

## PROPOSITIONS DE MANIPULATIONS PRATIQUES, SIMPLES ET DEMONSTRATIVES EN OPTIQUE GEOMETRIQUE \*

*N. DOUAR*

### Résumé

Ce travail concerne l'identification et l'analyse de quelques conceptions des élèves avant et après l'enseignement de l'optique géométrique dans le secondaire.

L'objectif principal est donc de résumer brièvement les résultats obtenus sur les conceptions des élèves dans ce domaine et d'utiliser cette connaissance des difficultés d'apprentissage pour soumettre des propositions pédagogiques concernant quelques manipulations pratiques, simples et démonstratives, ayant un rapport avec les concepts suivants :

- Image d'un objet donnée par un miroir plan et sa localisation
- Notion de couleur et son caractère relatif.
- Notion de source secondaire de lumière.
- Distinction entre ombre et pénombre

Ces manipulations constituent de véritables situations-problèmes pouvant aider les élèves et enseignants concernés.

### Introduction

Dans nos lycées, l'optique géométrique de première et deuxième année secondaire ( 1AS et 2AS ) est une partie des programmes de physique qui est souvent négligée ou qui est traitée rapidement par les enseignants pour diverses raisons. Ces chapitres ont pourtant de nombreuses applications dans la vie courante et peuvent être rendus très captivants pour les apprenants.

L'objectif de ce travail est d'exposer certains résultats concernant les conceptions et raisonnements des apprenants en optique géométrique et d'essayer de trouver comment promouvoir et rendre plus attrayant le contenu de cette partie du programme.

### Méthodologie

Quelques exemples d'erreurs, parmi beaucoup d'autres, obtenues lors d'une enquête préliminaire, m'ont permis de mieux comprendre en quoi consistent les conceptions des élèves. Mais pour mieux les identifier et répertorier les difficultés et les lacunes, j'ai proposé un questionnaire à des élèves avant et après enseignement de l'optique géométrique dans certains lycées de la capitale et à des étudiants de l'E.N.S. de Kouba.

La plupart des questions posées sont des Q.C.M. et des justifications aux réponses sont demandées afin d'obtenir le plus de renseignements possibles.

\*- Article publié dans les cahiers de l'INRE, Des cahiers semestrielle et arbitrée.

Ces questions sont liées aux concepts suivants : émission de lumière et vision; localisation de l'image d'un objet donnée par un miroir plan; notion de champ de miroir; couleur apparente des corps et " couleur noire".

## Résultats

L'analyse des réponses a montré que des difficultés et des lacunes importantes existent au niveau des élèves concernant les différentes notions citées précédemment.

- La totalité des interrogés ne maîtrisent pas la notion d'émission de lumière ( diffusion ) pour diverses sources secondaires. Cette émission de lumière est fortement associée aux cas de sources primaires. Ils ne soupçonnent point le renvoi de lumière par des objets ordinaires. Pour ces élèves, les corps sont vus mais ils ne diffusent pas de la lumière. Le mécanisme de la vision, c'est à dire le lien entre l'émission de lumière par des objets diffusants et la vision n'est pas connu.

- Très peu d'élèves voient le lien entre couleur et lumière. Les deux concepts, absorption et diffusion, qui donnent l'explication des couleurs ne sont pas maîtrisés par les apprenants.

- Concernant la localisation de l'image d'un objet donné par un miroir plan, toutes les réponses sont des réponses spontanées. Elles n'ont aucun lien avec l'enseignement reçu. La transposition didactique qui aurait dû avoir lieu, ne s'est pas réalisée. Pour plus de 80% des interrogés, l'image donnée se trouve sur la surface du miroir.

- Une des situations proposées concerne la notion de champ d'un miroir ; elle a montré que des lacunes et des difficultés existent au niveau des apprenants. Cette notion de champ de miroir et sa dépendance des positions de l'objet et de l'observateur par rapport au miroir sont mal connues par la majorité des élèves et des étudiants enquêtés.

- Concernant la couleur apparente des corps, les réponses des élèves ont montré que pour un tiers d'entre eux, la couleur est une propriété intrinsèque des corps. Le corps gardera la même couleur aussi bien sous une lumière ambiante blanche que jaune. Pour certains d'entre eux, la couleur est le résultat du mélange de la " couleur du corps " et celle de la lumière.

- Le " noir " en tant qu'absence de couleur ( ou absence de lumière émise ) n'est quasiment pas connu des élèves.

Tous ces résultats s'expliquent en grande partie par le fait que l'élève n'a pas effectué une reconstruction personnelle et active de ce corpus de connaissances. Les activités et les applications pratiques en optique géométrique, dans l'enseignement secondaire, sont souvent ignorées. Ainsi la liaison entre enseignement, vie quotidienne et environnement naturel ou technologique demeure très faible.

## Propositions

Tous les résultats obtenus me permettent de suggérer quelques propositions pratiques. Ces propositions sont sous forme de situations – problèmes. Un questionnement initial est proposé aux élèves pour susciter motivation et curiosité. Les élèves sont d'abord invités à donner leurs opinions sur ce qui devrait, selon eux, se passer avant de réaliser ou de voir la manipulation. Leurs idées sont ensuite confrontées aux observations, puis discutées et rectifiées. Comme le dit GUY ROBARDET : « dans une situation - problème, c'est le dépassement de l'obstacle qui est visé ». Les questions posées doivent être du genre : A votre avis si je fais cela que va-t-il se passer ? et pourquoi ?

Les manipulations proposées à l'issue de cette étude concernent les points suivants :

- Localisation de l'image d'un objet donnée par un miroir plan
- Couleur des corps opaques et transparents
- Tout corps illuminé (sauf le noir) est source de lumière pour un autre corps
- Discernement entre les notions ombres et pénombres.

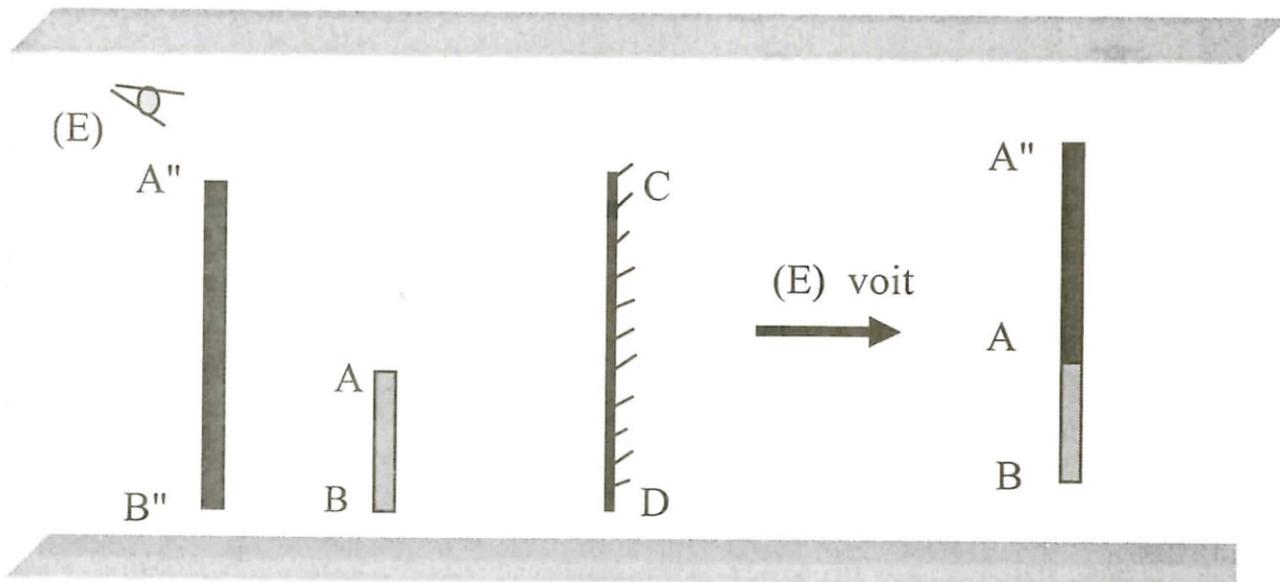
### I - Première manipulation

#### Localisation de l'image d'un objet donnée par un miroir plan.

But : montrer ou faire découvrir à l'élève que l'image ne se situe pas sur la surface du miroir.

On a : AB (verte), A'B' (rouge), A'' B'' (bleue) avec ( $AB < A'B' < A'' B''$ ), et un miroir plan

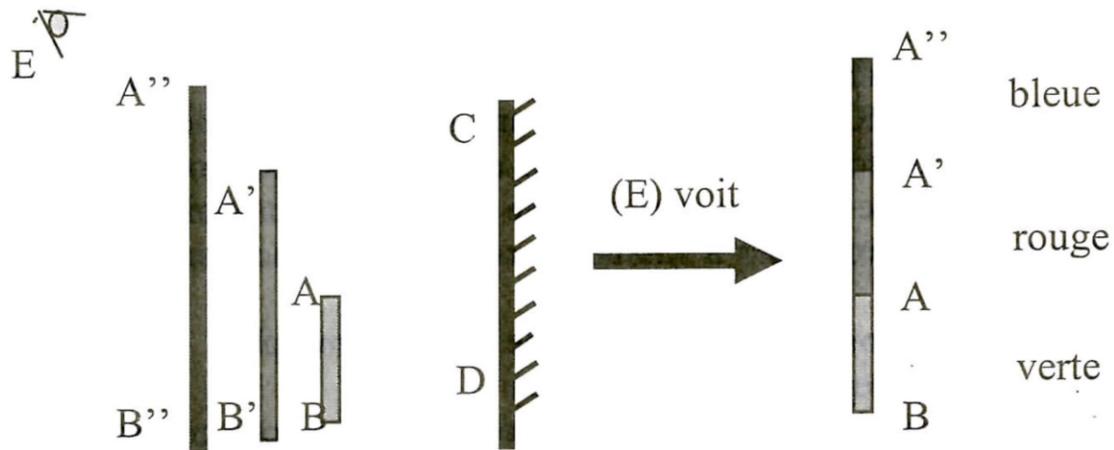
#### Première étape :



(E) voit une image composée de A'' A'' (Bleue) et AB (verte) : AB garde sa couleur verte.

## Deuxième étape :

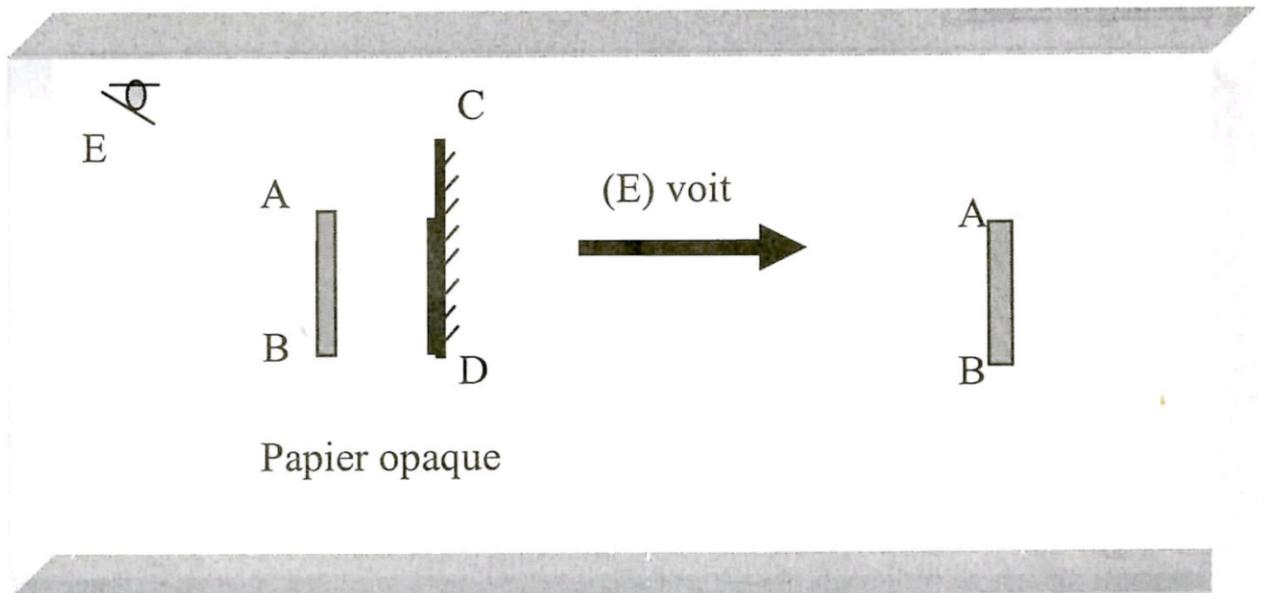
La tige A'B' de couleur rouge est placée entre AB et A''B''.



AA' et AB ne changent point de couleur  $\longrightarrow$  l'image de A'B' n'est pas confondue avec leurs images, elle s'est créée entre celles de AB et A''B''.

$\longrightarrow$  Les trois images ne peuvent donc pas se trouver sur la surface du miroir.

Nous pouvons appuyer ces résultats en ajoutant le test suivant : AB devant le miroir, et une feuille de papier opaque sur la surface inférieure du miroir. L'observateur voit toujours l'image de AB.

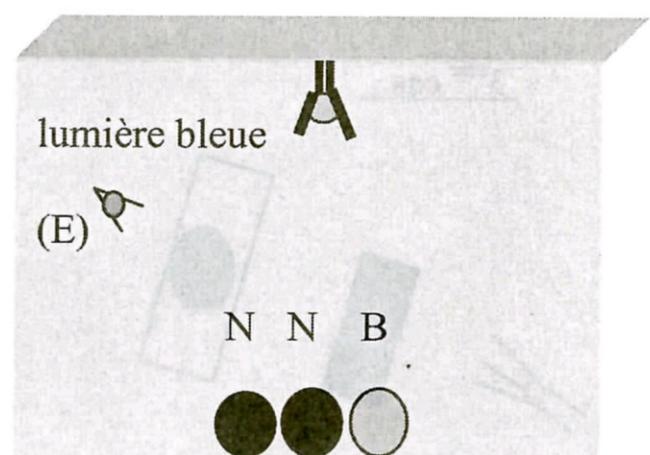
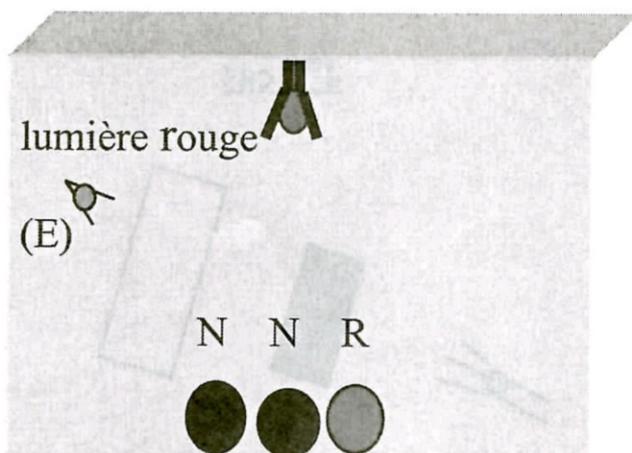
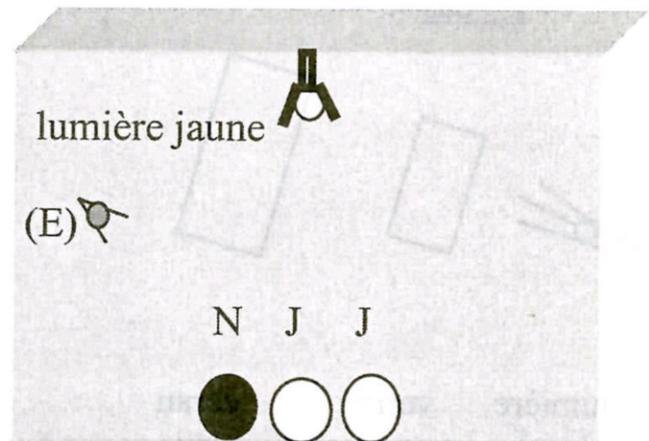
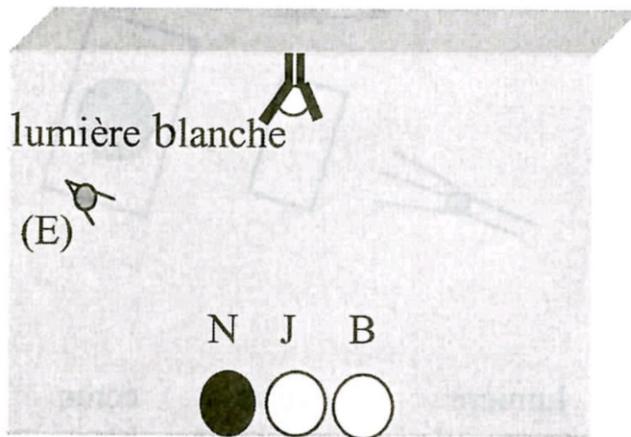


$\longrightarrow$  Ceci prouve que l'image ne se localise pas sur la surface du miroir

## II- Deuxième manipulation : Couleur des corps

### II-1 Couleur des corps opaques

But : prouver ou faire découvrir à l'élève que la couleur d'un corps dépend de la lumière ambiante et donc de la lumière qu'il reçoit.



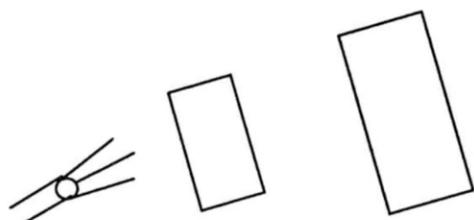
- balle blanche : même couleur que la lumière ambiante → diffuse toute la lumière reçue.
- balle noire : toujours noire → absorbe toute la lumière reçue.
- balle jaune : jaune quand la lumière ambiante contient de la lumière jaune, et noire quand elle n'en contient pas → elle absorbe les lumières autres que la jaune qu'elle diffuse.

## Conclusion

couleur des corps a un lien étroit avec la lumière ambiante incidente

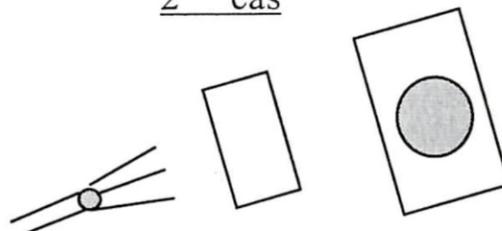
### II-2 Couleur des corps transparents

1<sup>er</sup> cas



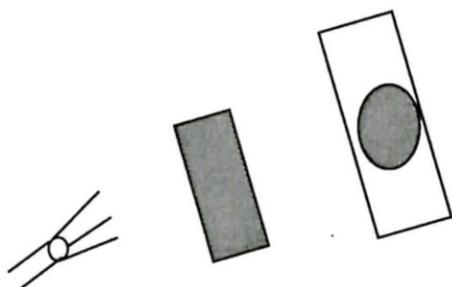
lumière blanche    verre transparent    écran blanc

2<sup>eme</sup> cas



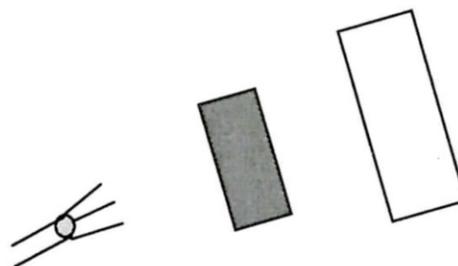
lumière verte    verre transparent    écran blanc

3<sup>eme</sup> cas



lumière blanche    filtre rouge    écran blanc

4<sup>eme</sup> cas



lumière verte    filtre rouge    écran blanc

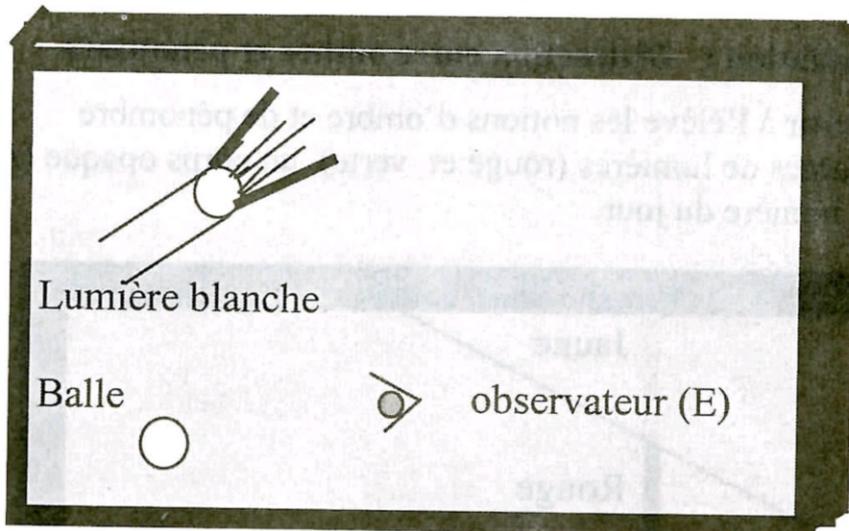
### conclusion

- corps transparents transmettent toute la lumière reçue → transmission totale

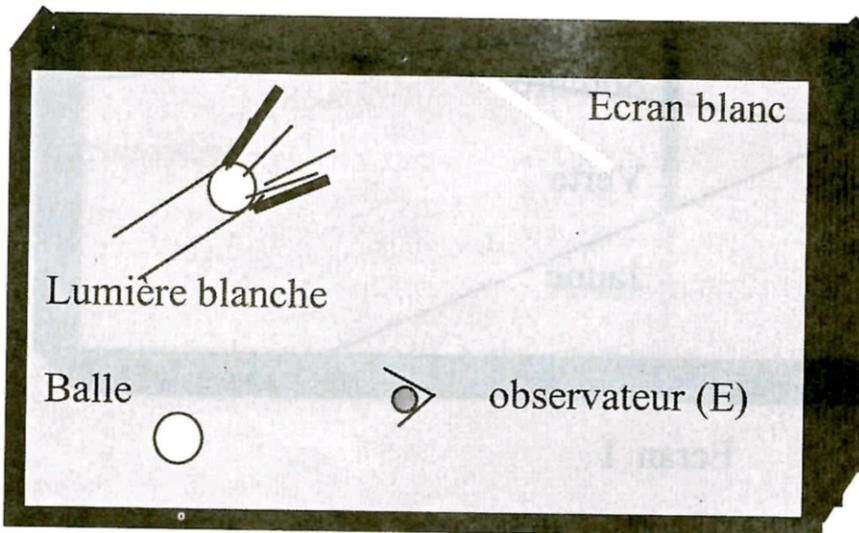
- Filtres colorés : Absorption totale pour certaines couleurs, et transmission sélective d'une seule couleur.

### III-Troisième manipulation : Notion de source secondaire de lumière

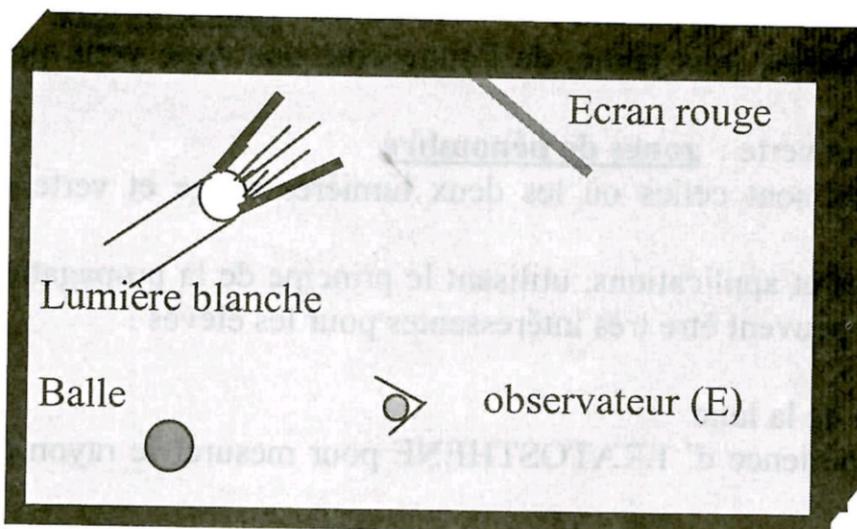
But : montrer ou faire découvrir à l'élève qu'un corps illuminé peut être une source de lumière pour un autre corps



1<sup>er</sup> cas



2<sup>eme</sup> cas



3<sup>eme</sup> cas

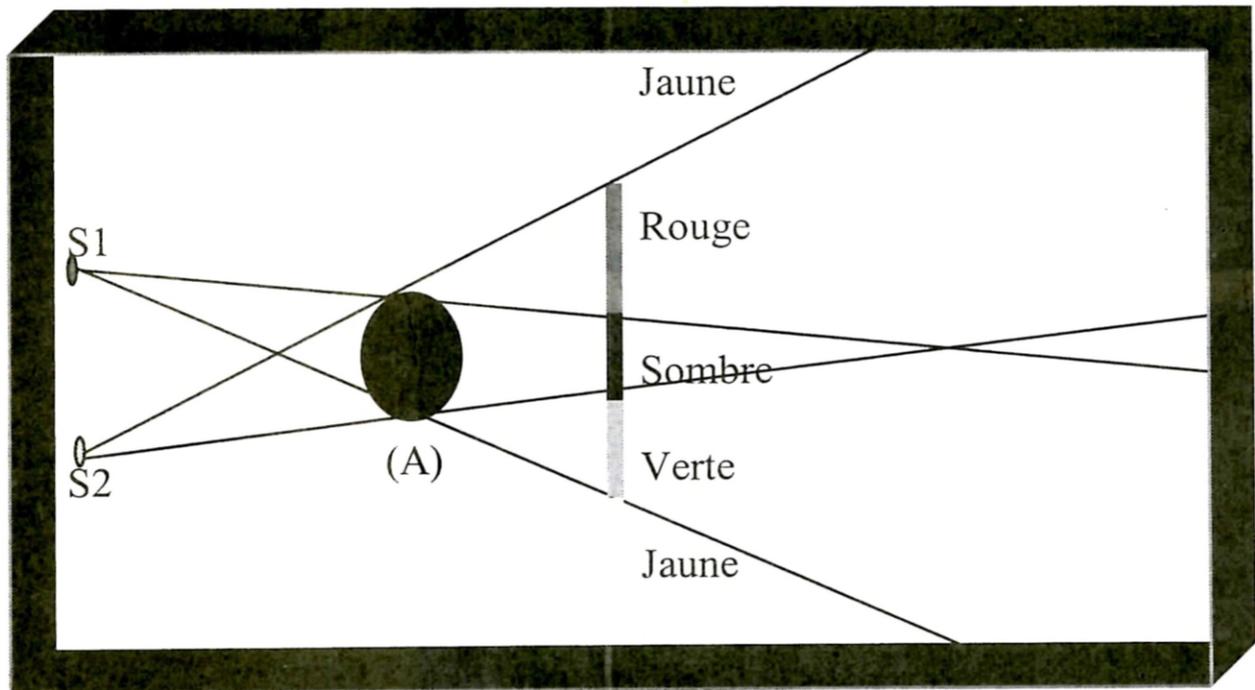
## Conclusion

les écrans blanc et rouge sont des sources de lumière (sources secondaires) pour la balle.

## IV- Quatrième manipulation : Distinction entre ombre et pénombre

Montrer ou faire découvrir à l'élève les notions d'ombre et de pénombre

Pièce sombre, deux sources de lumières (rouge et verte), un corps opaque (A) et un écran vu blanc à la lumière du jour.



Ecran I

Plusieurs zones de lumières de couleurs différentes, nombre de zones dépend de la position de l'écran. Si l'écran est en I : Au centre : **zone d'ombre**

D'un côté une zone rouge, puis jaune, de l'autre côté une zone verte puis jaune.

Les deux zones rouge et verte : **zones de pénombre**.

Les deux zones jaunes sont celles où les deux lumières rouge et verte se mélangent

D'autres manipulations et applications, utilisant le principe de la propagation rectiligne de la lumière, peuvent être très intéressantes pour les élèves :

- Mesure du diamètre de la lune
- Réplication de l'expérience d'ERATOSTHENE pour mesurer le rayon de la terre
- Mesure de la hauteur d'un immeuble.

Quant aux propositions suivantes, elles peuvent être réalisées même au niveau de l'enseignement primaire :

- Séquences d'observation à travers une lentille
- Séquences avec la loupe sous les rayons du soleil → différence entre les couleurs apparentes blanche et noire
- Décomposition de la lumière avec un miroir placé incliné face à la lumière dans une cuvette pleine d'eau
- Recomposition de la lumière avec le disque de NEWTON.

Nous pouvons remarquer que toutes les manipulations proposées nécessitent un matériel très peu sophistiqué, et leur mise en application présenterait un rapport coût-efficacité avantageux pour la promotion de l'enseignement apprentissage de l'optique géométrique.

## REFERENCES

- **CLAUDON C.** (1995). Les ombres des couleurs. B.U.P. N° 770- Paris
- **DETTWILLERL.** (2001). Commentaire pour une présentation grand public d'expériences d'optique. B.U.P. N° 836 (1151)
- **FAWAZ A.A.** (1985). Image optique et vision. Etude exploratoire sur les difficultés des élèves de première au Liban. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle. Paris VII.
- **GOLDBERG F. & MCDERMOTT L.** (1984). Common sense knowledge versus formal physics knowledge in geometrical optics. University of Washington.
- **GUESNE E., TIBERGHIE N. A. et DELACOTE G.** (1978). Méthodes et résultats concernant l'analyse des conceptions des élèves dans différents domaines de la physique.  
Deux exemples : les notions de chaleur et de lumière. LIRESRT. Université Paris VII.
- **JUNG W.** (1981). Conceptual frameworks in elementary optics. University Frankfurt.
- **KAMINSKI W.** (1991). Optique élémentaire en classe de 4<sup>e</sup>. Raisons et impact sur les maîtres d'une maquette d'enseignement. Thèse doctorat – Paris VII.
- **MAITTE B.** (1981). La lumière. Edition du Seuil – Collection Points-Sciences –Paris.
- **MEESSEN A** (1988). Optique. Edition DEBOECK. Bruxelles.
- **PELLETIER R.** (2001). Propagation rectiligne de la lumière B.U.P N° 834-(921).
- **RONCHI V.** (1956). Histoire de la lumière. Librairie Armand Colin – Paris.
- **TIBERGHIE N. A.** (1983). Revue critique sur les recherches visant à élucider le sens de la notion de lumière chez les élèves de 10 à 16 ans. Recherche en Didactique de la Atelier International. C.N.R.S. – Paris.
- **VILLERET O.** (2000). Situation problème pour étudier les obstacles à l'apprentissage du concept couleur au collège. Rencontre scientifiques de l'Association sur la recherche en Didactique des sciences et technologie – ARDIST-ENS Cachan – Paris.
- **DOUAR N.** (2002). Etude de l'optique géométrique dans l'enseignement secondaire : difficultés et conceptions des élèves, point didactique et historique. Thèse de Magister E.N.S. vieux kouba.
- **ROBARYET G.** (1990) utiliser les situations problèmes pour enseigner les sciences physiques in petit x N°23 – IREM – GRENOBLE (1990).