

Matériel et méthodes

Matériel et montage

- Laser, longueur d'onde de 532 nm, 80 mW de puissance
- Générateur de nappe laser
- Photodiodes pour lumière visible (Référence 1685245)
- Ventilateur
- Supports élévateurs
- Banc de translation horizontale Thorlabs, commandé manuellement
- Moteur 10000 RPM
- Photorécepteur CA 400, filtre bas bruit intégré
- Carte Arduino Uno
- Oscilloscope
- Générateur Basse Fréquence

Première étude de la modulation en amplitude du signal lumineux

Le montage utilisé est celui présenté en figure 1. L'objectif est de mettre en évidence le phénomène de modulation de la lumière par une aile d'insecte. Le modèle d'aile d'insecte considéré est un ventilateur à 7 pales (cf. figure 2). Sur chacune d'entre elles est fixée une surface réfléchissante type aluminium. La surface est de 4 cm^2 et positionnée au même emplacement sur chaque pale. La fréquence des pales est d'abord mesurée en plaçant le détecteur dans l'axe du laser et en interposant le ventilateur entre les deux.

Puis, le faisceau est dirigé sur les surfaces réfléchissantes du ventilateur. La lumière diffusée est enregistrée par le détecteur couplé à un oscilloscope. Le montage obtenu est celui de la figure 1. Les enregistrements sont ensuite traités par analyse de Fourier sous Matlab. Cinq tensions différentes sont appliquées au ventilateur, on obtient cinq fréquences différentes. Pour chaque tension, les mesures sont réalisées trois fois.

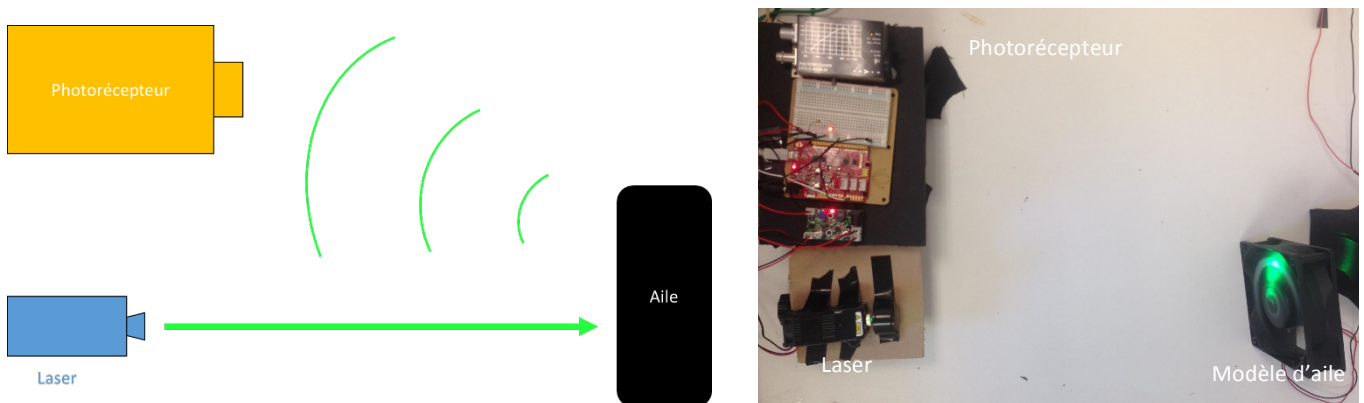


Figure 1 Montage mise en évidence de la modulation laser

Seconde étude de la modulation en amplitude du signal lumineux

Le montage utilisé est similaire à celui présenté en figure 1. L'objectif est le même que précédemment, mais le modèle est affiné. Un moteur 10000 RPM remplace le ventilateur. Une tige peinte en noir avec à son bout une surface réfléchissante (maintenant du scotch) en forme d'aile de moustique ($S = 5 \text{ mm}^2$) est fixée sur l'axe de rotation du moteur.

Le faisceau laser est envoyé sur cette surface. La lumière rétro diffusée est enregistrée par un ensemble de quatre photodiodes située à côté du moteur. Le signal est acquis en temps réel par le biais d'une carte Arduino. Il est ensuite filtré par des filtres passe bas et traité en direct par ordinateur. Par analyse de Fourier, la fréquence de rotation de l'aile est obtenue. L'expérience est réalisée pour cinq tensions différentes, avec trois acquisitions à chaque fois.

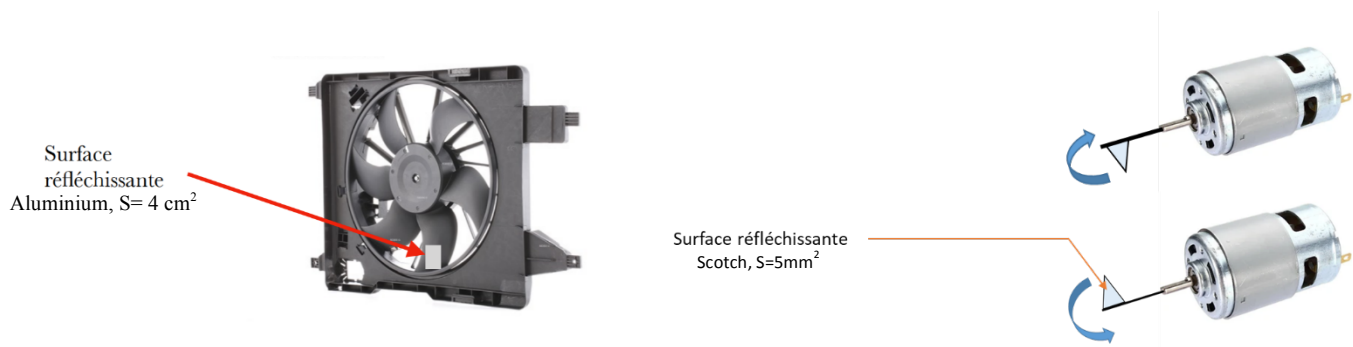


Figure 2: Modèles d'aile de moustique considérés

Fabrication du montage de détection de moustique

Un générateur de nappe laser est ajouté sur le laser utilisé auparavant. Une nappe laser d'une épaisseur de 1 cm est ainsi obtenue. Une rangée de 4 diodes est placée à une des extrémités de la nappe. On obtient un montage correspondant à la figure 3.

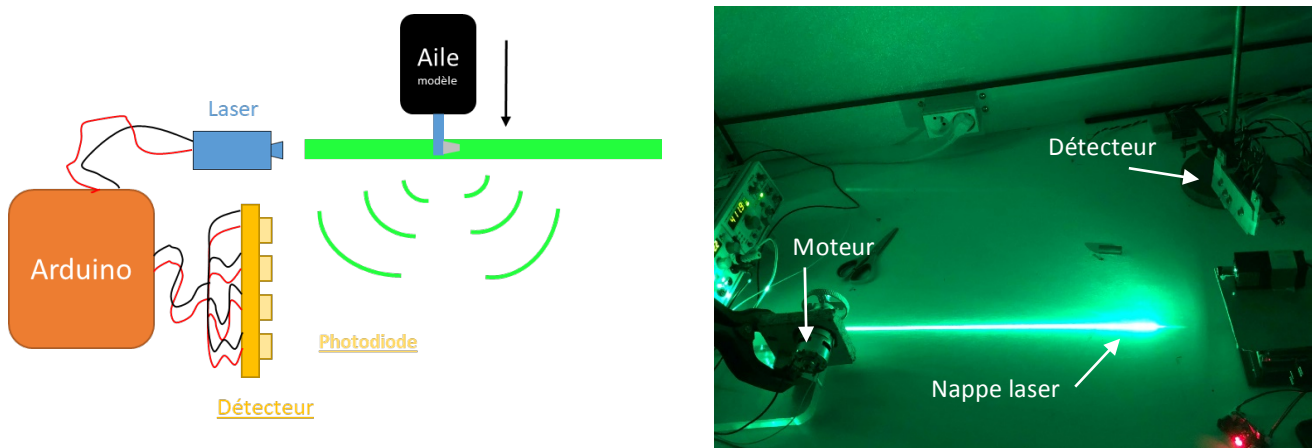


Figure 3: Montage détecteur d'aile de moustique

Caractérisation du détecteur à insecte

L'objectif est maintenant de caractériser la performance de notre détecteur. Notre modèle d'aile de moustique est placé à intervalles réguliers dans la surface de détection. Un quadrillage de la surface de détection est réalisé avec un pas de 2 cm (cf. figure 4). L'origine du quadrillage correspond à la projection d'une photodiode située à 5 cm de la nappe laser. Au total, 15x15 mesures sont faites. La fréquence de rotation du moteur est autour de 140 Hz.

Le rapport signal sur bruit du capteur considéré est mesuré, et on observe si la fréquence de rotation du moteur est bien obtenue. Empiriquement, il a été déterminé que le prototype est capable de détecter la fréquence du modèle d'aile de moustique lorsque le rapport signal sur bruit est supérieur à 3. Une carte de la surface de détection est ensuite réalisée. Elle indique où dans la zone considérée la fréquence du moteur est détectée.

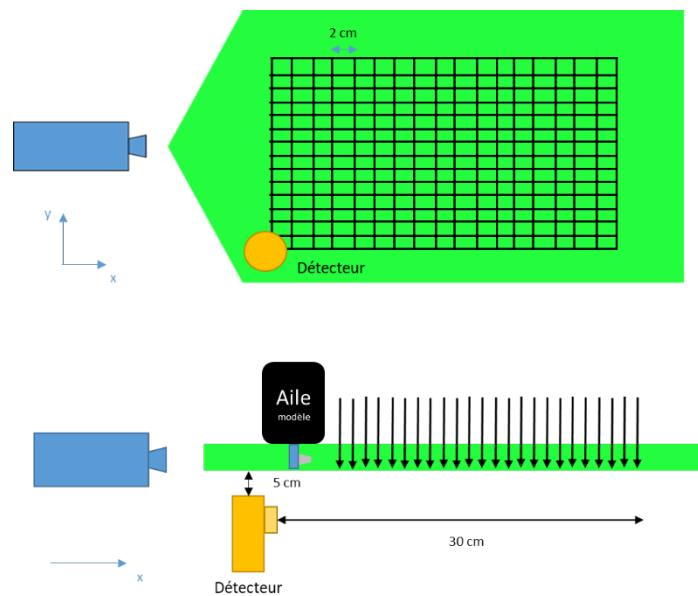


Figure 4: Schéma du protocole de caractérisation de la performance de notre montage. Le quadrillage indique où des mesures ont été prises (aux intersections)