

Groupe « Fifty fifty » :

BOURDERES Florian

DELCAN Julie

POTTIER BONNET Camille

TURPAIN Clément



THEMA POPPY TORSO – Projet



Sommaire

I- Présentation	P.3
a- Contexte	
b- Organisation et communication dans le groupe	
c- Traçabilité du projet	
II- Jalons	P.5
a- Bilans des 1 ^{ers} et 2 ^{emes} jalons	
b- Objectifs du 3 ^e jalon	
III- Conception détaillée	P.6
a- Choix de conception du préhenseur	
b- Choix de conception du servomoteur	
c- Nomenclature	
IV- Annexe	P.12
a- Fiche technique du servomoteur AX12 W	
b- Planning	
c- Diagramme bête à cornes	
d- Diagramme APTE	
e- Vues éclatées	



I- Présentation

a- Contexte

Le projet Poppy-Torso est un projet pluridisciplinaire comprenant mécanique, informatique, construction, production, démarche de projet...

Il a pour but de remplacer la main non-articulée de Poppy et concevoir un préhenseur permettant de manipuler une bouteille plastique et un verre rigide.

Cette main devra déplacer la bouteille, l'incliner, verser de l'eau dans le verre, poser la bouteille et tendre celui-ci à une personne. Ceci dans un minimum de temps, sans renverser la bouteille et le verre. De plus, Poppy devra pouvoir réitérer la tâche complète.

Objectif : Modifier Poppy Torso de façon à manipuler une bouteille plastique de 0.25L et un verre rigide. Il devra la déplacer, l'incliner et verser l'eau dans le verre.

- Manipuler la charge (250g)
- Solution esthétique
- Coût mini
- Actionneurs type Dynamixel (marque Robotis)

Poppy est un outil d'enseignement qui vise à créer, évaluer et disséminer des kits pédagogiques « clés en main » complets, open-source et libres, au coût réduit, pour l'enseignement de l'informatique et de la robotique.

Conçu au Flowers Lab, situé à Bordeaux, au centre de recherche Inria et en collaboration avec l'école ENSTA-ParisTech, le Poppy Project vise à construire un robot de forme humaine (humanoïde) destiné à la recherche, l'éducation, les arts et aux amateurs en tous genres. A l'origine, Poppy devait permettre une meilleure compréhension de la marche sur 2 membres et de l'interaction physique et sociale entre l'Homme et la machine.

Les initiateurs du projet, tout comme des amateurs du monde entier peuvent apporter leurs pierres à l'édifice.

Poppy possède un squelette largement inspiré de la morphologie humaine. Selon ses concepteurs, ses divers membres articulés augmentent considérablement son agilité, sa stabilité et sa robustesse. Pourtant Poppy n'est bien sûr pas incassable.

Sources : <https://www.poppy-project.org/> ((site Internet officiel de Poppy)
et <http://www.additive.com/actualites/2014-02-11/poppy-project-limpression-3d-au-service-de-la-robotique>



b- Organisation et communication dans le groupe

La plupart du temps, nous travaillons le projet en cours de THEMA POPPY. La fréquence varie, entre 6 et 9 heures par semaine. S'il y a des modifications de plans, conseils, nouveaux mails, et autre, nous nous informons automatiquement des nouvelles. Le but de cette communication est vraiment que tout le monde soit au courant de manière rapide et spontanée.

En dehors des séances de THEMA, nous avons créé un groupe sur le réseau social Facebook. Cet outil permet des discussions rapides et un partage de fichiers. Le groupe de discussion rassemble les quatre membres, nous avons tous accès aux fichiers ou remarques éventuelles. Nous passons aussi par l'envoi de mails via la messagerie ETRE-ENSAM.

Pour finir, en cas de désaccords entre certains membres, un vote est fait ou l'avis d'un professeur est demandé afin d'avancer.

Dans le but d'être plus productif, nous avons fait la distribution des différentes tâches tout au long du projet. Chacun a une partie à faire seul ou en binôme mais nous nous communiquons toujours notre travail.

Nous nous impliquons à travers ce projet car nous apprécions mener un projet de A à Z. La diversité au sein du groupe permet aux compétences de chacun d'être exploitées.

c- Traçabilité du projet

En ce qui concerne la traçabilité du projet, nous avons daté chacun de nos rapports (pour les jalons). De plus, sur notre groupe Facebook nous pouvons voir la date et l'heure de chaque publication et commentaire.

Nous avons créé une base de données sur Google Drive qui regroupent des fichiers partagés entre nous, accessibles et modifiables à tout moment.

Nous avons construit un planning (voir annexe) qui nous aide à gérer notre temps et d'anticiper. Il est mieux à jour en fonction de la réalité de l'exécution des tâches. A la fin du projet, l'analyse du planning réel nous permettra de savoir le déroulement et l'enchaînement des actions.



II- Jalons

a- Bilans des 1^{ers} et 2^{emes} jalons

Le premier jalon consistait tout d'abord en l'analyse du cahier des charges initial. Nous avons réalisé différents diagrammes : pieuvre, FAST ainsi qu'un APTE. Le but était de faire l'analyse fonctionnelle et de bien comprendre les objectifs du projet.

Nous avons dressé un planning des tâches à faire, susceptible d'être modifié. Une analyse des risques a été réalisée pour chaque tâche, dans le but de nous organiser au mieux possible, d'anticiper et de prêter attention aux tâches les plus "sensibles".

Nous avons proposé plusieurs idées de préhenseurs puis avons effectué une comparaison de toutes nos solutions, en pesant le pour et le contre. Nous avons justifié dans le rapport n°1 notre choix final de préhenseur et mis en évidence ses critères. Un croquis de notre solution a été réalisé.

Le second jalon consistait en la conception préliminaire et le prédimensionnement de notre préhenseur. Après des calculs pour déterminer l'effort pour soulever la bouteille d'eau, nous avons pu réaliser la conception préliminaire la main sur plans 2D et 3D (à la main et sur Solidworks).

Ce que nous avons fait de plus : test sur la capacité de Poppy à soulever la bouteille sans changer ses servomoteurs initiaux, raccourcissement des doigts, raccordement direct au bras (et non via une pièce qui se clipse).

b- Objectifs du 3^e jalon

Le but de ce jalon était axé sur la partie conception détaillée de notre solution. Pour cela, nous avons commencé par déterminer les différentes dimensions de notre préhenseur : ouverture de la main, longueurs et largeurs des doigts et du bras.

Par la suite, nous avons modélisé tout le préhenseur sur Catia. Chacun a pu modifier les pièces grâce à un accès ouvert au groupe et sécurisé sur le serveur de l'école.

Nous avons aussi choisi le servomoteur qui rendra Poppy Torso capable de soulever la bouteille de 250 g.

En résumé, nous avons vraiment insisté sur les 3 critères suivants :

- la simplicité (facilité de fabrication)
- le coût (faible investissement financier)
- l'esthétisme de notre conception (réalisation d'une main assez « réaliste »)



III- Conception détaillée

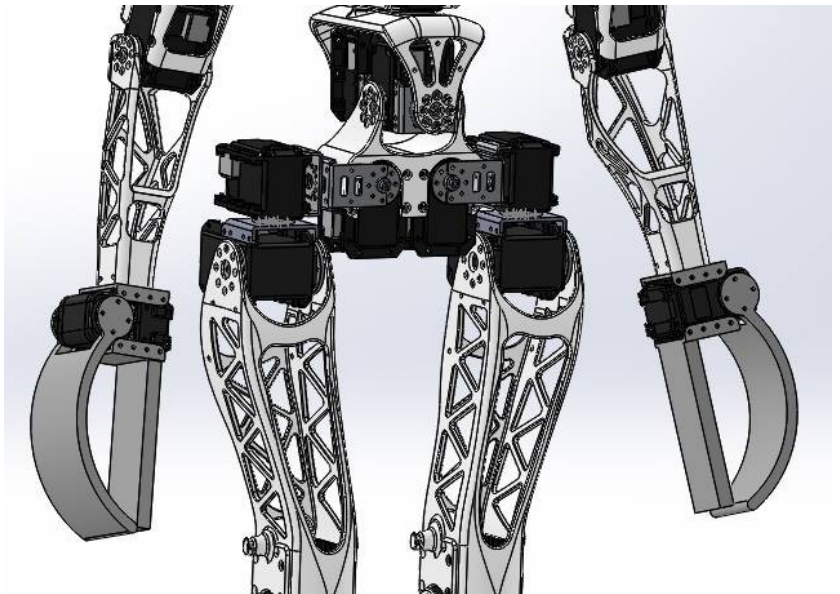
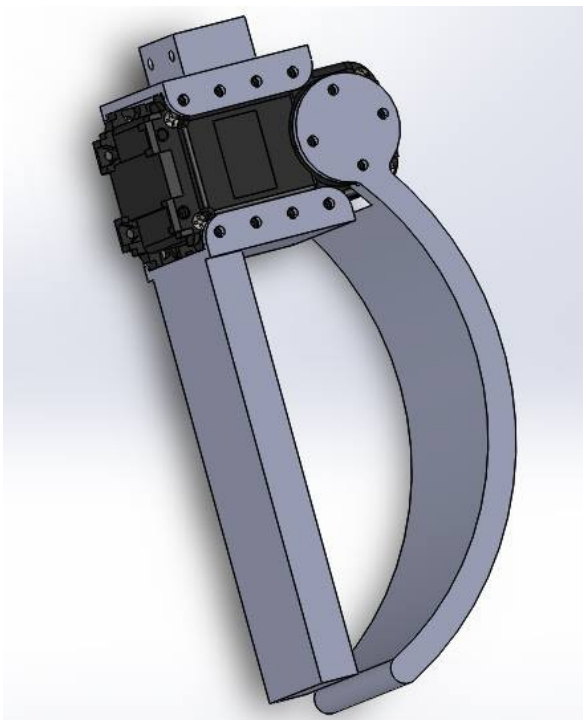
a- Choix de conception du préhenseur

Nous avons choisi de concevoir un avant-bras et une main en nous inspirant de plusieurs pinces trouvées sur Internet.

Nous nous sommes axés sur 3 critères que nous avons jugé essentiels : la **simplicité**, le **coût** et la **masse** du système. En effet, ces contraintes sont typiquement des contraintes industrielles actuelles. L'intérêt d'une conception est de répondre au besoin, et le dépasser n'est pas favorable économiquement et techniquement. La conception de notre préhenseur s'inscrit bien dans une démarche entreprise et est tout à fait réalisable.

La pince aura donc deux doigts, l'un représentera le pouce et l'autre les quatre doigts de la main (comme une moufle). Ce système est le plus simple à réaliser car il ne comporte qu'une liaison pivot réalisée par le servomoteur. Le monobloc sera mobile tandis que le pouce sera immobile. Il viendra appuyer la bouteille d'eau sur le pouce.

→ Voici le **premier préhenseur** auquel nous avons pensé (pour le jalon 2) :



Nous n'avons pas modifié l'avant-bras de Poppy. La pièce située au dessus du servomoteur venait s'emboîter dedans.

Nous nous sommes rendu compte, après assemblage sous Catia sur Poppy, que le préhenseur était disproportionné. Ce n'était pas esthétique et nous savions que nous pouvions gagner en masse.

De plus, le diamètre entre le pouce et le monobloc était trop élevé : 60 mm. Le diamètre de la bouteille étant d'en moyenne de 60 mm, celle-ci n'aurait pas été maintenue correctement. Il fallait prévoir un diamètre plus petit que celui de la bouteille.

→ Maintenant, voici notre **préhenseur final** :

Nous n'avons pas réalisé deux préhenseurs distincts mais seulement une amélioration du premier (ci-dessus). L'avant-bras sera donc modifié : raccourcissement et poignet intégré à la structure. Le fait d'avoir intégré le poignet à l'avant-bras permettra d'éviter le desserrage des vis et surtout le cisaillement de celles-ci lors du servi de l'eau. De plus, nous gagnons en masse.

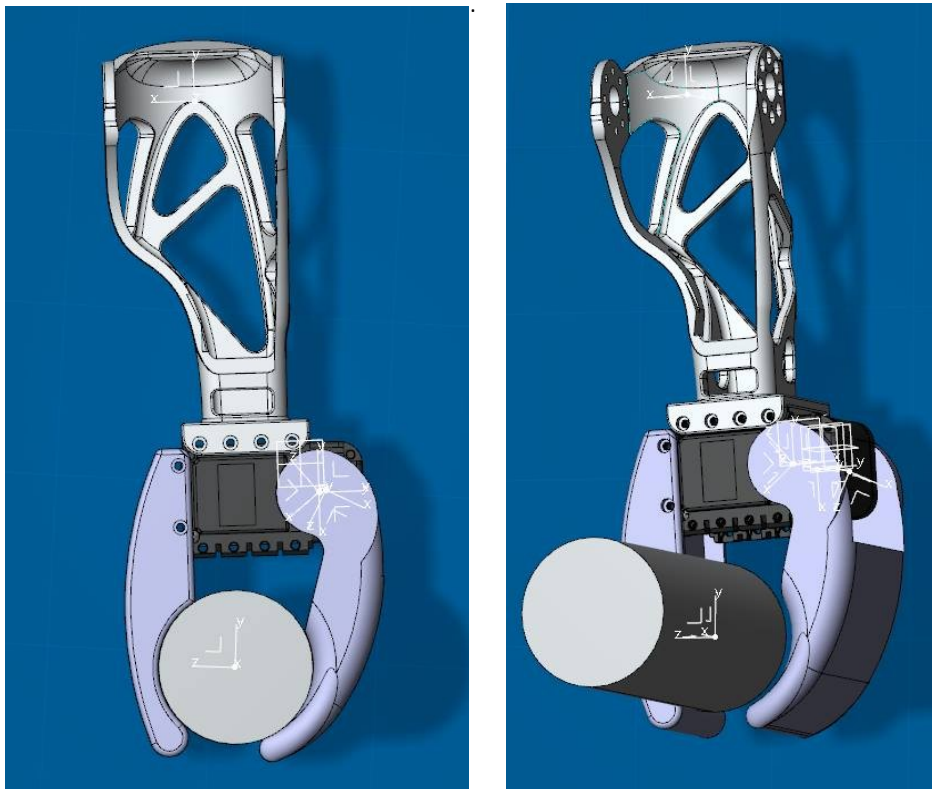
Il n'y aura que 4 éléments : l'avant-bras, le servomoteur, le pouce et le monobloc.

Nous avons veillé à mettre un diamètre de 40 mm ces deux derniers pour un bon maintien de la bouteille et du verre.

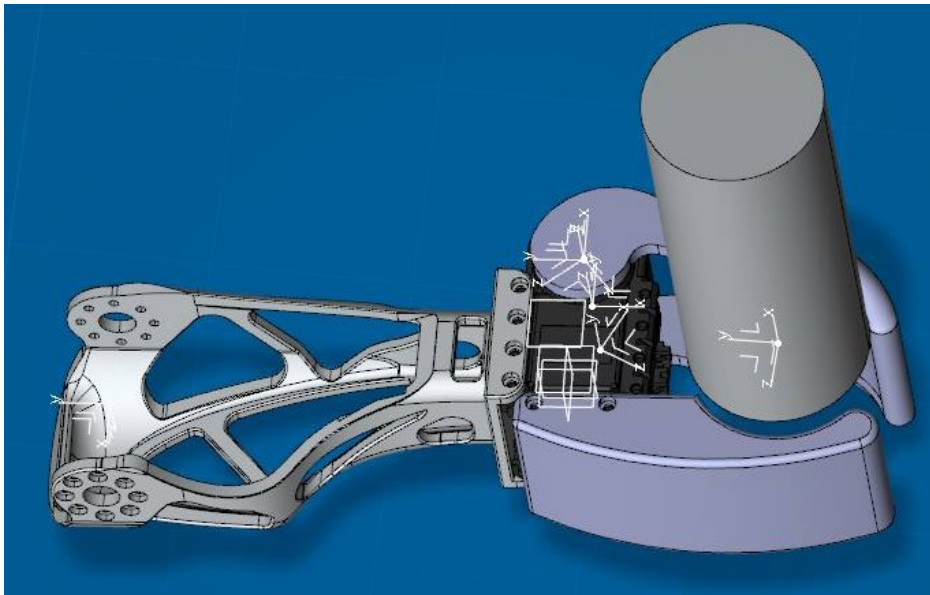
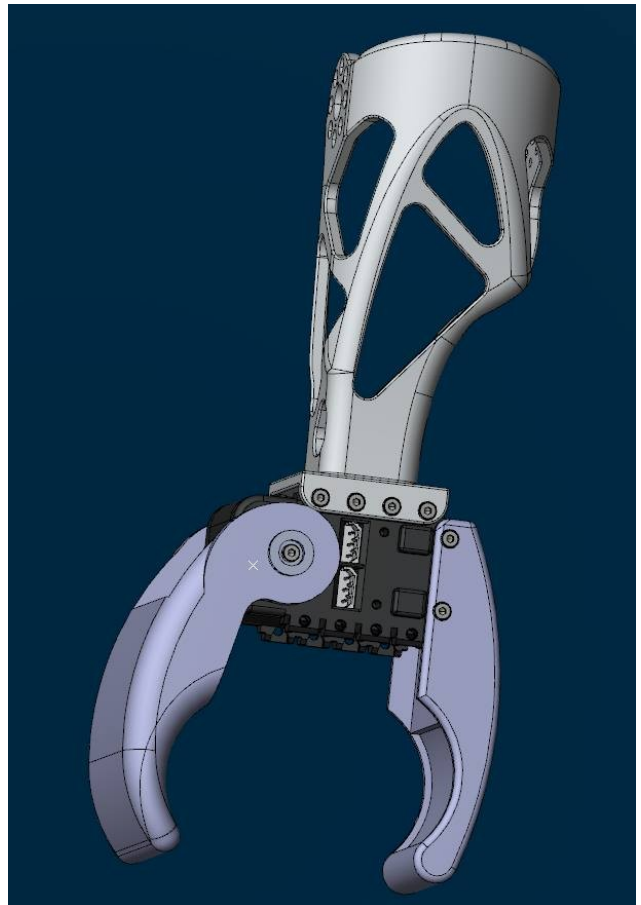
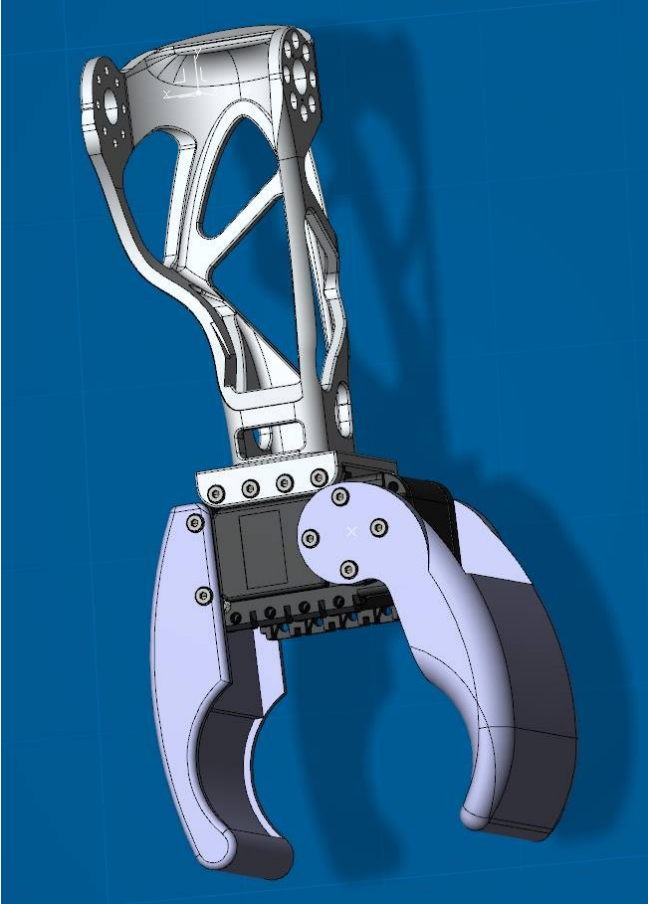
Nous avons poussé la simplicité au maximum en prenant le servomoteur comme paume de main, il n'y aura pas de pièce intermédiaire. C'est lui qui reliera chaque membre.

Un matériau adhérent style caoutchouc sera collé aux deux parties internes de la main pour avoir une meilleure adhérence.

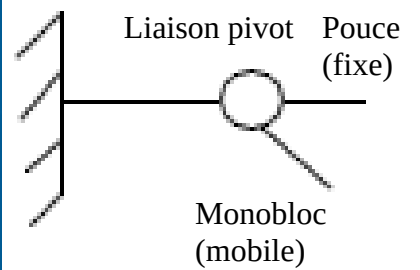
En ce qui concerne le choix du matériau du préhenseur, les pièces seront faites avec le même polymère que Poppy (de l'ABS).



 Poppy



SCHEMA CINEMATIQUE :



- Simplicité : critère respecté
- Coût : critère respecté
- Masse : critère respecté



Poppy

b- Choix de conception du servomoteur

Notre choix de servomoteur s'est principalement porté sur le poids et le coût.

En effet, d'après nos calculs en THEMA Méca, la masse soulevée par Poppy ne doit pas être supérieure à 559g, pour que le couple maximum n'atteigne pas le couple de décrochage des servomoteurs.

Nous avons réalisé un tableau comparatif de plusieurs servomoteurs de gammes différentes (AX, MX et RX). Nous nous sommes aperçus que le servomoteur AX 12W suffit amplement pour notre préhenseur. Il possède une faible masse et un faible coût (environ 46€). Le couple nécessaire pour soulever la bouteille d'eau n'a pas besoin d'être élevé, vu que les servomoteurs de l'épaule et du coude travaillent le plus.

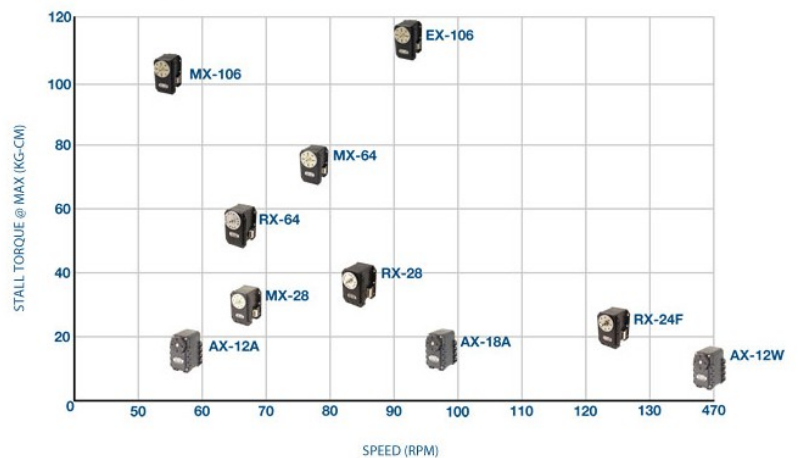
Le logiciel « V-Rep » utilisé en THEMA Informatique permet une simulation de Poppy. Dans la continuité de la simplicité, nous avons donc effectué un test en vérifiant si notre servomoteur suffit pour soulever la bouteille et le verre, ce qui fût concluant.

Etant donné que nous sommes le seul groupe qui n'ai pas de rotation au niveau du poignet, nous aurons un programme Python plus complexe que les autres groupes.

Servomoteurs	Points positifs	Points négatifs
AX 12 W	faible coût, poids (52,9 g) et grande vitesse	angle de déplacement (300°)
AX 18 A	faible coût, poids (54,6 g), encore plus rapide que le AX 12 W	angle de déplacement (300°)
MX 28 T	intelligence, précision, angle de déplacement (360°)	poids (72 g), dimensions
MX 28 R	précision, couple de décrochage (2,3 N.m)	coût, poids (72 g), dimensions
RX 28	performances équilibrées	poids (72 g), coût et couple de décrochage (3,77 N.m) trop importants

SERVOMOTEURS :		
AX	MX	RX
Plus petits, plus légers, tout en restant performants. Leur plus : la vérification de la mise à zéro simplifiée.	Se distinguent par de nouvelles fonctionnalités comme des fonctions avancées de contrôle PID, un contrôle de position à 360° et une communication à haute vitesse.	Conçus pour des applications robotiques plus sophistiquées demandant une grande fiabilité, ainsi qu'un couple et une vitesse élevés. Ils possèdent de nouveaux moyens (ou palonniers)

Strength & Speed Chart of the Dynamixel Family



L' AX 12 W mesure 32mm * 50mm * 40mm et ne pèse que 52,9 g.

→ En résumé : un seul servomoteur avec faible coût et masse, pas de rotation au niveau du poignet, donc une programmation sans doute plus complexe.



Source : www.generationrobots.com

d- Nomenclature

Dans le cadre du Théma Poppy, nous avons, pour une meilleure organisation, défini un référencement des différentes pièces constituant notre préhenseur. Ce codage nous permettra d'établir une nomenclature (tableau contenant la désignation de toutes les pièces qui composent un assemblage d'un dessin industriel).

Premièrement, nous commencerons donc par mettre les initiales des quatre membres du préhenseur. C'est-à-dire :

M : Monobloc

P : Pouce

A : Avant-Bras

S : Servomoteur

C : Caoutchouc

Deuxièmement, nous mettrons la lettre D ou G pour savoir s'il s'agit du membre droit ou gauche.

Troisièmement, la version actuelle de Poppy sera indiquée par un chiffre démarrant à 1 qui changera en fonction de l'évolution.

Pour finir, le dernier numéro correspondra à la phase d'assemblage. La phase 10 sera la 1ère étape, la phase 20 la 2ème et ainsi de suite.

En ce qui concerne les éléments d'assemblage, tels que la visserie, la référence de la vis sera indiquée après les initiales EA.

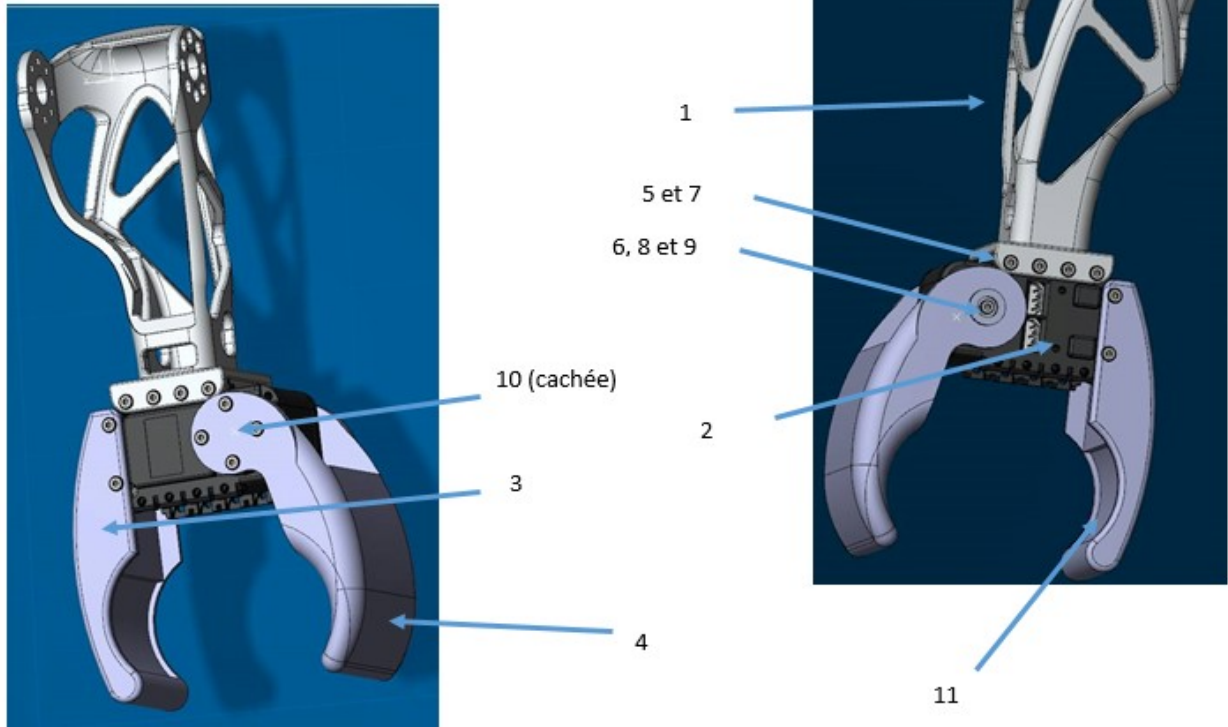
→ Exemple : BG1-10

BG : Bras Gauche

1 : Version 1 du préhenseur

10 : Phase d'assemblage





Numéro	Désignation	Référence	Nombre
1	Avant-bras gauche	AG1-10	1
2	Servomoteur gauche	SG1-20	1
3	Pouce gauche	PG1-30	1
4	Monobloc gauche	MG1-40	1
5	Vis M2x6	EA-V-M2x6	16
6	Vis M3x12	EA-V-M3x12	1
7	Ecrou M2	EA-E-M2	16
8	Rondelle 1	EA-R-R1	1
9	Rondelle 2	EA-R-R2	1
10	Vis M2,6x8	EA-V-M2,6x8	1
11	Caoutchouc	CG1-50	2



IV- Annexe

a- Fiche technique du servomoteur AX12 W

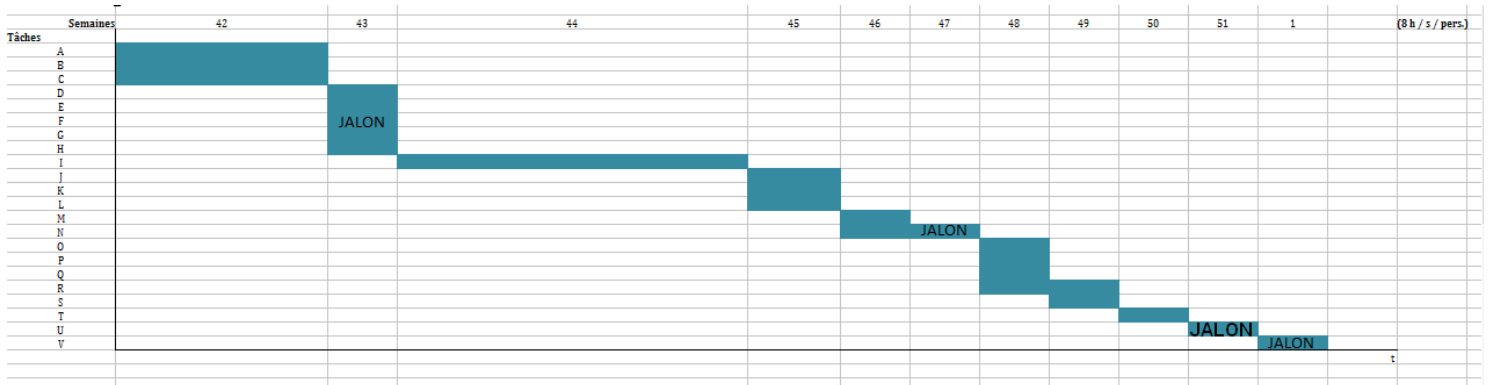
AX-12W Stats	
Operating Voltage	12V
Stall Torque*	28 oz-in 2.0 kg-cm 0.2 N.m
No-load Speed	470 RPM (wheel mode)
Weight	53g
Size	50 x 32 x 38 mm
Resolution	0.29°
Reduction Ratio	1/32
Operating Angle	300° or Continuous Turn
Max Current	1.4A @ 12V
Standby Current	50 mA
Operating Temp	-5°C ~ 70°C
Protocol	TTL Half Duplex Async Serial
Module Limit	254 valid addresses
Com Speed	7343bps ~ 1Mbps
Position Feedback	Yes
Temp Feedback	Yes
Load Voltage Feedback	Yes
Input Voltage Feedback	Yes
Compliance/PID	Yes
Material	Plastic Gears and Body
Motor	Cored Motor
Manual Download	AX-12W Manual
Controller List	CM-5 Arbotix HUV Bioloid USB Bus Board USB2Dynamixel CM2+



b- Planning

Nous avons commencé par lister toutes les tâches à exécuter jusqu'à début janvier. Par la suite, nous avons dressé ce planning pour pouvoir anticiper ce qu'il y a à faire et gérer les délais.

Il n'y a pas eu de modifications de notre planning initial car nous avons correctement respecté les temps.

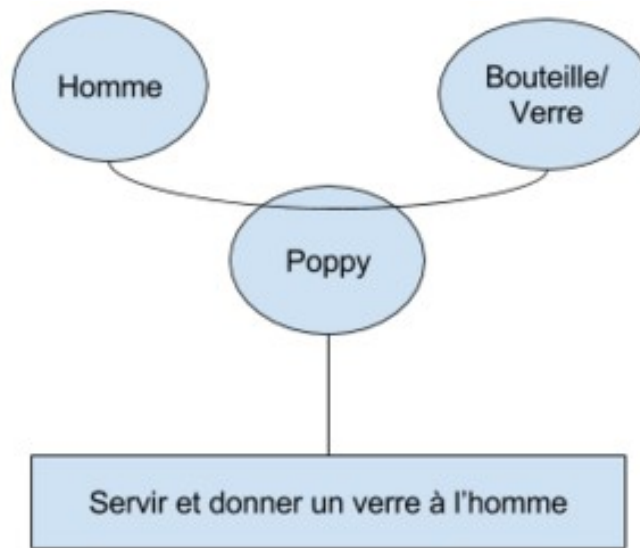


Tâches	Activités	Qui?
A	Analyse du CDC	C1,C2,J,F
B	Planification	C1,C2,F
C	Recherche des solutions existantes	C1,J,F
D	Comparaison entre les solutions existantes	C1,C2,J,F
E	Sélection	C1,C2,J,F
F	Croquis	F
G	Schéma cinématique	J
H	Compte rendu	C1
I	Analyse des surfaces fonctionnelles	F
J	Prédimensionnement	C1
K	Recherche d'actionneurs	C1
L	Mise en place mobilité/motorisation poignet	F, C2
M	Conception préliminaire préhenseur	C2
N	Compte rendu, plans 2D + dossier conception	C1 et J
O	Modélisation pièces 3D	F, C2
P	Intégration actionneurs	C2
Q	Modélisation préhenseurs + simulation cinématique	F, C2
R	Compte rendu final (écrit)	C1
S	Compte rendu final (oral)	F, C1, J, C2
T	Rendu du compte rendu	C1
U	Présentation de la phase 1 (conception)	F, C1, J, C2
V	Sélection de la meilleure conception (jury final)	F, C1, J, C2

C1 : Camille
C2 : Clément
F : Florian
J : Julie

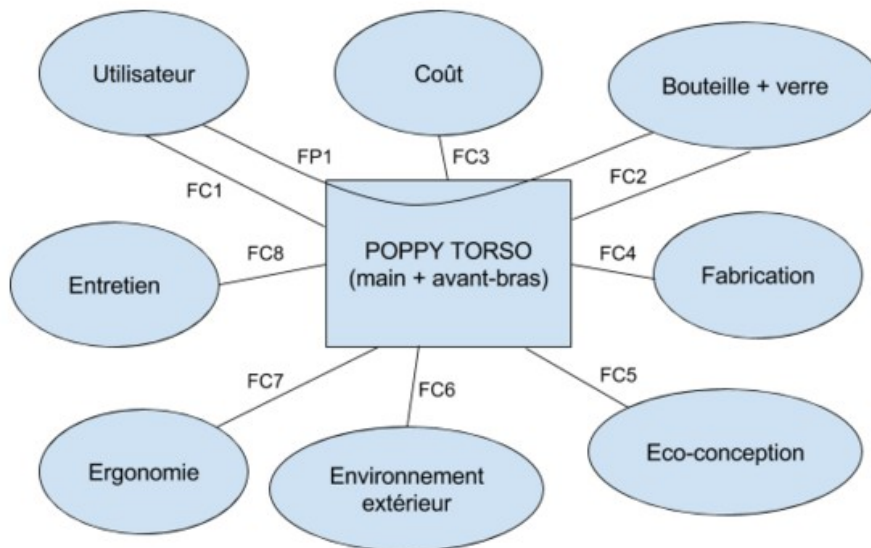


c- Diagramme bête à cornes



d- Diagramme APTE

→ Situation de vie : environnement (amphithéâtre)



FP1 : Verser l'eau de la bouteille dans un verre

- programmation via l'utilisateur
- tendre le verre vers l'utilisateur
 - ne pas renverser le verre et la bouteille

FC1 : Servir un verre à l'utilisateur

FC2 : Pouvoir attraper la bouteille et verser de l'eau dans un verre

- geste simple, appliqué et efficace du robot

FC3 : Minimiser le coût, bon rapport qualité – prix

FC4 : Facilité de fabrication

- assemblage simple

FC5 : Respecter une démarche d'éco-conception

- matériaux recyclables
- durée de vie : 5 ans minimum (pour le polymère organique)

FC6 : Résister à des environnements divers (amphithéâtre)

- matériaux inoxydables, en cas d'eau renversée
- matériaux résistants (polymère organique), en cas de geste brusque ou de chute
- surchauffe et température très froide à éviter

FC7 : S'adapter à l'avant-bras du Poppy Torso fourni

- morphologie de la main

FC8 : Entretien / maintenance simple

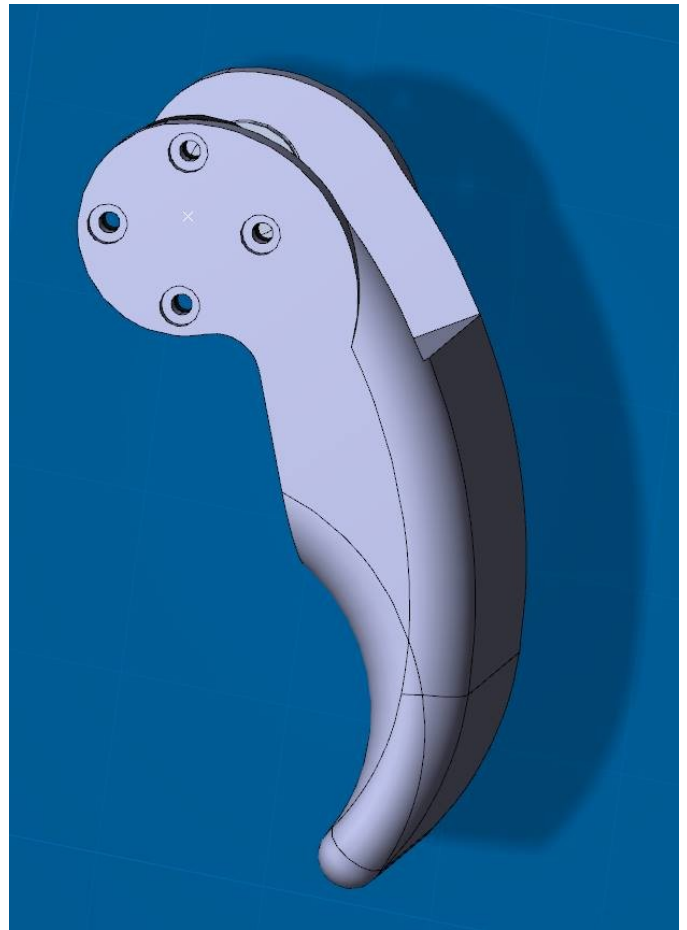
- système facilement démontable



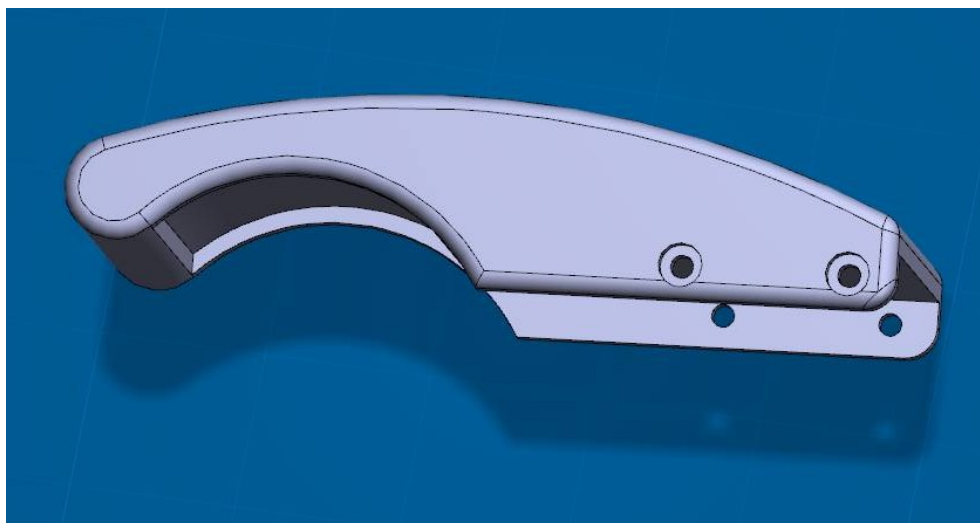
e- Vues éclatées



Avant-bras



Monobloc (mobile)



Pouce (fixe)