

PREFACE

CHERS COLLEGUES

Les modifications apportées aux programmes de Sciences Physiques en 1999 ont encore donné une place importante à l'optique géométrique dans les classes du moyen et secondaire général.

Ce choix montre un souci permanent de rendre la physique attrayante pour nos élèves qui débutent leur apprentissage dans cette discipline.

C'est pourquoi l'IREMPT a décidé de reproduire et de mettre à votre disposition ce document qui retrouve toute son actualité et qui colle aux objectifs et compétences définis dans le programme.

Cette brochure pourra certainement, nous l'espérons, constituer pour vous, un outil de travail et une motivation pour relancer la dynamique d'échanges et de collaboration avec la structure. L'IREMPT en profite aussi pour rendre hommage à ces pionniers qui avaient conçus et réalisés ce travail, témoignage d'une rigueur scientifique et d'une générosité intellectuelle certaines.

Avril 1981

Chers collègues,

Les présentes fiches se rapportent au programme d'optique de la classe de 3^{ème} des collèges de l'enseignement moyen, général et technique. Elles viennent donc s'inscrire en complément de la publication des fiches de 4^{ème}, en 1980.

Nous rappelons qu'au niveau de ces chapitres, il s'agit de s'en tenir essentiellement à l'observation des phénomènes étudiés, à l'exclusion de toute théorie. L'interprétation qu'il convient d'avancer, dans certains cas, doit donc toujours demeurer très élémentaire.

Ce programme d'optique a surtout pour objet d'inculquer à nos élèves le goût de la pratique expérimentale. A cet égard, l'étude de la lumière constitue un domaine privilégié par l'attrait qu'elle ne peut manquer d'exercer sur notre jeune auditoire.

Si vous ne pouvez pas réaliser toutes les expériences décrites dans cette brochure (nous connaissons bien vos conditions de travail et ne cessons de plaider votre cause quant à leur amélioration), nous vous recommandons, en attendant mieux, de mettre l'accent sur celles qui peuvent être réalisées avec du matériel d'usage courant et que les élèves sont susceptibles de reproduire chez eux, ce qui en accroît la portée pédagogique.

Les remarques et suggestions que vous pouvez nous faire seront toujours bien accueillies.

Younoussa DIAW

Mamadou FAYE

Yves QUEMA

I.R.E.M.P.T. BP5017 DAKAR - FANN

REFRACTION DE LA LUMIERE

1. Commentaire pédagogique

Au niveau de la classe de 4^{ème}, on s'est intéressé à la propagation de la lumière dans un même milieu. Que va-t-il se passer maintenant, si la lumière traverse deux milieux transparents successifs ?

L'objet de la leçon va être d'étudier de manière strictement expérimentale et qualitative le phénomène de réfraction, de même que certaines de ses conséquences immédiates.

2. Matériel expérimental

- le "Discoptic" (attention à son alimentation ! 6 volts continu ou alternatif ou bien 2 piles de 4,5 volts associées en série)
- le "Kitoptic" (alimentation e 220 volts alternatif)
- un verre à boire à paroi transparente et lisse
- une règle en plexiglas à section carrée ou rectangulaire
- une lampe de poche
- du carton fort et lisse (comme celui formant le dos des blocs de papier lettre)

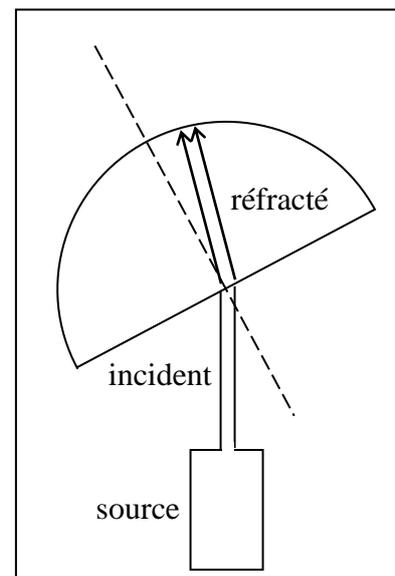
Note : on pourra réaliser une source de lumière en découpant dans le carton une fente étroite (largeur 1 mm environ) qui sera placée devant une lampe de poche, en recherchant la position, par rapport à l'ampoule qui permet d'obtenir un faisceau le moins divergent possible.

3. Déroulement possible de la leçon

3.1 Observation du phénomène de réfraction

* **Expérience 1** : au moyen du "Discoptic" ou bien du "Kitoptic", le rayon incident est d'abord envoyé sur le bord droit du demi cylindre, ce qui permet d'observer le passage air-verre.

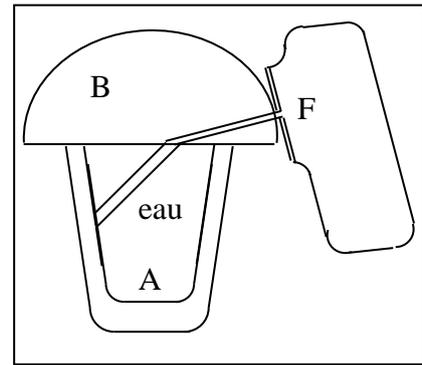
Ensuite, l'expérience est reprise en dirigeant le rayon incident sur le bord courbe du demi cylindre, ce qui permet d'observer le passage verre-air .



* **Expérience 2** : un carton fort est disposé verticalement suivant un plan diamétral du verre à boire.

La partie A de ce carton a été découpée de manière à ce qu'elle épouse (approximativement) la forme intérieure du verre.

La partie B a été découpée en demi cercle. Le verre est rempli d'eau, à ras bord. La fente lumineuse F est disposée horizontalement, contre la partie B du carton et orthogonalement à celle-ci.



On peut alors observer sur le carton la trace des pinceaux incidents et réfractés. (expérience que les élèves doivent, si possible, reproduire chez eux).

3.2 Ce qu'il y a d'essentiel à déduire de ces expériences

a) rayon incident normal à la surface de séparation des deux milieux : pas de changement de direction

b) rayon incident non normal à la surface de séparation : changement de direction, avec deux cas possibles :

- rapprochement de la normale à la surface de séparation $\begin{cases} \text{air} \rightarrow \text{verre} \\ \text{air} \rightarrow \text{eau} \end{cases}$

- éloignement de la normale à la surface de séparation $\begin{cases} \text{verre} \rightarrow \text{air} \\ \text{eau} \rightarrow \text{air} \end{cases}$

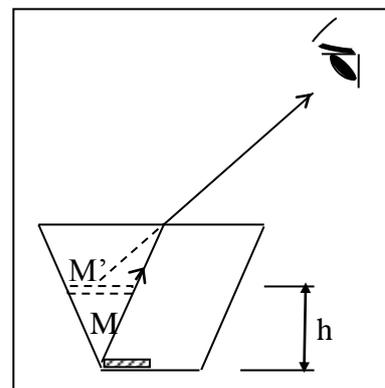
c) le changement de direction est d'autant plus accentué que le rayon incident est éloigné de la normale à la surface de séparation et il dépend aussi de la nature des milieux traversés.

d) dans le cas des passages eau –air et verre –air, il sera intéressant de faire observer le phénomène de réflexion totale, mais sans insister.

3.3 Conséquences :

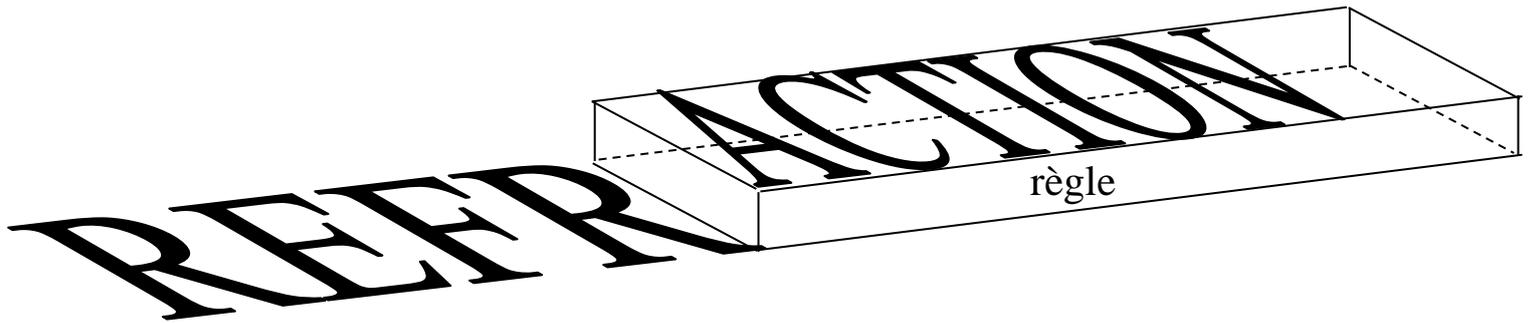
***expérience3** : deux pièces identiques sont respectivement placées au fond d'un verre rempli d'eau et à côté de celui-ci. En observant la pièce située dans le verre sous une direction non verticale, elle semble être plus haut que l'autre. Plus on regarde obliquement, plus le phénomène est accentué.

En effet, tout rayon incident part d'un point M de la pièce donne un rayon réfracté dans l'air qui, pour notre œil, semble provenir de M', image virtuelle de M. C'est d'ailleurs tout le fond du verre qui nous paraît être remonté de h.



* **Expérience 4** : disposons une règle inclinée dans le verre : elle nous semble être brisée au niveau de la surface de séparation de l'eau et de l'air. Interprétez.

* **Expérience 5** : posons la règle en plexiglas (ou en verre) sur un texte : les lettres lues à travers cette règle nous semblent être placées plus haut que les autres. Interprétez.



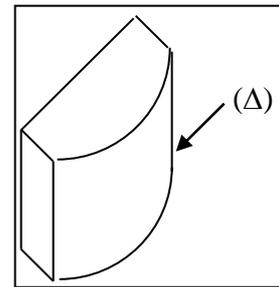
LES LENTILLES

1. **Commentaire pédagogique :** l'objet de cette leçon est de donner aux élèves de la classe de 3^{ème} quelques notions très élémentaires sur la nature des lentilles, les images que l'on peut obtenir avec des lentilles et leurs applications.

Cette petite étude doit strictement reposer sur l'observation expérimentale, toute tentative d'interprétation théorique étant exclue.

2. Matériel :

- le Discoptic ou le Kitoptic, en observant que les lentilles livrées avec ces appareils sont de type cylindrique : elles n'offrent donc pas autant de possibilités que les lentilles à parois sphériques, en particulier, elles ne peuvent donner d'images que d'objets rectilignes ayant la direction de la génératrice de leurs faces cylindriques(Δ) .



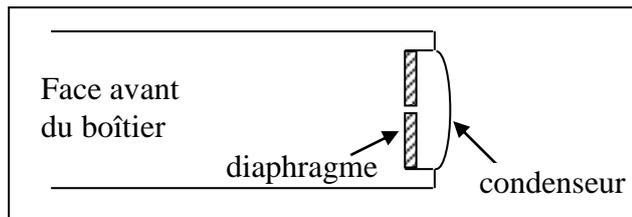
-lampe de poche

-loupe (on trouve dans le commerce des loupes à bon marché, en plastique = 200 à 300 frs).

-papier calque (en fin de brochure)

-boîte de Nescafé petit modèle

Remarque : pour mettre en place les diaphragmes (une fente ou trois fentes) sur le Kitoptic, il faut d'abord retirer la lentille condenseur fermant la face avant du boîtier de l'appareil. Pour cela,



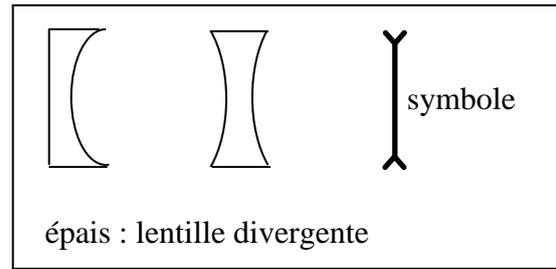
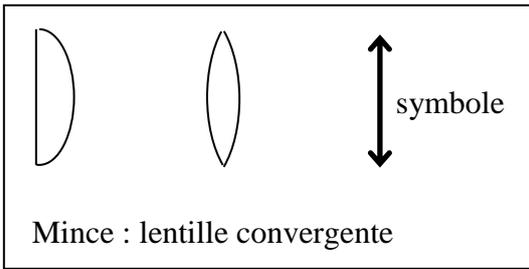
il suffit d'écarter légèrement les parois de ce boîtier. On replace ensuite la lentille condenseur, par-dessus le diaphragme.

Attention ! Alimentation du "Discoptic" : 6 volts (continu ou alternatif)

du "Kitoptic" : 220 volts (alternatif)

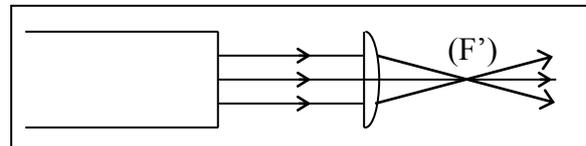
3. Déroulement possible de la leçon

3.1 Observation d'une lentille : une face au moins est « bombée » ou « creuse », étant essentiellement plane. Le bord de la lentille est :

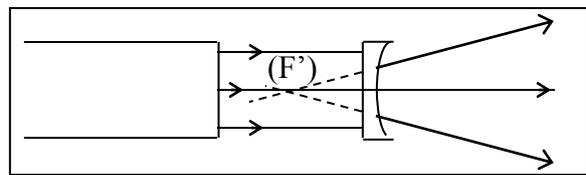


3.2 **Action de la lentille sur un faisceau de rayons parallèles** : les expériences seront faites avec le "Discoptic" ou le "Kitoptic" en les équipant du diaphragme à 3 fentes. La trace des rayons apparaîtra en posant la source de lumière et la lentille sur une feuille de papier blanc.

* **Expérience 1** : avec une lentille convergente, les rayons issus de la source convergent en un point F appelé « foyer ». En retournant la lentille, on peut mettre en évidence un second foyer F', symétrique de F par rapport à la lentille.



* **Expérience 2** : avec une lentille divergente, les rayons issus de la source divergent et semblent provenir d'un foyer F qui est ici virtuel. En retournant la lentille, on met en évidence le second foyer F'.



3.3 **Distance focale et vergence** : * on appelle distance focale f de la lentille, la distance séparant de son centre les foyers F et F'.

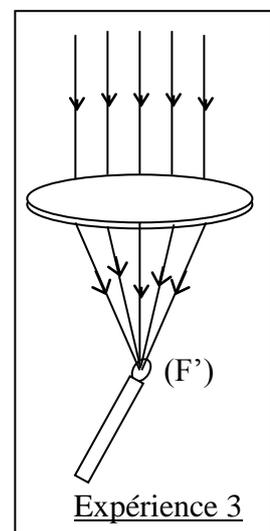
On appelle vergence C de la lentille, l'inverse de la distance focale, soit

$$C = \frac{1}{f} \text{ avec } C \text{ en dioptries (s) quand } f \text{ est exprimée en mètres (m).}$$

Exemple : pour une lentille convergente de distance focale $f = 20\text{cm}$, on a $C = 50$, pour une lentille divergente de même distance focale, on notera : $C = -50$.

3.4 **Obtention d'images au moyen d'une lentille convergente** :

3.4.1 Une loupe est une lentille convergente : on le montrera en orientant une loupe vers le soleil et en réglant la distance qui la sépare



d'un écran placée derrière elle jusqu'à l'obtention d'un point lumineux caractérisant son foyer. On pourra, accessoirement, mettre en évidence la concentration de l'énergie lumineuse, au niveau de ce foyer, par l'inflammation d'une tête d'allumette placée en ce point. On évaluera, approximativement la distance focale de la loupe (quelques cm).

3.4.2 Image réelle, plus petite que l'objet : principe de l'appareil photo

Expérience 4 : la loupe sera orientée vers un paysage assez lointain et lumineux. On recueillera l'image de ce paysage sur un écran placé derrière la loupe, au niveau de son plan focal. On remarquera que cette image est inversée.

Expérience 5 : une chambre noire sera réalisée en perçant d'un trou circulaire (3 à 5 mm de diamètre environ), le fond d'une boîte de nescafé et en appliquant un papier calque sur l'ouverture, côté couvercle. On remarquera qu'en plaçant la loupe devant le trou, on améliore considérablement la qualité de l'image, en netteté et en luminosité. On a ainsi obtenu le principe de l'appareil photographique (dans lequel le calque est remplacé par la pellicule et la loupe par un « objectif » formé de plusieurs lentilles).

3.4.3 Image réelle, plus grande que l'objet : principe de la projection

Expérience 6 : un « objet » sera réalisé en appliquant contre la lentille condenseur du Discoptic ou du Kitoptic, un morceau de papier calque portant la lettre P inscrite à l'encre noire. La loupe étant placée à une distance de cet objet légèrement supérieure à sa distance focale F, on recueille, sur un écran convenablement placé, une image agrandie (mais inversée). Cette

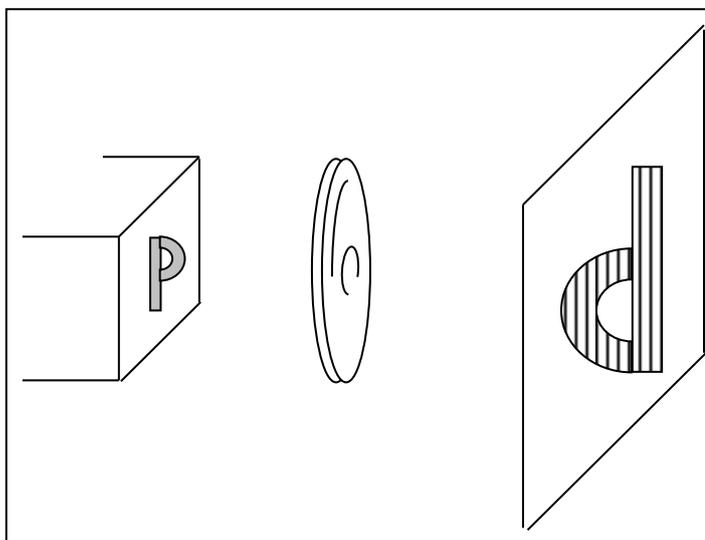


image est d'autant plus grande que l'objet est proche du foyer F.

On a ainsi réalisé le principe de la projection sur écran (diapositives, cinéma)

Remarque : cette dernière expérience peut également être réalisée en fixant le calque porteur de la lettre P sur une lampe de poche (elle peut donc être reprise par les élèves, chez eux, si toujours ils disposent d'une loupe).

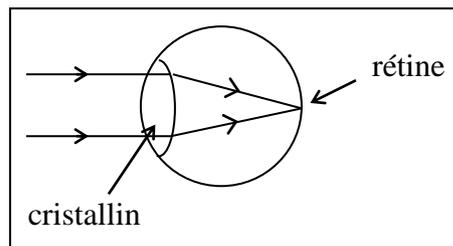
3.4.4 Image virtuelle, plus grande que l'objet :

Expérience 7 : la loupe remplit ici sa fonction habituelle : si un texte est placé entre le foyer et la lentille, nous en avons une vision grossie, sous forme d'une image virtuelle, c'est-à-dire ne pouvant pas être recueillie sur un écran.

Expérience 8 : déposons une grosse goutte d'eau sur une surface non absorbante et portant un texte : la goutte d'eau se comporte comme une loupe : comment l'expliquer ?

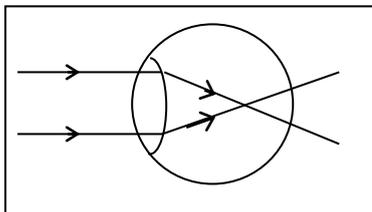
3.5 Correction des défauts de la vue :

Œil normal :

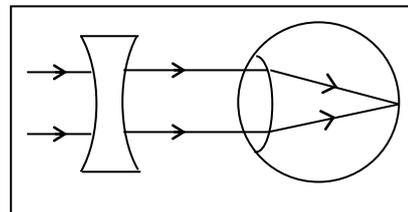


les images des objets regardés se forment sur la rétine : elles sont nettes.

Œil myope : les images des objets ont tendance à se former en avant de la rétine : → elles sont floues.

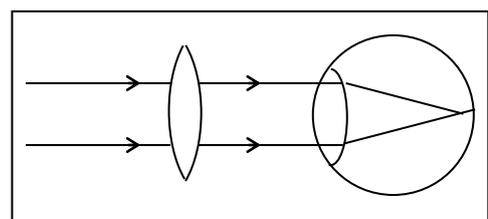
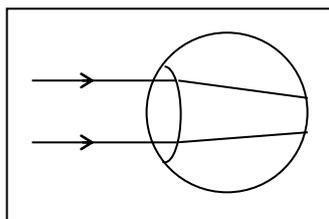


on ramène les images sur la rétine au moyen d'un verre correcteur divergent.



Œil hypermétrope ou presbyte (personnes âgées)
Les images ont tendance à se former en arrière de → la rétine et sont donc floues.

on ramène les images sur la rétine au moyen d'un verre correcteur convergent.



DISPERSION DE LA LUMIERE BLANCHE

1. **Commentaire pédagogique** : cette leçon, à caractère strictement qualitatif, consistera, au moyen d'expériences simples :

- à mettre en évidence le caractère poly chromatique de la lumière blanche.
- A donner une interprétation élémentaire de la couleur des objets.

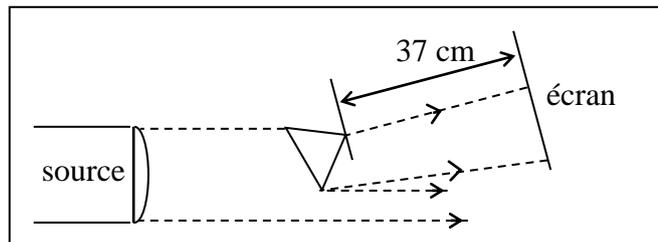
2. **Matériel** :

- "Discoptic" ou "Kitoptic"
- verre à boire à paroi transparente et lisse
- ballon à fond rond
- morceaux de verre ou de plastique transparents et colorés
- liquides transparents de couleurs diverses (huile, menthe, etc...)
- papier et carton blanc.

3. **Déroulement possible de la leçon** :

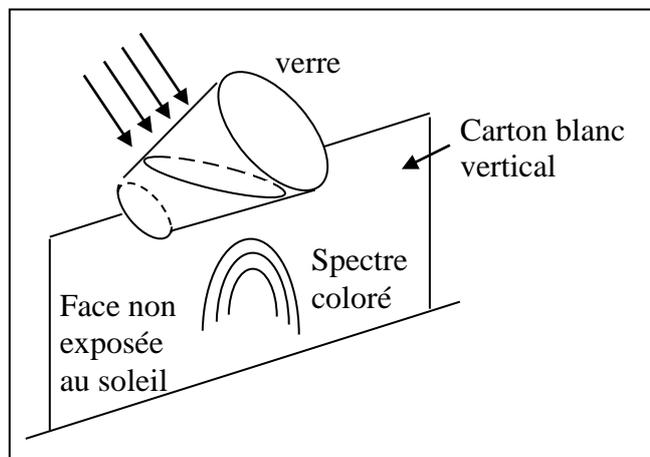
3.1 décomposition de la lumière blanche :

Expérience 1 : on pose à plat, sur une large feuille de papier blanc, la source du kitoptic (équipée de sa lentille condenseur, mais sans diaphragme). Le prisme est disposé très près (à 1 cm environ) de cette source, comme l'indique la figure, c'est à dire que l'une de ses faces doit se trouver dans le prolongement de la face latérale du kitoptic.



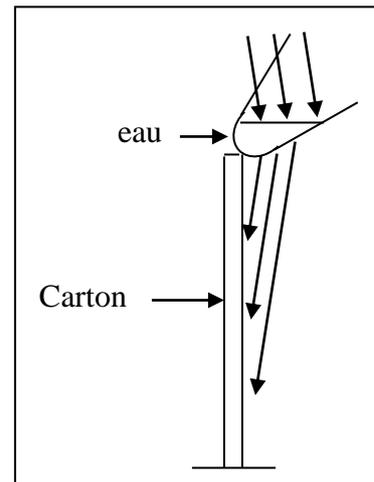
On peut alors observer un beau spectre de décomposition, sur la feuille de papier blanc ou sur un écran (qu'il faudra placer à 37 cm de l'arête du prisme, en vue de réaliser plus tard l'expérience 3).

Expérience 2 : un verre, à moitié rempli d'eau, est placé verticalement sur le bord supérieur d'un carton, également vertical. On incline le verre très lentement, jusqu'à ce qu'on voit apparaître, sur la face du carton non tournée vers le soleil, un spectre coloré (arcs).



La décomposition de la lumière solaire est ici provoquée par le prisme d'eau compris entre la surface libre et la paroi du verre. On incitera les élèves à recommencer cette expérience chez eux. (qui doit être faite quand le soleil est haut dans le ciel : début d'après midi, par exemple).

Conclusion n°1 : les expériences qui précèdent nous montrent que la lumière blanche est décomposable en différentes lumières colorées : rouge, orangé, jaune, vert, bleu, violet pour ne citer que les principales.

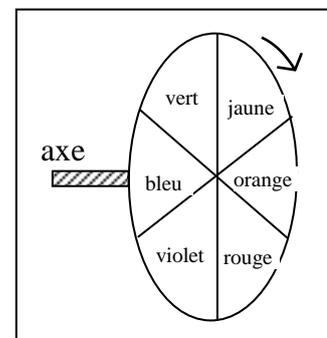


3.2 Recomposition de la lumière blanche :

Ce qui précède, nous suggère que la lumière blanche est sans doute le « mélange » ou la « superposition » d'un grand nombre de lumières colorées : essayons de vérifier :

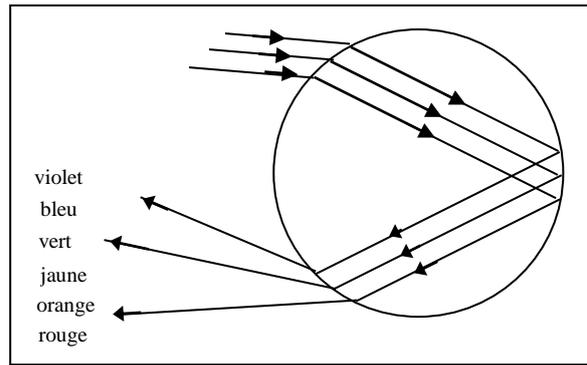
Expérience 3 : on reprend le dispositif de l'expérience 1 mais en remplaçant la lentille la plus convergente du kitoptique, entre le prisme et l'écran, à 25 cm de ce dernier : on assiste à la recombinaison de la lumière blanche, à partir des diverses radiations colorées figurant entre le prisme et la lentille.

Expérience 4 : dite du « disque de Newton » : on découpe, dans un carton blanc, un disque de 10 cm de diamètre environ. On le divise en 6 secteurs, que l'on colorie respectivement en : rouge, orangé, jaune, vert, bleu et violet. En faisant tourner rapidement le carton autour d'un axe (fil de fer, clou, par exemple) le traversant en son centre, il prend un aspect blanc. On améliorera considérablement le résultat de l'expérience en multipliant par 2, par 3, etc... le nombre de secteurs.

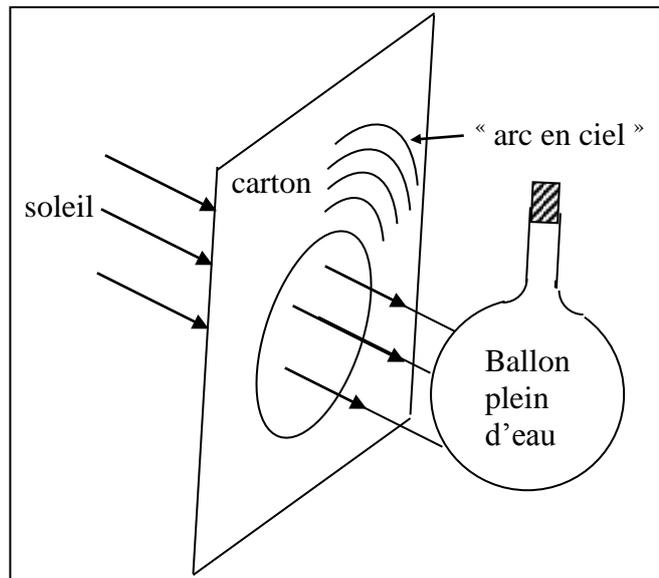


Conclusion n°2 : la lumière blanche est la superposition de diverses lumières colorées appelées « lumières simples » ou « monochromatiques » (ce qui veut dire : « une seule couleur »). Ces lumières constituent le « spectre de la lumière blanche ». La lumière blanche est dite « complexe » ou poly somatique ».

3.3 L'arc en ciel : c'est le phénomène que l'on observe quand le soleil éclaire une pluie fine ou l'eau pulvérisée par un jet d'arrosage. Chaque gouttelette d'eau décompose la lumière blanche, comme l'indique la figure ci-contre :

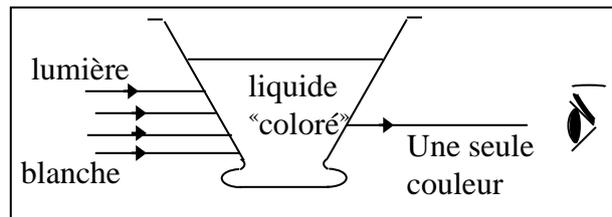


Expérience 5 : elle montre comment agit la gouttelette d'eau qui est ici figurée par un petit ballon rond (de chimie) rempli d'eau. (le trou percé dans le carton doit avoir le diamètre du ballon)

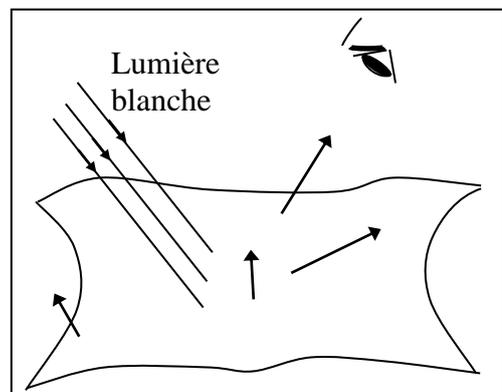


3.5 La couleur des objets :

3.6 Expérience 6 : si le liquide contenu dans le verre nous paraît, par exemple, vert, c'est parce qu'il a absorbé toutes les couleurs formant la lumière blanche, sauf le vert. C'est une coloration par « transmission ».



Expérience 7 : si le morceau de tissus que nous observons nous paraît, par exemple, rouge c'est parce qu'il absorbe toutes les couleurs formant la lumière blanche, sauf le Rouge qu'il nous renvoie par « diffusion ». (cf. 4^{ème})



Expérience 8 : pourquoi la feuille de papier que nous avons sous les yeux nous paraît-elle blanche ? quel aspect prendra-t-elle si on l'éclaire avec de la lumière rouge ? pourquoi ?