

LE LABYRINTHE OPTIQUE : UNE EXPÉRIENCE D'INITIATION À L'OPTIQUE

Philippe LÉONARD

Il y a quelques années déjà, alors que j'encadrais un étudiant stagiaire en agrégation (il s'agit de Julien Ide qui est maintenant professeur de physique quelque part), je cherchais un moyen de faire comprendre les rudiments de l'optique à mes élèves de 4^e alors qu'il ne restait qu'une dizaine de périodes disponibles avant la fin de l'année. Au lieu d'engager des leçons théoriques qui laissent souvent la majorité des élèves à l'écart du sujet, voire dans l'indifférence, j'ai proposé de travailler sur quelques leçons du type « La main à la pâte » au cours desquelles les élèves expérimenteraient tous les éléments d'optique au programme de façon concrète. Une synthèse permettrait ensuite d'assurer et de structurer les différents concepts liés aux expériences.

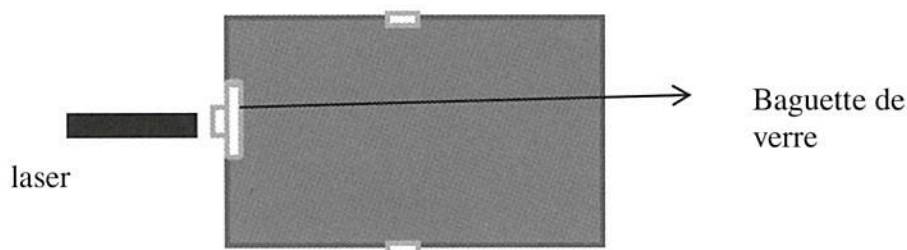
En préparant les activités expérimentales, il est vite apparu que l'optique était une « Terra Incognita » pour les élèves : alors qu'en mécanique ils sont généralement capables de développer une certaine intuition, il n'en est rien quand il faut anticiper le trajet de faisceaux lumineux. En bref, ils ne font pas d'optique avec les mains !

Les idées de laboratoire qui sont nées de ce projet en ont engendré d'autres et, comme les objectifs atteints étaient particulièrement satisfaisants, j'ai continué à développer la même démarche.

La manip « Labyrinthe optique » propose de manipuler à répétition les objets classiques de l'optique – miroirs, lentilles, prisme, lame à faces parallèles - pour réaliser des figures imposées : un triangle équilatéral, un dédoublement de faisceau dans des directions données, etc. La vérification de ces différentes tâches est simple : une photo du résultat suffit à attester de l'effet recherché.

La méthode comporte beaucoup d'avantages. Chaque professeur peut adapter les tâches comme il l'entend et varier les situations et les éléments présents.

Le matériel nécessaire n'est pas compliqué et facile à démultiplier. Tout se passe dans une caissette en bois comme on en trouve dans certains magasins de décoration ou d'ameublement. Les bords assez hauts de cette caissette garantissent une ombre légère au fond. Il faut percer 3 ouvertures (les portes) comme ci-dessous :



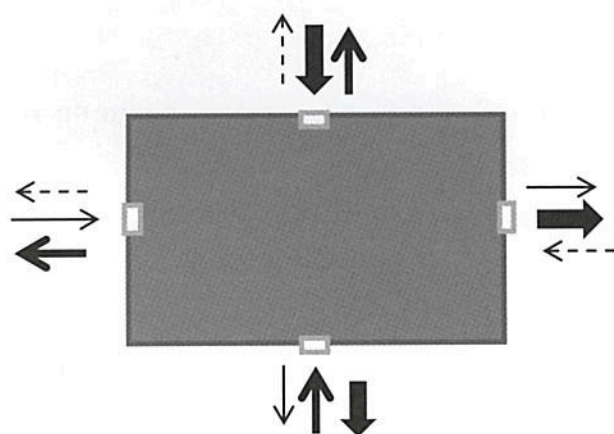
Essentiel : à l'entrée principale, face au laser, collez un petit morceau de baguette de verre : celui-ci permet de transformer le faisceau filiforme du laser en faisceau demi-plan qui laisse toujours une trace sur le fond de la caissette.

Il est également pratique de prévoir un système de fixation, à l'avant de la caissette, face au laser, pour une diapositive portant un réseau de diffraction (100 traits par mm conviennent parfaitement). Placé à cet endroit, le réseau permet d'obtenir plusieurs faisceaux divergents à partir d'un seul. C'est là son seul rôle – bien pratique – et il n'est sans doute pas nécessaire d'en expliquer les détails du fonctionnement plus avant.

Une photo du dispositif illustrant un résultat possible est fournie à la fin du descriptif du protocole qui suit cet article.

Pour le défi final, la « Terra Incognita », on peut confectionner une boîte mystère qui renverse la question. Généralement, j'utilise une boîte complètement fermée, sauf 4 portes aux centres des 4 faces. Les élèves peuvent diriger un faisceau laser à travers une porte, voir par où il ressort et tenter d'imaginer le dispositif optique se trouvant à l'intérieur. Souvent, plusieurs solutions sont possibles, ce qui rend l'exercice encore plus amusant. On peut ainsi en inventer autant qu'on veut.

Ainsi, pouvez-vous imaginer ce qui se trouve dans cette boîte ? (Chaque type de flèche correspond à un trajet du faisceau laser.)



Bon amusement !



LABYRINTHE OPTIQUE

1. Les pièces du jeu

Vous disposez d'un pointeur laser, d'une diapositive *réseau*, d'une boîte rectangulaire à 3 *portes* (ou ouvertures), de divers éléments d'optique (miroir plan, miroir concave-convexe, lentilles convergente et divergente, prisme lame à faces parallèles) et d'un appareil photo digital (ou d'un smartphone).

2. Attention !

Précaution : attention, ne regardez jamais directement à travers les ouvertures de la boîte pour observer la lumière laser sortante.

3. Faire

Effet recherché : la lumière doit entrer par la porte centrale et ressortir par une autre porte après avoir touché ou traversé tous les éléments qui s'y trouvent.

Quand vous avez accompli une tâche, **prenez une (une seule !) photo du résultat**. Conservez ces résultats dans l'ordre numérique.

1. Pas de diapositive. Aucun élément à l'intérieur. Posez le laser horizontalement devant une des portes de la boîte. Quelle porte choisissez-vous pour que la lumière ressorte par une autre porte ?

2. Posez le miroir plan dans la boîte. Faites entrer le laser à travers la porte centrale. Trouvez une position du miroir pour obtenir **l'effet recherché**.

3. Posez deux miroirs plans dans la boîte. Trouvez un assemblage pour obtenir **l'effet recherché et que les faisceaux délimitent un triangle rectangle**.

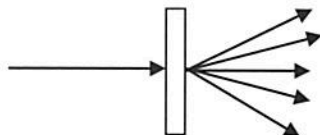
4. Posez trois miroirs plans dans la boîte. Trouvez un assemblage pour obtenir **l'effet recherché, que les faisceaux délimitent un triangle isocèle et en tracent la bissectrice**.

5. Posez la lentille convergente dans la boîte. Le faisceau doit traverser la lentille. Trouvez sa position pour obtenir **l'effet recherché**.

6. Posez le prisme dans la boîte. Trouvez une position du prisme pour laquelle 2 faisceaux sortent chacun par une porte différente.

7. Posez le prisme et un miroir dans la boîte. Trouvez un assemblage pour obtenir **l'effet recherché**.

8. Placez la diapositive (réseau de diffraction) dans l'encoche du plateau, contre la baguette de verre. Ce réseau a pour effet de diviser la lumière du laser en plusieurs faisceaux.



Placez le peigne en bois de façon à ce qu'aucun faisceau lumineux ne soit arrêté par une des dents du peigne.

9. Utilisez tous les éléments que vous voulez et la diapositive (réseau) pour faire sortir trois faisceaux par la même porte.

4. Terra Incognita

Réclamez la boîte mystère. Déterminer ce qu'il y a dedans, sans ouvrir bien entendu.

Exemple de photo présentée :

