

Cours de physique

M1 EEF

Programme des enseignements

22 heures

2 parties: 8 chapitres

- ▶ Introduction à la notion de mesure
- ▶ Le ciel et la Terre
 - Lumières et ombres
 - La révolution de la Terre et les saisons
 - Les étoiles et les planètes
 - Phases de la Lune et éclipses
- ▶ Matière
 - Matière et température
 - Changements d'état
 - Mélanges, solutions
 - Pression, *poussée d'Archimède*

Fonctionnement

Cours

- avec vidéo illustratives, exemples de manipulations faisables en classe
- manipulations (1 1/2 séances de TP, 1h30)
- support transmis en fin de chapitre

Exercices de type concours (2 séances)

- correction en cours
- sans correction avec corrigé remis/transmis la semaine suivante

Grandeurs physiques et unités

La physique

- ▶ Étude des lois de la Nature
- ▶ Les phénomènes physiques se reproduisent dans les mêmes conditions
 - il existe donc des invariants
- ▶ A ces invariants, on peut associer des observables mesurables
- ▶ Et des relations (appelées lois) entre ces observables (les lois de la physique)

Exemple de phénomène physique: une onde sonore

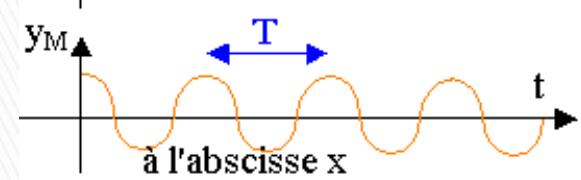
- ▶ Le son est une onde, cad une grandeur physique qui évolue dans le temps et dans l'espace
- ▶ C'est le déplacement des molécules de l'air
- ▶ Une onde
 - a une source (les cordes vocales, ...);
 - elle se propage dans un milieu. Comme le son est un déplacement de molécules, sa propagation est d'autant meilleure (avec le moins de perte possible) si le milieu est dense;
 - a un récepteur (l'oreille,...)

Propagation d'une onde sonore: période

Une onde sonore se propage dans l'espace et dans le temps

En une position donnée,

- l'onde sonore que l'on perçoit au cours du temps est une suite de maxima et de minima
- On appelle période T , l'intervalle de temps entre deux maxima (ou deux minima). La période est un temps, exprimé en seconde.
- L'inverse de la période est appelée fréquence, et correspond au nombre de maxima en 1s. Elle est exprimée en Hertz (Hz) (Hz) et est souvent notée ν (la lettre grecque nu)
- On a la relation $\nu=1/T$: la fréquence est l'inverse de la période
- Les fréquences perçues par l'oreille humaine varient de 50Hz à 20 000 Hz

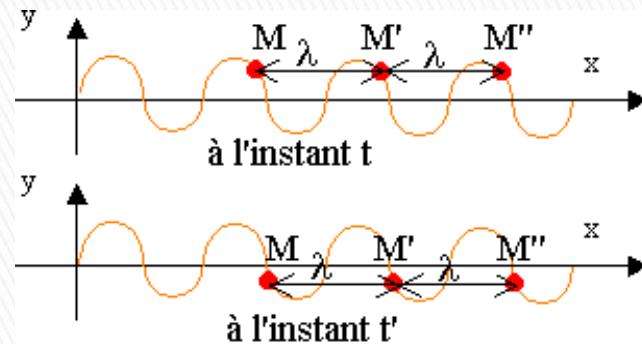


Propagation d'une onde sonore: longueur d'onde

L'onde se propose aussi dans l'espace

à un instant donné,

- son amplitude (son intensité) va varier dans l'espace et est composée d'un ensemble de maxima et de minima.
- L'écart entre les maxima (ou pareillement les minima) se nomme la longueur d'onde de l'onde
- C'est une longueur exprimée en mètre (m) et notée de la lettre grecque λ (lambda)



Relation entre période et longueur d'onde

- ▶ La période et la longueur d'onde sont reliées par la vitesse de propagation de l'onde

$$v = \lambda / T$$

C'est une vitesse exprimée en mètre par seconde ($m.s^{-1}$)

Comme $v=1/T$, on a aussi

$$\nu = \lambda \cdot v$$

L'onde sonore, un exemple de phénomène physique

- ▶ Une onde sonore est donc un phénomène physique observable
- ▶ Pouvant être décrite par des grandeurs physiques mesurables (T , λ , v)
- ▶ Reliées par des relations (lois)

$$V = \lambda / T$$

Généralisation: notion de grandeur physique

- ▶ On appelle **grandeur physique** toute propriété de la Science de la nature
 - qui peut être quantifiée par la mesure ou le calcul,
 - et dont les différentes valeurs possibles s'expriment à l'aide d'un nombre réel ou complexe,
 - souvent accompagné d'une unité de mesure.

La présence d'une unité de mesure n'est pas nécessaire.

Ainsi par exemple, la masse et la longueur sont des grandeurs qui s'expriment respectivement en kilogrammes et en mètres (ou en multiples ou sous-multiples de ces unités de base), alors que l'indice de réfraction d'un milieu conducteur de la lumière s'exprime à l'aide d'un nombre. On parle de grandeur sans dimension.

Les unités de mesure du système international (1960):

Mètre	m	longueurs 10^{-10} (<i>metron</i>)
Kilogramme	kg	masses 10^{-9} (<i>scrupulum -> gramma</i>)
Seconde	s	temps 10^{-14} (<i>minutum secundum</i>)
Ampère	A	intensité de courant 10^{-7}
Kelvin	$^{\circ}\text{K}$	température 10^{-4} (<i>Lord Kelvin</i>)
Mole	mol	quantité de matière (<i>molecula</i>)
Candela	cd	intensité lumineuse 10^{-3} (<i>candela</i>)

Multiples et sous-multiples:

dm	déci	$0.1=10^{-1}$	dam	deca	10
cm	centi	$0.01=10^{-2}$	hm	hecto	$100=10^2$
mm	milli	$0.001=10^{-3}$	km	kilo	$1000=10^3$
μm	micro	10^{-6}	Mm	méga	10^6
nm	nano	10^{-9}	Gm	giga	10^9
			Tm	tera	10^{12}

Chapitre 1: Lumières et ombres

Partie 1: Le ciel et la Terre

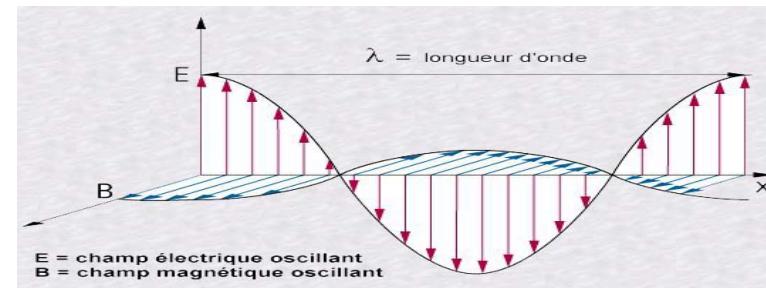
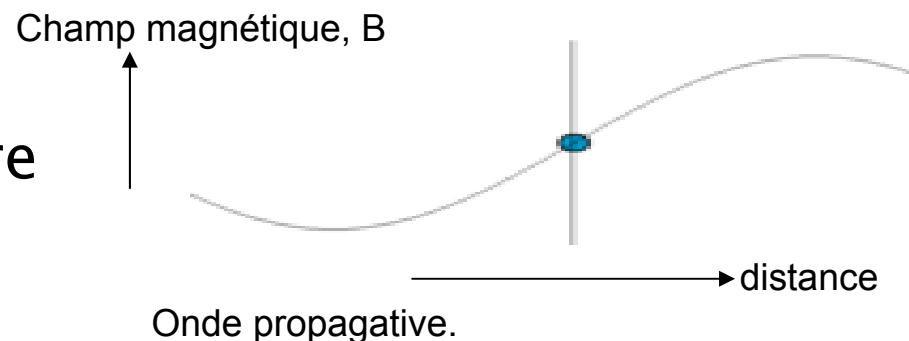
Plan du cours

- ▶ I. Lumière
- ▶ II. Sources de lumière
- ▶ III. Vision
- ▶ IV. Propagation de la lumière
- ▶ V. Ombre et pénombre

I. Lumière

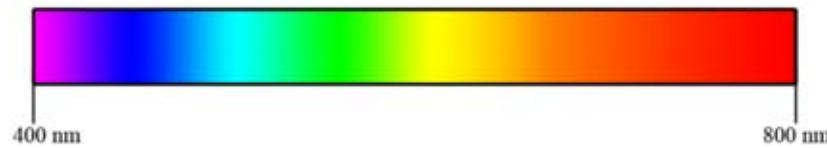
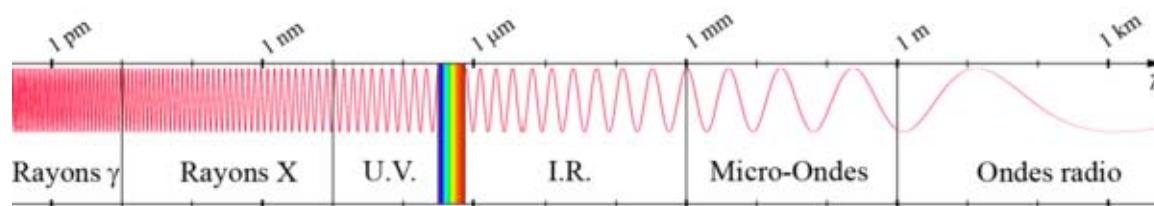
1) La lumière

- ▶ Tout comme le son, la lumière est une onde
- ▶ C'est une onde électromagnétique (EM): elle correspond à la vibration d'un « champ électrique » et « d'un champ magnétique »,
- ▶ Elle est caractérisée par
 - sa vitesse de propagation v . Dans le vide, la vitesse de propagation est notée c (pour célérité) et vaut:
 $c \sim 300\ 000\ km.s^{-1}$
 - Sa fréquence ν et
 - Sa longueur d'onde λ



Cliché instantané

- ▶ « lumière »: rayonnement EM auquel notre œil est sensible
 - Le Soleil émet une lumière « blanche »,
 - cette lumière blanche est en fait composée d'un grand nombre d'ondes de fréquences différentes dans le domaine visible (par notre œil)
- ▶ La lumière n'est qu'une petite partie d'une famille plus vaste de rayonnement appelé « ondes électromagnétiques »



2) Les ondes électromagnétiques (E.M.)

- ▶ Source: le mouvement des éléments chargés électriquement et magnétiquement crée une onde électromagnétique
- ▶ Cette onde se propage dans les milieux transparents
 - Et contrairement aux autres ondes (car elle a une composante électrique et une composante magnétique), elles se propagent également dans le vide.
 - Elle n'a donc pas besoin d'un support physique pour se propager et sa vitesse de propagation dans un milieu transparent (air, eau, verre, ...) est plus faible que celle dans le vide
- ▶ Elles sont porteuses d'une énergie (quantifiée) appelée les quanta d'énergie, qui, pour les ondes EM, s'appellent les photons
- ▶ L'énergie d'une onde EM est donnée par la relation

$$E = h \cdot v = h \cdot c$$

- Si bien que plus la longueur d'onde est grande plus l'énergie associée est faible



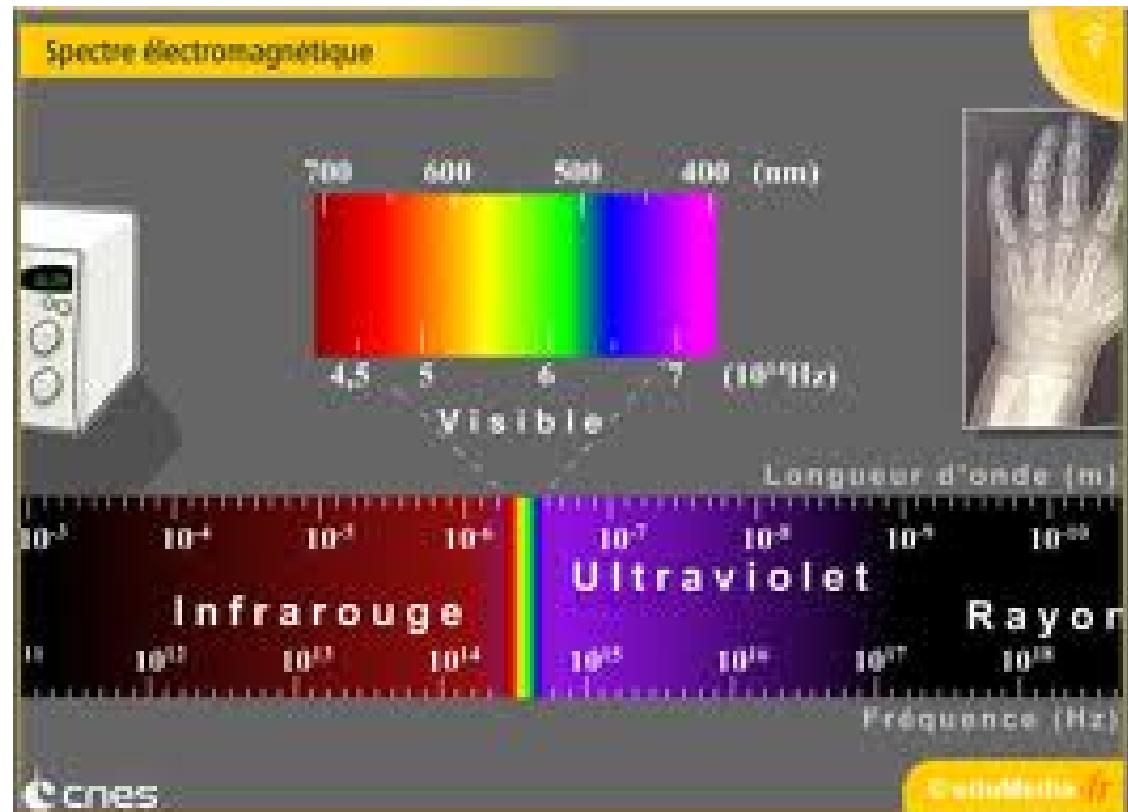
Utilisation des ondes électromagnétiques

Type d'onde	Radio	Micro-ondes	Infrarouge	Visible	Ultraviolet	Rayon X	Gamma
Longueur d'onde moyenne	1m à plusieurs milliers de km	1mm à 30cm	745nm à 1mm	400nm à 745nm	10nm à 400nm	5pm à 10nm	<5pm
Taille approximative de l'onde							
Fréquence (Hz)	1GHz à 3Hz	30GHz à 1GHz	405THz à 300GHz	750THz à 405THz	30PHz à 750THz	30EHz à 30PHz	> 30EHz
Utilisation							

3) Les couleurs de la lumière visible

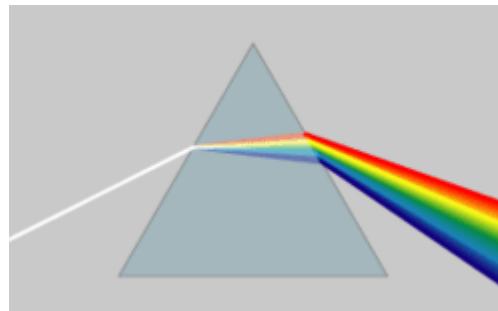
Une couleur correspond à une fréquence ou une longueur d'onde donnée entre **0,4 µm (violet)** et **0,8 µm (rouge)**.

- ▶ La lumière visible est une onde E.M. de longueur d'onde
- ▶ comprise entre **0,4 µm (violet)** et **0,8 µm (rouge)**.
- ▶ Un filtre permet de sélectionner une couleur

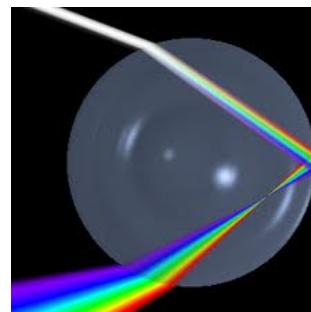


4) Décomposition de la lumière blanche

- ▶ La lumière blanche est composée d'un ensemble de couleurs, les couleurs de l'arc-en-ciel.
- ▶ Pour la décomposer, on utilise un prisme



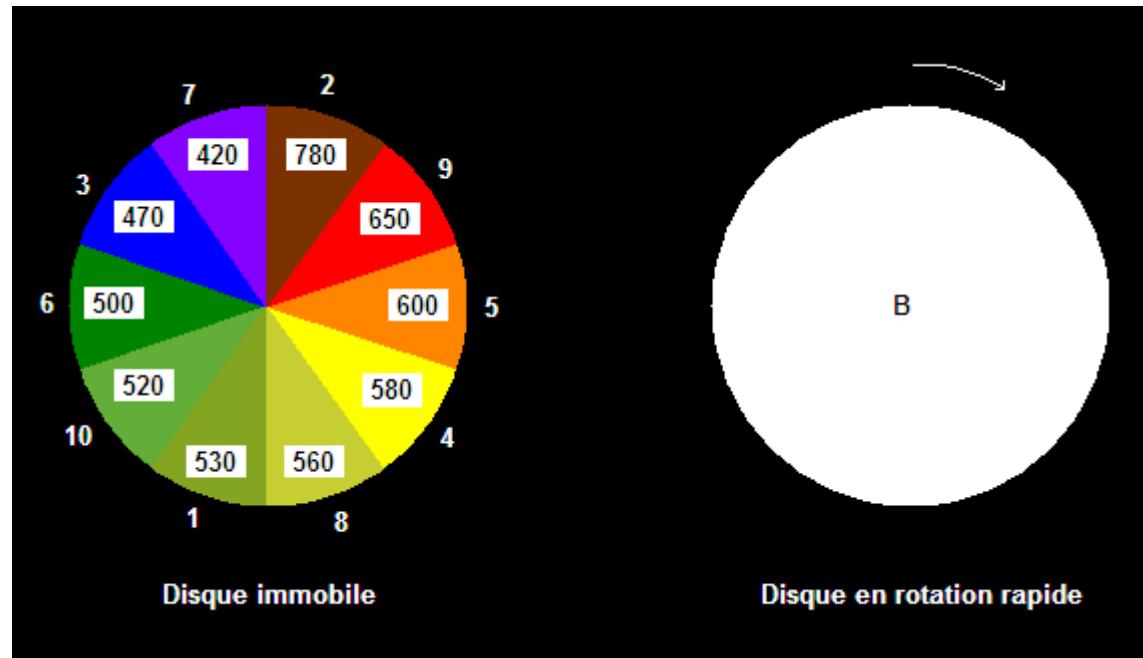
- ▶ Naturellement l'arc-en-ciel, décomposition de la lumière visible du soleil par des gouttelettes d'eau



5) Lumière monochromatique, polychromatique

- ▶ Quand on a une lumière composée d'une seule fréquence (ou longueur d'onde) on parle de lumière monochromatique
 - par exemple **0,8 µm pour le rouge**
- ▶ Quand on a une lumière composée de plusieurs fréquences (ou longueur d'onde), on parle de lumière polychromatique
 - exemple: la lumière du Soleil

6) Recomposition de la lumière (disque de Newton)

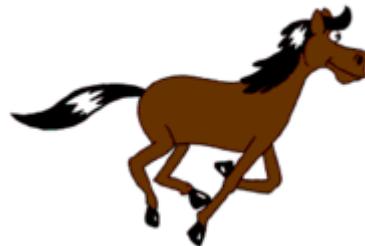


- ▶ Comment construire un disque de Newton

http://www.wikidebrouillard.org/index.php/Disque_de_Newton

Disque de Newton: explication

Persistance rétinienne



Affichage à 12 images par seconde

- ▶ Principe du cinéma (24 images par seconde)
- ▶ « flipbooks »



Plan du cours

- ▶ I. Lumière
- ▶ II. Sources de lumière
- ▶ III. Vision
- ▶ IV. Propagation de la lumière
- ▶ V. Ombre et pénombre

II. Sources de lumière

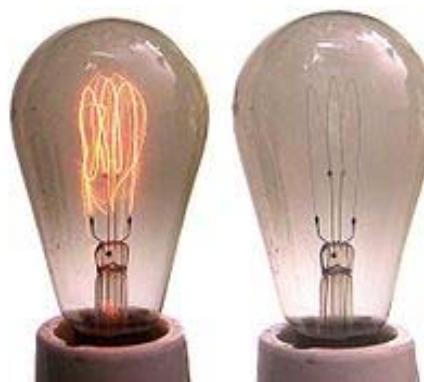
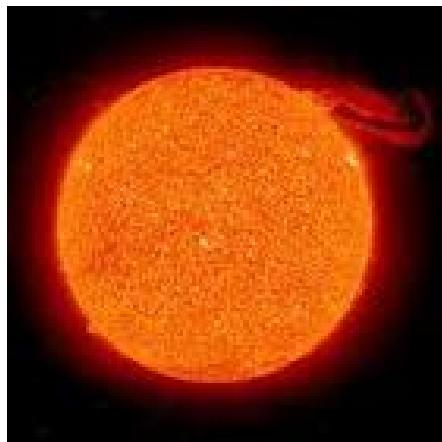
1) Sources de lumière

- ▶ Source de lumière: tout corps qui envoie de la lumière autour de lui dans l'espace



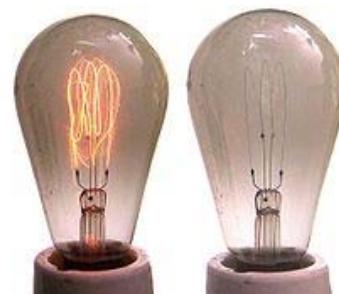
2) Sources primaires

- ▶ Qui produisent leur propre lumière
 - Exemples: étoiles, lampes



Production de lumière: l'incandescence

- ▶ Incandescence: production de lumière due au chauffage
- ▶ La température à laquelle est chauffée le corps modifie sa couleur
 - un corps moyennement chaud (environ 1 600° C), émettra une lumière rouge-orangée
 - un corps très chaud (environ 5 000° C) émettra une lumière très blanche,
 - pouvant même virer vers un blanc *bleuté* pour des températures extrêmes (8 000 - 9 000° C).



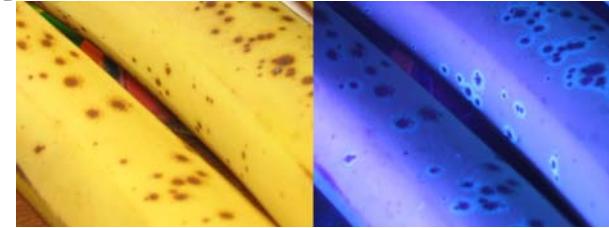
Exemples

- Forge: "chauffé au rouge" ou "chauffé à blanc"
- la lave des volcans, (la pierre en fusion émet de la lumière).



Production de lumière: la luminescence

- ▶ quand le mode d'excitation n'est pas le chauffage.
- ▶ Quand l'émission de lumière suit l'excitation, on parle de fluorescence (de 10^{-9} à 10^{-6} secondes pour la majorité des molécules organiques) ;
- ▶ quand le délai est plus long, on parle de phosphorescence (de 10^{-3} à 10 s)



Bananes sous lumière du jour et sous UV.



Un scorpion sous lumière Ultraviolette apparaissant noir en lumière normale.



*Bioluminescence
d'un krill*



3) Source secondaire

- ▶ renvoie la lumière reçue d'une source primaire
- ▶ Exemples:



Sources secondaires: la diffusion

- ▶ Quand la lumière d'une source primaire rencontre un **objet opaque** (qui ne se laisse pas traverser par la lumière),
- ▶ une partie de cette lumière est **absorbée** et
- ▶ une partie est **renvoyée** dans toutes les directions, on parle de **diffusion**.

Exemple de diffusion: La Lune



La Lune nous apparaît lumineuse car elle renvoie en partie la lumière reçue par le Soleil.

diffusion et couleur



Ce pull noir absorbe toutes les couleurs de la lumière blanche qui l'éclaire. C'est pour cela qu'il faut mieux éviter de porter du noir en été



À l'inverse, ce pull blanc renvoie toute les longueurs d'onde de la lumière.

Les sources secondaires ne diffusent pas de la même façon toutes les couleurs de la source primaire, cf couleur des objets partie suivante

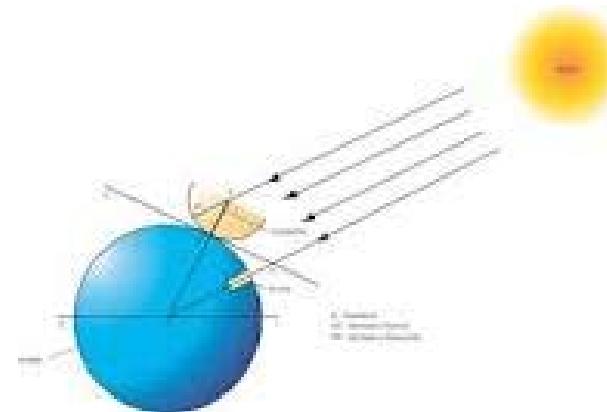
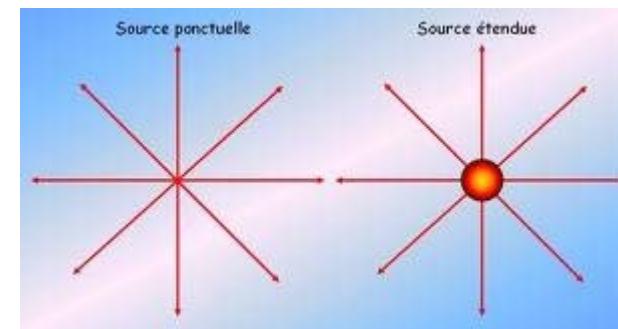
Le ciel bleu

- ▶ Dû à la diffusion de la couleur bleue de la lumière du Soleil par les molécules d'oxygène de l'atmosphère



4) Source ponctuelle, étendue

- ▶ Source ponctuelle: source émise par un point lumineux
 - Exemple: laser, ouverture dans un cache
- ▶ Source étendue: ensemble de sources ponctuelles
- ▶ Vue de très loin, le faisceau de lumière émise par les sources étendues est parallèle
 - Exemple: la lumière du Soleil qui éclaire la Terre.



Plan du cours

- ▶ I. Lumière
- ▶ II. Sources de lumière
- ▶ III. Vision
- ▶ IV. Propagation de la lumière
- ▶ V. Ombre et pénombre

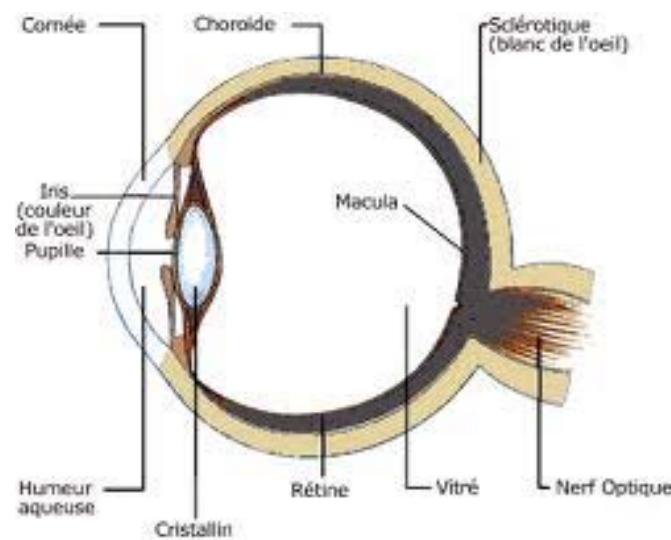
III. La vision

1) Vision des objets

- ▶ Comment voit-on les objets?
 - Soit ce sont des sources primaires (**attention à ne pas les regarder en face!!!**)
 - Soit ce sont des sources secondaires
- ▶ Une partie de la lumière émise par les objets parvient à un récepteur
- ▶ Exemples de récepteur
 - DéTECTEURS photochimiques: substances chimiques qui réagissent sous l'effet de la lumière (sel d'argent des pellicules photographiques)
 - DéTECTEURS photoélectroniques: composants électroniques qui ont un comportement dépendant de la lumière reçue (photodiode, phototransistors, photopiles, ...)
 - Œil

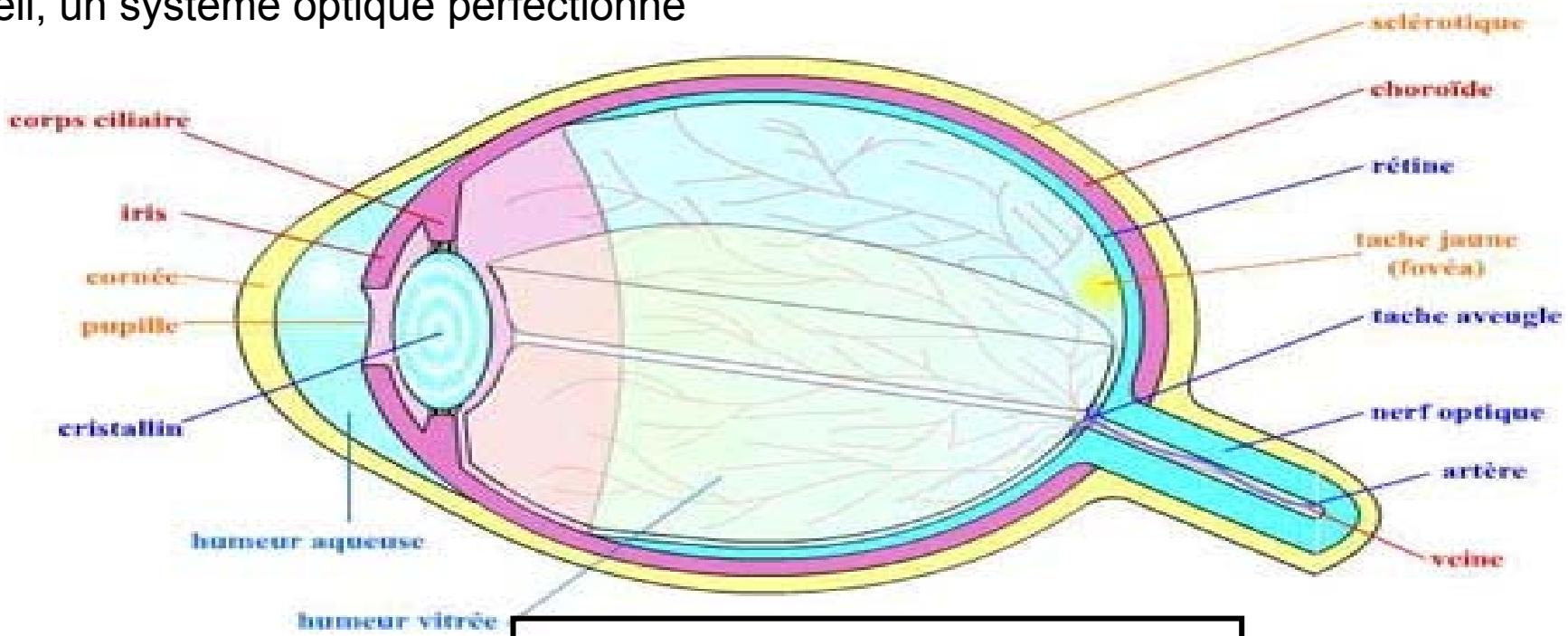
L'oeil

- ▶ Les rayons lumineux traversent une succession de milieux transparents et viennent impressionner la rétine.
 - Derrière la pupille, se trouve le cristallin qui est une lentille à courbure variable qui permet de faire converger les rayons lumineux ayant pénétré dans l'œil. Une image se forme alors sur la rétine.
- ▶ Les cellules de la rétine (cônes et bâtonnets) transmettent au cerveau un influx nerveux via le nerf optique.

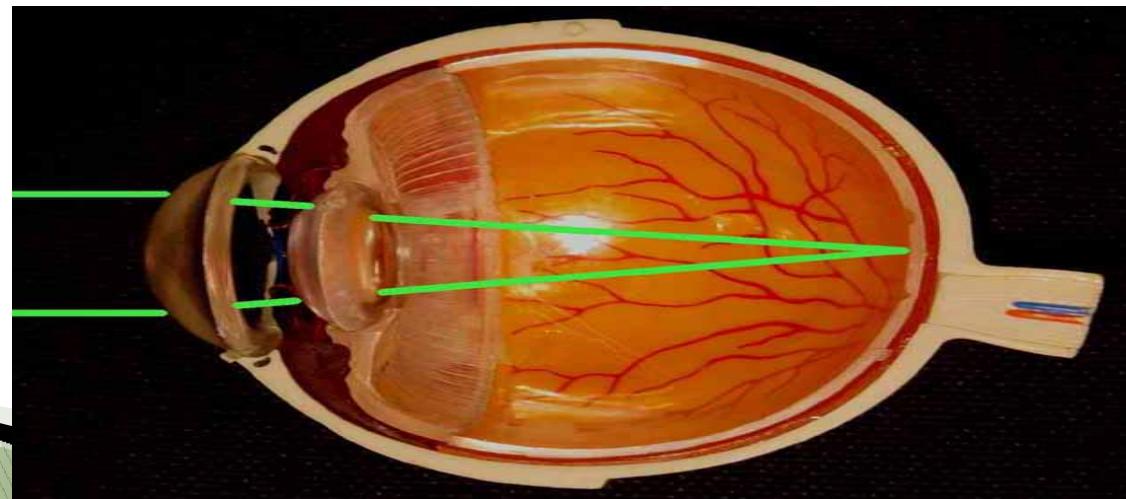


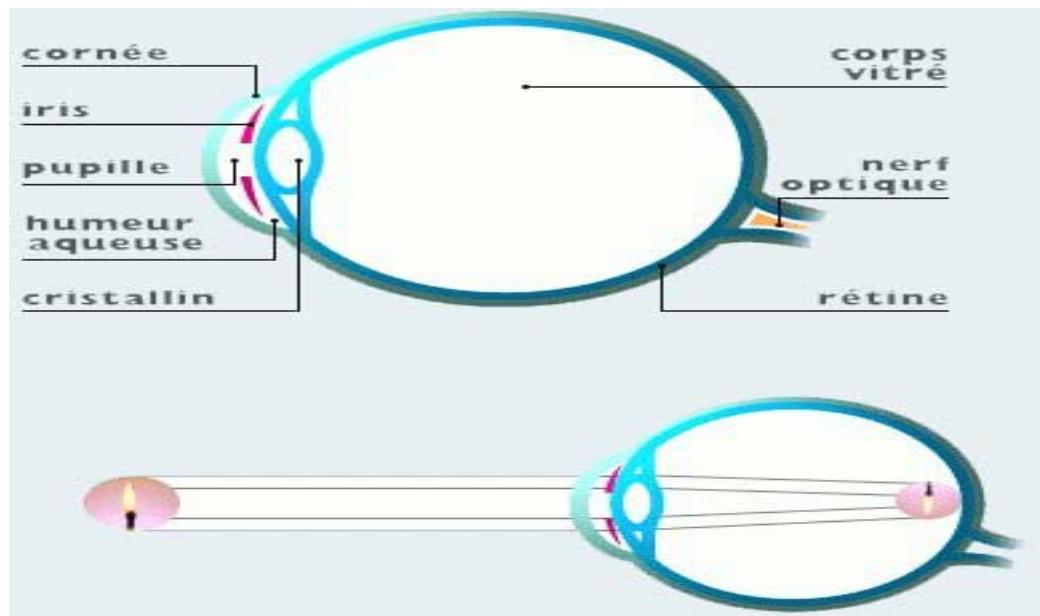
L'œil et la vision:

L'œil, un système optique perfectionné

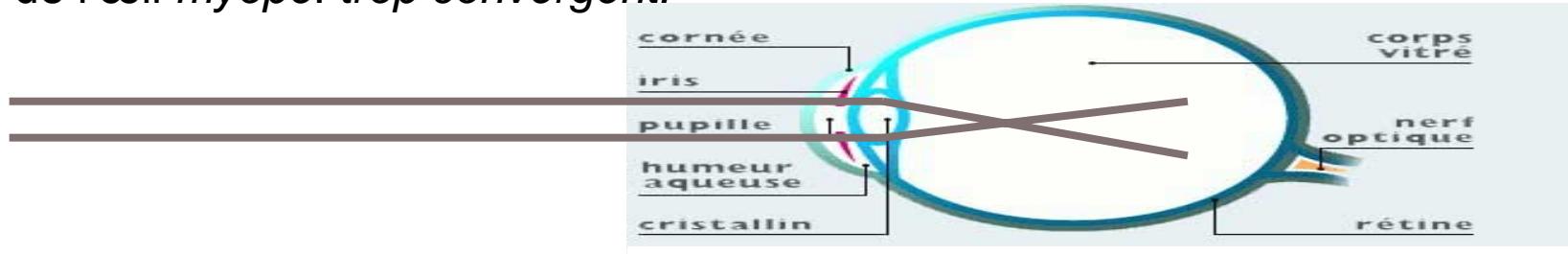


Réfraction de la lumière:

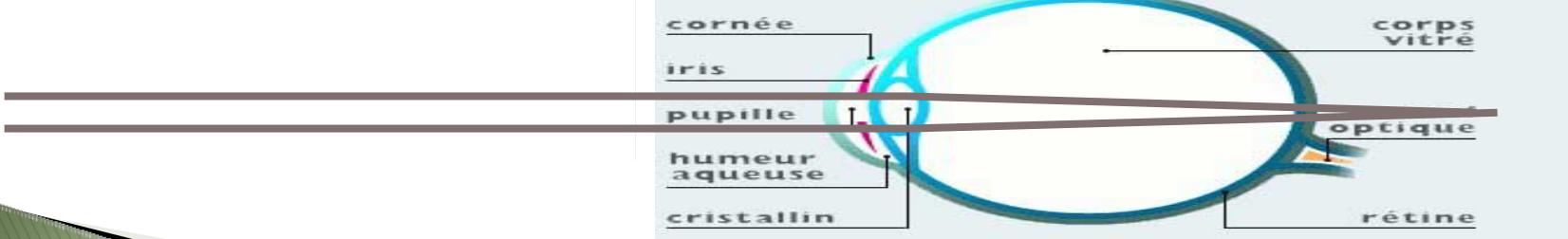




Cas de l'œil *myope*: trop convergent.

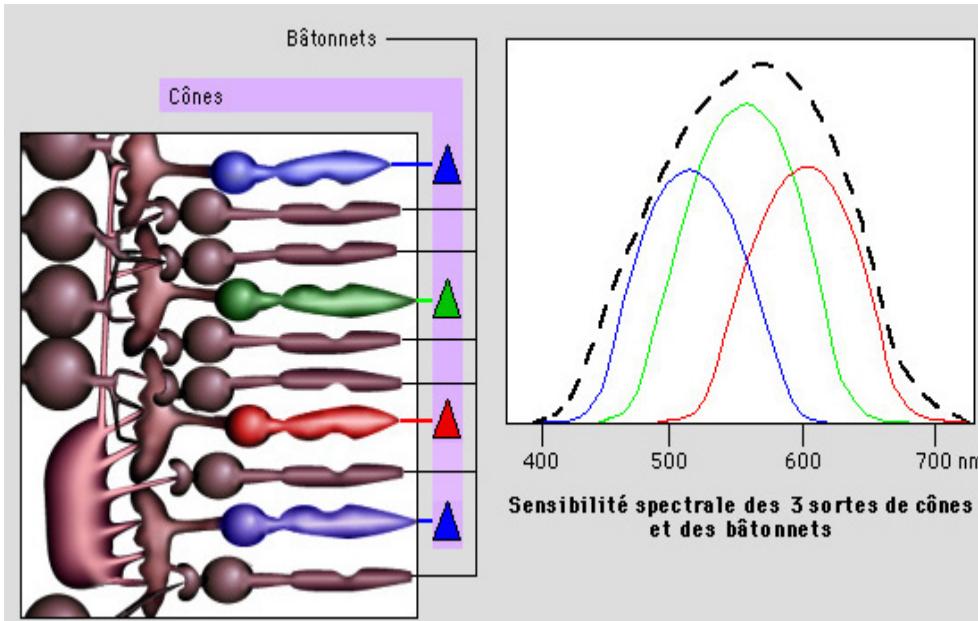
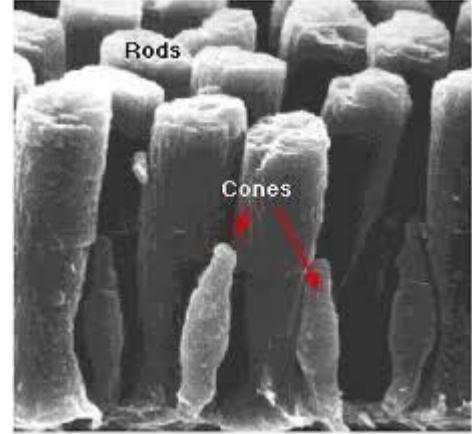


Cas de l'œil *hypermétrope*: pas assez convergent.



2) Vision des couleurs

- ▶ Ce sont les cônes qui permettent de voir les couleurs
- ▶ Il en existe trois différents types: ceux sensibles
 - au vert
 - Au rouge
 - Au bleu



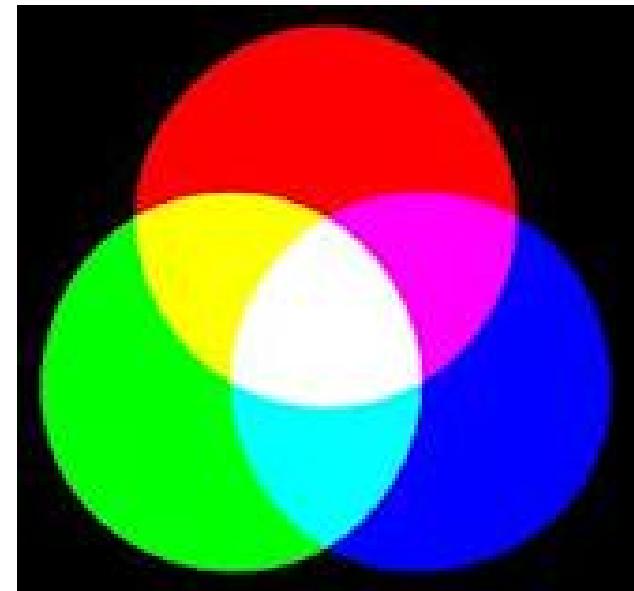
- ▶ Le R,V,B sont les trois couleurs primaires pour la synthèse des lumières colorées

3) Synthèse des couleurs

- ▶ Quand l'œil reçoit une lumière constituée de diverses composantes colorées plus ou moins intenses, les trois types de cônes sont excités différemment et le cerveau en déduit une teinte globale.
- ▶ A partir du R, V et B, il est possible de reconstituer toutes les nuances colorées.
- ▶ C'est **LA SYNTHESE DES COULEURS**
 - Principe des téléviseurs

La synthèse des couleurs

- ▶ Si notre œil reçoit
 - simultanément, trois lumières de couleurs R, V, B et de même intensité, il perçoit du blanc
 - $R+V+B \rightarrow \text{blanc}$
 - Simultanément, deux lumières, il voit **la couleur complémentaire** de la couleur manquante
 - $R+V \rightarrow \text{jaune}$ (compl. du B)
 - $R+B \rightarrow \text{magenta}$ (compl. du V)
 - $B+V \rightarrow \text{cyan}$ (compl. du R)



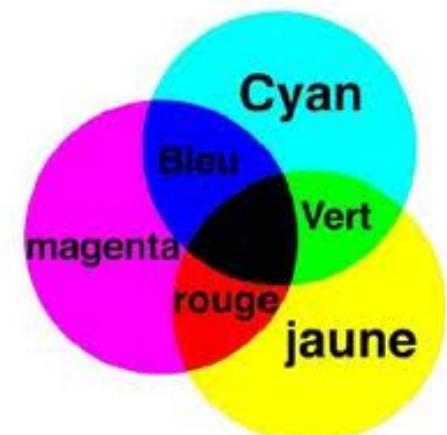
Deux couleurs sont dites complémentaires si en les ajoutant, on obtient du blanc

Les couleurs perçues des objets

- ▶ Quand un objet est éclairé par une lumière blanche, sa couleur perçue dépend des radiations que sa surface absorbe ou renvoie.
- ▶ S'il absorbe tout le spectre sauf le rouge, il renvoie le rouge et il apparaît comme rouge
- ▶ S'il n'absorbe que le rouge, et renvoie le reste, il apparaît donc de la couleur complémentaire du rouge, le cyan
- ▶ Exemples:
 - la couleur des feuilles d'arbre
 - la chlorophylle absorbe toutes les couleurs sauf le vert
 - Un objet est jaune:
 - il absorbe le bleu et renvoie les autres couleurs.

Synthèse soustractive

- ▶ Les couleurs de l'imprimante ou du peintre sont le jaune, le cyan et le magenta
 - ▶ On parle de synthèse soustractive.
-
- ▶ Le magenta renvoie le rouge et le bleu
 - ▶ Le cyan renvoie le vert et le bleu
 - ▶ Le magenta + le cyan renvoie le bleu, on parle de synthèse soustractive



Plan du cours

- ▶ I. Lumière
- ▶ II. Sources de lumière
- ▶ III. Vision
- ▶ IV. Propagation de la lumière
- ▶ V. Ombre et pénombre

IV. La propagation de la lumière

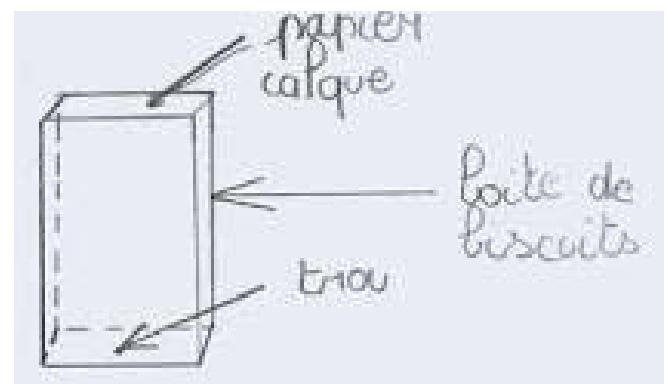
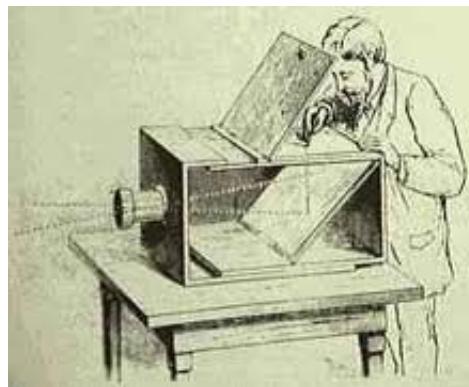
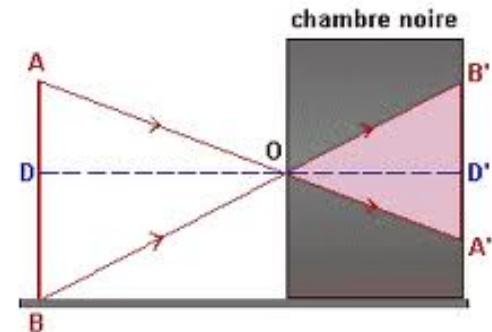
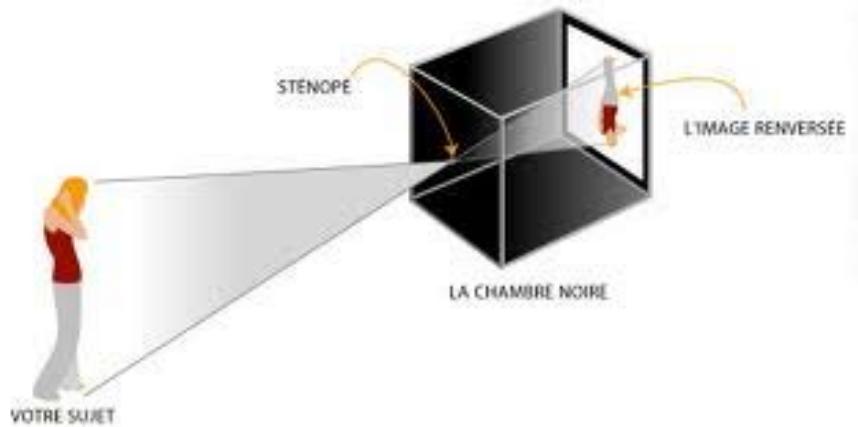


Propagation rectiligne

- ▶ La lumière se propage en ligne droite à vitesse constante dans un milieu homogène (même composition partout)



Application: la chambre noire

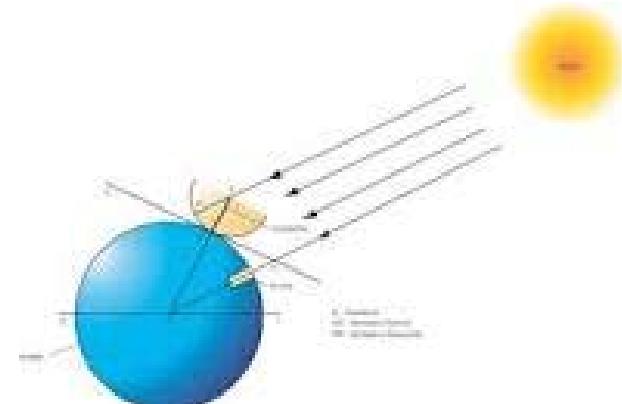
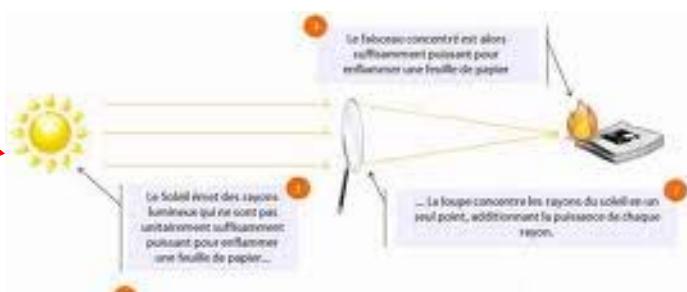
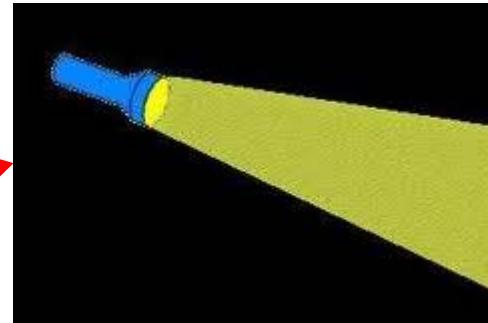


Faisceaux lumineux

► La lumière se propage sous forme de faisceaux de rayons parallèles entre-eux (ex: les rayons du Soleil)

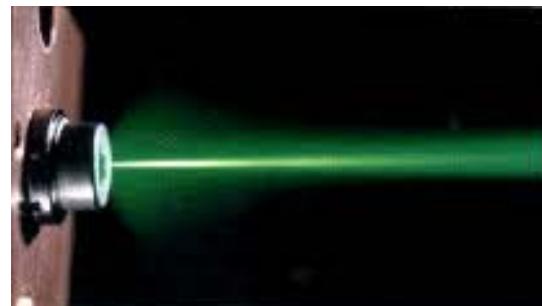
- divergents
- Convergents
- Parallèles
 - Vue de très loin, le faisceau de lumière émise par les sources étendues est parallèle
 -

Exemple: la lumière du Soleil qui éclaire la Terre



Rayons lumineux

- ▶ Le modèle du **rayon lumineux** (faisceau sans épaisseur, donc irréel) facilite la description des phénomène lumineux



Indice d'un milieu

- ▶ Sa vitesse de propagation dépend du milieu dans lequel elle se propage
 - $c = 300\ 000 \text{ km/s}$ dans le vide
 - La même chose environ dans l'air
 - $v = 225\ 000 \text{ km/s}$ dans l'eau
 - $v = 200\ 000 \text{ km/s}$ dans le verre
- ▶ On appelle indice du milieu, n , le rapport entre la vitesse de propagation de la lumière dans le vide et dans le milieu
 - ▶ $n = c/v$
- ▶ Pour le vide $n = 1$, l'air $n \approx 1$, le verre $n \approx 1,5$

Changement de milieu de propagation

- ▶ La lumière se propage en ligne droite dans un milieu homogène. Quand la lumière change de milieu, ou rencontre un objet, la lumière pourra être
 - absorbée
 - diffusée
 - réfléchie, on parle de REFLEXION
 - déviée, on parle de REFRACTION
- ▶ Suivant le milieu rencontré, un ou plusieurs de ces phénomènes à la fois

Comportement des objets éclairés

- ▶ Objet opaque: renvoie la lumière reçue en la diffusant ou en la réfléchissant (miroir)
- ▶ Objet transparent: est traversé par la lumière sans la diffuser
- ▶ Objet translucide: diffuse une partie de la lumière reçue.

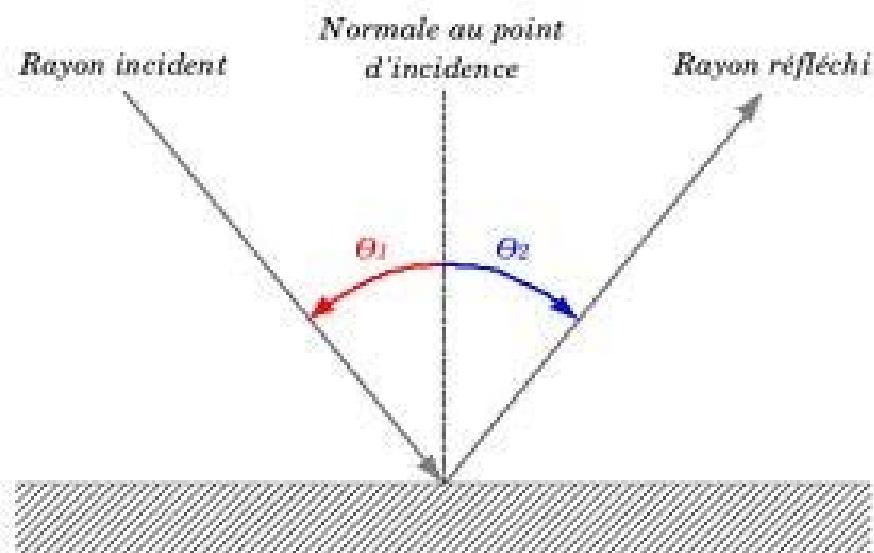
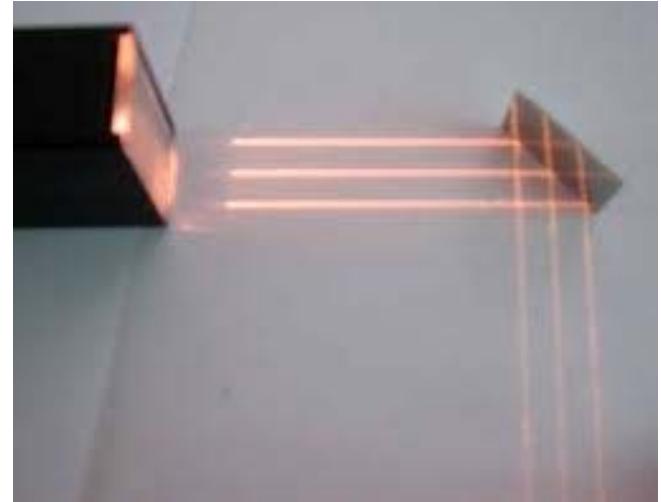
- ▶ Il y a toujours absorption, mais elle est plus ou moins importante (pour les objets transparents, elle est presque négligeable, mais pour les objets opaques, elle peut être totale)

Comportement de la lumière suivant le milieu rencontré

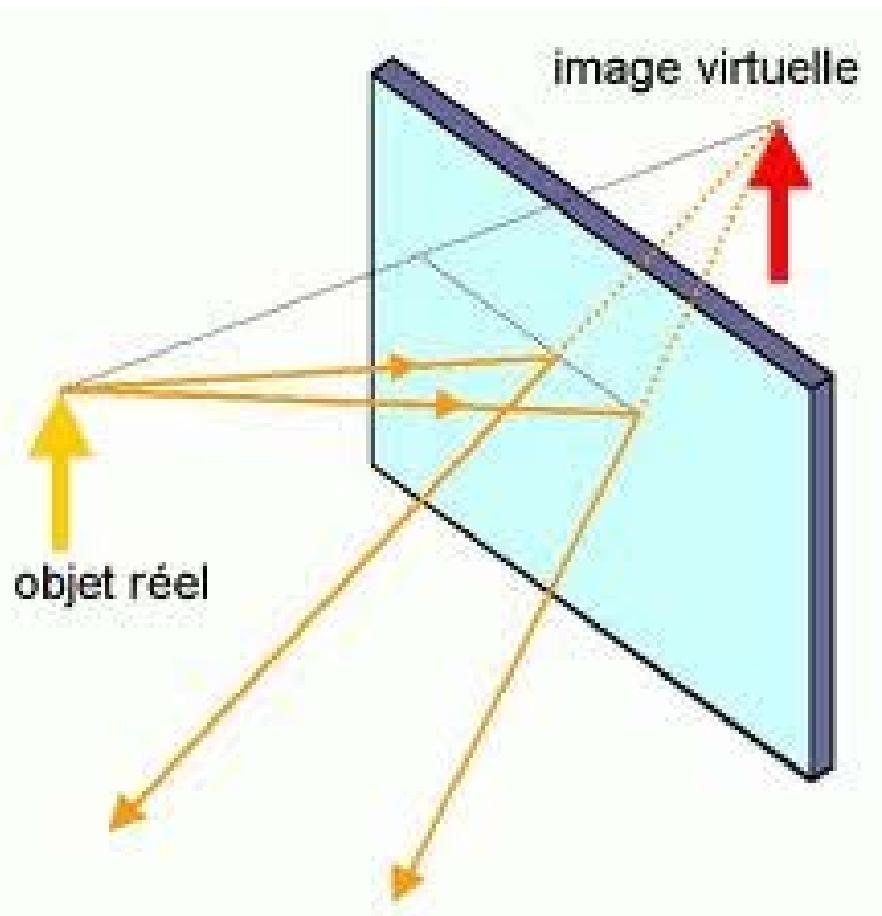
Milieu comprtmt	opaque		transparent	translucide
	opaque	Opaque réfléchissant		
absorption	OUI (total)	OUI (faible)	OUI (faible)	OUI (faible)
diffusion	OUI (couleurs, sources 2aires)	NON	NON	OUI
Réflexion	NON	OUI	OUI	NON
Réfraction (=déviation)	NON	NON	OUI	OUI

Réflexion sur un miroir

- ▶ Réflexion du rayon lumineux avec le même angle pour le rayon incident et le rayon réfléchi par rapport à la normale au plan du miroir

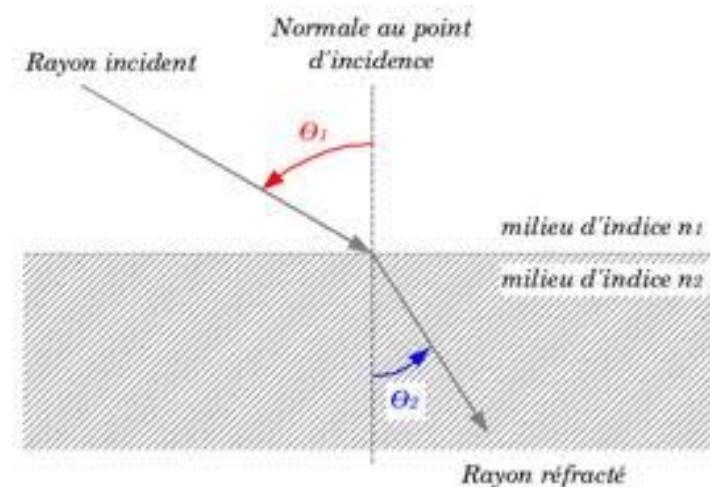
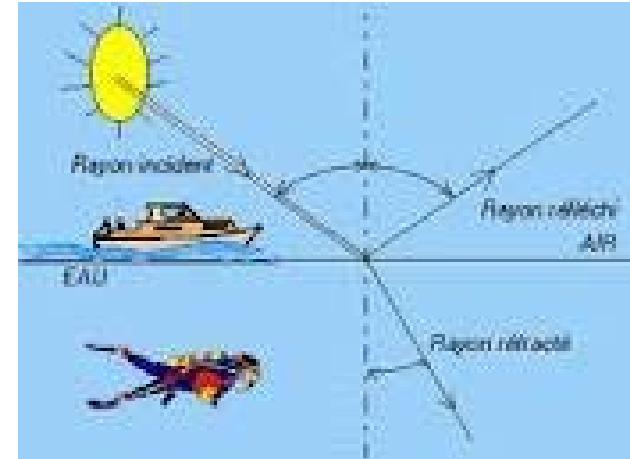


Formation des images dans un miroir

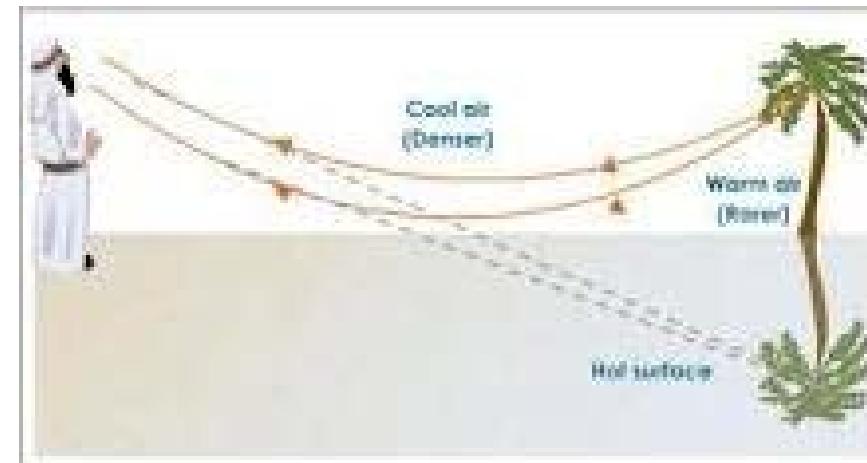


Réfraction de la lumière

- ▶ Un rayon lumineux qui change de milieu va être dévié, on parle de réfraction
- ▶ L'angle d'incidence et l'angle de réfraction sont reliés par une relation dépendant des indices des milieux traversés.
- ▶ Tous les instruments optiques utilisent ce phénomène pour faire converger ou diverger les rayons
 - Objectifs des appareils photos, cristallin de l'œil,

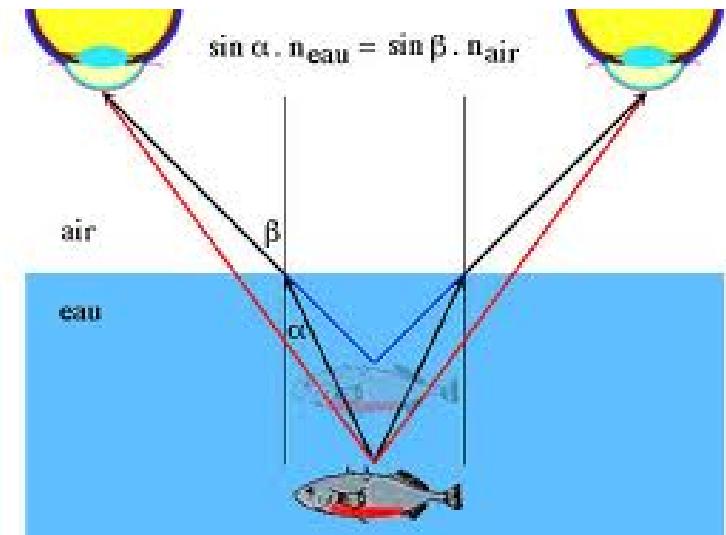
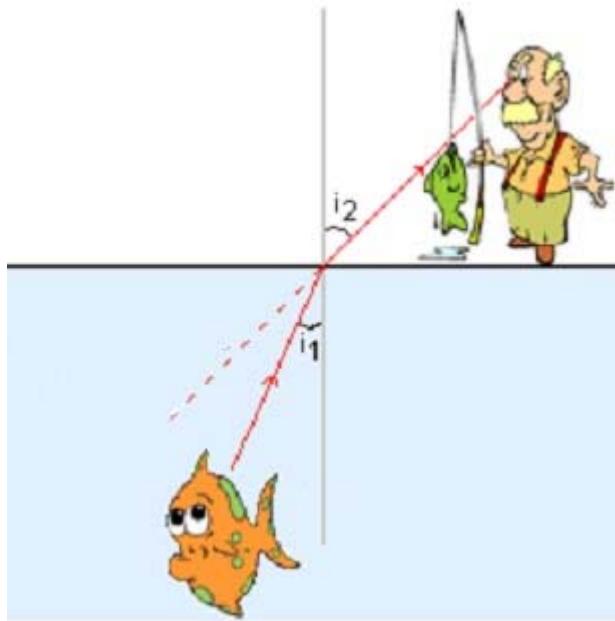


Exemples de réfraction



► Mirage dans le désert

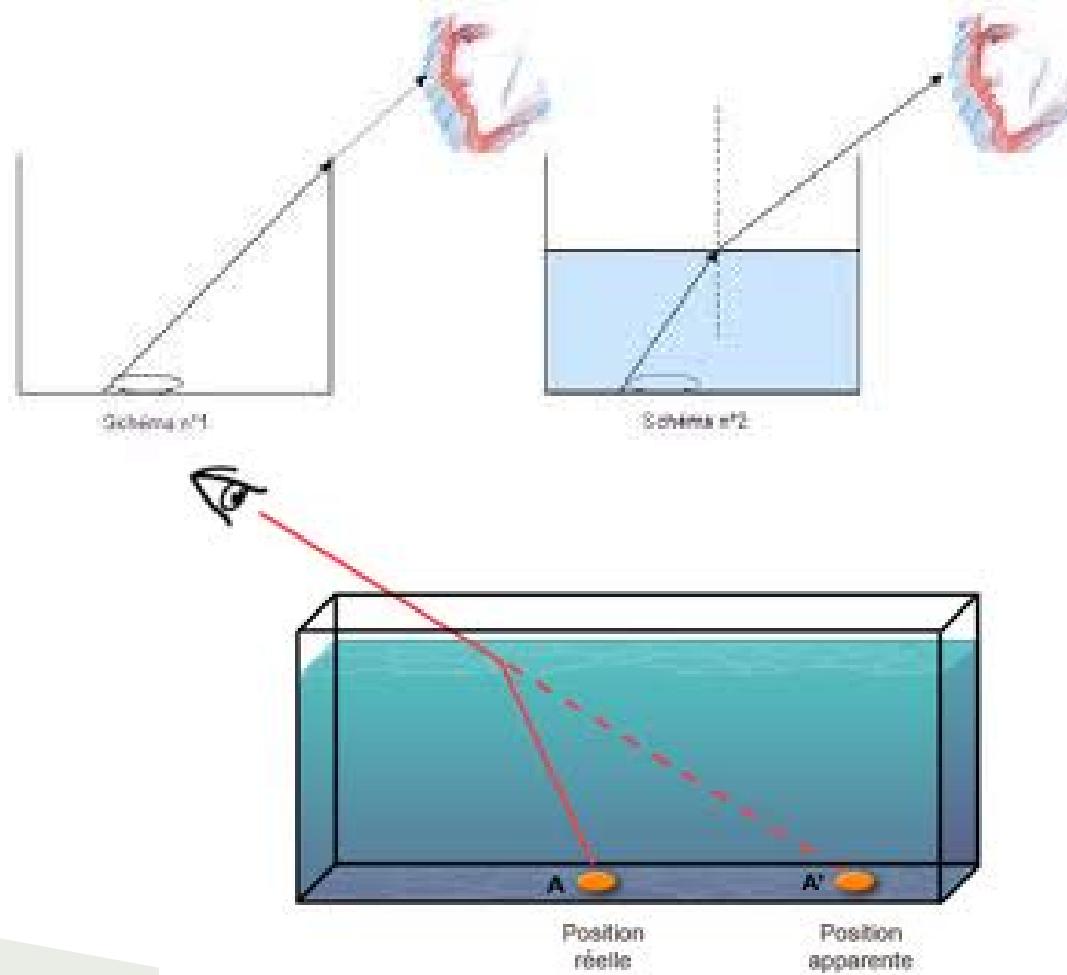
Pourquoi les ours sont meilleurs que nous à la pêche à la main ?



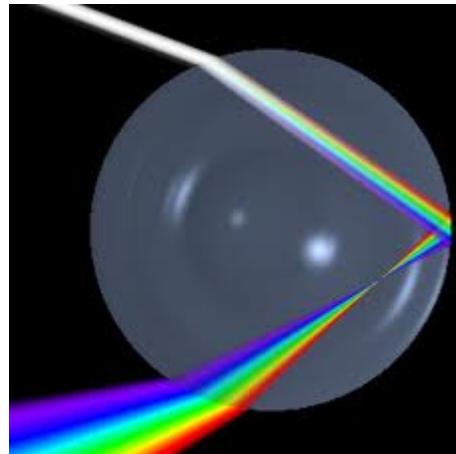
Une expérience amusante sur le même principe



Le rayon lumineux envoyé par la poche est dévié car il change de milieu transparent : il passe de l'eau à l'air alors le rayon lumineux atteint bien (schéma n°2). C'est cela bien sûr la loi de la lumière lorsqu'elle passe de l'eau à l'air est appelée **réfraction**.



Exemple de réflexion et de réfraction: la gouttelette d'eau de l'arc-en-ciel



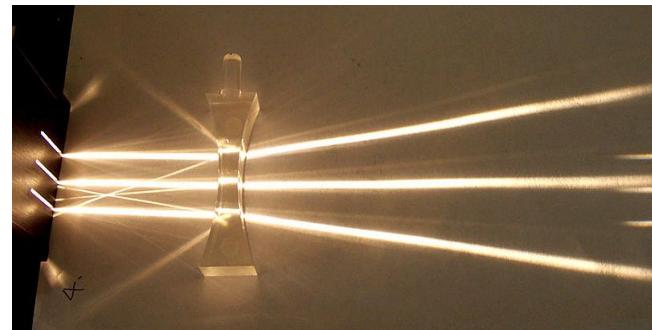
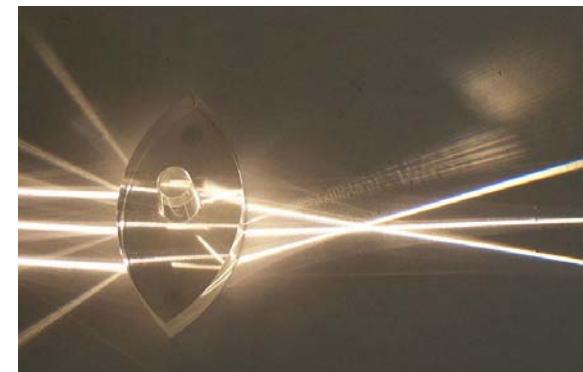
Exemple de refraction: les lentilles

- ▶ Une lentille est un élément homogène, isotrope, transparent, traditionnellement en verre, dont au moins l'une des faces n'est pas plane et destiné à faire converger ou diverger la lumière.
- ▶ Deux types de lentilles

- Une lentille convergente transforme un faisceau de lumière parallèle en un faisceau qui converge vers un point situé en aval de la lentille. (loupe)

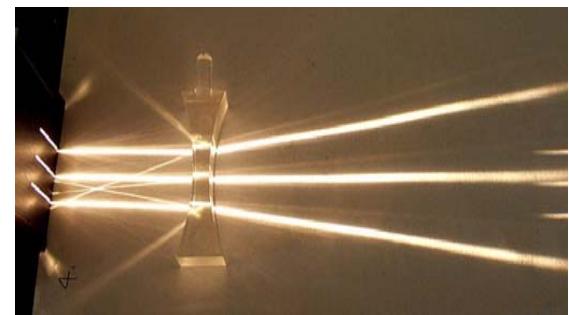
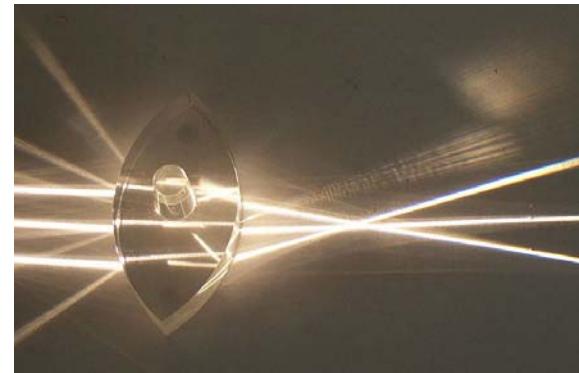


- Une lentille divergente transforme un faisceau de lumière parallèle en un faisceau divergent qui semble provenir d'un point situé en amont de la lentille.



Deux types de lentilles

- ▶ Une lentille convergente transforme un faisceau de lumière parallèle en un faisceau qui converge vers un point situé en aval de la lentille. (loupe)
- ▶ Une lentille divergente transforme un faisceau de lumière parallèle en un faisceau divergent qui semble provenir d'un point situé en amont de la lentille.



Symbol des deux types de lentilles :



Lentille
Convergente

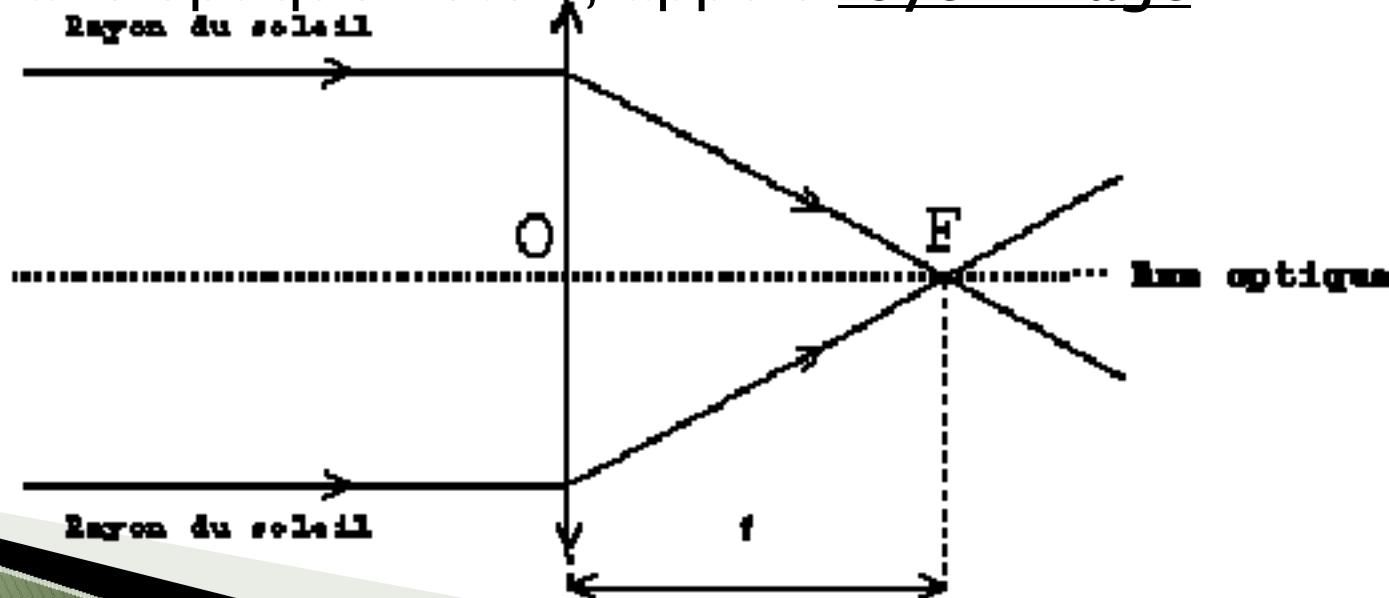


Lentille
divergente

Propriétés des lentilles

1) lentilles convergentes

- Le centre d'une lentille O est défini tel que tout rayon passant par ce point n'est pas dévié.
- L'axe perpendiculaire à la lentille et passant par le centre de la lentille s'appelle l'axe optique
- Tout rayon parallèle à l'axe optique passe par un point de l'axe optique noté F, appelé foyer image



2) Lentilles divergentes

Mêmes propriétés pour le centre et l'axe optique

Seul le foyer change: F' est appelé foyer virtuel de la lentille

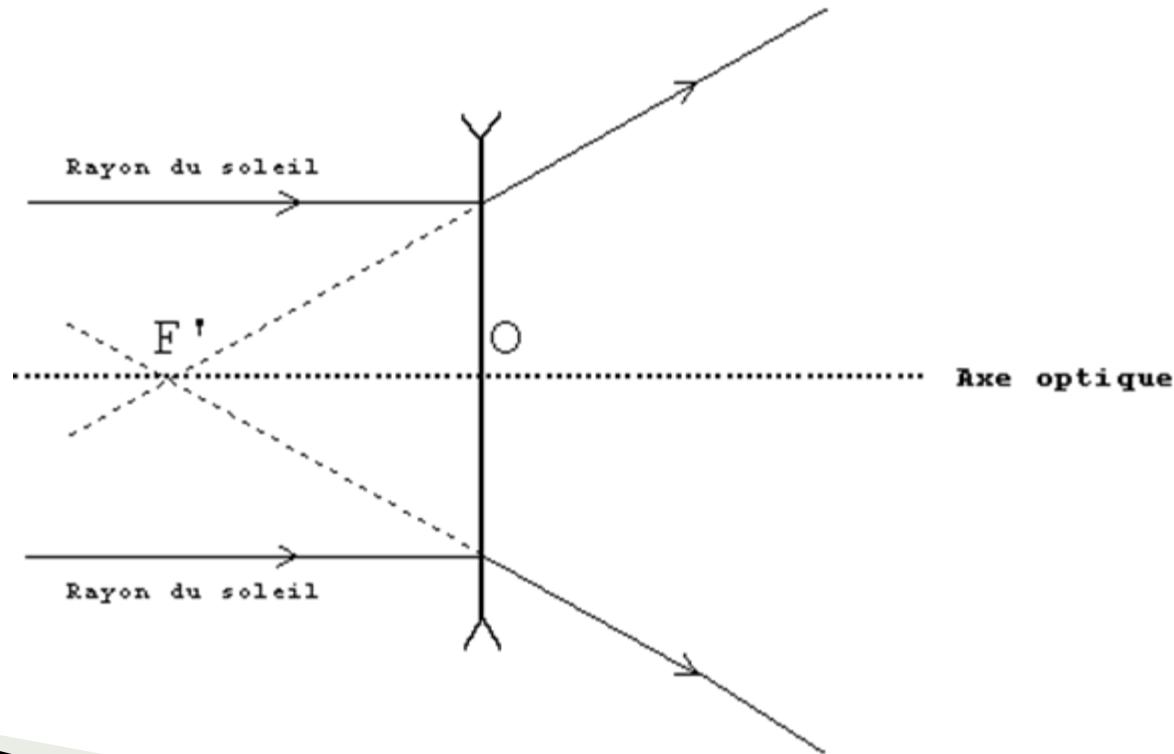
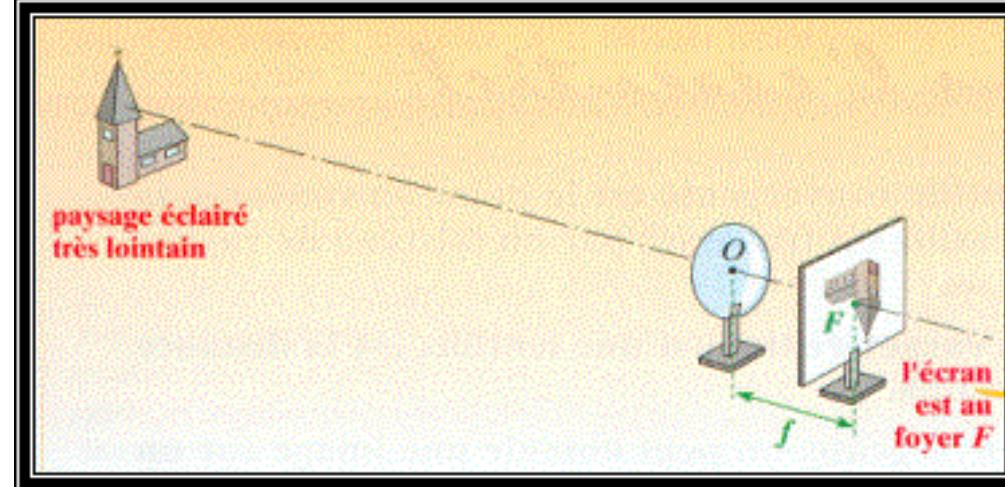


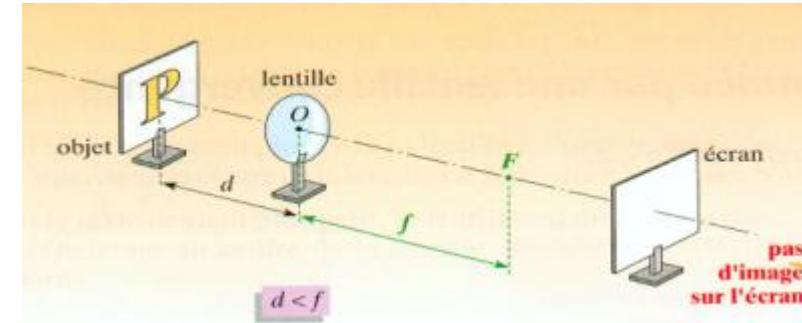
Image d'un objet par une lentille convergente



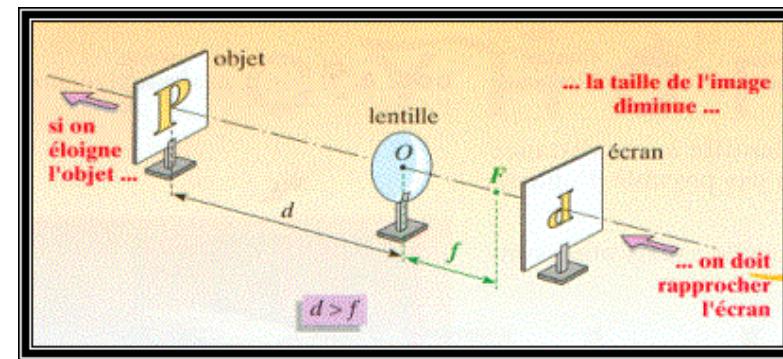
- ▶ Un objet lointain est un objet dont la distance à la lentille est très supérieure à la distance focale de la lentille. Nous pouvons considérer que les rayons qui proviennent de cet objet sont parallèles.
- ▶ Sur un écran quelconque, regardons l'image d'un paysage lointain (c'est l'objet) fournie par une lentille convergente. Nous observons une image retournée et nette du paysage quand l'écran se situe à la distance focale de la lentille. On n'obtient une image nette de l'objet que pour une seule position de l'écran : l'image est localisée.
- ▶ Pour déterminer la distance focale d'une lentille convergente, il suffit donc de mesurer la distance entre la lentille et l'endroit où apparaît nette l'image d'un objet lointain.

L'image d'un objet proche par une lentille convergente

- si $d < f$, aucune image ne peut être observée sur l'écran
 - mais on peut observer une image à travers la lentille : elle joue alors le rôle de loupe



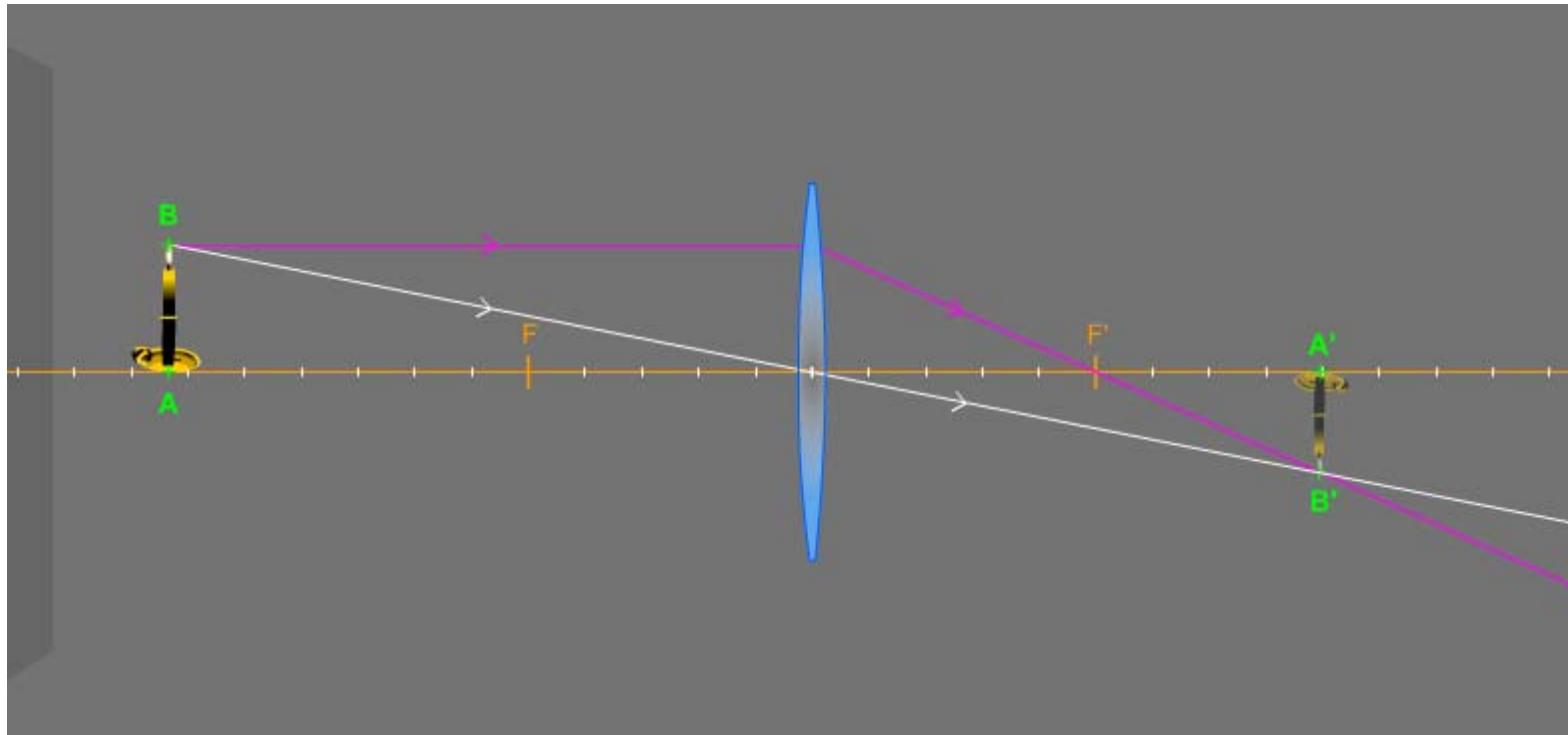
- si $d > f$, nous observons une image nette et inversée de l'objet mais à une distance plus grande que la distance focale.



pour obtenir l'image d'un objet sur un écran, il faut que l'objet soit placé à une distance d supérieure à la distance focale de la lentille convergente.

L'image obtenue est inversée et se situe à une distance supérieure à la distance focale.

Construction de l'image d'un objet par une lentille convergente



schématisation



En utilisant le th. De Thalès

$$\gamma = A'B'/AB = OA'/OA \quad (\gamma \text{ grandissement})$$

Relation de conjugaison

$$\frac{1}{OF'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'}$$

Plan du cours

- ▶ I. Lumière
- ▶ II. Sources de lumière
- ▶ III. Vision
- ▶ IV. Propagation de la lumière
- ▶ V. Ombre et pénombre

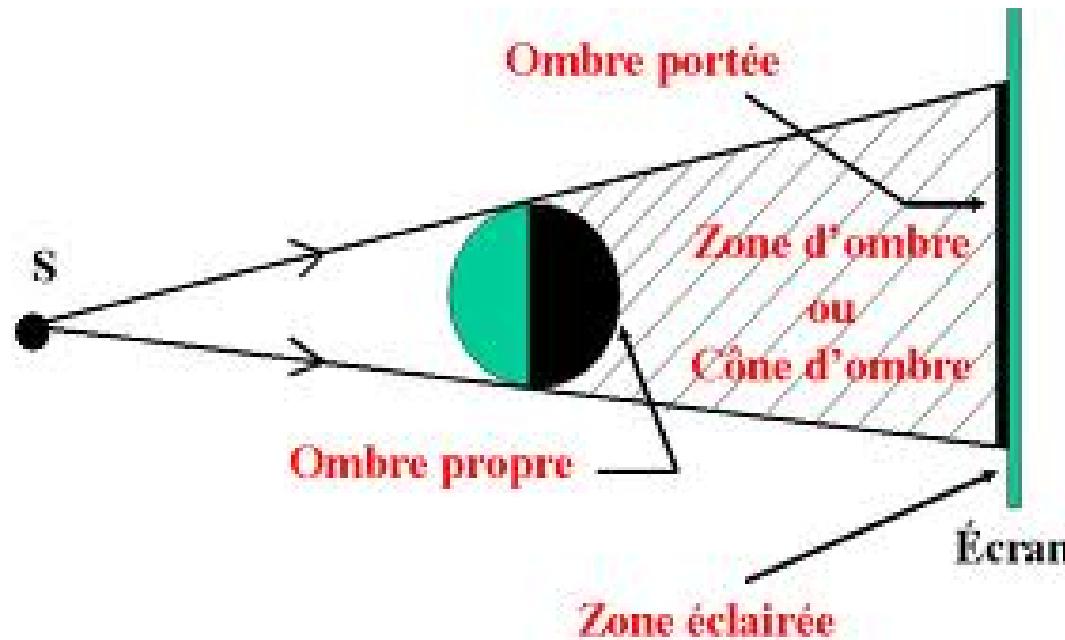
V. Ombre et pénombre

Ombre

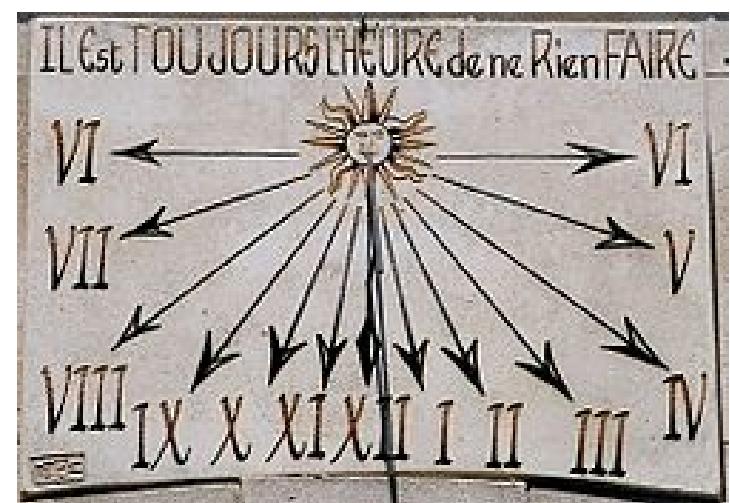
- ▶ On appelle « ombre », la zone sombre due à l'interception, par un corps opaque, de la lumière émise par une source.



Ombre propre – ombre portée



S est une source ponctuelle

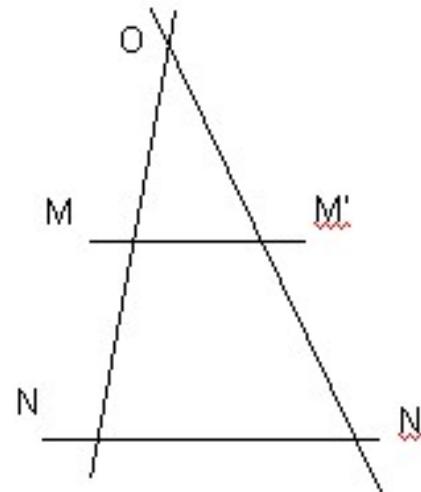


Relation entre la taille de l'objet et celle de l'ombre portée

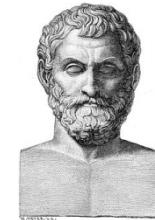
THEOREME DE THALES

Soit un triangle ONN' , et deux points M sur (ON) et M' sur (ON') tels que $(MM') \parallel (NN')$ alors :

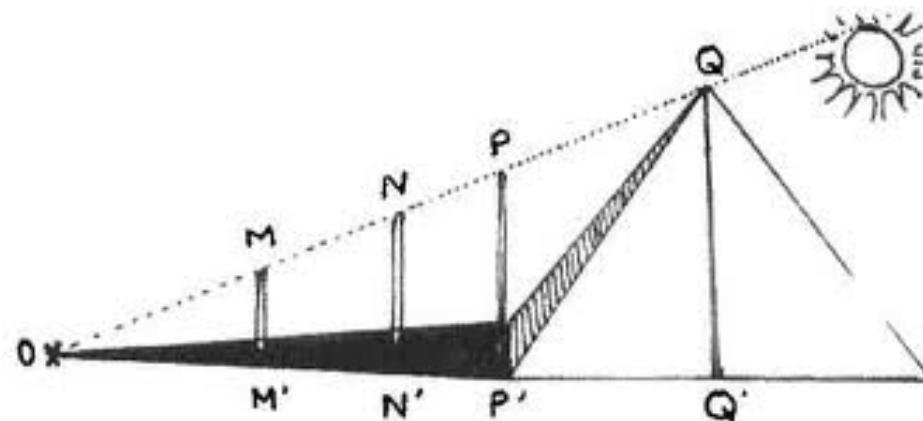
$$\frac{ON}{OM} = \frac{ON'}{OM'} = \frac{NN'}{MM'}$$



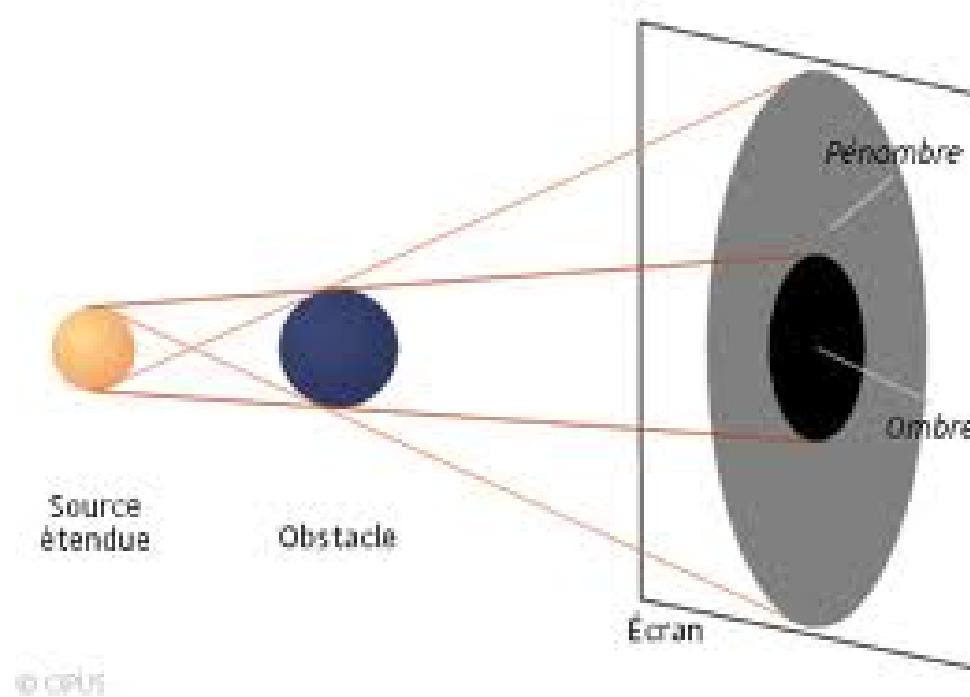
- Thales a utilisé ce résultat pour calculer la hauteur de la grande pyramide.



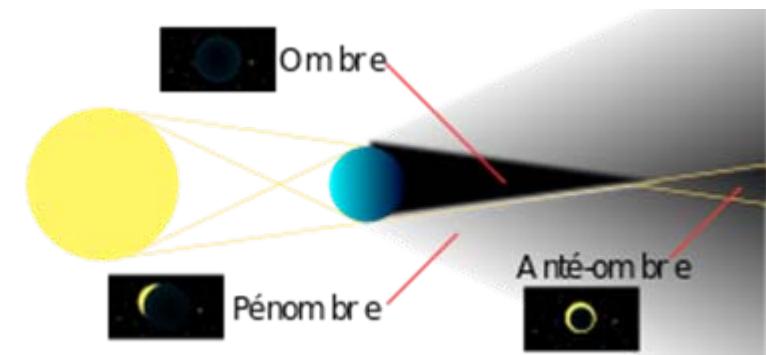
Thalès de Milet 625-547 av JC



Pénombre - source étendue



Exemple de pénombre

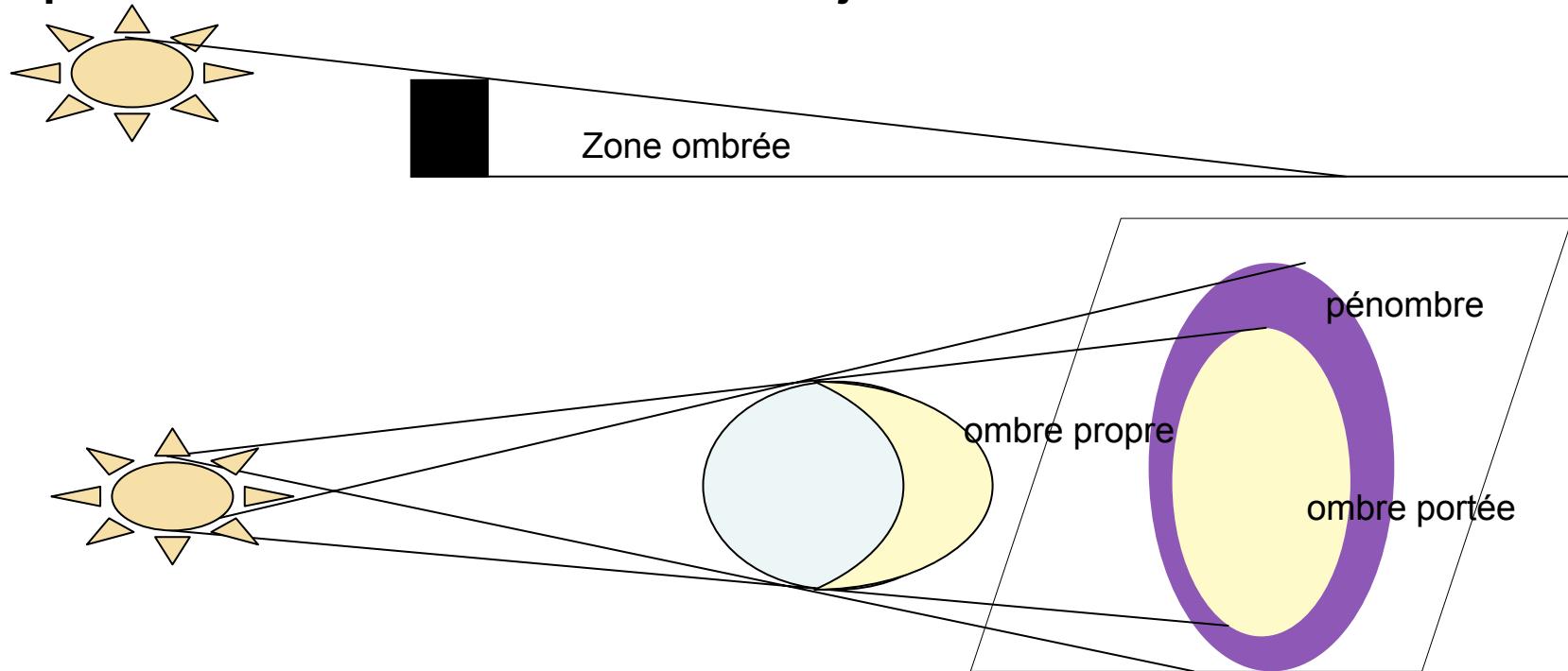


- ▶ L'ombre est un déficit de lumière mais pas une absence de lumière, les objets environnants éclairent les zones d'ombres (sources secondaires).

Les ombres:

zone sombre due à l'interception de la lumière par un corps opaque (c'est-à-dire *ne transmettant pas* la lumière).

Exemple: Construction de l'ombre d'un objet.



Ex. L'éclipse de soleil: la lune se trouve entre le soleil et la terre.
Éclipse partielle dans la zone de pénombre. Zone d'ombre ~ 20km.

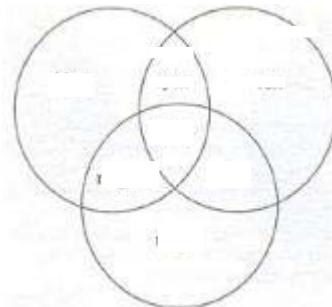


TP- exercices

Chapitre 1 : La lumière**Travaux pratiques et exercices****Travaux pratiques**

Matériel à disposition : une lampe, trois filtres de couleur bleu, vert et rouge

- 1) Vérification expérimentale de la synthèse additive des couleurs primaires
 - a) Comment procéder ?
 - b) Observations
 - c) Représentez le trajet des rayons lumineux (on supposera que la source est ponctuelle)
 - d) Interprétation- vérification
- 2) Ombres
 - a) Rappelez la définition d'une ombre
 - b) Observez l'ombre d'un objet opaque en lumière blanche, schématissez l'expérience, que remarque-t-on ?
 - c) En utilisant le filtre de couleur rouge, reprendre la question 2)b)
 - d) En utilisant un éclairage en lumière rouge et verte (résultats les plus contrastés), reprenez la question 2)b).
 - e) Que se passe-t-il si on éclaire un objet avec les trois couleurs ?

**Exercices****1) Rappels sur les notations scientifiques** (afin de compacter l'écriture des grandeurs étudiées)

$$10=10^1 \quad \text{Par convention } 10^0=1$$

$$100=10^2 \quad 0,1=10^{-1}$$

$$1\ 000=10^3 \quad 0,01=10^{-2} \dots$$

$$10\ 000=10^4 \dots$$

$$\text{Aussi } 200 \text{ s'écrit } 200=2\times 100=2\times 10^2=2.\underline{1}0^2$$

$$0,003=3\times 0,001=3\times 10^{-3}=3.\underline{1}0^{-3}$$

En notation scientifique, tout nombre s'écrit par un chiffre (de 1 à 9) multiplié par une puissance de 10. Exemple $799=7,99 \cdot 10^2$

Exercez vous avec les exemples suivants :

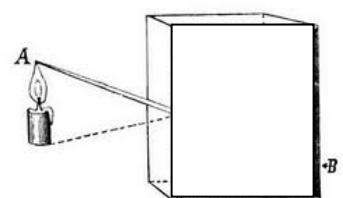
$$798\ 000\ 000=7,89 \cdot 10^8; \quad 245897=2,45897 \cdot 10^5$$

$$0,00036=3,6 \cdot 10^{-4}; \quad 0,0023=2,3 \cdot 10^{-3}$$

2) Extrait de concours (Région 5, Concours 2007) (le corrigé vous sera transmis la semaine suivante)

Une boîte fermée est percée d'un petit trou sur une de ses faces. Le fond de la boîte, face au trou, est constitué d'un papier calque. Sur le papier claque du fond, on observe l'image petite et renversée d'un objet lumineux.

- a) Expliquez pourquoi en réalisant un schéma.
- b) Que se passe-t-il si on éloigne la bougie ? Justifiez par un schéma.
- c) Que se passe-t-il si on agrandit le trou ? Justifiez par un schéma.



Quelques éléments de réponse

TP

1) Synthèse additive des couleurs

Manipulation pour montrer la synthèse additive des couleurs

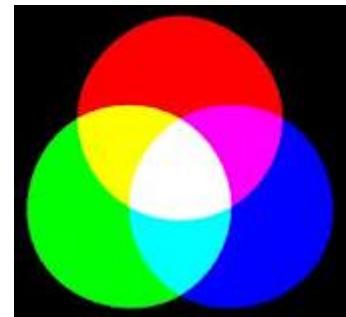
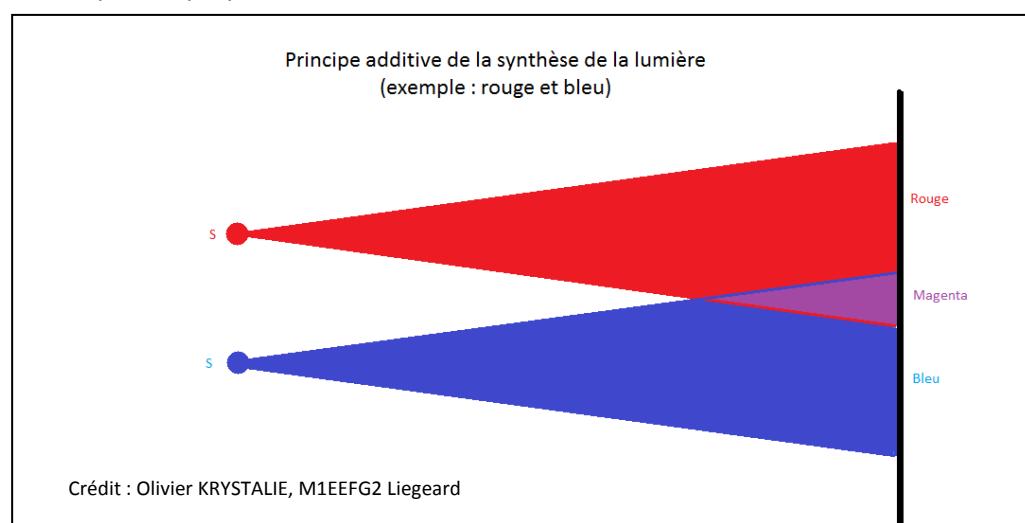
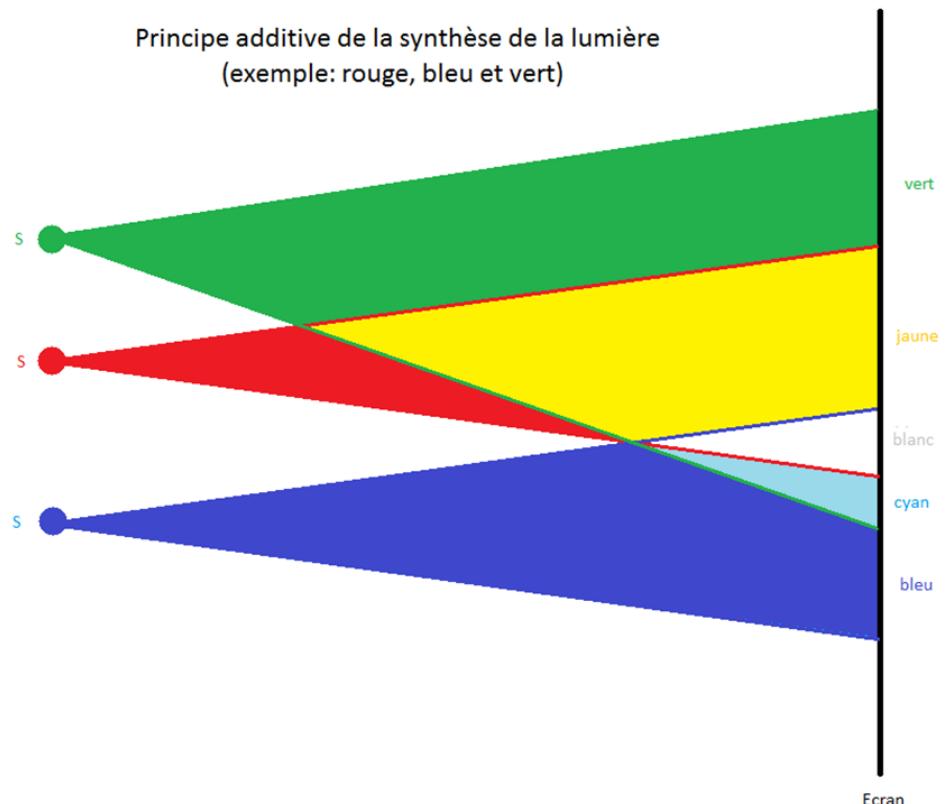


Schéma associé à l'expérience

On commence par schématiser le principe de la manipulation en considérant deux sources ponctuelles. En effet, l'ampoule peut être considérée comme une source ponctuelle (le filament) qui éclaire un filtre rouge sur un côté et un filtre bleu sur l'autre. Tout se passe comme si on avait deux sources ponctuelles de couleur bleue et rouge. Par un système de miroir, on peut superposer les faisceaux lumineux issus de ces deux sources.

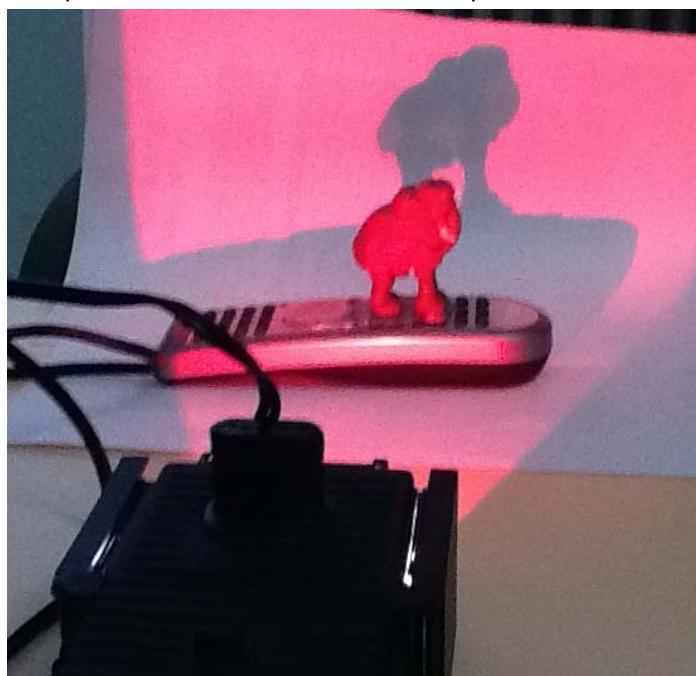


On renouvelle ensuite l'expérience avec trois sources de couleur (rouge, vert, bleu) et on schématise l'expérience comme suit :



2) Ombre

On peut commencer l'expérience en éclairant un objet en lumière blanche. On peut ensuite la renouveler en utilisant un filtre par exemple un filtre rouge. On constate alors que l'ombre portée est sombre et que le reste de l'écran est éclairée par une lumière rouge.

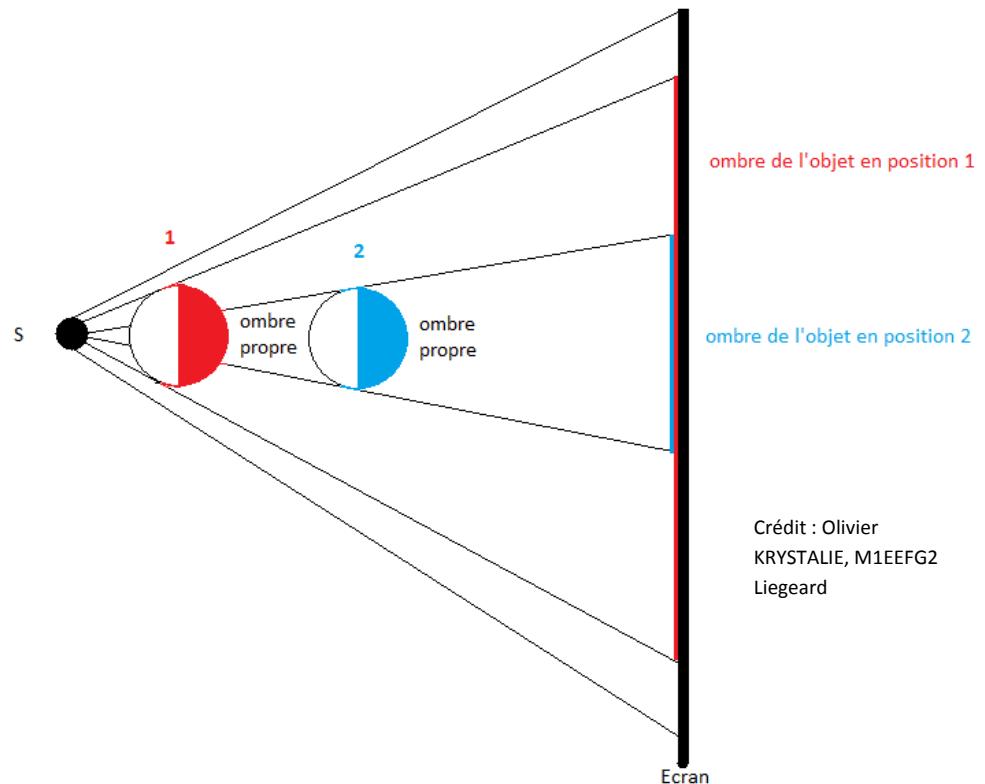


On constate alors :

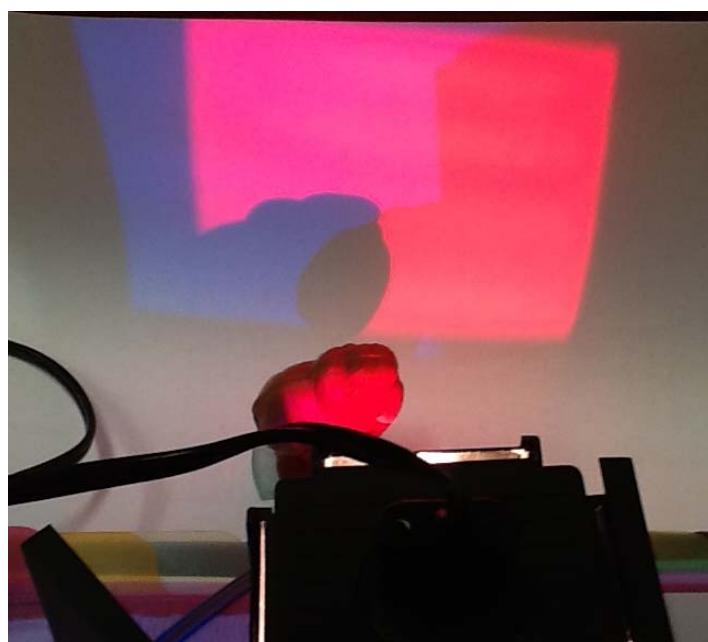
- a) Que l'hypothèse de la source ponctuelle est justifiée, pas de pénombre

- b) Que plus on approche la source, plus l'ombre portée est grande. En effet, quand on s'éloigne de la source, le cône d'ombre est plus petit que quand on s'approche de la source. Ci-dessous la représentation schématique de cette observation :

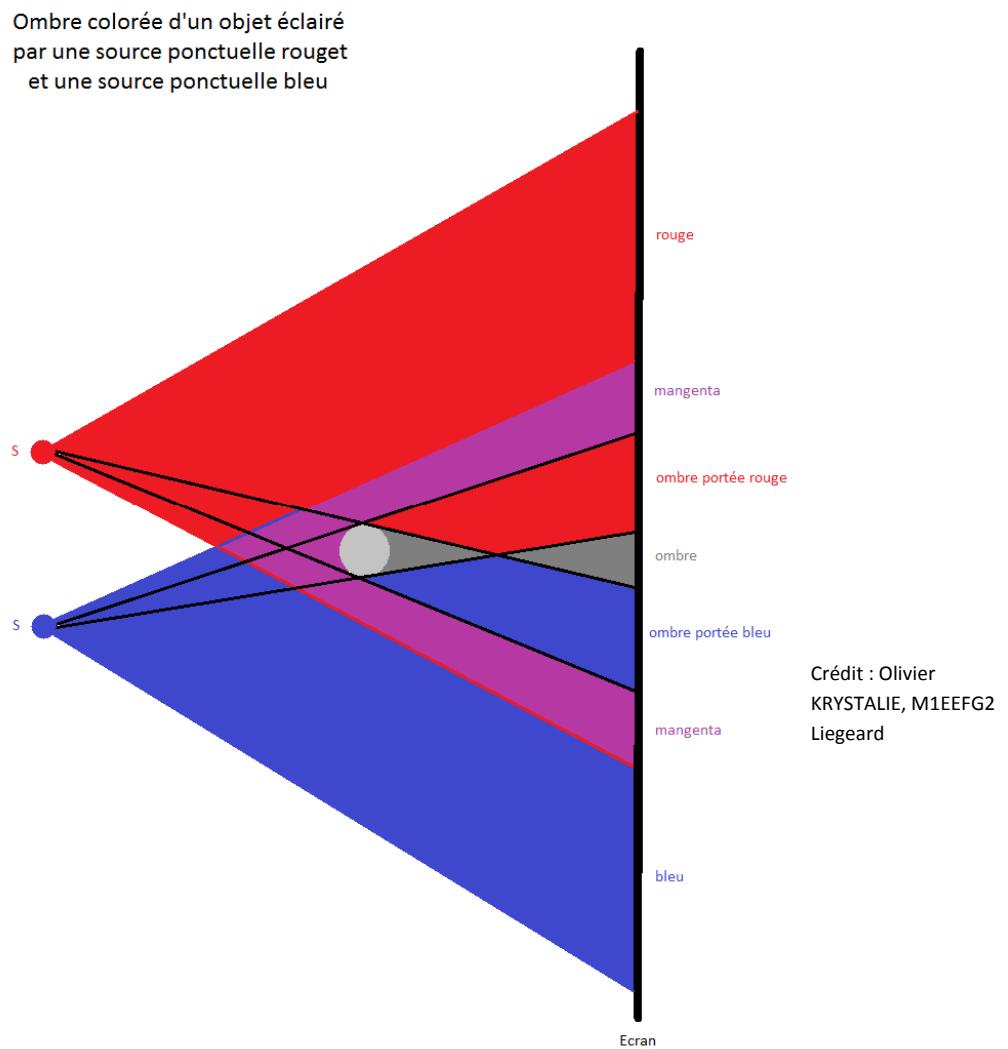
Variation de la taille de l'ombre portée d'un objet opaque en fonction de sa distance à une source ponctuelle



Si on éclaire maintenant un objet par deux sources ponctuelles de couleurs différentes (rouge et bleue par exemple), on observe :



Un schéma illustratif permet d'expliquer cette observation

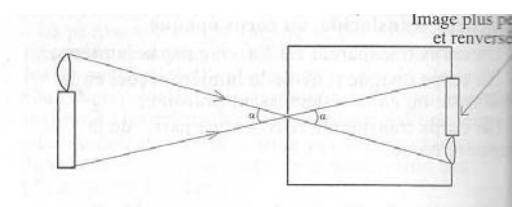


Corrigé de l'extrait de problème de concours

Ce dispositif s'appelle une boîte noire. C'est l'ancêtre de l'appareil photographique. En mettant une surface photosensible (qui réagit à la lumière) à la place du papier calque, on pourrait obtenir une photo renversée de l'objet visé.

Le calque permet d'observer l'image directement grâce au phénomène de diffusion de la lumière. On explique ceci grâce aux lois de l'optique géométrique : la lumière se déplace en ligne droite : on peut alors modéliser la trajectoire suivie par la lumière avec un rayon lumineux surmonté d'une flèche.

Si on éloigne la bougie de la boîte, l'image de la bougie visible sur le calque sera toujours renversée mais plus petite.



L'angle α sous lequel est vue la bougie depuis le trou a diminué : cet angle s'appelle le diamètre apparent. En astronomie, on préfère parler du diamètre apparent d'une étoile plutôt que sa taille.

Si on agrandit le trou, l'image de la bougie va devenir floue. On peut considérer que le trou est une succession d'un grand nombre de petits trous juxtaposés. Chaque trou va apporter sa contribution lumineuse et l'image finale sera la superposition de toutes ces images : on va obtenir une image certes plus lumineuse mais floue.

