



2016/2017 :
Semestre 4



Projet Robot Poppy

Etude d'une solution autonome



DUT GMP Apprentissage

BOUIX-GEPPERT
CUVILLIER

Simon
Robin

DUT GEII Apprentissage

MICHELUTI
SCHMITT
BERTRAND

Laurent
Anthony
Kévin

Table des matières

Remerciement	1
Introduction.....	2
1. Analyse Fonctionnel	3
1.1. Cahier des charge	3
1.2. Bête à cornes	3
1.3. Diagramme Fast	4
1.4. Répartition des taches	5
1.5. Planning prévisionnel.....	5
2. Assemblage du robot	6
2.1. Réception des pièces.....	6
2.2. Assemblage du robot.....	7
3. Connexion du Robot et programmation.....	8
3.1. Choix du langage de programmation	8
3.2. Connexion entre le PC et le Robot.....	8
4. Etude de la solution autonome	9
4.1. Choix des batteries.....	9
4.2. Choix du moyen de charge.....	11
4.3. Montage électrique des batteries.....	12
4.4. Intégration des batteries dans le Robot.....	14
5. Conception des jambes pour l'intégration des batteries.....	15
5.1. Conception des hanches	15
5.2. Conception des tibias.....	16
5.3. Conception des Pieds	17
Conclusion	21
Annexe.....	22

Remerciement

Tout d'abord nous adressons nos remerciements à nos collaborateurs GEii ; Lauren Micheluti, Anthony Schmitt, Kévin Bertrand. Pour leurs soutiens, leurs aide sur les partie électrique et la bonne ambiance qu'ils ont su instaurer dans le groupe

Nous remercions également le corps enseignant du DUT GMP et plus particulièrement Mr Chassigné, Mr Fluck et Mr Stoffel, ainsi que Mr De Sabatta de l'IUT LAB pour leurs soutient technique durant les différentes phases du projet

Enfin nous tenons à remercié toutes les personne qui ont contribué à l'avancement de ce projet

Introduction

On a confié à notre équipe l'ensemble du robot en pièces détachées, une de nos premières missions fut d'assembler celles-ci afin de constituer le robot (d'une hauteur 83cm pour 3,5kg) Le but final étant de pouvoir piloter le robot, dans un premier temps par des mouvements simples telles que marcher, s'asseoir etc.. Nous souhaitons finalement programmer nous-même, par le billet de nos propres codes lui faire réaliser d'autres gestes plus complexes.

Nous avons constaté que son point d'équilibre n'étant pas bien centré, il ne peut marcher sans tomber, de ce fait il doit être accompagné (par quelqu'un qui lui tient la main). De plus, de par son alimentation filaire sur secteur il « traîne » derrière lui son câble d'alimentation. Nous avons l'ambition de lui permettre de se déplacer de manière autonome (c'est-à-dire de lui modifier son point d'équilibre afin qu'il puisse marcher sans accompagnateur et de lui implanter des batteries dans les jambes pour lui permettre de s'alimenter sans être connecté au réseau).

Notre équipe se fixe donc plusieurs objectifs mettant en lien diverses activités liant les domaines mécaniques, électriques et encore de la programmation.

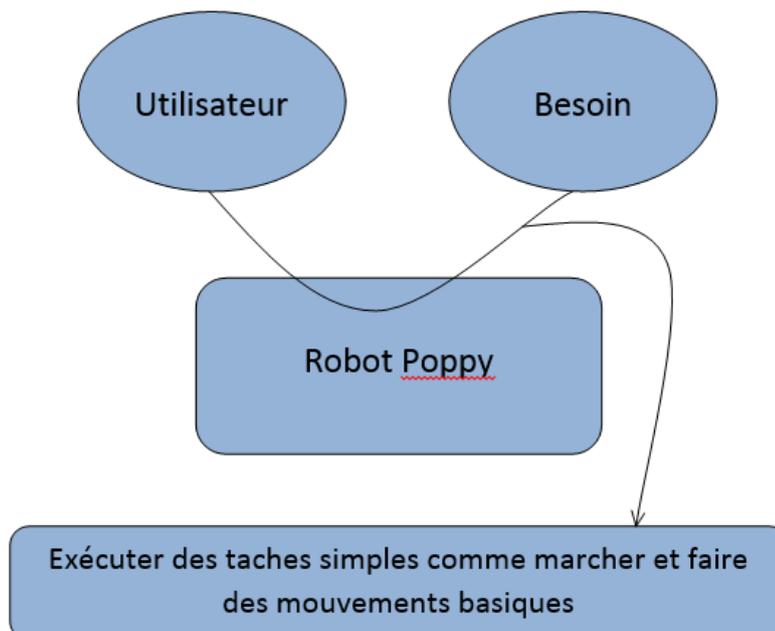
1. Analyse Fonctionnel

1.1. Cahier des charge

1. Montage du robot selon les critères de conception indiqués par le constructeur dans la documentation technique fournie sur internet. Et à l'aide de vidéos tutoriels trouvées sur YouTube (le lien dirige vers la chaîne de Matthieu Lapeyre, sa chaîne présente clairement toutes les vidéos nécessaires au montage du robot étapes par étapes
2. Codage en python des instructions depuis l'interface du robot via Ethernet, sur le réseau internet de l'UHA
3. Étude d'optimisation du robot : -Recherche d'une autre solution d'alimentation du robot permettant une autonomie énergétique du robot.
4. Conception de nouvelles pièces pour rajouter du poids au robot avec intégration de batteries dans les jambes et dans les pieds afin de baisser le centre gravité du robot et donc de marcher seul en équilibre.
5. Essai du bon fonctionnement du robot (moteurs bien initialisés, tous les degrés de libertés réalisables, pas de défauts de câblages etc...) dans les conditions initiales, puis avec les modifications d'alimentation, puis encore avec nos propres lignes de codes.

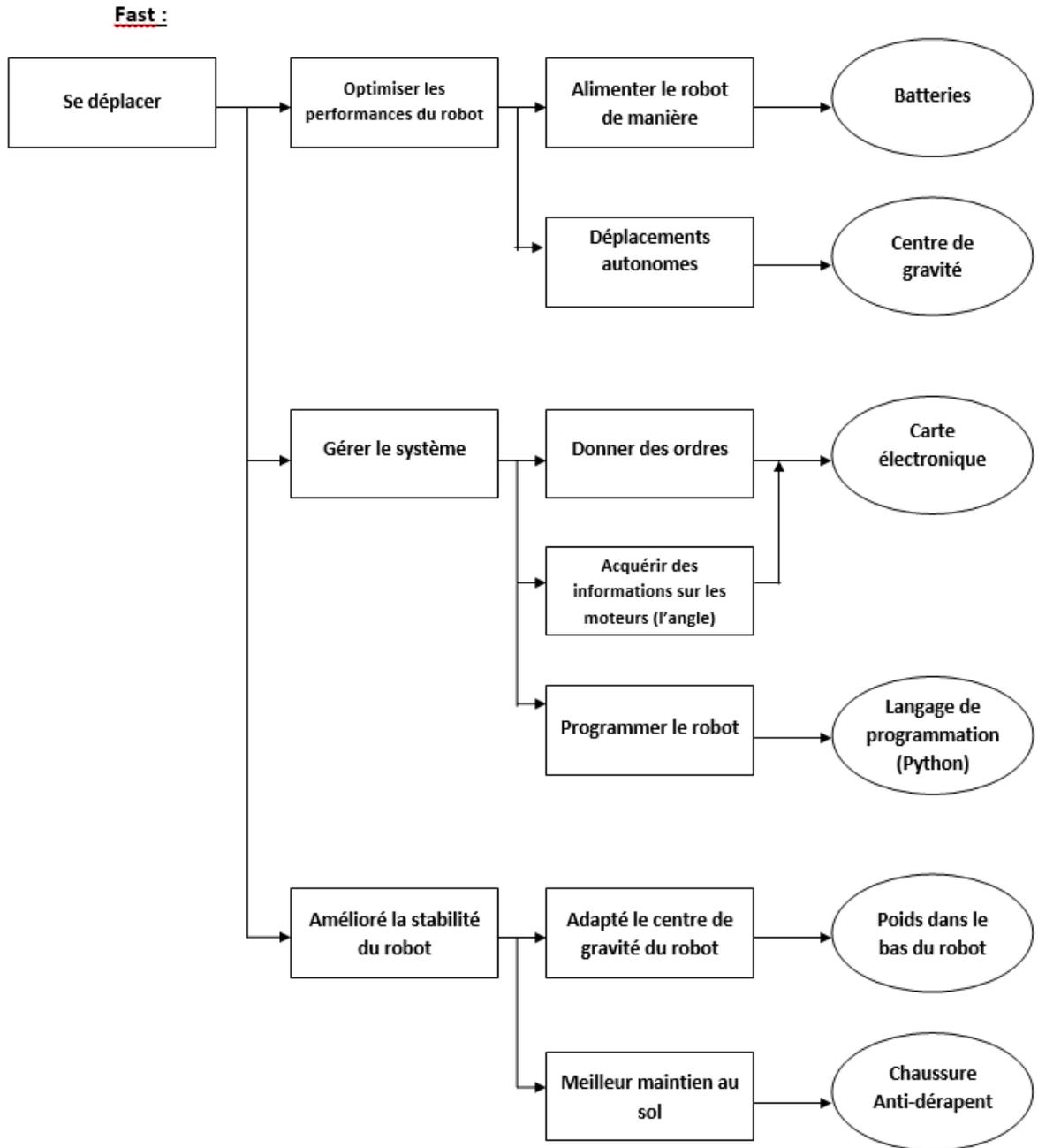
1.2. Bête à cornes

Bête à cornes :



1.3. Diagramme Fast

Fiche technique



1.4. Répartition des taches

Nous sommes une équipe de 5 étudiants tous en formation apprentissage inscrits à l'IUT de Mulhouse. Elle se compose :

1. De 2 GMP (Génie Mécanique et Productive) qui s'occupent de la partie conception/assemblage et de l'étude de l'implantation des batteries dans le robot et de la gestion du nouvel équilibrage de celui-ci.
2. De 3 GEII (Génie Electrique et Informatique Industrielle) qui s'occupent de la partie programmation/codage et de la configuration des servomoteurs. Etude de l'alimentation du robot pour les batteries et prévoir le rechargement de celles-ci.

Bien entendu, il est évident que pour une meilleure progression du projet, la coopération est primordiale. La répartition des activités est variée en fonction des spécialités GEII et GMP des membres du groupe afin de garantir une certaine polyvalence et d'acquérir une expérience et des compétences pour chacun.

1.5. Planning prévisionnel

En suivant le lien si dessous vous trouverez notre planning prévisionnel ainsi que les taches effectués par les différents membres de notre équipe

[Suivi_davancement-5avril.xlsx](#)



Suivi_davancement-
5avril.xlsx

2. Assemblage du robot

2.1. Réception des pièces



Lors de la réception des pièces du robot, nous avons commencé par vérifier si toutes les pièces du robot étaient présentes.

Ensuite nous avons définis l'ordre des parties du robot à assembler puis nous nous sommes mis en deux groupes pour l'assemblage du robot.

2.2. Assemblage du robot

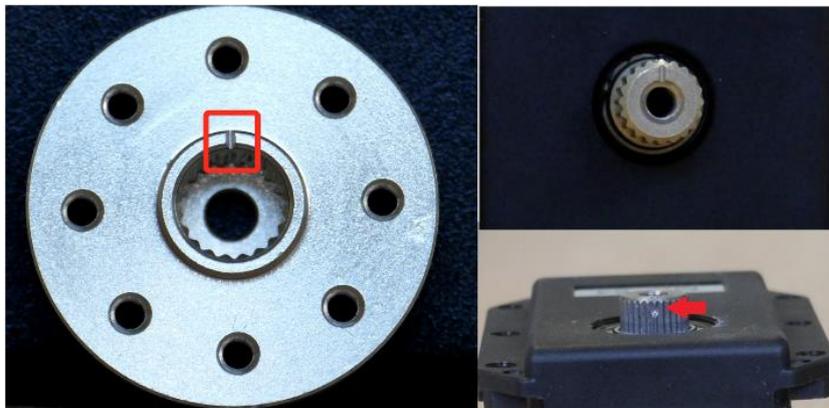
La documentation de l'assemblage est très complète sur internet, il y a des vidéos de chaque partie à assembler et même la liste de toutes les pièces nécessaires pour la construction par partie.

Voici les différentes parties d'assemblage du robot. Les deux premières servent à se connecter aux servomoteurs (via herborist) pour les configurer et ainsi leur donner une position zéro et une adresse unique pour les différencier. Nous avons donc suivi l'ordre d'assemblage proposé par le constructeur. (Voir lien ci-dessous)

- [Matériel Dynamixel >>](#)
- [Adressage des Dynamixel >>](#)
- [Assemblage des bras >>](#)
- [Assemblage du tronc >>](#)
- [Assemblage des jambes >>](#)
- [Assemblage de la tête >>](#)

servomoteurs (via herborist) pour les configurer et ainsi leur donner une position zéro et une adresse unique pour les différencier. Nous avons donc suivi l'ordre d'assemblage proposé par le constructeur. (Voir lien ci-dessous)

<https://github.com/poppy-project/poppy-humanoid/blob/master/hardware/doc/fr/guideAssemblage.md>



Lors de l'assemblage, nous devons faire attention à aligner le point du support moteur et le point sur l'axe du servomoteur. Si cela n'était pas respecté, la position zéro du moteur n'aurait pas été cohérente avec l'articulation du robot.



La même opération était à effectuer entre le support moteur et les pièces du robot.

3. Connexion du Robot et programmation

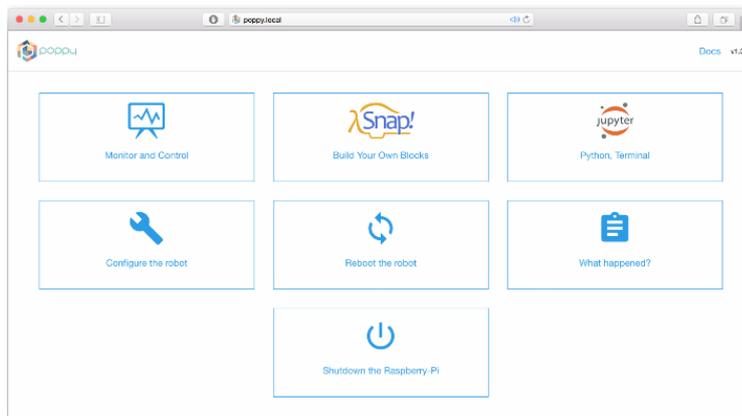
3.1. Choix du langage de programmation



Nous avons choisi de programmer dans le langage python car les bibliothèques de Poppy ont été écrites en Python et donc pour bénéficier de toutes les bibliothèques scientifiques existantes. Python est également une langue bien connue et largement utilisée dans les domaines de l'éducation.

3.2. Connexion entre le PC et le Robot

Le robot Poppy est équipé d'une carte embarquée dont le travail consiste à contrôler les moteurs et à accéder aux capteurs. Cette carte (ordinateur) peut être accessible à distance via une interface Web.



Nous avons inséré une carte SD comprenant des images ISO. Ses "images" servent à créer l'interface du robot Poppy (voir photo), pour accéder à cette interface, nous devons taper l'adresse IP du robot dans une barre de recherche

web. Accéder au robot fut l'étape la plus compliquée, nous avons eu beaucoup de problème pour trouver l'adresse IP du robot. Au départ nous avons essayé d'accéder au robot par des câbles Ethernet mais sans succès nous nous sommes redirigés vers la solution de l'accès par wifi que nous avons réussi malgré quelques difficultés.

Malheureusement nous n'avons pas eu assez de temps pour voir le robot marcher mais nous arrivons à bouger tous les moteurs depuis l'interface du robot.

4. Etude de la solution autonome

4.1. Choix des batteries

Nos données d'entrées	Alimentation actuelle	2 alim de 5 Ampère en 12 volts
	Plage de tension des servomoteurs	De 10 à 14,8V
	Consommation max des servomoteurs	± 1,53 A (donnés relevé par d'autres étudiants)
	Consommation min des servomoteurs	± 2,5 A (donnés relevé par d'autres étudiants)
	Limite de couple MX64	5.5 Nm (à 11.1V, 3.9A), 6.0N.m (à 12V, 4.1A)
	Limite de couple MX28	2.3 Nm (à 11.1V, 1.3A), 2.5N.m (à 12V, 1.4A)

Etant limité au niveau du temps, nous n'avons pas pu calculer par nous-même la consommation min et max des servomoteurs. Nous nous sommes donc appuyés sur les résultats d'autres étudiants.

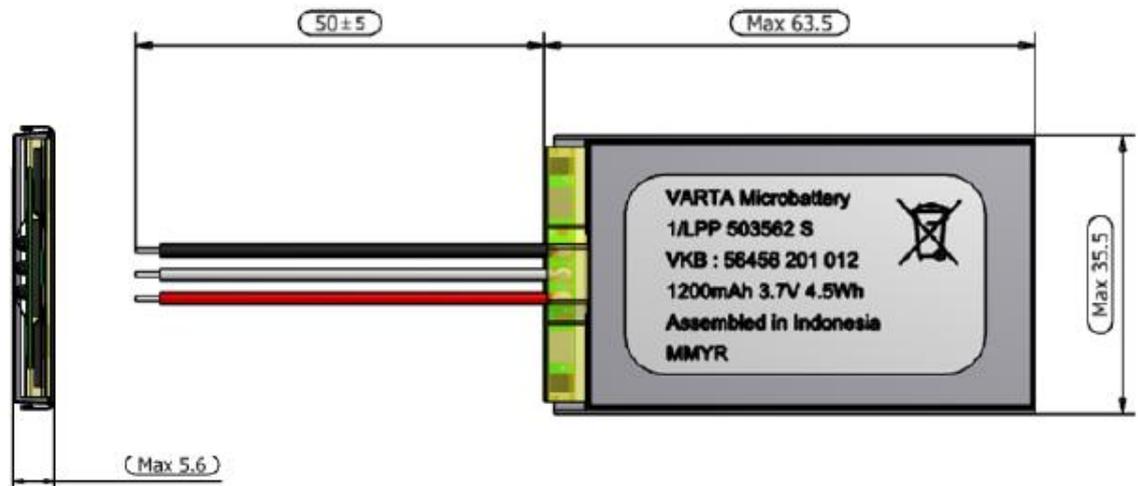
Nous nous sommes renseigné sur les différents types de batterie afin de définir celle qui répondrait au mieux à notre besoin.

Ci-dessous un tableau récapitulant les différentes batteries utilisables ainsi que leurs caractéristiques :

Types de batteries	Li-Ion	Li-Po	NiMH	Pb
Paramètres				
Rapport taille/poids/énergie	Le meilleur	Très bon	Bon	Le moins bon
Rapport prix/énergie	Le plus cher	Cher	Intéressant	Le moins cher
Courant de décharge max	Limité, variable	Important	Moyen, variable	Important
Stabilité de la tension	Stable	Stable	Moyen	Peu stable
Milieu confiné lors de la décharge/recharge	OK	OK	OK	Dangereux
Volume variable, dégagement de chaleur ou de gaz	Chaleur	Volume variable et chaleur	Chaleur	Chaleur et gaz
Sensibilité aux variations de température	Importante	Moyenne	Moyenne	Peu sensible
Résistance à l'écrasement et aux chocs	Explosion / incendie immédiats	Explosion / incendie immédiats	Risque d'incendie si très excessif	Risque d'incendie si très excessif
Résistance aux surcharges ou décharges trop profondes	Très mauvaise (mais couramment fourni avec protection)	Mauvaise (mais à relativiser vu les courants supportés)	Limitée	Bonne résistance
Circuit de protection nécessaire	Indispensable	Fortement recommandé	Variable	Variable
Circuit de charge contrôlée nécessaire	Indispensable	Indispensable	Fortement recommandé	Variable
Simplicité d'utilisation et robustesse générale	Complexe, circuits de protection et charge requis, mais simple au final car elles sont toujours livrées avec ces circuits	Complexe	Intéressant	Le plus simple et le plus robuste

Nous avons donc opté pour des batteries lithium-ion qui on le meilleur rapport taille/poids/énergie

Dans un premier temps nous avons pensé installer 3 batteries rectangulaire : 2 aurait été implanté dans les tibias et une au niveau du bassin.



Cependant celles-ci été trop couteuse et elles nous permettaient pas d'atteindre la puissance voulut.

Après avoir discuté de notre solution avec les GEii et leurs enseignants, nous avons finalement opté pour des batteries lithium-ion 18650. Celles-ci ont un encombrement faible et leurs coûts et peut élever.

Caractéristiques des batteries lithium-ion 18650 :

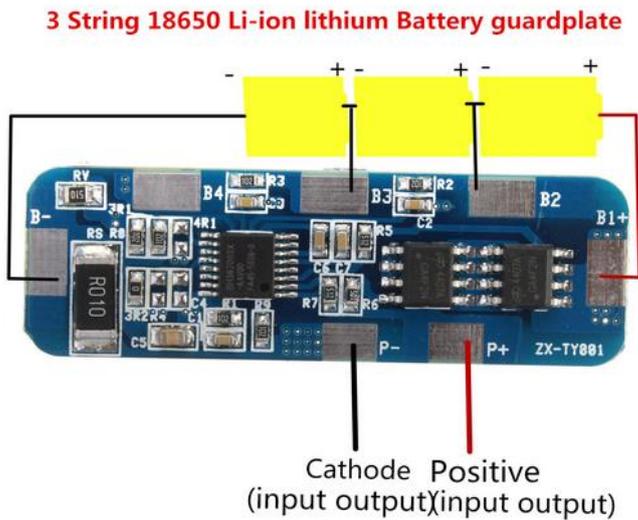
	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité: 2600mAh • Résistance: ≤ 60 mOhm • Tension: 3.7V • Poids 44gr • Sans effet mémoire • Couleur pourpre • Longue durée de conservation • Dimensions: 18650 taille 6.5cm x 1.8cm • Rechargeable +/-800 fois
---	--

4.2. Choix du moyen de charge

Après avoir discuté avec Mr Choisy enseignant en GEII nous avons pensé concevoir notre propre régulateur de charge.

Cependant par manque de temps nous avons décidé avec Mr De Sabatta d'en commander 2, un pour la jambe droite et un deuxième pour la gauche.

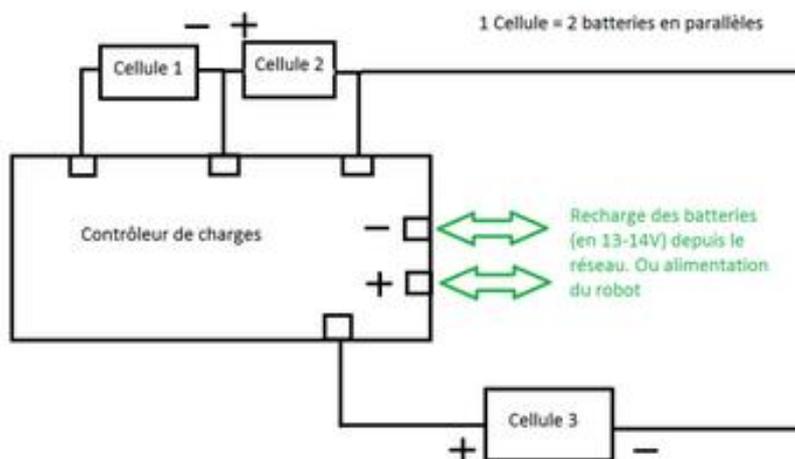
Ci-dessous le régulateur commandé :



Ce régulateur comme sont non l'indique va permettre de réguler la charge entre les 6 batteries qui compose une jambe (3 paires).

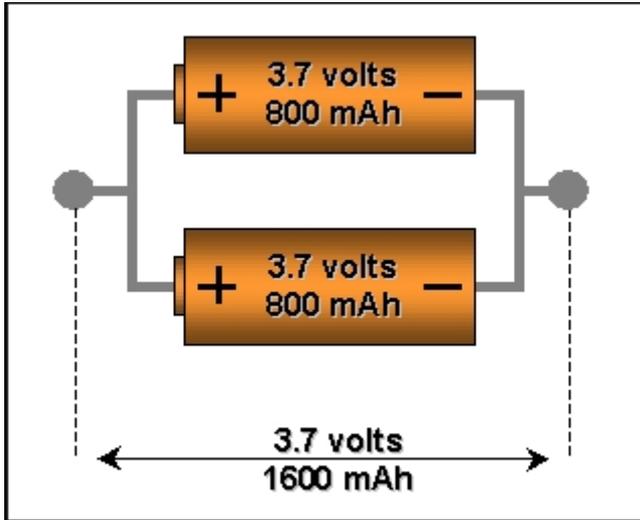
Il sera alimenté par un chargeur de PC délivrant une tension de 14V qui sera par la suite répartie aux batteries.

Schéma électrique du régulateur :

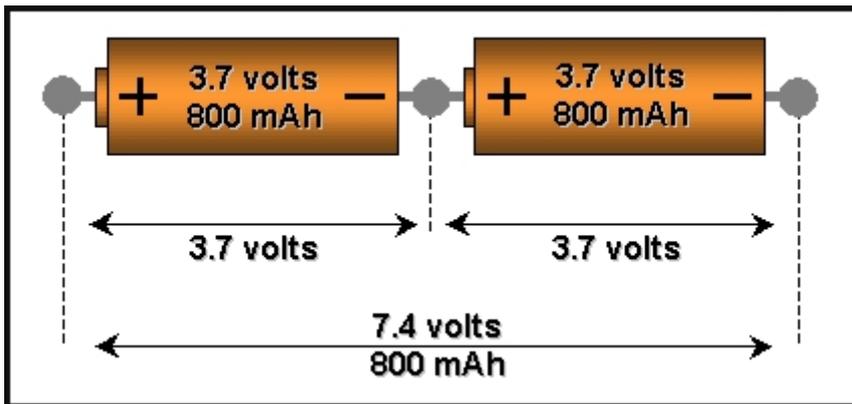


4.3. Montage électrique des batteries

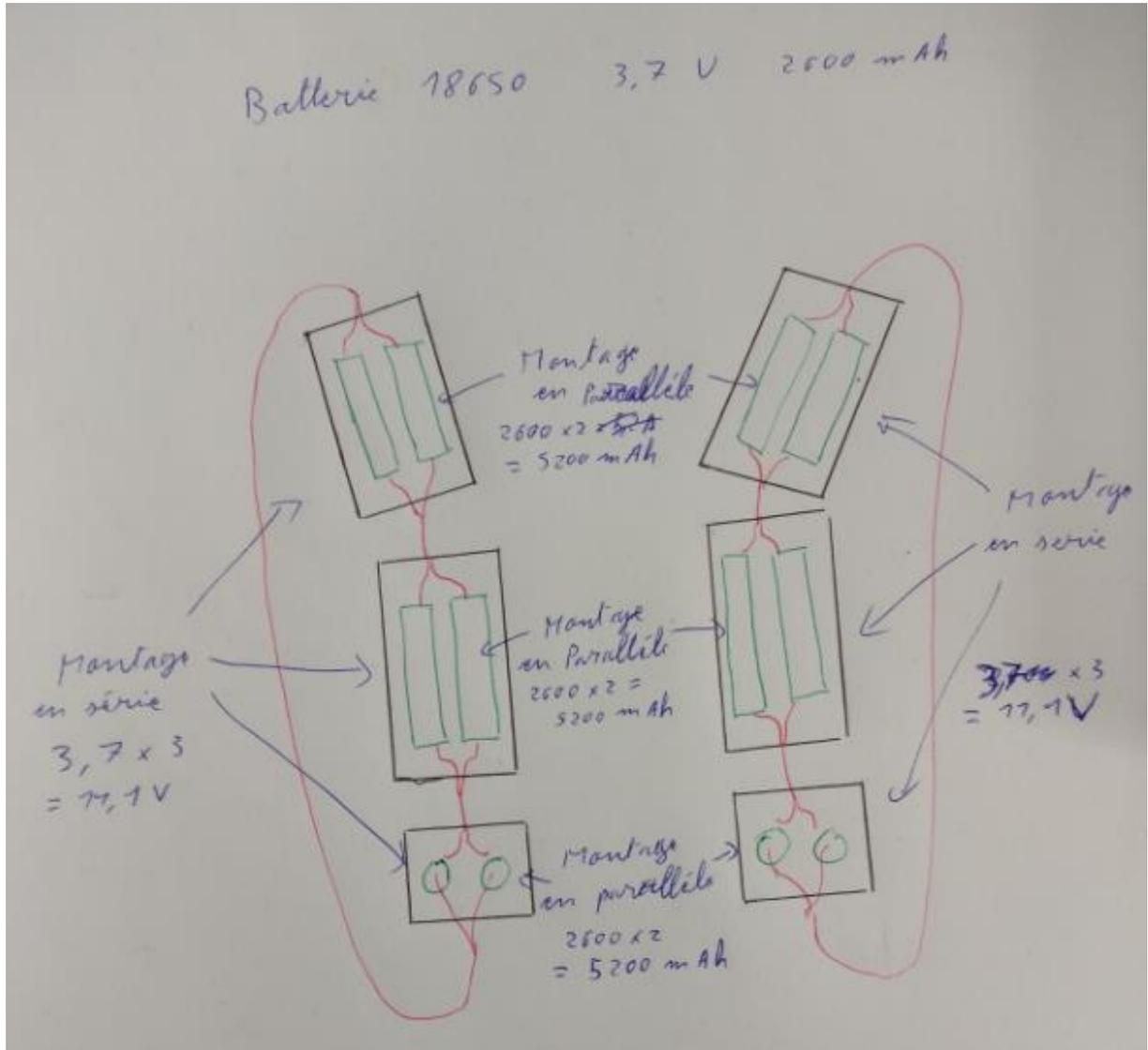
Montage en parallèle :



Montage en série :



Afin d'obtenir une puissance de 10A et une tension de 12V, nous avons fait notre branchement de la manière suivante :



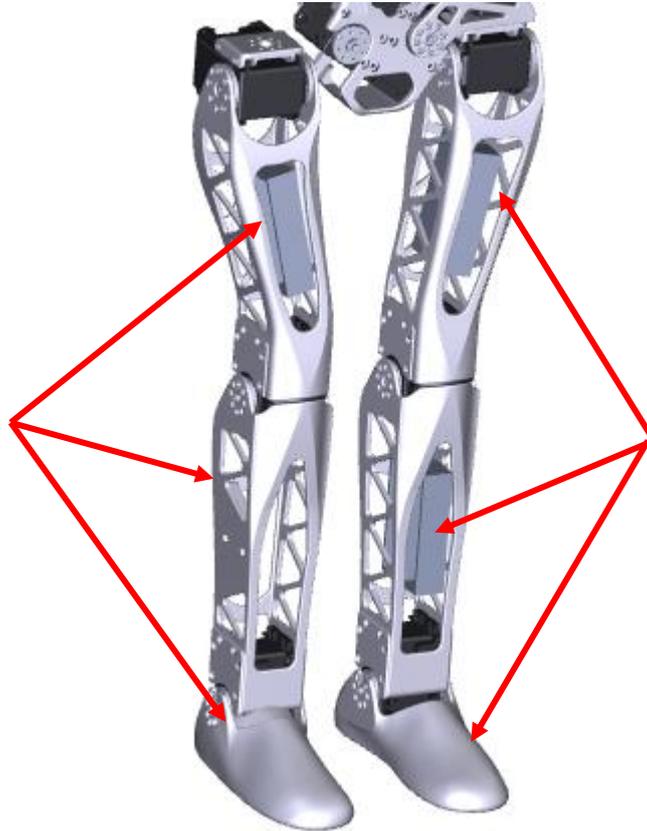
Avec ce montage nous obtenons la puissance et la tension des chargeurs utilisés actuellement.

La jambe droite correspond au premier chargeur et la gauche au deuxième.

4.4. Intégration des batteries dans le Robot

Nous avons décidé d'intégrer les batteries de la manière suivante :

- 2 batteries dans les hanches
- 2 batteries dans les tibias
- 2 batteries dans les pieds



1. 2 batteries dans les hanches
2. 2 batteries dans les tibias
3. 2 batteries dans les pieds

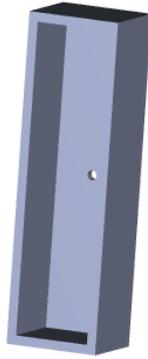
Nous avons également commandé des supports pour les batteries :



- Type de batterie : 18650
- Dimension : 73x20x17
- Poids : 30g

5. Conception des jambes pour l'intégration des batteries

5.1. Conception des hanches

Problématique		Intégrer les deux supports batteries dans la hanche	
Solution 1	Commentaire	Conception d'une plaque de 3mm d'épais sur laquelle on viendrait fixer nos 2 supports batteries. Elle serait elle-même fixée sur la hanche à l'aide d'un système de clips, ou simplement collé	
	Avantage	<ul style="list-style-type: none"> - Peu coûteux (- de 20€) - Conception rapide (- de 2h) - Temps d'impression réduit (- de 1h) 	
	Inconvénient	<ul style="list-style-type: none"> - Esthétique ? - Trop facile... 	
Solution 2	Commentaire	Modifier la conception de la hanche de manière à y intégrer les 2 supports batterie. On réimprimera par la suite toute la hanche.	
	Avantage	<ul style="list-style-type: none"> - Esthétique 	
	Inconvénient	<ul style="list-style-type: none"> - Coûteux (+ de 80€) - Conception longue (+ de 8h) - Temps d'impression important (+ de 10h) 	
Choix de la solution		Après concertation avec Mr De Sabatta nous avons finalement choisi la 2ème solution. Malgré quelle nous semble peu avantageuse. Nous avons dans un premier temps modéliser les 2 boîtiers, que nous avons par la suite insérer dans la hanche puis nous avons conçu notre support autour de la position des boîtiers qui nous semblait la plus favorable.	
Difficulté rencontrée		Problème lors de l'extrusion jusqu'aux plans sélectionnés, Nous avons cherché dans un premier temps puis par la suite à l'aide de l'enseignant, sans trouver de solution. Temps perdu + de 6	
Solutions palliatives		Finalement après une énième tentative, j'ai finalement réussi à faire mon extrusion jusqu'à la surface voulue. Dans un premier temps j'ai fait une extrusion qui dépassait la surface que je visais Par la suite j'ai fait un enlèvement de matière jusqu'à la surface que je visais précédemment. Nous en avons conclu que le problème rencontré venait d'un problème logiciel.	
Acquis		<ul style="list-style-type: none"> - La patience - Découverte de la fonction « projeter » sous Creo 3 - Approfondissement des connaissances sur Creo 	

5.2. Conception des tibias

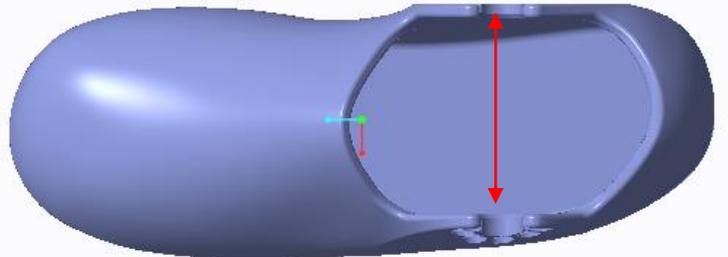
Problématique		Intégrer les deux supports batteries dans la hanche	
Solution 1	Commentaire	Conception d'une plaque de 3mm d'épais sur laquelle ont viendrait fixer nos 2 supports batteries. Elle serait elle-même fixé sur la hanche à l'aide d'un système de clips.	
	Avantage	<ul style="list-style-type: none"> - Peu couteux (- de 20€) - Conception rapide (- de 2h) - Temps d'impression réduit (- de 1h) 	
	Inconvénient	<ul style="list-style-type: none"> - Esthétique ? - TROP facile... 	
Solution 2	Commentaire	Modifier la conception de la hanche de manière à y intégrer les 2 supports batterie. On réimprimera par la suite toute la hanche.	
	Avantage	<ul style="list-style-type: none"> - Esthétique 	
	Inconvénient	<ul style="list-style-type: none"> - Couteux (+ de 80€) - Conception longue (+ de 8h) - Temps d'impression important (+ de 10h) 	
Choix de la solution		Après concertation avec Mr De Sabatta nous avons finalement choisi la 2eme solution. Malgré quelle nous semble peut avantageuse. Nous avons dans un premier temps modéliser les 2 boitiers, que nous avons par la suite insérer dans la hanche puis nous avons conçu notre support autour de la position des boitiers qui nous semblait la plus favorable.	
Difficulté rencontré		<ul style="list-style-type: none"> - Problème de cotation de l'esquisse - Difficulté à créer l'esquisse 	
Solutions palliatives		<ul style="list-style-type: none"> - Après plusieurs tentatives et l'aides des enseignant j'ai finalement réussi a coter mon esquisse - Nous pensons que le problème venait du fichier stp - Mr Chassignier m'a montré le fonctionnement de la fonction « projeter » qui simplifie grandement la création de l'esquisse. 	
Acquis		<ul style="list-style-type: none"> - La patience - Découverte de la fonction « projeter » sous creo 3 - Approfondissement des connaissances sur créo 	

5.3. Conception des Pieds



Le pied actuel ne nous permet pas d'insérer les deux supports de batterie prévu dans chacun des pieds, comme nous le montre cette photo. Les fichiers open-source des pieds n'étant pas modifiable, nous avons décidé de créer un nouveau pied qui permettrait de contenir deux supports de batterie.

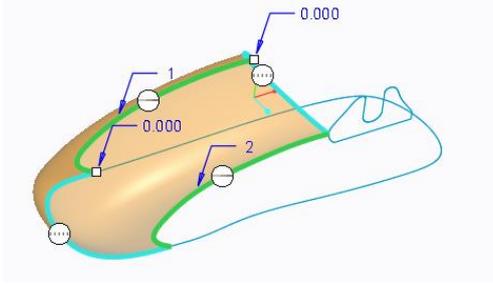
Cependant avant de concevoir les pieds, il a fallu réfléchir à la manière pour créer les formes du pied et respecter la distance entre les deux supports de fixation sur la jambe, la position des trous pour les vis et la forme cylindrique ou le moteur vient se poser dessus (entouré en rouge).



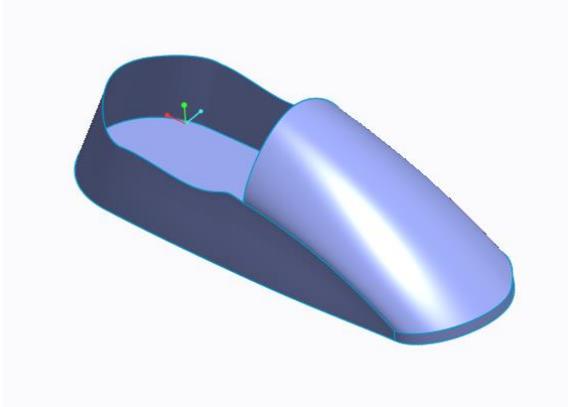
Pour créer un nouveau pied, j'ai utilisé la fonction du lissage de frontières qui est du surfacique. Pour pouvoir utiliser cette fonction il faut au minimum deux plans, une esquisse dans chaque plan dans lequel on peut créer une droite ou un courbe en utilisant spline.



Ensuite on clic sur la fonction lissage de frontière puis on sélectionne les deux courbes de chaque plan pour créer une liaison entre les deux plans.

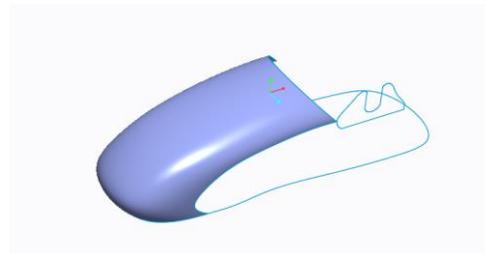
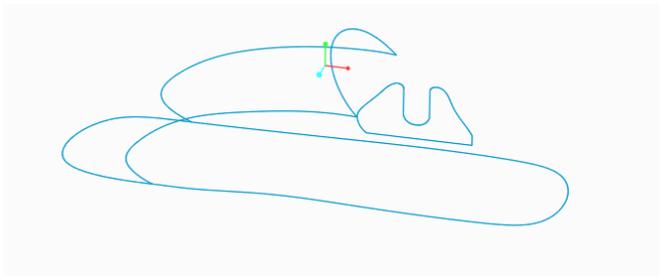
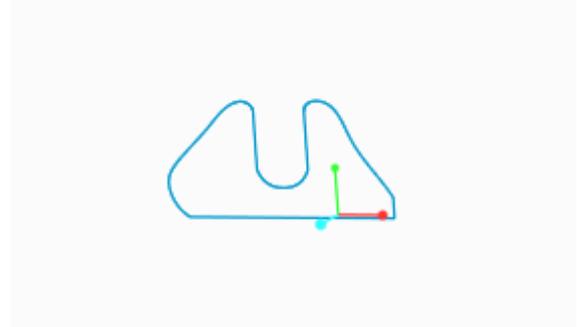


Voici ce que l'on peut obtenir en utilisant le lissage de frontière avec 4 plans différents.

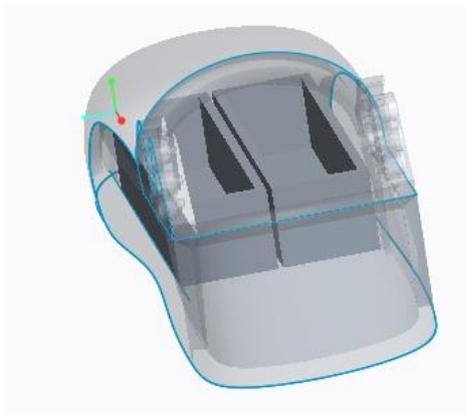
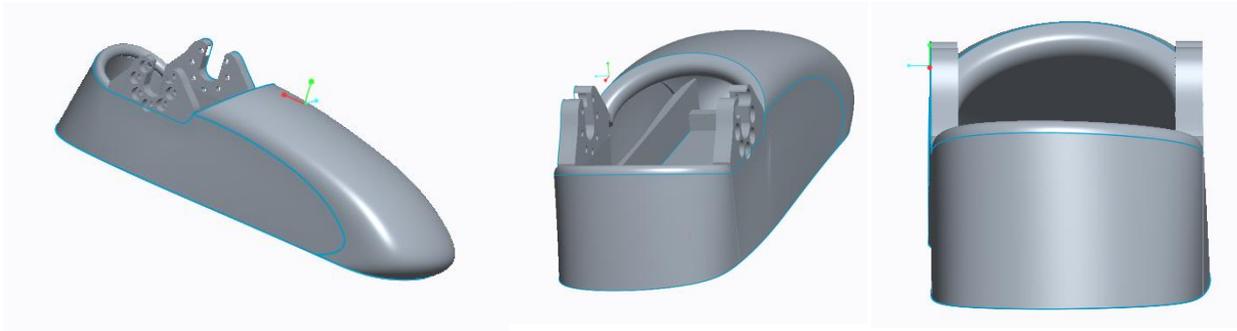


Un premier modèle a été créé mais causant beaucoup de problèmes pour la création de la partie qui permet de fixer le pied au moteur, en effet lors de la création de ce pied la forme à avoir été créé est la partie de dessus. Nous avons donc décidé de créer un nouveau pied mais cette fois de commencer par la partie "fonctionnelle" qui permet de fixer le pied, puis de dessiner autour de cette base.

Pour reproduire la forme du support, j'ai inséré une photo en vue de côté du pied original pour ensuite suivre cette forme à l'aide de la fonction spline.



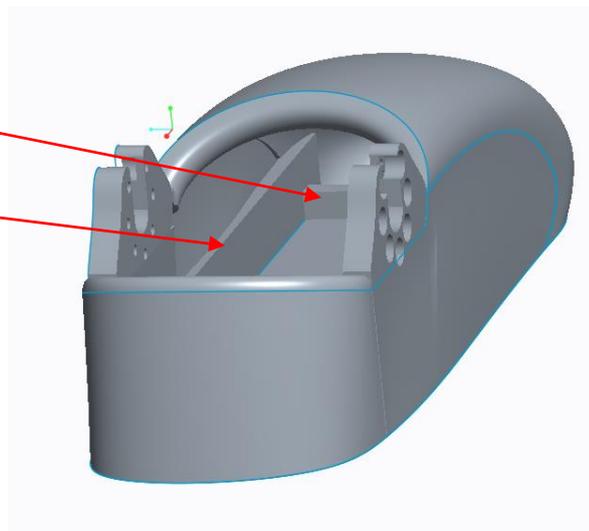
Voici la forme finale du pied avec une épaisseur de 3mm.



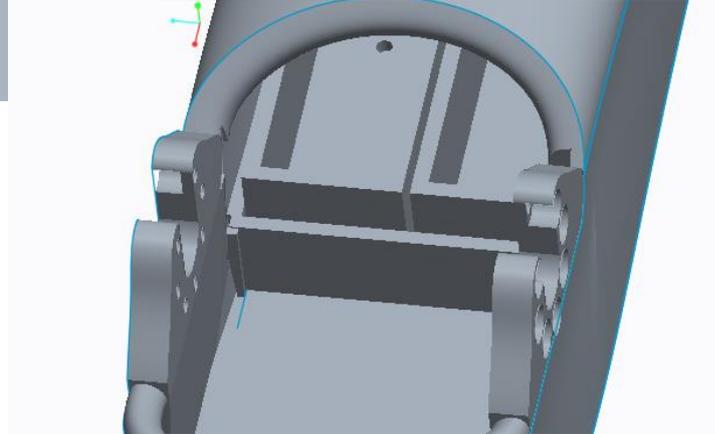
Nous avons vérifié si les deux supports de batterie rentraient bien dans le pied. Nous n'avons pas eu de problème là-dessus, au contraire nous avons même pu diminuer la taille de notre pied.

Ensuite nous avons dû réfléchir à la solution pour maintenir ses supports dans le pied sans les fixer.

Nous avons choisi d'ajouter une butée à l'arrière du pied et de créer une surface plane qui sera en contact avec un support pour diminuer sa mobilité.



Pour bloquer les batteries à l'avant nous avons créé deux plots de chaque côté du pied dans lequel sera inséré une plaque pour stopper le déplacement des supports de batterie.



Voici une capture d'écran qui montre bien la plaque qui s'insère comme une glissière entre les deux plots de chaque côté. Elle garantit le blocage des deux supports de batterie.

Pour crée le deuxième pied, nous avons juste à faire la symétrie du pied déjà dessiner.

Malheureusement nous n'avons de photos du pied imprimé car l'imprimante n'avais pas de disponibilité assez longue pour crée les deux pieds avant que nous retournions en entreprise.

Pour conclure, ce projet nous a permis d'apprendre à utiliser le surfacique, qui est un outil très intéressant mais aussi très complexe. La création de ces pieds nous a pris beaucoup de temps dans ce projet car nous n'avions aucune connaissance sur le surfacique. Pour confectionner cette forme finale du pied il a fallu de nombreux essai avant d'y arriver.

Conclusion

C'est un projet intéressant qui nous a fait découvrir un peu plus en détail la robotique, depuis sa conception jusqu'à coder ses mouvements.

Au cours de ce projet nous avons :

- Approfondi nos connaissances sur créo
- Appris de nouvelles fonctions sur créo : le surfacique
- Découvert et utilisé de nouvelles technologies : l'impression 3D
- Revu et appliqué des notions d'électricité : montage en série, en parallèle
- Acquis quelques notions de programmation sur Python

Ce qu'il reste à faire :

- Finir la partie programmation
- Vérifier si l'ajout des batteries dans les jambes a permis de rabaisser suffisamment le centre de gravité du robot de manière à ce qu'il marche de manière autonome

La collaboration avec les GEii a été enrichissante par le biais des transferts de connaissances et de par les relations amicales qui ont vu le jour.

N'ayant malheureusement pas pu atteindre les nombreux objectifs que nous nous étions fixés. Nous espérons que ce projet sera repris et terminé par une autre équipe d'étudiants,

Annexe

Vous trouverez ci-dessous un lien vers le fichier PDF 3D du robot qui permet de voir le robot sous tous ses angles :

[poppy_humanoid.pdf](#)



poppy_humanoid.p
df

