

1 Objectifs

Mettre en évidence les principales propriétés d'un faisceau laser (longueur d'onde, directivité, monochromaticité, puissance). Citer les consignes de sécurité. Extraire d'une documentation les principales caractéristiques d'un laser et les relier à son utilisation.

2 Etude des panneaux solaires photovoltaïques

Document 1 : Un hélicoptère de la gendarmerie a été, vendredi soir, la cible d'un pointeur laser

Depuis le début de l'année, une vingtaine d'appareils ont été victimes de ces lasers à proximité de l'aéroport de Mérignac. Les trois personnes, dont les deux pilotes, qui se trouvaient dans l'hélicoptère de la compagnie de transports aériens de la gendarmerie de Mérignac ont été violemment gênées par un rayon laser pointé depuis le sol, vendredi soir, alors qu'elles se trouvaient aux abords de Saint-Médard-en-Jalles.

Le pilote est néanmoins parvenu à conserver la maîtrise de son appareil et à regagner la base de Mérignac, où il a pu se poser sans encombre. Mais lui-même et les deux autres passagers devront subir rapidement des examens ophtalmologiques afin de déterminer si leurs yeux ont été affectés par le rayon.

L'alerte, aussitôt donnée par le pilote, a permis d'envoyer rapidement sur les lieux, au sol, trois patrouilles. Un individu susceptible d'être l'auteur du pointage laser a été repéré, mais il est parvenu à prendre la fuite. La compagnie de gendarmerie du transport aérien de Bordeaux-Mérignac entend toutefois poursuivre ses investigations pour mettre rapidement un terme à ce jeu très dangereux.

La multiplication de ces actes autour des aéroports français depuis l'an dernier avait conduit le Sénat à durcir les sanctions contre ceux qui se livrent à ces actes dangereux. Il prévoit en outre des peines de six mois de prison et 7 500 euros d'amende. Deux types de poursuites peuvent être engagées : d'une part pour entrave à la circulation aérienne, d'autre part pour mise en danger de la vie d'autrui. La puissance de ces lasers les rend effectivement dangereux pour les yeux et peut entraîner une cécité temporaire.

D'après Par jean Tamisier - Sud-Ouest du 8 novembre 2010

Document 2 : Laser de classe 2

Classe 2 : $400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 700 \text{ nm}$ (visible). Puissance de $0,39 \mu\text{W}$ à 1 mW .

Lasers qui émettent un rayonnement dans le domaine du visible. La protection de l'œil est normalement assurée par le réflexe palpébral (clignement de la paupière).

- ① Donner les précautions de sécurité qu'il faut prendre lorsqu'on manipule un laser.
- ② Donner la partie de l'article de journal montre que la déstabilisation du pilote est due au laser.
- ③ Donner la caractéristique du faisceau laser mise en évidence dans cet article.
- ④ Les pointeurs lasers que l'on rencontre dans le commerce émettent une lumière de couleur rouge ou verte et sont de classe 2. Les examens ophtalmologiques évoqués dans l'article sont-ils justifiés ?
- ⑤ D'après les documents, donner les propriétés caractéristiques des lasers.

3 Etude des caractéristiques des lasers

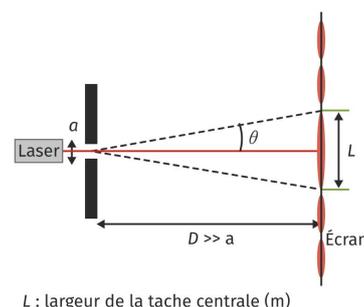
3.1 Monochromaticité

On souhaite mettre en évidence la monochromaticité du laser et mesurer sa longueur d'onde.

Document 3 : Couleurs et longueurs d'ondes

Désignation	Couleur	Longueur d'onde (nm)
Rouge		~ 625 - 740
Orange		~ 590 - 625
Jaune		~ 565 - 590
Vert		~ 520 - 565
Cyan		~ 500 - 520
Bleu		~ 450 - 500
Indigo		~ 430 - 450
Violet		~ 380 - 430

Document 4 : Diffraction de la lumière



- ① A partir de la couleur du laser utilisé, donner une estimation de la longueur d'onde de la radiation.
- ② Proposer un montage permettant de mettre en évidence la monochromaticité du rayonnement laser.
- ③ Réaliser le montage proposé précédemment puis conclure quant à la monochromaticité du laser.
- ④ Réaliser le montage décrit dans le document 4 : source laser, fil sur support placé proche de la source (quelques centimètres) et écran placé le plus loin possible du fil ($D = 2$ m). Attention, orienter le faisceau vers les murs latéraux. Dessiner la figure que vous obtenez sur l'écran.
- ⑤ Il s'agit de mesurer la largeur occupée par la tache centrale (L) pour différents fils de diamètres (a) connus. Pour cela, interposer successivement des fils d'épaisseurs a différentes : 200; 175; 120; 100; 80; 60 et 40 μm . Pour chaque fil, mesurer la largeur de la tache centrale L et noter les valeurs de a et de L dans un tableau.
- ⑥ Donner, à l'aide du document 4, la relation entre l'angle caractéristique de diffraction θ , L et D ainsi que l'unité de chaque grandeur. (on considère θ suffisamment petit pour que $\tan\theta = \theta$).
- ⑦ Ajouter deux lignes au tableau précédent permettant de calculer l'angle θ et l'inverse du diamètre du fil ($1/a$).
- ⑧ Tracer la courbe de l'angle θ en fonction de $1/a$. (On affichera l'équation de la courbe et on remplacera $f(x)$ par θ et x par $1/a$)
- ⑨ En déduire la valeur de la longueur d'onde du laser sachant que $\theta = \lambda \times \frac{1}{a}$. justifier.
- ⑩ Commenter la valeur de la longueur d'onde obtenue.

3.2 Directivité

On souhaite mettre en évidence la directivité du laser

- ① Projeter le faisceau émis par un laser sur un écran placé à 20 cm. Mesurer le diamètre de la tâche sur l'écran. Recommencer l'expérience en plaçant l'écran à 1 m du laser. Noter les valeurs des diamètres des deux tâches et comparer les diamètres des tâches observées dans les deux cas.
- ② Peut-on voir le faisceau laser? Si non, comment peut-on faire pour le visualiser?
- ③ Comment qualifier la propagation du faisceau laser dans un milieu transparent comme l'air?
- ④ Expliquer pourquoi le faisceau émis par un laser est qualifié de "directif".
- ⑤ Le faisceau de lumière émis par une lampe torche est-il directif? Justifier.

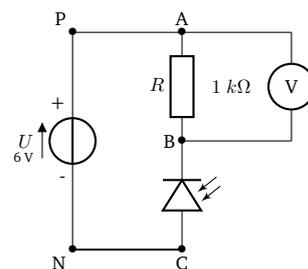
3.3 Puissance d'un laser

Dans cette partie, on souhaite mesurer la puissance fournie par le laser et simuler la réception du laser par l'œil. Pour cela on va travailler avec un laser et assimiler sa pupille à une photodiode. La photodiode utilisée est une photodiode BPW34 et dont les caractéristiques sont données dans le document 5.

Document 5 : Caractéristiques de la photodiode BPW34

Longueur d'onde de la sensibilité crête : 850 nm
 Courant d'obscurité : 2 nA
 Largeur (externe) : 4,4 mm
 Longueur/hauteur : 1,15 mm
 Profondeur : 6,45 mm
 Sensibilité : 0,62 A/W
 Surface active : 7 mm^2

Document 6 : Montage pour la mesure de la puissance du laser



- ① Donner le symbole de la photodiode.
- ② Donner la valeur de la sensibilité de la photodiode.
- ③ Réaliser le montage du document 6 puis diriger le laser sur la photodiode et donner la valeur de la tension U aux bornes de la résistance.
- ④ En déduire la valeur de l'intensité I qui circule dans la photodiode.
- ⑤ En utilisant la valeur de la sensibilité, calculer la valeur de la puissance P du laser.
- ⑥ Calculer l'éclairement, c'est-à-dire la puissance par unité de surface en W/m^2 .
- ⑦ On peut définir la puissance maximale permise (PMP), pour un œil par la relation : $PMP = EMP \times \frac{\pi d_0^2}{4}$ où d_0 est le diamètre de la pupille ($d_0 = 0,7\text{cm}$) et EMP (Exposition Maximale Permise) = 25 $\text{W}\cdot\text{m}^2$.
- ⑧ L'exposition au laser présente-t-elle un danger? Justifier.