Étude expérimentale de la sélectivité optique d'un détecteur à infrarouge passif (PIR)

Ayant des poules chez moi, il arrivait que lorsqu'un animal comme un renard ou une fouine rentrait dans le jardin, le détecteur de mouvement à infrarouge le détectait et déclenchait l'alarme.

Professeur encadrant du candidat :

M. Claire

Positionnement thématique :

Physique — Optique

Physique — Ondes

Sciences industrielles — Capteurs et instrumentation

Mots clés :

Français	**English**
Lentille de Fresnel	Fresnel lens
Filtrage optique	Optical filtering
Rayonnement infrarouge	Infrared radiation
Détecteur pyroélectrique	Pyroelectric detector
Détection passive	Passive detection

Bibliographie commentée :

Les détecteurs infrarouges passifs peuvent repérer le mouvement d'un corps en utilisant la chaleur qu'il émet. Dans ces systèmes, les lentilles de Fresnel ont un rôle important dans la façon dont le rayonnement arrive sur le capteur. Leur forme influence les zones où le détecteur peut voir et la réponse du système. Étudier ces lentilles permet donc de se demander si un filtrage optique peut rendre un détecteur passif plus sélectif.

Le document [1] décrit les principes de la détection PIR, le rôle du capteur pyroélectrique et l'usage des lentilles pour diviser le champ de détection en plusieurs zones. Il sert de base théorique pour comprendre la détection. Il aide aussi à repérer les paramètres qui peuvent influencer les performances du système, comme la distance de détection et la vitesse de la source.

Les références [1] et [2] aident à comprendre comment une lentille de Fresnel permet de focaliser la lumière tout en réduisant l'épaisseur et la taille du système optique.

Les auteurs présentent la conception et la caractérisation d'un réseau de lentilles de Fresnel qui intègre un filtrage optique pour un détecteur infrarouge passif. Leur travail montre que la conception optique peut servir à modifier la sortie optique du détecteur. Cela permet aussi d'améliorer sa capacité à distinguer certaines configurations de détection. [4]

Enfin, les travaux sur l'optimisation des lentilles de Fresnel pour les détecteurs PIR permettent d'approfondir l'influence des paramètres géométriques sur les performances optiques. On peut adapter cette méthode en faisant varier un paramètre que l'on peut modifier lors de l'expérience, puis en étudiant son influence sur le signal mesuré. [5]

Problématique retenue :

Dans quelle mesure le système optique d'un détecteur à infrarouge passif permet-il de sélectionner certaines formes au détriment d'autres ?

Objectifs du TIPE :

Le premier objectif est de comprendre le fonctionnement d'une lentille de Fresnel et son rôle dans la distribution optique du rayonnement infrarouge reçu par un détecteur passif. Il s'agira ensuite de caractériser expérimentalement l'influence de la géométrie de la lentille et du corps sur le signal délivré par le capteur.

Enfin, les résultats seront comparés par rapport à la forme de corps détecté ou avec une configuration optique différente, afin d'évaluer la capacité du dispositif à privilégier certaines distributions optiques du rayonnement.

Liste de références bibliographiques :

[1] Référence principale — filtrage spatial

CIRINO, Giuseppe A., BARCELLOS, Robson, MORATO, Spero P., BERECZKI, Allan et NETO, Luiz G. « Design, fabrication and characterization of Fresnel lens array with spatial filtering for passive infrared motion sensors ». Proceedings of SPIE, vol. 6343, article 634323, 2006. DOI : 10.1117/12.707928.

[2] Bases de la détection PIR

MARTINSONS, Christophe. Les fondamentaux de la détection infrarouge passive (PIR) dans le bâtiment. Support de formation, CSTB, 2014.

[3] Conception optique des lentilles de Fresnel

DAVIS, Arthur et KÜHNLENZ, Frank. « Optical Design using Fresnel Lenses ». Optik & Photonik, vol. 2, no 4, 2007, p. 52–55. DOI : 10.1002/opph.201190287.

[4] Étude des lentilles de Fresnel pour la vision

GRULOIS, Tatiana. Étude de l'apport des lentilles de Fresnel pour la vision. Thèse de doctorat, Université Paris-Saclay, 2015. Archive ouverte HAL.

[5] Optimisation des lentilles pour les détecteurs PIR

« Optimized Fresnel lens design for enhanced Passive infrared sensors in advanced security monitoring systems ». Results in Optics, vol. 19, 2025, article 100821. DOI : 10.1016/j.rio.2025.100821.

DOT :

[1] Compréhension du fonctionnement d'un capteur infrarouge et d'une lentille de Fresnel à l'aide d'études théoriques et expérimentales.

[2] Formation d'un système optique expérimental permettant de sélectionner les formes verticales plutôt qu'horizontales