



A PROPOS D'UN LASER GAME

Projet IETI - S6

HELAS Pierre
GOSTIAUX Gabriel
FIDAHOUSSEN Samuel
FONTAINE Baptiste

Nous attestons que ce travail est original, que nous citons en référence toutes les sources utilisées et qu'il ne comporte pas de plagiat.

3 juin 2022

Table des matières

1	Présentation globale	2
1.1	Concept	2
1.2	cahier des charges	2
2	Conception et réalisation	2
2.1	Système d'émission laser	2
2.2	Système de réception	4
2.3	Système numérique - communication	6
2.3.1	Unité joueur	6
2.3.2	Unité centrale	6
3	Difficultés rencontrées	7
4	Conclusion	7

Résumé

Ce document témoigne du travail fourni pendant les séances du projet iéti ; et propose un récapitulatif théorique et expérimental de ce qui a été fait tout en exposant de nouvelles pistes de réflexion pour faire évoluer le projet et une conclusion à ce travail de groupe.

1 Présentation globale

1.1 Concept

Notre projet consiste à développer un prototype de "Laser Game" : un système d'émission laser avec un système de réception qui permet ainsi de faire un jeu dans lequel si quelqu'un touche une autre personne dans un endroit spécifique, des points lui sont attribués.

Problématique : Comment réaliser un tel système permettant de jouer dans n'importe quelle conditions ?

1.2 cahier des charges

Notre dispositif devra réaliser les fonctions suivantes :

- avoir un système d'émission laser (à l'aide d'une simple diode laser) qui pourra émettre un signal lumineux que l'on pourra modifier selon l'armure : le laser devra être émis via un gâchette, sur une distance d'au moins 10m.

- avoir un système de réception efficace (montage avec un photodétecteur).

- Ce montage doit se trouver dans des capteurs de plus grandes dimensions qui permettra aux joueurs de la partie de pouvoir tirer un peu partout sur le capteur et qu'il y ait dans ce cas toujours un signal reçu.

- Chaque armure communique avec un serveur dont le but général est de pouvoir créer un système de point entre les joueurs entre ceux touchés et ceux qui touchent (ce système doit afficher l'état du joueur via un signal lumineux)

- créer plusieurs capteurs à placer sur différentes parties du corps à l'issue de la fin du projet.

- l'ensemble final du projet doit consister en un plastron muni de différents capteurs ainsi que d'un laser monté sur une "fausse arme" relié par un câble au plastron.

2 Conception et réalisation

2.1 Système d'émission laser

Dans cette partie nous verrons l'ensemble des éléments constitutifs du système d'émission laser :

Nous avons décidé de partir sur un système d'émission laser utilisant comme source émettrice une diode laser de longueur d'onde 650 nm avec la référence suivante : LFD650-0.4-12.

Dot laser, red, 650 nm, 0.4 mW				
LFD650-0.4-12(9x20)				
Order Number: 70108507				
Main Parameters (*)	min	typ	max	Unit
Wavelength		650		nm
Optical Diode Power	0.2	0.4	0.4	mW
Operating Voltage	3	3	12	V DC
Operating Current	5	15	25	mA
Operating Temperature	-20		40	°C
Storage Temperature	-40		80	°C
Stammdaten				
Warranty	1 Jahre			

Features	
•	Compact size
•	Laser Class 1
•	Low power consumption
•	Operating Voltage 3-12V DC
•	Low cost

Picture	

FIGURE 1 – diode laser utilisée

Par ailleurs, la diode laser devra être alimentée via une carte Nucléo (ou arduino) puisque le système d’émission va se situer dans un canon et de fait, il faudra utiliser un transistor pour alimenter la diode laser selon le Schéma suivant.

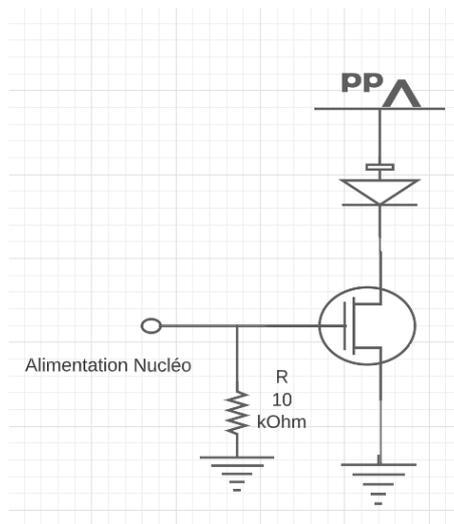


FIGURE 2 – schéma d’alimentation du laser dans le canon

Il faut maintenant penser à la forme du rayon laser. En effet, le faisceau doit avoir un rayon important pour s’assurer qu’il touche bien la cible.

La solution privilégiée est celle d’une lunette afocale : Cette dernière permettrait en fonction de la focale de l’oculaire et de l’objectif d’agrandir la taille du faisceau en sortie du canon. Ainsi, il serait plus simple pour le joueur d’atteindre une des cibles sur l’adversaire

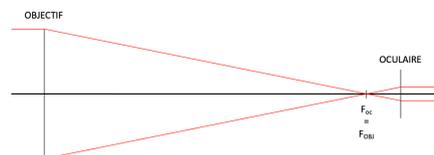


FIGURE 3 – lunette afocale

$$\frac{f'_{oculaire}}{f'_{objectif}} = \frac{\phi_{sortie}}{\Phi_{entrant}}$$

$$f'_{oculaire} + f'_{objectif} = \Delta e$$

avec Φ_i le diamètre du faisceau considéré et Δe , la distance entre l'oculaire et l'objectif.

Nous avons donc choisi deux lentilles de focales 10mm et 100mm fournies par le Lense.

Enfin, Pour assembler l'ensemble de ces éléments, nous avons choisi d'imprimer en 3D un pistolet et donc un canon grâce à SolidWorks selon l'image suivante :



FIGURE 4 – Canon utilisé pour le laser

Cependant, nous avons eu des problèmes d'impression du Canon, puisqu'à chaque impression effectuée, l'impression ne marchait pas et au final, il ne nous restait que la moitié du canon.

2.2 Système de réception

Pour recevoir le signal, nous sommes parti sur un système de photodétection à l'aide d'une photodiode dans le montage suivant :

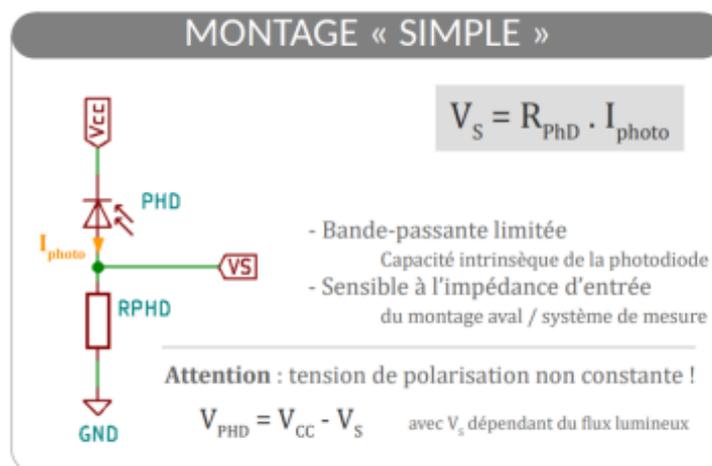


FIGURE 5 – montage de photodétection

Par ailleurs, le choix du montage dépend de la bande passante que l'on veut, sachant que dans notre cas le montage simple peut suffir.

On cherche à filtrer le signal détecté par la photodiode afin de différencier si le tir viens d'un membre de notre équipe ou de l'équipe adverse. Nous avons donc choisis d'équiper une équipe avec un filtre passe-bas et l'autre avec un filtre passe haut afin d'atténuer fortement le signal correspondant à la fréquence de sa propre équipe.

On détecte ensuite à l'aide d'une carte nucléo tout signal dépassant un certain seuil. Pour filtrer le signal, nous ne pouvons pas utiliser d'ALI classique avec une alimentation +15/-15 dans l'optique ou le montage doit être au final alimenter par une batterie. Nous avons donc réaliser nos filtres avec deux cellules RC et avec une fréquence de coupure autour de 5000 Hz afin de séparer l'équipe à 1 kHz et celle à 10 kHz.

Une fois que l'on détecte un signal dépassant la valeur de seuil, la carte nucléo allume une LED signalant que le joueur est touché et transmet l'information au serveur qui comptabilise les points de la partie.

Voici le schéma pour l'équipe qui possède le filtre passe-bas :

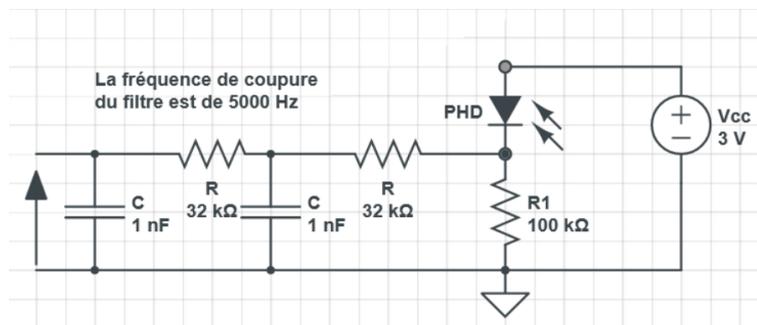


FIGURE 6 – Schéma électrique du filtre Passe-Bas

Nous avons ensuite chercher à élargir de capteur car dans un réel jeu de Laser Game, Il serait très difficile de tirer sur des cibles de la taille d'une photodiode. Après différentes tentatives, nous avons imprimé en 3D des capteurs en plastique qui permettent de diffuser la lumière.

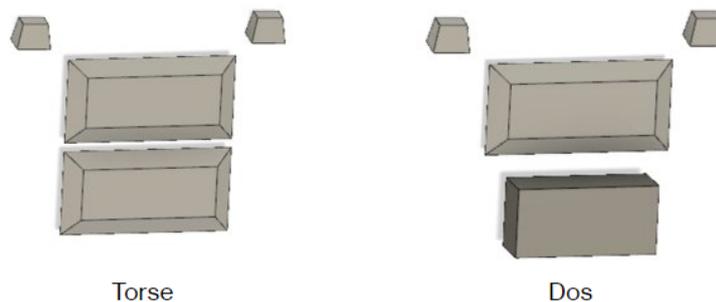


FIGURE 7 – capteurs utilisés

C'était pour nous une solution optimale en terme de faisabilité et de simplicité mais leur efficacité n'est pas assez bonne pour utiliser cette solution lors d'une vraie partie.

Comme piste d'amélioration, nous avons appris que très tard l'existence des ALI avec une alimentation 0/9V qui pourrait nous permettre d'avoir un gain plus important sur notre

montage. Enfin nous avons choisis de différencier seulement les équipes et pas les joueur mais l'idéal aurait été de transmettre l'identité de chacun des joueur dans l'impulsion du tir.

2.3 Système numérique - communication

On pourra trouver les fichiers de code au format .txt sur ce lien [OneDrive](#).

2.3.1 Unité joueur

Cablage On utilise un module nRF24L01P sur un microcontrôleur de type carte [nucléo L-476-RG](#) pour répondre à la problématique de communication inter-carte. On trouvera le câblage précis, le détail de la librairie MBED et un exemple de type "Hello World!" sur cette page [module nRF24L01P doc](#).

Pour être ludique, l'armure dispose de différents capteurs disposés près de zones plus ou moins difficiles à toucher. Le système de point reflète cette difficulté en octroyant plus de points aux zones les plus difficiles à atteindre : ces capteurs sont branchés sur les broches d'entrée analogique de la carte nucléo (A0, A1, ...).

Code Le code construit utilise deux fonctions, `setup()` qui initialise le module nRF24L01P en fixant le mode (transmission ou réception) et la taille maximum du message envoyé/reçu ; et la fonction `emit(char *txt)` qui permet d'envoyer les messages.

La fonction `main()` est constituée d'une boucle `while(1)` qui modifie la valeur d'une constante "message" si la tension des broches A0, A1, ... dépasse un certain seuil, envoie le message de touche reçue à l'unité centrale, avant de déconnecter l'armure pour 10 secondes. Le message est constitué de deux chiffres, le premier indiquant l'équipe ayant reçu la touche, le second chiffre indique la zone touchée (et donc le nombre de point à attribuer).

2.3.2 Unité centrale

Cablage L'unité centrale n'a besoin que du module nRF24L01P pour communiquer avec les autres joueurs. L'affichage se fait par connection serial, mais on peut envisager de brancher un écran LCD pour l'affichage des points. On pourrait même imaginer implémenter des LCD sur chaque unité joueurs, et demander à l'unité centrale de transmettre le score en temps réel à chaque joueurs. A priori, c'est faisable avec le montage dont on dispose, ainsi que le programme qu'on a construit, mais par manque de temps, cela n'a pas été réalisé.

Code Le code utilise quatre fonctions et trois threads, la fonction `main()` est constitué du lancement de ces trois threads et d'une boucle `while(1)` vide. On retrouve la fonction `setup()`, puis on découvre la fonction `receive()` similaire à la fonction `emit()`, et qui modifie un entier en le message reçu.

Ensuite on utilise une fonction `add_points()` qui permet d'attribuer les points correspondants à la touche communiqué à la bonne équipe en utilisant une fonction `switch()`. Enfin on utilise une fonction `score()` qui affiche via la liaison serial le score sur Teraterm.

On notera qu'on utilise un mutex pour protéger les scores des équipes lors des modifications de points et des affichages.

3 Difficultés rencontrées

Plusieurs difficultés se sont montrés lors de l'ensemble des séances du projet :

D'une part, les photodiodes et les lasers employés saturaient assez rapidement ; de fait, leur exploitation était assez problématique notamment pour des problèmes de réception.

Une autre difficulté correpondait aux impressions en 3D : en effet, les impressions en 3D sont pour la plupart du temps assez hasardeuses et, à cause de cela, on ne sait vraiment jamais si nos pièces vont être opérationnels, en témoigne l'impression du canon qui a été un échec lors de toutes les impressions. De plus, les impressions sont pour la plupart du temps assez longues...

Les contraintes temporels se sont également révélés être un problème puisqu'il a été difficile de tout développer avec le temps imposer et de fait, il a été difficile pour nous de rassembler toutes le parties pour faire le système au complet.

4 Conclusion

Ce projet s'est avéré instructif à la fois en termes de travail de groupe et d'innovation (gestion de la communication, conception et réalisation du système d'émission et de réception...). Nous avons atteint l'ensemble des objectifs fixés bien que nous n'ayons pas eu assez de temps pour finir l'assemblage final du prototype.

Plusieurs axes d'améliorations sont possibles néanmoins :

Ici, nous nous sommes proposés de se faire affronter deux équipes mais on aurait pu se faire affronter les joueurs les uns avec les autres ; il aurait fallu faire au niveau du code et de la réalisation des filtres, rajouter plusieurs fréquences par joueurs au lieu de deux fréquences pour deux équipes.

On peut également repenser le système de détection puisque le notre est resté assez basique et nous pensons qu'il peut être amélioré.

Pour l'impressions du canon et des capteurs, l'acquisition d'une imprimante 3D plus performante est évidemment meilleure pour notre projet.

En plus ce cela, on aurait pu changer le nombre de points reçu en fonction de la zone du corps touchés.

Table des figures

1	<i>diode laser utilisée</i>	3
2	<i>schéma d'alimentation du laser dans le canon</i>	3
3	<i>lunette afocale</i>	3
4	<i>Canon utilisé pour le laser</i>	4
5	<i>montage de photodétection</i>	4
6	<i>Schéma électrique du filtre Passe-Bas</i>	5
7	<i>capteurs utilisés</i>	5