

Projet THEMA « Fil rouge »



Groupe JMLC

AUDUREAU Mickaël

BIDART Jon

CAZAUTETS Clément

MOREL Louis

Elèves Bachelor de Technologie Excellence Opérationnelle, 2^{ème} année, centre Bordeaux - Talence

Objet : Dossier de présentation de la revue finale du préhenseur du THEMA
pour le jalon du **08/01/2016**

A l'attention de M. SCARAVETTI – M. CHARLES – M. BLIECK – M. DOROSZEWSKI – M. LE-ROUX
Mme. LANGLA – M. KOPP, et soumis à leur évaluation.

PREAMBULE

Pour cette seconde année, au sein du Bachelor de Technologie Excellence Opérationnel, notre classe s'est vu attribué un projet autour du robot Humanoïde « Poppy » créé par l'INRIA. Le but de ce projet, est de concevoir un préhenseur pour ce dernier, afin qu'il puisse prendre une bouteille remplie d'eau, et de se servir un verre.

Pour réaliser cela, la classe fût divisée en groupes de quatre personnes. C'est de cette manière, que le groupe JLMC s'est formé. Nous avons décidé de nous associer dans le but de former une équipe avec différentes qualités, pour produire

Le rapport que vous allez lire a pour objectif de vous présenter le travail que nous avons réalisé autour de ce projet technologique. Vous trouverez donc la manière dont nous nous sommes organisé, notre conception, en passant par le chemin intellectuel, que nous avons suivi pendant ces 4 derniers mois.

Nous vous en souhaitons une bonne lecture.

REMERCIEMENTS

Avant de débiter ce document le groupe JLMC tenait à remercier les personnes qui sont intervenus pendant le projet, et ceux qui nous ont apporté leur aide.

Nous remercions M. Charles pour l'initiative d'avoir lancé le ce THEMA fil rouge autour du robot Poppy, mais également pour nous avoir intégré dans un projet Open-source tel que Poppy. A cela, se rajoute le travail de M. Blieck, autour du logiciel de chaîne éditoriale Dokiel, que nous remercions aussi.

Merci, à M. Scaravetti pour son suivi tout au long du projet, et pour l'instauration des jalons intermédiaire qui a permis au groupe d'avancer correctement. De même pour M. Doroszewski, qui est intervenu pendant la période de la conception, en nous assistant sur les logiciels CAO.

Nos remerciements s'orientent maintenant vers M. Le-Roux, sans qui la planification et l'organisation de ce THEMA n'aurait été possible. Mais également envers Mme Langla, qui nous fit découvrir la nomenclature de pièces, ainsi que la codification de celles-ci.

Le groupe remercie pareillement M. Kopp pour son intervention et son aide lors des calculs préliminaires permettant d'obtenir des valeurs physique nécessaires au choix des actionneurs.

Enfin, un remerciement particulier pour M. Oumoussa qui a accepté de nous conseiller pour le lancement des recherches, et des bases de notre préhenseur. Il nous apporta un regard extérieur, utile pour constater nos erreurs.

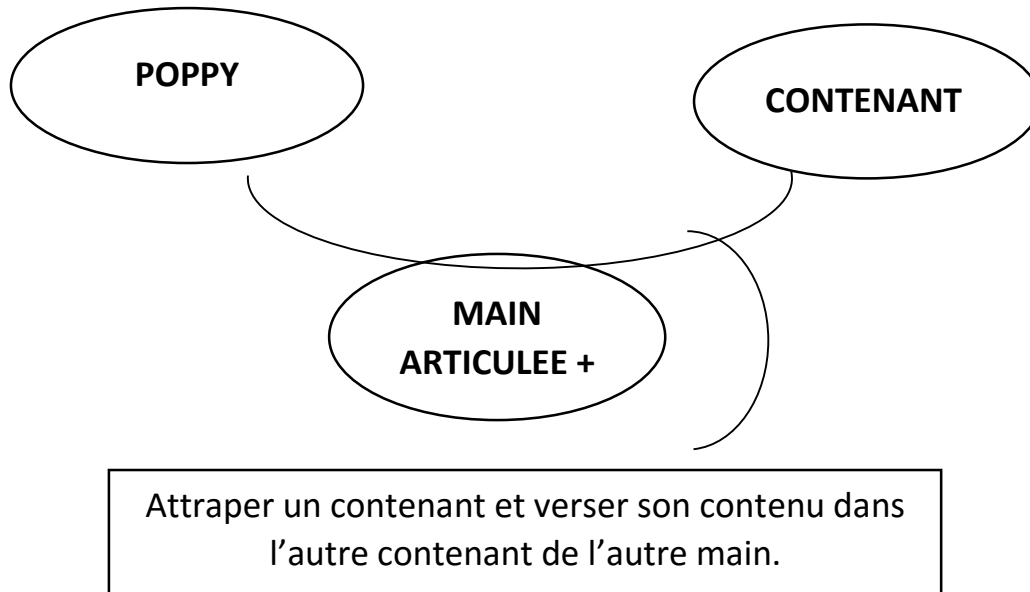
Table des matières

Preamble	2
Remerciements.....	3
Cahier des charges fonctionnel.....	6
A. Diagramme Bête à corne	6
B. Diagramme APTE	6
Planning	8
A. Diagramme PERT	8
B. GANTT	9
Communication :	9
A. Définition chef de groupe et chef d'assemblage assemblage :.....	9
B. Moyens :	9
C. Bilan	10
Recherches	10
A. Existant	10
B. Comparaison et choix	10
C. Préhenseur JLMC	11
1. Prothèse 3D	12
2. Position de vie.....	14
Calculs	15
Composants.....	20
A. Pièces achetées.....	20
1. Pivot des doigts/paume.....	20
2. Vis	20
3. Câbles	21
4. Caoutchouc.....	21
5. Ressorts	22
B. Fabriquées	23
1. Composition du préhenseur	23
2. Répartition.....	23
Dimensionnement du préhenseur	24
A. Proportion Poppy/Humain	24

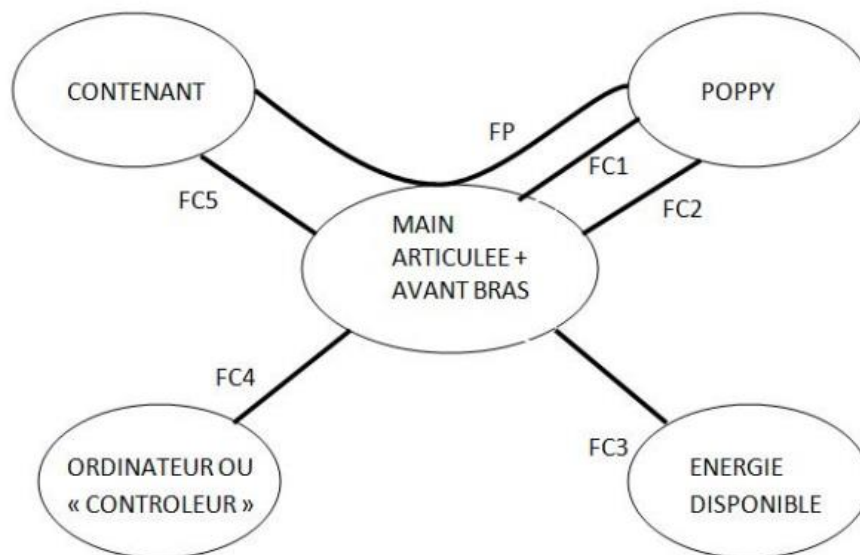
B. Dessins main Poppy.....	25
C. Simulation.....	27
Conception CAO.....	30
A. Doigts.....	30
1. <i>Forme</i> :.....	30
2. <i>Système</i> :	30
3. <i>Dimensions</i> :	31
B. Mécanisme	33
1. <i>Bielles secondaires</i>	33
2. <i>Bielle primaires</i>	34
C. Paume.....	35
1. <i>Paume/Doigts</i>	35
2. <i>Paume/Système</i>	37
3. <i>Paume/Avant-bras</i>	38
D. Avant-bras.....	39
E. Assemblage totale	41
Conclusion :	42

CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL

A. Diagramme Bête à corne



B. Diagramme APTE



Repère	Fonction de service	Critères/Valeurs	Niveau de flexibilité
FP	Attraper un contenant et verser son contenu dans l'autre contenant de l'autre main	Poids bouteille (pleine) : 5 N	1
		Garder le contrôle de la bouteille	1
		S'adapter à toutes les formes	2
FC1	S'adapter à l'interface de l'avant-bras	Adapter le poignet pour rattacher le préhenseur au bras	1
FC2	Être esthétique	Ressembler à une main	3
FC3	Trouver le (s) servomoteur (s) fonctionnant avec l'interface de POPPY	Énergie électrique : 12V/1,4 A	1
FC4	Piloter le (s) servomoteur (s) avec Python	Utiliser la version 2.4 à 3.4 de Python	1
FC5	Manipuler le contenant	Supprimer 6° de liberté	2
		Ne pas percer la bouteille	1

1 : non négociable

2 : négociable

3 : facultatif

4 : négligeable

PLANNING

Suite au cours de M. LE-ROUX sur le management et la gestion de projet, nous avons (essayé) de réaliser un planning auquel se raccrocher pour tenir les délais. Nous avons suivi ces conseils, mais surtout son cours. Donc, le groupe a réalisé un diaramme PERT ainsi qu'un GANTT.

A. Diagramme PERT

Numéro	Désignation de l'étape	Tâches antérieures	Durée (semaine)	JALON (temps pour y arriver)
A	Rédaction cahier des charges	*	1	Jalon d'avant projet (choix principe + CDC)_semaine 42 1 SEMAINE
B	Recherche & définition de l'idée	*	1	
C	Calculs préalables	B	1	Jalon conception préliminaire (plan 2D, dossier)_ semaine 47 3 SEMAINE
D	Analyse des mouvements	B	1	
E	Modélisation 3D de la première idée	D	2	
F	Choix des actionneurs	A-C	2	Jalon conception finale (modèle 3D, dossier, manipulation)_ semaine 51 3 SEMAINE
G	Modification modèle 3D	E-F	2	
H	Simulation/test sur logiciel mvt	G	1	

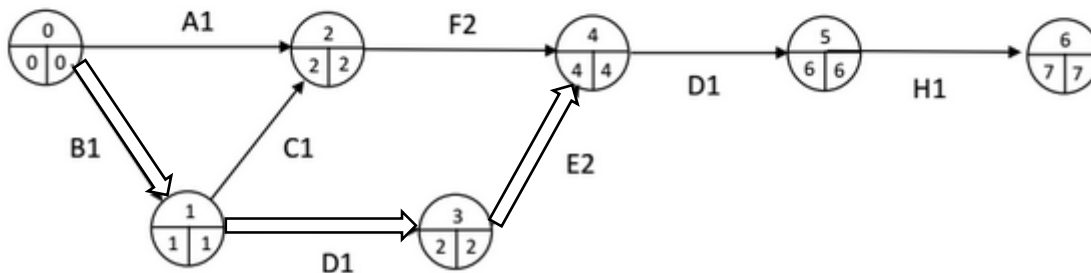


Figure 1: Tableau et diagramme de PERT

B. GANTT

A la suite du diagramme de PERT, l'étape suivante pour notre organisation est le diagramme de GANTT. Celui-ci consiste à classer les étapes en fonction de leur ordre, pour définir le temps nécessaire à la réalisation du projet.

Le tableau que nous avons réalisé (Annexe 4), ne compte pas l'aspect financier de ce fil rouge. Notre manque d'expérience ne nous a pas permis de le réaliser.

Le planning établi en début d'année n'a pas été respecté malheureusement. Mais nous avons su identifier quelles en sont les raisons, avec notamment la surcharge de travail de nous avons eu avant le départ en vacance. Malgré cette contrainte, nous avons anticipé une semaine de sécurité, au cas où nous débordions du planning établi.

COMMUNICATION :

A. Définition chef de groupe et chef d'assemblage assemblage :

Lors de la création du groupe, deux personnes se sont proposées pour être responsable, nous avons procédé à un vote du groupe afin d'élire le chef de groupe. A la suite de ce vote, Jon BIDART a été élu, il était donc chargé de rassembler tous les documents réalisés par l'ensemble du groupe dans le but de rendre un dossier abouti à chaque jalon.

Concernant la conception, les enseignants nous ont chargé d'établir un chef d'assemblage, qui comme son nom l'indique : rassembler les pièces de chacun afin d'obtenir notre préhenseur final. Mickaël AUDUREAU fut élu pour être le responsable de la conception du groupe JMLC.

B. Moyens :

Une fois le groupe créé, le chef avait pour mission de distribuer à chacun les travaux à rendre. Pour cela, l'équipe a commencé à dialoguer par sms, mais après mûres réflexions, Jon BIDART décida qu'il serait plus pratique d'échanger par mail pour distribuer les missions à accomplir de chacun (Annexe 1). Concernant la mise en commun des parties réalisées de chacun, les membres du groupe ont ouvert une session « ONEDRIVE » pour que les équipiers puissent accéder et modifier en temps réels les documents rendus, et permettre au chef du groupe de rassembler les documents et de ne pas les perdre.

C. Bilan

Après maintes expériences au niveau du management dans plusieurs projets, les membres sont d'accord pour dire que l'organisation appliquée à ce projet a permis d'avancer avec assurance et en toute clarté sans se perdre, tout en ayant une trace écrite. Enfin, au vue des projets réalisés en première année, le groupe a progressé positivement dans le domaine de la coordination, il a acquis une certaine expérience et un esprit d'équipe, rendant le groupe fier de son évolution.

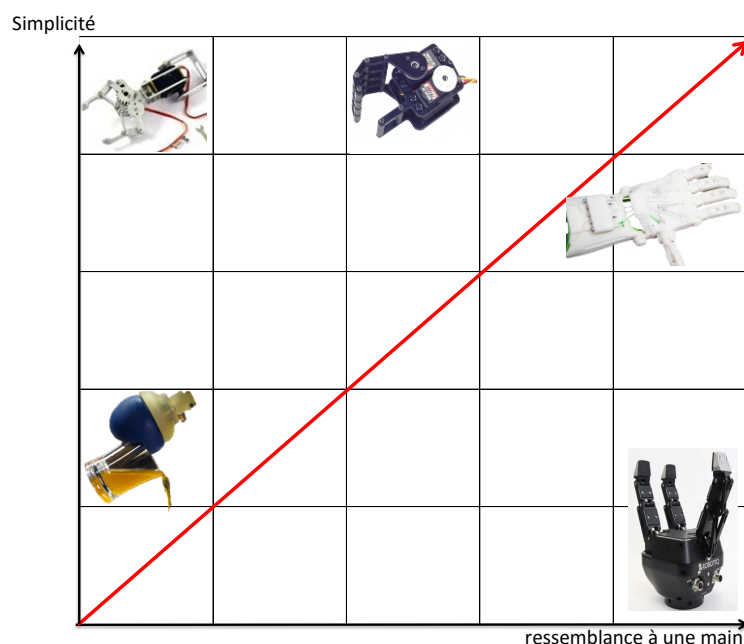
RECHERCHES

A. Existant

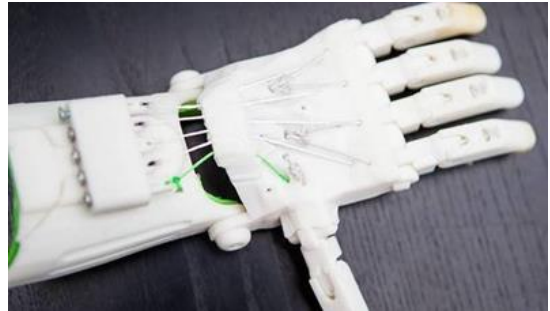
Nous avons ensuite défini quelles étaient pour nous, les critères les plus important du préhenseur que nous allions offrir à Poppy. Après avoir défini ces critères nous avons réalisé un travail de recherche sur les préhenseurs existants. Nous avons noté ces préhenseur pour synthétiser les concepts ou mécanisme que nous souhaiterions réutiliser (Annexe 2).

B. Comparaison et choix

Une fois nos recherches finies, nous les avons comparés dans un tableau pour les positionner en fonction de la facilité de réalisation, et de la ressemblance à une main, comme le présente le tableau qui suit :



Poppy étant un humanoïde, il nous a semblé primordial de concevoir une main proche de celle de l'homme. Nous voulions donc que ce préhenseur possède 4 doigts et 1 pouce. De plus, nous voulions également que ces doigts soient composés d'un minimum de 2 phalanges capables d'être amovibles. Nous avons décidé de nous baser sur les prothèses de main, fabriquée en impression 3D.



C. Préhenseur JLMC

Jusqu'ici, nous n'avons fait que nous inspirer d'invention déjà existante et remplacer certains composants par d'autres plus adaptés au projet Poppy. Mais notre groupe a décidé d'aller plus loin vers la ressemblance de Poppy avec l'homme. Nous avons décidé de concevoir un système capable de reproduire la préhension d'un élément par un homme.

Explications : Lorsque le préhenseur qu'est la prothèse saisit un objet, tous ses doigts bougent en même temps. Du début à la fin de la préhension, les doigts ont tous les mêmes positions. Or, lorsqu'un homme saisit un objet, chaque doigt vient au contact de l'objet. On peut dire que chaque doigt s'adapte à la forme de l'objet car d'un doigt à l'autre le mouvement peut être dissocié.

Objectif :

Préhenseur basique	Préhenseur JLMC

1. Prothèse 3D

Le fonctionnement est simple, on trouve une liaison pivot entre la paume et le doigt puis une autre entre les phalanges du doigt. Dans le doigt se trouve un câble attaché à son extrémité. Ce câble descend jusqu'à la paume, où l'utilisateur tire dessus (Voir figure 1). Lorsque l'utilisateur tire sur le câble, il exerce un couple de fermeture des doigts car les câbles sont déportés par rapport à la liaison pivot. Les doigts se replient et l'espace qui les sépare se diminue (Voir figure 3 et 4).

Figure 1 :

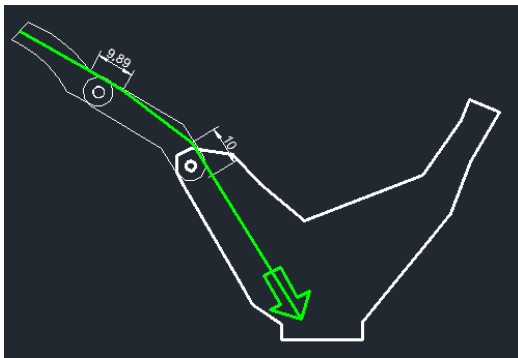


Figure 2 :

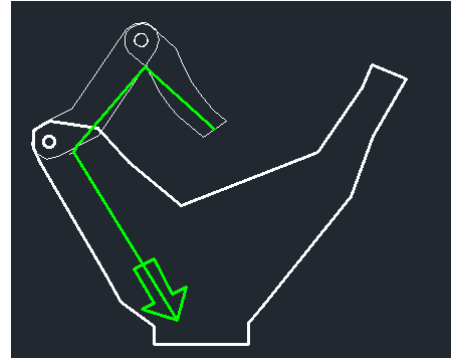


Figure 3 :

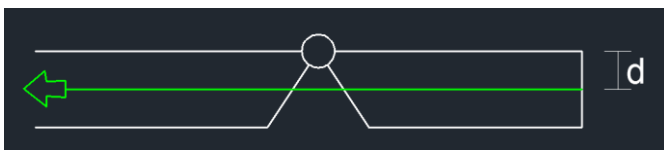
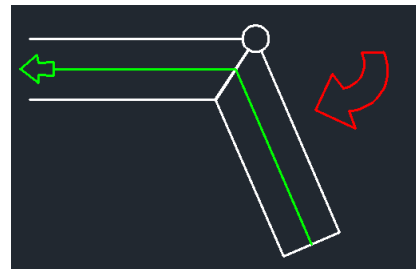
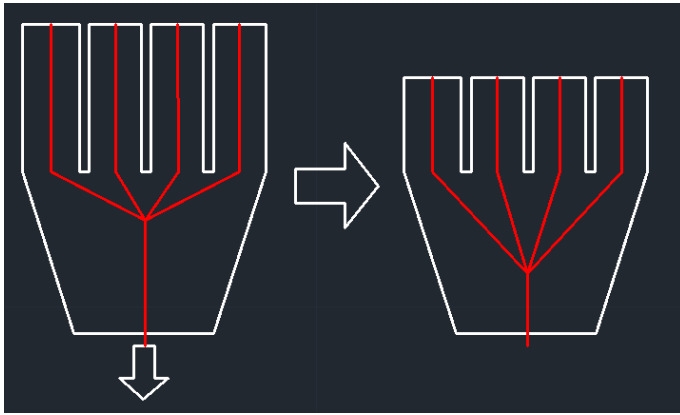


Figure 4 :

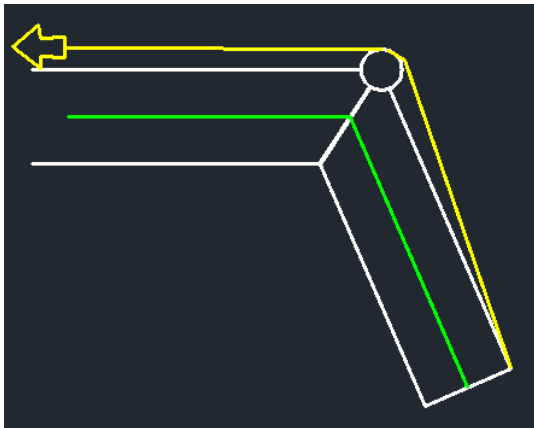


Pour refermer l'ensemble des doigts, il suffit seulement de relier l'ensemble des cables à un meme cable sur lequel on exerce une force de traction. (Voir figure 6)

Figure 6 :



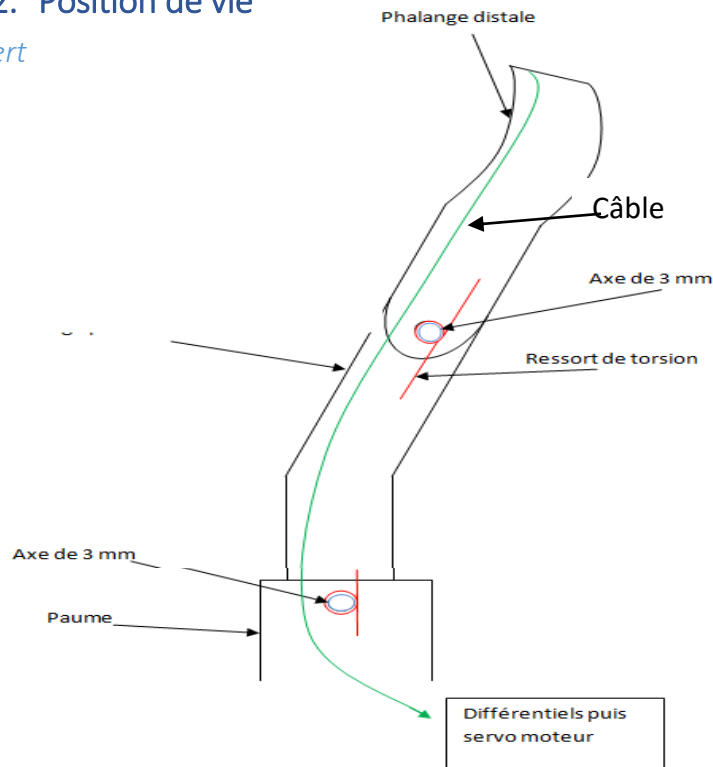
Les doigts reviennent à leurs positions initiales (main ouverte) à l'aide d'élastiques fixés sur le côté extérieur. Les élastiques se sont allongés pendant le repliement des doigts car ils sont situés de l'autre côté de la liaison pivot. Une fois qu'on arrête d'exercer la force de tension sur le câble, c'est la force de tension de l'élastique qui ramène les doigts dans leur position initiale



Nous avons donc décidé de reprendre le système de la prothèse 3D. En revanche, pour faciliter la préhension, nous décidons de rendre le pouce immobile. Nous décidons également de remplacer les élastiques par des ressorts directement fixés au niveau des liaisons pivot.

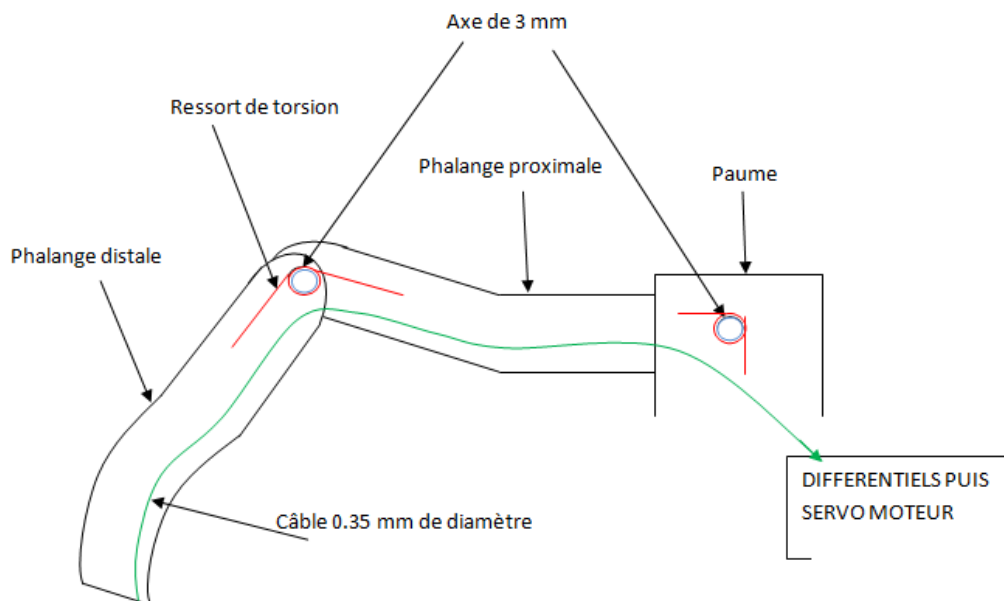
2. Position de vie

a. ouvert



En position initiale, la force de traction sur les câbles est nulle. Cela a pour conséquence de laisser les ressorts de torsions (en rouge) tendre les doigts. Les doigts ne peuvent pas partir vers l'arrière car la raideur des ressorts les empêche de pivoter.

b. fermé



En position finale, les ressorts de torsions (en rouge) se plient, et lorsque la force de traction sur le câble redevient nulle, les ressorts redressent les doigts jusqu'à atteindre leur position initiale.

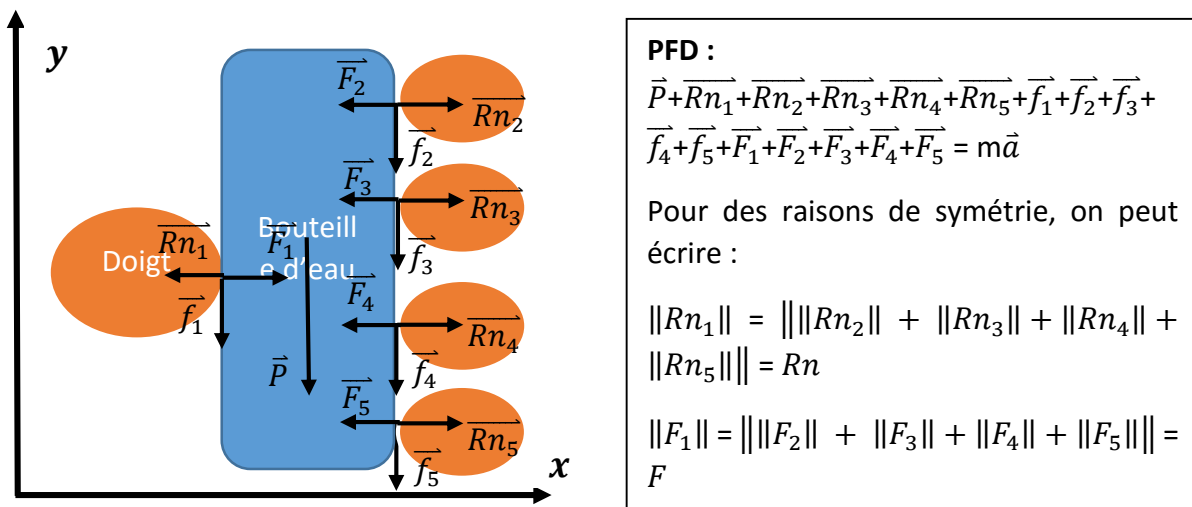
CALCULS

il vous sera expliqué la démarche empruntée pour déterminer le moteur dynamixel le plus adapté pour fournir l'énergie nécessaire à poppy pour saisir la bouteille et verser de l'eau dans le gobelet.

1ere étape : Déterminer le couple de serrage minimum pour soulever la bouteille.

Afin que Poppy soulève la bouteille, nous allons déterminer la force nécessaire pour que la bouteille ne glisse pas contre sa main (Voir figure 1).

Figure 1 :



Il n'y a de déplacement que sur l'axe y :

$$m\vec{a_y} = 2f - P \quad f = \mu c. Rn$$

$$m\vec{a_y} = 2 \mu c. Rn - P$$

On cherche lorsque $m\vec{a_y} = 0$:

$$2 \mu c. Rn - P = 0$$

$$2 \mu c. Rn = P$$

$$Rn = P / (2 \mu c)$$

Sachant qu'il n'y a pas de mouvement sur l'axe x, alors $Rn = F$

$$F = P / (2 \mu c)$$

Pour que la force nécessaire soit la plus petite possible, il faut que le coefficient de frottement μ_c soit le **plus élevé** possible. Le matériau qui constitue la bouteille est du **polyéthylène téréphtalate** (voir figure 1 et 2), nous décidons de chercher un matériau avec lequel le coefficient de frottement μ_c entre le polyéthylène et ce dernier soit élevé. Voir tableau figure 4 [1].

Figure 2 :



Figure 3 :



Figure 4 : Coefficient de frottement statique des plastiques

TABLE 1.10

Static coefficient of friction of plastics (A = 16 cm², P = 30 gf)

Specimen (top) Plate (bottom)	Al	POM	Nylon 6	PMMA	Poly-carbonate	ABS resin	PVC	Poly-propylene	Poly-ethylene	Phenolics	Urea resin	Melamine resin	Polystyrene	Epoxy resin (no filler)	Epoxy resin (10% SiO ₂)	PTFE	Mean va
Al	0.550	0.432	0.441	0.466	0.565	0.491	0.383	0.448	0.424	0.390	0.350	0.308	0.367	0.491	0.441	0.350	0.521
POM	0.246	0.318	0.227	0.283	0.227	0.308	0.328	0.383	0.243	0.206	0.237	0.283	0.752	0.194	0.230	0.200	0.252
Nylon 6	0.596	0.334	0.731	0.505	0.484	0.524	0.459	0.445	0.407	0.524	0.344	0.350	0.484	0.581	0.387	0.380	0.455
PMMA	0.704	0.452	0.441	0.462	0.637	0.434	0.418	0.484	0.459	0.653	0.469	0.502	0.476	0.491	0.494	0.357	0.484
Polycarbonate	0.546	0.308	0.441	0.498	0.524	0.604	0.407	0.452	0.558	0.302	0.441	0.380	0.441	0.427	0.360	0.414	0.449
ABS resin	0.509	0.311	0.407	0.484	0.498	0.539	0.441	0.469	0.438	0.473	0.400	0.364	0.577	0.621	0.500	0.337	0.449
PVC	0.535	0.328	0.448	0.370	0.484	0.466	0.397	0.498	0.704	0.363	0.363	0.344	0.341	0.395	0.321	0.387	0.409
Polypropylene	0.383	0.305	0.383	0.321	0.360	0.373	0.367	0.393	0.347	0.391	0.286	0.299	0.404	0.350	0.367	0.224	0.388
Polyethylene	0.243	0.261	0.215	0.315	0.243	0.261	0.209	0.277	0.354	0.360	0.233	0.249	0.271	0.289	0.367	0.200	0.267
Phenolics	0.296	0.280	0.377	0.407	0.531	0.407	0.321	0.513	0.596	0.367	0.274	0.252	0.305	0.277	0.277	0.274	0.350
Urea resin	0.321	0.200	0.312	0.344	0.448	0.457	0.308	0.360	0.410	0.233	0.240	0.243	0.367	0.264	0.230	0.255	0.303
Melamine resin	0.277	0.206	0.299	0.331	0.354	0.387	0.347	0.360	0.387	0.299	0.286	0.229	0.334	0.308	0.230	0.277	0.296
Polystyrene	0.438	0.261	0.328	0.390	0.459	0.581	0.370	0.494	0.349	0.484	0.455	0.448	0.462	0.431	0.367	0.383	0.437
Epoxy resin (no filler)	0.400	0.315	0.462	0.360	0.328	0.271	0.370	0.434	0.542	0.400	0.397	0.348	0.441	0.377	0.427	0.783	0.372
Epoxy resin (10% SiO ₂)	0.535	0.293	0.462	0.490	0.527	0.434	0.347	0.539	0.491	0.330	0.410	0.370	0.452	0.330	0.431	0.407	0.417
PTFE	0.312	0.274	0.283	0.331	0.173	0.249	0.182	0.252	0.237	0.255	0.373	0.305	0.312	0.246	0.237	0.134	0.253

0.3

On trouve un coefficient de frottement $\mu_c=0.704$ avec le PVC.

Si on utilise du PVC pour le contact avec la bouteille, alors :

$$F = P/(2 \mu_c)$$

On estime la masse de la bouteille vide sans bouchon à 25 grammes pour une capacité 25cl :

$$M_{\text{totale}} = M_{\text{eau}} + M_{\text{bouteille}}$$

$$M_{\text{totale}} = \rho_{\text{eau}} \cdot V + 0.03$$

$$M_{\text{totale}} = 1000 \cdot (25 \cdot (10^{-2})) + 0.03$$

$$M_{\text{totale}} = 0.25 + 0.03$$

$$M_{\text{totale}} = 0.28 \text{ kg}$$

$$F = P/(2 \cdot 0.7)$$

$$F = (0.280 \cdot 9.81)/(2 \cdot 0.7)$$

$$F = 1.962 \text{ N}$$

Le moteur doit être capable de fournir à tous les doigts une force de 1.96 N

Le coefficient de frottement entre le PVC et le Polyéthylène téréphtalate est le coefficient le plus élevé que nous ayons trouvé, néanmoins ce couple minimum reste à titre indicatif car nous souhaitons utiliser du caoutchouc pour le contact avec la bouteille.

2eme étape : Déterminer le couple maximum pour ne pas écraser la bouteille.

Pour déterminer le couple maximum, notre groupe a décidé de créer un test permettant de calculer la résistance de la bouteille. Nous souhaitons connaître la force maximum que peut subir la bouteille avant qu'elle ne s'écrase. Ces tests ont été réalisés sur une bouteille de 50cl pour obtenir un ordre de grandeur

2.1) Notre test consiste à plonger la bouteille dans un bac d'eau et de mesurer la profondeur à laquelle cette dernière s'écrase pour déterminer la pression maximum.

2.1.1) Le cas le plus critique (où la bouteille est la plus fragile), se trouve lorsqu'elle est ouverte ainsi que vide. Plongez une bouteille vide sans bouchon dans un bac d'eau et elle se remplira forcément. Nous avons donc fixé un tuba au goulot de cette bouteille. De cette manière, la pression sur les parois intérieures de la bouteille est la même pression qui est appliquée lorsque que la bouteille est vide, soit la pression atmosphérique.



2.1.2) Maintenant, il nous faut plonger cette bouteille (vide et ouverte) dans un bac d'eau suffisamment profond pour observer l'écrasement.



2.1.3) On mesure 41 cm de profondeur avant que la bouteille ne s'écrase sur elle-même au niveau de la partie cylindrique. Dans l'eau, toutes les tranches de 10 mètres de profondeur, la pression augmente de 1 bar.

$P/\text{Bouteille} = P \text{ hydrostatique}$

$P/\text{Bouteille} = \rho_{\text{eau}} * g * h$

$P/\text{Bouteille} = 1000 * 9.81 * 0.41$

$P/\text{Bouteille} = 4022 \text{ Pa}$

La pression maximum que peut supporter la bouteille est 4022 Pascals.

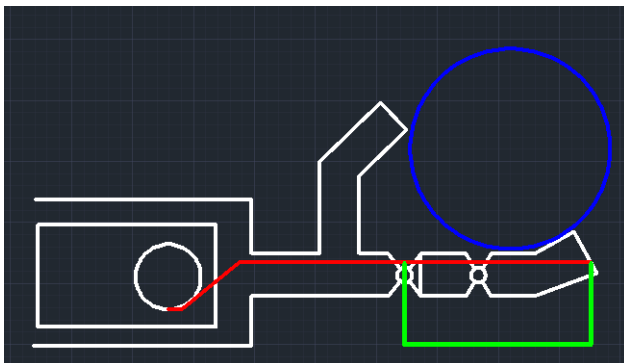
2.2) Si la surface de contact entre la main de Poppy et la bouteille est $S = 44 \text{ cm}^2$

$F = P * S = 4022 * (44 * 10^{-4}) = 17.7 \text{ N}$

La force maxi que Poppy peut exercer sur la bouteille est $F = 17.7 \text{ N}$

3eme étape : Calculer le couple que doit fournir le ServoMoteur

3.1) Couple de serrage bouteille



Afin de déterminer la distance du bras de levier, nous schématisons notre système. Dans le cas le plus critique, la distance du bras de levier est celle comprise entre la liaison pivot de la paume et de la phalange proximale de notre doigt. Cette longueur étant de 70mm nous devons être capable de fournir un couple max de :

$M_{\text{mini}} = F_{\text{mini}} * d \Rightarrow M = 1.96 * 0.07 \Rightarrow M = 0.14 \text{ N.m}$

$M_{\text{maxi}} = F_{\text{maxi}} * d \Rightarrow M = 17.7 * 0.07 \Rightarrow M = 1.24 \text{ N.m}$

3.2) Couple de torsion des ressorts

Le moteur doit non seulement être capable de fournir le couple de serrage bouteille mais il doit également être capable de lutter contre la force des ressorts permettant aux doigts de revenir en position initiale. Les ressorts utilisés dans les liaisons pivot entre les phalanges sont

des ressorts transmettant un couple de max de 33.39Nm (Voir image des caractéristiques du ressort). On compte 2 ressorts par doigt, et 4 doigts mobiles, soit 8 ressorts dans notre système

Couple ressort + Couple serrage = **Couple requis**

Couple mini = $33.39 \text{ N.mm} * 8 + 0.14 \text{ N.m} = 0.03339 * 8 + 0.14 = 0.4 \text{ N.m}$

Couple maxi = $33.39 \text{ N.mm} * 8 + 1.24 \text{ N.m} = 0.03339 * 8 + 1.24 = 1.6 \text{ N.m}$

3.3) Couple nécessaire pour vaincre les frottements du système

Les forces de frottement dans notre préhenseur lors de la mesure de la main sont aussi à prendre en compte pour le choix du servomoteur. Pour des raisons de temps, nous décidons de ne pas quantifier ces frottements et de favoriser un grand coefficient de sécurité. Nous choisirons un coefficient de sécurité de 2 alors :

Coefficient de sécurité * Couple requis = **Couple servomoteur**

Couple mini = $2 * 0.4 = 0.8 \text{ N.m}$

Couple maxi = $2 * 1.6 = 3.2 \text{ N.m}$

4eme étape : Déterminer le servomoteur

Nous avons montré que notre servomoteur doit être capable de couvrir une plage de couple comprise entre 0,8 et 3,2 N.m. Nous pouvons intégrer dans notre système un servomoteur de la gamme Dynamixel qui contient les servomoteurs suivant :

Dénomination	Plage du couple N.m
XL-320	0-0.39
AX-12+	0-1.5
AX-12 A	0-1.5
AX 18F	0-1.8
AX-18A	0-1.8
EX-106+	0-10.9
RX-24F	0-2.6
RX-28	0-3.7
RX-64	0-5.3
MX-28	0-3.1
MX-64	0-7.3
MX-106	0-10
MX-28 AT	0-3.1
MX-64	0-7.3

Les moteurs qui se rapproche le plus de notre couple servomoteur sont les moteurs :

MX-28 : 0 - 3.1 N.m

RX-28 : 0 - 3.7 N.m

Certes le moteur MX-28 offre un couple inférieur à celui défini précédemment. Mais inférieur de 3% seulement. De plus, le choisir permettrait une homogénéité des servomoteurs requis poppy. C'est pour ces raisons que nous choisissons d'utiliser un servomoteur **MX 28**.

COMPOSANTS


Notre préhenseur est un système assez complexe, et composé de nombreuses pièces. Il faut donc que l'on se retrouve dans ce grand ensemble de composants qui constituent notre préhenseur. C'est pour cela que nous allons voir l'ensemble des pièces achetées, et fabriquées.

A. Pièces achetées

Notre système nécessite certains éléments standards pour répondre aux contraintes mécaniques voulues par la main. Elles sont réparties entre la liaison des doigts, de la paume, de l'avant-bras et du système d'activation.

1. Pivot des doigts/paume

Notre préhenseur ressemble à la main d'un être humain. Donc tout comme nous, l'ensemble des doigts nécessite des liaisons pivots pour permettre le pliage des phalanges. Nous nous sommes basé sur des axes d'un diamètre de 3mm et d'une longueur de 10mm (largeur du doigt expliqué plus loin), jugés suffisamment large pour être assemblés. Pour ceux-là, nous avons donc trouvé des axes tel que :

<p><u>Tige en acier inoxydable 303S31. L.1.5m x Dia. 3mm</u></p>  <p>18,34 € 1 lot de 10</p> <p>1 Commander</p> <p>Vérifier le stock en temps réel</p>	<p>Code commande RS <u>881-4874</u></p> <p>Marque <u>RS</u></p>	<p>1.5m</p> <p>3mm</p>	<p>Tige</p> <p>303S31 Acier Inoxydable</p>
--	---	------------------------	--

2 - source: Radiospare (fr.rs-online.com/)

Afin d'utiliser la même pièce, et de « standardiser » notre modèle de préhenseur, nous utiliserons le même axe pour la liaison entre l'ensemble Doigt, et celui de la Paume.

NB : toutes les explications du dimensionnement choisi seront expliquées plus loin, partie CAO (p.10)

2. Vis

Pour éviter au maximum l'achat de nouveaux composants, nous souhaitons réutiliser les vis déjà présentes sur le robot Poppy. Nous les avons répertoriées, puis avons défini leur emplacement, au sein du préhenseur.

- **M2 x 3** : Elles seront utilisées dans le but de lier notre avant-bras au servomoteur déjà existant dans le coude, de Poppy.
- **M2.5 x 6** : Elles seront utilisées pour fixer le servomoteur rajouter par nos soins, à l'avant-bras que nous réaliserons.
- **M2.5** : Utilisées pour assembler la main et l'avant-bras de Poppy.

La seule différence notable sera l'apport de nouvelles vis, qui permettront la liaison des deux parties de la paume. Ce qui donne place aux vis :

- **M3** : Tête de vis reposera sur une partie de la paume, et son corps reliera la seconde partie de la paume (avec un boulon), à l'ensemble.

Les vis seront évidemment accompagnées des boulons correspondants à leur diamètre, ainsi qu'à ceux fournis par l'entreprise « Robotis ».



3 – source : Robotis (<http://www.robotis.fr/>)

3. Câbles

Notre système montré dans le jalon précédent, nécessite un câble qui permettra la mise en mouvement de celui-ci. Nous avons donc pensé qu'un câble de pêche serait suffisant car : assez fin pour l'assemblage ($d_{\text{ext}}=0.35\text{mm}$), suffisamment résistant pour effort fourni ($F_{\text{max fil}}:70\text{N}$), et assez long ($L=2700\text{mm}$)




4 source: Décathlon sport (<http://www.decathlon.fr/>)

4. Caoutchouc

Nous rajoutons ce matériau pour augmenter les frottements entre le verre/bouteille, et nos points de contacts. En effet, plus il y a de frottement, moins il est nécessaire de serrer le contenant pour bien le tenir. Et comme notre main doit être la plus petite possible, notre choix se porta sur une couche de caoutchouc d'épaisseur 1.5mm :

[Feuille de caoutchouc naturel Noir, 1000mm x 1.5mm x 600mm](#)

Noir	1.5mm	600mm	-	Acide dilué, Alcali dilué, Carburant, Eau chaude, Eau froide, Éthylène Glycol, Huile	-30°C
------	-------	-------	---	--	-------

 **12,16 € la pièce**

Commander


[Vérifier le stock en temps réel](#)

☐ Comparer

5 - source: Radiospare (fr.rs-online.com/)

5. Ressorts

Éléments nécessaires au fonctionnement de notre système. Si nous avons trouvé un moyen de faire les doigts du préhenseur, il fallait que nous en trouvions un autre afin de les ouvrir. Notre choix s'est porté sur des ressorts suffisamment petits pour les intégrer aux pivots des doigts.



Product information		Block pricing	
Product number:	RSF-1044-L	Product group: A08	
(d) Wire diameter:	0.63 mm		
(Di) Inner diameter:	4.37 mm		
(Dd) Arbor diameter:	3.60 mm	Item	(€)/Item
(n) Active coil number:	7.00	from 1	2.93
(Ls) Leg length:	30.00 mm	from 10	2.03
(an) Max. torsion angle degrees:	147.16 Degrees	from 20	1.05
(Mn) Max. torque:	33.39 Nmm	from 40	0.70
(R) Spring rate:	0.23 N/mm	from 130	0.42
Leg position:	0 degrees	from 180	0.38
Material:	Wire EN 10270-3-		

[Enter Quantity](#) [Add to cart](#) →

Leur faible raideur permettra au servomoteur de pouvoir tordre ces ressorts, et ainsi donc, fermer les doigts.

→ Ouverture doigts

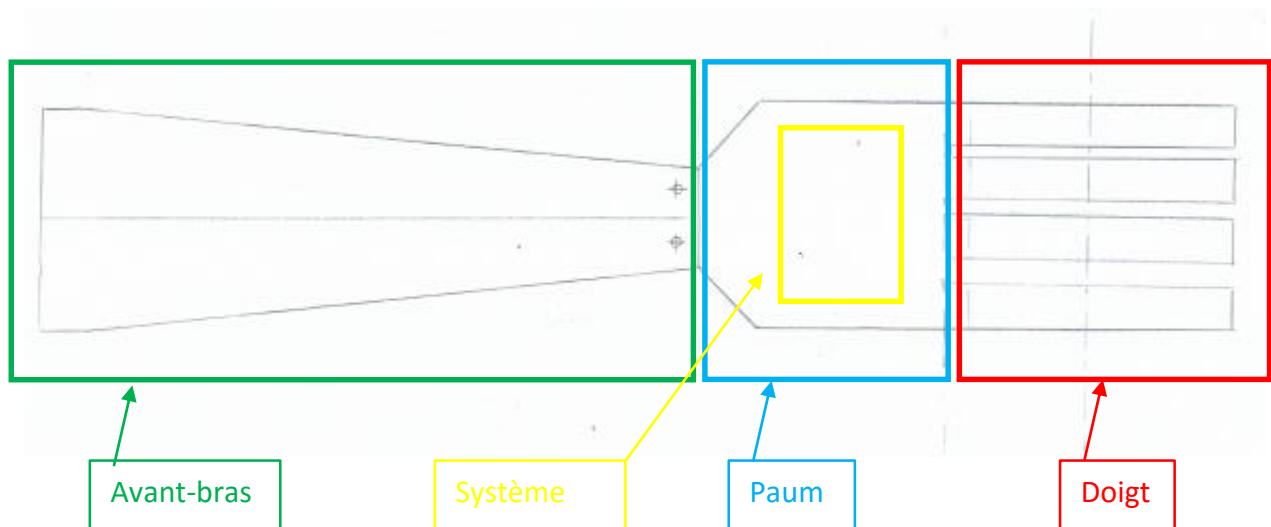
6 – source : Schweizer-federnshop (<http://www.schweizer-federnshop.de>)

B. Fabriquées

Notre idée de base du préhenseur, à l'image de la main de l'homme, existe déjà. Mais les modélisations qui en découlait ne correspondait pas à nos attentes. C'est pour cela que nous avons dessiner et imaginé notre propre « main robot ».

1. Composition du préhenseur

La main du groupe JMLC se compose de plusieurs grandes parties : un avant-bras, une paume, et des doigts.



Chacun de ces modules est composé d'un certain nombre de composants comprenant des pièces achetées, et modélisées.

N.B. : Sur l'exemple des doigts : Module = tous les doigts ; ensemble = un doigt composé d'éléments ; élément = composant de l'ensemble doigt.

2. Répartition

Pour ce travail de modélisation sur les logiciels de CAO, le travail fut réparti tel qui suit :

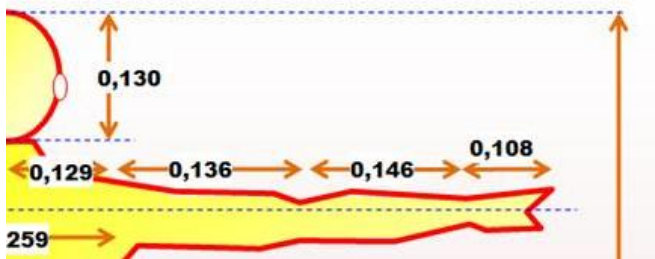
- **Audureau** Mickaël → réalisation et adaptation de l'avant-bras.
- **Bidart** Jon → réalisation de la paume.
- **Cazautets** Clément → réalisation de l'ensemble « doigt ».
- **Morel** Louis → réalisation du système mécanique interne.

DIMENSIONNEMENT DU PREHENSEUR

Dans cette partie, vous trouverez différents calculs de proportionnalités (Poppy étant humanoïde, sa main doit être proportionnelle à son corps de 84 cm), ainsi que nos dessins et schémas.

A. Proportion Poppy/Humain

Avant de débuter, nous avons regardé quelle était la proportionnalité du corps humain. En effet, la majorité des membres du corps humain sont proportionnels à sa taille. Pour l'étude, nous avons pris la taille moyenne d'un homme français soit 173 cm.



L'image ci-contre montre les rapports de différents membres, en fonction de la taille du sujet. Cela s'utilise de cette manière :

Taille main : ?

Taille homme : 173 cm

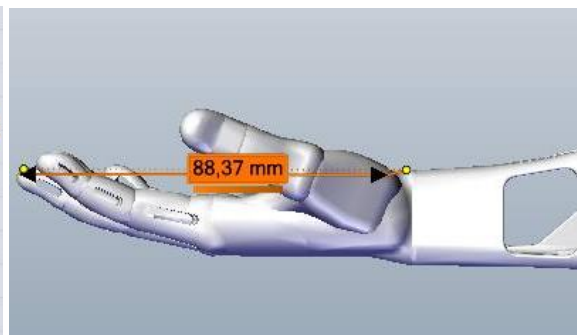
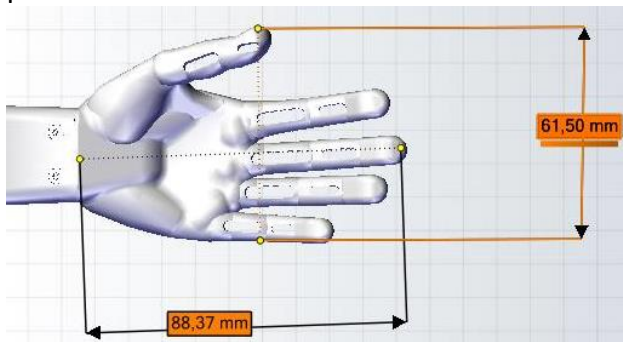
Rapport : 0.108

Donc taille de la main correspond à : $173 \times 0.108 = 18.684 \text{ cm}$

Pour Poppy, nous avons utilisé le même principe mais en remplaçant par sa taille de 84 cm :

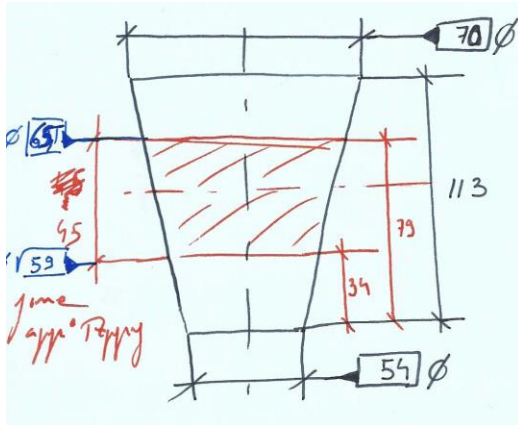
- Main (long) : $84 \times 0.108 = 9 \text{ cm}$
- Main (large) : $84 \times 0.0535 = 4.5 \text{ cm}$
- Pouce : $84 \times 0.04 = 3.5 \text{ cm}$
- Avant-bras : $84 \times 0.146 = 13 \text{ cm}$

On peut voir que la main de Poppy se rapproche bien des dimensions que nous avons définies par les calculs



B. Dessins main Poppy

Maintenant notre taille de main définie, nous pouvons passer à la réalisation des schémas. Nous rappelons qu'à cause d'une non définition du type de verre dans le cahier des charges, nous avons défini arbitrairement le verre Réutilisable EcoCup 25 cl



Ce dessin correspond à la disposition de notre main par rapport au verre, et représente la plage d'action de celle-ci. Pour la stabilité, on appliquera la main à la moitié du verre.

Nous avons aussi défini les diamètres correspondants à la hauteur des doigts

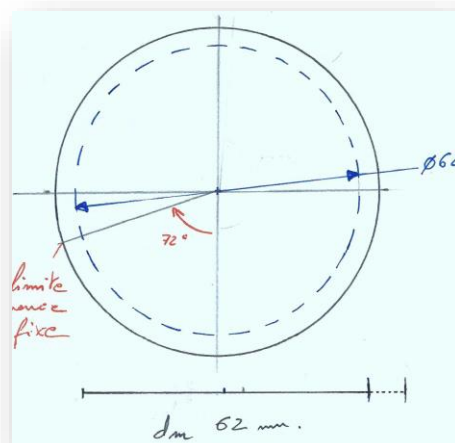
Suite à la définition des diamètres, on a tracé à taille réelle le diamètre du verre, et le diamètre correspondant à la hauteur d'application du doigt. On a calculé le périmètre de ce diamètre, pour ensuite définir quelle devrait être la longueur du doigt à ce diamètre. Exemple :

$$H = 79 \text{ mm} \quad / \quad d = 65 \text{ mm}$$

$$\text{Donc } P = 2\pi r = 2\pi \cdot 65/2 = 204.2 \text{ mm}$$

Comme le périmètre est le tour du verre, 204.2 mm correspond à 360°. Rappelons aussi que la taille de notre main fait 35 mm. On obtient le bout du pouce en fonction de l'angle obtenu grâce au produit en croix suivant :

204.2	360
39	72



Une fois que l'on a la taille du pouce, on peut obtenir la taille minimale que les doigts devront avoir pour bloquer la translation du verre, une fois le tout serré. Pour ce faire, il faut impérativement que l'angle entre les extrémités doigts et pouces soit $< 180^\circ$.

Grâce à ce dessin, nous avons pu définir l'angle minimum à ne pas dépasser pour pouvoir se saisir du verre. Ensuite avec l'aide de calculs, nous avons pu définir la taille correspond à cette limite :

$$108^\circ = \alpha_{\text{lim}}$$

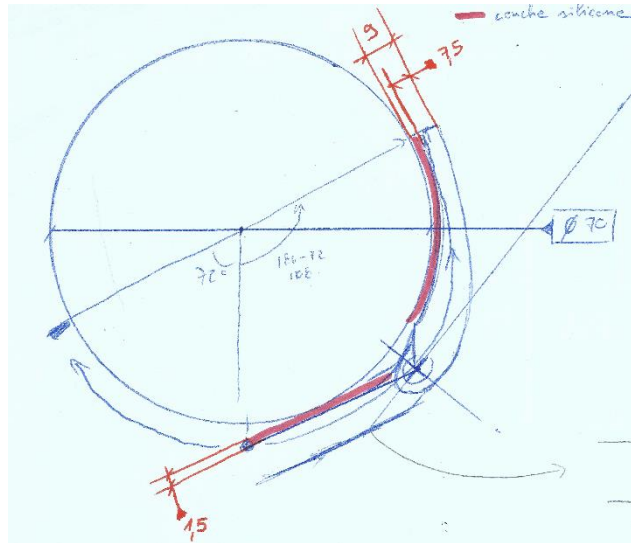
360°	204.2 mm
108°	61.26 mm

Le doigt ne peut donc pas être plus petit que 61.26 mm au risque de ne pas pouvoir serrer le verre.

Rappelons que haut début, la main de Poppy pouvait atteindre les 90 mm, nous avons une plage comprise entre 62 mm et 90 mm.

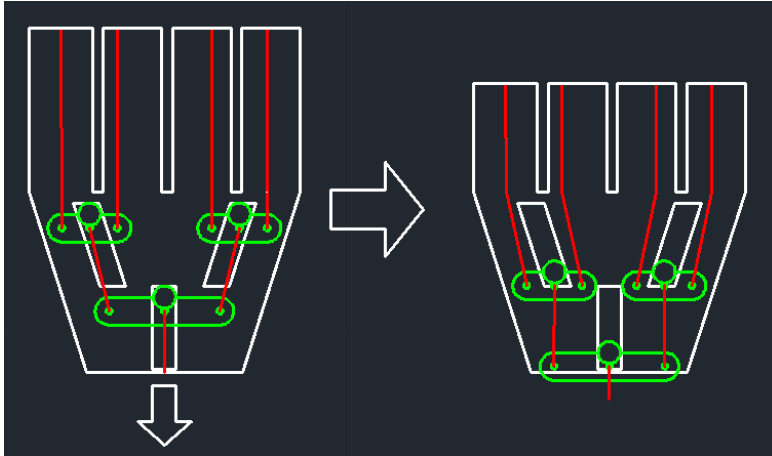
Nous avons donc choisi d'établir les doigts à une longueur de 75 mm ($>62\text{mm}$). Il nous reste donc 15mm pour la paume du préhenseur.

Il faut maintenant vérifier si le système peut fonctionner



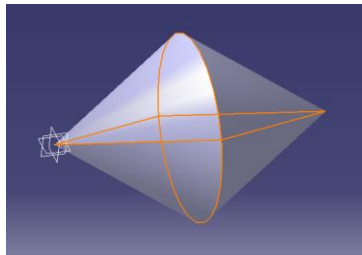
C. Simulation

Chaque câble des doigts est relié à une bielle qui translate le long d'un rail. Ces bielles sont à leur tour reliées à une bielle principale qui est elle-même reliée à un câble sur lequel on exerce une force de traction.



De cette manière il est possible d'obtenir un système de différentiel entre chaque doigt : la force de traction est répartie sur les doigts en fonction de la résistance qu'elles opposent. Si un doigt résiste pour se plier, alors la force de traction sera distribuée sur les autres doigts.

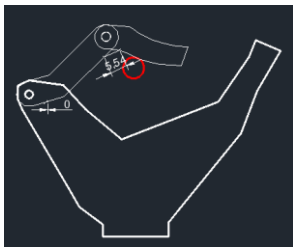
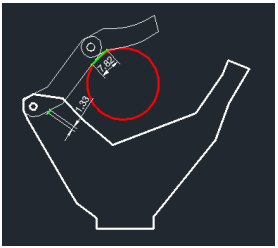
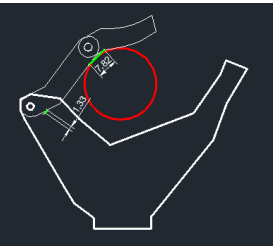
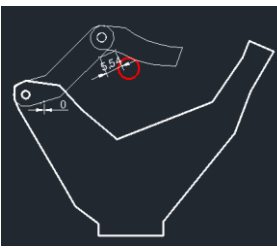
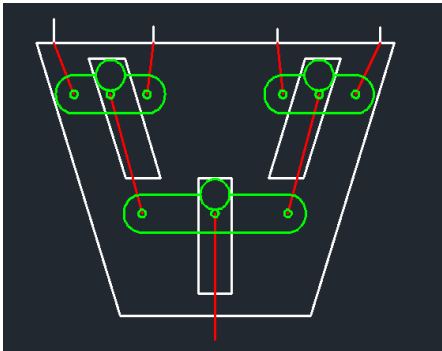
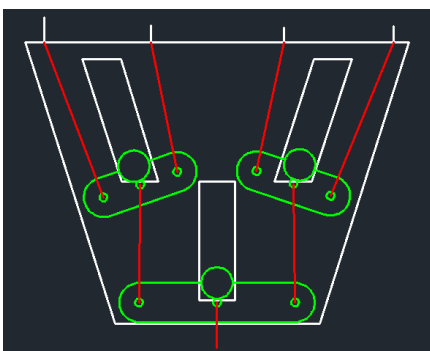
Exemple : si notre préhenseur attrape un double cône de 60mm de long et de 40mm de diamètre



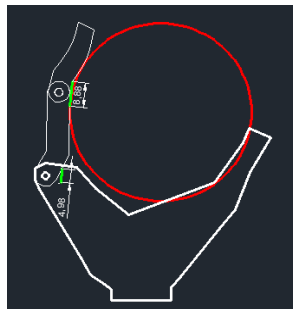
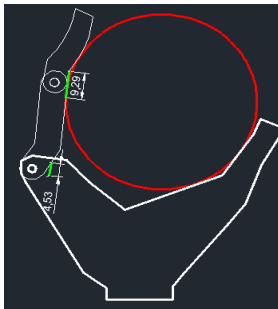
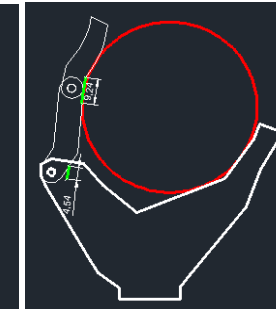
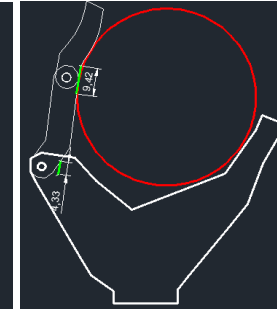
-Simulation :

Afin d'avoir un aperçu de la position de chaque doigt à la fin de la préhension, nous simulons le mouvement de chaque doigt en fonction du diamètre sur lequel il vient au contact. Nous déterminons la différence de longueur de câble dans le doigt entre la position initiale puis finale. Ensuite nous rajoutons cette longueur dans la paume pour avoir un aperçu du placement des bielles en position finale de la diminution de la longueur des câbles dans chaque doigt

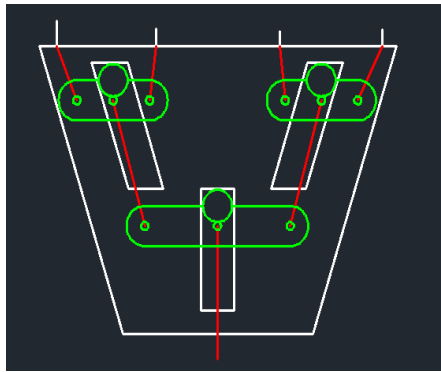
Longueur initiale – Longueur finale mesuré = Raccourcissement du câble dans le doigt

			
INDEX $= 20 - 0.54$ $= 14.46\text{mm}$	MAJEUR $= 20 - 1.33 - 7.82$ $= 10.85\text{ mm}$	ANNULAIRE $= 20 - 1.33 - 7.82$ $= 10.85\text{ mm}$	AURICULAIRE $= 20 - 0.54$ $= 14.46\text{mm}$
Position initiale des bielles :		Position finale des bielles :	
			

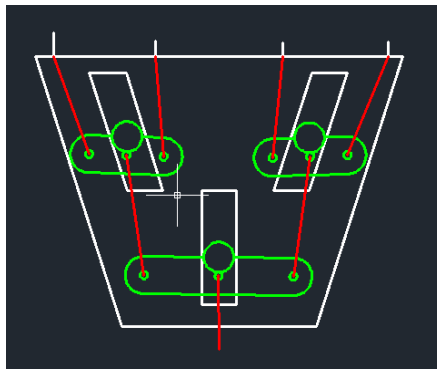
Simulation sur l'ECO Cup

			
INDEX $= 20 - 8.88 - 4.98$ $= 6.14\text{ mm}$	MAJEUR $= 20 - 9.29 - 4.53$ $= 6.18\text{ mm}$	ANNULAIRE $= 20 - 9.24 - 4.54$ $= 6.22\text{ mm}$	AURICULAIRE $= 20 - 9.42 - 4.33$ $= 6.25\text{ mm}$

Position initiale des bielles :

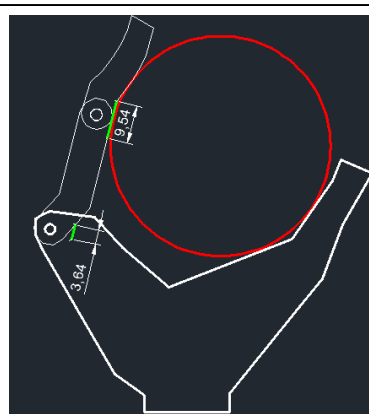
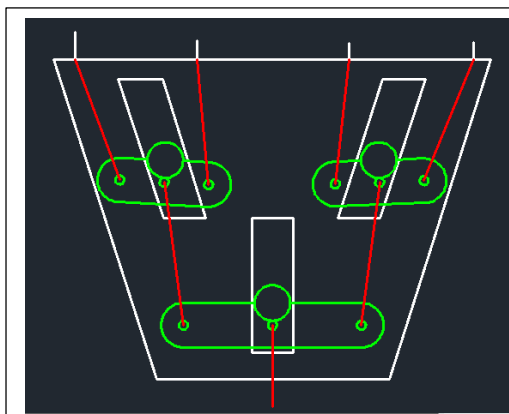


Position finale des bielles :



Simulation sur la bouteille

Comme la bouteille est cylindrique, tous les doigts vont finir avec la même position.



$$20 - 9.54 - 3.64 = 6.82$$

Schéma cinématique : Annexe 3

CONCEPTION CAO

Le groupe s'est maintenant lancé dans la conception. Comme dit dans la partie précédente (p.7), nous nous sommes réparti le travail. Dans cette partie, vous allez donc pouvoir voir comment les pièces ont été conçues. Tout d'abord les doigts, ensuite la paume et le système, avant de terminer avec l'avant-bras.

A. Doigts

1. Forme :

Le doigt est formé de deux parties, la phalange distale et la phalange proximale. Elles sont légèrement courbées afin de s'adapter au contenant. Lors de notre première conception, plusieurs parties ont été modifiées. L'accroche au niveau de l'extrémité de la phalange distale est remplacée par le système de plomb, c'est-à-dire que le câble sera directement accroché à un plomb.

2. Système :

Pour la mise en mouvement des doigts, nous nous sommes inspirés de la prothèse de main 3D (vu dans les jalons 1 et 2). Les doigts sont tirés et ramenés vers le contenant grâce à l'action mécanique exercée par le câble sur le doigt (tel un tendon).

Les deux parties dissociées sont assemblées autour d'un axe commun ($d_{\text{ext}} = 3\text{mm}$ / $L = 10\text{mm}$ – présenté dans le choix des composants standards).

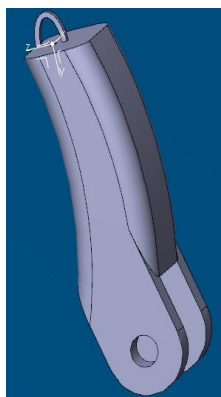


Figure 7 : Distale

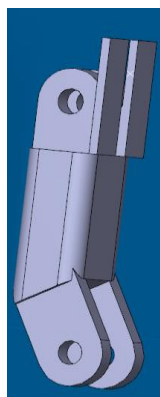


Figure 9 : Proximale

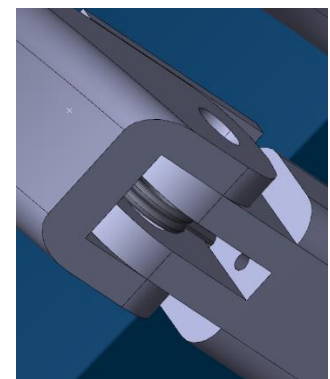


Figure 8 : Assemblage des 2 doigts

On remarque la présence d'un ressort, situé au centre de la liaison, et autour de l'axe. L'utilisation de celui-ci nous permettra de tendre le doigt pour le garder ouvert.

- **Ressort** → Ouverture des doigts et maintien en position « ouvert ».
- **Câble** → Fermeture des doigts et mise en position « fermé ».

Ces câbles en Nylon (utilisé généralement pour la pêche) peuvent résister à une charge de 7kg, ce qui est nettement supérieur à l'effort appliqué sur le verre (d'après les calculs du jalons précédent).



Une butée était située sur la partie proximale pour éviter à la phalange distale de pivoter à plus de 90°. Mais nous nous sommes rendu compte que le ressort empêchait déjà cette partie d'effectuer un angle supérieur à 90°.

Il y aura en tout quatre doigts identiques, qui seront reliés à la paume grâce à un seul axe traversant la partie supérieure de cette dernière. Ils se plieront indépendamment les uns des autres grâce aux différentiels. (Explications dans la partie « Système »).

3. Dimensions :

Les deux phalanges ont une profondeur de 10 mm.

a. Partie proximale :

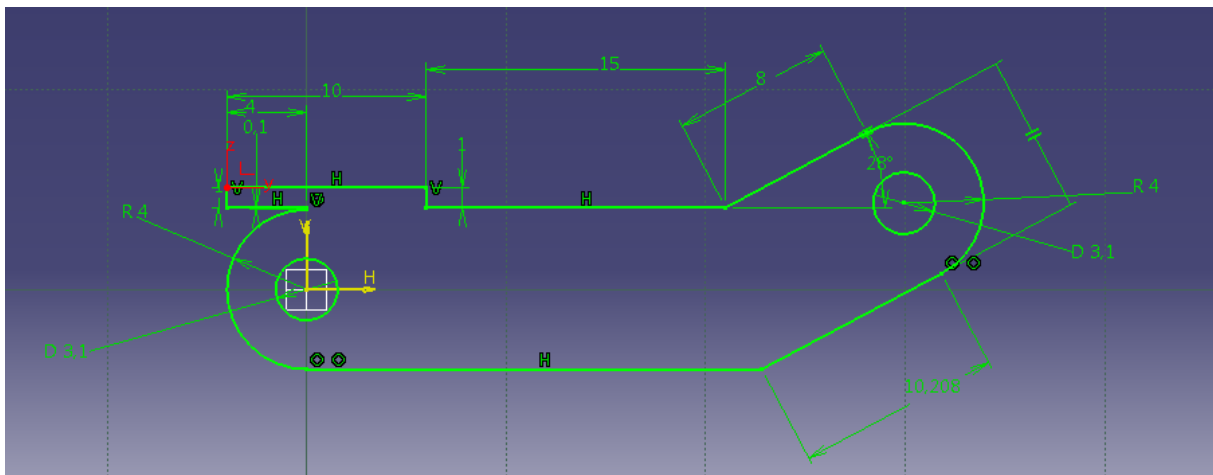


Figure 10 : Esquisse de la phalange proximale

Nous pouvons voir que le trou situé à gauche sur la photo 1 est de 3.1 mm de diamètre afin de pivoter autour de l'axe de 3 mm de diamètre. Pour le trou situé à gauche, nous pouvons voir qu'il fait 3.1 mm de diamètre dans le but d'insérer l'axe de 3 mm afin d'obtenir un jeu qui donnera lieu à une liaison pivot.

b. Partie distale

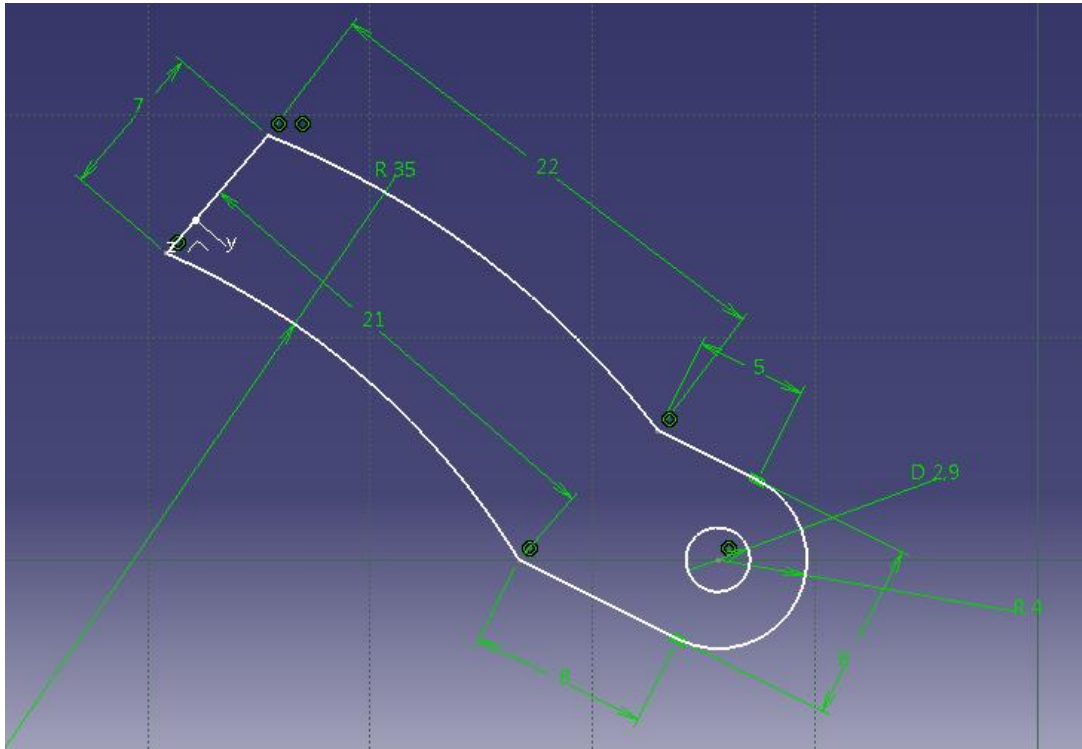


Figure 11 : Esquisse de la phalange distale

Sur cette partie du doigt, le trou est de 2.9 mm de diamètre afin d'insérer l'axe en force pour avoir une pièce fixe par rapport à l'axe. Le rayon intérieur de courbure est de 35 mm afin d'épouser la forme d'un contenant défini dans le jalon 2.

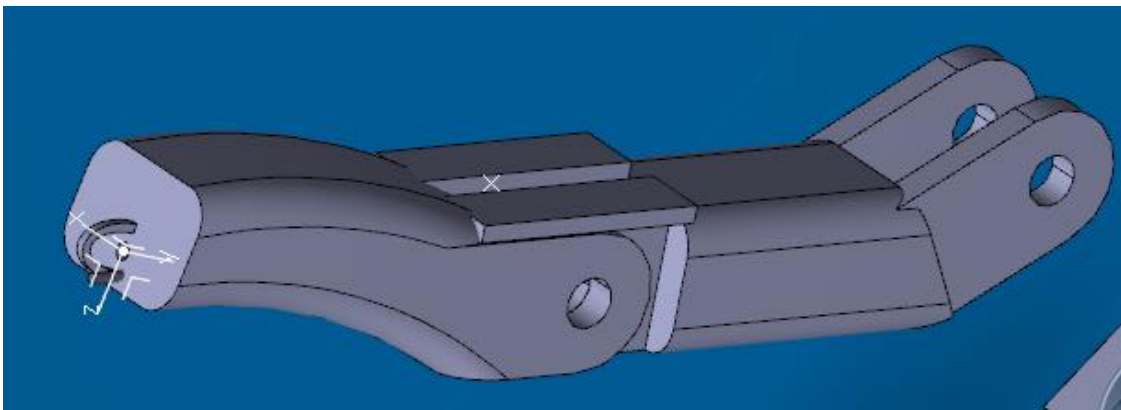


Figure 12 : Doigt assemblé avec ses deux phalanges

B. Mécanisme

1. Bielles secondaires

Les bielles doivent être rattachées par leurs extrémités au câble des doigts puis attachées à la bielle principale, elles doivent également être en capacité de translater dans les rails de guidage intégrés dans la paume.

a. Dimensionnement de la longueur des bielles

La distance minimale entre le côté extérieur du rail de guidage et l'intérieur de la paume est approximativement de 6 mm (Voir figure 21). Nous choisissons donc d'opter pour une longueur de bielle de 15mm afin d'obtenir entre la surface du cylindre de guidage et l'intérieur de la paume 5.5mm (Voir figure 20)

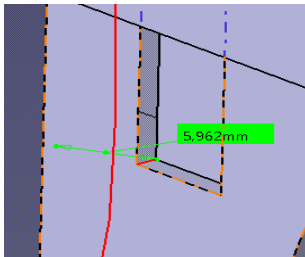


Figure 14 : Largeur du guidage

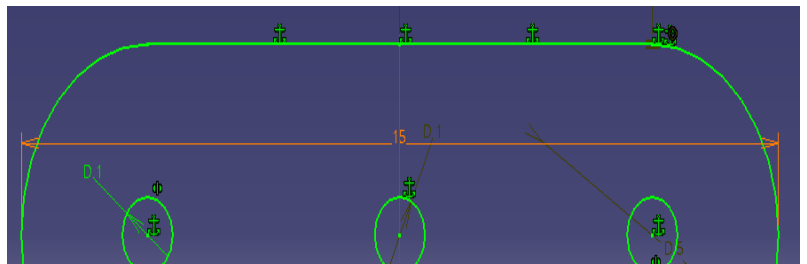
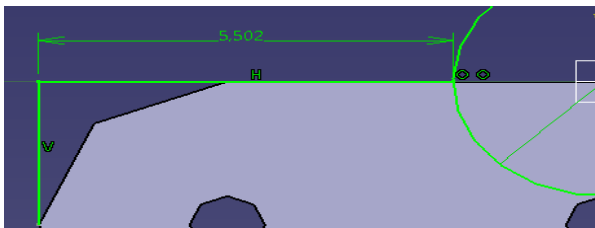
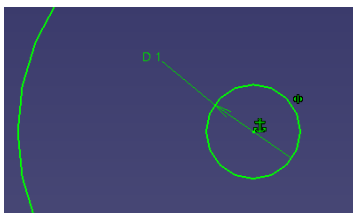


Figure 13 : Esquisse du différentiel secondaire



b. Dimensionnement du diamètre des trous de la bielle :

Ces trous doivent être capables d'accueillir le câble en nylon (fil de pêche). Le diamètre de ce câble est 0.35 mm, afin de faciliter le montage du câble dans la bielle, nous optons pour un diamètre de trous de 1 mm.



Vérification : La bielle doit résister à une force de traction de appliqué dans les parois de ces trous.

$$\sigma = F/S$$

$$F = \sigma * S$$

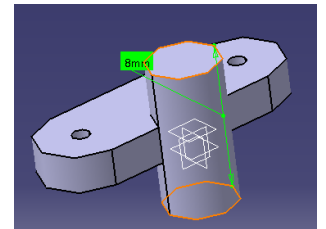
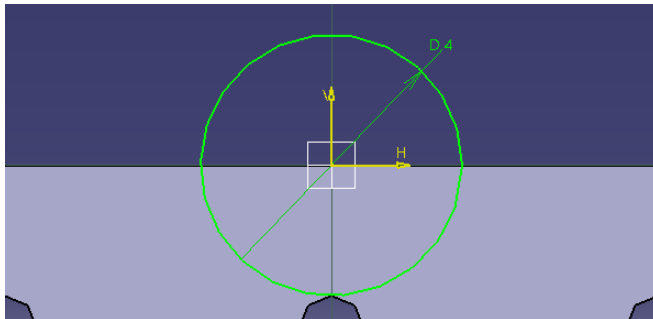
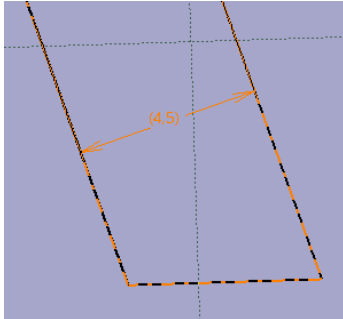
$$F = 20 \times 10^6 \times 2 \times 10^{-6} \rightarrow$$

$$17 \text{ N} < 40 \text{ N} \rightarrow \text{Validé}$$

$$F = 40 \text{ N}$$

c. Guidages

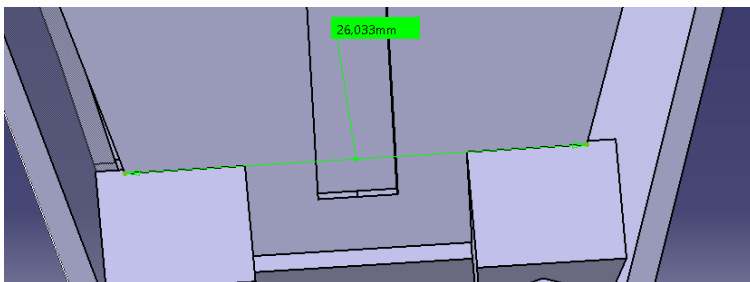
Les rails font 4.5 mm de largeur, nous décidons de garder un jeu de 0.5 mm entre la surface cylindrique et le bord du rail afin de garantir une translation limitant les forces de frottement.



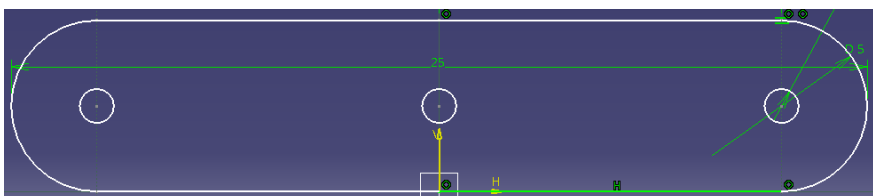
IDEM pour la distance qui sépare le fond des rails supérieurs aux fonds des rails inférieurs : 8.5mm, nous décidons de garder un jeu de 0.5 mm entre la surface plane du cylindre et le fond du rail afin de garantir une translation limitant les forces de frottement.

2. Bielle primaires

Cette bielle est rattachée au câble issu des deux premières bielles et également rattachée au câble provenant du servomoteur MX 28. Les câbles et les rails utilisés sont les mêmes, par conséquent le diamètre des trous et la longueur du cylindre de guidage sont les mêmes. En revanche, l'espace disponible pour accueillir cette bielle est cette fois ci de 26 mm.



Nous optons donc pour une longueur de bielle de 25mm



C. Paume

C'est l'élément centrale de notre préhenseur. C'est par cette ensemble que tout est lié : doigts, système à l'intérieur, ainsi que le raccord à l'avant-bras. Donc nous allons prendre étape par étape la réalisation de l'ensemble « Paume ».

1 : Liaison Paume/Doigts

2 : Attache Avant-bras

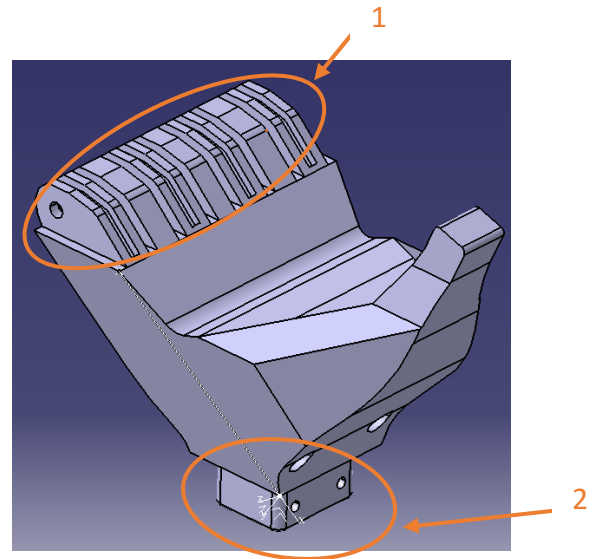


Figure 15 : Vue paume terminée

1. Paume/Doigts

a. Axe de rotation

La liaison entre les doigts et la paume, à la différence avec celle des phalanges, ne nécessite pas d'être indépendante ; et donc non scindé. C'est pour cela que nous avons pris un axe d'une longueur de 55 mm de long (largeur du préhenseur). Il est choisi pour passer à travers toutes les pivots qui maintiendront les doigts à la paume.

Il est aussi d'un diamètre de 3mm.

Liaison pivot :

- Jeu (doigt) = 0.1mm ($d_{alés} = 3.1mm$)
- Serrage (Paume) = -0.1 mm ($d_{alés} = 2.9mm$)

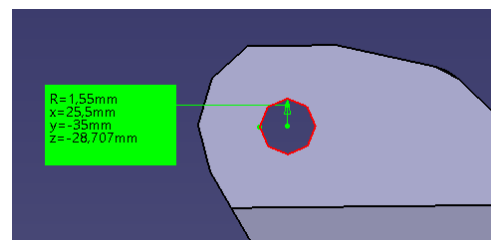


Figure 16 : Diamètre alésage paume/doigts (vue de côté)

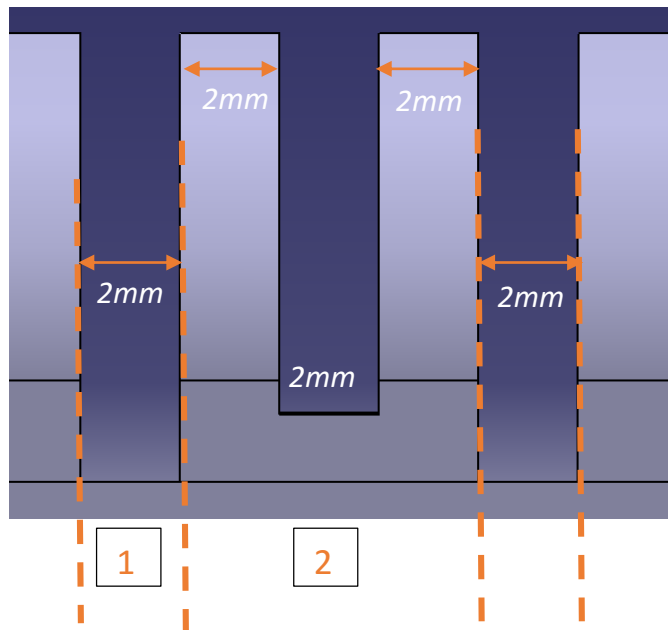
Cette différence est évidemment voulue, pour permettre une rotation autour de l'axe. En effet, pour permettre une rotation, il faut que l'alésage soit plus grand que le diamètre de l'arbre, mais suffisamment petit pour minimiser les vibrations. Nous avons donc jugé correct de laisser un jeu de 0.1mm sur les doigts, et un serrage de -0.1mm sur la paume.

Le serrage doit se trouver sur la paume, pour permettre la rotation indépendante de chacun des doigts. Si c'était l'inverse, les doigts seraient solidaires de l'arbre, et bougeraient au même instant.

b. Logement doigts

Notre système comprend donc 4 doigts. Chacun fait 10mm de large ce qui fait que notre liaison est répartie sur cette distance comme suit :

- 1 : Espace pour accueillir guidage de doigts
- 2 : Partie male qui se logera dans le doigt + espace pour accueillir ressort.



c. Pouce

Tant que l'on parle des doigts, nous allons nous attarder sur le 5^{ème}, c'est-à-dire le pouce. Pour réaliser une bonne prise sur le verre/bouteille d'eau, il nous fallait un point fixe sur lequel se baser. Le choix fut porté sur ce dernier. Vous remarquerez que celui-ci est au milieu de la main. Il est placé comme tel, parce que notre main doit être adaptée à la droite, et à la gauche. Il est donc symétrique à ceux-ci.

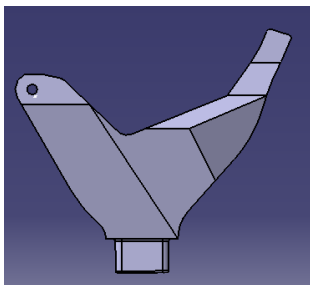


Figure 18 : Vue paume de gauche

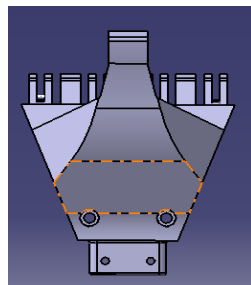


Figure 19: Vue paume de face

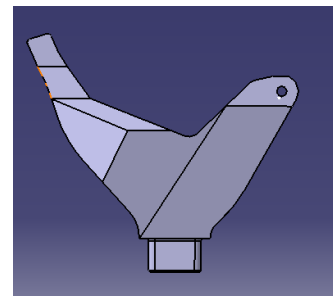


Figure 17 : Vue paume de droite

2. Paume/Systeme

d. Guidage différentiels

La caractéristique de ce lien entre les deux parties, et que c'est la paume qui maintient en place le système. Celui-ci, rappelons-le, est composé de fils et de ce que l'on appelle « différentiels ». Leur mise en position est assurée par des logements insérés dans la paume :

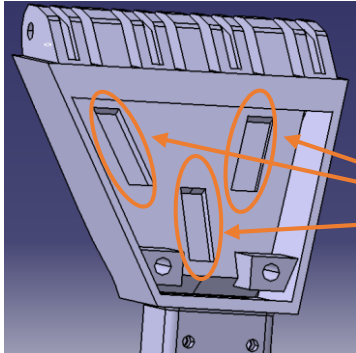


Figure 21 : Logement différentiels côté doigts

Logements se trouvent sur les deux parties, pouce et doigt, qui constituent la Paume

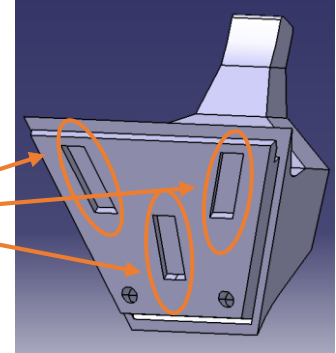


Figure 20 : Logement différentiels côté doigts

Cela donne en vue de coupe, une fois assemblé, le résultat suivant:

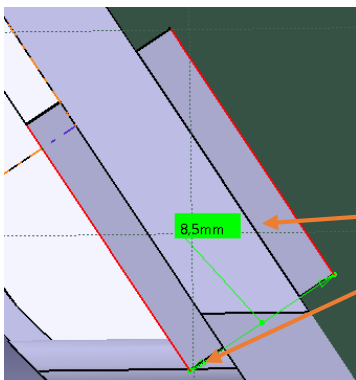


Figure 22 : Vue coupe logement différentiels

Sur l'image, on peut distinguer les deux logements sur les deux coques.

- Pouce
- Doigt

Et entre deux, un espace pour laisser le différentiel glisser librement en fonction des mouvements voulus.

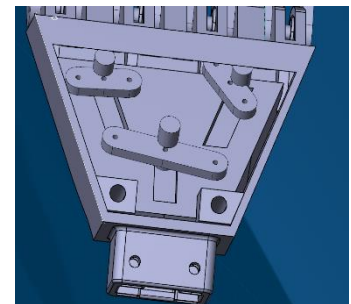


Figure 23 : Position des différentiels

e. Passage fils

Le dernier élément qui relie la paume au système, est l'espace dédié au câble, juste sur le pivot du doigt.

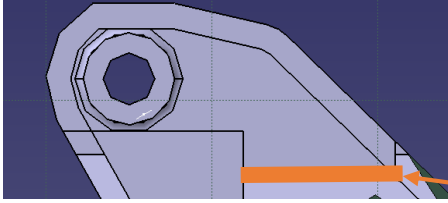


Figure 24 : vue de coupe espace passage fils

Ce passage permettra au fil débouchant du doigt, d'atteindre Les différentiels à l'intérieur de la Paume, sans être obligé de passer par l'extérieur.

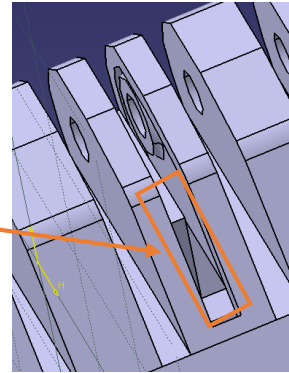
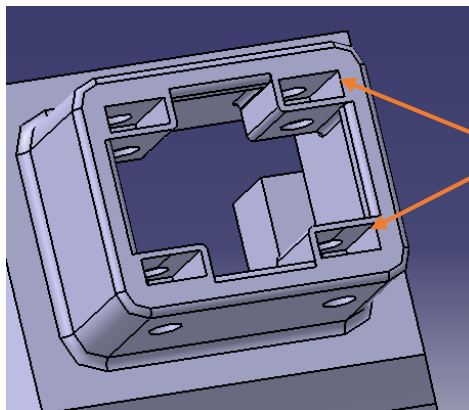


Figure 25 : Vue en perspective

3. Paume/Avant-bras

La dernière liaison à regarder correspond à celle de l'avant-bras et de la paume. Pour ne pas complexifier une nouvelle fois le système actuel, l'attache entre ces deux éléments se fera comme celui sur le Poppy actuel. Nous avons repris exactement les mêmes dimensions donc il n'est pas nécessaire de commenter cette partie :



Emplacement écrous

Figure 26 : Attache paume/avant-bras

N.B. : les vis qui seront utilisées correspondent aux M2.5*6

D. Avant-bras

Nous avons choisi d'intégrer le moteur dans l'avant-bras pour garder une main proportionnelle au reste du corps.

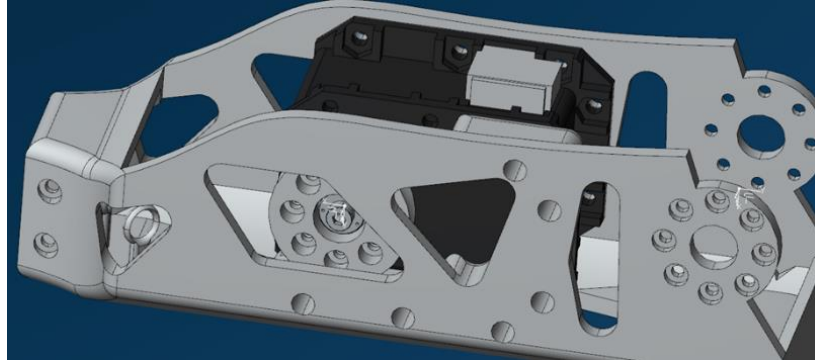


Figure 27 : Vue perspective avant-bras du groupe

Ensuite nous sommes parties sur l'avant-bras du Poppy actuel sauf que le moteur choisi (MX-28) ne passait pas. Nous avons donc modifié cet avant-bras pour pouvoir intégrer le servomoteur. L'avant-bras de notre préhenseur sera donc de 44 g en ABS contre les 20g du Poppy actuel. Nous avons réalisé des extrusions en imitant le mieux possible le design des alvéoles (enlèvement de matière de forme ovale) déjà existantes sur Poppy.

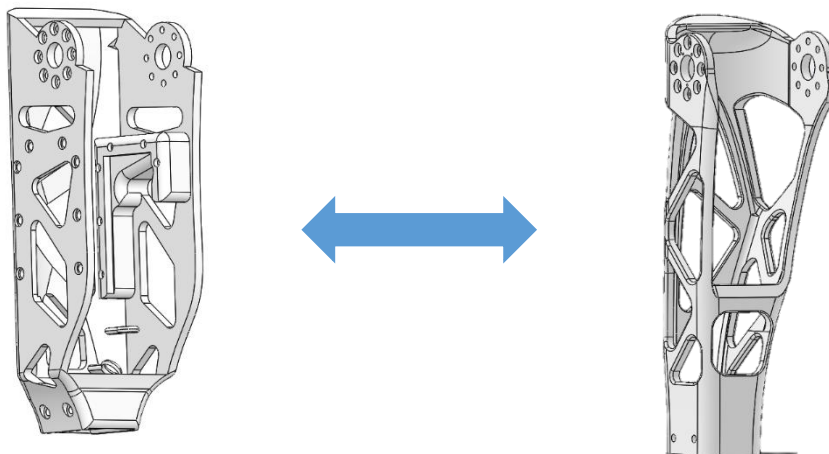


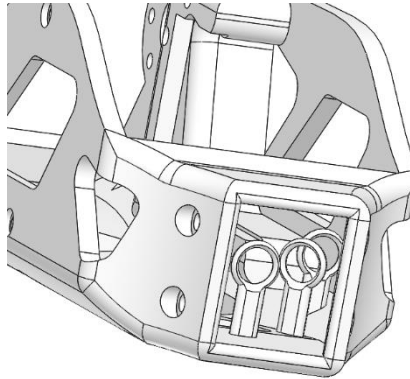
Figure 28 : Comparaison des deux avant-bras de Poppy

Nous avons ensuite réalisé le guidage du câble en s'inspirant du guidage du fil sur les canne à pêche (des anneaux). Ce guidage a été fait car nous avons une distance entre l'axe d'enroulement du fil et l'axe de la main différente. Ces anneaux ont des congés pour diminuer le risque d'effilage du fil, ils seront directement imprimés avec la pièce.

N.B. : Le lien entre la paume et l'avant-bras ne change pas du Poppy actuel.

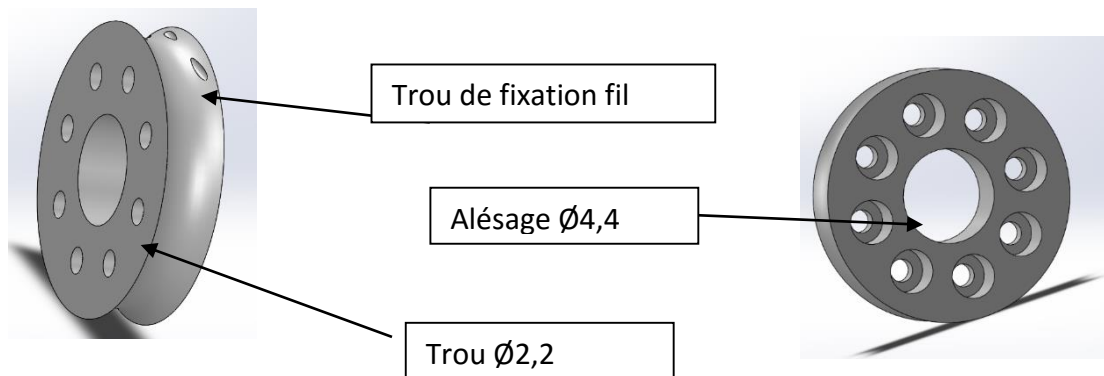


Figure 29 : guidage fil de pêche



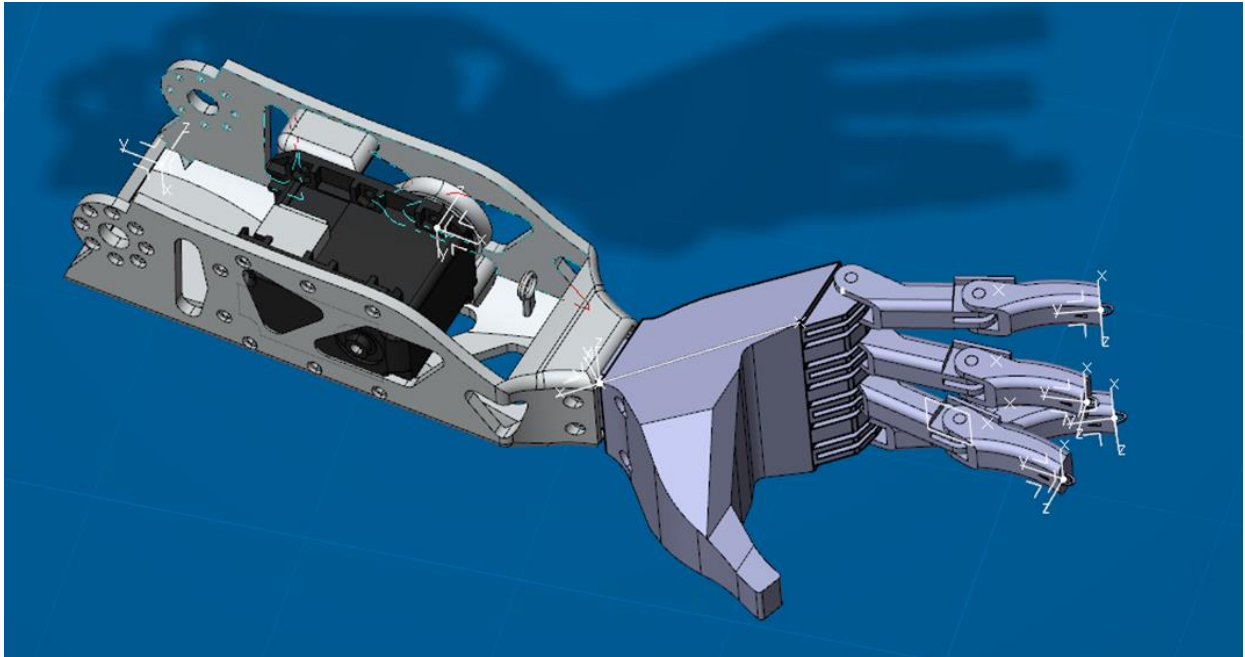
Tambour moteur :

Il manquait une pièce entre le moteur et le fil. Nous avons donc réalisé un tambour pour que l'on puisse enrouler le fil en utilisant le servomoteur. Le groupe a décidé de garder la bague du servomoteur Dynamixel et de fixer le tambour sur celle-ci.



E. Assemblage totale

Voilà à quoi ressemble notre assemblage :



CONCLUSION :

Nous avons conçu un préhenseur compliqué, certes, mais innovant. En effet, à ce jour il n'existe aucune prothèse de main capable d'adapter ses 4 doigts à l'objet saisi en n'utilisant un unique moteur. Durant tous les travaux réalisés sur ce nouveau modèle de préhenseur, les membres de notre groupe ont su se montrer plus professionnels que dans leurs projets antérieurs.

Nous sommes conscients que cette progression est le fruit d'une multitude de cours apportés par les professeurs encadrant le projet. De plus, c'est une réelle fierté de travailler sur un projet open-source et de créer une mallette pédagogique. Cela nous donne l'impression de se battre pour un monde meilleur.

Annexes

Annexe 1

▲ BIDART Jon

Sent Items



jeudi 3 décembre 2015 19:41

Salut les gars,

Juste ce message pour faire la répartition des tâches à propos du THEMA Poppy

MECANIQUE

Dossier à rendre pour le **15/12/2015**

Mickaël: Établir schéma cinématique et le graphe des liaisons associé au bras de Poppy allant de l'épaule à la main + Figures de rotations

Jon: Appliquer PFS pour calculer les efforts dans les "poutres" générés par P(poids).

Clément: Ecriture des torseurs Cinématiques et statiques en différents points.

Louis: Dédurre la masse maximale pouvant être soulevé par Poppy en considérant comme limite le couple maximal des servomoteurs.

CONCEPTION

Dossier à rendre pour le **15/12/2015**

Mickaël: Conception et dessin CATIA de l'**avant-bras** et composants associés

Jon: Conception et dessin CATIA de la **paume** et composants associés

Clément: Conception et dessin CATIA des **doigts** et composants associés

Louis: Conception et dessin CATIA du **mécanisme** et composants associés

Exemple de mail qui nous ont servis à organiser le groupe, et à coordonner notre travail.

Annexe 2

Préhenseur air comprimé ventouse



Points forts

Adaptable au diamètre
Adaptable à la forme

Points faibles

Ne ressemble pas à une main
Pompe à vide
Force de serrage limitée

Critère	Note				Coefficient
	0-5	5-10	10-15	15-20	
Réalisation simple		9			1
S'adapte au diamètre				20	2
Ressemble à une main	2				2
Réalisable 1 servo moteur			10		1
Bon serrage				16	1
Note	4	9	10	56	79/140

Main robotisé 3 doigts



Points forts

3 Doigts
S'adapte à la forme
Ressemble à une main

Points faibles

Système compliqué
Plusieurs servomoteurs
Poids

Critère	Note				Coefficient
	0-5	5-10	10-15	15-20	
Réalisation simple		7			1
S'adapte au diamètre				17	2
Ressemble à une main				18	2
Réalisable 1 servo moteur	4				1
Bon serrage				16	1
Note	4	7		86	97/140

Annexe 3

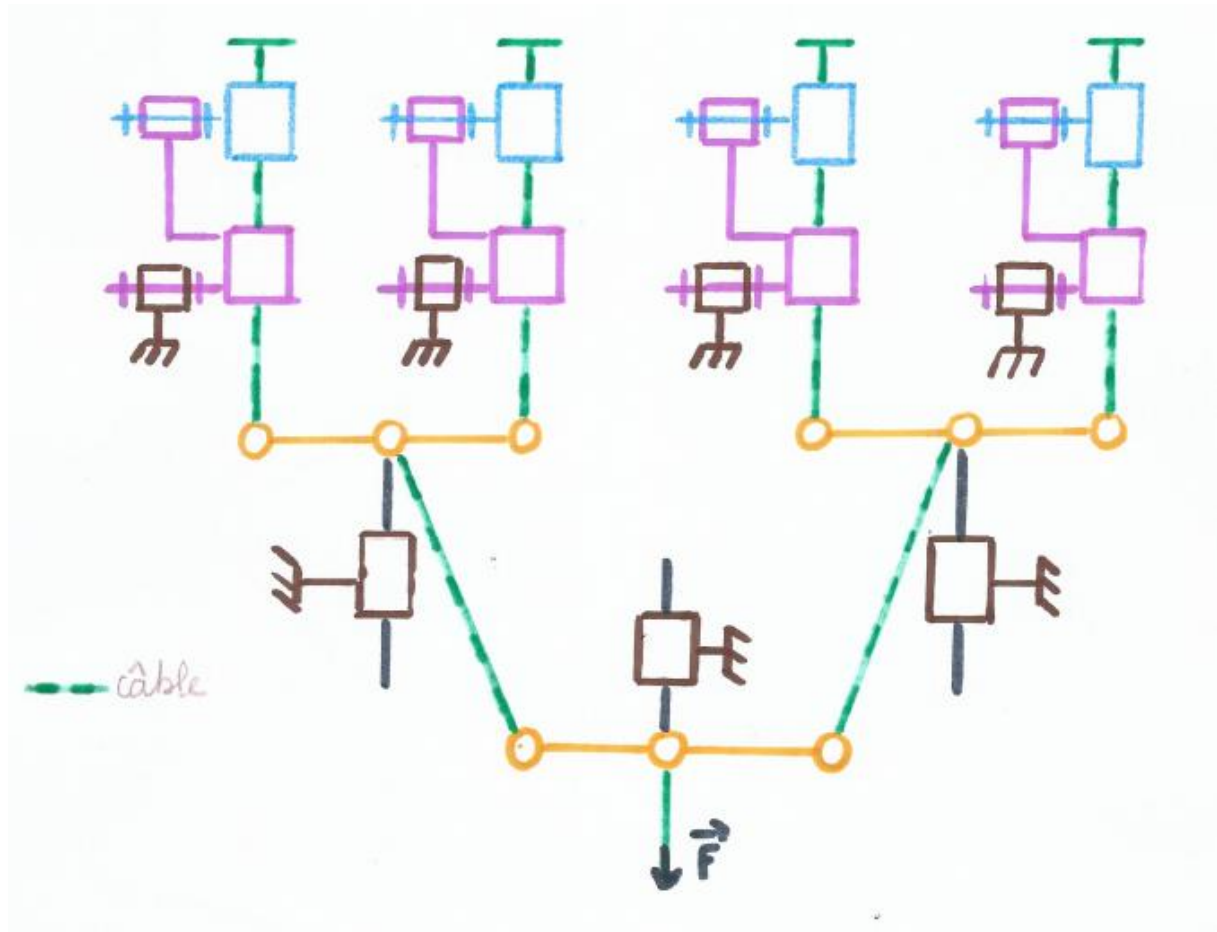
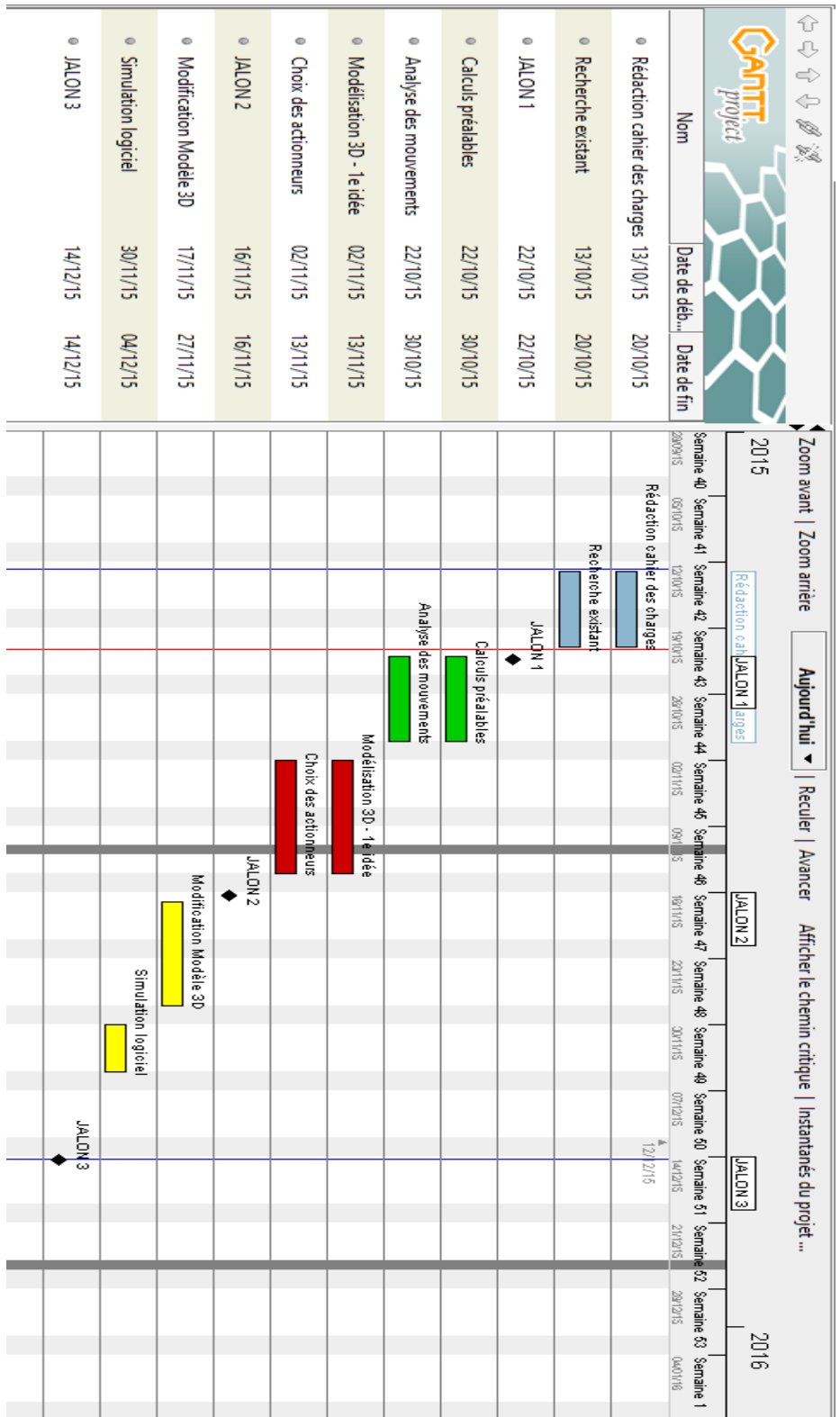


Schéma cinématique du préhenseur du groupe JLMC

Annexe 4



Ce tableau de Gantt, est représentatif de l'organisation que le groupe d'est imposé en début d'exercice.

La répartition du travail s'est faite comme suit :

- Lorsque 2 activité de même couleur se chevauchent, la partie supérieure fût réalisé par Mickaël et Clément, et la partie inférieure, par Louis et Jon.

Signification des différents symboles

Français		English	
F	fabriqué	M	Manufacture
A	acheté	B	Buy
Doigt:			
D	Doigt	F	finger
Ph	Phalange	P	Phalanx
dis	distale	d	Distal
prox	proximale	p	proximal
R	Ressorts	Spr	Spring
Paume/système:			
P	Paume	P	Palm
Cp	Coque pouce	Ht	Hull thumb
Cd	Coque doigts	Hf	Hull Finger
Bp	Bielle primaire	Lp	Primary Link
Bs	Bielle secondaire	Ls	Secondary Link
Autres:			
MX-28	Moteur MX-28	MX-28	Motor MX-28
Av	Avant-Bras	Fa	Forearm
Caou	Caoutchouc	Ru	Rubber
Co	Colle	Gl	glue
V	Vis	Scr	Screw
Ax	Axe d=3 mm	Ax	Axis
Ca	Cable	Ca	Cable
Pb	Plomb	Wei	Weight

N.B. : Il y a une traduction anglaise, car le projet Poppy est open-source, nous voulions utiliser l'anglais pour qu'un maximum de personnes puisse accéder à la nomenclature.

Code produit

Désignation produit

Product Code

PIECE FABRIQUEES

F-PCd	Coque doigt de la Paume	M-PHf-1
F-PCp	Coque Pouce de la Paume	M-PHt-1
F-DPhdis - 1	Phalange distale du doigt 1	M-FPd-1
F-DPhprox - 1	Phalange distale du doigt 2	M-FPd-2
F-DPhdis - 2	Phalange distale du doigt 3	M-FPd-3
F-DPhprox - 2	Phalange distale du doigt 4	M-FPd-4
F-DPhdis - 3	Phalange proximale du doigt 1	M-FPp-1
F-DPhprox - 3	Phalange proximale du doigt 2	M-FPp-2
F-DPhdis - 4	Phalange proximale du doigt 3	M-FPp-3
F-DPhprox-4	Phalange proximale du doigt 4	M-FPp-4
F-PBp	Bielle Primaire(principale) de la paume	M-PLp-1
F-PBs-2	Bielle Secondaire de la paume1	M-PLs-1
F-PBs-2	Bielle Secondaire de la paume2	M-PLs-2
F-Av-1	Architecture Avant-bras	M-FaS-1
F-AvT-1	Tambour moteur (enrouleur câble)	M-FaD-1

PIECE ACHETEES

A-Ca-0,35-100-1	Câble Nylon d=0,35mm / L=100mm	B-Ca-0,35-100-P1
A-Ca-0,35-150-1	Câble Nylon d=0,35mm / L=150mm	B-Ca-0,35-150-Av1
A-Ca-0,35-20-1	Câble Nylon d=0,35mm / L=20mm _ 1	B-Ca-0,35-20-P1
A-Ca-0,35-20-2	Câble Nylon d=0,35mm / L=20mm _ 2	B-Ca-0,35-20-P2
A-Ax-3-10-D1	Axes Inox d=3mm / L=10mm _ 1	B-Ax-3-10-F1
A-Ax-3-10-D2	Axes Inox d=3mm / L=10mm _ 2	B-Ax-3-10-F2
A-Ax-3-10-D3	Axes Inox d=3mm / L=10mm _ 3	B-Ax-3-10-F3
A-Ax-3-10-D4	Axes Inox d=3mm / L=10mm _ 4	B-Ax-3-10-F4
A-Ax-3-55-P1	Axes Inox d=3mm / L=55m	B-Ax-3-55-P1
A-MX28-1	Moteur Dynamixel MX-28	B-MX28-1
A-Res-D11	Ressort pour rotation doigt d _{int} =3mm _ 11	B-Spr-3-F11
A-Res-D12	Ressort pour rotation doigt d _{int} =3mm _ 12	B-Spr-3-F12
A-Res-D21	Ressort pour rotation doigt d _{int} =3mm _ 21	B-Spr-3-F21
A-Res-D22	Ressort pour rotation doigt d _{int} =3mm _ 22	B-Spr-3-F22
A-Res-D31	Ressort pour rotation doigt d _{int} =3mm _ 31	B-Spr-3-F31
A-Res-D32	Ressort pour rotation doigt d _{int} =3mm _ 32	B-Spr-3-F32
A-Res-D41	Ressort pour rotation doigt d _{int} =3mm _ 41	B-Spr-3-F41
A-Res-D42	Ressort pour rotation doigt d _{int} =3mm _ 42	B-Spr-3-F42
A-V-M3-Av	Vis pour avant-bras M3	B-Scr-M3-Fa
A-Co-D/P	Colle pour Caoutchouc	B-Gl-F/P

Notes :
