



Diplôme d'ingénieur en Électronique et Systèmes Robotisés

Rapport d'alternance

3 ans d'apprentissage en équipe R&D

Comptage des piétons avec des caméras & capteurs

Jeong Hyun AHN

Tuteur entreprise :

Thomas NENNER

Andrés BURBANO (ancien)

Tutrice académique :

Isabelle VIN

Année universitaire 2021/2022

Soutenance, le 5 sept. 2022

Remerciements

Avant tout développement sur cette expérience professionnelle, je souhaite débuter par des remerciements, à ceux qui m'ont beaucoup appris au cours de ces trois années d'apprentissage, guidée, aidée et soutenue.

Je remercie avant tout mon maître d'apprentissage Monsieur Thomas NENNER et mon ancien maître d'apprentissage Monsieur Andrés BURBANO qui m'ont fait confiance, formé et accompagné tout au long de cette expérience professionnelle avec beaucoup de patience et de vivacité.

Je remercie Madame Isabelle VIN, ma tutrice pédagogique et ma mentore, qui m'a beaucoup guidé et qui a su m'aider lorsque je rencontrais des difficultés ainsi que d'être venu me rendre des visites au sein de l'entreprise.

Je tiens également à remercier l'ensemble des personnels de Shopline Electronic pour les conseils qu'ils ont pu me prodiguer au cours de ces trois années d'apprentissage. Plus particulièrement, Monsieur Alassane MBOUP et Monsieur Pavel THIA, qui ont toujours su répondre à mes interrogations. Je remercie également Monsieur Dian DIAKITÉ, un ancien employé de Shopline Electronic qui continue à travailler avec nous en tant qu'ingénieur conseil.

Enfin, je remercie les enseignants ainsi que tous les personnels de Polytech Paris-Saclay qui ont toujours su m'aider lorsque je rencontrais des difficultés et d'avoir pris le temps de m'expliquer lorsque je ne comprenais pas un sujet.

Table des matières

Remerciements.....	2
Résumé	6
Abstract	6
Introduction.....	7
1. Présentation de l'entreprise : Shopline Electronic	8
1.1. Historique, secteur d'activité et produits.....	8
o Organisation de l'entreprise : équipes et services.....	8
1.2. Les capteurs de l'entreprise	9
1.2.1. Les capteurs d'intérieur	9
1.2.2. Les capteurs d'extérieur.....	10
1.3. Mon rôle dans l'équipe R&D pour la période 2022/2023	11
1. Présentation et bilan des missions menées durant les trois années.....	12
1.1. Mission n° 1 : dépannage des produits IoT situés au jardin de Luxembourg	12
1.1.1. Présentation du client et le contexte.....	12
1.1.2. Déroulement de la situation	13
1.1.3. Ma mission : dépannage, modification du produit	13
1.1.4. Contraintes.....	13
1.1.5. Réflexion sur la fonction d'ingénieur au regard de cette mission	13
1.2. Mission n°2 : test de nouveau produit (caméra stéréo ou 3D) avant sa sortie	14
1.2.1. Contexte.....	14
1.2.2. Comprendre la différence entre un caméra stéréo/mono	14
1.2.3. Présence d'un protocole déjà existant.....	14
1.2.4. Mission.....	15
1.2.5. Contraintes.....	15
1.3. Mission n°3 : trouver un composant alternatif	16
1.3.1. Contexte.....	16
1.3.2. Tâches à réaliser	16
1.3.3. Contraintes.....	16
1.4. Mission n°4 : développement d'un nouveau produit.....	17
1.4.1. Contexte.....	17
1.4.2. Étude détaillée du produit « lanterne ».....	17
1.4.3. Détection de vélos par capteur « LIDAR »	23
1.4.4. Création d'un code informatique python	28

1.4.5.	Création d'une carte électronique avec le logiciel ALTIUM DESIGNER	29
1.4.6.	Programmation du microcontrôleur.....	34
1.4.7.	Étude de la partie extérieure et du design du produit de détection de vélo par LIDAR	35
1.4.8.	Perspectives de poursuite du projet	36
1.5.	Autres travaux effectués durant mon projet	36
1.5.1.	Caractérisation d'une cellule de détection PIR	36
1.5.2.	Modification du dessin électronique d'une carte batterie sur ALTIUM DESIGNER	37
1.5.3.	Pré visite dans une boutique	38
1.6.	Organisation et planification de la mission	39
1.7.	Compétences techniques et professionnelles acquises	40
1.8.	Réflexion sur la fonction d'ingénieur au regard de la mission réalisée.....	40
2.	Parcours professionnel durant les trois années d'apprentissage : de technicien supérieur à ingénieur	
	41	
1.	Évolution des missions durant les trois années.....	41
2.	Évolution de la perception de son rôle d'apprenti	41
3.	Évolution personnelle et professionnelle en trois ans	41
3.	Retour d'expérience	42
	Conclusion	43
	Bibliographie / Annexes.....	44

Table des figures

Figure 1 : Schéma bloc de la structure générale du capteur des piétons "lanterne"	18
Figure 2 : schéma électrique d' une carte électronique nommée « carte PIR ».....	18
Figure 3 : carte électronique PIR	Error! Bookmark not defined.
Figure 4 : face arrière carte PIR soudée.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 5 : face avant carte PIR soudée.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 6 : dessin électronique de la carte batterie	20
Figure 7 : carte électronique batterie montée et soudée	20
Figure 8 : dessin de la carte électronique NOEUD - carte émission radio	21
Figure 9 : vue de côté carte électronique nœud	22
<i>Figure 10 : face avant carte NŒUD soudée</i>	22
Figure 12 : câblage du LIDAR	23
Figure 13 : Schéma de la structure générale du capteur des piétons "lanterne".....	24
Figure 14 : Schéma de la structure générale du capteur des vélos "LIDAR".....	24
Figure 15 : schéma et photo de l'expérience test : passages d'un vélo devant le LIDAR	25
Figure 16 : distance en fonction du temps - passage d'un vélo devant le lidar à deux distances différentes par alternance	25
Figure 17 : schéma d'analyse et d'identification de la courbe caractéristique du passage d'un vélo.	26
Figure 18 : logiciel CELL WRITER.....	27
Figure 19 : Schéma de la structure générale du capteur des vélos "LIDAR".....	29
Figure 20 : Photos montrant le fonctionnement du TAG Connect	31
Figure 21 : Photos de la carte électronique LIDAR avec ses composants soudés	33
Figure 22 : Photos de la carte électronique lidar avec le lidar monté dessus par l'intermédiaire d'une équerre en FER	33
Figure 23 : schéma du prototype.....	35

Résumé

Ce rapport décrit les activités confiées à moi au cours de ces trois dernières années d'apprentissage au sein de Shopline Electronic, où j'ai eu ma première expérience professionnelle en tant qu'ingénieur dans les domaines d'électronique et d'informatique industrielle.

Shopline Electronic est une petite entreprise à Versailles d'une dizaine d'employées. On y développe et vend différents types d'appareil de comptage. Je fais partie de l'équipe Recherche et Développement de cette entreprise où j'ai appris à former et encadrer des stagiaires, à faire des dessins techniques des objets jusqu'à l'impression de ceux-ci avec une imprimante 3D, à lire et comprendre des programmes écrits en C, etc.

J'avais l'opportunité de mettre en pratique les connaissances que j'ai acquises à l'école à travers cette expérience.

Au cours de cette dernière année d'apprentissage, j'ai pu développer un nouveau produit avec des nouveaux stagiaires. Ce dernier grand projet sera présenté de manière détaillée et approfondie après la présentation d'autres missions que j'ai réalisé durant mon apprentissage.

Abstract

This report describes the activities entrusted to me during these last three years of apprenticeship within Shopline Electronic, where I had my first professional experience as an engineer in the fields of electronics and industrial computing.

Shopline Electronic is a small company in Versailles (France) with about ten employees. We develop and sell different types of counting devices. I am part of the Research and Development team of this company where I learned to train and supervise trainees, to make a technical drawing of an object until printing it with a 3D printer, to read and understand a program written in C, etc.

I had the opportunity to put into practice the knowledge I acquired at school during my three years of apprenticeship.

During this last year of apprenticeship, I was able to develop a new product with new trainees. This last major project will be presented in detail and in depth after presenting other missions that I carried out during my apprenticeship.

Introduction

Dans le cadre de ma formation universitaire à Polytech Paris-Saclay, j'ai été amené à effectuer une alternance pendant les trois années de cycle d'ingénieurs en Électronique et Systèmes Robotisés. Ce programme a un double objectif : d'une part, il constitue une expérience professionnelle d'une durée de 3 ans. D'autre part, il permet de mettre en pratique les enseignements scientifiques et technologiques dispensés à l'université.

L'activité de Shopline Electronic est centrée sur le comptage des personnes. Ces statistiques sont utiles en magasins, où elles fournissent essentiellement le taux de transformation (nombre de ventes sur nombre de visiteurs). Le comptage est aussi utilisé dans les centres commerciaux, dans les jardins, en ville, etc.

Ce dossier constitue le rapport de mes trois années d'apprentissage effectué depuis le juillet 2019 jusqu'en fin août 2022 au sein de la société Shopline Electronic. Il porte sur la mission de fabrication ainsi que l'étude et le développement, tests de nouveaux systèmes électroniques pour le comptage de personnes, etc. Ma mission était centrée sur le développement et la recherche.

1. Présentation de l'entreprise : Shopline Electronic

1.1. Historique, secteur d'activité et produits

Shopline Electronic a été créé en 1996 avec l'objectif de créer et développer des systèmes de comptage de visiteurs et de véhicules. La fabrication se déroule au sein des ateliers de la société et les cartes électroniques sont sous-traitées.

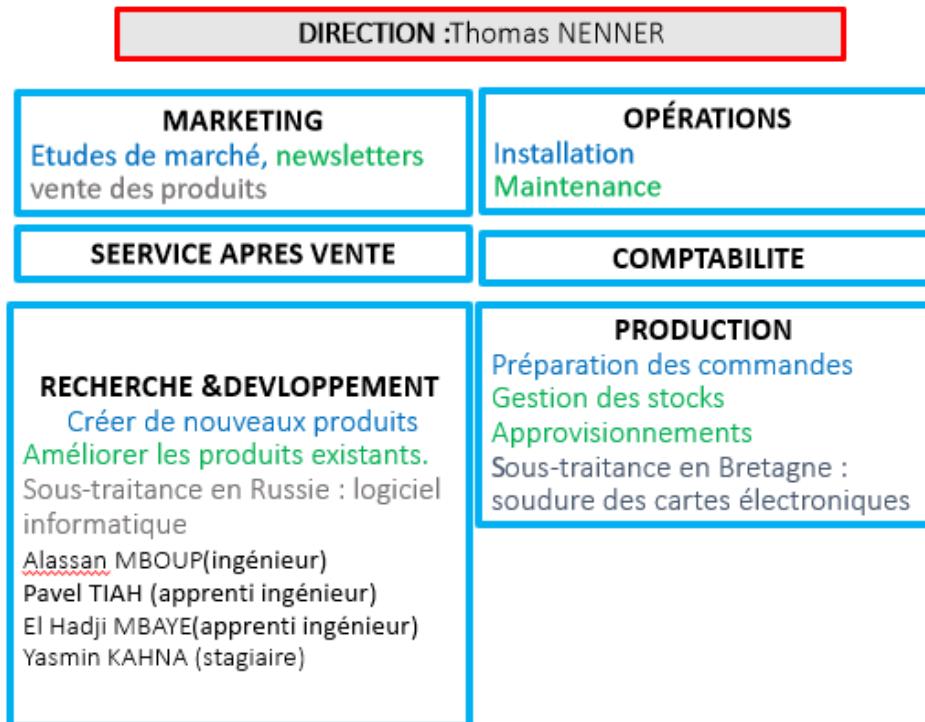
L'activité principale de l'entreprise est le comptage de personnes. L'objectif est l'analyse de la fréquentation de différents lieux ou établissements.

Le secteur d'activité se divise en deux parties :

- Le comptage de personne en intérieur (boutiques, offices de tourisme).
- Le comptage de personne en extérieur (sentiers, chemins touristiques).

Les dispositifs mis en place permettent d'évaluer les pics d'affluence afin d'améliorer le taux de satisfaction des clients et des usagers en mesurant l'impact d'une campagne promotionnelle ou d'investissements (efficacité, rentabilité, etc.)

- Organisation de l'entreprise : équipes et services



1.2. Les capteurs de l'entreprise

Les capteurs de comptage qui sont utilisés sont les suivants :

1.2.1. Les capteurs d'intérieur

Parmi les produits d'intérieur, il y a une cellule latérale : La LUCIE et les autres produits sont des dispositifs qui se placent au plafond.

Produit	Photos	Description	Prix €
Caméra 3D Stéréoscopique		<ul style="list-style-type: none"> • Comptage entrées sorties • Distinction des adulte/enfants • Précision absolue (98 %) • Evite le comptage de caddies et des poussettes • Hauteur sous plafond : entre 2.5 m et 10 m • Données statistiques disponibles en temps réel dans la boutique 	1200
Caméra 2D_Shop		<ul style="list-style-type: none"> • Modèle économique • Comptage des entrées et des sorties • Fiabilité de 95 % • Dimensions 9.5 x 12.5 x 4 cm 	800
LUCIE		<ul style="list-style-type: none"> • Détection infrarouge • Dimensions : 5,5 x 4,2 x 2,9 cm • Performances avec réflecteur : jusqu'à 10m. 	170
Caméra 3D		<ul style="list-style-type: none"> • Distinction des adultes/enfants • Précision absolue (98 %) • 2 objectifs 	1200

Il existe deux façons de récupérer les données des capteurs :

- Pour la cellule LUCIE : le capteur est connecté à un concentrateur de comptage (CBOX) qui va concentrer, stocker et envoyer les données à un PC afin de les visualiser à l'aide d'un logiciel en temps réel.



- Les autres capteurs écrivent directement sur un PC ou un serveur.

1.2.2. Les capteurs d'extérieur

Les deux produits d'extérieur sont des produits voisins. Le « poteau » est un produit pour le milieu naturel et la « lanterne » est un produit pour le milieu urbain.

Produit	Photo	Description	Prix €
Poteau		Autonome en énergie Détection des piétons en extérieur	1500
Lanterne		Autonome en énergie Détection des piétons en extérieur	1500

1.3. Mon rôle dans l'équipe R&D pour la période 2022/2023

L'entreprise Shopline Electronic développe et commercialise principalement des appareils de comptage de piétons. Il y a beaucoup de produits qui sont déjà vendus et développés. Mais, comme la demande des clients varie avec le temps, nous continuons à développer des nouveaux produits pour satisfaire leur demande.

Mon travail dans l'équipe R&D consistait à développer ces nouveaux produits avec des stagiaires pour satisfaire cette demande évolutive et modifier les produits existants dans le cas où une simple modification suffise.

Au cours de cette dernière année d'apprentissage, afin d'élargir le champ d'action de notre entreprise, nous avons essayé de concevoir un capteur de comptage de vélos, vu que l'utilisation de vélos en ville, dans les sentiers touristiques et dans les forêts est en forte croissance. La mission principale, cette année, a été donc de développer et de concevoir cet appareil de détection des vélos. C'est un capteur qui se situera en extérieur, au bord de pistes cyclables, de sentiers touristiques et forestiers.

La première partie de cette mission consistait en l'étude et l'apprentissage du fonctionnement de l'appareil extérieur de comptage de piétons « lanterne » afin de pouvoir travailler avec le capteur de vélos qui aura la même structure.

Suite à cela, nous avons étudié la carte électronique de détection de vélos qui va remplacer la partie électronique qui détectait les piétons. Ensemble, nous avons effectué différentes analyses de données du capteur des vélos.

Ensuite nous avons déterminé les données qui caractérisent un passage de vélo et nous avons créé avec l'informaticien associé au projet, un compteur qui va s'incrémenter à chaque fois qu'un vélo passera.

Ensuite nous avons créé une carte électronique qui permet de se connecter à ce capteur par le logiciel de conception de cartes électroniques ALTIUM. Cette carte électronique sera connectée à d'autres cartes électroniques spécifiques afin d'avoir un capteur autonome en énergie.

Enfin, la dernière partie du projet a consisté en l'étude de la partie esthétique du produit, du design extérieur.

Mon rôle décrit dans cette partie sera présenté en détails dans la partie « 2.4. Mission n°4 : développement d'un nouveau produit » après la présentation d'autres missions.

1. Présentation et bilan des missions menées durant les trois années

Un total de quatre missions jugées intéressantes seront présentées dans ce rapport. Les trois premières missions seront présentées de manière brève étant donné que ces missions font partie des projets déjà présentées dans les rapports précédents.

Mais, la quatrième mission ou plutôt le projet « Lidar » sera présentée de manière plus détaillée et technique.

J'ai décidé de vous présenter de cette manière-là pour vous montrer mes compétences techniques et professionnelles acquises durant ces trois dernières années.

1.1. Mission n° 1 : dépannage des produits IoT situés au jardin de Luxembourg

1.1.1. Présentation du client et le contexte



Le Sénat de Paris a fait un appel d'offres pour compter le nombre d'entrées des piétons au jardin de Luxembourg. Shopline Electronic a installé suite à l'accord, douze produits IoT sous forme d'un poteau noir à chaque entrée du jardin. Ce produit nommé « poteau urbain » utilise la carte Nucléo de ST Microelectronics, des panneaux solaires, un émetteur et un récepteur infrarouge pour compter les piétons et envoie ces données au serveur via le service Objenious de Bouygues Télécom.

1.1.2. Déroulement de la situation

Selon le cahier des charges donné par le client, il fallait installer des compteurs capables de compter le nombre des entrées et des sorties. Donc, la toute première version de « poteau urbain » utilisait deux récepteurs infrarouges pour distinguer une entrée d'une sortie en vérifiant quel côté du capteur réagit en premier.

Mais, à cause du dysfonctionnement (précision basse, consommation du courant élevée pour alimenter deux capteurs pour un produit IoT...) fréquent de ce système, après une discussion avec le client, il y a eu un changement du cahier des charges. Nous étions d'accord pour changer les compteurs IoT déjà installés sur le site par des compteurs qui ne font pas la distinction entre une entrée et une sortie. Le deuxième capteur du produit a été donc enlevé.

Puis, notre tout premier modèle a été alimenté par un pack de six piles pour une grande autonomie. Le grand nombre de piles a empêché l'intégration des batteries sur le produit. Ils étaient donc reliés par des connecteurs au début.

Mais, pour une raison principalement esthétique mais aussi technique, nous avons remplacé tous les produits déjà déployés par une version avec une batterie intégrée sur la carte PCB.

1.1.3. Ma mission : dépannage, modification du produit

Il y avait donc plusieurs modifications de la structure de produit même après son déploiement sur le site du client. Le déploiement ayant eu lieu peu avant mon arrivé au sein de l'entreprise, et le client ayant déjà investi beaucoup d'argent sur ce projet, le dépannage, la modification et la vérification du bon fonctionnement de ces produits IoT déployés au jardin de Luxembourg étaient ma mission principale au début de ma carrière au sein de Shopline Electronic.

1.1.4. Contraintes

L'une des principales contraintes pour la résolution du problème venait d'une contrainte du temps lié au client mécontent en cas de retard de réparation, le client étant le Sénat de Paris. Il fallait trouver une solution rapide et efficace avant de procéder à une analyse plus détaillée du problème pour résoudre ce dernier et c'est pour cette raison là qu'il y avait plusieurs petites modifications au lieu d'une unique et définitive modification pour dépanner le problème.

1.1.5. Réflexion sur la fonction d'ingénieur au regard de cette mission

À travers cette mission, j'ai appris qu'un ingénieur n'est pas seulement celui qui reste derrière son ordinateur ou dans un laboratoire, mais celui qui devait communiquer avec ses clients afin de les écouter et les convaincre en cas de besoin pour atteindre un objectif atteignable et réalisable.

1.2. Mission n°2 : test de nouveau produit (caméra stéréo ou 3D) avant sa sortie

1.2.1. Contexte



Avant le développement de ce nouveau produit, pour le marché de caméra stéréo, Shopline Electronic vendait des caméras de marque Brickstream importés du Canada. Donc, pour une marge plus large, dépannage plus facile, et pour l'image de notre marque, nous avons développé une caméra stéréoscopique.

1.2.2. Comprendre la différence entre un caméra stéréo/mono

Caméra 2D (dit mono car une seule caméra)	Caméra 3D (dit stéréo car deux caméras pour obtenir une image de profondeur)

Une caméra 3D (aussi appelé une caméra stéréo) utilise deux caméras pour obtenir une image de profondeur. Donc, la précision de comptage effectué par ce type de caméra est plus élevée car l'image est moins perturbée par des bruits parasites comme des rayons solaires par exemple.

1.2.3. Présence d'un protocole déjà existant

Il y a un protocole à suivre pour tester une caméra 2D avant de l'envoyer à un client pour tester son bon fonctionnement. Il faut tester que le bouton reset situé entre les deux LEDs fonctionne, que l'image de la caméra est claire, vérifier que le ventilateur tourne à une vitesse optimale, que les quatre émetteurs d'IR qui éliminent le bruit parasite de l'image lié aux rayons solaires par exemple fonctionnent correctement.

1.2.4. Mission

Test de capacité maximale de fonctionnement

En m'inspirant de ces critères de test, j'ai testé le bon fonctionnement de ce nouveau produit avant sa sortie. J'ai d'abord testé ce produit sur le banc de test situé à l'intérieur de notre entreprise. Grâce à l'aide de mes collègues, nous avons effectué des passages de plusieurs personnes pour vérifier que la caméra pouvait compter plusieurs personnes simultanément sans problème.

Une fois testé au sein de notre entreprise, nous avons réservé un endroit plus grand à côté de notre entreprise pour tester à des hauteurs plus élevées pour vérifier son bon fonctionnement même à une hauteur plus élevée.

Test des paramètres de traitement d'image

Il fallait aussi tester la prise en compte de modification des paramètres de l'image comme la luminosité, la taille minimale des pixels pour considérer un objet comme une personne après le traitement de l'image en noir et blanc et d'autres paramètres qui devaient être modifiés à chaque fois sur l'interface utilisateur.

Test de longue durée

L'ancienne caméra 2D présentait parfois un problème de surchauffement avec l'utilisation de quelques régulateurs de tension d'une marque non identifiée. Du coup, depuis le constat de ce problème, c'est devenu nécessaire de tourner pendant longtemps l'appareil pour voir s'il y a un problème similaire. Dans notre cas, nous avons laissé tourner l'appareil pendant plus d'un mois pour être sûrs.

1.2.5. Contraintes

Le « quality test » d'un produit avant sa sortie est une étape primordiale lors d'un développement d'un nouveau produit. La mission est plutôt simple, l'utiliser dans plusieurs conditions pour vérifier la présence d'une erreur qui empêche le fonctionnement correct du produit.

Cette mission, qui est plutôt simple, est en réalité un peu difficile à effectuer. La mission est très répétitive et il faut faire attention aux détails.

Il y a un grand risque de sauter une ou deux étapes car l'action de répéter peut-être très fastidieux surtout lorsque le nombre de répétition augmente. Par exemple, lorsqu'il faut effectuer même type de test mais en faisant varier la hauteur d'installation. C'est très tentant de sauter une étape vu qu'on peut imaginer qu'une fonction de l'appareil va marcher à une certaine hauteur si elle a déjà marché à des hauteurs différentes. Le problème arrive alors quand ce n'est pas le cas.

1.3. Mission n°3 : trouver un composant alternatif

1.3.1. Contexte

Il y a eu plusieurs événements pendant ma troisième année d'apprentissage qui ont induit à la pénurie des composants électroniques. Il y avait le « blocage du canal de Suez », l'incendie des usines au Japon, le Covid-19, la fermeture temporaire des usines au Texas due à la tempête hivernale, etc.

La majorité des composants électroniques ne sont toujours vendue qu'en petite quantité, et même les produits basiques comme le Raspberry Pi sont vendus en nombre limité. Par exemple, le dernier fournisseur que nous avons trouvé se trouve en Allemagne et il ne vend qu'un seul Raspberry Pi par personne par jour.

Donc, c'est une tâche très simple et basique, mais nécessaire, pour un ingénieur, surtout lors de la période d'une pénurie des composants.

1.3.2. Tâches à réaliser

Il fallait parcourir plusieurs sites (Farnell, Mouser, RS Components...) sur Internet pour vérifier la disponibilité des produits car celle-ci diffère selon les sites. Si aucun produit n'est disponible, il fallait trouver une version alternative. Dans le cas d'un microprocesseur comme un PIC par exemple, on pouvait remplacer celui qu'on utilisait par une version avec une mémoire plus grande mais de même taille, avec des mêmes caractéristiques.

1.3.3. Contraintes

La situation de pénurie des composants a été tellement mauvaise qu'il y avait des moments quand malgré tous les essais, il n'y avait vraiment aucun composant alternatif. Dans ces cas-là, il fallait soit retarder la livraison des produits commandés par des clients qui utilise ce composant jusqu'au nouveau réapprovisionnement de ce dernier, soit modifier la carte PCB du produit légèrement pour fabriquer une version d'un produit qui n'utilise pas ce composant quand cela est possible.

Donc, il n'y avait jamais une solution simple dans le cas où il n'y a vraiment aucun composant alternatif.

1.4. Mission n°4 : développement d'un nouveau produit

1.4.1. Contexte

Cette partie sera la partie la plus longue et la plus détaillée puisqu'il s'agit de présenter une partie qui n'a pas été présentée dans les rapports précédents.

Pour le développement de ce nouveau produit qui a presque la même structure que le capteur extérieur de comptage de piétons « lanterne », j'ai réétudié pour les stagiaires le fonctionnement du produit « lanterne ».

Suite à cela, j'ai étudié avec ces stagiaires la carte électronique de détection de vélos qui va remplacer la partie électronique qui détectait les piétons. Nous avons effectué différentes analyses de données du capteur des vélos.

Ensuite j'ai déterminé avec eux les données qui caractérisent un passage de vélo et j'ai créé avec l'informaticien associé au projet, un compteur qui va s'incrémenter à chaque fois qu'un vélo passera.

Ensuite nous avons créé une carte électronique qui permet de se connecter à ce capteur par le logiciel de conception de cartes électroniques ALTIUM. Cette carte électronique sera connectée à d'autres cartes électroniques spécifiques afin d'avoir un capteur autonome en énergie.

Enfin, la dernière partie du projet a consisté en l'étude de la partie esthétique du produit, du design extérieur.

1.4.2. Étude détaillée du produit « lanterne »

Architecture générale

La lanterne est un capteur placé en extérieur et totalement autonome en énergie. Il est composé de 3 cartes électroniques :

- Une carte PIR (infrarouge - pyroélectrique) : sur laquelle est placée une cellule infrarouge qui est un dispositif permettant de capter un phénomène physique et de le restituer sous forme de signal.
- Une carte batterie qui permet de stocker l'énergie et d'alimenter le capteur. Elle est reliée à un panneau solaire qui recharge, en journée, les batteries.
- Une carte de communication au format LORAWAN appelé « NŒUD » transmet ses données vers une antenne relais afin de les visualiser sur un site internet.

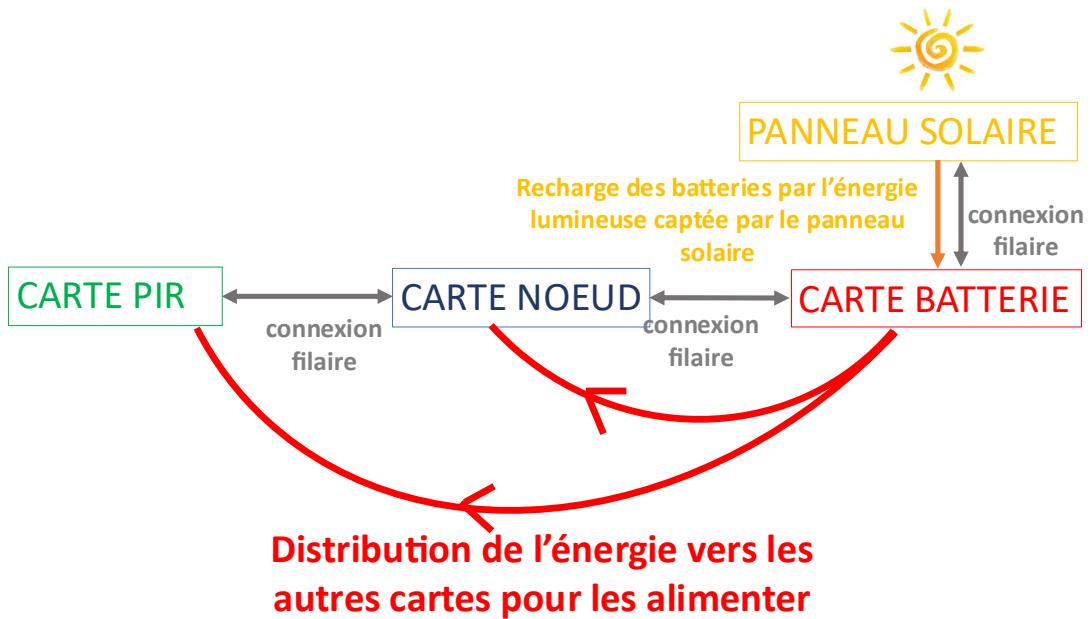


Figure 1 : Schéma bloc de la structure générale du capteur des piétons "lanterne"

Carte PIR

La carte électronique nommée carte « PIR » contient une cellule PIR (capteur pyroélectrique infrarouge) qui a pour fonction de détecter le passage d'une personne.

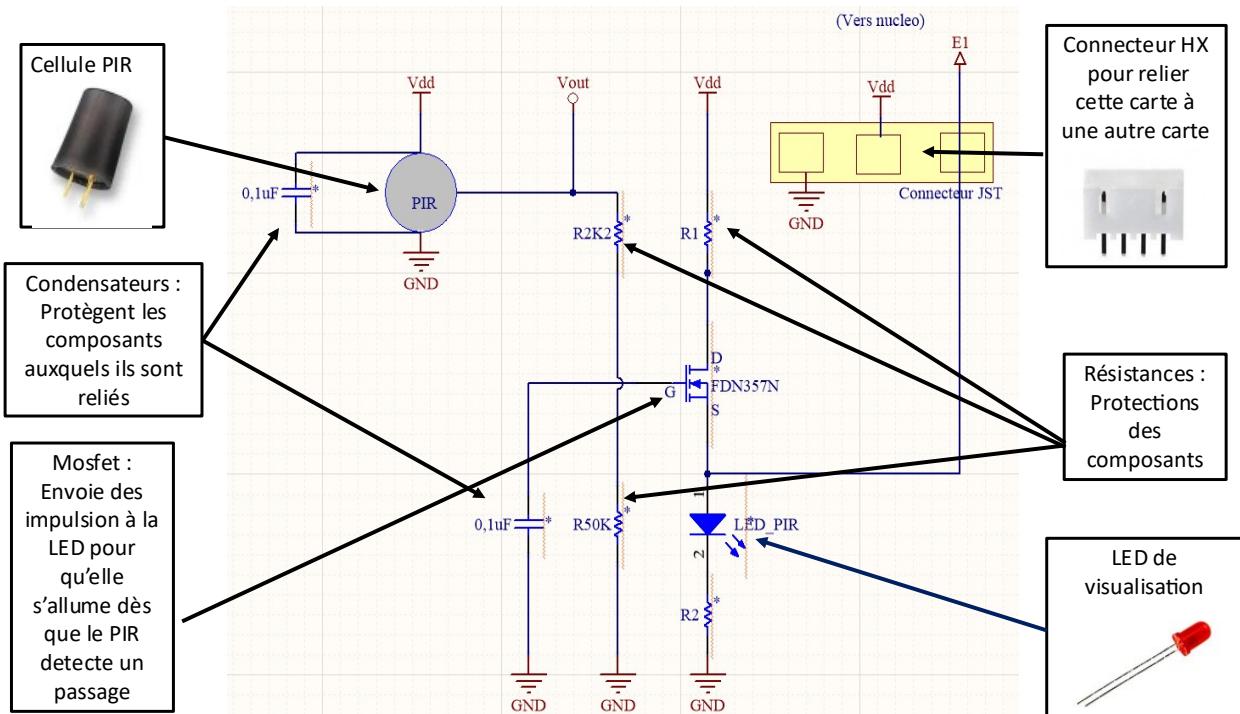


Figure 2 : schéma électrique d'une carte électronique nommée « carte PIR »

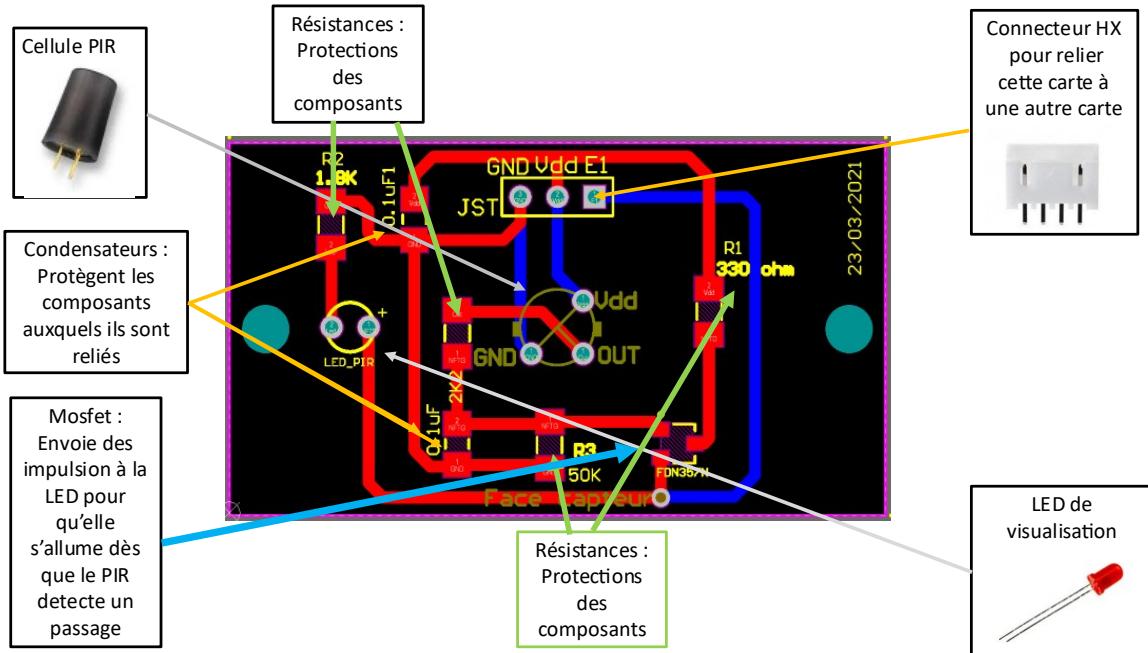
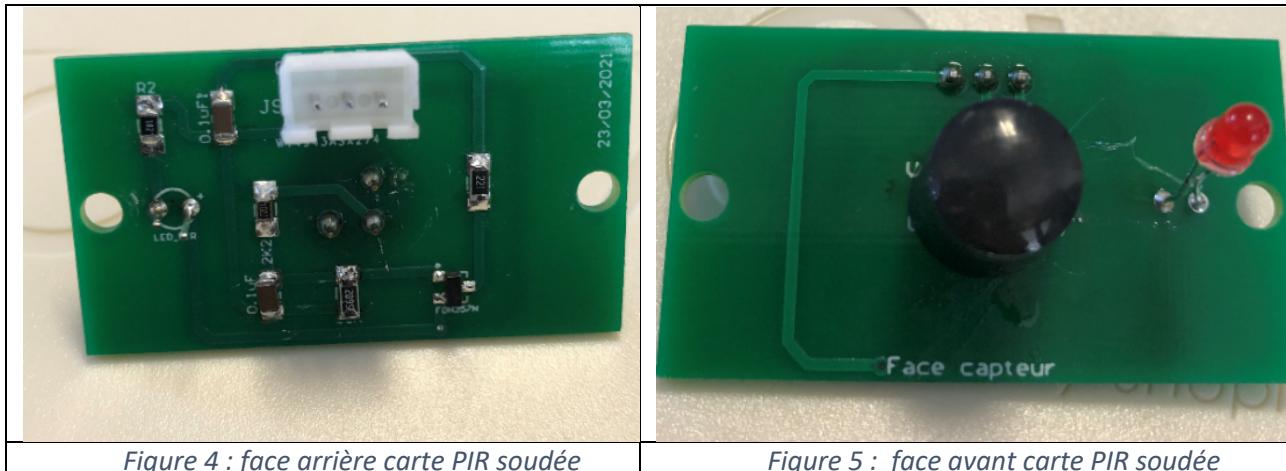


Figure 3 : carte électronique PIR



Cette carte sert de support à un capteur « PIR », cellule infrarouge qui est sensible à la chaleur du corps humain.

Une LED visualise le passage d'une personne et les autres composants servent à amplifier le signal.

Tous les composants sont soudés sur la face arrière sauf le PIR et la LED rouge qui sont soudés sur la face avant de la carte électronique.

Carte batterie

La carte batterie alimente toutes les cartes et composants du capteur. Elle fonctionne la nuit grâce aux piles et en journée grâce à un panneau solaire. Le panneau solaire recharge les batteries.

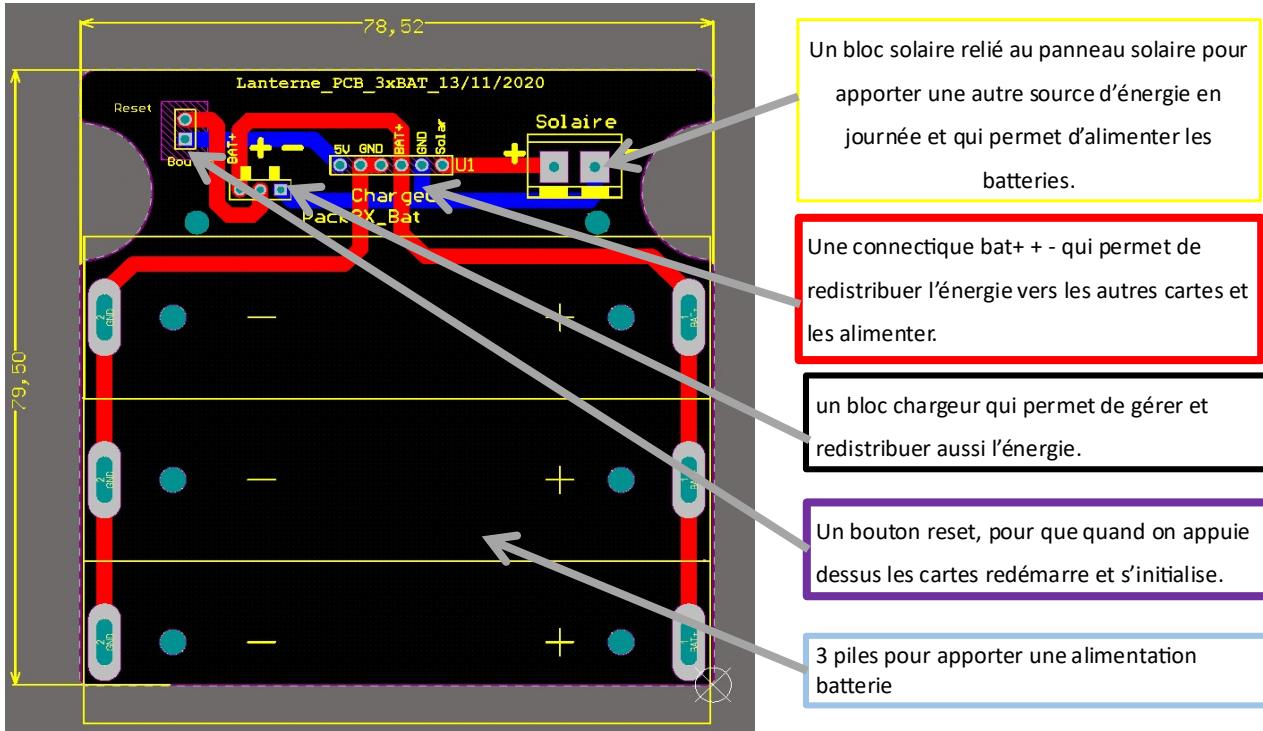


Figure 6 : dessin électrique de la carte batterie



Figure 7 : carte électronique batterie montée et soudée

Carte NOEUD

La carte NOEUD est la carte qui convertit les données de la carte du détecteur en données radio. Elle émet des ondes radio par l'intermédiaire d'antennes relais sur le réseau Objenious (filiale de Bouygues Télécom) jusqu'à un serveur afin de lire les statistiques sur un site internet afin que le client puisse observer le nombre de passants depuis son ordinateur.

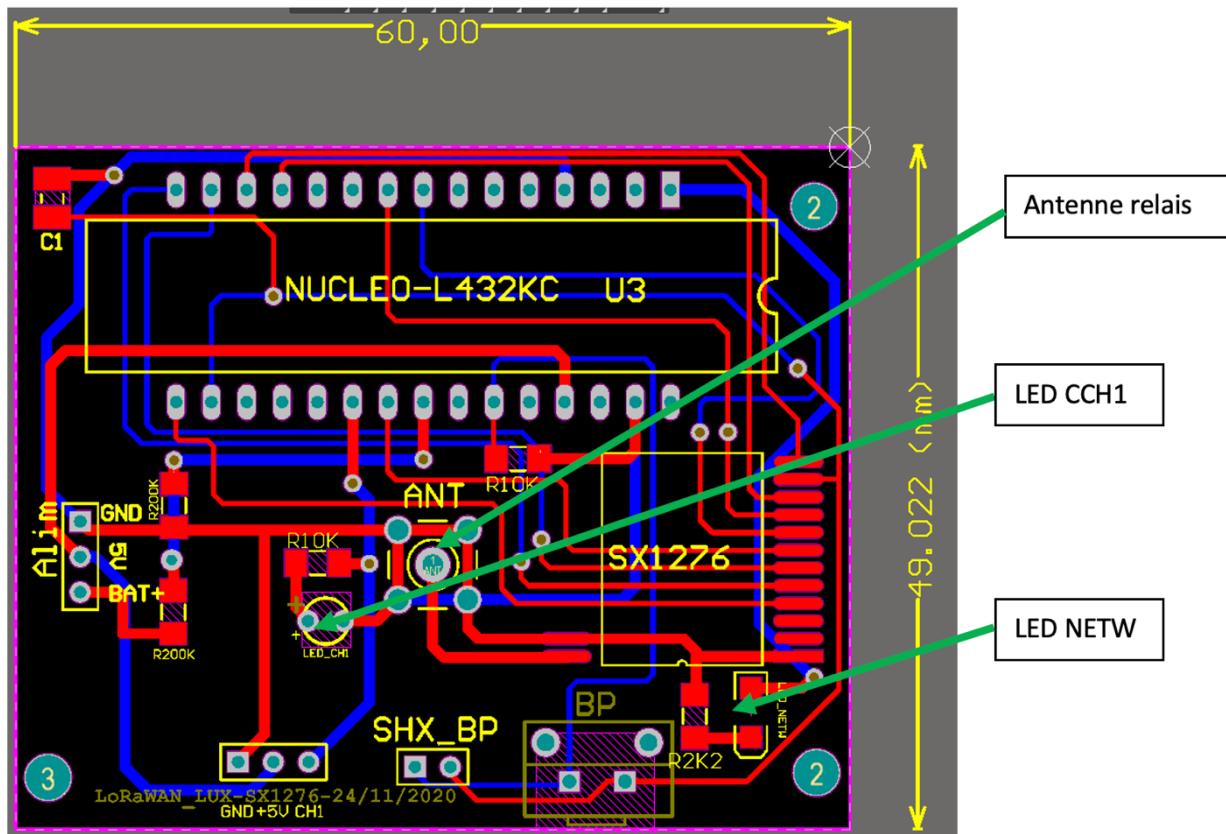


Figure 8 : dessin de la carte électronique NOEUD - carte émission radio

Cette carte étant complexe, nous nous intéresserons aux éléments principaux :

- L'antenne relais d'émission qui émet les données radio par le protocole de communication LORAWAN vers des antennes relais du réseau Bouygues. Cette antenne a été choisie pour son bas prix, sa longue portée et sa faible consommation d'énergie.
 - La LED NETW qui s'allume et clignote quand l'antenne est à la recherche du réseau et elle s'éteint quand elle a trouvé le réseau.
 - La LED cch1 est relié à la LED de la carte capteur « PIR » qui s'allume pour visualiser la donnée qui passe sur les deux cartes.

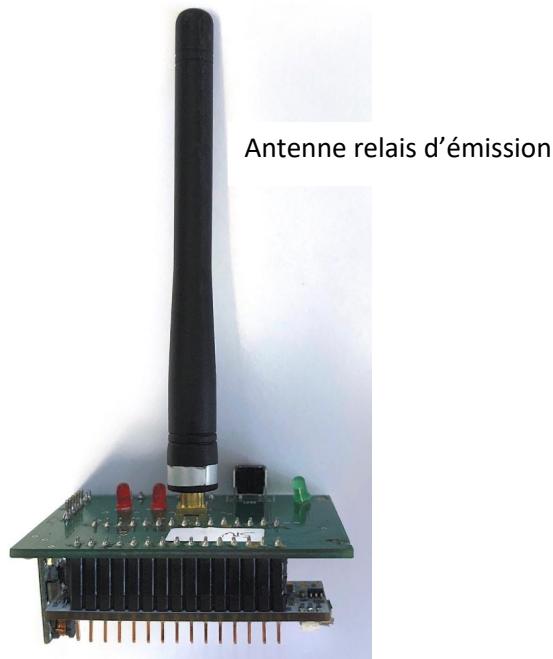


Figure 9 : vue de côté carte électronique nœud



Figure 10 : face avant carte NŒUD soudée

1.4.3. Détection de vélos par capteur « LIDAR »

Etude du capteur lidar (caractéristiques)

Un lidar est un petit appareil qui émet un faisceau laser et reçoit le faisceau réfléchi après qu'il est rencontré un obstacle. Cela va lui permettre de déterminer la distance qui le sépare d'un objet, la force de réflexion de l'objet ainsi que la température. C'est un capteur très précis et il a une largeur de faisceaux de 3 °.

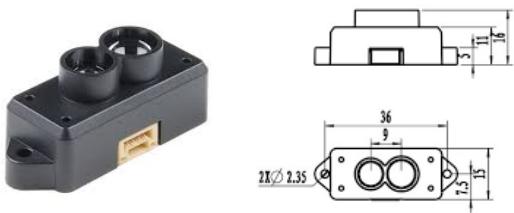
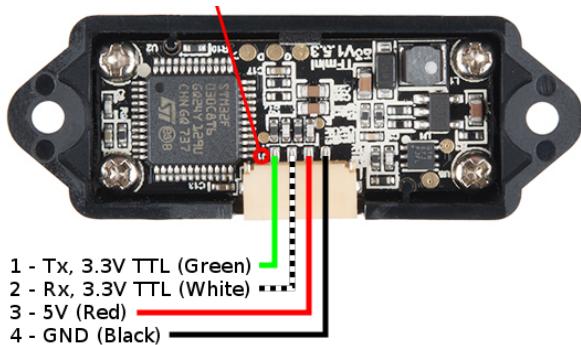


Figure 11 : photo et dessin d'un LIDAR

Vous trouverez en [annexe 1](#) la fiche technique du lidar (DataSheet).

Afin de partager ses données, le LIDAR communique par l'intermédiaire de 4 fils :



- La masse (GND)
- L'alimentation (5V)
- TX : câble d'envoi de données
- RX : câble de réception données/ commandes.

Figure 11 : câblage du LIDAR

Ce détecteur est basé sur le procédé du « Time of Flight » ou TOF, l'impulsion laser est modulée par le capteur et le déphasage de la lumière réfléchie par le sujet est analysée.

Ainsi, ce capteur fournit la distance et l'énergie du sujet qui sera analysée par notre logiciel.

Le capteur de détection de vélo par LIDAR reprend la même structure générale que le capteur « lanterne » de détection de piétons en extérieurs. La seule carte qui sera remplacée sera la carte PIR par une carte LIDAR.

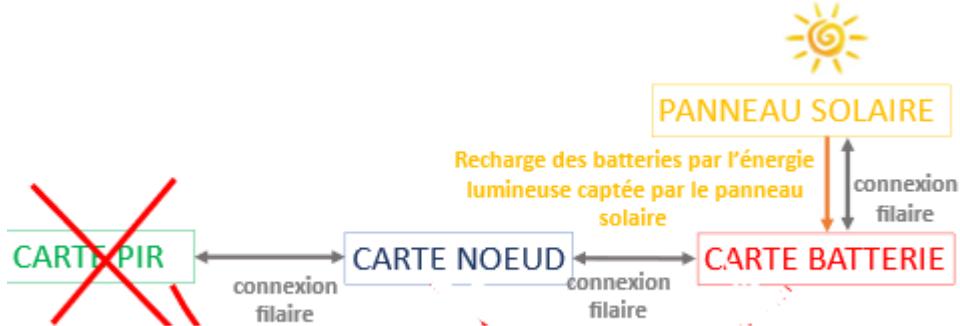


Figure 12 : Schéma de la structure générale du capteur des piétons "lanterne"

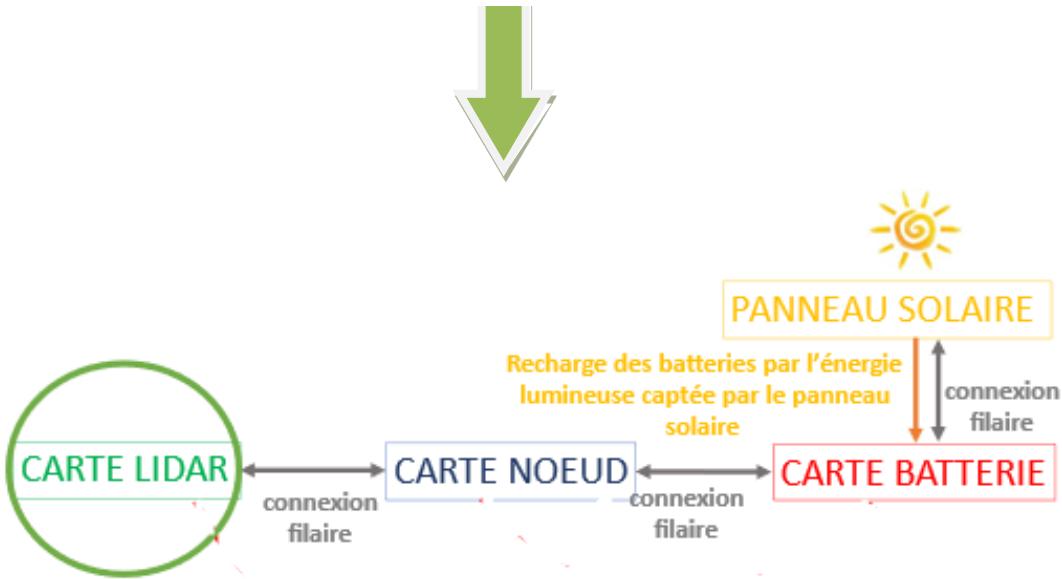


Figure 13 : Schéma de la structure générale du capteur des vélos "LIDAR"

Lors de la détection d'un vélo par le LIDAR, une impulsion semblable à celle du PIR sera envoyée à la carte NOEUD.

Étude des données du LIDAR par le logiciel BENEWAKE

L'objectif étant de détecter le nombre de vélos qui passe par l'intermédiaire de cette cellule, la première étape fut d'étudier la faisabilité du procédé. Pour cela, le LIDAR est branché en USB sur un PC puis le signal est analysé par le logiciel BENEWAKE. Ce logiciel a été conçu par le créateur du LIDAR sur

lequel on peut visualiser sous forme de graphiques les données qu'envoie le lidar, plus particulièrement la distance reçue.

Expérience : Test de passages d'un vélo devant le lidar afin de connaitre ce que nous renvoie le LIDAR lorsque l'obstacle qui passe devant lui est un vélo. Nous avons effectué des passages au laboratoire avec le capteur situé à une hauteur de 50 cm du sol (hauteur équivalente au centre de la roue d'un vélo).

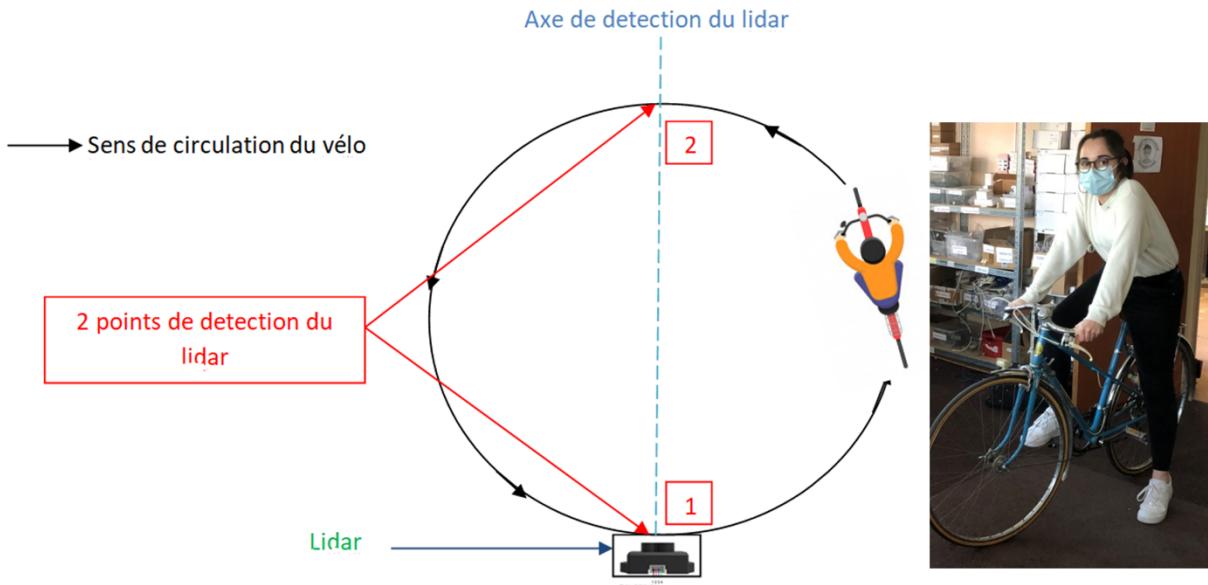


Figure 14 : schéma et photo de l'expérience test : passages d'un vélo devant le LIDAR

Analyse des résultats par le logiciel BENEWAKE :

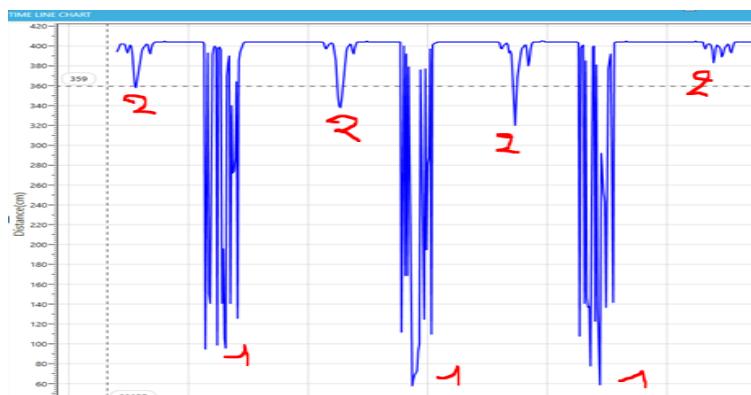


Figure 15 : distance en fonction du temps - passage d'un vélo devant le lidar à deux distances différentes par alternance

On observe que lors d'un passage à vélo devant le LIDAR, la même courbe caractéristique apparaît :

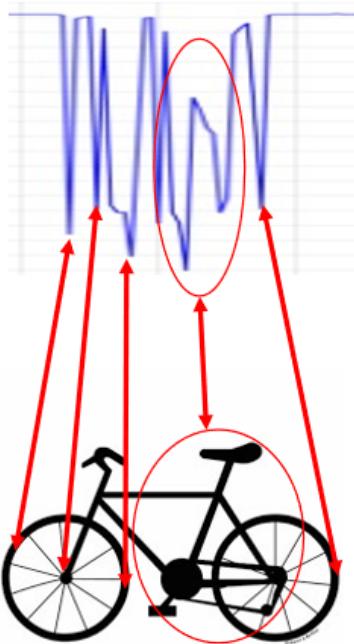


Figure 16 : schéma d'analyse et d'identification de la courbe caractéristique du passage d'un vélo.

Un ensemble de pics d'intensités importantes au centre qui correspond à la réflexion des pieds au niveau des pédales qui est plus importante.

Ce pic est entouré de plusieurs pics moins intenses (distance plus éloignée) qui correspondent au flou des roues qui réfléchissent moins bien le laser du lidar. Pour vérifier cela, nous avons effectué des enregistrements statiques des différents composants du vélo à une distance fixe pour voir comment réagi chaque partie du vélo à une distance fixe, ce qui a confirmé notre schéma à la figure 17.

Étude par le logiciel CELL WRITER et analyses de données

Afin d'analyser les données du LIDAR à travers les valeurs précises des données que nous renvoie le lidar, un logiciel spécifique « CELL WRITER » permet l'enregistrement des données sur un fichier Excel afin de récupérer les valeurs de distance et d'intensité de réflexion. L'objectif a été de trouver les données caractéristiques d'un passage de vélo afin de pouvoir créer un programme informatique qui va compter les passages de vélo.

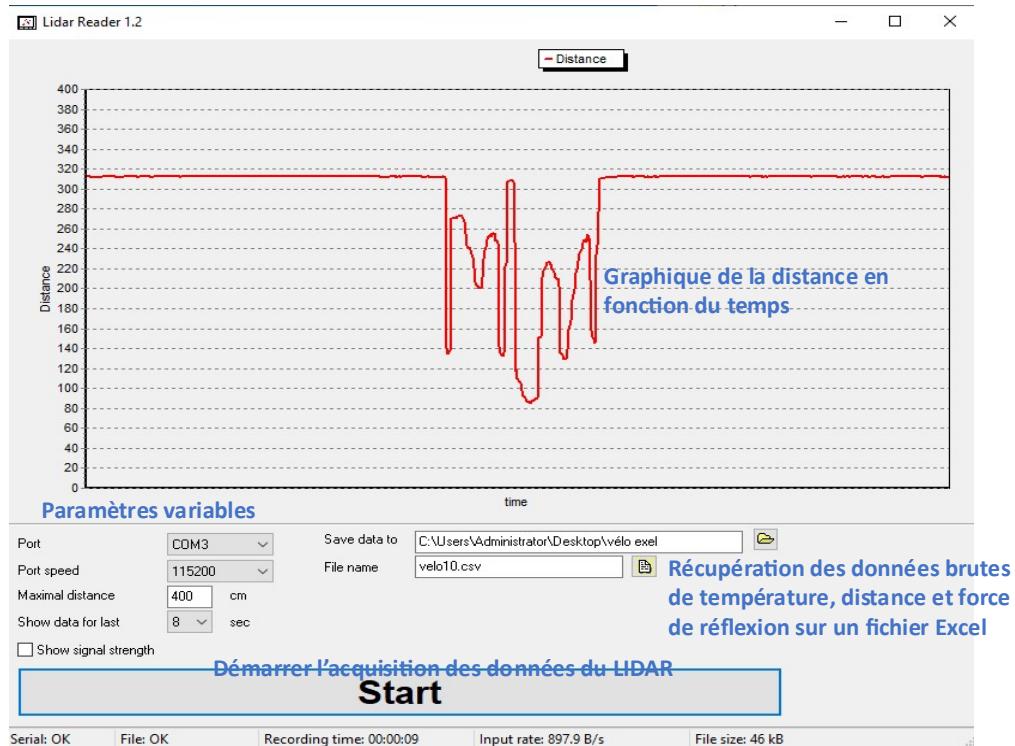


Figure 17 : logiciel CELL WRITER

Remarque : le sens d'enregistrement du temps est inversé, l'acquisition se fait de droite à gauche sur l'image.

Après plusieurs tests, nous avons déterminé la courbe caractéristique d'un passage à vélo qui correspond à une courbe de 4/5 pics :

3 premiers pics : roue avant du vélo

1 ou 2 pics plus larges : pédalier, les pieds et la chaîne du vélo.

1 pic : jante arrière du vélo

1.4.4. Création d'un code informatique python

Ayant trouvé les données caractéristiques d'un passage à vélo, nous avons dû, par la suite, créer un code informatique python afin de commander le LIDAR, analyser ses trames et créer un compteur qui va s'incrémenter à chaque fois qu'un vélo passera devant le LIDAR.

C'est l'ingénieur informatique Pavel THIA qui a créé ce code pour nous après que je lui ai expliqué ce que je recherchais.

Il a choisi de faire un code informatique avec le logiciel python car c'est un langage de codage qui est très simple à utiliser sur l'ordinateur et qui a des commandes simples pour commander des objets électroniques. C'est un langage dit orienté objet.

Le code informatique se divise en plusieurs étapes :

- L'initialisation :

Ici on initialise le port de communication (entre le LIDAR et le PC), c'est le port série qui est utilisé. Nous utilisons un baud rate (nombre de bits par secondes) de **115200**. Cette vitesse est donnée dans la datasheet du LIDAR. L'ordinateur doit fonctionner à cette vitesse pour que les données reçues soient correctes.

- Acquisition des données du LIDAR

Lorsque la connexion est ouverte avec le LIDAR, les données arrivent en continu. Elles sont sous forme de blocs de 8bits (1 octet) qui correspondent respectivement à 2 bits d'acquittement, 2 octets pour la distance, 2 bits pour la puissance du signal, et 2 bits pour le contrôle.

- Traitement des données : la détection de vélos

Les données reçues du LIDAR passent dans un algorithme de détection, cet algorithme à une logique fidèle aux courbes de vélos vues sur cellWriter et Benewake.

- Sauvegarde des données de comptage

La dernière étape de l'algorithme est la sauvegarde des comptages dans un fichier avec l'extension SCB (Shopline Comptage Boutique). Les sauvegardes sont faites toutes les 15 minutes.

1.4.5. Création d'une carte électronique avec le logiciel ALTIUM DESIGNER

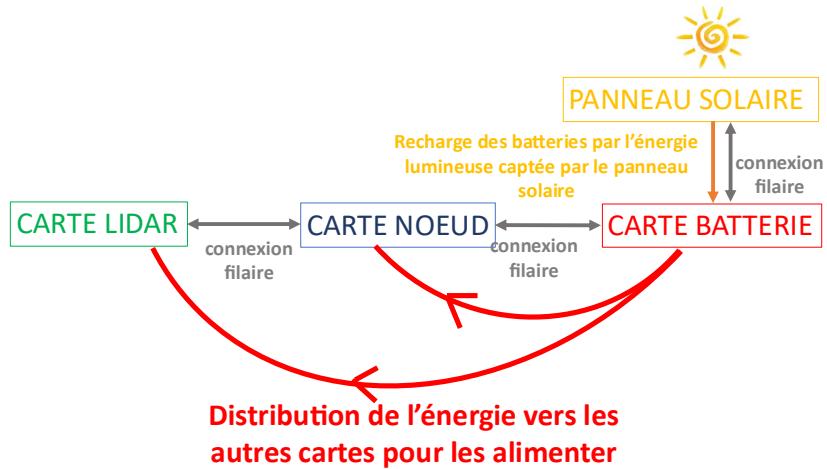


Figure 18 : Schéma de la structure générale du capteur des vélos "LIDAR"

La carte LIDAR sera intégrée dans un produit qui sera totalement autonome en énergie. Elle devra être pilotée par un programme informatique (ensemble d'opérations et d'instruction destinées à être exécutées en continue) qui dictera au LIDAR l'ensemble des actions à effectuer afin d'incrémenter un compteur du nombre de vélo qui passe. Le composant électronique qui permet de stocker un programme informatique est un microcontrôleur. La lecture des données du LIDAR s'effectue par une liaison série dite TTL.

Nous devons donc créer une carte électronique avec les contraintes suivantes :

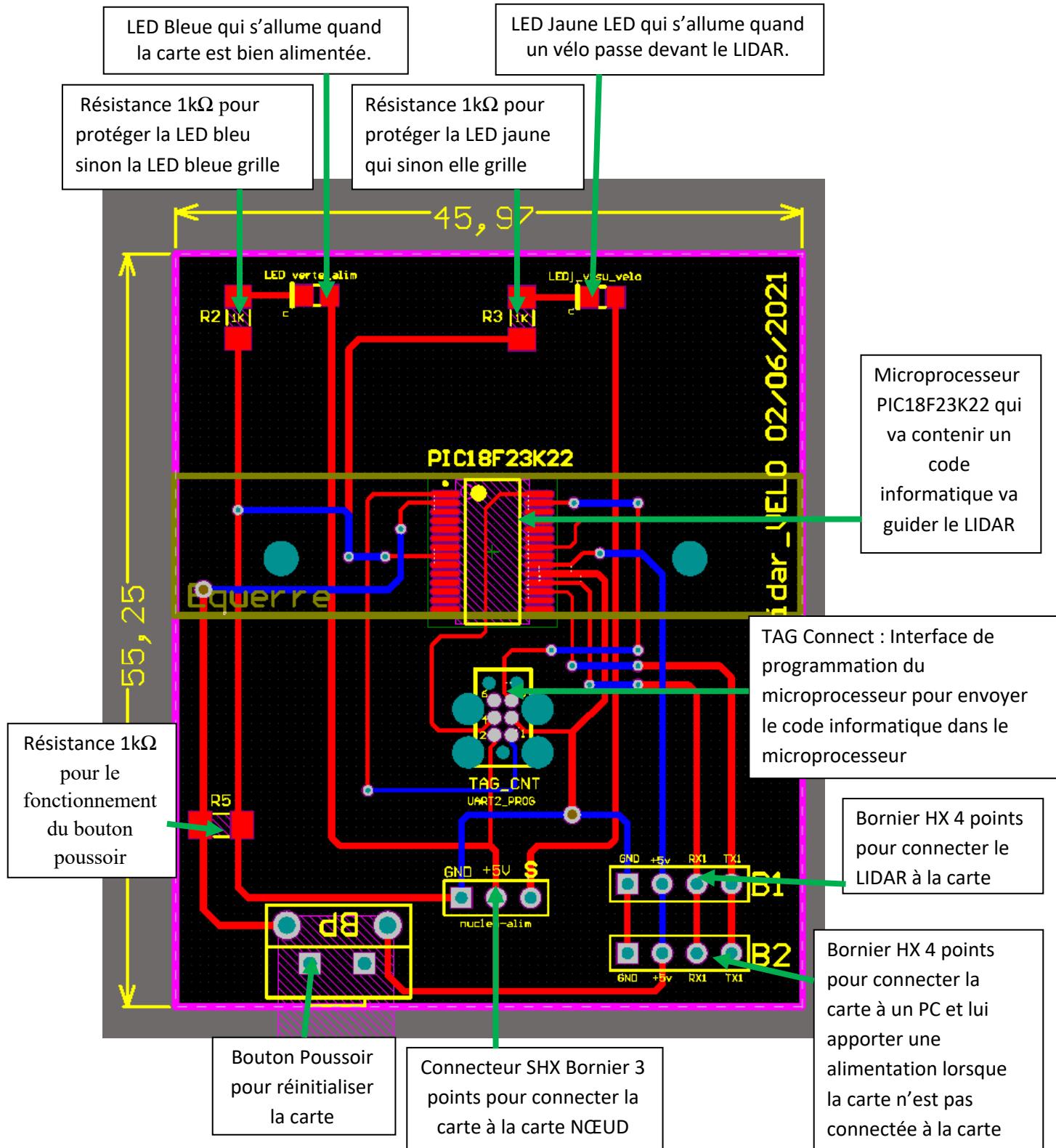
- Avoir un microcontrôleur
- Un port pour se connecter au lidar
- Un port pour se connecter à la carte NOEUD

Nous souhaitons également avoir sur une cette carte électronique :

- Une LED qui va s'allumer pour nous signaler que la carte reçoit bien une alimentation
- Une LED qui va s'allumer à chaque fois qu'un vélo passe devant le lidar pour nous signaler que la carte comptabilise bien les passages des vélos.
- Un bouton RESET pour réinitialiser la carte, conseillé dans toute carte électronique.

Cette carte est composée d'un microprocesseur PIC18F23K22, composant déjà utilisé dans la société. A la sortie du microprocesseur une impulsion sera générée vers la carte NOEUD.

Plan de câblage PCB Lidar



Le TAG connect permet de connecter le microprocesseur à l'ordinateur et ainsi envoyer un code informatique de l'ordinateur vers le microprocesseur.



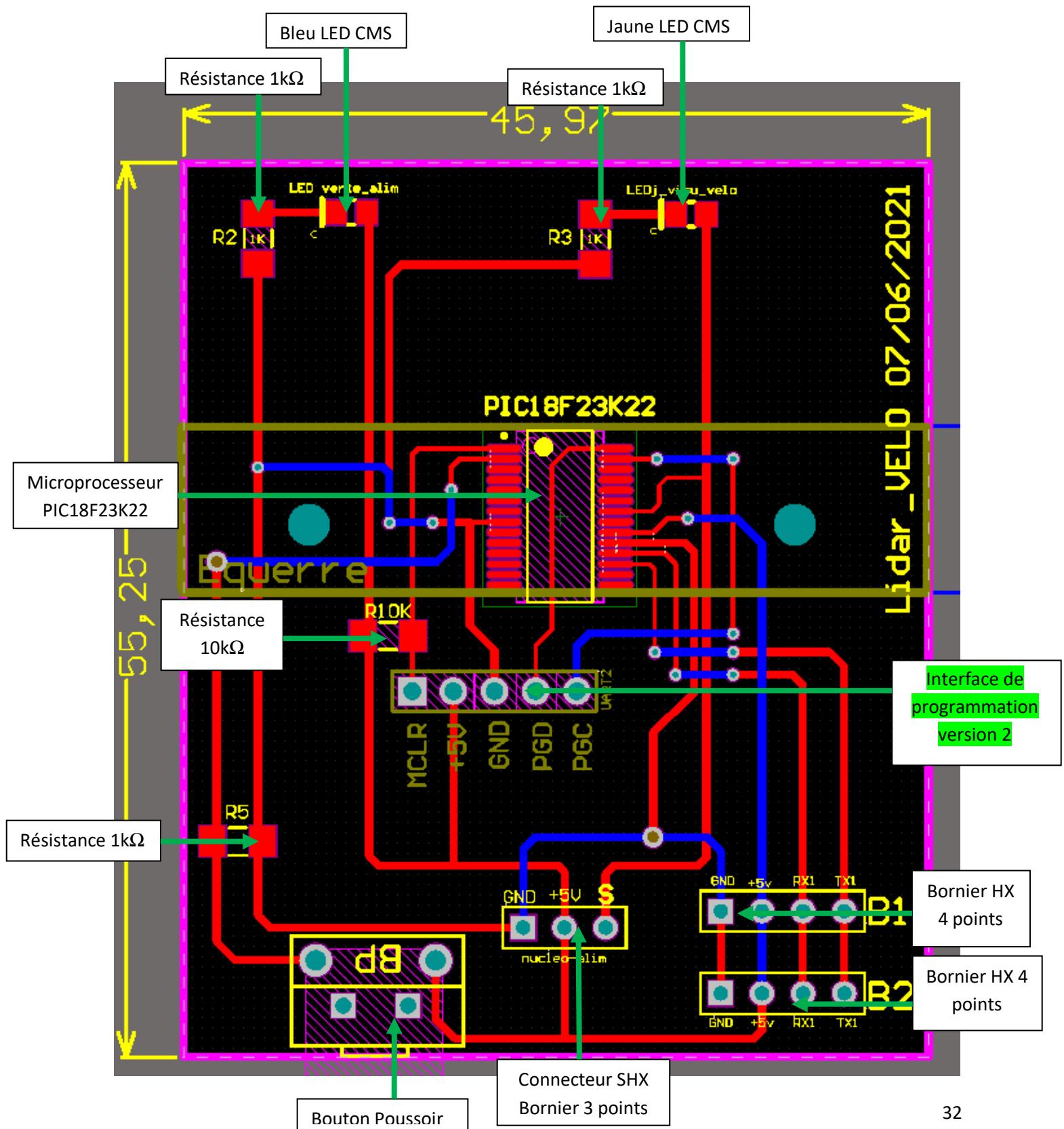
Figure 19 : Photos montrant le fonctionnement du TAG Connect

Après avoir dessiné cette carte nous avons fait une commande sur le site PCB WAY pour la recevoir. Ce site est un site chinois qui peut créer les cartes à partir d'un dessin électronique issu d'ALTIUM.

Nous avons par la suite reçu cette carte électronique, cependant le TAG Connect (interface de programmation du microprocesseur) à mal été conçu par PCB WAY, j'ai donc demandé à l'un des stagiaires pour modifier le dessin électronique sur ALTIUM et nous avons finalement mis un autre type d'interface de programmation.

Par ce remplacement un retard important a été subi car la livraison de la carte électronique prend une semaine.

Plan de câblage PCB Lidar version 2



Après avoir reçu cette nouvelle version de la carte électronique, les stagiaires ont soudé tous les composants dessus. La soudure du microprocesseur a été très délicate avec l'aide d'une loupe et ils ont dû prendre plusieurs essais avant de réussir.

J'ai envoyé deux cartes avec ses composants à souder à notre sous traitante en Bretagne afin qu'elle puisse souder les composants avec de meilleures conditions (materiel de précision).

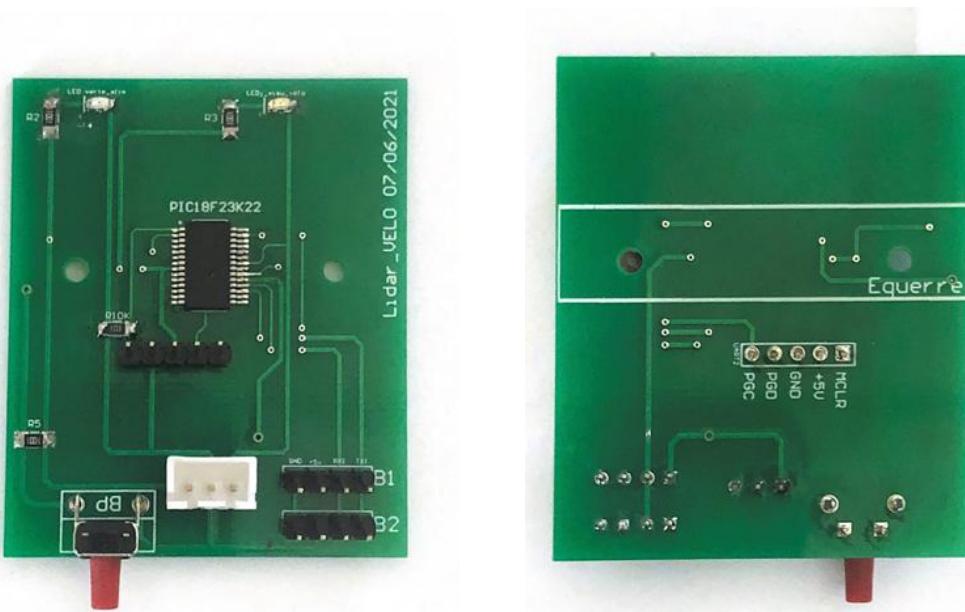


Figure 20 : Photos de la carte électronique LIDAR avec ses composants soudés

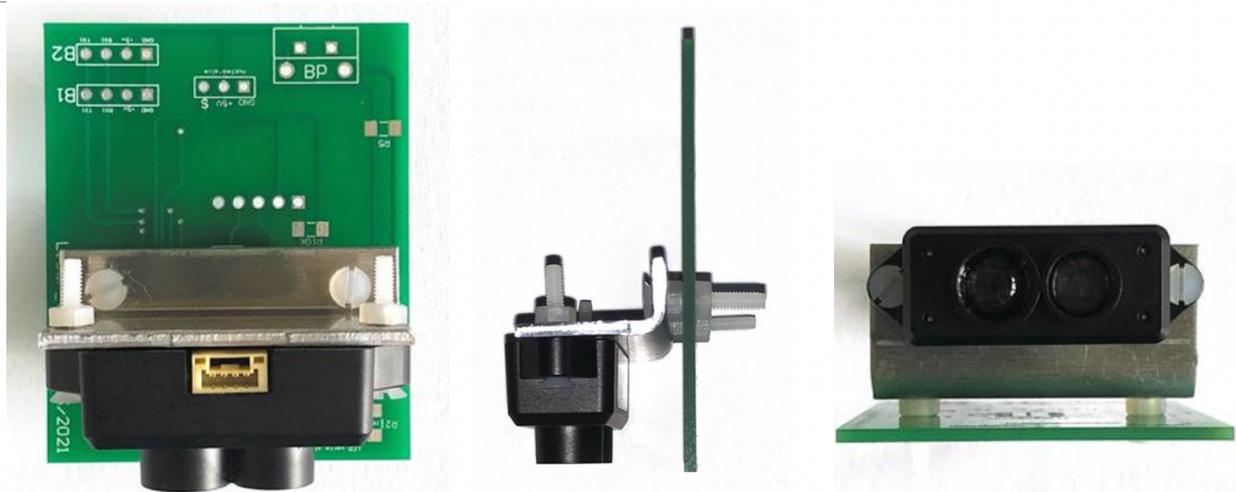


Figure 21 : Photos de la carte électronique lidar avec le lidar monté dessus par l'intermédiaire d'une équerre en FER

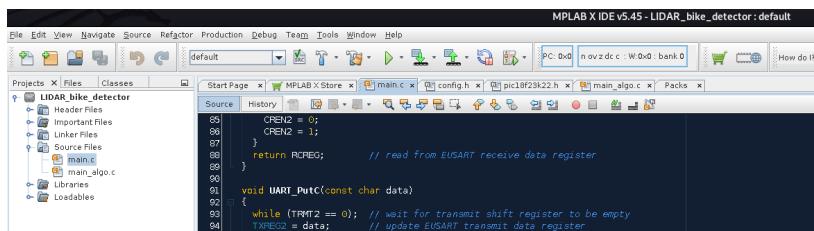
1.4.6. Programmation du microcontrôleur

Après avoir créé la carte électronique contenant le LIDAR et le microprocesseur, nous avons écrit avec l'informaticien le code de programmation de ce microprocesseur. Nous ne pouvions pas utiliser le code python que nous avions créé précédemment car c'est un langage que le microprocesseur n'est pas capable de comprendre. Il ne comprend que le langage C.

Ce code permet de récupérer les données de distance et de force du LIDAR et d'effectuer un compteur qui s'incrémente à chaque fois qu'un vélo passe devant. A chaque fois qu'il verra le schéma type du passage d'un vélo (4 ou 5 pics successifs sur une courte période) il ajoutera 1 au compteur. Grâce à ce programme, le LIDAR va fonctionner en continu.

Insertion d'un code informatique dans un microprocesseur

Pour mettre un programme informatique dans un microprocesseur, nous devons utiliser le logiciel MPLAB IDE.



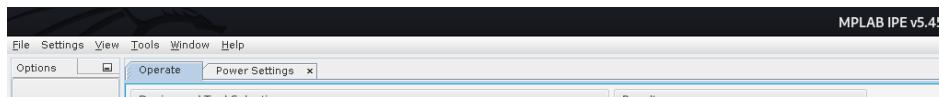
```

MPLAB X IDE v5.45 - LIDAR_bike_detector : default
File Edit View Navigate Source Refactor Production Debug Team Tools Window Help
Projects Files Classes Start Page MPLAB X Store Main.c config.h pic10f23k22.h main_algo.c Packs
Source History P.C. Q:0 nov2dc.c W:0x0.bank:0 How do I?
85     CREN2 = 0;
86
87     } CREN2 = 1;
88
89     return RCREG; // read from EUSART receive data register
90
91     void UART_PutC(const char data)
92     {
93         while (TRMT2 == 0); // wait for transmit shift register to be empty
94         TRMT2 = data; // update EUSART transmit data register

```

Puis nous devons cliquer sur ce bouton  afin de compiler le fichier : convertir le code informatique en un fichier HEX qui est un fichier qui ne comporte que des 0 et 1 (langage binaire) que le microprocesseur va comprendre.

Puis nous allons sur le logiciel MPLAB IPE : Logiciel pour envoyer le programme vers le microprocesseur (charger le fichier HEX dans le microprocesseur).



Hex File:	<input type="text" value="Click on browse to select a hex file"/>	<input type="button" value="Browse"/>	<input type="button" value="Clear selec..."/>
-----------	---	---------------------------------------	---

Puis dans « HEX File » nous choisissons le fichier HEX qui a été créé précédemment.

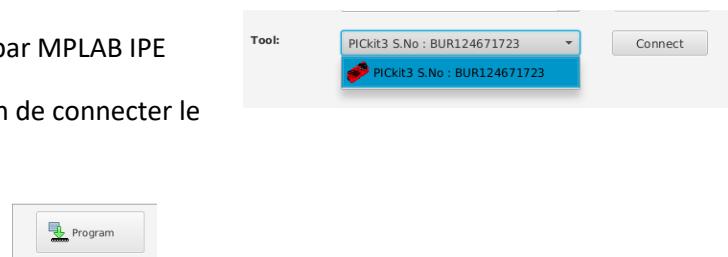
Après que le fichier a chargé, nous branchons le microprocesseur (qui se situe sur la carte électronique au PC afin de lui envoyer le code informatique HEX. Ce branchement s'effectue par l'intermédiaire d'un boîtier appelé « Pickit 3 » (c'est un programmeur).



Le microprocesseur est ensuite donc reconnu par MPLAB IPE

Puis nous cliquons sur le bouton “Connect” afin de connecter le microprocesseur sur la carte LIDAR.

Enfin, nous devons Cliquer sur “Program”



1.4.7. Étude de la partie extérieure et du design du produit de détection de vélo par LIDAR

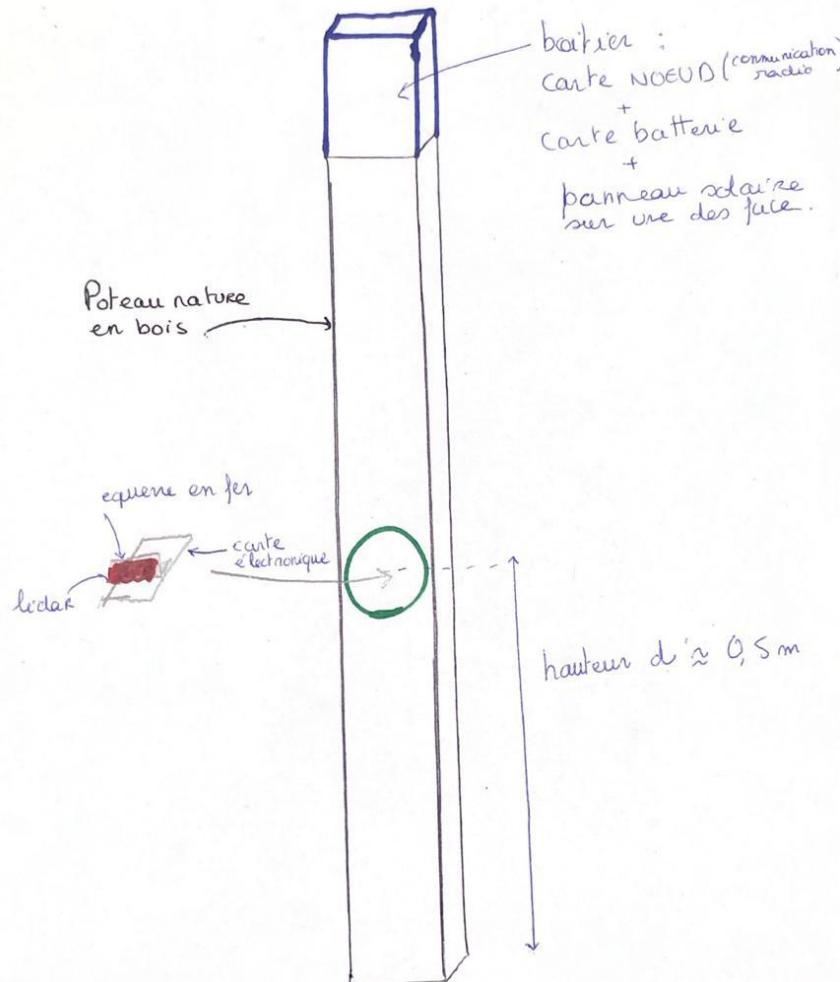


Figure 22 : schéma du prototype

1.4.8. Perspectives de poursuite du projet

L'objectif sera de créer le boîtier qui contiendra les cartes Batterie et Nœud ainsi que le panneau solaire en haut du poteau en bois ainsi que de dimensionner le trou où sera fixé le lidar à une hauteur de 0,5 mètre du sol (distance moyenne entre le sol et la moitié d'une roue de vélo).

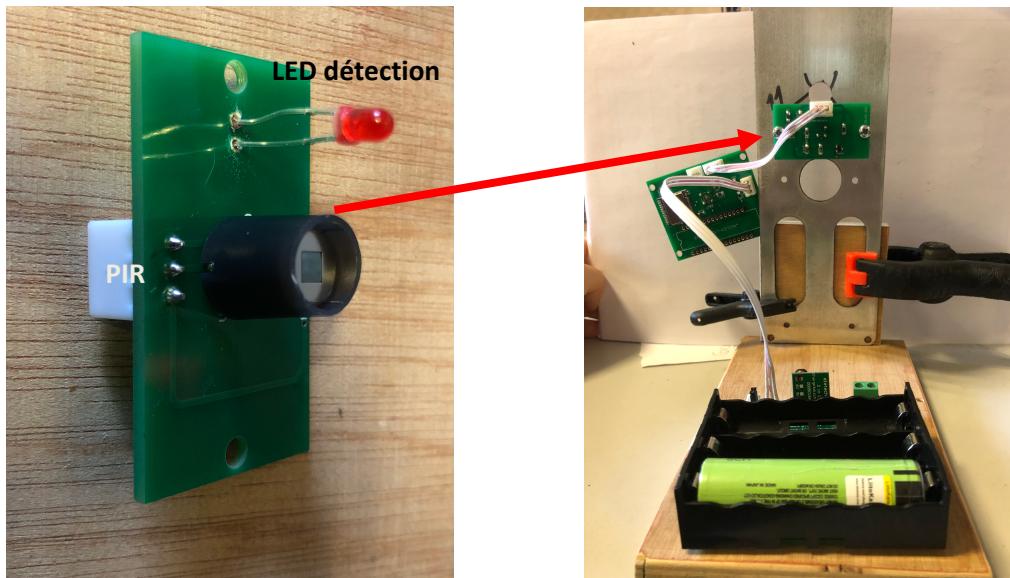
Il sera nécessaire de développer ce boîtier via le logiciel SolidWorks et de relier et brancher toutes les cartes électroniques assemblées afin de tester le prototype entier. Il faudra envisager des tests avec plusieurs tailles de panneaux solaires pour connaître celui qui sera le plus adapté pour la consommation d'énergie du capteur.

Mais, toutes activités liées à ce projet ont été suspendu à ce stade-là à cause du problème économique et la nécessité de nos employés sur des missions plus urgentes et pratiques. (i.e. production et dépannage des produits)

1.5. Autres travaux effectués durant mon projet

1.5.1. Caractérisation d'une cellule de détection PIR

J'ai demandé aux stagiaires d'effectuer une caractérisation d'une cellule de détection PIR afin de déterminer son angle et sa distance de détection.



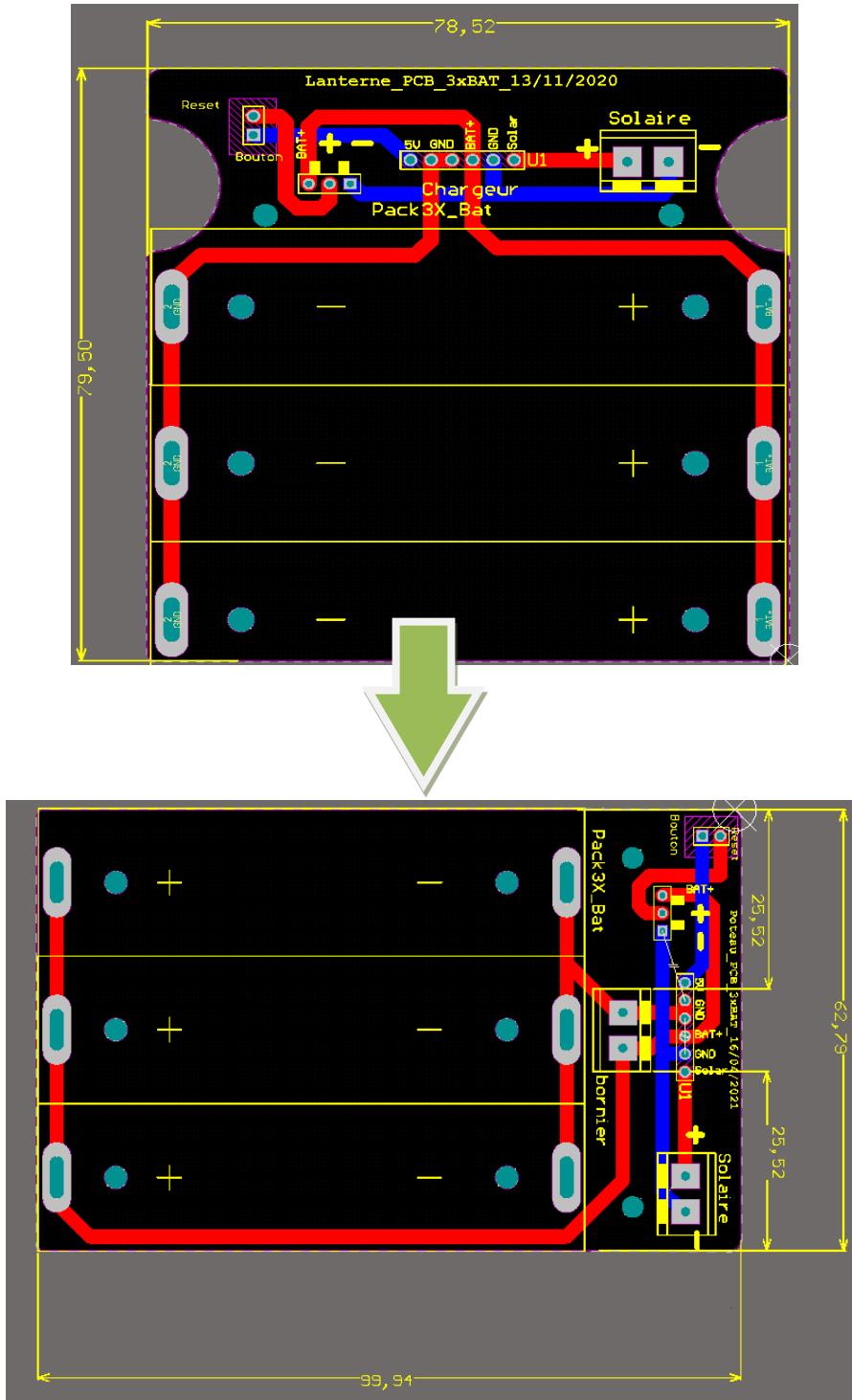
Mesure de la distance maximale de détection : 4 mètres.

Largeur de détection à 4 mètres : 82 cm

Angle de détection à 4 mètres : 46 degrés

1.5.2. Modification du dessin électronique d'une carte batterie sur ALTIUM DESIGNER

Afin de sensibiliser les stagiaires au logiciel de dessin de carte électronique ALTIUM, je les ai demandés de modifier une carte électronique batterie afin de la faire rentrer dans poteau.



1.5.3. Pré visite dans une boutique

Il s'agit d'une pré-visite dans une boutique afin de prendre des mesures pour poser une caméra de comptage.

Lieu : 'NOTSHY – One Nation – Les Clayes-sous-Bois'

<p>Suggestion pour l'installation de Caméra</p>  <p>The image shows the exterior of a modern clothing store. A vertical orange arrow indicates a height of '2,5m environ' from the ground to the top of the glass door frame. A horizontal red arrow indicates a distance of '2,5m environ' between two detection points on the floor. Another horizontal red arrow indicates a distance of '2,5m exact' between the entrance and a white display stand.</p>	<p>Il y a le panneau 'sortie de secours' au milieu de la colonne métallique pour les câbles.</p> <p>Deux possibilités se présentent :</p> <ul style="list-style-type: none"> -installer une caméra à côté de ce panneau -attacher un support à cette colonne pour le positionner devant ce panneau. <p>La hauteur de la porte est de 2,5m et la hauteur sol-colonne métallique vaut environ 3,5m. La distance entre 2 détecteurs antivols est de 2,5m.</p>
 <p>The image shows the interior of the store. A red arrow points to the word 'caisse' (cashier) above the entrance. The entrance is labeled 'Entrée'.</p>	 <p>The image shows the interior of the store focusing on the cashier area. A red arrow points to the word 'caisse avec un ordi' (cashier with a computer). The area is labeled 'câble' (cable) above the entrance and 'passage câble caisse' (cable passage to cashier) above the counter. A sign indicates a 30% discount.</p>

1.6. Organisation et planification de la mission

À Shopline Electronic, nous avons une certaine manière d'organiser les missions qui s'applique presque dans tous les cas. Mais certaines missions nécessitent une organisation un peu différente.

Dans le cas General

Chaque début de semaine, nous avons effectué une réunion de matin d'une durée d'une heure environ pour planifier les différentes missions. Puis, nous avons modifié petit à petit notre planning en cas de besoin.

Cas particulier : mission n°1 – jardin de Luxembourg

Il y avait une période où les produits installés au jardin de Luxembourg tombaient souvent en panne. Par conséquent, ces produits installés sur ce jardin nécessitaient une surveillance de près. Pendant cette période, nous avons vérifié presque tous les matins le bon fonctionnement de ces dispositifs via le logiciel « Lora Storage Service ». En cas d'observation d'un appareil en panne, nous avons planifié une intervention urgente en priorité.

Cas particulier : mission n°2 – test de caméra 3D avant sa sortie

Dans le cas général, l'organisation et la planification de ces missions concernaient tout le monde. Mais, cette mission en particulier ne concernait que mon ancien maître d'apprentissage et moi. Par conséquent, je planifiais cette mission seulement avec M. Andrés BURBANO et nous avons modifié le planning selon la nécessité de ma présence pour les autres missions.

Cas particulier : mission n°3 – recherche d'une composante alternative

Il fallait régulièrement effectuer un inventaire des stocks présents à l'entreprise pour ne pas retarder la fabrication et la livraison des commandes. Puis, il fallait trouver une composante alternative en cas d'une rupture de stock des composants disponibles en ligne. Malheureusement, ce n'est pas été facile de bien organiser cette tâche vue que j'avais d'autres tâches à effectuer en même temps. Donc, à l'avenir, je crois que je demanderais de l'aide à l'un des personnels qui est disponible pour m'aider à réaliser cette tâche si je fais face à un cas similaire à celui-ci.

1.7. Compétences techniques et professionnelles acquises

Cas particulier : mission n°1 – jardin de Luxembourg

J'ai appris à résoudre un grand problème morceau par morceau. Le grand problème dans notre cas était le manque de compréhension d'origine de cette panne fréquente. Mais, comme le client voulait une solution rapide, nous avons d'abord résolu le problème visible de manque de précision. Puis, nous avons changé la structure de l'appareil pour un dépannage plus facile à l'avenir. Et, ainsi de suite.

En le faisant, j'ai appris comment expliquer la présence d'un problème à un client de manière délicate. Il fallait surtout être délicat dans notre cas car le client avait déjà dépensé une grande somme pour nos produits.

Cas particulier : mission n°2 – test de caméra 3D avant sa sortie

J'ai appris à faire de « l'état de l'art » pour mon maître d'apprentissage sur les techniques du traitement d'image et sur des capteurs sur le marché pendant cette mission. J'ai aussi appris à faire de « quality test » pour valider un produit avant sa sortie.

Mon maître d'apprentissage étant un doctorant qui a fait sa thèse CIFRE sur l'amélioration du traitement d'image à Shopline Electronic et à l'université Paris-Saclay, il m'a montré aussi comment travailler de manière structurée avec des méthodes comme la méthode AGILE, et d'autres bases à apprendre en tant qu'un futur thésard.

Cas particulier : mission n°3 – recherche d'une composante alternative

Pour cette mission, il fallait lire beaucoup de data sheets pour comparer un nouveau composant trouvé avec celui que nous utilisons par défaut pour voir leur compatibilité. Donc, j'ai appris à lire rapidement des data sheets afin de vérifier les caractéristiques importantes pour assurer la compatibilité d'une composante avec notre circuit pré-existant.

1.8. Réflexion sur la fonction d'ingénieur au regard de la mission réalisée

J'imagine que l'organisation et le déroulement des projets seront différents dans les grandes structures comparées à Shopline Electronic. Mais, ce qui est certain c'est que les missions seront plus ou moins pareils peu importe la taille de l'entreprise. Donc, j'ai la confiance en moi et la certitude maintenant que je pourrais très bien travailler en tant qu'un ingénieur en électronique dans n'importe quelle entreprise vue que j'ai déjà appris les compétences mentionnées en haut et d'autres à Shopline Electronic durant cette expérience de trois ans. C'est ce que j'ai constaté en écoutant l'expérience des autres apprentis.

2. Parcours professionnel durant les trois années d'apprentissage : de technicien supérieur à ingénieur

1. Évolution des missions durant les trois années

Durant ma première année d'apprentissage, mon maître d'apprentissage me confiait des missions détaillées avec des instructions spécifiques. Par exemple, la toute première mission ne concernait que les caméras 2D ou mono.

Puis, à partir de ma deuxième année, on me confiait plusieurs missions, avec des instructions plus ou moins floues. Il fallait définir moi-même les étapes à suivre pour accomplir une mission puis assurer la réussite d'une mission.

Enfin, en troisième année, j'ai appris à travailler avec plusieurs stagiaires et comment les diriger afin de développer un nouveau produit.

2. Évolution de la perception de son rôle d'apprenti

Au tout début de ma carrière au sein de Shopline Electronic, je ne faisais que suivre les instructions de mon maître d'apprentissage, M. Andrés BURBANO. Je ne voyais pas trop le but de mes missions au début. Ensuite, mes missions sont devenues la surveillance des stagiaires, assurer le bon déroulement du projet mené par des stagiaires, assurer la bonne relation avec les clients, etc. Ainsi, petit à petit, je voyais plus clairement le but des missions confiées à moi. Je voyais plus clairement ce qu'on demandait de moi et ce qu'on attendait de moi. Enfin, j'ai remarqué que mon rôle est devenu plutôt celui d'un manager plutôt que celui d'un technicien vers la deuxième et la troisième année.

3. Évolution personnelle et professionnelle en trois ans

À partir de ma troisième année d'apprentissage, j'ai suivi le programme de double master en Management et Administration des Entreprises à l'IAE Paris (ou Sorbonne Business School). Grâce à ce programme, j'ai pu élargir ma vision et ma compréhension de mon entreprise. J'ai mieux compris l'importance des systèmes d'incitation et j'ai compris le type de système d'incitation au sein de mon entreprise. Puis, l'importance de maintien d'une bonne relation avec ses collègues afin de faciliter son travail ainsi que la productivité de l'entreprise.

3. Retour d'expérience

Recul sur les missions ou « introspection »

Certes, poursuivre deux programmes de niveau master en même temps et travailler aussi en tant qu'étudiant apprenti n'est jamais facile. J'ai eu le mal de pays ainsi que des difficultés personnelles au cours de mes études. Mais, j'ai quand même réussi à surmonter tous ces obstacles et avoir des bons résultats à Polytech Paris-Saclay, à Shopline Electronic et à IAE Paris. Je suis fier de moi et je crois que sans l'aide des gens autour de moi, je n'aurais jamais réussi.

Concernant mes missions à Shopline Electronic, il y a eu certaines missions qui n'ont abouti à rien malgré nos efforts et la sacrifice économique et temporelle. Mais, j'ai quand même appris des leçons grâce à ces échecs et je sais maintenant que c'est une chose qui arrive quand on est ingénieur.

Perspectives à deux ou trois ans

J'ai décidé d'intégrer directement en deuxième année de master en Informatique à Sorbonne Université pour la nouvelle rentrée à venir après cette expérience de trois années d'apprentissage à Shopline Electronic. J'ai décidé de faire ainsi afin de développer davantage mes compétences en informatique avant de commencer une thèse en Intelligence Artificielle pour robotique.

Conclusion

Ce rapport décrit les missions que j'ai accompli au sein de Shopline Electronic pendant mes trois années d'apprentissage. J'ai expliqué ce qu'on y développe et vend, ainsi que mon rôle au sein de l'équipe R&D de cette entreprise. Puis, j'ai présenté avec une approche un peu différente comparée à la dernière fois en mentionnant les compétences techniques et professionnelles acquises en travaillant sur les trois missions principales et intéressantes déjà présentées dans les rapports précédents.

Après la présentation de ces trois missions, j'ai présenté une mission du développement d'un nouveau produit que j'ai accompli, cette année, avec des stagiaires. J'ai présenté cette partie d'une manière plus technique et détaillée pour montrer l'ensemble de processus du développement de produit au sein de notre entreprise. J'ai décrit dans cette partie des choses comme : le choix de composants et leurs caractéristiques, les tests effectués avec ces composants avant son utilisation, le développement du code pour utiliser les données récupérées des capteurs, etc.

Dans les dernières parties, j'ai identifié et détaillé les différentes compétences acquises, le changement de ma vision du rôle d'ingénieur, ainsi que mes perspectives à deux ou trois ans.

Bibliographie & Annexes

Site internet de l'entreprise Shopline Electronic :

<http://www.shopline.fr>

Annexe 1

DATA SHEET LIDAR :

<https://cdn.sparkfun.com/assets/5/e/4/7/b/benewake-tfmini-datasheet.pdf>

Annexe 2

DATA SHEET du microprocesseur PIC18F23K22 :

[https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/PIC18\(L\)F2X-4XK22-Data-Sheet-40001412H.pdf](https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/PIC18(L)F2X-4XK22-Data-Sheet-40001412H.pdf)

Sites sur lesquels l'entreprise commande ses composants électroniques :

- <https://www.mouser.fr>
- <https://fr.farnell.com>
- <https://fr.rs-online.com>