

# Projet Théma Poppy

Bachelor deuxième année

Jalon Final du 08/01/16



## Introduction :

Dans le cadre du projet Théma Poppy-torso de la deuxième année de la formation Bachelor de Technologie Arts et Métiers, 3 bustes du robot Poppy devront être montés par des groupes de 4 étudiants. En plus de cela une partie conception d'un préhenseur et d'un avant-bras adapté doit être réalisée. L'automate devra être capable de saisir une bouteille d'eau de 25 cl avec une main, en verser le contenu dans un verre sans en renverser et tendre ce dernier à l'utilisateur. Le tout en minimisant le coût et la masse de l'avant-bras du robot de manière à faciliter le mouvement des servomoteurs.

Notre groupe est composé de Tom Lopez, Robin Genty, Thomas Boulez et Arthur Langlois.



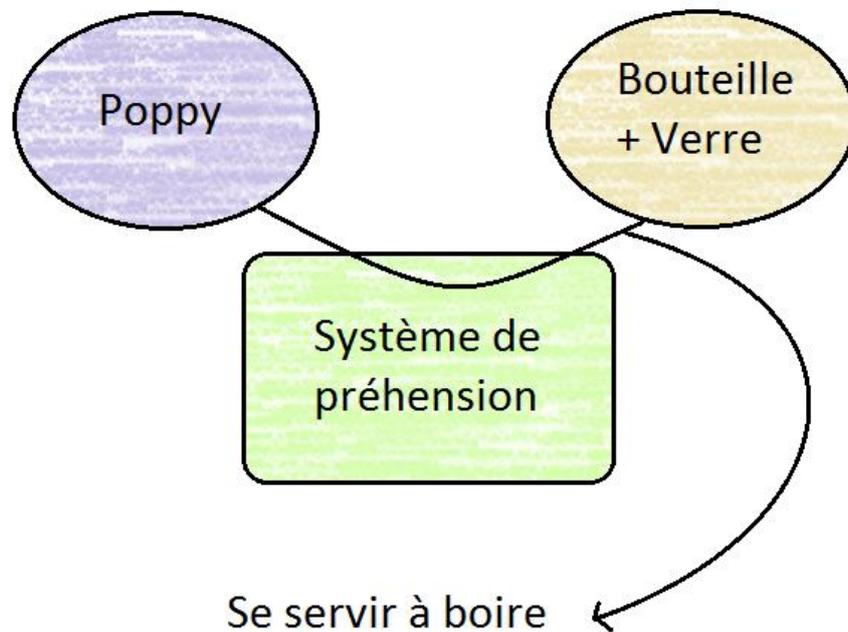
## Table des matières

<b>1. Cahier des charges.....</b>	<b>4</b>
1.2. Diagramme <<bête à cornes>> .....	4
1.1. Diagramme Fast .....	4
1.2. Diagramme APTE .....	5
<b>2. Recherche de concept .....</b>	<b>6</b>
2.1. Concept à concevoir .....	6
2.2. Principe de succion .....	6
2.3. Principe de pince biomimétique .....	6
2.4. Concepts dits « clés en main>>.....	7
2.5. Pince basique .....	7
2.6. Main robotisée.....	8
<b>3. Choix de concept.....</b>	<b>9</b>
3.1. Tableau comparatif.....	9
3.2. Conclusion.....	10
<b>4. Conception préliminaire .....</b>	<b>11</b>
4.1. Prédimensionnement .....	11
4.1.1. Choix du nombre de doigts .....	11
4.1.2. Choix de la longueur des doigts .....	11
4.1.3. Choix du nombre de moteurs.....	11
4.1.4. Choix du type de moteurs .....	12
4.1.5. Masse maximale du préhenseur .....	12
4.2. Proposition de solution pour le préhenseur.....	13
4.2.1. Conception de la pince.....	13
4.2.2. Propositions de fixations sur l'avant-bras de Poppy.....	13
4.2.2.1. Solution n°1 .....	13
4.2.2.2. Solution n°2 .....	13
4.2.2.3. Solution n°3 .....	14
4.3. Choix de fixation de la main sur l'avant-bras.....	14
<b>5. Design final .....</b>	<b>17</b>
5.1. Comparaison avec la version antérieure .....	17
5.2. Comparaison avec le bras d'origine de Poppy.....	18
5.3. Progression de la conception.....	19
5.4. Liste des pièces et classification .....	19

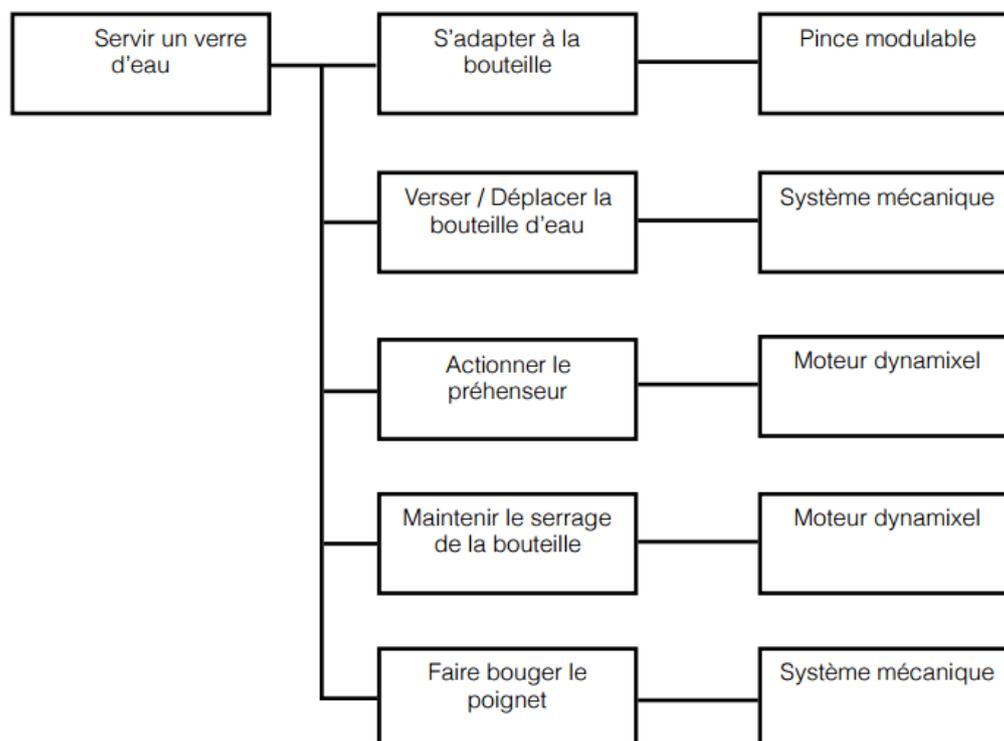
<b>6. Justification des choix de conception détaillée .....</b>	<b>21</b>
6.1. Mécanisme d'ouverture/fermeture .....	21
6.1.1. Le pignon .....	21
6.1.2. La crémaillère .....	22
6.2. Conception du préhenseur .....	23
6.2.1. Conception de l'avant-bras .....	23
6.2.2. Conception de la main.....	24
6.3. Choix des accessoires.....	27
6.4. Choix des matériaux .....	27
6.4.1. Partie flexible du doigt .....	27
6.4.2. Partie rigide du doigt.....	28
6.4.3. Avant-bras et main.....	28
<b>7. Annexe .....</b>	<b>29</b>
7.1. Plans de conception préliminaire .....	29
7.2. Plans de conception détaillée.....	33
7.3. Planning et répartition.....	34

## 1. Cahier des charges :

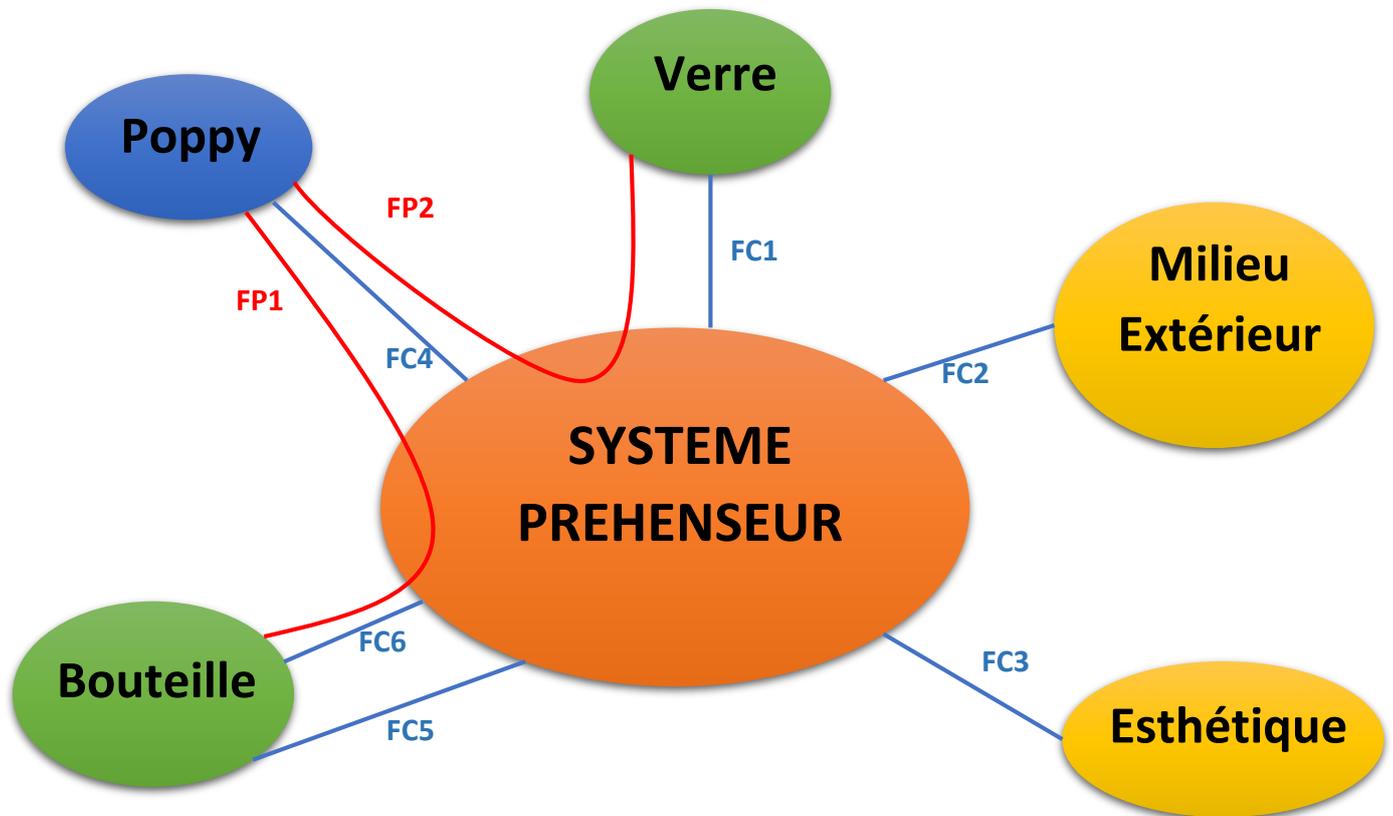
### 1.1. Diagramme « bête à cornes » :



### 1.2. Diagramme Fast :



## 1.3. Diagramme APTE :



		Critère	Niveau
FP1	Prendre une bouteille et servir de l'eau		
FP2	Prendre un verre	-Force	
FC1	S'adapter au verre	-Forme -Adhérence	-Cylindre
FC2	S'adapter au milieu ambiant		
FC3	Plaire à l'utilisateur		
FC4	Le préhenseur doit s'adapter à poppy		
FC5	S'adapter la forme de la bouteille	-Forme -Diamètre -Adhérence	-Cylindre - $60 < \varnothing < 70$
FC6	S'adapter à la masse de la bouteille	-Masse	- Kg

## 2. Recherche de concept :

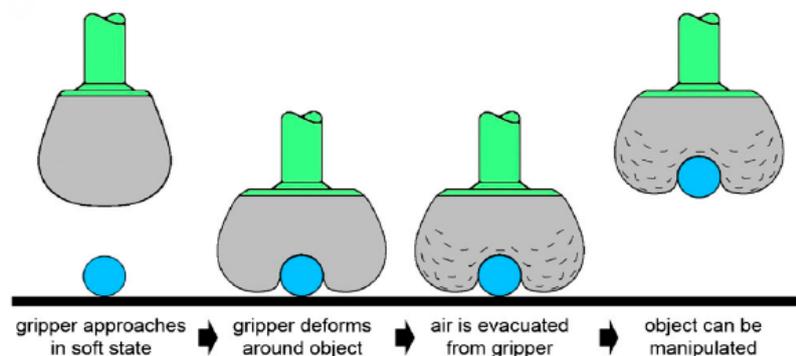
### 2.1. Concept à concevoir :

#### 2.1.1. Principe de succion :

L'un des premiers principes que nous avons imaginé suivait un principe de succion. Son intérêt était qu'il pouvait s'adapter à n'importe quel objet permettant à Poppy de saisir bien d'autres choses qu'une simple bouteille d'eau. Son mode de fonctionnement est des plus simples : une poche de grains est reliée à un appareil permettant d'y faire le vide (Par exemple un ballon de baudruche rempli de grains de café moulu le tout relié à un aspirateur).

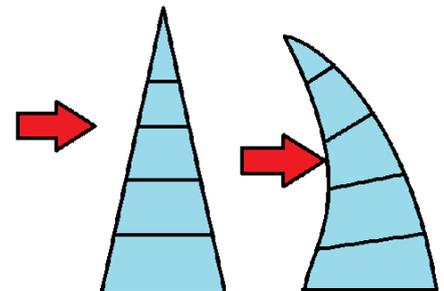


Une grille est également présente entre l'aspirateur et le ballon de manière à n'aspirer que l'air présent dans ce dernier. Il suffit ensuite de presser l'appareil contre l'objet à ramasser et de faire le vide de manière à garder cette forme grâce aux grains. L'idée serait d'intégrer cette méthode au préhenseur.



#### 2.1.2. Principe de pince biomimétique (idée choisie) :

Ce principe est celui qui nous tient le plus à cœur. Il se base sur 3 doigts à allure de tour Eiffel flexibles. Une simple pression sur un des côtés de chaque doigt le fait se courber et épouser la forme de l'objet. Seuls les parois sont flexibles, les traverses de structure sont rigides de manière à permettre la courbure des doigts. Pour Poppy nous avons choisi d'en utiliser 3 afin d'attraper la bouteille le plus stablement possible.



Exemple de fonctionnement du principe : <https://www.youtube.com/watch?v=4MQmlvzE0i8>

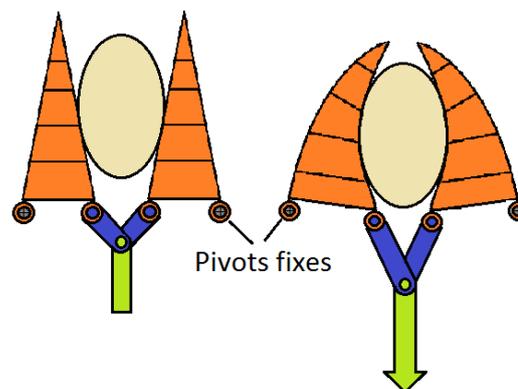
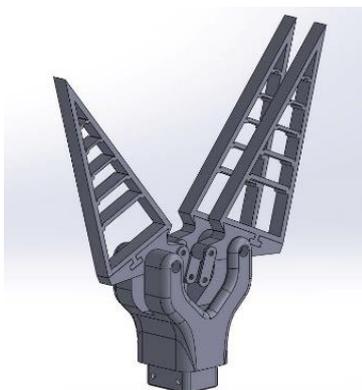
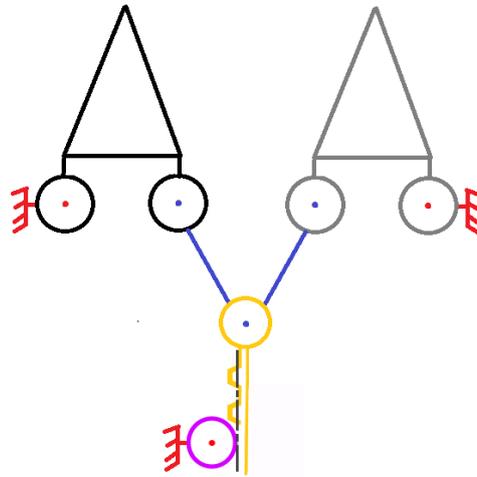


Schéma cinématique :



## 2.2. Concept dites « clés en main » :

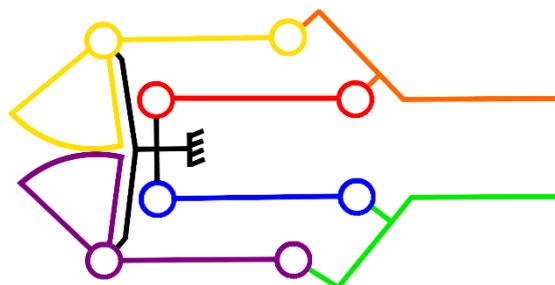
### 2.2.1. Pince basique :

Ce système très simple accompagné de 2 servomoteurs constituerait notre solution de repli en cas de problème avec notre solution principale. Facile à mettre en place, il nous suffira de concevoir l'adaptateur pour l'avant-bras de Poppy. De plus le kit en aluminium est trouvable partout sur internet et est très bon marché.

Son principal inconvénient est que le maintien de la bouteille ne serait pas optimal, en effet seules deux lignes de contact (les deux branches de la pince) permettraient la saisie. Cette solution reste à nos yeux la plus simple à adapter, la moins cher et la plus efficace des solutions « clés en main » quitte à la modifier pour que la bouteille soit saisie le plus efficacement possible.



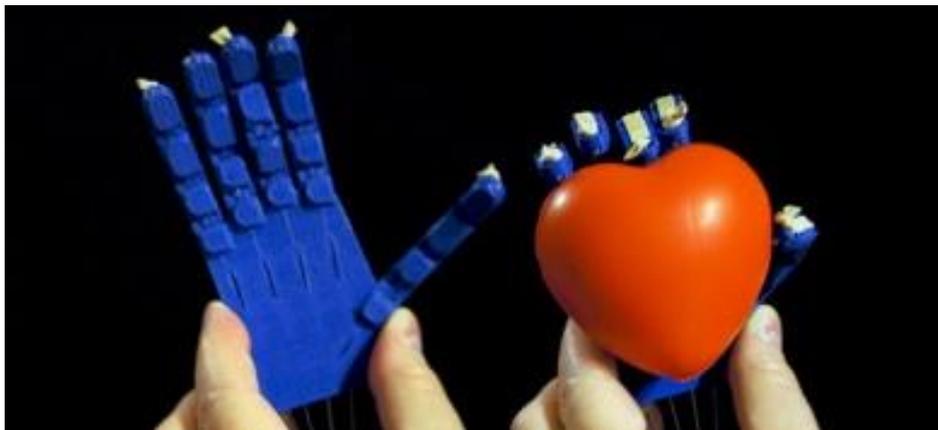
Schéma Cinématique :



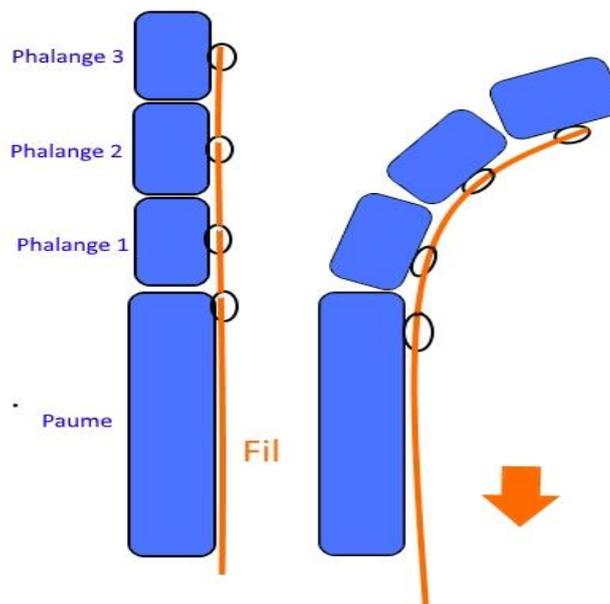
### 2.2.2. Main robotisée :

Quoi de mieux que de répliquer ce qui nous sert tous les jours à attraper de multiples objets de toutes formes ? Ayant un mouvement basé sur la tension de certaines cordes et ressorts (ou matériau flexible comme sur la photo ci-dessous) pour actionner les doigts voulus, cette méthode mimique notre main.

De multitudes de modèles à imprimer se trouvent sur internet à adapter selon diverses situations et procédés (Hydrauliques, mécaniques ...). Nous avons choisi d'écarter cette solution car elle nous semblait complexe et car elle ne paraissait pas être la plus adaptée à la saisie de cylindres tels qu'une bouteille d'eau. Il nous a semblé préférable de miser sur un système conçu pour attraper une bouteille de manière à assurer un rendement optimal.



#### Principe de fonctionnement :



*Exemple de fonctionnement d'un doigt*

### 3. Choix de concept :

#### 3.1. Tableau comparatif :

Nous avons choisi de quantifier l'efficacité de chaque concept à l'aide de critères qui nous semblaient essentiels pour le préhenseur.

Système	Fonctionnement	Energie à fournir	Efficacité pour saisir la bouteille	Adaptabilité au bras de Poppy	Fabrication	Coût relatif
Pince de succion	3	1	5	1	3	3
Pince biomimétique	4	5	4	3	3	4
Pince « clé en main »	5	5	3	4	5 (achat)	5
Main robotisé	2	5	2	1	3	4

Bilan :

- Pince de succion : (16/30) très efficace pour saisir les objets mais elle nécessite un système d'aspiration d'air externe au robot qui risque de prendre beaucoup de place et des tuyaux flexibles qui pourraient limiter les mouvements.
- Pince biomimétique : (21/30) assez efficace pour saisir un verre ou une bouteille car elle dispose d'une surface de contact importante entre la pince et le verre, cependant, sa fabrication n'est pas simple car il faut faire appel à des matériaux flexibles.
- Pince « clé en main » : (27/30) est facilement trouvable, abordable et on peut l'adapter aisément au bras de Poppy. Son fonctionnement est simple quoique ses faibles surfaces de contact la rendent moins efficace sur la saisie. Il n'y a également rien à fabriquer.
- Main robotique : (17/30) pas forcément spécialisée dans la saisie de cylindre. Son fonctionnement est également le plus compliqué et adapter ce principe à un moteur ne semble pas être des plus simples.

3.2. Conclusion :

Système	Avantages	Inconvénients
Pince de succion	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permet de saisir presque n'importe quel objet</li> <li>- Fonctionnement relativement simple</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apport d'une énergie extérieure à Poppy</li> <li>- Difficulté à adapter sur le bras de Poppy</li> </ul>
Pince biomimétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Epouse la forme de l'objet</li> <li>- Surface de contact importante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parties flexibles complexes à fabriquer sans le matériel adéquat</li> </ul>
Pince « clé en main »	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Système simple et robuste</li> <li>- Facile à mettre en place sur Poppy</li> <li>- Facilement trouvable et peu chère</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surface de contact très faible</li> </ul>
Main robotisé	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Imitation du fonctionnement de la main</li> <li>- Nombreux modèles trouvables sur internet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fonctionnement et fabrication complexe</li> <li>- Non adaptée à la saisie de cylindres</li> </ul>

Nous avons décidé de fabriquer la pince biométrique car elle est très efficace et assez facile à élaborer, de plus, plusieurs personnes dans notre groupe possèdent des imprimantes 3D et le matériau approprié pour fabriquer la partie flexible. Nous l'avons également choisie car parmi les différentes solutions recherchées elle fût celle qui nous semblait la plus intéressante et la plus innovante. Bien que la pince « clé en main » semble être la meilleure solution, les parties conceptions et fabrications sont très réduites.

#### 4. Conception préliminaire :

##### 4.1. Pré-dimensionnement :

##### 4.1.1. Choix du nombre de doigts :

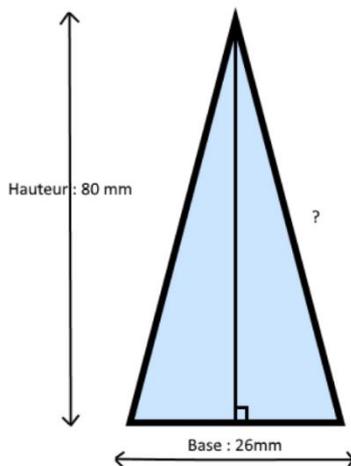
Lors de la conception il y a eu débat concernant le nombre de doigts que nous souhaitions avoir sur le préhenseur. Nous avons finalement tranché sur 2 doigts car nous estimons cela suffisant pour saisir une bouteille et un verre avec une longueur de doigts optimale. Le préhenseur sera par conséquent plus adapté à la saisie de la bouteille et du verre. De plus cela rendra la conception de la pince beaucoup plus facile.

##### 4.1.2. Choix de la longueur des doigts du préhenseur :

Dans le cahier des charges il est demandé de servir un verre d'eau à l'aide d'une bouteille donc nous avons choisi d'optimiser notre préhenseur afin de maintenir ce cylindre. Nous avons choisi un système où nos doigts sont déformables pour qu'ils s'enroulent autour de la bouteille. La longueur des doigts doit donc être proportionnelle au périmètre de la bouteille.

La bouteille disposant d'un diamètre de 65 mm environ, son périmètre est de 204mm ( $2\pi r$ ).

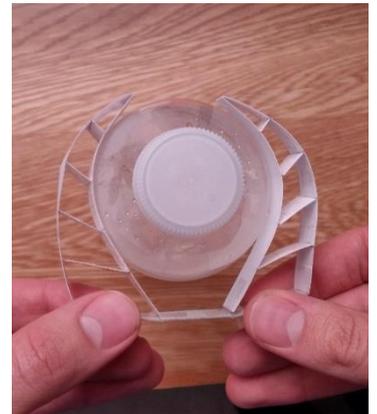
En choisissant une longueur maximale des doigts à 80 mm (pour une question d'esthétique), nous pouvons déterminer si cette dernière est suffisante :



Donc la longueur des coté du doigt est :  
D'après le théorème de Pythagore :

$$h^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2 = c^2$$

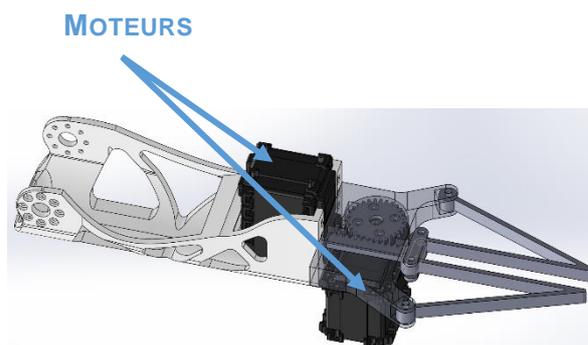
$c = 81$  mm soit 80% (au maximum car l'intégralité du doigt ne se referme pas sur l'objet) du périmètre de la bouteille sera saisi ce qui est largement suffisant pour notre expérience.



*Prototype en papier aux dimensions*

##### 4.1.3. Choix du nombre de moteurs

Sur la version de base de Poppy, la rotation du poignet n'est pas présente. Un moteur assurera donc cette fonction pour notre solution. Le deuxième moteur permettra l'ouverture et la fermeture du préhenseur afin de maintenir la bouteille. Cela élève donc le nombre de moteurs à deux.



#### 4.1.4. Choix du type des moteurs

Nous comparons ces quatre moteurs car ce sont les plus petits et les plus légers de la gamme Dynamixel pour qu'ils puissent tenir dans l'avant-bras de Poppy sans trop l'alourdir.

	Masse (en g)	Rapport de transmission	Couple de calage (en N.m)	Précision	Vitesse (en RPM)	Prix
<b>MX-12W</b>	54.6	32 : 1	/	0.088° x 4096	470 (12V)	65.90 €
<b>AX-12A</b>	54.6	254 : 1	1.5 (12V)	0.29° x 1024	59 (12V)	44.90 €
<b>AX-12W</b>	52.9	32 : 1	0.2 (12V)	0.29° x 1024	470 (12V)	44.90 €
<b>AX-18A</b>	54.6	254 : 1	1.8 (12V)	0.29° x 1024	97 (12V)	94.90 €

Nous avons décidé d'utiliser le moteur AX-12A car ses caractéristiques sont similaires aux autres et son prix est le plus bas. Son couple est suffisant et la précision ainsi que la vitesse nous importe peu pour la tâche que nous aurons à réaliser.

#### 4.1.5. Masse maximale du préhenseur :

Le couple des moteurs du coude de Poppy étant limité, la masse du préhenseur doit par conséquent y être adaptée.

Couple appliqué au moteur de l'épaule (sans préhenseur) :

Cas le plus défavorable = bras à l'horizontal

M1 = masse bras = 198g

M2 = masse bouteille = 500g

$$\vec{M}(A, \vec{F}_{bras}) = \frac{L1}{2} * M1 * g = 18.5E-3 * 0.198 * 9.81 = 0.36 \text{ N.m}$$

$$\vec{M}(A, \vec{F}_{bouteille}) = L1 * M2 * g = 1.81 \text{ N.m}$$

$$\vec{M}(A, \vec{F}) = 0.36 + 1.81 = 2.17 \text{ N.m}$$

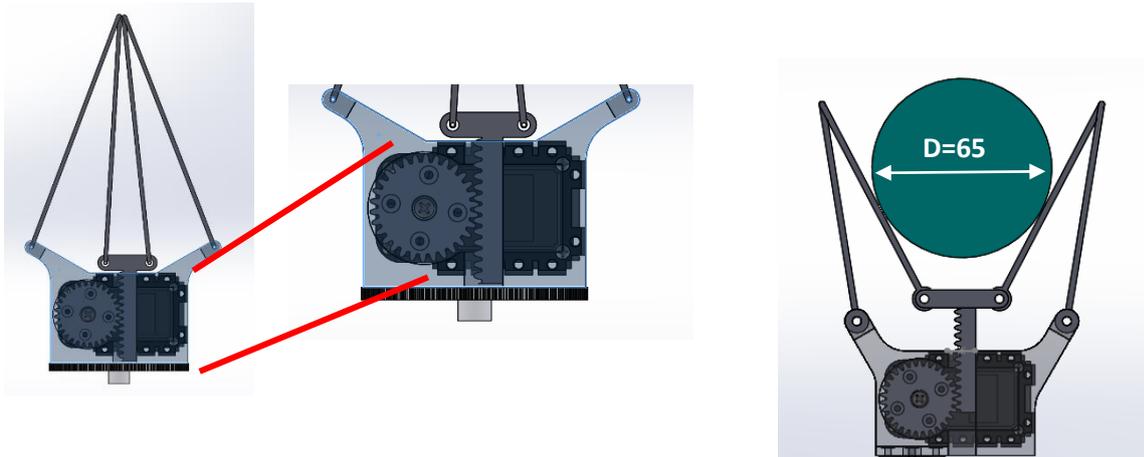
Couple max du moteur de l'épaule = 2.5 N.m

Donc le moteur peut soulever la bouteille plus une charge supplémentaire qui sera celle de notre préhenseur. A l'aide des calculs nous avons pu déduire une masse maximum du préhenseur de 500g.

## 4.2. Propositions de solutions.

### 4.2.1. Conception Pince :

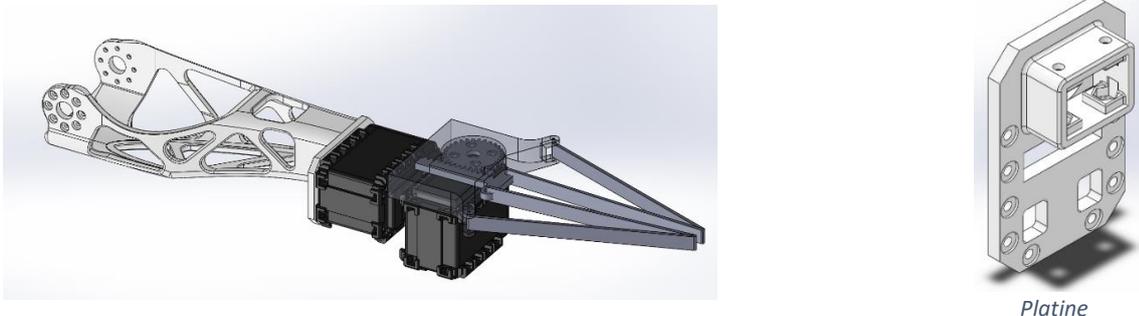
Pour l'ouverture et la fermeture de la pince nous avons choisi d'utiliser une liaison pignon-crémaillère avec un pignon directement fixé sur le palonnier du servomoteur. Un carter, qui vient englober le tout, sert à la fois de guidage et de butée pour la crémaillère. La course de cette pièce permet une ouverture des doigts nécessaire à la saisie d'un cylindre d'un diamètre d'au moins 65 cm. Ce qui correspond au diamètre de la bouteille qui sera utilisée.



### 4.2.2. Fixation sur l'avant-bras de Poppy :

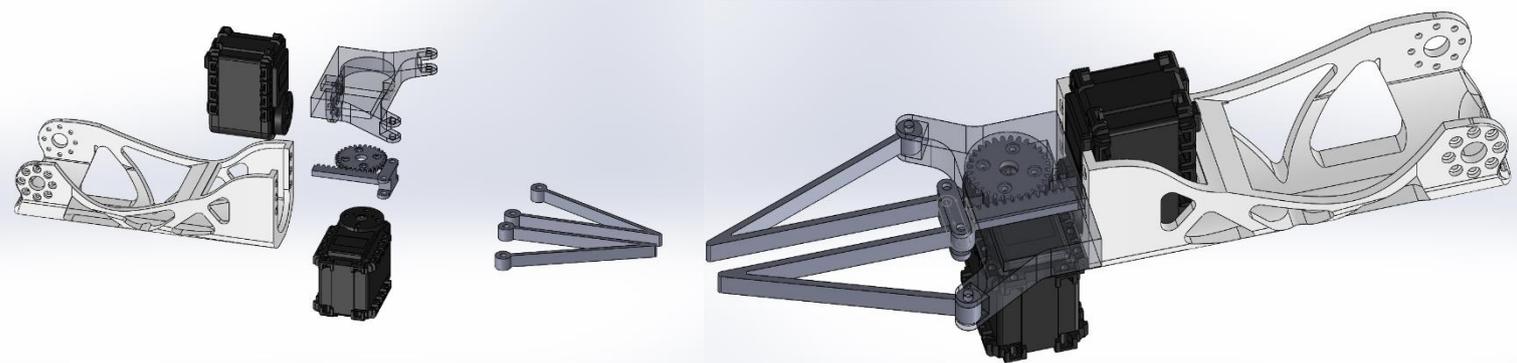
#### 4.2.2.1. Solution 1 :

La première solution utilise le bras d'origine du robot. La pince est fixée à l'avant-bras grâce à une platine faisant l'intermédiaire entre ce dernier et le servomoteur responsable de la rotation du poignet.



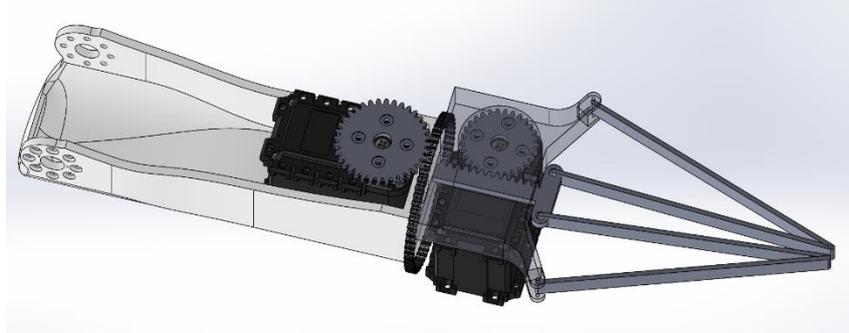
#### 4.2.2.2 Solution 2 :

La seconde solution allie esthétique et simplicité, elle reprend le style de l'avant-bras original du robot. Le moteur responsable de la rotation du poignet se retrouve au sein de l'avant-bras

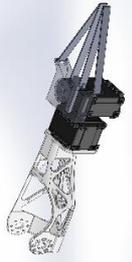
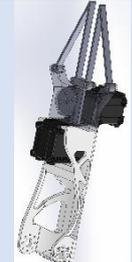


#### 4.2.2.2. Solution 3

La dernière solution est la plus complexe. De manière à améliorer l'ergonomie et l'esthétique du préhenseur, un moteur est directement fixé au sein de l'avant-bras. Un pivot est ensuite disposé entre ce dernier et l'engrenage fixé à la pince qui sera mis en rotation grâce à l'engrenage fixé sur le palonnier du moteur.



#### 4.3. Choix de fixation de la main sur l'avant-bras :

Solution d'attache à l'avant-bras	Complexité	Fabrication	Modification nécessaire	Masse avant-bras + poignet	Esthétique (préliminaire) 5->0	Ergonomie	Total
<p>1</p> 	1	2	1	3	5	4	15
<p>2</p> 	2	2	2	3	2	2	13
<p>3</p> 	4	3	3	4	2	2	18

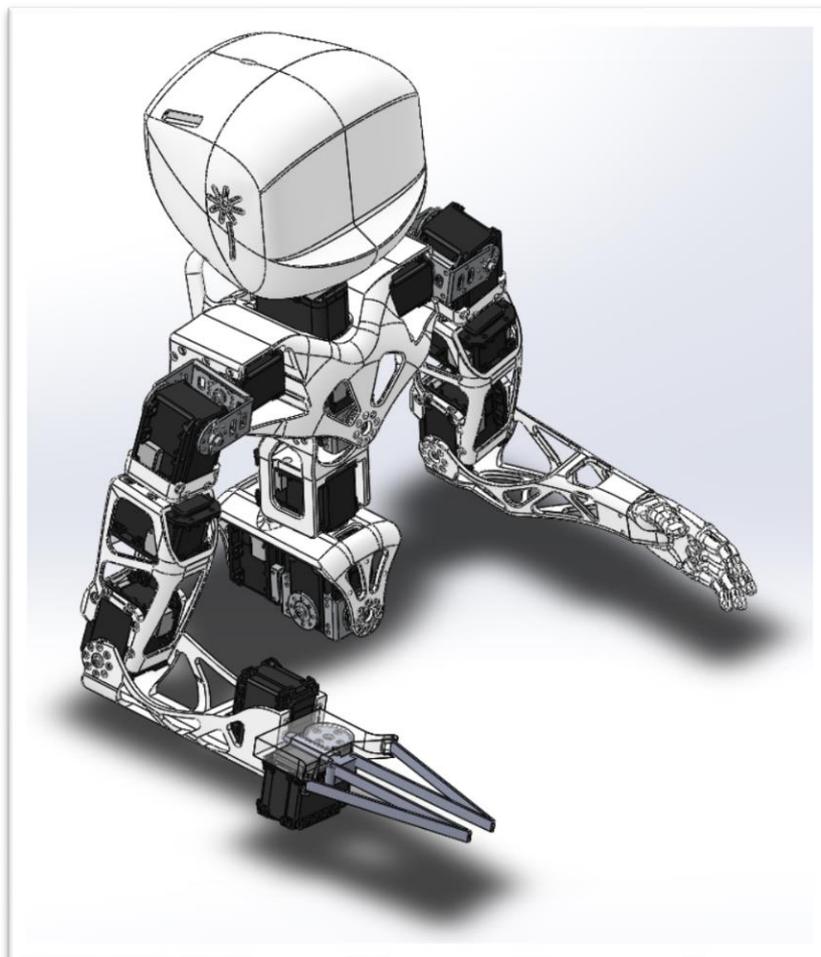
La meilleure solution est celle dont le total est le plus faible. (L'esthétique et l'ergonomie étant notées de 5 à 0 correspondant respectivement de la moins bonne solution à la meilleure.)

Choix d'avant-bras :

- La première solution est visiblement la plus simple, avec la masse la plus faible (37g soit 17g pour la pince et 20g pour l'avant-bras). Cependant avec les aspects esthétique et ergonomique les plus bas, cette variante de notre préhenseur nous a paru être la solution la moins adaptée.
- La seconde solution reprend le principe d'attache de la première avec un avant-bras plus ergonomique. Cela signifie qu'une pièce supplémentaire est à fabriquer et que sa masse est plus importante (44g soit 17g pour la pince et 27 pour l'avant-bras).
- La troisième et dernière solution dispose d'une attache différente entre la pince et l'avant-bras. Cela permet d'avoir une meilleure ergonomie et esthétique. C'est de ce fait la solution la plus complexe et la plus lourde (58g pour l'ensemble soit 22g pour la pince étant légèrement modifiée et 36g pour l'avant-bras avec l'ajout des engrenages).

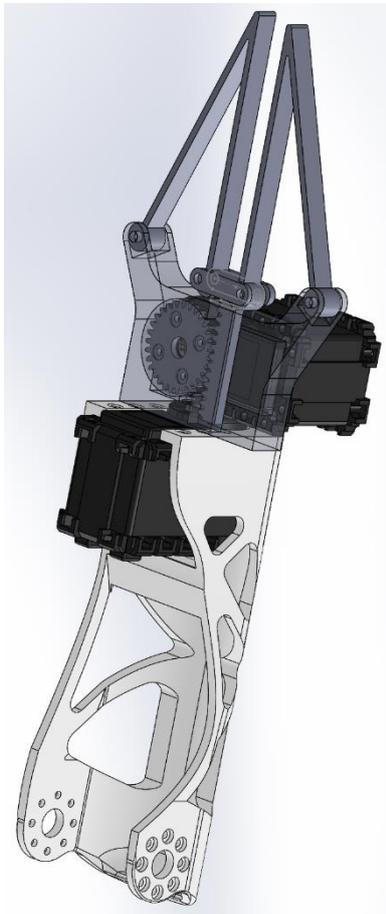
Nous choisissons donc la solution 2 car elle nous paraît être la plus appropriée pour répondre au cahier des charges qui nous est imposé.

Rendu final sur Poppy :

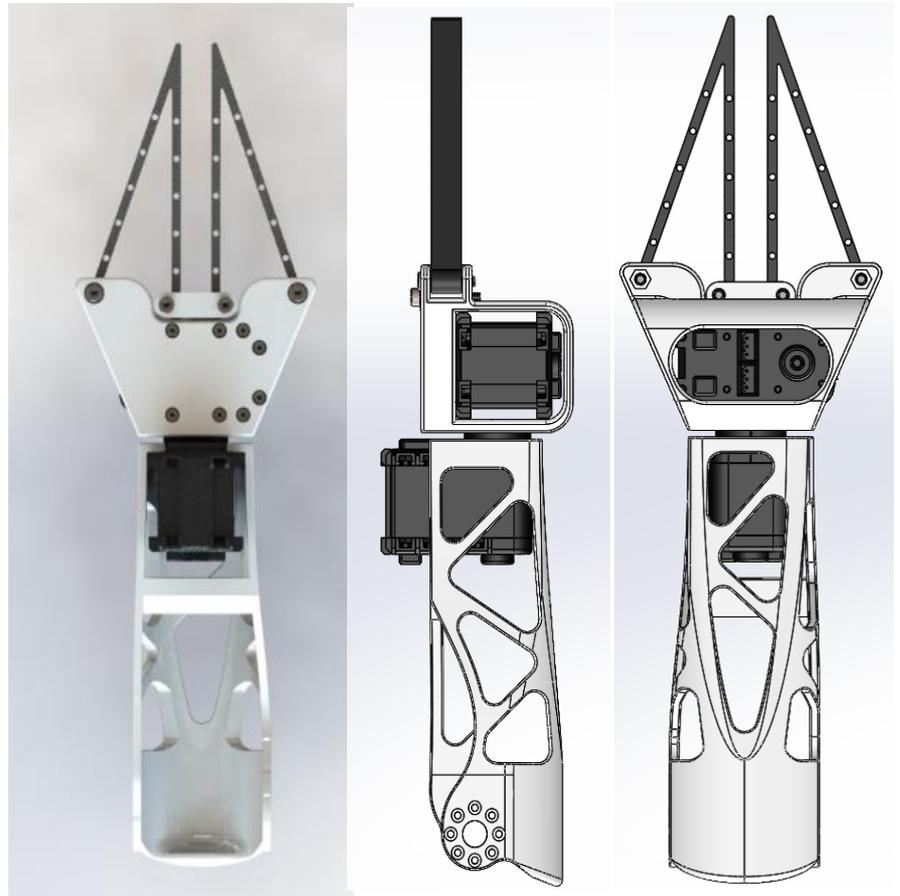


## 5. Design final :

### 5.1. Comparaison avec la version antérieure :



*Première version de la solution*



*Version finale*

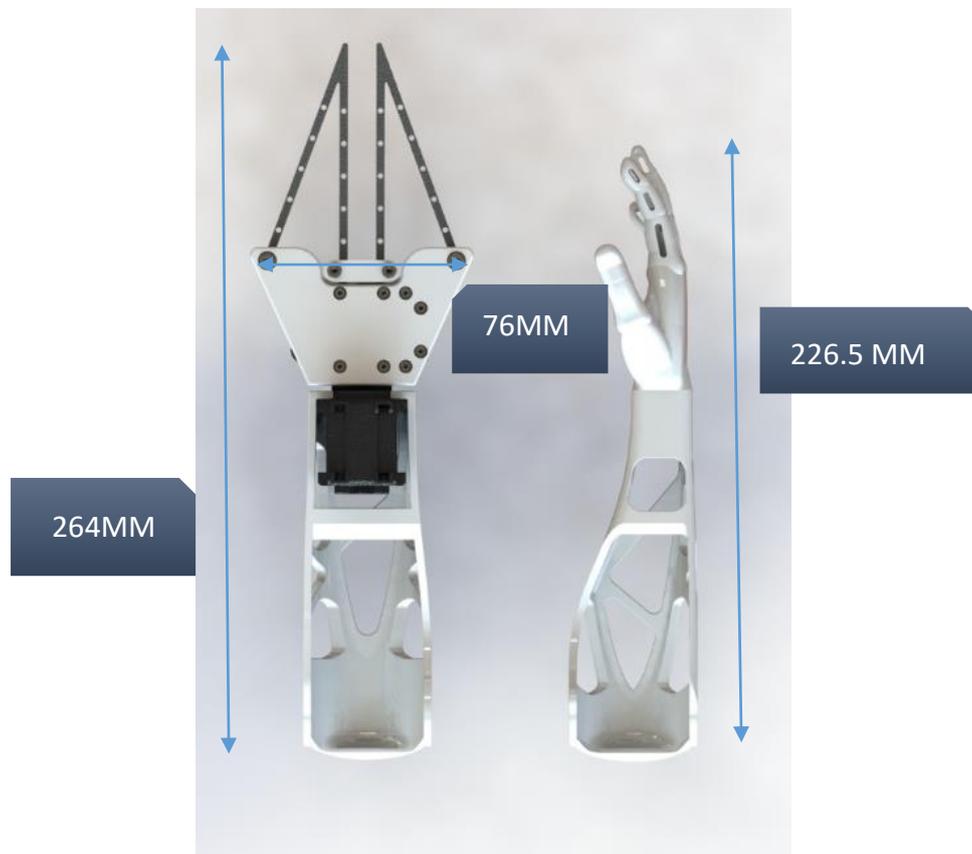
#### L'avant-bras :

L'avant-bras n'a subi que très peu de modifications. Seule son esthétique a été changée de manière à mieux coller avec le style du robot, quelques congés ont été ajoutés et la courbe allant de l'attache du moteur du coude au milieu de l'avant-bras a été lissée.

#### La main :

La main a complètement changé de style, nous avons choisi de couvrir le moteur Dynamixel avec un carter ressemblant dans ses traits à l'ensemble de Poppy. La structure qui englobe le mécanisme a aussi été retravaillée de manière à optimiser l'assemblage de tout l'avant-bras (ouverture pour glisser le moteur etc.). Les fixations des doigts ont été épaissies pour limiter le vide entre l'attache des doigts sur la crémaillère et le reste de la structure. Le tout, la structure englobant le mécanisme et le carter du moteur, ne formant qu'une seule et même pièce étant optimisé pour l'impression 3D.

## 5.2. Comparaison avec le bras d'origine de Poppy :



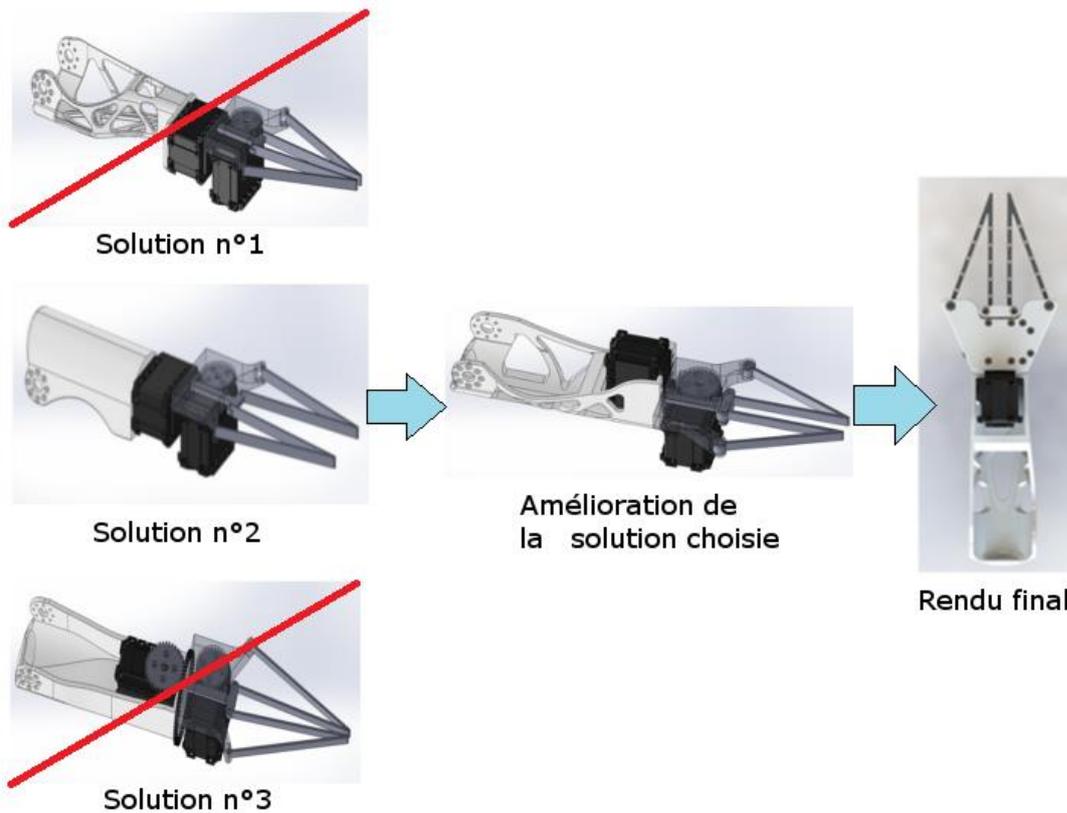
Une des contraintes que nous nous sommes imposées au début de ce projet était de réaliser le préhenseur tout en respectant la morphologie de Poppy. En effet nous voulions un résultat qui paraisse le plus naturel possible, c'est pour cela que nous avons réutilisé un style et une dimension relativement similaire à l'avant-bras d'origine. La partie la plus différente est évidemment la pince qui est légèrement plus grande que la main d'origine.

Simulation sur le robot :

Au final nous sommes plutôt satisfaits du rendu final et avons obtenu une solution qui globalement répondait à nos attentes.



### 5.3. Progression de la conception :



### 5.4. Liste des pièces et classification :

Pour mieux répertorier les différentes pièces composant notre système nous avons créé un code nous permettant de connaître la quantité de la pièce, son nom en abrégé etc...Un code alphanumérique a été choisi car nous voulions pouvoir déterminer de quelle pièce il s'agissait en un coup d'œil sur le code (au contraire d'un QR code par exemple ou un scan de la pièce est nécessaire). Voici quelques exemples :

**PPC\_A\_F\_001\_AVB**

**PPC\_A\_A\_001\_M12A**

**PPC\_A\_A\_008\_M2x3**

PPC = Poppy et les Cafards (nom du groupe)

A / M = Avant-bras / Main

F / A = Fabriquer / Acheter

001 = quantité

XXXX = désignation de la pièce

Tableau récapitulatif des pièces :

Nom de la pièce	Avant-bras ou main	Fabriquer/acheter	Quantité	Code
Moteur AX-12A	1 pour chaque	Acheter	2	PPC_A_A_001_M12A
Vis M2x3mm	Répartis sur les deux	Acheter	12	PPC_A_A_004_M2x3 PPC_M_A_008_M2x3
Vis M2x12mm	Main	Acheter	8	PPC_M_A_008_M2x12
Vis M3x20mm	Main	Acheter	4	PPC_M_A_004_M3x20
Ecrous M2	Répartis sur les deux	Acheter	20	PPC_P_A_020_EHM2
Ecrous M3	Main	Acheter	4	PPC_P_A_004_EHM3
Avant-bras	Avant-bras	Fabriquer	1	PPC_A_F_001_AVBR
Carter main	Main	Fabriquer	1	PPC_M_F_001_MAIN
Pignon	Main	Fabriquer	1	PPC_M_F_001_PIGN
Crémaillère	Main	Fabriquer	1	PPC_M_F_001_CREM
Doigts de la pince	Main	Fabriquer	2	PPC_M_F_002_DOIG

## 6. Justification des choix de conception détaillée :

### 6.1. Mécanisme d'ouverture/fermeture :

Le pignon et la crémaillère ont été trouvés dans la banque de données de SolidWorks et les paramètres ont été modifiés selon notre besoin.

#### 6.1.1. Le pignon :

Nous avons choisi de faire un pignon à denture droite de manière à faciliter la fabrication. Un diamètre de 26 mm a été choisi afin que la crémaillère soit centrée tout en ne restant ni trop épaisse ni trop fine.

Pour que la liaison pignon crémaillère soit efficace malgré les imprécisions lors de la fabrication, nous avons choisis de faire en sorte qu'il y ait un nombre relativement important de dents.

La formule pour calculer le nombre de dents en fonction du diamètre du pignon est :

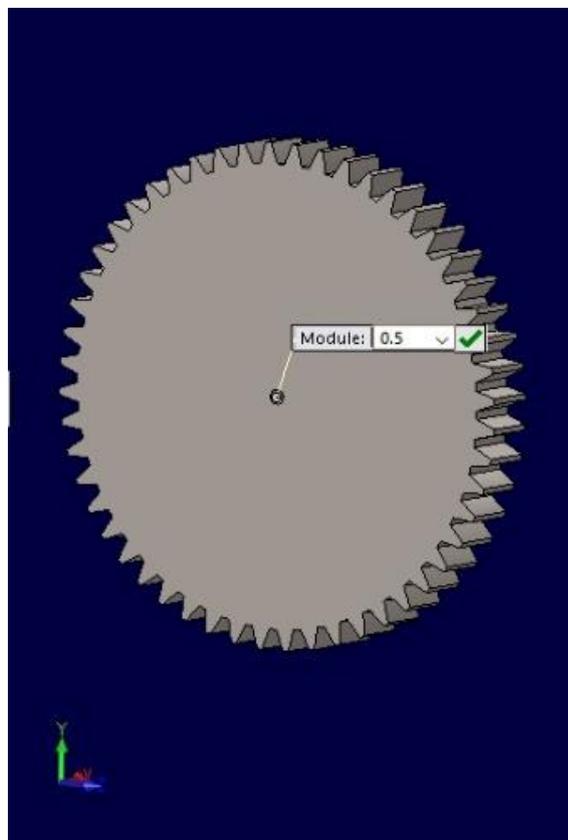
$$D = z * m$$

Avec : -D le diamètre du pignon

-z le nombre de dents

-m le module

Lors de la création du pignon dans SolidWorks, on peut faire varier directement le nombre de pignons et le module, on a donc choisi un module de 0.5 pour un diamètre de 26 mm ce qui nous a donné 52 dents. Le pignon sera fixé à l'axe du moteur à l'aide de quatre vis (voir représentation page 9).



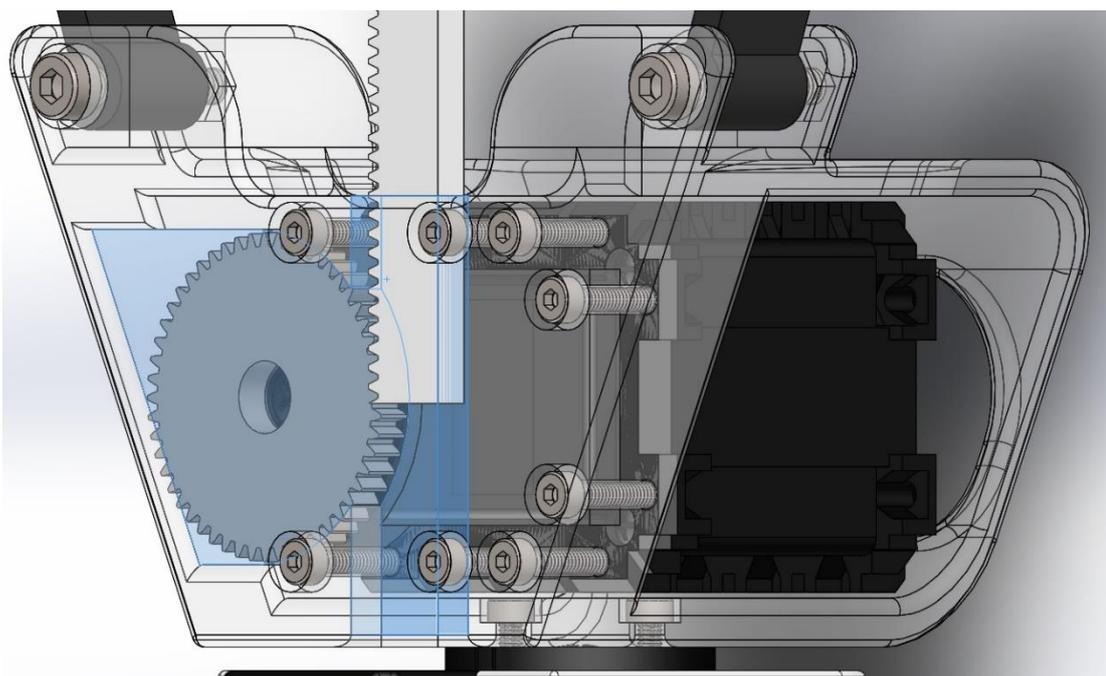
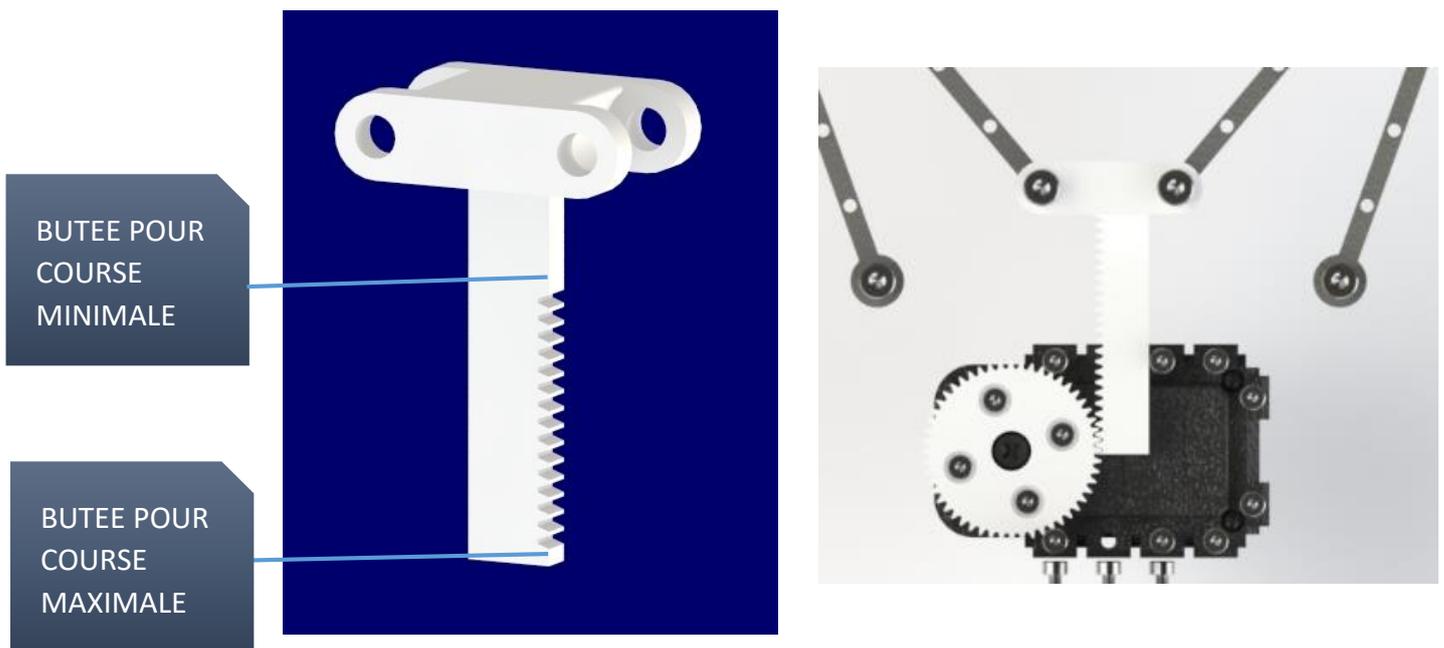
### 6.1.2. La crémaillère :

La crémaillère sert à convertir le mouvement de rotation du moteur en translation pour fermer la pince. La pièce qui sert de crémaillère n'est pas entièrement crantée, en effet le pignon ne peut pas accéder à toute la longueur de la crémaillère à cause de la tête ou l'on accroche les doigts et la butée.

La longueur totale de la pièce est 44 mm et la longueur de la partie crantée est de 23.17 mm.

Son épaisseur dans l'allongement du pignon au niveau des crans est de 8 mm et sa section est de 24 mm<sup>2</sup> ce qui permet de supporter la force fournie par le moteur.

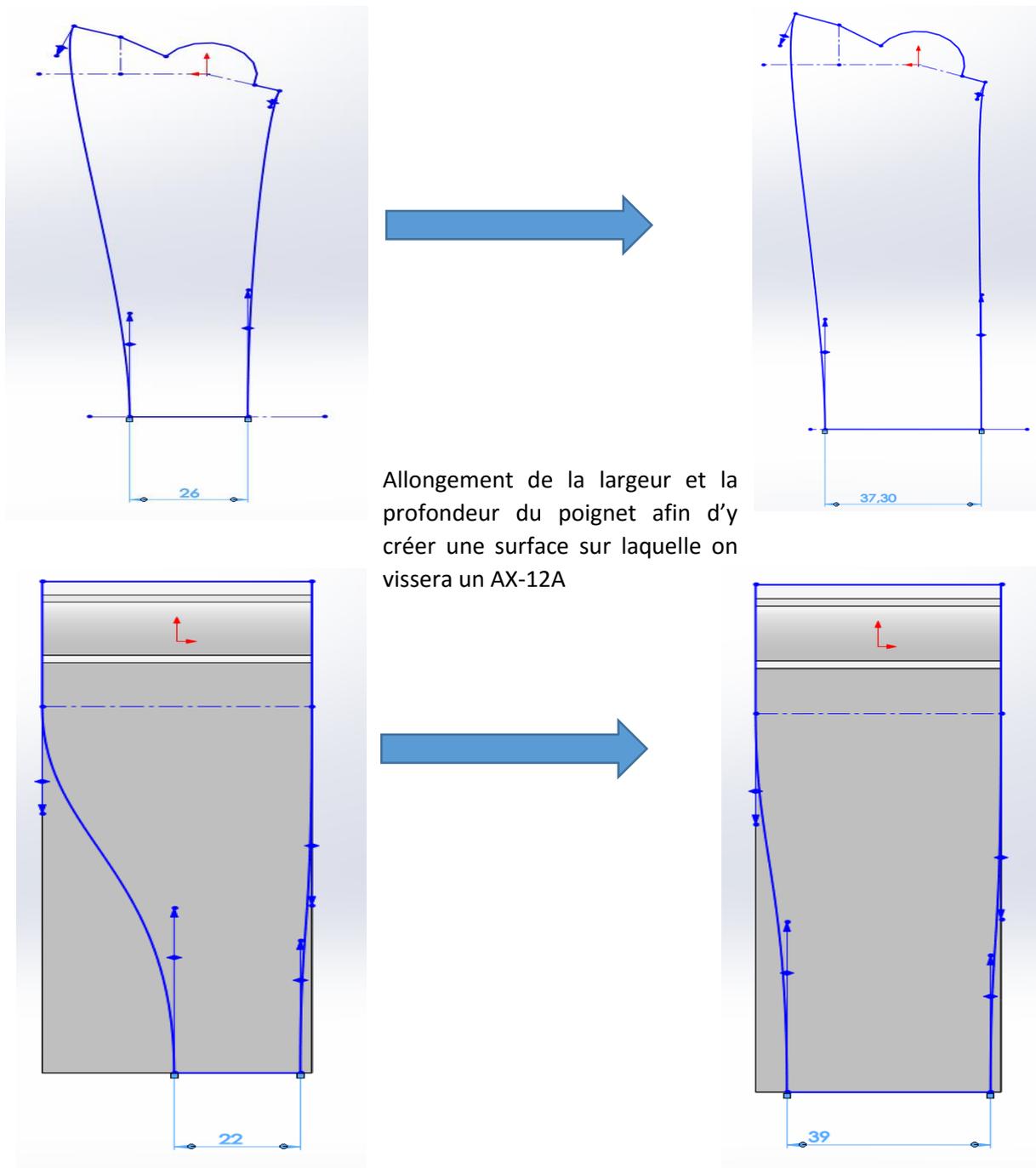
Elle est guidée dans la main grâce à la forme du châssis et est fixée aux doigts à l'aide de deux vis (voir ci-dessous)



## 6.2. Conception du préhenseur :

### 6.2.1. Conception de l'avant-bras :

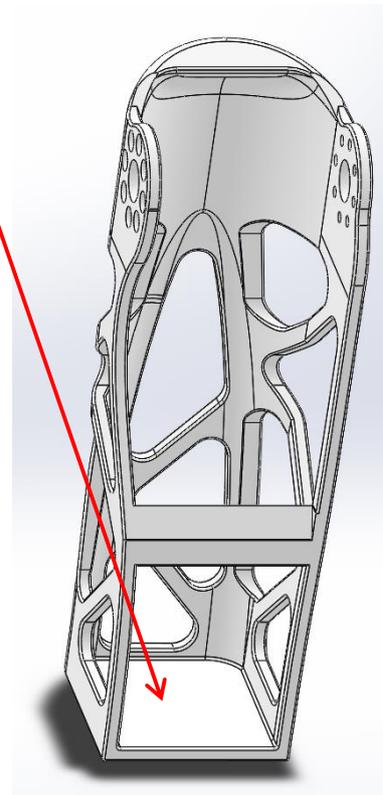
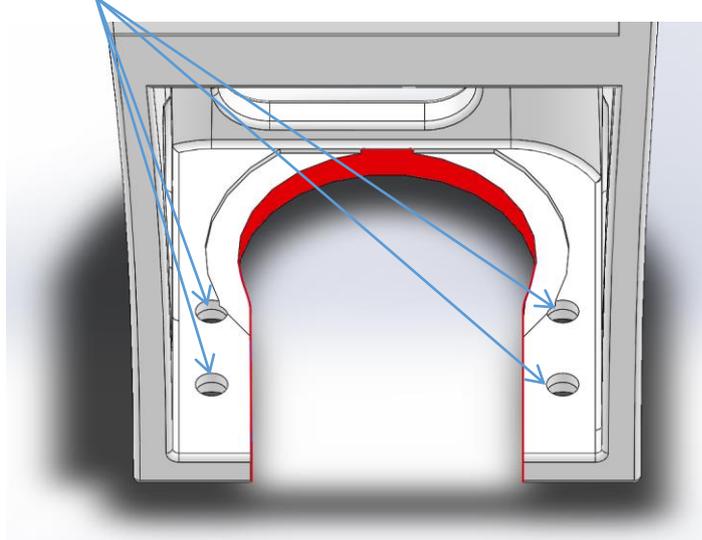
La conception de l'avant-bras a été faite dans l'objectif d'y assembler le moteur permettant la rotation du poignet. Il a été choisi de partir de l'avant-bras de Poppy actuel en modifiant, dans un premier temps, les dimensions.



S'en suit une multitude de modifications afin d'harmoniser la forme globale de l'avant-bras.

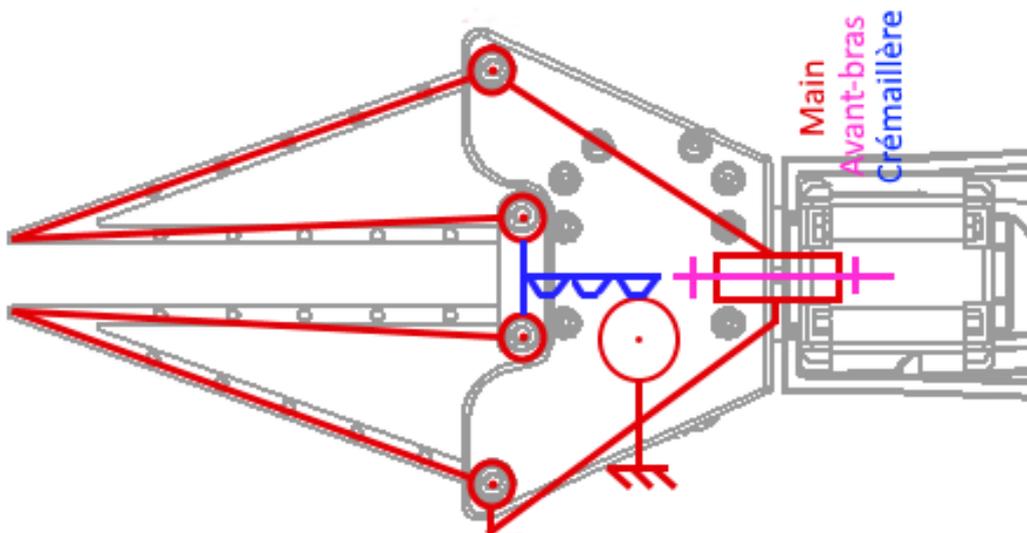
L'élargissement entraîne la création de cette surface

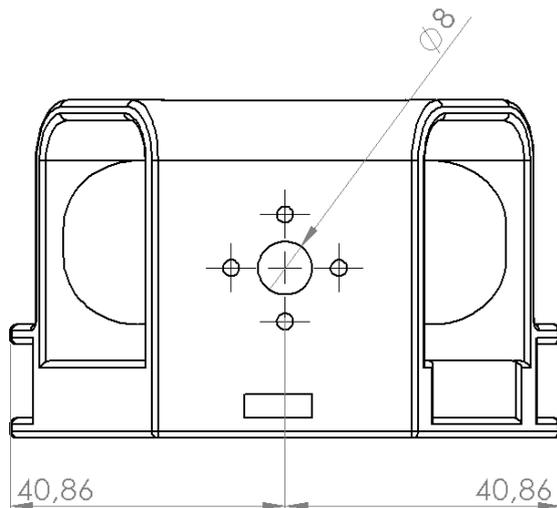
Cette surface fonctionnelle permet la mise en position du moteur. L'évidement en rouge va libérer l'accès à l'axe de rotation du poignet pour assembler la main au moteur et les perçages serviront au maintien en position du Dynamixel.



#### 6.2.2. Conception de la main :

La main est une pièce conçue entièrement sur mesure à partir des spécifications qu'elle doit remplir. A savoir : création des deux pivots fixe servant à la rotation des doigts, la mise en place de la liaison pignon/crémaillère pour le mouvement des doigts ainsi que la liaison pivot pour la rotation du poignet.



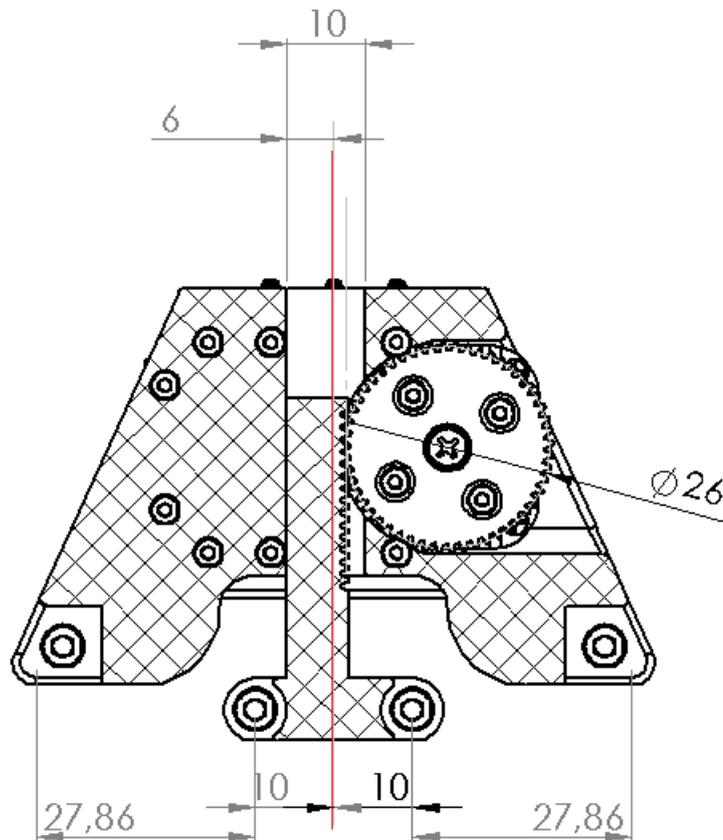


Les perçages sous la main permettent de se fixer sur le palonnier du servomoteur responsable de la rotation du poignet.

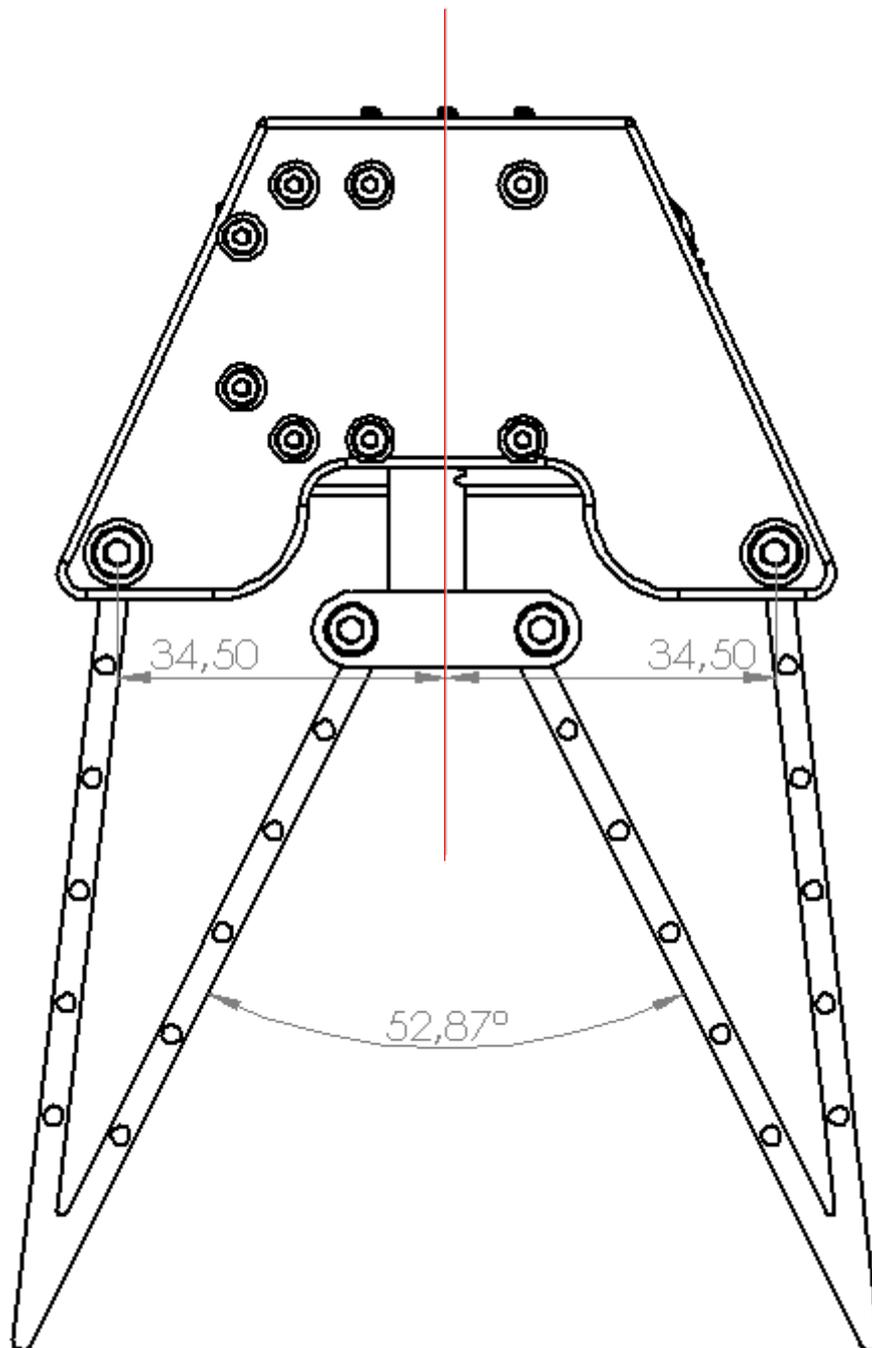
Le centre de l'alésage de 8mm est positionné au milieu de la main afin de ne pas créer de couple inutile (en déportant la masse de la bouteille sur la gauche par exemple).

L'ouverture des doigts se fait donc symétriquement à ce point pour garder cet équilibre.

Le positionnement du moteur est fait de manière à centrer la masse de celui-ci dans la pièce « MAIN ». De ce positionnement nous pouvons analyser où nous devons y mettre le rail de crémaillère. Le pignon ayant un diamètre primitif de 26mm et la crémaillère une largeur de 8mm, le raille est coté à 6mm du plan médian de la pièce. Afin de retrouver les trous d'axe des doigts à égale distance du plan médian.

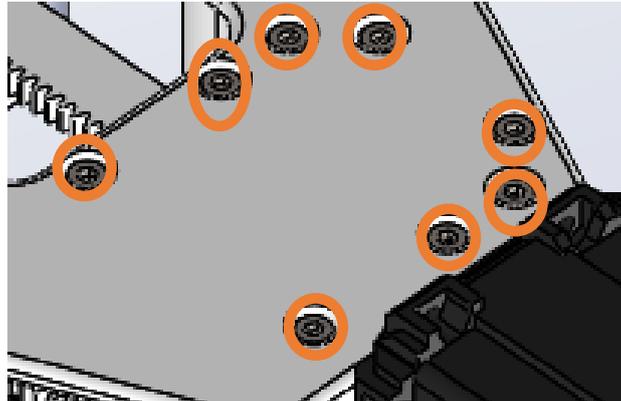


Les axes de pivots des doigts sont cotés symétriquement au plan médian et ils sont situés de manière à ce que la course de la crémaillère permette une ouverture optimale des doigts.

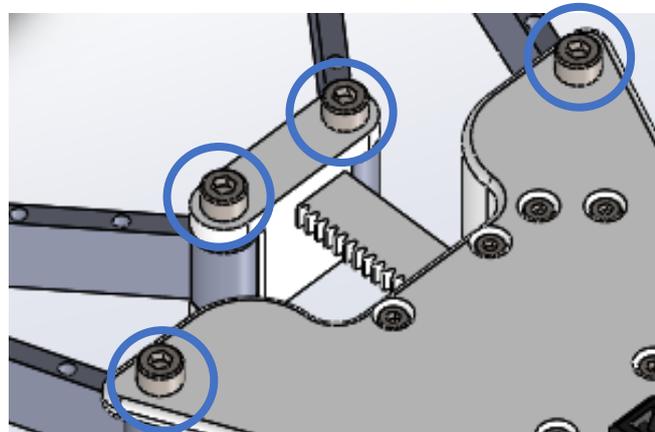


### 6.3. Choix des accessoires :

Pour notre système préhenseur nous avons deux types de vis (M2 et M3). Pour les vis de fixation nous avons choisi des vis M2 car ce sont les vis présentes sur le Poppy actuel et nous n'avons pas ressenti le besoin d'en prendre d'autres dimensions. Cela rend notre préhenseur facilement démontable avec les outils du kit et facilement remplaçable par la main d'origine si le besoin se fait sentir.



Dans un premier temps nous avons décidé d'assurer la liaison pivot par une vis avec une partie lisse puis filetée (voir ci-dessous). Nous avons finalement jugé qu'une vis normale fera l'affaire et sera plus facile à acheter.

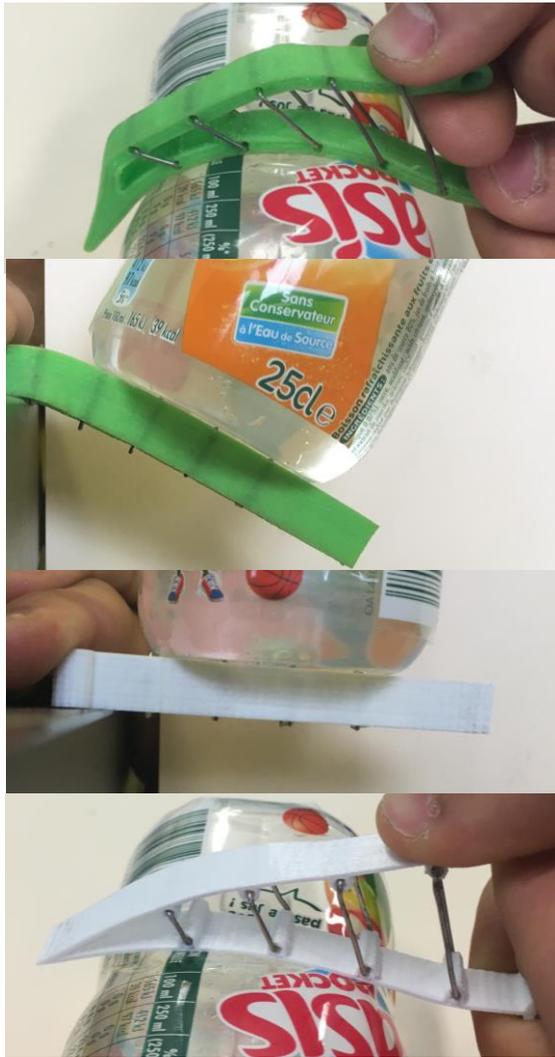


### 6.4. Choix des matériaux :

#### 6.4.1. Partie flexible des doigts :

Pour la fabrication de nos doigts de pince, 3 matériaux ont été envisagés :

- 1 matériau flexible (ninjaflex)
- 1 matériau semi-flexible (ninja semi-flex)
- 1 matériau rigide (PLA)



Le ninjaflex offre un avantage de déformation dû à sa flexibilité. Suite à des essais nous avons pu constater que l'effort à fournir pour venir fermer la pince est moins important qu'avec un matériau plus rigide car il va mieux épouser les formes cylindriques.

Point négatif : le ninja flex n'offre pas une assez bonne rigidité pour un effort radial (pour une masse de 250g cf cdc) ce qui entraîne une trop grande déformation et il a un risque que la bouteille ne soit pas bien tenue.

Le PLA lui nous offre plus de rigidité sur un effort radial de 250g.

Point négatif : Le PLA ne propose pas une grande flexibilité, cela demande donc au moteur qui effectue le serrage des doigts un couple de serrage plus important. De plus le matériau étant plus rigide, il risque de déformer la bouteille et même de l'écraser.

Pour ces raisons nous avons cherché un matériau qui nous offre un bon compromis en terme de flexibilité et rigidité. Il faut qu'il soit compatible à l'impression 3D. Suite à des recherches nous avons trouvé un filament semi-flexible qui pourrait être la solution à notre problème.

Afin de valider notre choix de matériau nous devons effectuer des tests en faisant varier les paramètres d'impression de nos doigts (épaisseur, largeur et remplissage intérieur).

#### 6.4.2. Partie rigide des doigts :

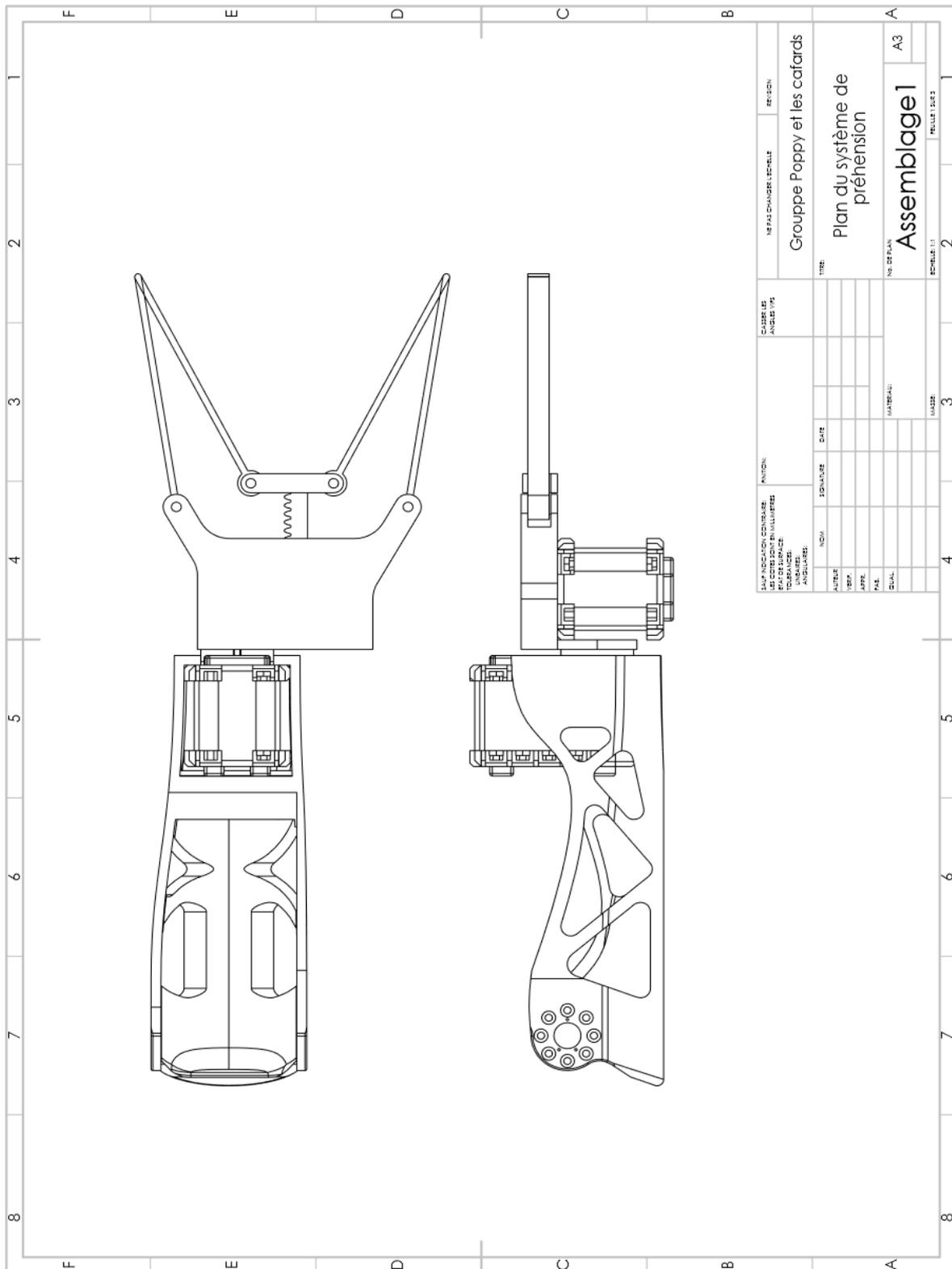
Pour les axes qui sont installés dans les doigts, les prototypes ont été faits avec des trombones dépliés. Nous choisirons donc des axes en aciers de dimension adéquates pour cette partie. Une autre éventualité aurait été d'imprimer les doigts en 2 matériaux différents (ninjaflex/ABS) mais cette option a été écarté car l'acier assurera une meilleure qualité de la liaison pivot.

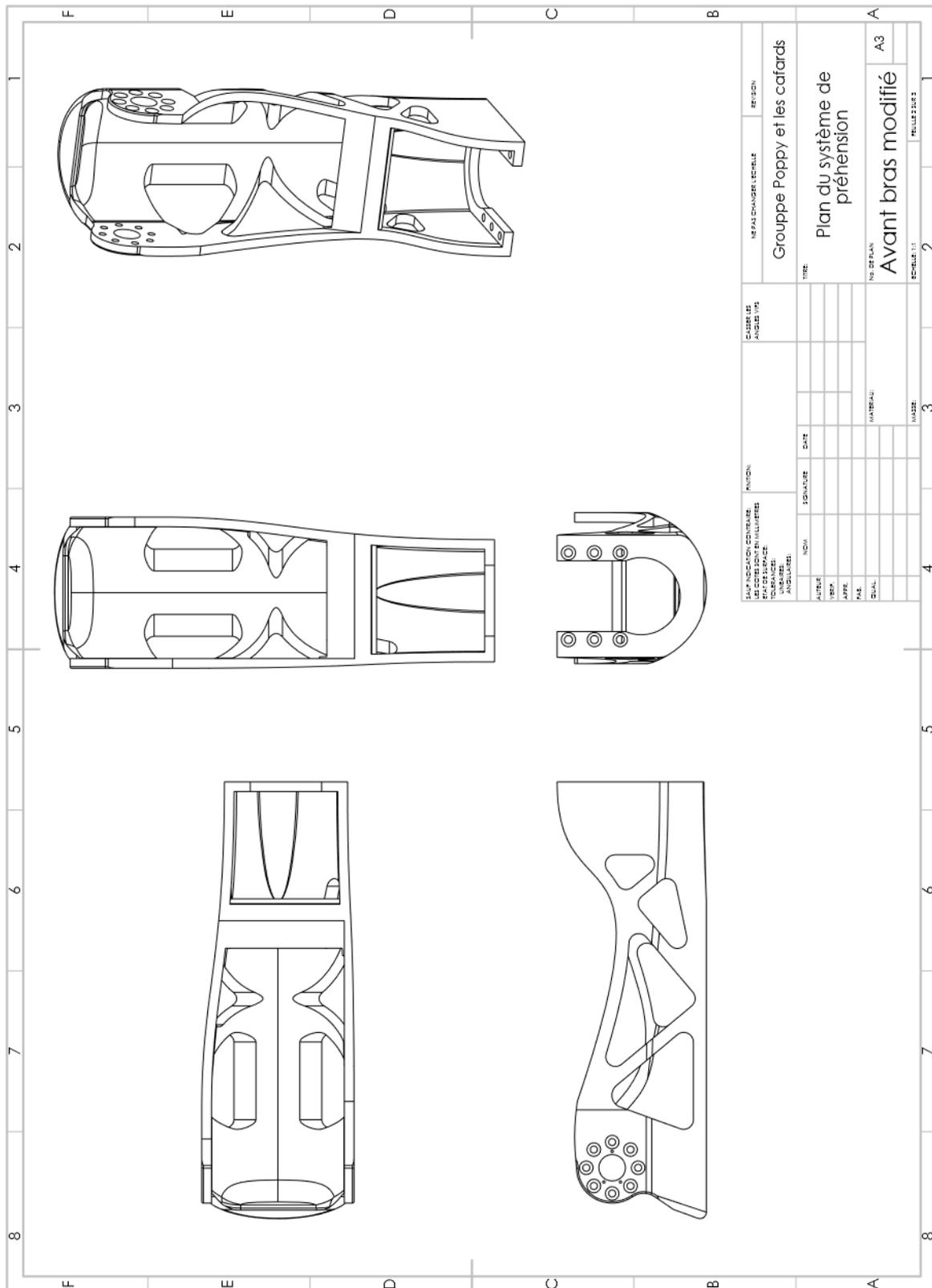
#### 6.4.3. Avant-bras et main :

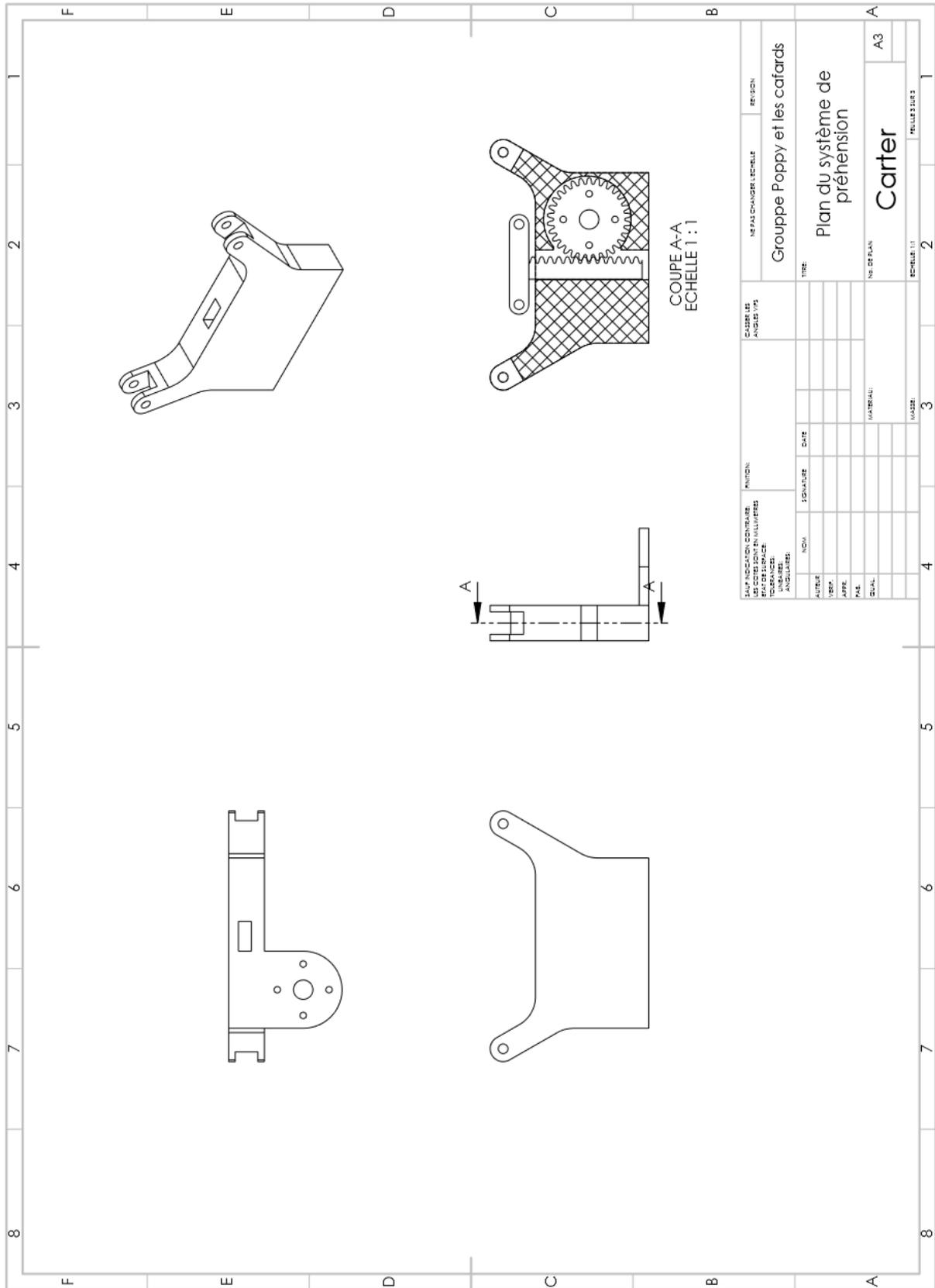
Toutes les pièces seront imprimées en ABS grâce aux machines de l'école. Cela comprend l'avant-bras, la main, le pignon et la crémaillère.

**7. Annexes :**

**7.1. Plans de conception préliminaire:**







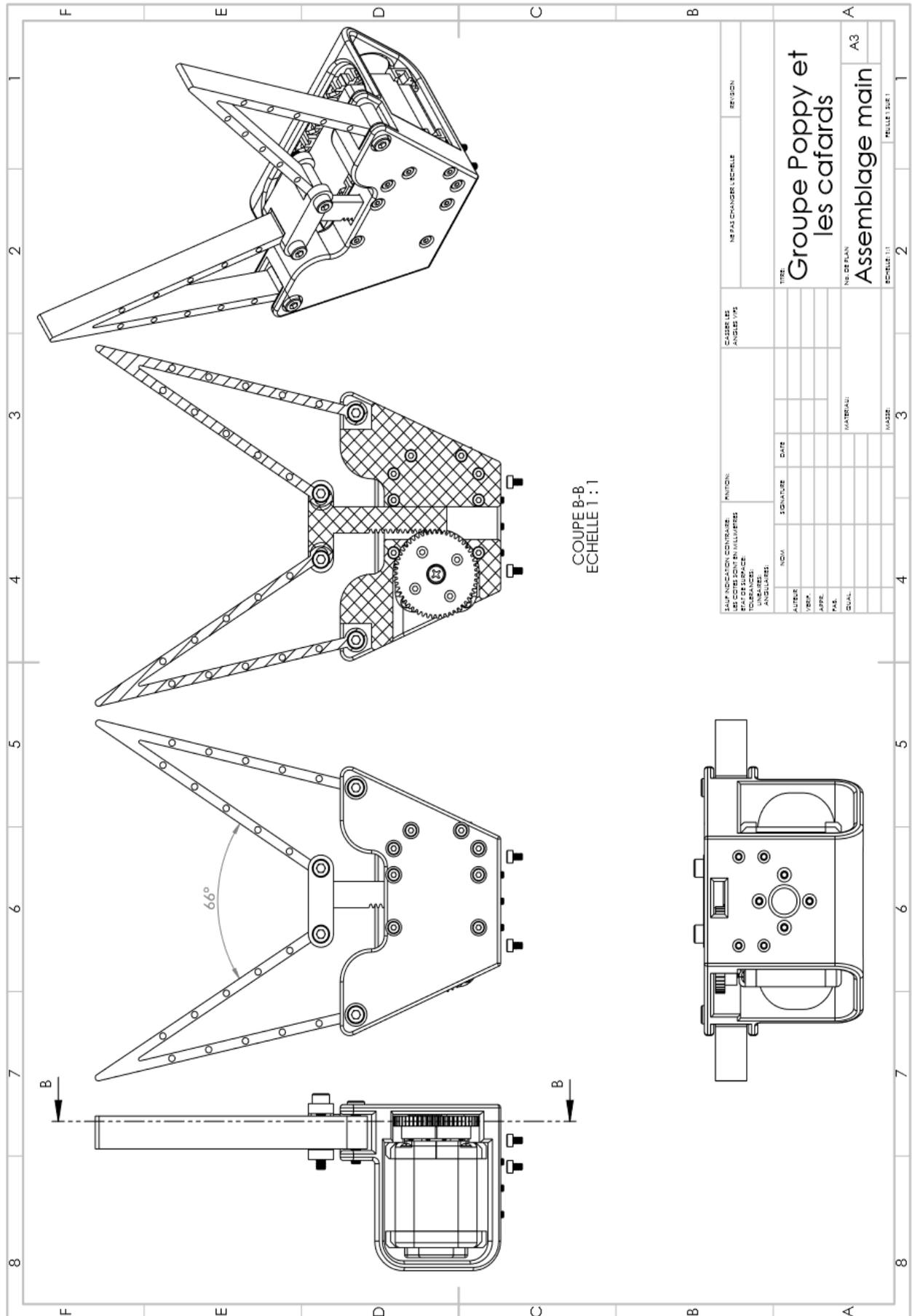
LEUP INDICATION CONTRAIRE AUX REGLES EN VIGUEUR		PROJETON:		NE PAS CHANGER L'ECHELLE		REVISION:	
ETAT DE SURFACE		COURBES LES ANGLES 1/5					
TOURNAGE:		SIGNATURE		DATE			
ANGLES:		NOM					
		AUTEUR					
		TRACÉ					
		APPRE					
		DATE					
		MATERIAL					
		QUAL					
		MATERIAU					
		MARQUE					
		ECHAPELLE 1:1					
		N° DE PLAN				A3	
		ECHAPELLE 1:1				2	
		FEUILLES SUR 3					

**Groupe Poppy et les cafards**

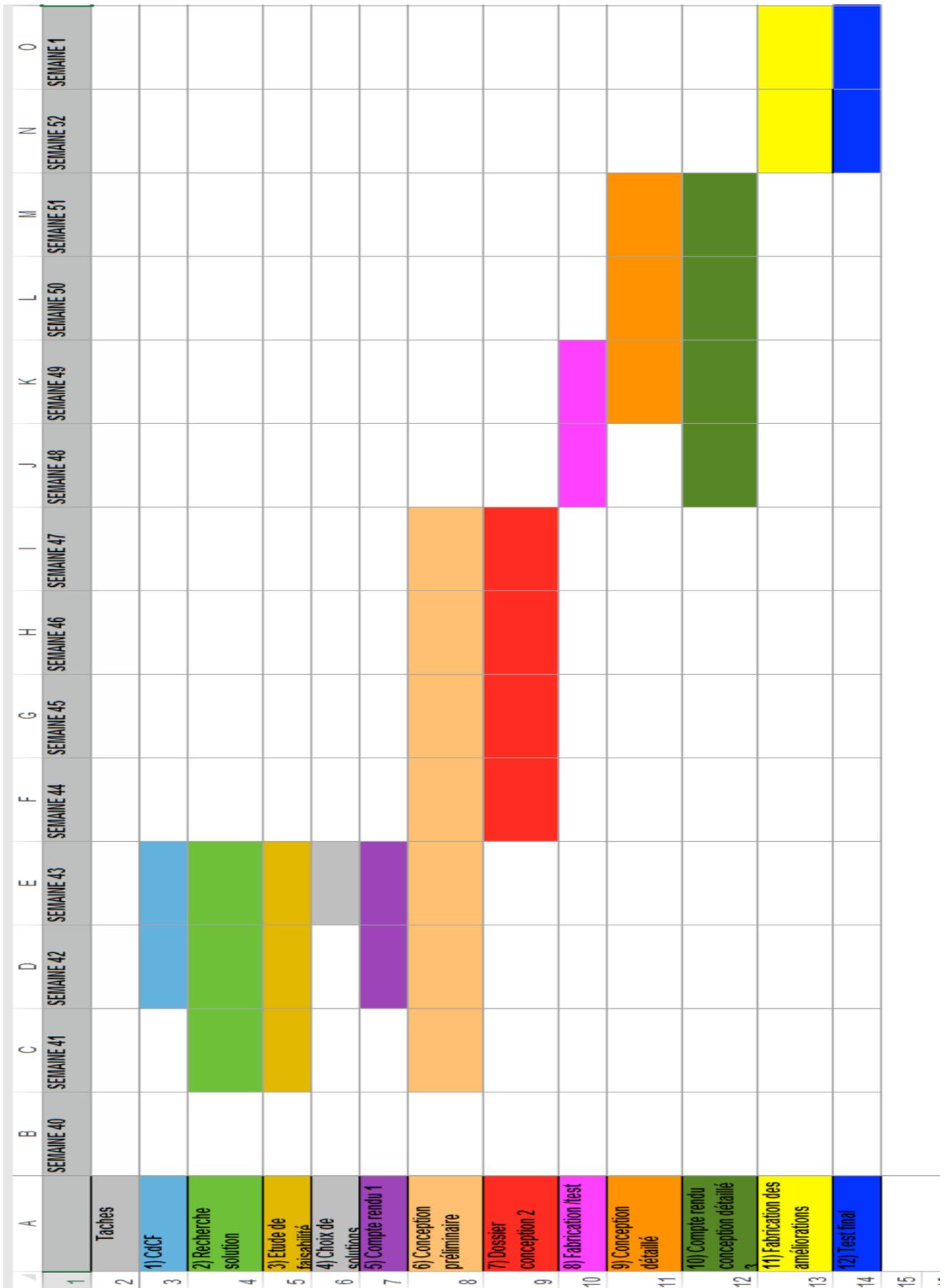
**Plan du système de préhension**

**Carter**





7.3.Planning et répartition :



		Planning				
	Taches	Antériorité	Qui	Comment	Durée	
1						
2						
3	1) CdCF	∅	Thomas / Tom		6	
4	2) Recherche solution	1	Arthur		3	
5	3) Etude de faisabilité	2	Tous		6	
6	4) Choix de solutions	3	Tous		3	
7	5) Compte rendu 1	1-2-3-4	Arthur		9	
8	6) Conception préliminaire	5	Tous		12	
9	7) Dossier conception 2	6	Arthur		9	
10	8) Fabrication /test	7	Tous		9	
11	9) Conception détaillé	7-8	Robin		9	
12	10) Compte rendu conception détaillé 3	5-6-7-8	Arthur		6	
13	11) Fabrication des améliorations	10	Tous		9	
14	12) Test final	11	Tous		6	