



*Ecole Nationale  
Supérieure d'Electronique,  
Informatique,  
Télécommunications,  
Mathématique et  
Mécanique de Bordeaux*

## LE RECIT DES DECOUVERTES

NOM : DELPEUCH  
PRENOM : Sébastien  
FILIERE : Informatique

DATE DU STAGE : du 1 juin 2020 au 24 juillet 2020, soit 7 semaines

DENOMINATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL : Eirlab – Fablab de l'ENSEIRB-MATMECA

ADRESSE : 1 Avenue du Dr Albert Schweitzer, 33400 Talence

PAYS : France

EXPERIENCE INTERNATIONALE : NON

CONVENTION DE STAGE : OUI

**Quelle que soit la forme de votre découverte vous devez obligatoirement mettre en fin de rapport l'attestation d'activité complétée et signée.**

**Responsable stage 1A : Astien Eric / [eric.astien@bordeaux-inp.fr](mailto:eric.astien@bordeaux-inp.fr)**

Ce document présente le récit des découvertes du stage réalisé par DELPEUCH Sébastien à Eirlab (fablab de l'ENSEIRB-MATMECA) sur la période du 1er juin 2020 au 24 juillet 2020 soit 7 semaines.

L'imprimante utilisée pour l'impression de ce rapport permettait d'imprimer uniquement du noir et blanc. Si vous souhaitez voir les images en couleur le rapport est disponible sur ce lien : <https://Sdel-peuch.github.io/assets/pdf/rapport.pdf>

## 1 Introduction

Tout d'abord commençons par expliquer les motivations qui ont conduit à la réalisation de ce stage de découverte. Pour commencer, quelques précisions vont être apportées sur mes activités scolaire et associative ce qui permettra une meilleure compréhension des motivations du stage. Comme noté sur la page de garde je suis un étudiant en informatique, de plus je suis aussi grandement investi dans l'association de robotique de l'ENSEIRB-MATMECA connue sous le nom de EIRBOT. Cela me permet de concilier deux de mes centres d'intérêts, l'informatique d'une part et les travaux manuels d'autre part (j'entends par travaux manuels des choses comme le travail du bois ou du métal par exemple). Cela m'amène à souvent être considéré comme « un futur roboticien » puisque c'est un domaine où l'on peut, dans la plupart des cas, concilier les deux. En revanche même si je l'entend souvent j'hésite encore à suivre la formation de robotique proposée par l'ENSEIRB-MATMECA. Le but de ce stage est donc de découvrir l'environnement de la robotique.

De plus sachant que la coupe du monde de robotique (Robocup) avait lieu à Bordeaux en juin 2020 j'étais très intéressé pour aller à l'évènement. Cela m'a conduit à déposer ma candidature au Fablab pour suivre les activités de l'équipe que le fablab héberge et qui participe à la Robocup. Cela a été accepté, malheureusement la pandémie de Covid-19 c'est déclarée et la Robocup 2020 a été reporté à 2021. Mon stage a été maintenu mais le sujet a été changé, l'idée est désormais de suivre les activités du Fablab.

Présentons maintenant Eirlab et le Fablab de l'ENSEIRB-MATMECA. Eirlab est un atelier de fabrication numérique proposant à ses membres des outils de prototypage rapide comme l'impression 3D, la découpe et gravure laser ou l'usinage de métal pour transformer une idée en prototype concret. Eirlab est aussi une association hébergée dans les locaux de l'ENSEIRB-MATMECA. Elle s'adresse aux étudiants et au grand public qui partagent un espace ouvert de 400m<sup>2</sup>, des machines-outils et un esprit communautaire. Il s'agit d'un lieu d'innovation et de partage où chacun peut mettre au point son idée, rejoindre un projet existant, se former puis former à son tour. Parmi les projets que le fablab porte nous pouvons citer la participation à la Robocup en SSL (Small Size League), une culture hydroponique, l'animation de l'option Culture Makers, la réalisation d'un quadrupède ...

L'objectif de mon stage est donc de m'intégrer dans la culture du fablab, de me former à l'utilisation

tion des machines, d'aider dans les différents projets et de mettre en pratique ma formation dans la réalisation de projets plus personnels. C'est aussi une occasion pour moi d'acquérir des compétences autres que l'informatique.

## 2 Développement des découvertes

### Présentation des sujets, 02/06 - 05/06

La première semaine du stage a été une semaine consacrée à l'explication de ce que j'allais faire.

Dans le contexte actuel le premier point a été consacré aux mesures barrières à appliquer. Ces dernières sont nombreuses et contraignantes au début. Le port du masque obligatoire est assez déroutant et dérangeant dans les premiers jours. À cela s'ajoute la condamnation de tous les équipements de vie commune (frigo, cafetière, couverts ...) cela est déroutant lorsque l'on a l'habitude de faire des pauses cafés etc mais on s'habitue très rapidement à ce changement de routine. Cependant parmi toutes, la mesure barrière la plus contraignante est la désinfection permanente de tout le matériel, que ce soit table, machine, tournevis, scie etc. Tout ce que l'on doit toucher nous devons le désinfecter avant et après utilisation, cela est plutôt pénible et prend du temps.

Suite à cette explication, Julien ALLALI développe les différentes activités et projets du Fablab actuellement en cours. Les différents projets dont il me fait part sont très variés, allant de l'informatique à l'usinage du métal en passant par de la biologie. Sans rentrer dans les détails techniques, le projet le plus étendu est le développement des codes pour les robots de la SSL (voir [Figure 1](#)) de l'équipe NAMec pour la Robocup 2021. Ensuite, nous avons aussi la réalisation d'un quadrupède capable de déplacer un humain, ce dernier est réalisé en métal avec des vérins il demande donc beaucoup d'usinage, la construction de la première patte réalisée avant le début de mon stage est disponible en [Figure 2](#). Un projet plus mineur est l'installation et la maintenance d'un banc hydroponique permettant la culture des fraises. Finalement il me présente certaines activités mineures participant à la vie du fablab (amélioration des espaces de travail, nettoyage, rangement ...)

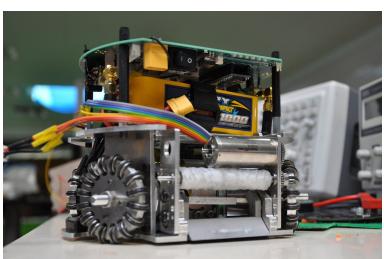


FIGURE 1 – Robot de l'équipe NAMec participant à la SSL lors de la Robocup

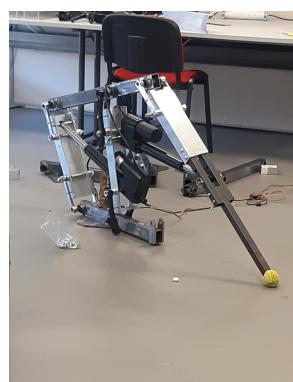


FIGURE 2 – Une patte du robot quadrupède en cours de construction

En somme parmi les projets présentés je choisis de travailler sur la SSL, le robot quadrupède et aider dans la vie du fablab.

Pour conclure cette première semaine nous avons finalement installé les différentes ressources pour les projets, cela a pris du temps car il y avait beaucoup de ressources à installer, configurer etc. De plus je n'avais jamais utilisé les techniques du Fablab pour installer les projets. Il a donc fallu que je découvre les outils informatique, que je comprenne le fonctionnement puis que je l'applique pour pouvoir accéder et développer les projets. L'exercice n'est pas forcément aisé. En effet, pour l'instant je n'ai jamais eu l'occasion d'arriver dans un projet déjà en cours de développement et j'ai toujours commencé les projets informatique à partir de 0. Ainsi l'installation des projets m'a pris du temps car dès qu'une erreur apparaissait je mettais un certain temps à comprendre d'où elle venait et comment la régler. Après quelques heures de persévérance j'ai pu installer tous les projets et les faire fonctionner, j'étais donc apte à commencer le travail.

### Contribution à la SSL, 08/06 - 12/06

Maintenant que je suis en capacité de travailler sur les différents projets proposé par Julien ALLALI je peux débuter le développement de ces derniers. Je choisis de commencer à travailler sur la SSL, pour rappel la SSL (Small Size League) est une ligue de la Robocup (coupe du monde de robotique) qui a pour but de faire s'affronter des équipes de robots (6 contre 6) de taille réduite (voir [Figure 1](#)) sur un terrain de foot réduit (10 mètres par 7 mètres). Les robots sont totalement autonomes et jouent donc sans intervention humaine.

Avant d'apporter ma contribution au développement du projet j'essaye de prendre la mesure des codes qui sont déjà existant. Cependant, comme je l'ai dit précédemment c'est la première fois que je m'intègre à un code déjà existant. Le code est déjà très développé (plus de 30 000 lignes) et peu documenté, la compréhension du projet est donc très complexe malgré les explications. Après deux jours d'explications je comprends enfin le fonctionnement général du projet cependant je suis loin de comprendre le fonctionnement détaillé du projet. Pour faire une analogie avec une voiture, je comprend actuellement le rôles des différents éléments (à quoi sert le moteur, la boite de vitesse, les pédales etc) mais je suis incapable de dire comment fonctionne le moteur, les essieux etc.

A ce stade je fais un point avec mon maître de stage sur la nature de la contribution que je vais apporter. Il me laisse le choix entre rajouter une composante au projet ou alors améliorer le code existant (documentation, clarté, debug ...). Étant donné la complexité du code et le temps qu'il me faudrait pour reprendre tout le code je choisis donc d'améliorer une composante déjà existante : l'algorithme de recherche de chemin des robots. Sans rentrer dans les détails technique mon objectif est de modifier la recherche de chemin. Pour l'instant l'algorithme recherche le chemin le plus court pour le robot en ignorant les autres robots (ce qui entraîne souvent des collisions et donc des pénalités),

l'idée est de transformer l'algorithme pour qu'il cherche le chemin optimal tout en évitant les autres robots. Je m'attelle donc à la réalisation de cet algorithme sur la fin de la semaine. Même si j'ai déjà eu l'occasion de coder dans le langage du projet (le c++) les différents codes déjà existant que je peux lire et les différentes questions que je pose à Julien ALLALI me permettent d'apprendre beaucoup et très rapidement dans ce langage. Cela est très satisfaisant puisque j'ai l'impression d'apprendre beaucoup plus vite que pendant les cours.

A la fin de la semaine je présente les résultats de mon algorithme, je suis plutôt satisfait de ce dernier puisque en plus de fonctionner correctement il utilise des techniques de code que je viens de découvrir. Cela conclut la semaine et la découverte du projet de SSL. Il est établit que je retravaillerai sur la SSL pour tester réellement les robots dans la salle prévue à cette effet courant juillet.

## **Utilisation de la découpeuse laser, 15/06 - 26/06**

Pour la troisième semaine je commence tout d'abord par continuer la SSL, je parcours les différents code et corrige ce que je peux corriger. Dans le cours de la semaine, Julien ALLALI me parle d'un projet concernant la découpeuse laser. L'idée est de réaliser des plaques de démonstration permettant aux novices de trouver les paramètres (vitesse du laser, puissance ...) rapidement pour avoir le rendu qu'ils veulent (profondeur de gravure, éviter que la planche soit brûlée ...).

Étant donné que j'utilise souvent la découpeuse laser dans le cadre associatif, je suis ravi de m'occuper de cette réalisation. La fabrication de la plaque n'est pas évidente puisqu'il faut trouver un moyen de montrer toutes les techniques proposées par la découpeuse laser en faisant varier les paramètres le tout sur une planche d'une taille réduite.

Après avoir réalisé un prototype virtuel je commence à réaliser un prototype réel. Ma principale difficulté est de trouver les paramètres correct pour que les planches de démonstration soient de qualité tout en utilisant le moins de bois possible pour éviter le gaspillage. J'utilise donc une méthode empirique, j'effectue un test sur un bout de planche, note le résultat puis recommence tant que le résultat ne me convient pas. Cette méthode est quelque peu longue mais les résultats sont plutôt satisfaisant.

Une fois que j'ai trouvé les paramètres je peux commencer à créer la première planche de démonstration dans son entièreté. Lors de la réalisation de ces dernières je profite des conseils que l'on me donne pour améliorer mes techniques à la découpeuse laser. Après avoir fini la première planche je suis très content du résultat et satisfait de la qualité de ce dernier. Une fois que la première planche a été effectué, la réalisation des suivantes est très rapide. Le résultat est disponible en [Figure 3](#).

Une fois que j'ai terminé les différentes planches je les montre à Julien ALLALI pour qu'il vérifie la qualité, puis les accroche au mur. Cet exercice fut très enrichissant puisque j'ai effectué une montée en compétence sur la découpeuse laser. De plus j'ai pu réaliser un objet aidant dans la vie quotidienne

du Fablab et qui, je l'espère, pourra servir à des futurs utilisateurs de la découpeuse laser.



FIGURE 3 – Résultat final des plaques de démonstration sur divers matériaux

### Formation à la CNC, 26/06 - 10/07

Les découvertes que j'ai effectué avec la découpeuse laser sont plaisantes mais plutôt limitées étant donné que je connaissais déjà la plupart des techniques avant le début de mon stage. De plus, je suis plutôt intéressé par l'usinage du métal. J'en parle donc à Julien ALLALI qui me propose de me former à l'utilisation de la CNC, une machine d'usinage du métal (voir [Figure 4](#)).



FIGURE 4 – Machine permettant d'usiner du métal (CNC)

L'usinage du métal via CNC demande un apprentissage très long et très rigoureux, l'idée pendant les 14 jours que ma formation a duré n'est pas de faire une formation très rigoureuse mais plutôt une initiation à l'usinage qui me permettra par la suite de réaliser des pièces simples pour des projets personnels.

Pour commencer je dois découvrir un nouveau logiciel très complet de modélisation de pièces 3D (Inventor), le logiciel est quelque peu complexe à prendre en main puisqu'il est très complet et le nombre de possibilités est presque infinie.

Après quelques jours à suivre différents tutoriels et profiter des conseils de Julien ALLALI je commence la modélisation de la première pièce que je souhaite faire (un simple cercle avec un trou au milieu), une fois la modélisation faîtes je commence l'usinage.

À ce moment, on m'explique toutes les mesures de sécurité à prendre et toutes les erreurs classiques que l'on peut faire avec une CNC.

L'usinage de la première pièce se passe sous le contrôle de Julien ALLALI et se déroule sans trop de problème, en revanche le résultat n'est visuellement pas satisfaisant. Le problème venant de la configuration du modèle de la pièce, je décide donc de m'entraîner sur une CNC plus petite (voir [Figure 5](#)) permettant l'usinage du bois (ce qui minimise le risque d'avoir de casser des pièces de la machine)



FIGURE 5 – Machine permettant d'usiner du bois (CNC)

Passer sur la petite CNC fut une très bonne idée, en effet la CNC pour le métal est imposante et plutôt chère, de plus une erreur entraînant de la casse peut vite arriver. Avec la petite CNC je suis beaucoup plus confiant, je peux tester donc des choses plus facilement et au final apprendre plus vite les différentes techniques possibles.

Après quelques jours j'ai pu maîtriser les techniques de bases puis réaliser quelques pièces en métal avec la CNC à métal, j'étais beaucoup plus confiant, expérimenté et patient ce qui a rendu des pièces de bien meilleure qualité.

Même si ce n'était pas prévu à l'origine dans mon stage, je suis très heureux d'avoir pu réaliser cette formation, cela me rajoute une compétence différente des compétences que j'obtiens avec ma formation en informatique. De plus, c'est exactement ce que je voulais faire pendant mon stage de découverte, découvrir des domaines auquel je n'aurai peut être pas pu être initié via la formation classique.

De plus, plus je découvre les moyens proposés par le Fablab plus je suis intéressé par le principe de Fablab et plus j'ai envie de m'investir dans la vie de ce dernier et dans l'association qui le gère (Eirlab).

## Test des robots de la SSL, 10/07 - 17/07

Suite à la modification des protocoles sanitaires, Eirlab a le droit d'accueillir plus de membre qu'avant. Je rencontre Xavier, un membre de l'équipe NAMec. Xavier est un élève de Master 2 en informatique à l'université de Bordeaux, il n'a donc que quelques années de plus que moi et nous faisons vite connaissance. Xavier est là pour effectuer de la maintenance sur les robots de la SSL (voir période du 08/06 au 12/06) et pour tenter de les faire fonctionner dans des conditions réelles. Étant

président de l'association de robotique de l'ENSEIRB (Eirbot) je suis très intéressé par la maintenance des robots. C'est pour moi l'occasion de découvrir, monter et démonter des robots plus professionnels que ceux que nous construisons avec des moyens plus conséquents que les nôtres.

Étant donné qu'il faut effectuer la maintenance sur 6 robots identiques, Xavier me montre comment la faire une fois, puis me demande de répéter l'opération tout en me surveillant puis de répéter l'opération de manière autonome. Cela me permet de découvrir les différents modules utilisés et enrichir ma culture générale sur la robotique. La maintenance d'un robot, lorsqu'il a été soigneusement conçu, est relativement rapide, il faut le démonter dans un certain ordre, nettoyer les pièces, changer les consommables et le remonter correctement. Une fois que la maintenance est effectuée sur tous les robots nous pouvons passer à l'utilisation réelle des robots. L'objectif est double, d'une part nous devons remettre en place les différents systèmes permettant un fonctionnement autonome des robots. D'autre part nous voulons tester l'algorithme de recherche de chemin mis en place courant juin.

Dans la même idée, Xavier m'explique à chaque fois comment effectuer une opération puis me demande de la refaire tout en contrôlant ce que je fais. C'est une pédagogie très appréciable puisque je vois tout de suite si j'ai compris ce qui est demandé ou pas et si j'arrive à le mettre en pratique.

Après quelques heures de configuration nous arrivons à mettre en place les différents systèmes (caméra permettant de détecter les robots, connexion réseaux des différents systèmes ...). Cette phase de configuration fut très pénible pour différentes raisons, la première est la salle elle même. Nous étions en pleine canicule dans une petite salle sans climatisation exposée au soleil pendant pratiquement toute la journée. La chaleur était à la limite du soutenable. La deuxième raison fut la nature de notre travail, la configuration réseau demande une certaine rigueur et nous nous sommes souvent confrontés à des erreurs dont l'origine était inconnue et incompréhensible. Une fois cette phase passée nous sommes désormais en mesure d'utiliser les robots dans les conditions réelles.

Le test des robots est un moment très plaisant que je connais déjà un peu, il y a toujours une grande différence entre ce que nous voulons que le robot fasse et ce qu'il fait réellement. Cela donne toujours des moments comique où l'on court derrière un robot pour l'arrêter parce qu'il ne fait pas du tout ce qui est prévu. Une fois que nous avons effectué les réglages de dernière minute nous pouvons tester correctement les différents robots et l'algorithme de recherche de chemin. Mis à part quelques problèmes mineurs l'algorithme fonctionne aussi bien qu'en simulation ce qui est très gratifiant.

Cela conclut ma participation à la SSL, la découverte de l'équipe fut très plaisante et j'espère sincèrement pouvoir travailler à nouveau avec eux sur le projet.

## Mise en pratique des connaissances acquises, 17/07 - 24/07

La dernière semaine fut un peu particulière, nous sentions les vacances arriver et en avions bien besoin ! En conséquence, Julien ALLALI m'a proposé de mettre en pratique ce que j'ai appris durant le stage pour réaliser des projets personnels.

Je n'ai pas eu de mal à trouver des projets personnels à faire, la plupart ont pour objectif de réaliser des rangements / décoration pour le local de EIRBOT.

Une fois que j'étais sur de ce que je voulais faire j'ai pu immédiatement mettre en pratique ce que j'avais appris. Nous étions bien loin du début de mon stage où je fonctionnais par tâtonnements et sans grande certitude. Pouvoir constater mes progrès était très satisfaisant.



(a) Boite de rangement pour les forets



(b) Petit casier pour le vrac



(c) Réalisation d'un porte flyers



(d) Réalisation de boites de rangements

FIGURE 6 – Quelques exemples de réalisation de projets personnels

### 3 Conclusion

En somme cette découverte fut très enrichissante sur plusieurs plans. Tout d'abord même si ce n'est pas l'objet de ce rapport sur le plan technique, j'ai réalisée une réelle montée en compétence sur des supports que je n'avais pas l'habitude d'utiliser. De plus je suis convaincu que ces compétences pourront être utile dans le futur tant scolairement que personnellement. Ensuite sur le plan humain, en effet j'ai eu la joie de découvrir l'association EIRLAB et de m'intégrer un peu dedans. Je suis tout autant convaincu que je retournerais travailler avec eux nombre de fois dans les années à venir.

Finalement le plan le plus important est le plan personnel, ce dernier est plus mitigé. D'un côté le stage de découverte rempli exactement mes attentes dans le sens où je voulais faire à la fois de l'informatique et autre chose. Cependant le stage ne m'a pas conforté dans mon choix de projet concernant la filière robotique où non, même si c'était très plaisant de participer à l'élaboration des robots je ne sais pas encore si je veux me spécialiser dedans.

Finalement je garde un excellent souvenir de ce stage de découverte même si je reste un peu amère de ne pas avoir pu suivre la Robocup 2020 avec eux, j'espère être au rendez vous en 2021 !