



Quelle place faire à l'optique en 3^{ème} ?

Daniel Toussaint

Les nouveaux programmes de troisième (option langue vivante 2) proposent de consacrer 4 heures seulement à l'étude des lentilles ou de reporter cette partie en quatrième à la fin de l'étude de la lumière et des conditions de la vision.

Compte tenu de l'emploi du temps très serré en troisième, ce report est souhaitable, sinon il y a gros à parier que cette partie d'optique tomberait aux oubliettes...

Cela ne va pas sans poser de problèmes à l'enseignant :

- il doit d'abord trouver une présentation cohérente des deux techniques permettant de projeter des images ou "pseudo-images" sur un écran (en 4^{ème} la chambre noire produit plutôt une "pseudo-image" toujours floue, tandis que les lentilles du programme de 3^{ème} peuvent produire des images nettes).

- l'autre problème est encore trop souvent de rechercher des activités praticables dans des classes de 26 élèves, voire davantage...

Extraits des programmes de physique-chimie :

En quatrième :

Exemple d'activité : la chambre noire.

Contenus - Notions : modèle du rayon lumineux, sens de propagation de la lumière.

Compétences : faire un schéma représentant un faisceau lumineux....

En troisième

Exemple d'activité : comment obtient-on une image à l'aide d'une lentille ? Manipuler des lentilles convergentes et divergentes - Réception d'images sur des écrans diffusants.

Contenus - Notions : principe de formation des images en optique géométrique
- Concentration de l'énergie.

Comment j'ai essayé de traiter les deux parties dans la même année :

Etant confronté aux problèmes posés par des classes surchargées très hétérogènes, j'ai essayé de faire travailler les élèves (pourtant le mot travail est ressenti comme une injure par quelques uns d'entre eux...) avec du matériel simple à réaliser, puis d'interpréter les résultats expérimentaux en fonction de la netteté de l'image et de sa luminosité.

A l'heure où j'écris ces lignes nous avons pratiquement terminé l'ensemble de ces activités et les résultats sont mitigés. Mais comme ces expériences peuvent profiter à d'autres élèves plus motivés ou placés dans des groupes à l'effectif raisonnable, j'en fais part à qui veut les utiliser...

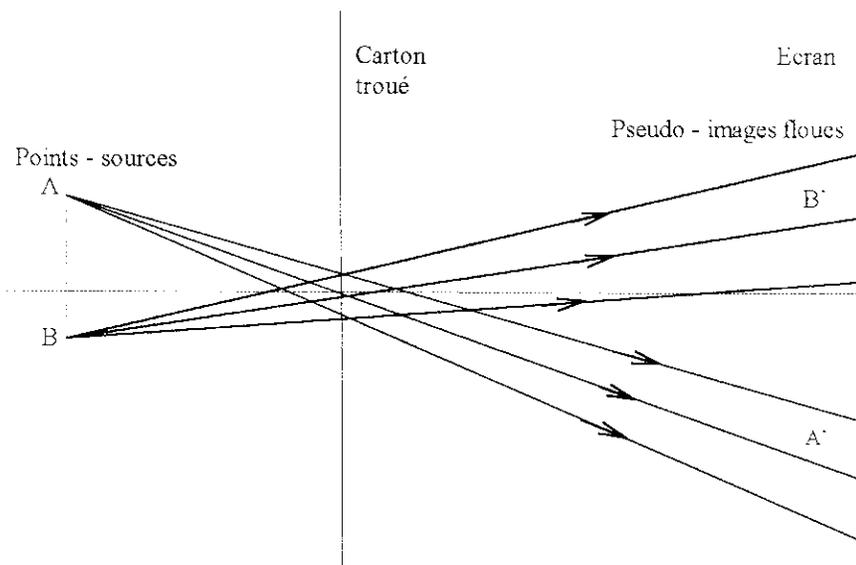


Schéma n° 1 : la chambre claire

Activités relevant du programme de 4^{ème} :

Pour créer la motivation, nous sommes partis de clichés étonnants réalisés lors de l'éclipse du 11 août. Ces photos prises pendant la phase partielle montrent les ombres portées par deux mains croisées au-dessus d'une feuille blanche. Les interstices entre les doigts produisent des croisants. La même expérience recommencée à une date quelconque produit évidemment des petits disques clairs.

Ensuite, nous avons cherché si l'expérience "marchait" aussi avec d'autres sources lumineuses que le soleil (éclipsé ou non). Les tubes fluorescents du plafond de la classe sont des sources bien adaptées à cette manip (les élèves peuvent travailler par deux sans avoir à se déplacer).

Les élèves furent très surpris de constater qu'il suffisait de percer un trou triangulaire de quelques mm de côté dans une fiche cartonnée A4 pour projeter sur une feuille posée sur leur table l'image du tube allumé au-dessus d'eux. Ce dispositif ouvert n'est pas exactement la chambre noire évoquée par le programme, c'est plutôt une chambre claire, mais les notions étudiées ne souffrent pas de cette différence.

Résultats observés :

- l'image claire observée à l'ombre du carton troué a la forme de la lampe, mais elle est inversée. Pour mettre en évidence le renversement, nous avons fixé des filtres colorés aux extrémités des tubes (diapos coincées entre les lamelles métalliques situées sous ces tubés).

- si le carton troué est très près de la table, la tache claire a la forme du trou, mais dès qu'on l'écarte un peu, cette tache prend la forme du tube. Quand la distance augmente, l'image grandit, devient de plus floue et de moins en moins lumineuse.

Interprétation des résultats en termes de rayons lumineux (voir schéma n°1, la chambre claire) :

- les rayons issus de A et B se croisent dans le trou : l'image est à l'envers.

- le point source A envoie plusieurs rayons dans le trou aussi la tache A' n'est pas ponctuelle, et l'image est floue.

- l'agrandissement de l'image quand l'écran s'éloigne doit beaucoup au théorème de Thalès (qui est abordé au programme de mathématiques de 4^{ème} et

approfondi en 3^{ème}). C'est l'occasion de fournir des sujets d'étude à nos collègues.

- l'énergie lumineuse disponible est limitée par les dimensions du trou et les caractéristiques de la lampe. Plus cette énergie est répartie sur une large tache, plus sa densité diminue, c'est-à-dire, plus la luminosité diminue. Pour aider les élèves à comprendre cette notion, j'ai utilisé l'analogie suivante : l'énergie à partager se dilue de la même façon que l'argent partagé entre des personnes de plus en plus nombreuses. La notion d'énergie leur était tout-à-fait étrangère, mais l'analogie était très concrète !

Activités relevant du programme de 3^{ème} :

La notion d'énergie abordée à la fin du paragraphe précédent permet de bien faire la différence entre le sténopé (nous n'avons pas utilisé ce terme pour éviter les détails superflus) qui disperse l'énergie et la lentille convergente qui concentre cette énergie à l'endroit où se forme une image.

Expérience de cours : mise en évidence du foyer d'une lentille :

L'expérience est simple à réaliser, mais pour limiter les risques, un seul groupe la réalise devant les autres élèves.

Quand le soleil brille on forme son image avec une petite lentille convergente sur un sac en plastique blanc et noir.

Observations et interprétations : l'image sur le plastique blanc est éblouissante. Elle est dangereuse pour les yeux des spectateurs si on fait durer l'expérience, mais le plastique qui renvoie la lumière n'est guère abîmé. L'image sur une zone noire se traduit très vite par un trou : c'est le plastique qui absorbe l'énergie lumineuse.

Definitions : le foyer étant l'endroit où se fait le feu, cette expérience permet de le définir ainsi que la distance focale.

Expérience sur table : comparaison des propriétés de diverses lentilles.

Chaque groupe de deux élèves disposant d'une boîte de lentilles et de son matériel personnel (écran = feuille blanche, règle) doit essayer de faire l'image la plus nette possible du tube fluo de la leçon précédente. Quand l'image existe, il doit mesurer sa longueur et la distance entre la lentille et l'écran.

Constatations:

Les images ne se forment que dans des zones bien définies (alors que le trou donnait des images à toutes distances).

Les lentilles convergentes donnent des images plus nettes que le trou.

Les images sont toujours à l'envers.

En prolongeant mentalement le rayon qui va de la lentille jusqu'à l'image, il est facile d'identifier la source (en cas d'images multiples).

Position de l'image : les élèves constatent facilement que les distances lentille-écran varient d'une lentille à l'autre, mais ils ne remarquent pas toujours qu'elles sont un peu plus grandes que les distances focales indiquées sur les lentilles (ils sous estiment les distances car ils ne pensent pas à mesurer en biais le long du rayon lumineux principal).

Dimensions et luminosités : ces deux grandeurs varient en sens inverse quand on change de lentille.

Interprétation des résultats en termes de rayons lumineux (voir schéma n°2, image donnée par une lentille convergente) :

- netteté : comme la lentille casse la plupart des rayons lumineux, chaque point objet A ou B donne un point image A' ou B' et non une tache.

- énergie : l'énergie est concentrée sur l'image car c'est là que les rayons se croisent. L'image est plus lumineuse que les pseudo-images données par le trou car la lentille laisse passer plus de lumière que le trou.

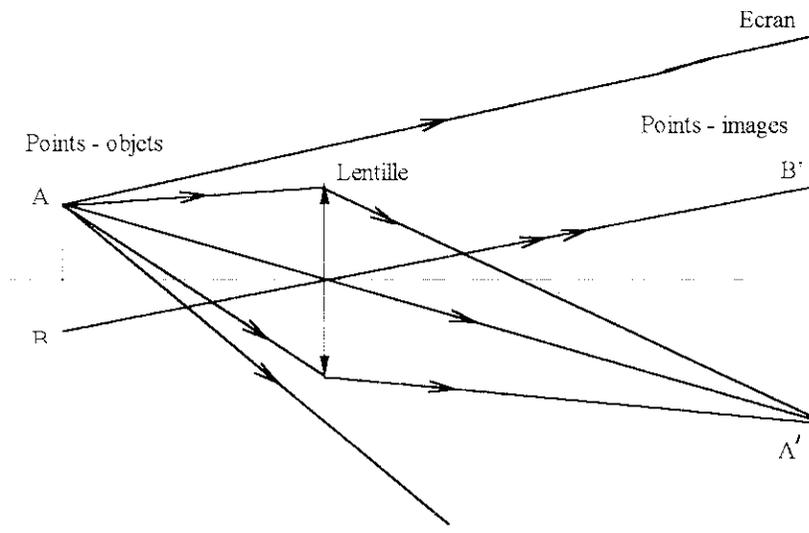


Schéma n° 2 : image donnée par une lentille convergente

Expérience de cours : variation de la position de l'image en fonction de la distance lentille-objet.

Cette expérience permet de faire la synthèse des leçons précédentes, mais pour éviter la lassitude des élèves, j'ai choisi une source lumineuse qui les surprend : il s'agit de leur propre main.

Conditions : pour que la main qui n'est qu'une source secondaire renvoie beaucoup de lumière, elle doit être fortement éclairée. C'est pourquoi nous l'avons placée dans l'espace situé entre la table d'un rétroprojecteur et la tête de projection (pour augmenter la luminosité, un petit miroir fixé par un élastique sous cette tête renvoyait la lumière vers la main). La lentille de distance focale 20 à 30 cm doit avoir le plus grand diamètre possible (le but n'est pas de se rapprocher des conditions de Gauss, mais de former une image assez lumineuse).

Protocole : pour une distance imposée entre la lentille (tenue par un élève) et l'objet (main d'un autre élève), un troisième élève cherche s'il peut faire l'image de la main sur un écran (feuille de calque encadrée de carton tenue à la main) et repère à quel endroit il doit placer cet écran. Chacun note les propriétés de cette image et d'autres expérimentateurs testent une autre position de la lentille.

Faits à retenir : si la lentille est loin, l'image est petite et proche du foyer (principe de fonctionnement de

l'œil ou de l'appareil photo) ; si la lentille se rapproche de l'objet, l'image s'éloigne de la lentille et grossit tant que l'écran devient trop petit ; la plus grande image est obtenue sur le mur d'en face quand l'objet est proche du foyer (principe de fonctionnement de tous les appareils de projection). Dans tous les cas, l'image est à l'envers.

Remarque : éviter d'approcher la lentille à moins de 30 cm (distance focale de la lentille utilisée) pour ne pas avoir à aborder l'effet loupe (hors programme et long à étudier).

Autres variantes :

En remplaçant la main par un objet plat fortement coloré, les mesures sont plus précises, mais moins motivantes pour les élèves. Si l'un d'entre eux est tenté de glisser la tête dans l'espace éclairé du rétroprojecteur, il vaut mieux l'en dissuader en lui expliquant qu'il serait fortement ébloui. C'est l'occasion de signaler que le soleil n'est pas le seul objet dangereux à regarder. Cependant si la classe est vraiment disciplinée, il suffit de demander à l'élève qui souhaite tenter l'expérience de bien fermer les yeux. L'image plus ou moins déformée de sa tête provoquera une hilarité qui aidera les autres élèves à se souvenir des cours d'optique, mais ce n'est sûrement pas une expérience à tenter dans une classe ayant tendance à chahuter ! ■