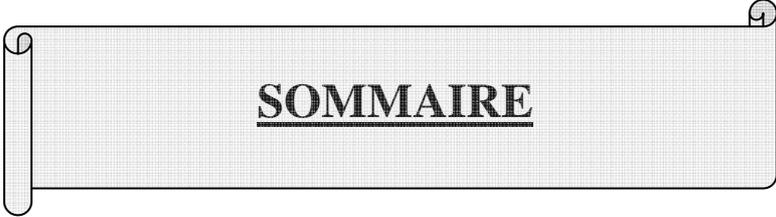


PROPAGATION RECTILIGNE

DE LA LUMIERE EN CLASSE DE 2^{NDE}



SOMMAIRE

INTRODUCTION

A PREREQUIS

B OBJECTIFS SPECIFIQUES

C TRACE ECRITE

D DEROULEMENT POSSIBLE

CONCLUSION

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

INTRODUCTION

L'optique est la partie de la physique qui traite de la propagation et du comportement de la lumière.

Les premiers développements de l'optique sont très anciens. On connaît l'histoire sans doute légendaire des miroirs avec lesquels Archimède (278-212 avant J C) aurait incendié la flotte romaine devant Syracuse L'assimilation précise des phénomènes d'optique a des phénomènes ondulatoires provient des travaux de Maxwell .

La lumière de façon générale est le spectre électromagnétique qui s'étend des rayons X aux micro-ondes.

L'optique peut être divisé en deux parties :

- l'optique géométrique qui traite essentiellement le problème de la formation d'images données par les miroirs, les lentilles et quelques instruments d'optique. La théorie géométrique est basée sur les seules lois de la réflexion et de la réfraction de la lumière sans se préoccuper de sa nature physique.
- l'optique ondulatoire ou optique physique qui étudie les phénomènes d'interférence et de diffraction de la lumière caractéristiques de sa nature ondulatoire.

La lumière, rayonnement électromagnétique visible, est due a des oscillations extrêmement rapides d'un champ électromagnétique dans une gamme particulière de fréquences perceptibles par l'œil humain. La lumière est produite par les atomes et les molécules suite à des réajustements internes des mouvements de leurs composants, principalement des électrons. Il n'est pas nécessaire d'insister sur l'importance de la lumière dans notre existence. Elle y joue un rôle tel qu'une branche de la physique appliquée appelée optique lui est consacrée. Les sensations de couleurs ont pour origine les différentes fréquences auxquelles oscillent les ondes : $4 \cdot 10^{14}$ oscillations par seconde pour la lumière rouge a environ $7,5 \cdot 10^{14}$ oscillations par seconde pour lumière violette .Le spectre visible de la lumière est généralement définit par le domaine de longueur d'onde suivant : de la plus petite longueur d'onde visible pour le violet, environ 400 nm, à 750 nm pour le rouge. Les longueurs d'onde inférieurs à 400 nm correspondes a des rayonnement ultraviolet ; les longueurs d'onde encore plus basses caractérisent les rayons X. Les longueurs d'onde supérieures à 750 nm correspondent aux radiations infrarouges et celles encore plus élevées caractérisent les ondes radio.

Comme toute onde électromagnétique, la lumière doit être considérée comme la propagation d'un vecteur champ électrique \vec{E} combiné avec la propagation d'un vecteur champ magnétique \vec{B} de même phase.

Dans les milieux isotropes, les vecteurs \vec{E} et \vec{B} forment avec la vitesse \vec{V} un trièdre trirectangle.

L'importance de la lumière dans notre vie quotidienne justifie le choix de notre thème. Ainsi le présent mémoire porte sur l'élaboration d'une fiche pédagogique intitulée « Propagation rectiligne de la lumière ». Un chapitre inscrit dans le programme de physique de la classe de seconde (n° 13).

Dans un premier temps nous allons élaborer un plan puis dans l'exposé, donner les prérequis, proposer une trace écrite et un déroulement possible. Pour terminer, nous donnerons une conclusion et une bibliographie.

Il faut aussi signaler que nous n'avons pu trouver dans nos recherches un mémoire qui traite le même sujet. Ainsi le travail que nous allons exposer résulte de recherches personnelles et d'échanges entre l'encadreur et de professeurs très expérimentés

A PREREQUIS

Avant d'entamer ce chapitre, l'élève doit connaître :

- la notion de lumière,
- la notion d'ombre,
- quelques notions de mathématiques (points alignés, droite, cône, plan, vitesse....)

B OBJECTIFS SPECIFIQUES

Au terme du cours de la propagation rectiligne de la lumière, les élèves devront être capables de :

- distinguer une source primaire (réelle) d'une source secondaire (apparente),
- distinguer les sources des récepteurs de lumière,
- identifier expérimentalement des milieux transparents, translucides et opaques,
- restituer le principe de la propagation de la lumière,
- mettre en évidence le principe de la propagation de la lumière,
- préciser le sens de propagation sur le tracé d'un rayon lumineux,
- expliquer la formation des ombres et des pénombres,
- donner la valeur de la vitesse de la lumière et de l'utiliser pour calculer des distances,
- restituer la définition de l'année lumière,
- déterminer les dimensions d'un objet par visée,
- expliquer le phénomène d'éclipse,
- construire une chambre noire,
- observer et interpréter l'image obtenue avec une chambre noire.

C TRACE ECRITE

C-1 Les sources de lumière

C-1-1 Observations

Dans l'obscurité, on ne voit pas les objets. Les objets ne sont visibles que lorsqu'ils sont éclairés.

La lumière est donc indispensable à la vision.

Cette lumière peut provenir du soleil, d'une bougie allumée, de la lune, de certains animaux : ces corps sont appelés des sources de lumière.

C-1-2 Définition

On appelle source de lumière, tout corps ou dispositif qui émet de la lumière.

C-1-3 Les types de sources lumineuses

Il existe deux types de sources de lumière :

- Les sources lumineuses réelles ou primaires et
- Les sources lumineuses apparentes ou secondaires.

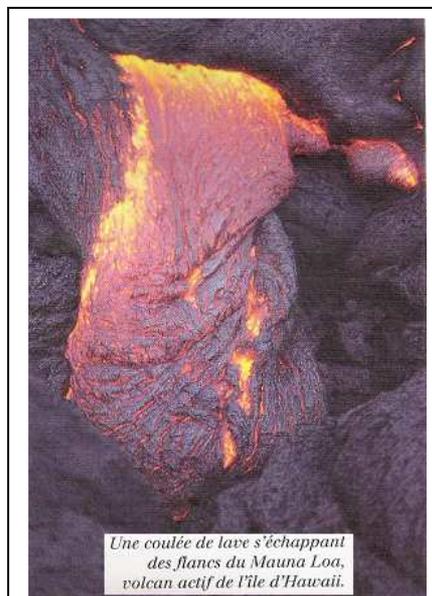
C-1-3-1 Les sources lumineuses réelles

Ce sont celles qui produisent la lumière qu'elles émettent. On peut les classer en deux catégories :

- a) Les sources primaires naturelles.

Exemples :

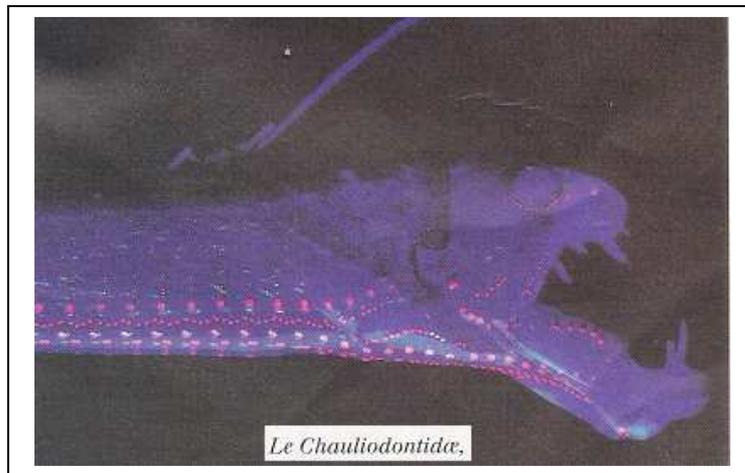
- Le soleil, l'étoile la plus proche de la Terre. Pour notre planète il constitue la principale source primaire naturelle de lumière.
- Les étoiles émettent de la lumière en étant suffisamment chauffées : c'est l'éclairage par incandescence (lumière chaude)
- Les coulées de laves des volcans



- Les éclaires (éclairage par décharge électrique) : au cours d'un orage, la tension entre les nuages et la Terre peut atteindre 10^7 volts. Lorsque l'éclaire se déclenche, l'intensité du courant de décharge est de l'ordre de 20000 A.

b) Les sources primaires animales

Certains organismes vivants sont dotés d'organes capables de produire par eux-mêmes de la lumière : c'est le cas des insectes nocturnes comme les lucioles ou les vers luisants. C'est aussi le cas de certains poissons vivant dans les grands fonds comme les chauliodontidés. Cette émission de lumière par des organismes vivants est appelée la bioluminescence (lumière froide)



C-1-3-2 Les sources lumineuses apparentes

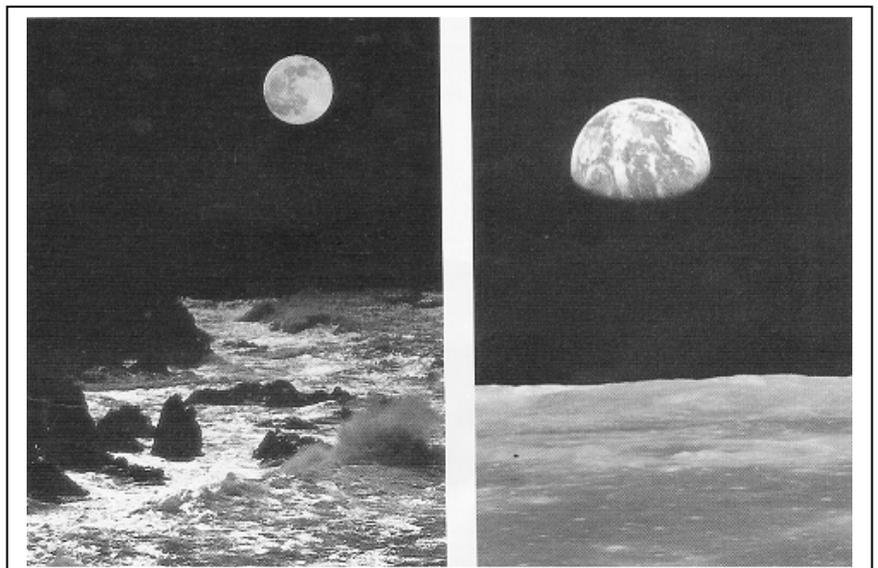
On appelle sources secondaires ou apparentes de lumière, tout objet qui ne produit pas la lumière par lui-même, mais qui renvoie une partie de la lumière reçue d'autres sources.

Exemples :

- Les objets célestes ; comme la terre, les autres planètes du système solaire, la lune. Ils ne produisent pas de la lumière mais diffusent une partie de celle qu'ils reçoivent du soleil.

Côte à côte, l'image d'un clair de Lune et celle du premier clair de Terre observées par des hommes
Sur la Lune

(Mission APOLO XI, 1969)



C-2 Les récepteurs de lumière

Certains objets peuvent fixer, enregistrer l'information transportée par la lumière, d'autres peuvent même la mesurer ou la transformer en énergie électrique : ce sont des récepteur de lumière.

- Définition : un récepteur de lumière est un corps ou un dispositif sensible à la lumière ou qui sous l'effet de la lumière subit une transformation

Exemples

- L'œil : c'est récepteur naturel. La lumière pénètre par la pupille et va impressionner la rétine qui transmet l'information reçue au cerveau par l'intermédiaire du nerf optique.
- Les feuilles des plantes vertes captent la lumière pour réaliser la synthèse de corps organiques (sucres, amidon...) : c'est la photosynthèse.
- La pellicule ou la plaque photographique : la lumière produit des réactions chimiques sur l'émulsion recouvrant la pellicule qui fixe l'impression qu'elle reçoit pour enregistrer des images.
- Le cellule photoélectrique ou posemètre : elle produit un faible courant électrique dont l'intensité dépend de la quantité de lumière reçue. La mesure de cette intensité de mesurer les éclairements.
- La cellule photo-résistance ou photo résistor : c'est un récepteur électrique qui augmente l'intensité d'un circuit quand l'éclairement est plus intense.
Dans l'obscurité, ce composant se comporte comme un isolant électrique.

C-3 Propagation de la lumière

C-3-1 Milieu transparent, translucide ou opaque

C-3-1-1 Expérience

Observons successivement une bougie allumée à travers une plaque en verre, une feuille blanche et un carton.

- Avec le verre on voit la flamme de la bougie qui est la source : le verre est un milieu transparent
- Avec la feuille blanche on voit la lumière provenant de la source mais on ne voit pas la source : la feuille blanche est un milieu translucide.
- Avec le carton on ne voit rien : le est un milieu opaque.

C-3-1-2 Définitions

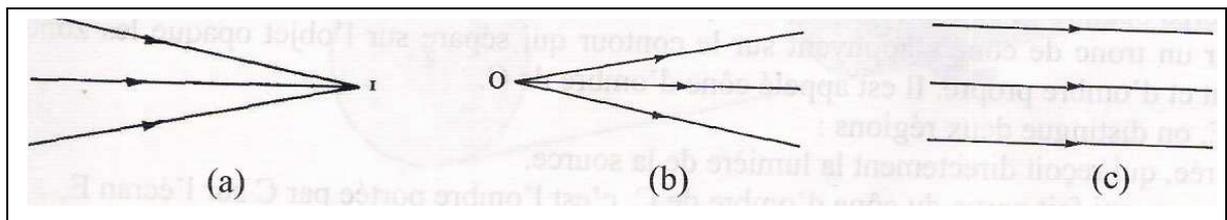
- ❖ Un corps transparent est un corps homogène qui laisse passer la lumière. Exemple : le verre, l'air l'eau à faible épaisseur....
- ❖ Un corps translucide est un corps qui laisse en partie passer la lumière. Exemple : feuille de papier calque.
- ❖ Un corps opaque qui ne se laisse pas traverser par la lumière. Exemple : mur, tableau, tronc d'arbre.....

C-3-2 Faisceaux lumineux, rayons lumineux

C-3-2-1 Faisceaux lumineux

Définition : un faisceau lumineux est un ensemble de rayons lumineux. On distingue trois types de faisceaux lumineux :

- Les faisceaux convergents : dont tous les rayons aboutissent à un même point (a).
- Les faisceaux divergents : dont tous les rayons partent d'un même point (b)
- Les faisceaux cylindriques dont tous les rayons sont parallèles (c).



C-3-2-2 Rayons lumineux

Définition : on appelle rayon lumineux toute trajectoire rectiligne suivie par la lumière.

Remarque : un rayon lumineux ne peut être isolé.

C-3-3 Vitesse de la lumière

La vitesse ou célérité de la lumière fut mesurée pour la première fois en laboratoire par le physicien français Hyppolite FIZEN. De nos jours les physiciens ont fixé la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide à $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$ (approximativement).

NB : Il est admis qu'aucune autre vitesse ne peut la dépasser.

C-3-4 Année lumière

Les distances énormes qui séparent les étoiles ont conduit les physiciens à définir une unité de longueur mieux adaptée à leur expression : c'est l'année lumière (al).

Définition : une année lumière est la distance parcourue par la lumière dans le vide pendant un an. Sa valeur est de :

$$D = c \times t = 3.10^8 \text{ m} \times 365,25 \times 24 \times 3600 = 9,5.10^{15} \text{ m}$$

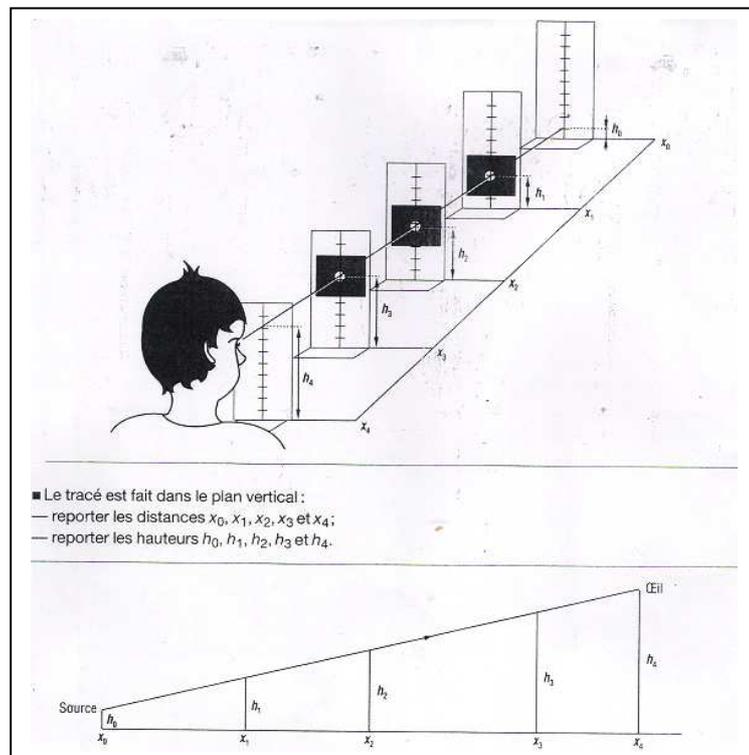
C-3-5 Principe de la propagation de la lumière

C-3-5-1 Mise en évidence



Un faisceau de lumière rendu visible dans l'air par la présence de la brume, fumée, ou poussière a ses bords parfaitement rectilignes. Cette observation suggère que la lumière se propage en lignes droites dans l'air.

C-3-5-2 Expérience



Lorsque la source est visible, l'observateur constate que les trous sont alignés.

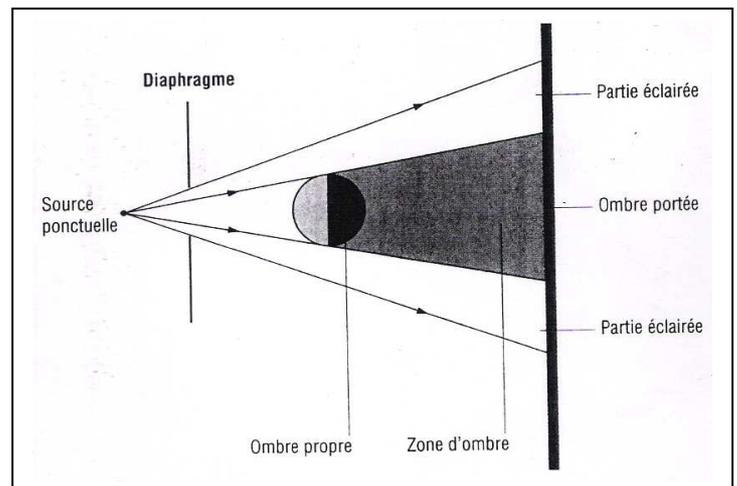
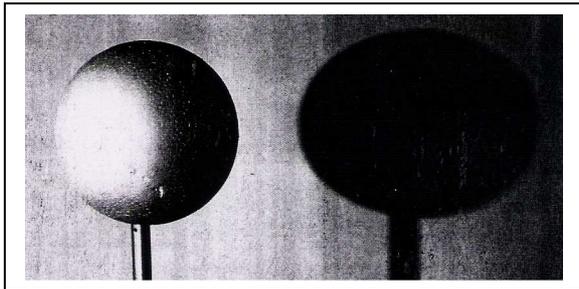
C-3-5-3 Enoncé du principe

Dans un milieu transparent et homogène, la lumière se propage en lignes droites.

C-4 Ombre et pénombre

C-4-1 Cas d'une source lumineuse ponctuelle

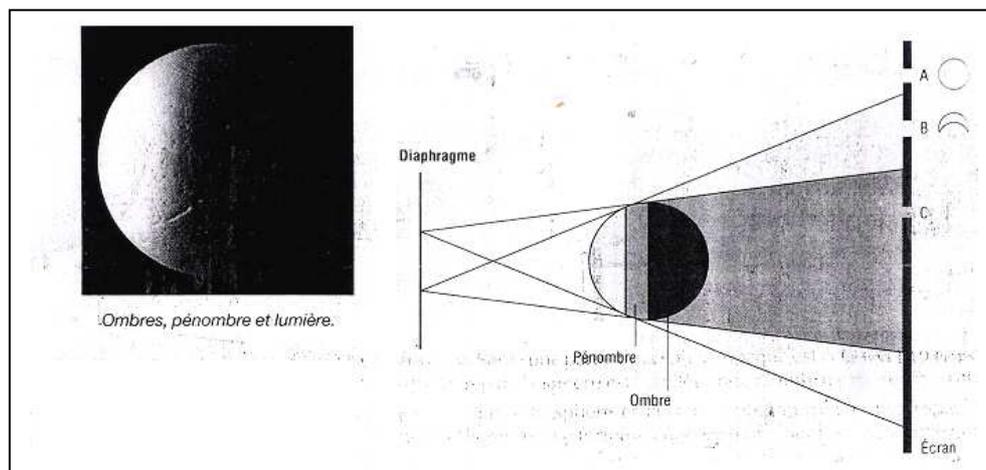
a) **Expérience** : Plaçons une sphère opaque dans le faisceau d'un projecteur. Un écran permet d'intercepter le faisceau.



b) **Observation** : Seule une partie de la sphère opaque est éclairée. La partie non éclairée de la sphère est appelée zone d'**ombre propre**. Entre la sphère et l'écran, toute une région, de l'espace est dans l'ombre, elle forme le cône d'ombre. Sur l'écran, la zone non éclairée est appelée ombre portée.

C-4-2 Cas d'une source lumineuse étendue

a) **Expérience** : Reprenons la même expérience mais avec une source large.



b) **Observations** : Nous distinguons trois régions : une région éclairée, une région d'ombre complète et une région intermédiaire appelée zone de **pénombre**.

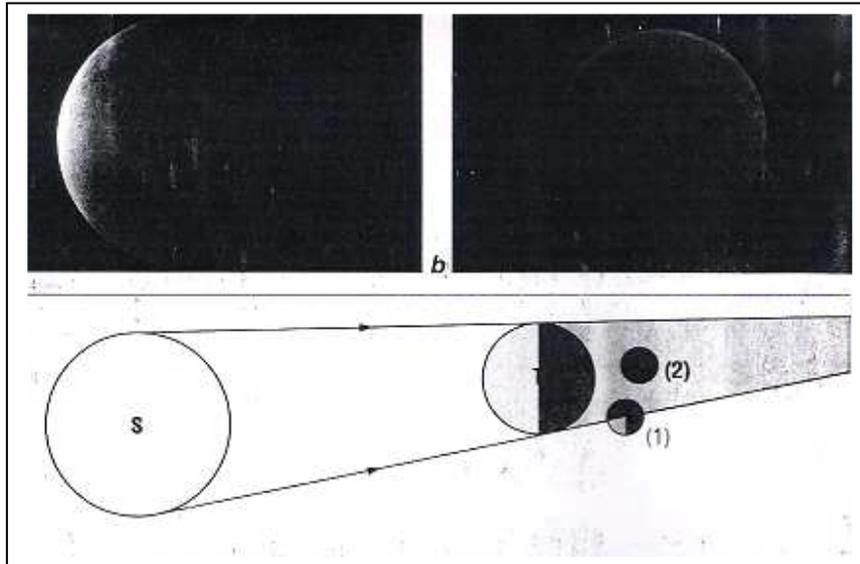
C-5 Applications

C-5-1 Eclipses

Une éclipse se produit lorsque les centres du Soleil, de la Terre et de la Lune sont alignés.

C-5-1-1 *Eclipse de la lune*

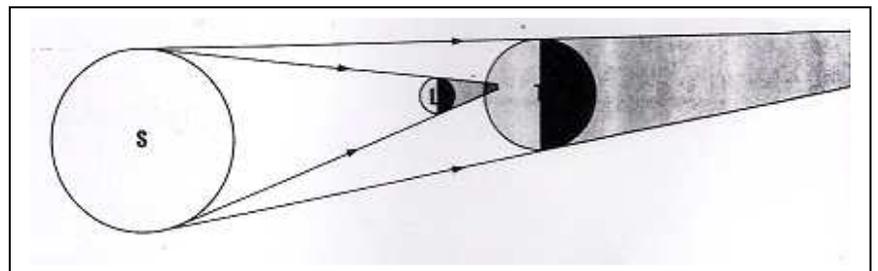
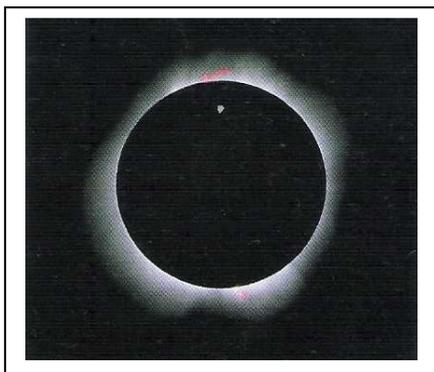
Lorsque la lune est complètement masquée par l'ombre portée de la terre, elle n'est plus visible de la terre : c'est l'éclipse de la lune.



Remarque : L'éclipse lunaire ne peut se produire qu'à la pleine lune.

C-5-1-2 *Eclipse du soleil*

Lorsqu'une région de la Terre se trouve dans le cône d'ombre de la lune, il y'a éclipse de soleil dans cette région.

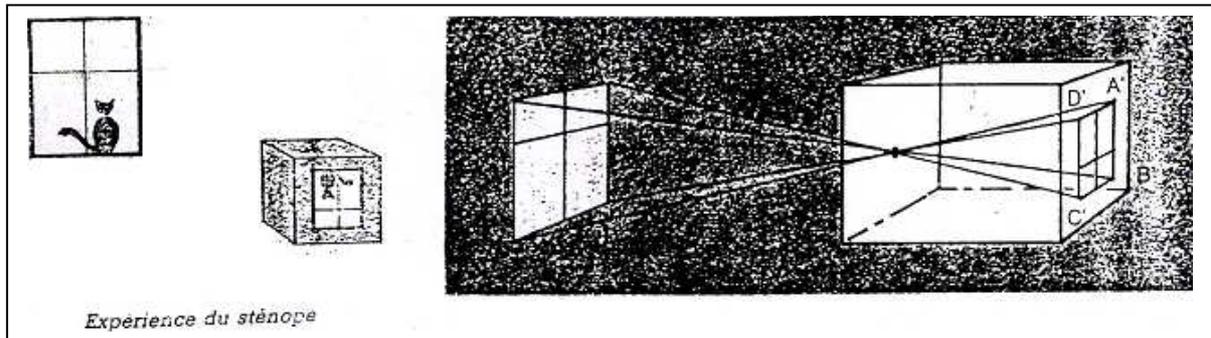


Remarque : une éclipse de soleil ne peut se produire qu'à la nouvelle lune. Elle est visible d'une petite région de la Terre, elle ne dure que quelques minutes au plus.

C-5-2 Chambres noires

Une boîte dont une face est percée d'un petit trou constitue une chambre noire.

Expérience de la chambre noire : orientons le trou de la chambre noire vers un objet lumineux, la fenêtre par exemple.



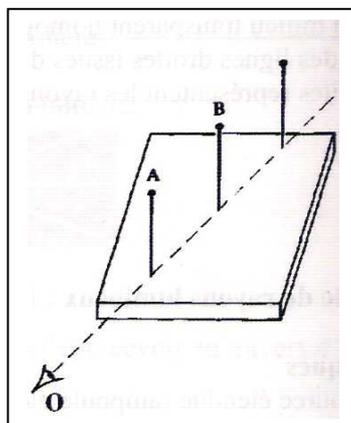
Observons la face opposée, fermée par un écran translucide. Il se forme sur l'écran une reproduction lumineuse ou représentation de l'objet. Celle-ci est :

- inversée, haut et bas.
- inversée, droite et gauche.
- plus grande si on rapproche la chambre de l'objet.
- plus grande si la chambre noire est plus profonde.

C-5-3 Visée

Une épingle A étant fixée sur une planchette, on plante deux épingles B et C de façon que A masque B et C pour l'œil O (voir figure)

Comme la lumière envoyée par B et celle envoyée par C se propagent en ligne droite, elles sont arrêtées par A. Donc C, B et A sont alignés avec l'œil O de l'observateur. C'est le principe de la visée sur les armes à feu et des visées topographique.



D DEROULEMENT POSSIBLE

1 Sources de lumière

Pour débiter ce chapitre, on pourrait partir du vécu de l'élève pour dégager les concepts de sources réelles ou primaires, sources secondaires ou apparentes.

Pour cela on peut faire observer aux élèves le filament d'une lampe, une flamme, le soleil puis donner d'autres exemples et les classer en sources réelle ou sources apparentes.

Une question qu'on peut poser est la suivante : est ce que la nuit, sans lumière on peut voir un bâtiment ? La réponse est non. Conclusion : la lumière est donc indispensable à la vision du bâtiment ; le bâtiment n'est pas en lui-même un objet lumineux. L'œil ne reçoit de la lumière venant du bâtiment que si celui-ci en reçoit de la part d'autres sources. Le bâtiment ne produit pas la lumière qu'il émet.

Le soleil, le filament d'une lampe sont des sources de lumière.

Autre question : pourquoi pouvons-nous voir la lune ? Réponse : la lune est visible parce qu'elle reçoit la lumière venant du soleil ; c'est une source de lumière.

Alors le professeur peut classer avec les élèves les différentes sources en deux types : les sources lumineuses primaires et les sources lumineuses secondaires.

On fera noter la définition de sources lumineuses primaires puis on demande aux élèves de citer d'autres exemples qu'on notera.

On fera noter la définition de sources lumineuses secondaires puis on demande aux élèves de citer d'autres exemples qu'on notera.

2 Les récepteurs

Pour aborder la notion de récepteur de lumière on peut utiliser l'exemple du chlorure d'argent. Ainsi le professeur peut former dans deux tubes A et C un précipité blanc de chlorure d'argent.

Il recouvre l'un des tubes d'un cadre qui protège le précipité de la lumière ensuite il les expose au soleil. Alors il peut faire observer aux élèves que :

- le précipité exposé à la lumière noircit progressivement.
- le précipité protégé à la lumière reste blanc.

On interprète alors ces résultats en disant que le noircissement du chlorure d'argent est une réaction chimique provoquée par la lumière. Conclusion : le chlorure d'argent est détecteur photochimique ou récepteur.

On fera noter alors la définition de récepteur et on demande aux élèves de donner d'autres exemples que l'on notera (l'œil, les photorésistances, les feuilles des plantes ...)

3 Propagation de la lumière

Cette partie est introduite par une expérience pour illustrer les notions de milieux transparent, translucide et opaque. Pour cela on peut observer successivement une bougie allumée à travers une plaque en verre, une feuille blanche et un carton.

Ensuite le professeur définira les milieux cités ci-dessus et demandera aux élèves de donner des exemples pour chacun d'eux.

Pour mettre en évidence la propagation rectiligne, on peut rappeler aux élèves la forme du jeu de lumières en forêt, et faire émettre aux élèves l'hypothèse que la lumière se propage en lignes droites. Cette hypothèse sera confirmée par une expérience concrète. Par exemple le professeur peut disposer trois ou plusieurs cartons percés de petits trous et les placer devant une source (une lampe allumée).

On peut alors demander aux élèves : à quelles conditions la source est-elle visible ? Réponse : c'est lorsque les trous sont alignés. Ainsi cette expérience permettra au professeur d'énoncer le principe de la propagation rectiligne de la lumière.

On donnera la valeur approchée de la vitesse de la lumière dans le vide (300000 km/s), ainsi que la définition de l'année lumière pour exprimer des distances astronomiques dont on donnera quelques exemples.

4 Ombre et pénombre

La notion d'ombre et de pénombre peut être abordée à partir de l'éclairement d'un objet opaque par une source lumineuse, visualiser sur un écran les ombre et pénombre portées que l'on distinguera respectivement de l'ombre propre et de la pénombre propre.

5 Applications

A titre d'application, le professeur expliquera aux élèves la formation d'images dans une chambre noire ; au préalable on définira chambre noire et si possible on demandera à chaque élève de réaliser une chambre noire. On expliquera aux élèves les éclipses de Lune et de Soleil (faire exploiter si possible des documents sonores et films vidéo).

On pourra déterminer les dimensions d'un objet (arbre, immeuble...) par visée en utilisant des aiguilles ou une règle.

CONCLUSION

Le travail que nous venons de mener porte sur l'élaboration d'une fiche pédagogique en classe 2nde intitulée « Propagation rectiligne de la lumière ». Ainsi au cours de notre exposé nous avons eu à aborder les points suivants :

Sources et récepteurs de lumière, ombre et pénombre, principe de la propagation rectiligne de la lumière, éclipses et en application, on a pu expliquer la notion de chambre noire et de visée. La méthodologie utilisée ici nous paraît plus facile et plus compréhensible, c'est ce qui explique son adoption.

Et nous pensons qu'au terme de la lecture de cet exposé, l'élève ou le professeur de la classe de 2nde trouvera les éléments nécessaires pour la compréhension des notions et phénomènes d'optique cités ci-dessus. Ce qui va sans doute contribuer à développer les facultés mentales et intellectuelles de l'élève. Ceci va aussi l'amener à se prendre en charge dans le choix de sa future carrière. Il pourra ainsi participer plus tard de manière harmonieuse et responsable au développement de la nation.

Cependant il faut signaler que nous avons rencontré un certain nombre de difficultés dans l'élaboration de cette fiche, notamment trouver des manuels d'optique, citer les prérequis, illustrer des phénomènes tels que les éclipses.....

Toutefois ce travail peut être amélioré en mettant à notre disposition des manuels riches et variés ainsi que des outils d'expérimentation adaptés à ce domaine.

BIBLIOGRAPHIE

- ❖ Introduction à la Physique, premier cycle Albert VAN DE WORST 2^{ème} édition.
- ❖ Livre de Sciences Physiques, Introduction à la Physique et à la Chimie, Niveaux 4^{ème} et 3^{ème} USAID de Dr Cheikh Abdoul Khadre DIOP et Amady DIOKANE, 2007.
- ❖ Physique 4^{ème}, collection H CARRE de Jean Michel BABY et col, édition NATHAN, Paris 1993 ISBN.
- ❖ Programme de Sciences Physiques des cycles moyen, secondaire générale et technique, Tome1 cycles moyen et secondaire général, Juin 1999,
- ❖ Sciences physiques Sénégal 4^{ème}, collection EDICEF, 2002.

PLAN DETAILLE

INTRODUCTION

A PREREQUIS

B OBJECTIFS SPECIFIQUES

C TRACE ECRITE

C-1 LES SOURCES DE LUMIERE

C-1-1 Observations

C-1-2 Définition

C-1-3 Les types de sources lumineuses

C-1-3-1 Les sources lumineuses réelles

C-1-3-2 Les sources lumineuses apparentes

C-2 LES RECEPTEURS DE LUMIERE

C-3 PROPAGATION DE LA LUMIERE

C-3-1 Milieu transparent, translucide ou opaque

C-3-1-1 Expérience

C-3-1-2 Définitions

C-3-2 Faisceaux lumineux, rayons lumineux

C-3-2-1 Faisceaux lumineux

C-3-2-2 Rayons lumineux

C-3-3 Vitesse de la lumière

C-3-4 Année lumière

C-3-5 Principe de la propagation de la lumière

C-3-5-1 Mise en évidence

C-3-5-2 Expérience

C-3-5-3 Enoncé du principe

C-4 OMBRE ET PENOMBRE

C-4-1 Cas d'une source lumineuse ponctuelle

C-4-2 Cas d'une source lumineuse étendue

C-5 APPLICATIONS

C-5-1 Eclipses

C-5-1-1 Eclipse de la lune

C-5-1-2 Eclipse du soleil

C-5-2 Chambres noires

C-5-3 Visée

D DEROULEMENT POSSIBLE

CONCLUSION

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES