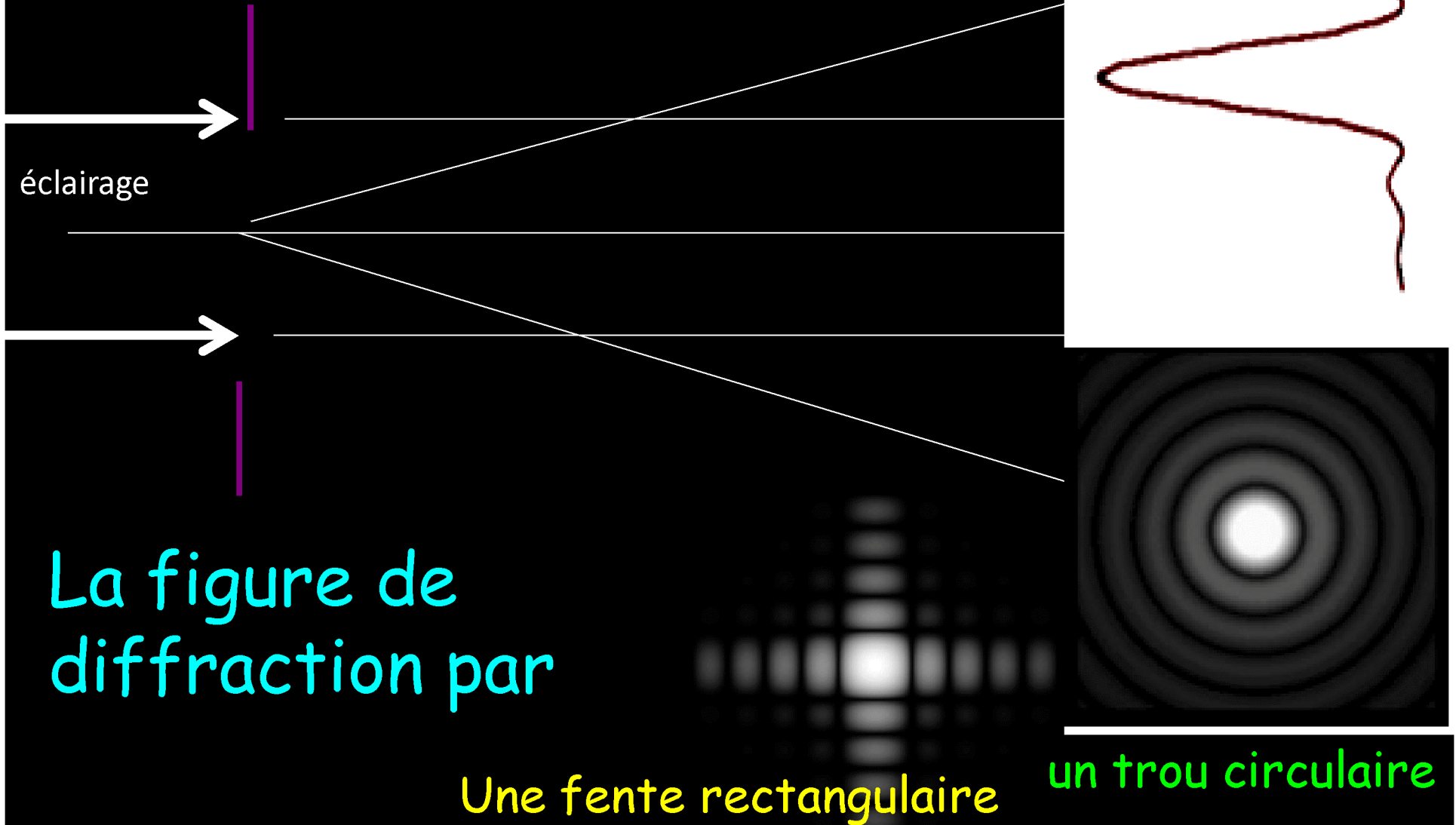
Considérons un trou dans un diaphragme éclairé par une **source lumineuse** (Soleil, lampe,...), par définition la lumière issue de ce trou forme un faisceau lumineux isogène. Il s'agit d'une **source ponctuelle S**.



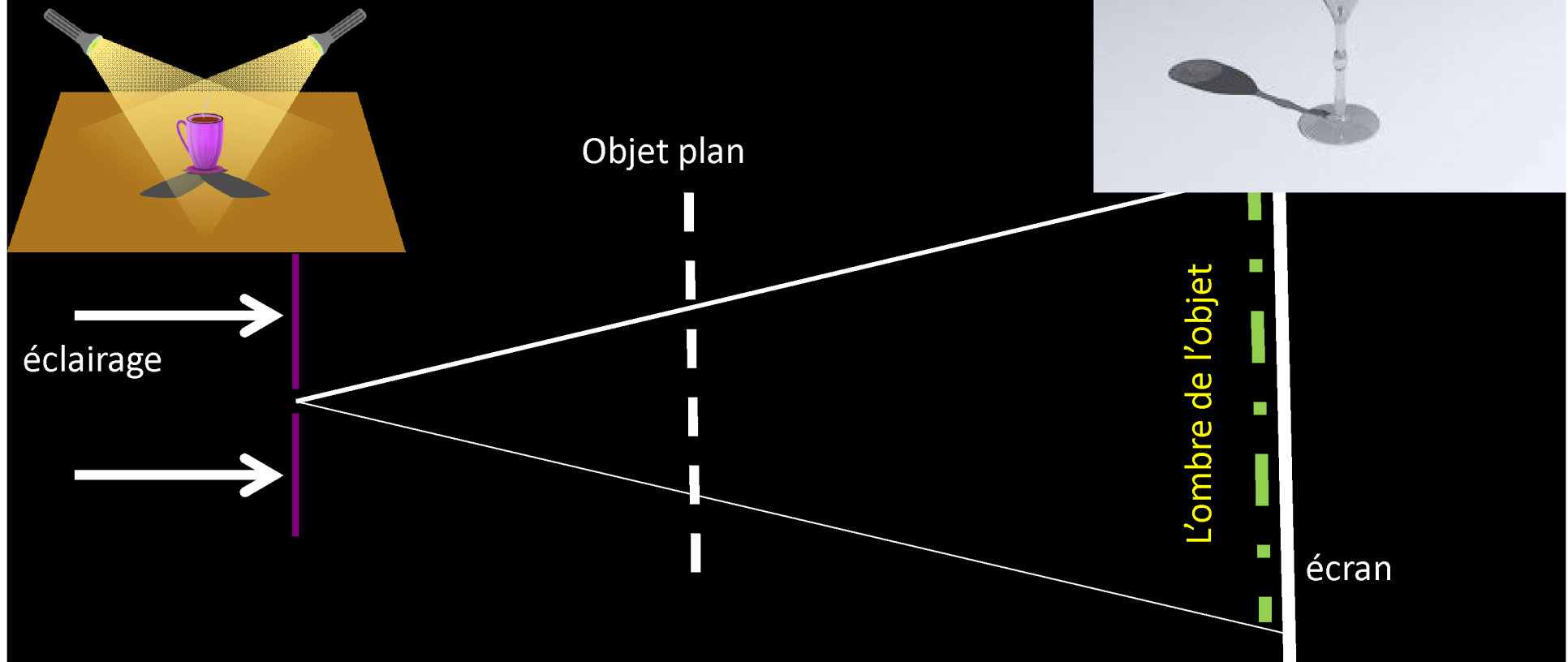
L'expérience montre que si l'on rétrécit trop l'ouverture S du diaphragme, la trace du faisceau sur un écran E donne une tache qui s'élargit à mesure que l'on diminue S . Ce phénomène est connu sous le nom de la diffraction.

On ne peut donc pas isoler un rayon lumineux ; on peut cependant considérer qu'un faisceau de lumière est formé de rayons lumineux, l'étude de la marche de ces rayons lumineux constitue le but de l'optique géométrique.

Peut-on isoler un rayon lumineux ?



Si on place sur le trajet de ce faisceau de lumière un **objet plan** ; l'ombre ainsi obtenue sur un écran E, est **homothétique** de l'objet, quelle que soit la distance de celui-ci à l'écran.



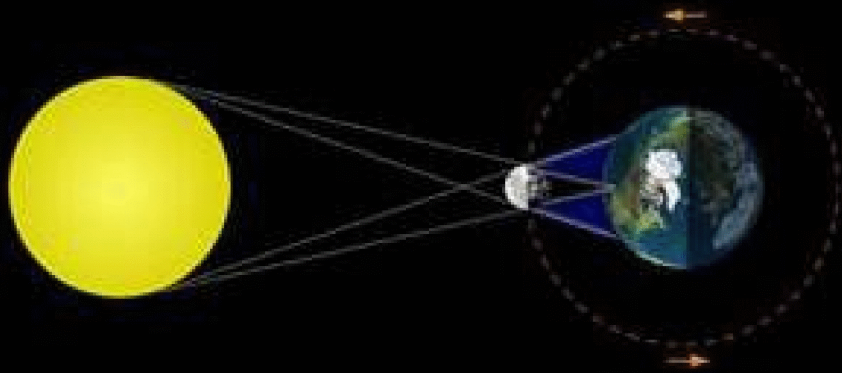


Hypothèse fondamentale :

Nous admettons l'indépendance des rayons lumineux

La propagation rectiligne de la lumière :

Dans un milieu transparent et homogène, la lumière se propage en ligne droite.

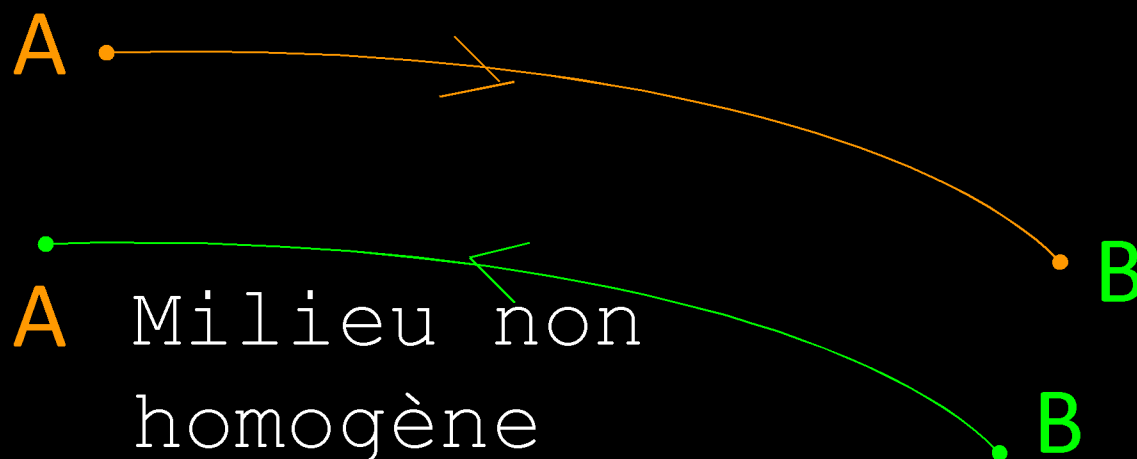


Principe du retour inverse :

Dans un milieu transparent, isotrope, homogène ou non, le trajet de la lumière est indépendant du sens de parcours.



Pour aller de A à B, la lumière suit un certain trajet.



Pour aller de B à A, la lumière emprunte le même trajet.

L'objet de l'optique géométrique :

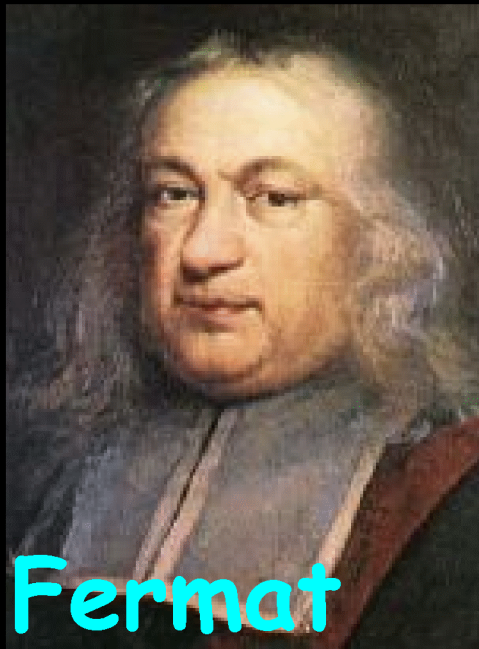
L'optique géométrique a donc pour objet l'étude de la marche des rayons lumineux dans des milieux homogènes, transparents.

Nous nous limiterons dans cette étude au cas de milieux homogènes séparés par des dioptries, ou limités par des miroirs. Dans ces milieux la lumière se propage en ligne droite.

Pour pouvoir déterminer la marche d'un rayon lumineux, il nous faut donc énoncer les lois qui régissent le comportement d'un rayon à la surface d'un dioptre ou d'un miroir. Ces lois sont connues sous le nom de Lois de Snell-Descartes ou Principe de Fermat



René
Descartes
1596-1650



Fermat

Willebrord Snell
1580-1626



Comment se comporte la lumière à la traversée d'une surface de séparation des deux milieux différents ?



Fin... à la prochaine séance

