

RAPPORT SAE 1.2

PINCE ANGULAIRE FESTO DHRS



OUMRAIENE Walid

MSILINI Mohamed

TP 112-7

INTRODUCTION :

Dans le cadre de cette Situation d'Apprentissage et d'Évaluation (SAE 1.2), nous avons travaillé sur la modification d'un système mécanique existant afin de l'adapter à de nouveaux besoins industriels. Le support technique choisi pour cette étude est une pince angulaire pneumatique DHRS de la marque FESTO, un dispositif largement utilisé en robotique pour saisir et manipuler des objets grâce à l'ouverture angulaire de ses mors. Ce projet nous a amenés à traiter la problématique suivante :

En quoi la conception d'une pièce d'adaptation permet-elle de garantir une surface d'adhérence suffisante et une résistance adaptée aux efforts de serrage de la pince ?

Pour répondre à cette question, notre démarche s'est articulée en quatre étapes complémentaires :

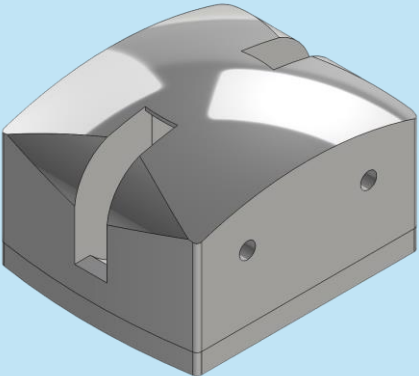
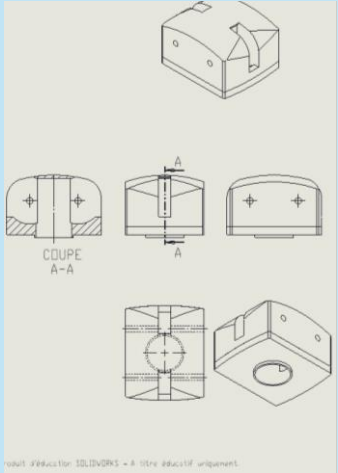
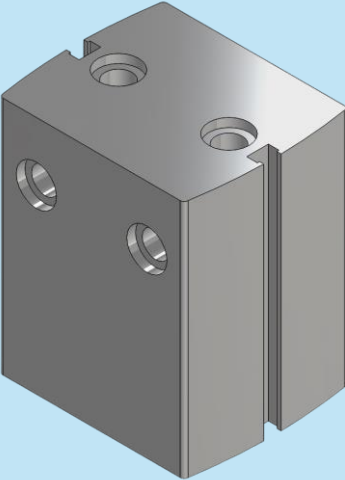
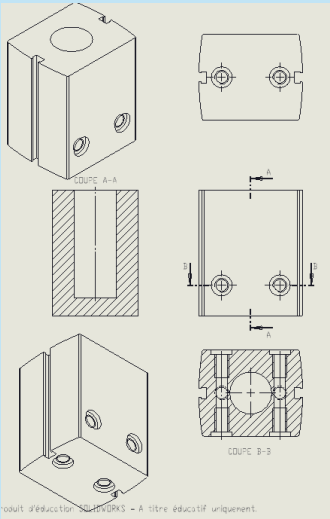
- 1) **Modélisation et analyse du système existant** : réalisation de la CAO de la pince angulaire et élaboration du schéma cinématique afin de comprendre son fonctionnement interne.
- 2) **Étude mécanique** : calcul de l'**effort de serrage** à l'aide du Principe Fondamental de la Statique (PFS) et détermination de la **surface d'adhérence minimale** nécessaire pour éviter tout glissement lors de la manipulation.
- 3) **Conception de la pièce d'adaptation** : création de nouveaux mors adaptés à la géométrie de la pièce à saisir, accompagnée des dessins de définition.
- 4) **Simulation numérique** : analyse de la résistance mécanique de la pièce conçue et validation de son comportement sous charge.

TABLE DES MATIÈRES :

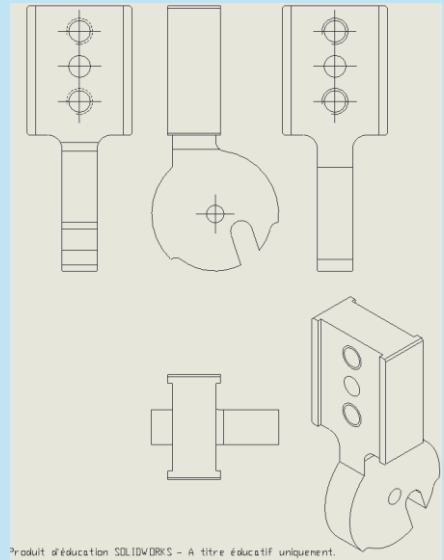
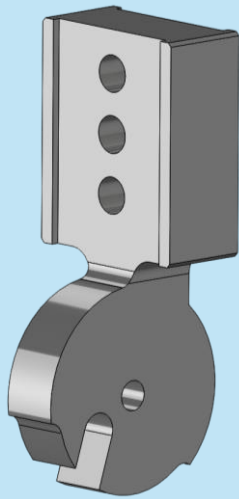
Partie I).....	3
A) Modèle 3D de la pince et plans :.....	3
B) Schéma Cinématique.....	6
Partie II).....	7
A) Schémas des efforts	7
B) Calcul de l'effort de serrage de la pince	8
C) Calcul de la surface d'adhérence	11
Partie III).....	13
A) Présentation de la recherche de solution	14
B) Modèle 3D de la pièce d'adaptation.....	15
C) Dessin de définition et dessin d'ensemble	16
Partie IV).....	19
A) Synthèse du modèle simulé.....	20
B) Report des résultats principaux et déplacement maximal	23

Partie I)

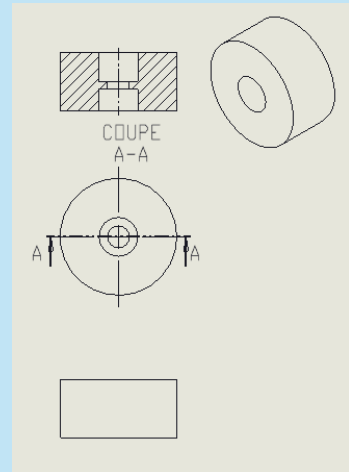
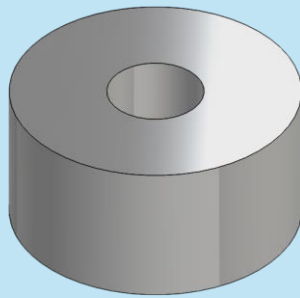
A) Modèle 3D de la pince et plans :

Nom de la pièce	Modélisation 3D Solid Works	Mise en Plan
Corps supérieur		 <p>Modèle 3D généré par SolidWorks - A titre éducatif uniquement.</p>
Corps inférieur		 <p>Modèle 3D généré par SolidWorks - A titre éducatif uniquement.</p>

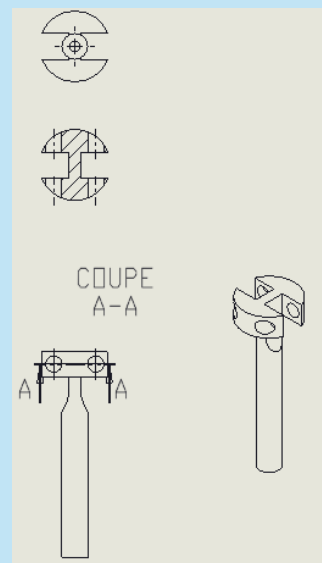
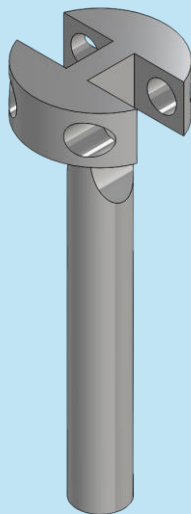
Mors



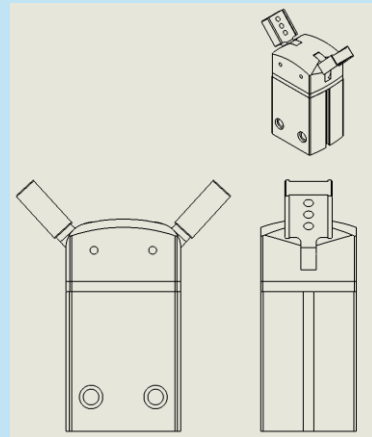
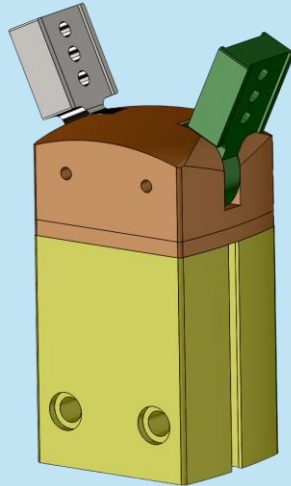
Piston



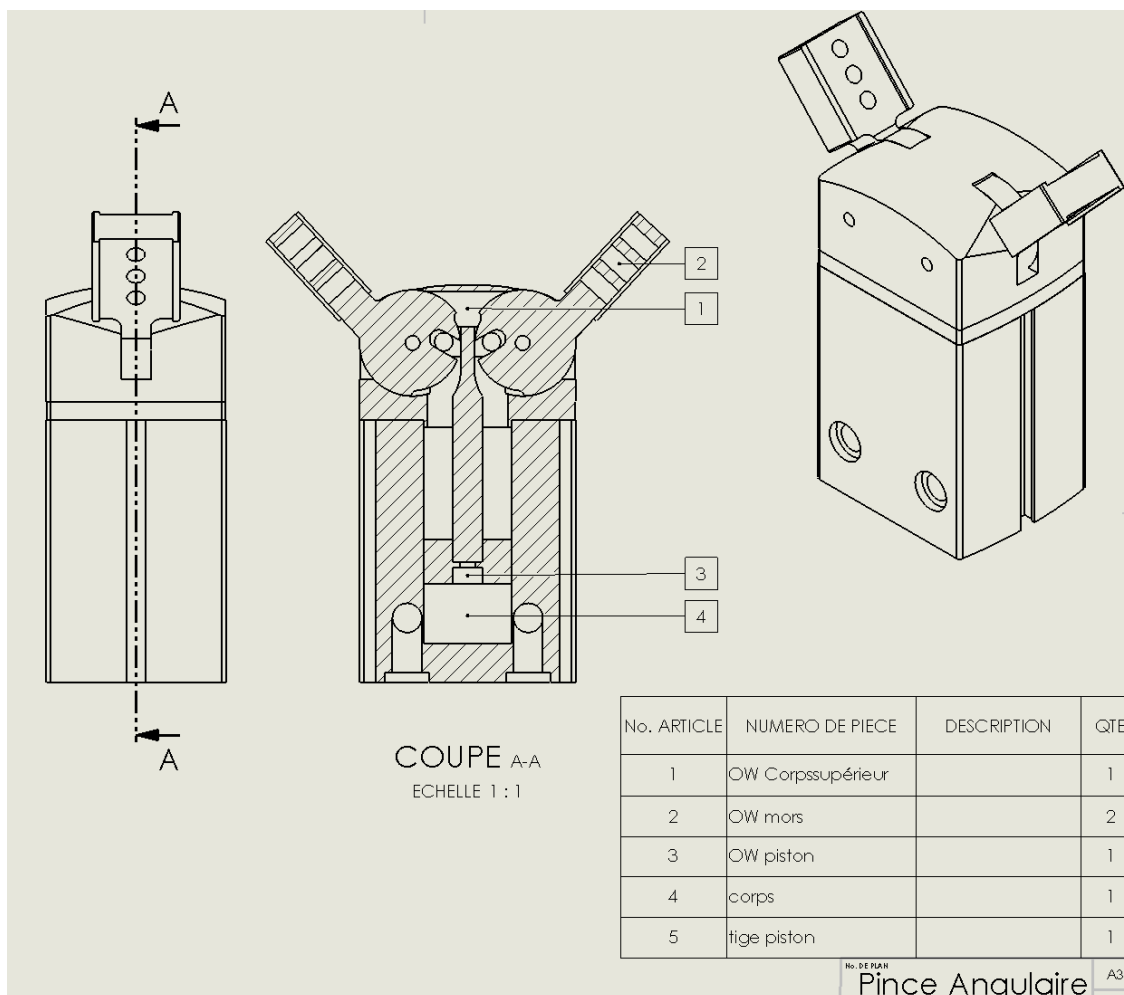
**Tige
Piston**



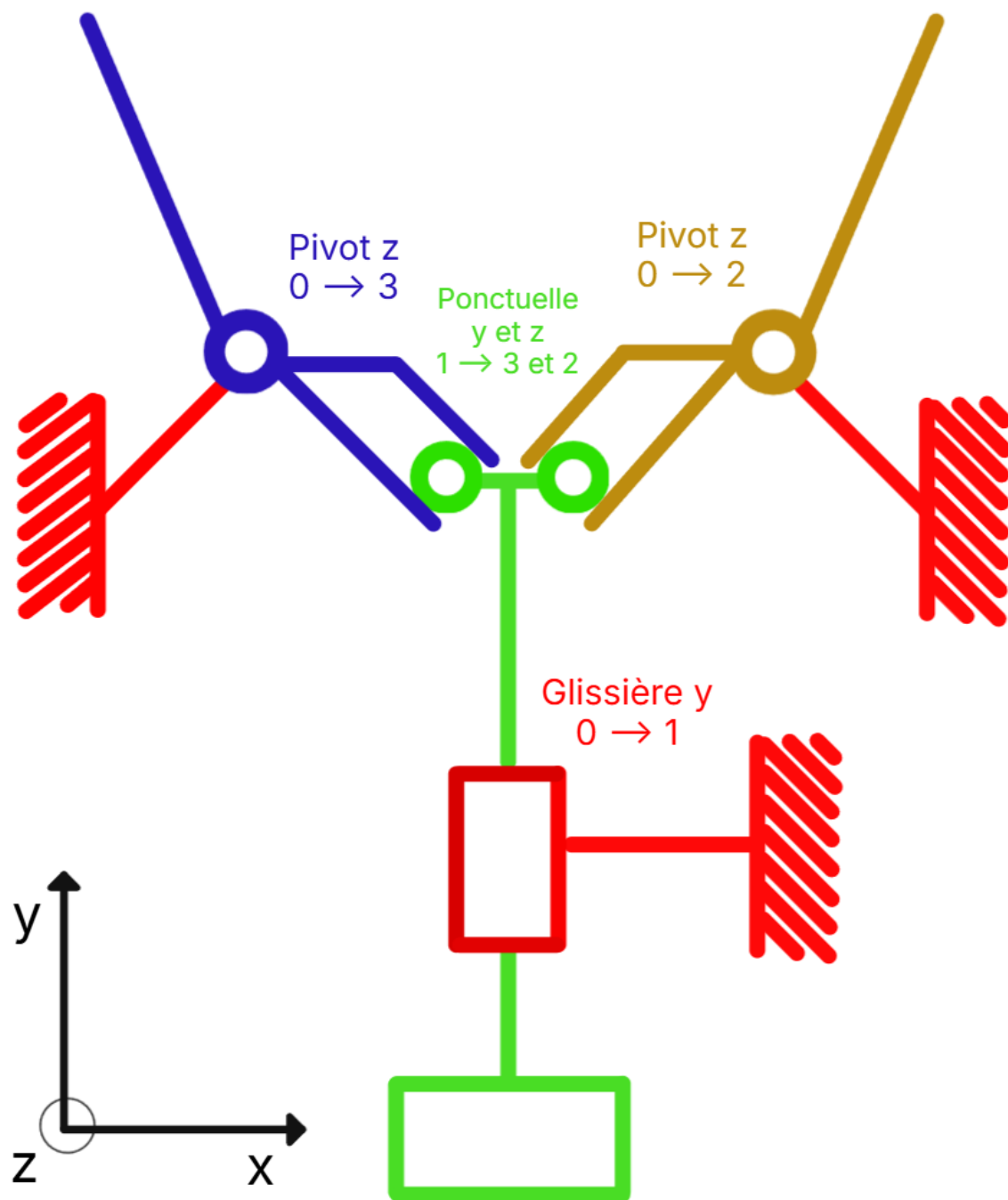
Pince angulaire



DESSIN D'ENSEMBLE DE LA PINCE :



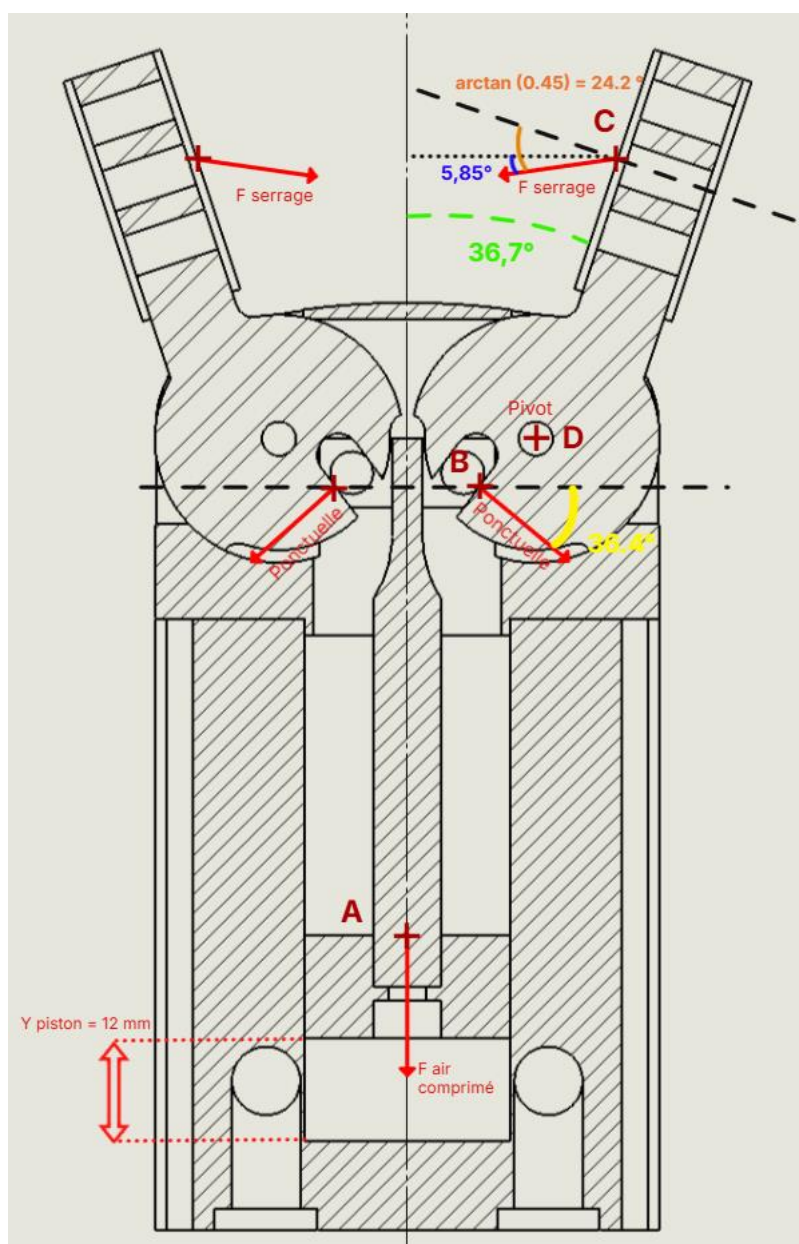
B) Schéma Cinématique



Partie II)

A) Schémas des efforts

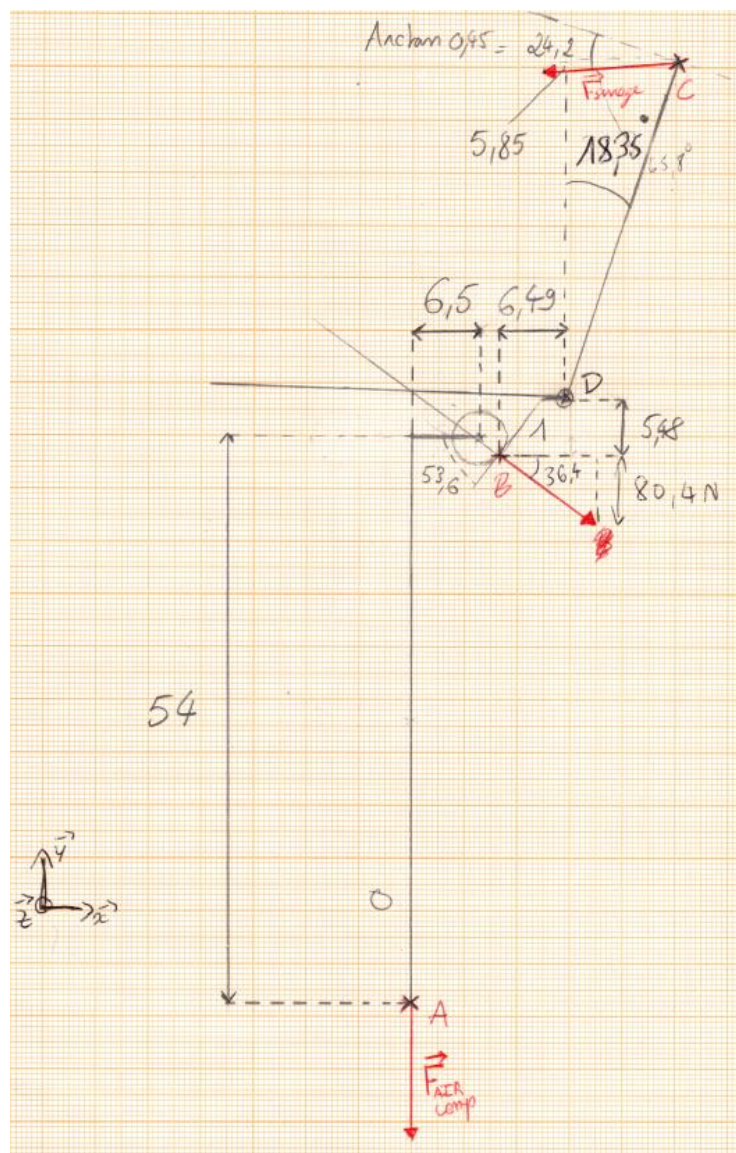
La pince a été mise dans la position d'étude donnée, c'est à dire à $Y_{\text{piston}} = 12 \text{ mm}$, les angles ont donc été déduit grâce SOLIDWORKS et au calcul dans cette position d'étude.



B) Calcul de l'effort de serrage de la pince

Tous les angles et distances présent dans ce calcul ont été trouvé soit par SOLIDWORKS à l'aide de notre assemblage ou soit par le calcul.

Nous avons tout d'abord commencé par simplifier le système dans un repère et nous avons divisé en deux le système pour simplifier les calculs car celui-ci est symétrique :



Données :

$$\overrightarrow{F_{air}} / 2 = -80.4 \text{ N (suivant } y)$$

$$\overrightarrow{F_{ponc}} = 135,48 \text{ N (Car sa composante sur } \vec{y} \text{ doit être égale à } \overrightarrow{F_{air}} / 2)$$

$$\overrightarrow{DB} (-6.49; -5.48; 0)$$

$$\overrightarrow{DC} (10.6; 32; 0)$$

$$\overrightarrow{DA} (-14.975; -57.975; 0)$$

Calculs :

$$\{T_{\overrightarrow{F_{air}}}\} = \text{en } A \{0; -80.4; 0 \text{ et } 0; 0; 0\}$$

$$\{T_{pivot}\} = \text{en } D \{X_D; Y_D; Z_D \text{ et } L_D; M_D; 0\}$$

$$\{T_{ponctuelle}\} = \text{en } B \{-Fp \times \cos(36.4); Fp \times \sin(36.4); 0 \text{ et } 0; 0; 0\}$$

$$\{T_{\overrightarrow{F_{serrage}}}\} = \text{en } C \{-Fs \times \cos(5.85); Fs \times \sin(5.85); 0 \text{ et } 0; 0; 0\}$$

Nous allons **transporter** tous les torseurs au point D car le pivot est le torseur comportant le plus d'inconnue :

$$\begin{aligned} \{T_{ponctuelle}\} &= \text{en } B \{-Fp \times \cos(36.4); Fp \times \sin(36.4); 0 \text{ et } 0; 0; 0\} \\ &= \text{en } D \{64.7; 47.7; 0 \text{ et } 0; 0; 45\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \overline{m}_D \{T_{ponc}\} &= \overline{m}_B \{T_{ponc}\} + \overrightarrow{DB} \wedge \vec{R} \{T_{ponc}\} \\ &= (0; 0; 0) + (-6.49; -5.48; 0) \wedge (64.7; 47.7; 0) \\ &= (0; 0; 45) \end{aligned}$$

On répète le calcul pour les deux autres torseurs, on obtient alors :

$$\{T_{ponctuelle}\} = \text{en } D \{109; -80.4; 0 \text{ et } 0; 0; 45\}$$

$$\{T_{Fair}\} = \text{en } D \{0; -80.4; 0 \text{ et } 0; 0; 1204\}$$

$$\{T_{pivot}\} = \text{en } D \{X_D; Y_D; Z_D \text{ et } L_D; M_D; 0\}$$

$$\{T_{F_serrage}\} = \text{en } D \{-F_s \times \cos(5.85); -F_s \times \sin(5.85); 0 \text{ et } 0; 0; 30.75 \times F_s\}$$

PFS :

THÉORÈME DES RÉSULTANTES STATIQUES :

$$\text{Axe X : } 109 + X_D - F_s \times \cos(5.85) = 0$$

$$\text{Axe Y : } -80.4 + Y_D - F_s \times \sin(5.85) - 80.4 = 0$$

$$\text{Axe Z : } Z_D = 0$$

THÉORÈME DES MOMENTS STATIQUES :

$$\text{Axe X : } L_D = 0$$

$$\text{Axe Y : } M_D = 0$$

$$\text{Axe Z : } 1119 + 1204 - 35.75 \times F_s = 0$$

On résout donc l'équation $1119 + 1204 - 35.75 \times F_s = 0$ pour trouver la valeur de la force de serrage pour un mors :

$$-35.75 \times F_s = -2323$$

$$F_s = \frac{2323}{35.75} = 75.5N$$

Ainsi on sait désormais qu'un mors exerce une force de 75 N et donc que l'effort de serrage total est de 151 N .

C) Calcul de la surface d'adhérence

On doit tout d'abord calculer le **poids** de la pièce, pour cela on détermine sa masse puis on compare se poids à la loi de Coulomb :

Données :

$$g = 9.81 \text{ N / kg}$$

$$\rho_{acier} = 7.85 \times 10^{-3} \text{ g / mm}^3$$

$$\text{Rayon intérieur} = 25 \text{ mm}$$

$$\text{Rayon extérieur} = 35 \text{ mm}$$

$$\text{Hauteur cylindre} = 15 \text{ mm}$$

Calculs :

$$P = m \times g$$

$$P = m \times 9.81$$

$$P = \rho \times V \text{ or } \rho_{acier} = 7.85 \times 10^{-3} \text{ g / mm}^3$$

$$V_{piece} = V_1 - V_2$$

$$V_1 = \pi \times 35^2 \times 15 = 57726.76 \text{ mm}^3$$

$$V_2 = \pi \times 25^2 \times 15 = 29452.43 \text{ mm}^3$$

$$V_{piece} = 57726.76 - 29452.43 = 28274.3 \text{ mm}^3$$

$$m = 7.85 \times 10^{-3} \times 28274.3$$

$$P = 0.22195 \times 9.81$$

$$P = 2.17 \text{ N}$$

$$T \leq \mu \times N \text{ or } T = P$$

$$\text{ainsi } 2.17 \leq \mu \times N \text{ or } \mu = 0.45 \text{ et } N = 40.8$$

$$2.17 \leq 0.45 \times 96 \Leftrightarrow 2.17 \leq 43.2$$

Comme le poids est largement inférieur à 43.2 N une petite surface de contact de l'ordre de quelques millimètres suffit pour que les deux parties adhèrent entre elles.

Partie III)

A) Présentation de la recherche de solution

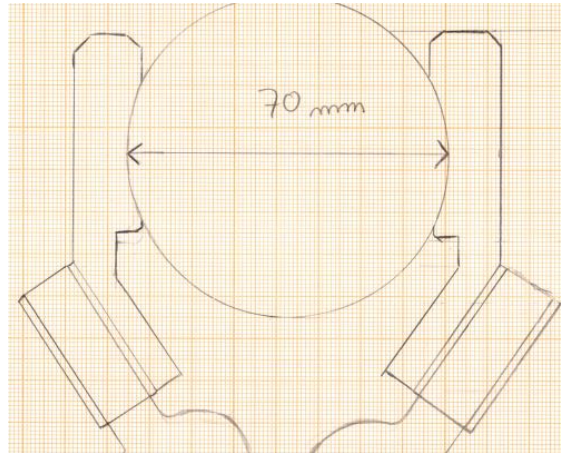
Notre objectif est de créer une pièce d'adaptation qui viendra s'ajouter à la pince angulaire étant donné que les mors de la pince ne suffisent pas pour agripper correctement le cylindre creux. Cette pièce doit permettre à la pince de remplir sa nouvelle fonction qui sera de pouvoir pincer et déplacer un cylindre creux.



Dans un premier temps, il a fallu analyser la pince existante, notamment son fonctionnement, son mode de serrage (sur les côtés) et les surfaces fonctionnelles pour l'ajout d'une nouvelle pièce.

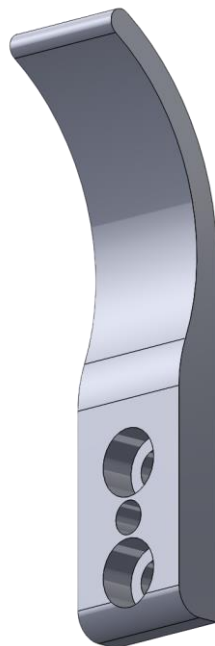
Ensuite, différentes possibilités ont été envisagées. Pour cela, nous avons analysé l'objet à attraper, les zones de contact nécessaires pour assurer un bon maintien, et les contraintes mécaniques (efforts appliqués, risque de glissement). La pièce a été conçue selon l'angle des mors par rapport à la position du piston c'est à dire $Y_{\text{piston}} = 12 \text{ mm}$.

CROQUIS DE L'IDÉE FINAL SUR PAPIER :



B) Modèle 3D de la pièce d'adaptation

Après quelques modifications nous sommes venus à cette pièce d'adaptation :



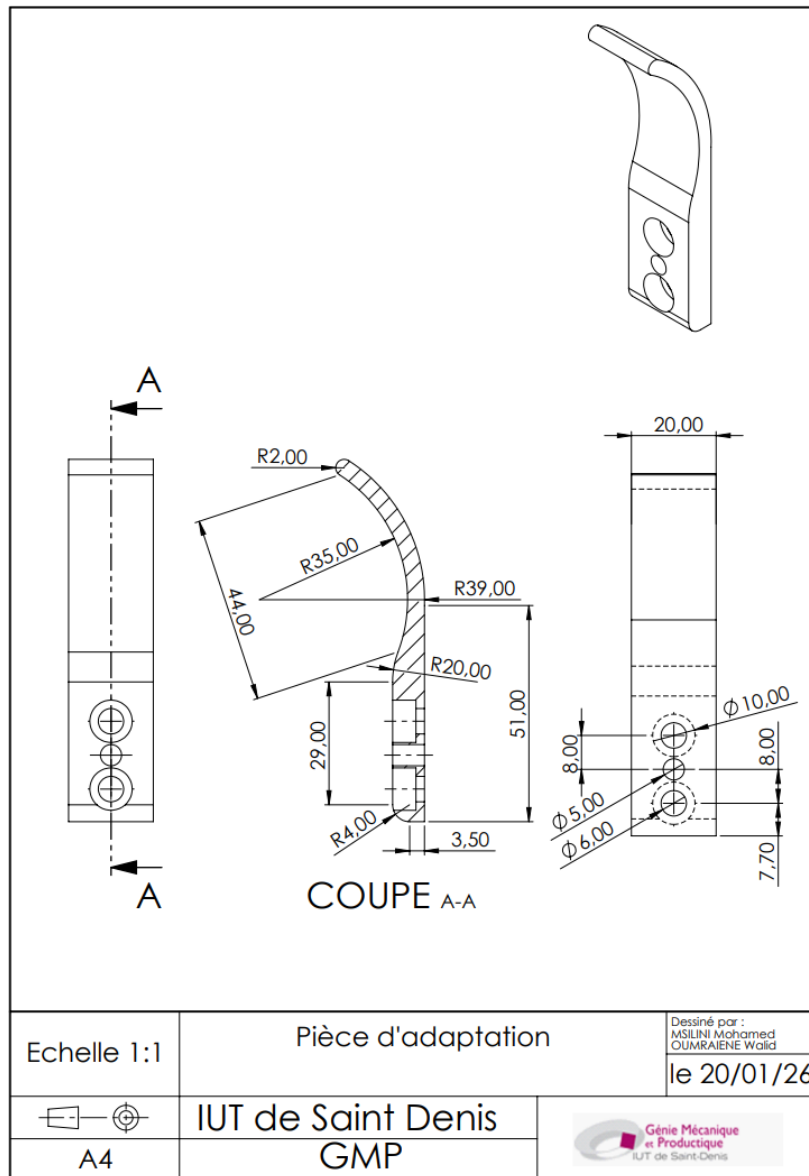
La taille de la pièce d'adaptation a aussi été étudiée pour qu'elle puisse attraper, à un certain angle des mors, correctement le cylindre tout en restant compatible avec la pince.

Nous avons dû trouver un bon compromis : une pièce assez grande pour bien maintenir l'objet, mais pas trop non plus pour éviter de gêner l'ouverture et la

fermeture de la pince. L'objectif était donc de garder une forme efficace tout en respectant les limites de la pince.

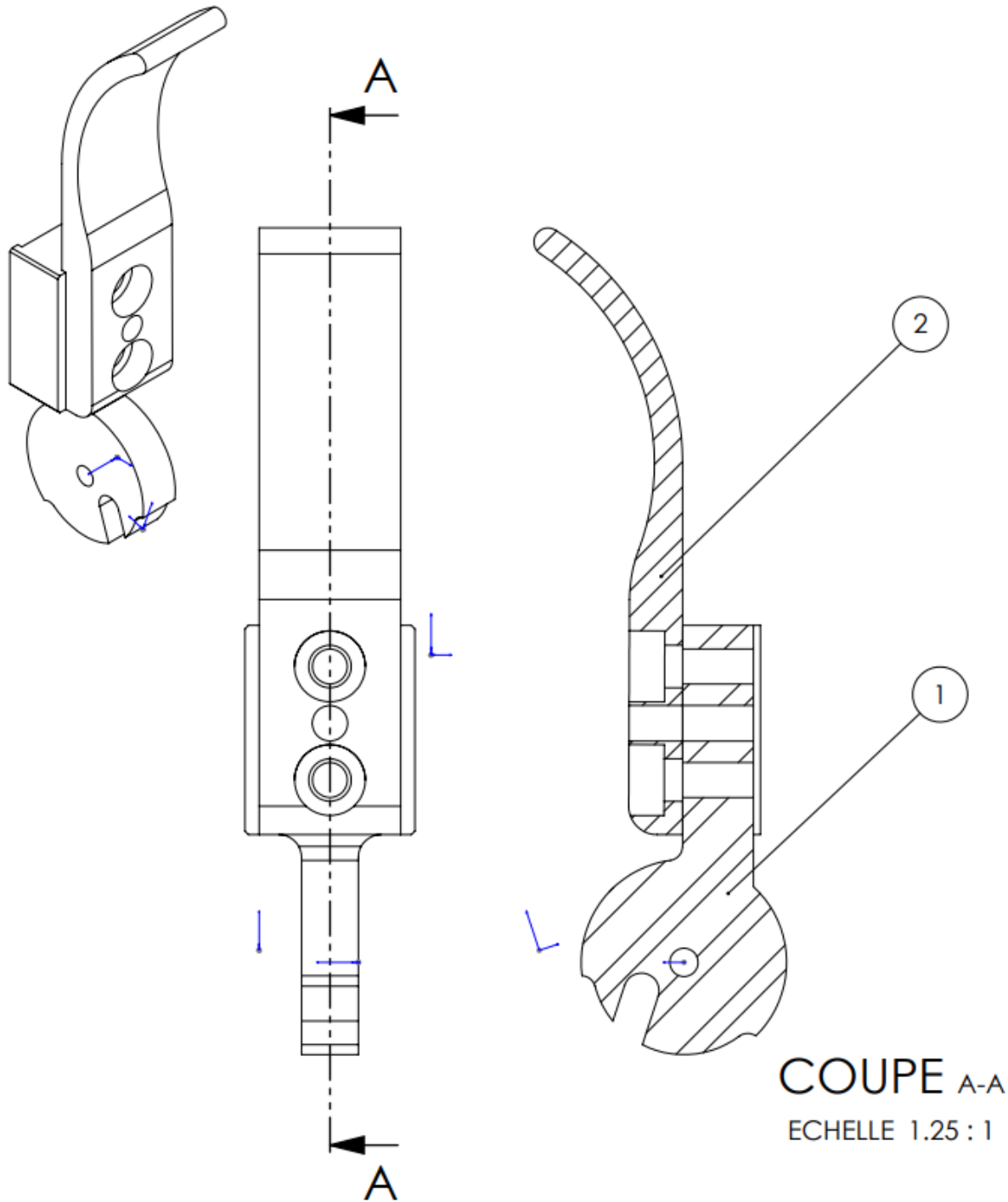
C) Dessin de définition et dessin d'ensemble

DESSIN DE DÉFINITION DE LA PIÈCE D'ADAPTATION :



Produit d'éducation SOLIDWORKS - A titre éducatif uniquement.

DESSIN D'ENSEMBLE ENTRE LA PIÈCE D'ADAPTATION ET UN MORS :

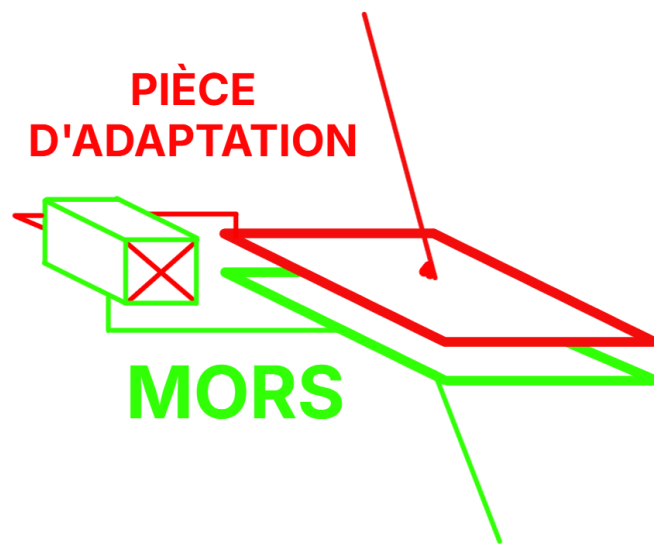


COUPE A-A

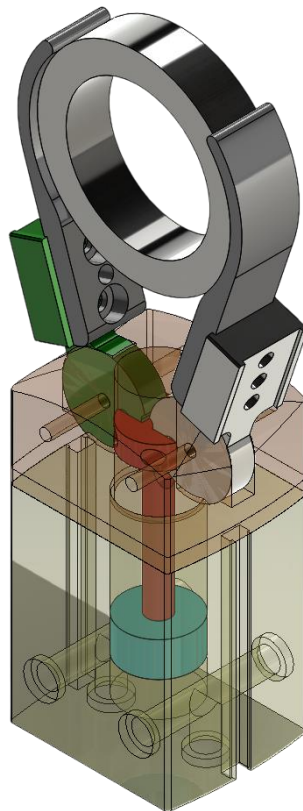
ECHELLE 1.25 : 1

1x	Mors
1x	Pièce adaptation

SCHÉMA CINÉMATIQUE ENTRE LA PIÈCE D'ADAPTATION ET LES MORS DE LA PINCE :



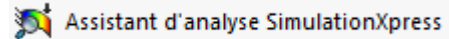
VUE 3D DE L'ASSEMBLAGE FINAL DE TOUTES LES PIÈCES :



Partie IV)

A) Synthèse du modèle simulé

Étant donné que nous sommes sur une version étudiante 2025 le complément de simulation de SOLIDWORKS ne nous est pas disponible on utilisera donc l'assistant d'analyse SimulationXpress

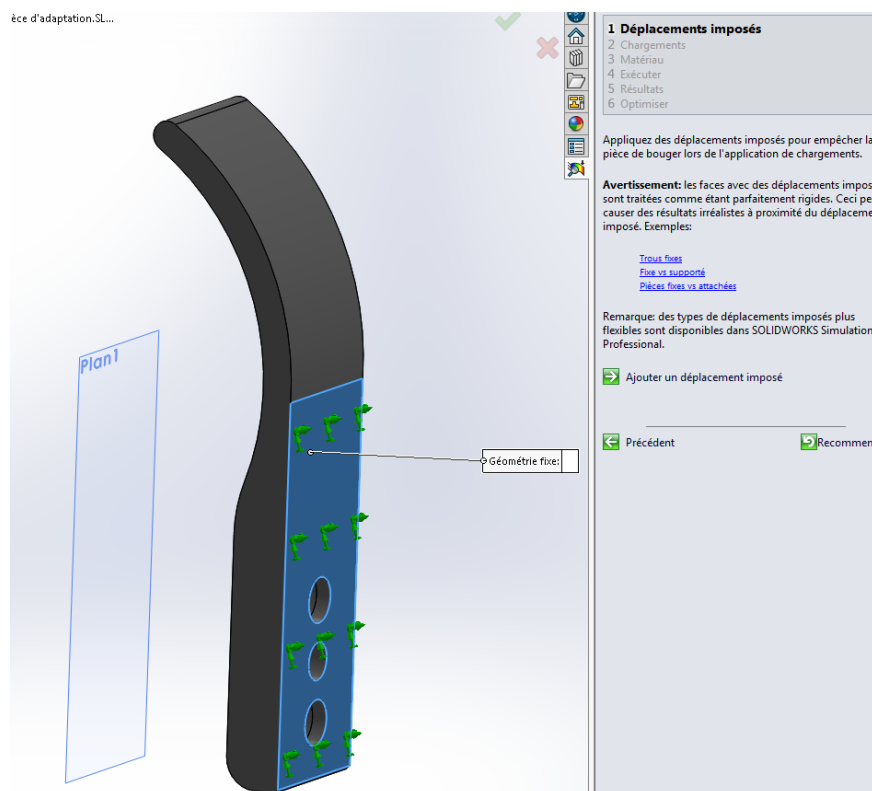


dans

l'onglet évaluer Marquage Evaluer Dimensions MBD.

On commence par importer la pièce d'adaptation, puis nous commençons à paramétrer notre simulation :

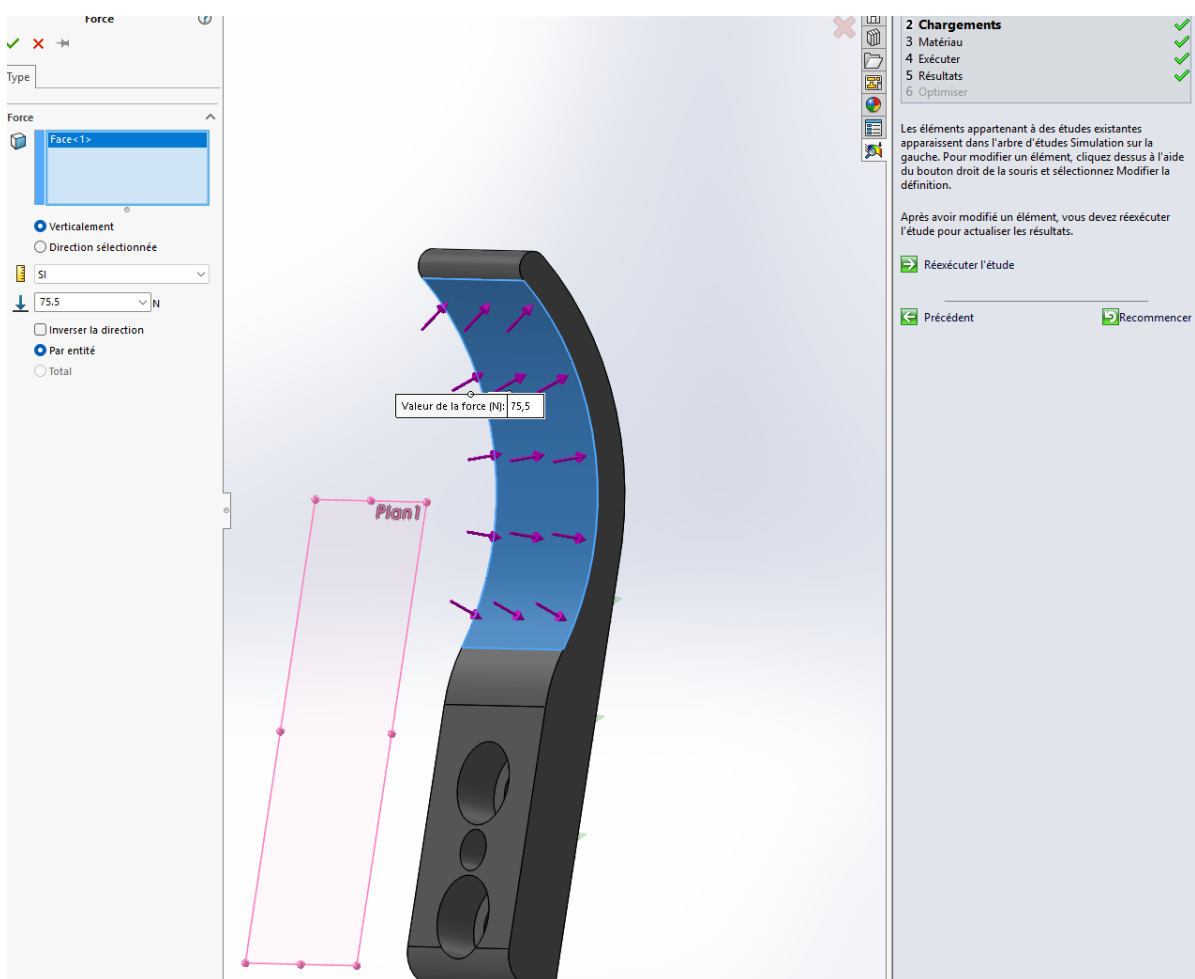
1) “Déplacements imposés” :



On sélectionne la face plane arrière de la pièce d'adaptation car c'est elle qui sera en contact avec les mors de la pince, c'est donc cette surface qui sera bloqué lors de la simulation.

2) “Chargements” :

C’est dans cette onglet que l’on applique la charge que l’on a calculé en partie 2, on appliquera cette force de 75.5 N sur la grande surface cylindrique intérieure de la pièce d’adaptation car c’est elle qui sera en contact avec notre cylindre creux.



3) “Matériaux” :

On applique un matériau à notre pièce pour qu'elle est les propriétés technique similaire à celle de la vraie vie, ici on mettra le Technyle PA 6.6 car c'est le matériau imposé.

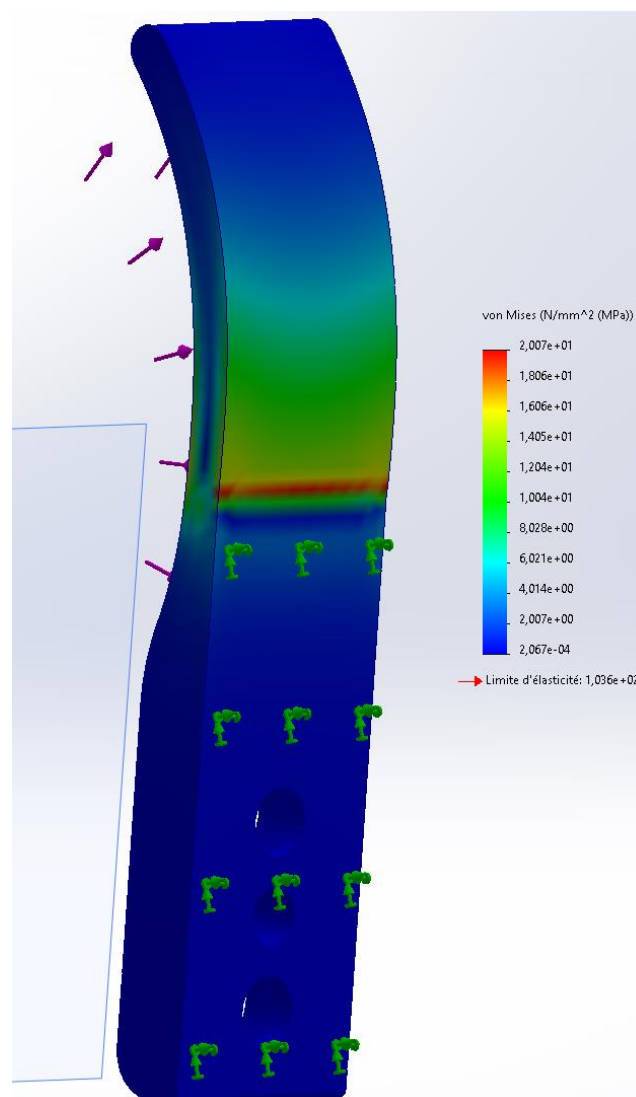


Enfin on exécute la simulation.

B) Report des résultats principaux et déplacement maximal

RÉSISTANCE À LA FLÉXION :

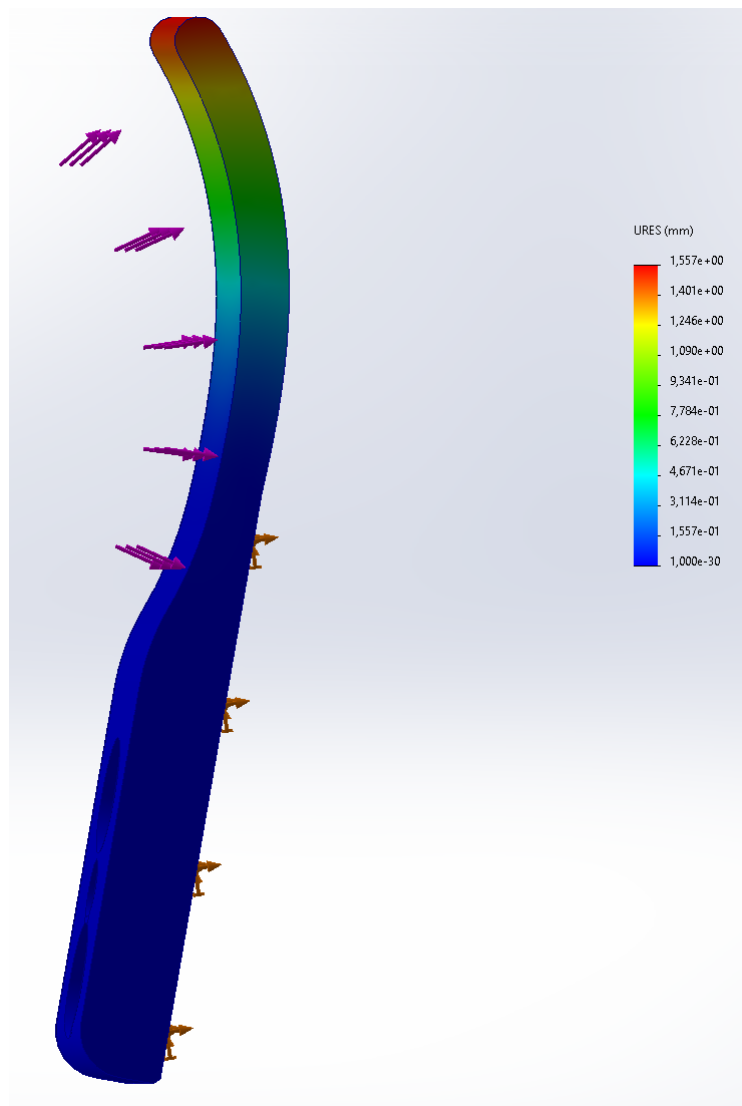
On peut voir que la zone la plus fragile se trouve à la base de la partie courbée de la pièce :



Cela dit la limite élastique du PA 6.6 est de $1.036 \times 10^2 \text{ Mpa}$ ce qui largement supérieur à ce que subit la surface en rouge qui est d'environ $2.007 \times 10 \text{ Mpa}$ donc la pièce ne risque pas de se casser pour cette charge de 75 N .

DÉPLACEMENT MAXIMAL :

Pour le déplacement maximal nous ne pouvons pas le déterminer précisément uniquement avec l'assistant d'analyse SimulationXpress, mais nous pouvons l'estimer approximativement.



Nous pouvons voir que la zone de la pièce qui se déplace le plus est le haut de la pièce ce qui est logique. D'après la simulation le déplacement est supérieur à $1,557\text{ mm}$, nous l'estimons environ à 4 ou 5 mm .

CONCLUSION :

Cette étude autour de la pince angulaire nous a permis de mobiliser plusieurs compétences en conception mécanique, modélisation 3D, analyse des efforts et simulation numérique à travers les différentes étapes du projet — modélisation du système existant, étude mécanique, conception de la pièce d'adaptation et simulation, nous avons pu répondre à la problématique posée : garantir une surface d'adhérence suffisante et une résistance adaptée aux efforts de serrage.

Cette SAé nous a permis de mieux comprendre les enjeux liés à l'intégration d'un composant mécanique dans une chaîne fonctionnelle, tout en développant une approche rigoureuse et professionnelle de la conception assistée par ordinateur.

Lors de cette SAE nous avons rencontré de nombreux problèmes notamment le fait que nous avons utilisé la version 2025 de SolidWorks pour pouvoir travailler chez nous et que cette version n'est pas compatible avec celle qu'on utilise à l'IUT c'est à dire la version 2022, nous avons trouvé une solution qui est d'enregistrer les pièces en "parasolid" cependant cela ne règle pas tout étant donné que toutes les opérations qui ont été faites ne sont pas toutes présentes lorsque l'on ouvre en version 2022 et donc cela nous a causé un certain retard assez conséquent dont nous nous excusons tout particulièrement.