

Laser et lumière blanche



EN BREF

MATERIEL FRAGILE
à manipuler
avec précaution

Cette valise est un support pédagogique permettant d'illustrer les différences qui existent entre le laser et la lumière blanche, à travers cinq expériences.

La première illustre le caractère polychromatique de la lumière et monochromatique du laser. La seconde porte sur la polarisation de la lumière laser. La troisième démontre le caractère unidirectionnel du laser et multidirectionnel de la lumière blanche. Les deux dernières expériences traitent du caractère ordonné (cohérent) de la lumière laser et désordonné de la lumière blanche.

LA LUMIERE BLANCHE ET LE LASER EN 3 MOTS

La lumière est étudiée depuis l'antiquité où la notion de rayon lumineux apparaît pour la première fois. Jusqu'au XIX^{ème}, période à laquelle la lumière fut considérée pour la première fois comme étant une onde, elle ne fut considérée qu'à travers la propagation de ses rayons lumineux.

Au début du XX^{ème} siècle, la lumière apparaît comme étant aussi composée de corpuscules, les photons. C'est à la même époque qu'Einstein découvre le principe de l'effet laser, l'émission stimulée. Celle-ci permet d'obtenir une lumière monochromatique d'une grande cohérence dans le temps et dans l'espace. Il faudra attendre 30 ans plus tard pour que le premier pompage optique puisse être réalisé expérimentalement et pour que, quelques années plus tard, le premier laser, alors en Rubis, soit réalisé par l'ingénieur américain Théodore Maiman.

La lumière laser contrairement à la lumière blanche est monochromatique et cohérente ce qui permet d'obtenir des faisceaux puissants et dirigés. Ce sont ces propriétés qui permettent de l'utiliser dans de nombreuses applications aussi bien en médecine, que dans les loisirs, les télécommunications ou encore dans la recherche fondamentale.

PROGRAMMES SCOLAIRES

Primaire : Les manipulations présentes dans cette valise peuvent être abordées dans le cadre de l'étude de Lumière et ombres dans le thème Le ciel et la Terre au cours du cycle 3.

Collège : - La lumière blanche est composée de plusieurs lumières colorées (4^{ème})
- Éclairé en lumière blanche, un filtre permet d'obtenir une lumière colorée par absorption d'une partie du spectre visible (4^{ème}).

Lycée : - Dispersion de la lumière par un prisme (2^{nde}),
- Variation de l'indice d'un milieu transparent selon la radiation qui le traverse; interprétation qualitative de la dispersion de la lumière par un prisme (2^{nde}).

CHERCHEURS ET LABORATOIRES ASSOCIES

Thierry CHARTIER (Laboratoire FOTON / ENSSAT)

MATERIEL

MATERIEL A PREVOIR

Une table d'environ 1m de longueur

Une alimentation électrique

MATERIEL PRESENT DANS LA VALISE



1 Laser rouge à diode classe II



1 polariseur linéaire



1 source ponctuelle en lumière blanche



1 optique diffractive et un cadre de diapositive



1 prisme



1 rallonge électrique et une multiprise



1 tableau blanc et millimétré (verso) + feutre



1 poster présentant le spectre de la lumière blanche et du laser



1 tableau quadrillé magnétique



1 spectroscope

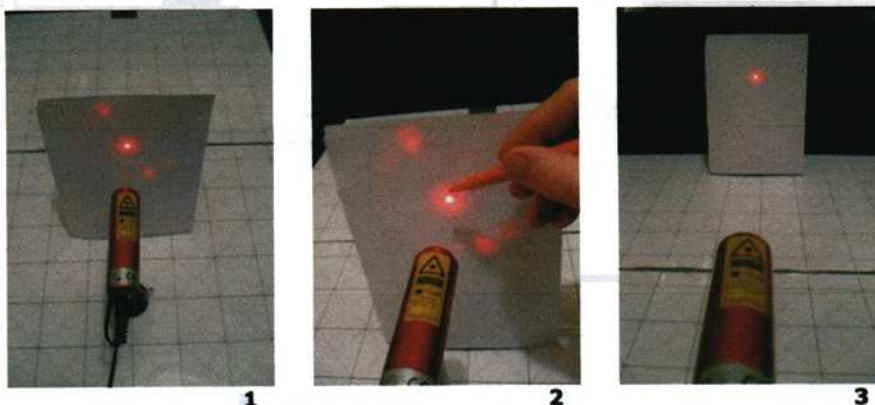


Les lasers utilisés sont de classe 1 ou 2. Cependant, en aucun cas les faisceaux ne doivent être pointés en direction d'un œil sous peine de dommages. Les lasers ne doivent pas être laissés sans surveillance.

OBJECTIF

Illustrer le caractère directif de la lumière laser et non directif de la lumière blanche.

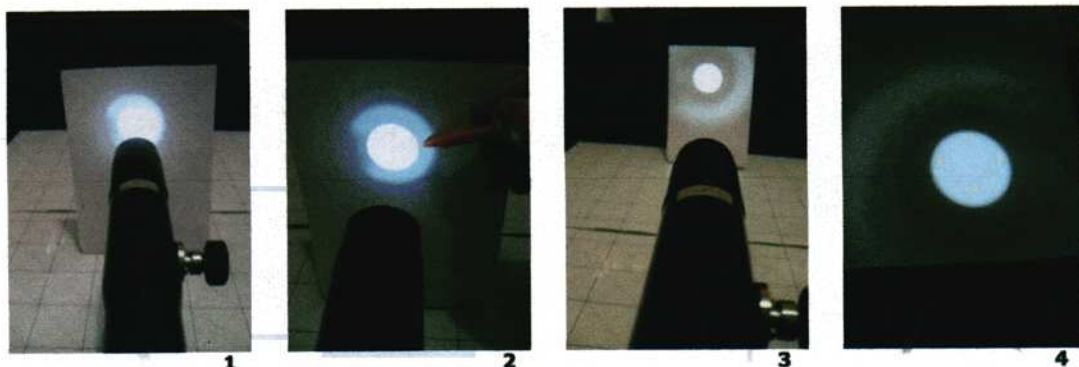
MONTAGE 1 - SOURCE DE LUMIERE LASER



1. Positionnez le laser en C6 et l'écran en F6,
Elevez le laser de quelques centimètres puis branchez le et éclairez l'écran.
2. Avec le feutre entourez la tache laser obtenue.
3. Reculer l'écran en M6, ajuster le laser et visez le rond dessiné. Observez :

>> *La tache initiale de quelques millimètres de diamètre ne varie pas.*

MONTAGE 2 - SOURCE DE LUMIERE BLANCHE



1. Retourner la feuille A5,
- Positionnez la lumière blanche en C6 et l'écran en F6,
- Branchez la lumière blanche et éclairez l'écran.
2. Avec le feutre entourez la tache blanche obtenue.
3. Reculer l'écran en M6, ajuster la lumière blanche et visez le rond dessiné. Observez :

>> *Lorsque l'on recule l'écran, la tache de lumière blanche grossit.*

CONCLUSION ⁽¹⁾

Contrairement à la lumière laser, la lumière blanche se propage dans toutes les directions. Elle est dite multidirectionnelle.

La lumière laser se propage elle dans une seule direction. Elle est dite unidirectionnelle et directive.

Le faisceau laser est parfaitement rectiligne et visible sur de grandes distances. Il est peu divergent contrairement, par exemple, à la lumière d'une lampe de poche. Cette propriété est utilisée pour de nombreuses applications

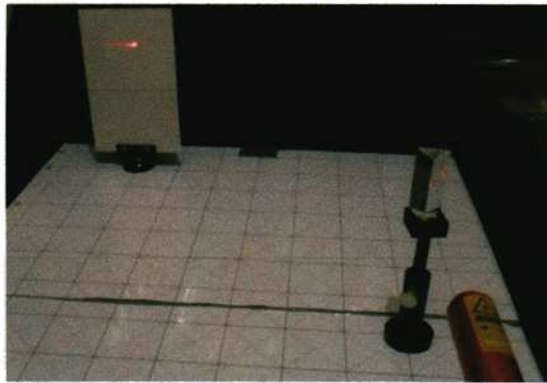
⁽¹⁾Voir Schémas « comparaison Laser et Lumière blanche » en fin de document

MANIPULATION N°2 : CHROMATICITE

OBJECTIF

Montrer le caractère polychromatique de la lumière blanche et celui monochromatique du laser.

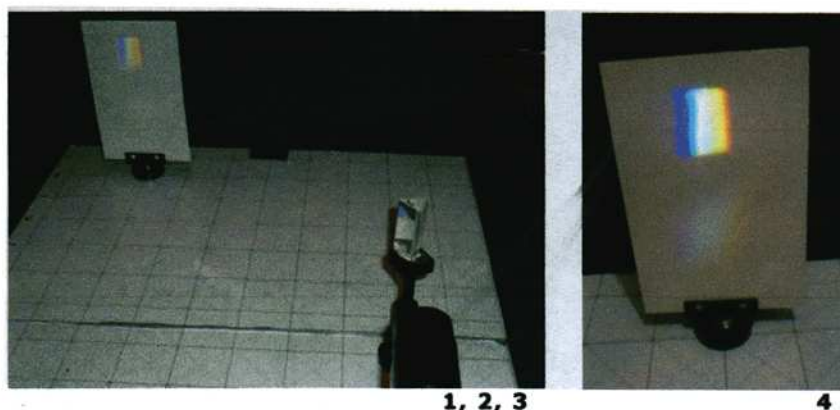
MONTAGE 1 - SOURCE DE LUMIERE LASER



1. Placez l'écran en M3 et le prisme en G9.
3. Placez le Laser en C9 et allumez le.
4. Faite tourner le prisme jusqu'à ce que la lumière laser soit visible sur l'écran. Observez :

>> *On observe une tache rouge sur l'écran correspondant à la couleur de la source laser.*

MONTAGE 2 - SOURCE DE LUMIERE BLANCHE



1. Conservez la même installation (écran et prisme).
- 2 et 3. Remplacez le laser par la lumière blanche en C9 et allumez la,
4. Faite tourner le prisme jusqu'à ce que la lumière blanche soit visible sur l'écran. Observez :

>> *On observe sur l'écran des raies multicolores.*

MONTAGE 3 – LE SPECTROSCOPE

LE SPECTROSCOPE ⁽¹⁾

il s'agit d'un instrument qui sert à étudier les spectres lumineux émis par les différents corps. Le spectroscopie, inventé en 1814 par Fraunhofer, a permis l'étude chimique et physique des corps célestes. On a découvert que chaque élément chimique ne présente qu'un seul type de raies spectroscopiques. L'analyse des spectres planétaires et stellaires a démontré que les astres sont composés des mêmes éléments chimiques que ceux connus sur Terre.



1. Sortez le spectroscopie de sa boîte,
2. Portez le à votre oeil et observer à tour de rôle, le soleil, l'ampoule au plafond...

>> En visant le soleil, on observe la décomposition de la lumière blanche c'est à dire l'ensemble des couleurs du spectre visible.

CONCLUSION ⁽²⁾

Le prisme permet de décomposer la lumière blanche et d'obtenir l'ensemble des couleurs du spectre visible.

La lumière blanche qui est composée de plusieurs couleurs (les couleurs de l'arc-en-ciel), est dite polychromatique.

La lumière laser elle est monochromatique. Cette propriété lui permet d'avoir un faisceau d'ondes dont la longueur d'onde est uniforme et connue.

Cette couleur est définie par le choix du milieu laser. Il en existe de toutes les couleurs. Certains lasers sont même constitués de lumière invisible comme les ondes infrarouges ou ultraviolettes.



⁽¹⁾⁽²⁾ Voir Schémas « comparaison Laser et Lumière blanche » et « Spectroscopie » en fin de document

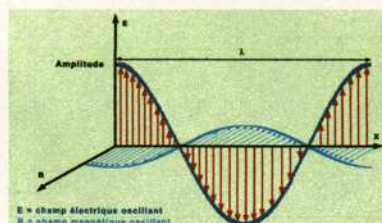
MANIPULATION N° 3 : POLARISATION

OBJECTIF

Les manipulations présentées ici vont montrer que, contrairement à la lumière blanche, la lumière laser est polarisée (orientée) suivant un axe.

LA POLARISATION

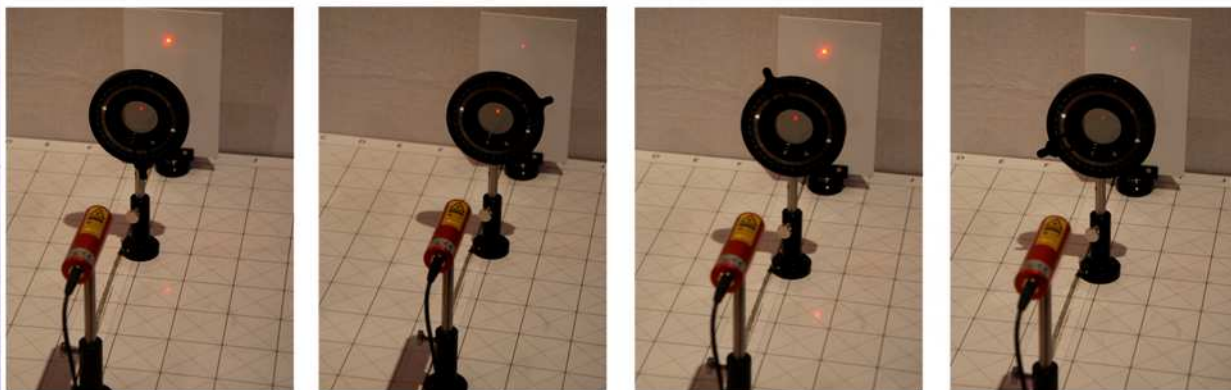
La lumière est une onde, c'est à dire une vibration du champ électromagnétique. Pour la grande majorité des sources de lumière, le champ électrique et le champ magnétique, vibrent dans toutes les directions en se déplaçant dans une même direction.



Dans certaines conditions, on peut forcer les champs électrique et magnétique à vibrer uniquement dans un axe précis. On appelle cela **polariser** la lumière.

Un polariseur permettra donc de sélectionner un axe suivant lequel on laissera passer la lumière.

MONTAGE 1 - SOURCE DE LUMIERE LASER



1. Placez l'écran en M6.
2. Placez le polariseur en K6.
3. Placez le laser en C6, allumez le et visez le centre du polariseur.
- 4 et 5. Faites varier l'angle du polariseur et observez.

>> On observe que l'intensité de la tâche formée sur l'écran varie de façon périodique (jusqu'à s'éteindre) en fonction de l'angle du polariseur.

MONTAGE 2 - SOURCE DE LUMIERE BLANCHE



- 1 et 2. Gardez le même montage en remplaçant le laser par la lumière blanche,
3. Allumez la lumière blanche et visez le centre du polariseur.
- 4 et 5. Faites varier l'angle du polariseur et observez.

>> On observe que l'intensité de la tâche formée sur l'écran ne varie pas suivant l'axe du polariseur.

CONCLUSION ⁽¹⁾

Contrairement à la lumière blanche, la lumière laser est polarisée (orientée) suivant un axe.

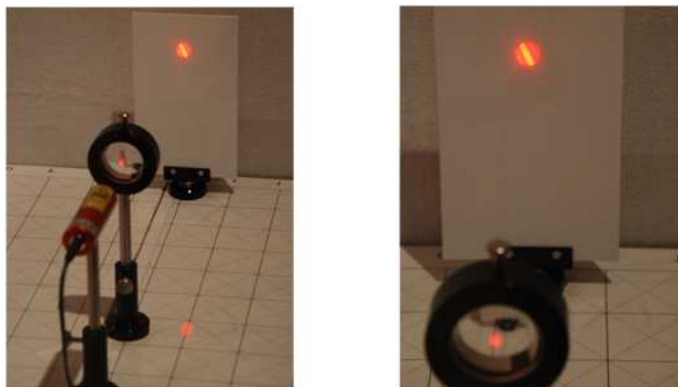
⁽¹⁾ Voir Schémas « comparaison Laser et Lumière blanche » en fin de document

MANIPULATION N° 4 / COHERENCE

OBJECTIF

Illustrer le caractère ordonné de la lumière laser et non ordonné de la lumière blanche.

MONTAGE 1 - SOURCE DE LUMIERE LASER



1. Placez l'écran en L6 et l'optique diffractive en D6.
3. Placez la lumière laser en B6, allumez la et observez.

>> On observe alors sur l'écran une figure de diffraction.

MONTAGE 2 - SOURCE DE LUMIERE BLANCHE

- 1 et 2. Gardez le même montage en remplaçant le laser par la lumière blanche,
3. Allumez la lumière blanche, visez le centre de l'optique diffractive et observez :

>> On observe une tâche de lumière blanche sur l'écran.



3

CONCLUSION ⁽¹⁾

Contrairement à la lumière blanche (les ondes qui la composent ne sont pas émises en même temps et oscillent de manière désordonnée), la lumière laser, elle, est cohérente (ordonnée). Toutes ses ondes sont en phase : elles oscillent en même temps, de la même manière, avec ordre.

On peut moduler un faisceau d'un laser, le séparer en plusieurs faisceaux ce qui est impossible avec un faisceau de lumière blanche.

Cette propriété de cohérence permet également de dessiner ou de faire des figures à l'aide d'un laser. Elle peut permettre aussi de mesurer des objets de petites tailles comme un cheveu, par exemple.

⁽¹⁾ Voir Schémas « comparaison Laser et Lumière blanche » en fin de document