

EXERCICE N° 1 : LES DRONES GRAND PUBLIC

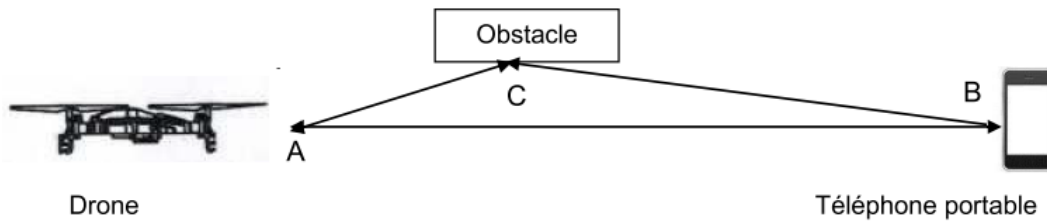
Les drones de loisirs à quatre hélices sont des véhicules aériens de faible dimension. Ils sont vendus au grand public comme un jeu pour l'intérieur ou l'extérieur.

De nombreux drones sont pilotés depuis un téléphone portable à l'aide d'une connexion WiFi, où des problèmes de transmission peuvent intervenir : « les phénomènes de réflexion et de diffraction sont utiles pour capter le signal à un endroit où l'émetteur n'est pas visible : on dit qu'on est en condition de Non Line Of Sight (NLOS), c'est-à-dire que l'on n'a pas une ligne de vision directe. Mais les réflexions et diffractions peuvent également être nuisibles lorsqu'elles font apparaître de multiples chemins possibles entre l'émetteur et le récepteur. »



Drone AR Parrot®

Schéma : exemple de chemins multiples



Un réseau WiFi permet une communication par ondes électromagnétiques entre différents appareils. Les connexions WiFi peuvent se faire suivant plusieurs protocoles de communication dont le protocole standard IEEE 802.11g dont les principales caractéristiques sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Standard	IEEE 802.11g
Débit théorique maximal	54 Mbits/s
Fréquence des ondes électromagnétiques	2,4 GHz
Puissance d'émission maximale autorisée en France	100 mW
Distance de fonctionnement	Intérieur 20 m ; Extérieur 50 m

On aborde les problèmes de transmission entre le drone et le téléphone portable lorsque le drone se déplace à une vitesse de croisière de l'ordre de $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

1. Calculer la longueur d'onde des signaux émis en WiFi.
2. Un tronç d'arbre placé sur le trajet des ondes WiFi est-il susceptible de diffracter ces ondes ? Justifier.
3. La superposition d'ondes ayant parcouru des chemins différents peut provoquer des interférences. À quelle condition obtient-on des interférences destructives ? Dans ce cas, quelle sera la conséquence sur la valeur de la puissance reçue ?
4. τ_1 et τ_2 représentent respectivement les durées du trajet de l'onde A-C-B et A-B entre le drone et le téléphone. On définit la durée $\Delta t = \tau_1 - \tau_2$. Parmi les 5 valeurs de Δt suivantes, indiquer celle(s) qui conduit (conduisent) à des interférences destructives. Justifier votre réponse.

$T/2, T, k.T, k.T + T/2, k.T/2$ k est un entier naturel



EXERCICE N° 2 : ECRAN DE SMARTPHONE

Lorsqu'il est allumé un écran de téléphone portable est constitué de pixels (petits rectangles) de luminosité et de couleurs différentes et qui constituent au final l'image affichée.

Chaque pixel est composé lui-même d'un ensemble de 3 sous-pixels de couleurs respectives rouge, vert et bleu (RVB).

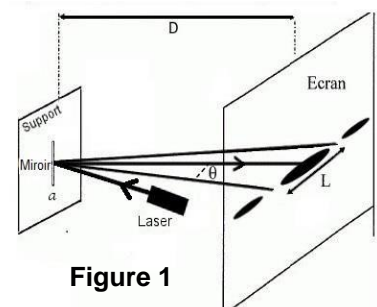


Figure 1

1. Diffraction par un petit miroir

Lorsqu'un faisceau laser rencontre un objet réfléchissant, comme un miroir (que l'on fixe sur un support adapté), suffisamment petit, il se produit un phénomène analogue à celui observé lorsque ce faisceau laser rencontre une fente très fine ou un fil très fin : on observe sur un écran une figure de diffraction obtenue dans ce cas par réflexion.

Données :

- a : largeur du miroir ;
- D : distance entre le miroir et l'écran ;
- λ : longueur d'onde de la lumière laser utilisée ;
- θ : demi-angle (exprimé en radian) délimitant les premiers minima d'amplitude.

- 1.1.** Donner, en le justifiant, un ordre de grandeur possible de la largeur a du miroir si on utilise une lumière visible pour observer une figure de diffraction.

Les deux figures de diffraction par réflexion ci-dessous (Figure 2) ont été obtenues sur un écran avec, pour l'une, un laser vert (n°1) et, pour l'autre, un laser rouge (n°2) et dans les mêmes conditions expérimentales (Figure 1).



Figure 2 : Figures de diffraction par réflexion (à la même échelle)

- 1.2.** Rappeler la relation entre le demi-angle θ , la largeur du miroir a et la longueur d'onde λ des radiations utilisées. En déduire alors le laser utilisé pour chaque figure de diffraction.
- 1.3.** Sachant que le laser rouge utilisé a une longueur d'onde égale à 632,8 nm, en déduire la longueur d'onde du laser vert.

2. Détermination de la taille d'un pixel d'un écran de smartphone

On considère maintenant l'écran d'un smartphone. Il est constitué d'un quadrillage de pixels très petits, que l'on peut considérer comme autant de carrés réfléchissants accolés.

On réalise le dispositif expérimental schématisé sur la **figure 3** et on observe la figure obtenue sur l'écran quadrillé lorsqu'on envoie un faisceau laser sur l'écran du smartphone. La figure obtenue est reproduite figure 4.

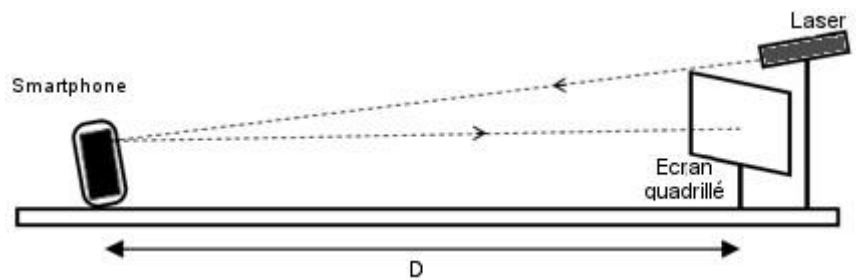


Figure 3 : Schéma du dispositif expérimental

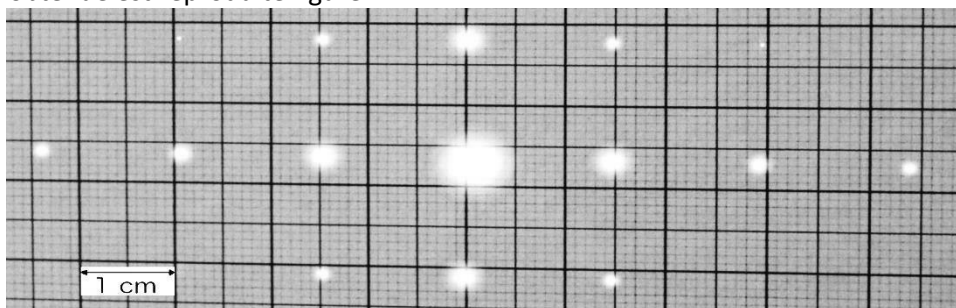


Figure 4 : Figure obtenue sur l'écran quadrillé lors de l'expérience

Données :

- $D = (1,74 \pm 0,03)$ m : distance entre l'écran du smartphone et l'écran quadrillé ;
- $\lambda = 632,8$ nm : longueur d'onde de la lumière laser utilisée.

Cette figure permet de déterminer la largeur d'un pixel. En effet, on peut relier la distance i entre deux points lumineux présents sur l'écran quadrillé à la distance a séparant les centres de deux pixels accolés de l'écran du smartphone par la relation :

$$i = \frac{\lambda \cdot D}{a}$$

- 2.1.** Déterminer le plus précisément possible la distance i entre deux points lumineux.
- 2.2.** En déduire que la valeur de la largeur d'un pixel est proche de 75 μm .

EXERCICE N° 3 : LE BLU-RAY

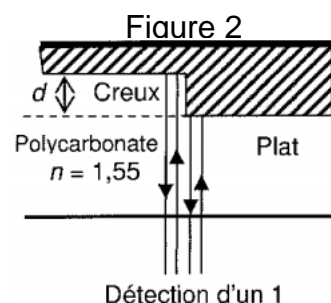
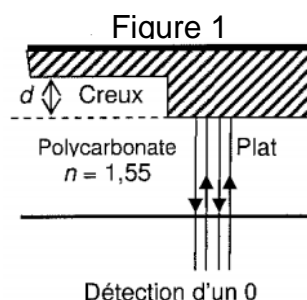
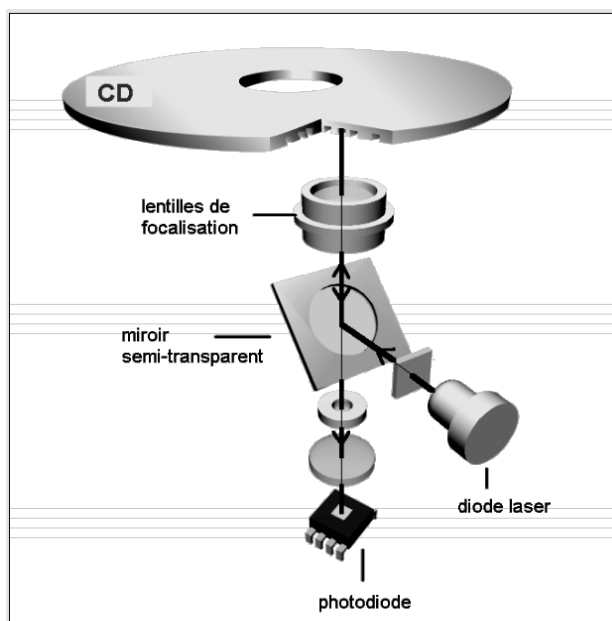
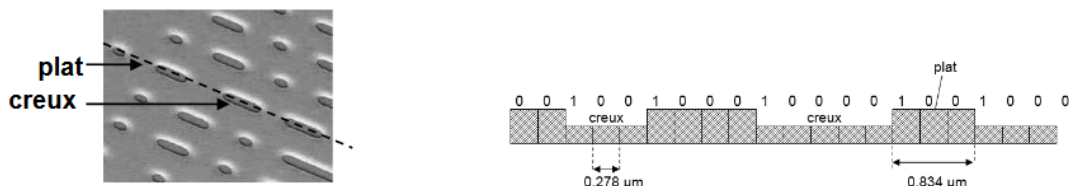
Le document 4 représente le système de lecture du disque.

Le faisceau lumineux, constitué d'une lumière monochromatique de longueur d'onde λ_0 dans le vide est émis par la diode LASER. Il traverse une couche protectrice transparente en polycarbonate dont l'indice est $n = 1,55$, puis il est réfléchi par le disque et détecté par la photodiode. Lors de la détection d'un 0, le faisceau est entièrement réfléchi par un plat ou par un creux (figure 1 document 4). Tous les rayons composant le faisceau ont donc parcouru un même trajet. Lors de la détection d'un 1, le faisceau laser passe d'un plat à un creux ou inversement (figure 2 document 4). Une partie du faisceau est alors réfléchi par le plat et l'autre partie par le creux.

La technique du disque LASER repose sur une méthode optique : un faisceau de lumière cohérente (LASER) vient frapper le disque en rotation. Des cavités de largeur $0,6 \mu\text{m}$, dont la longueur oscille entre $0,833 \mu\text{m}$ et $3,56 \mu\text{m}$, sont creusées à la surface réfléchissante du disque, produisant des variations binaires de l'intensité lumineuse du rayon réfléchi qui sont enregistrées par un capteur.

Plus précisément, lorsque le faisceau passe de la surface plane (plat) à une cavité (creux), il se produit des interférences et la valeur binaire 1 est attribuée. Au contraire, tant que le faisceau reste dans un creux ou sur un plat, le capteur détecte le même faisceau original et fait correspondre à cet état la valeur binaire 0.

L'information binaire peut être ensuite transformée en un signal analogique par un convertisseur.



Document 4

Tous les rayons composant le faisceau n'ont donc pas parcouru le même trajet.

On note ΔL la différence de parcours des deux parties du faisceau qui se superposent et interfèrent lors de leur détection.

Dans le polycarbonate, la longueur d'onde de la lumière monochromatique constituant le faisceau est $\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$.

1. Donner la condition que doit vérifier ΔL pour que les interférences soient destructives.
2. Montrer que la profondeur minimale d du creux s'exprime en fonction de λ , la longueur d'onde de la lumière laser dans le polycarbonate, par la relation : $d = \frac{\lambda}{4}$.
3. Calculer d pour un CD lu par un faisceau LASER de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 780 \text{ nm}$.
4. Dans quel cas le capteur reçoit-il plus de lumière (Figure 1 ou Figure 2) ? Justifier la réponse.