



**SORBONNE
UNIVERSITÉ**

2A102 : Modélisation sous Catia

Rapport finale sur le projet conception d'une
pince

DUVIVIER Valentin

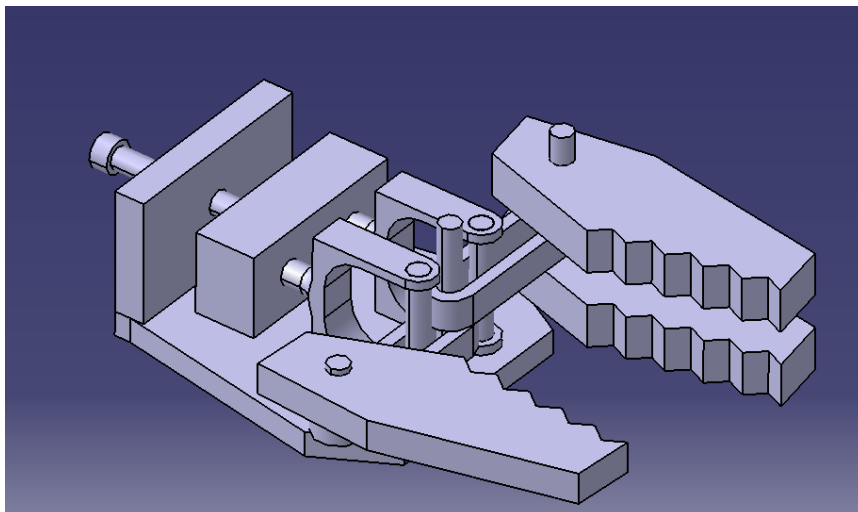


Fig n°1 : Vue isométrique de la pince assemblée

0.1 Introduction

Le cours de 2A201 est un cours nous initiant à la modélisation sous Catia d'éléments en 3D. Dans le cadre de ce cours, nous avons eu pour projet la modélisation d'une pince avec comme base de départ le fonctionnement d'un modèle de pince présenté en cours.

A cela s'ajoute les contraintes suivantes : robustesse de l'assemblage, une impression 3D en un seul bloc, avec le moins de matière possible et en cherchant à innover quant à la mise en mouvement de la pince et à sa conception de manière générale. Nous verrons donc dans ce rapport les procédés que j'ai mis en place pour réaliser la pince et répondre au mieux aux critères de modélisation énoncés ci-dessus.

Dans un premier temps, nous verrons le type de système et de mise en mouvement que j'ai choisi et en quoi il me paraît adapté : facilité de mouvement, amplitude, etc. Puis, nous allons voir en détail les éléments que j'ai mis en place dans le but de solidifier la structure et assuré le pincement : 3 pinces, congés, etc. Enfin, nous finirons par une étude des éléments mis en place afin de diminuer au mieux le volume de l'assemblage et nous étudierons pour cela le tableau regroupant les volumes des pièces constituant l'assemblage.

Pour conclure nous mettrons en opposition les résultats obtenus avec les attentes initiales, avant de faire un point sur les éléments clés de cette conception.

Avant tout, j'ai débuté ce projet par une étude de la pince sur papier. Il y a en effet, en plus des consignes ci-dessus citées des restrictions dimensionnelles, imposant une longueur maximale de 15cm et une largeur de 7cm. Ainsi, il m'a fallu dimensionner mes pièces au préalable afin de prendre le moins de temps possible dans leur conception et plus dans la réflexion autour du mécanisme.

Pour ma part, je suis partie sur une pince de 10.5 cm de long, 6.2cm de large et 3.0cm d'épaisseur. Le but de cette phase était de quantifier la part que chaque pièce allait prendre dans l'assemblage final. C'est ainsi que j'ai alloué aux bras 40% de la longueur totale, le restant se scindant en 2 parties : 40% pour la tige en translation en entrée du mécanisme et 20% pour les pièces convertissant le mouvement planaire en un mouvement rotatif.

Cette analyse pré-modélisation m'a permis de rapidement focaliser mes recherches sur mon procédé de mise en mouvement des bras.

0.2 Conception et mise en place du mouvement

Nous allons dans la partie qui suit approfondir la démarche que j'ai employé afin d'assurer la cohésion et le bon fonctionnement de la pince.

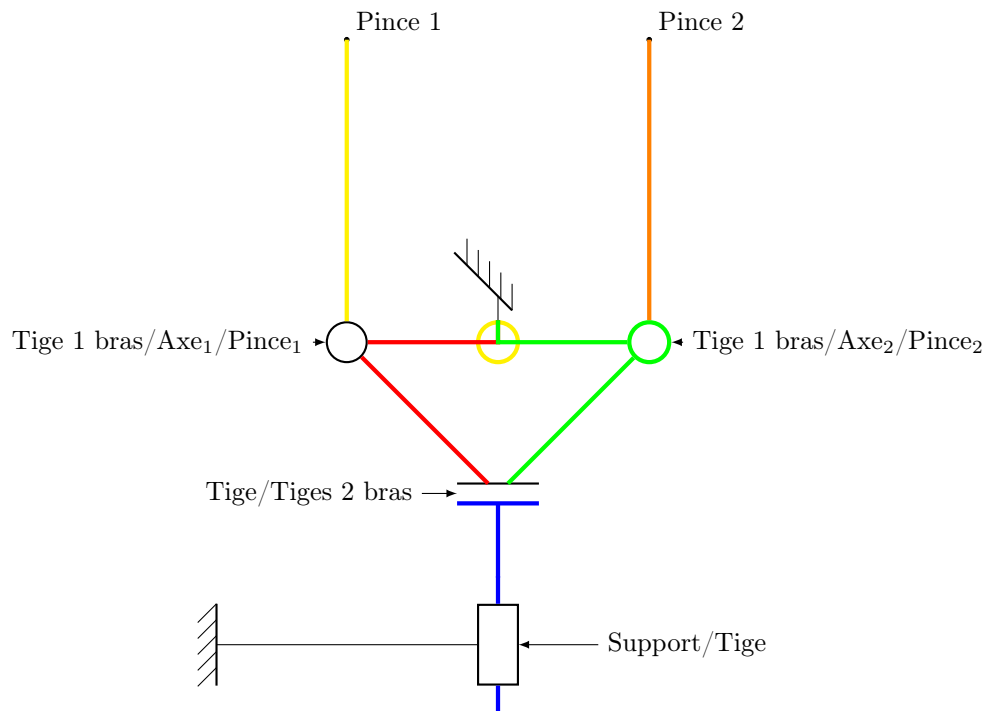


Fig n°2 : Schéma cinématique de la pince

J'ai opté pour un procédé proche de celui vu en cours présentant une translation en entrée et une rotation des bras en sortie : (voir le lien vidéo pour la figure 1 : Pince en mouvement).

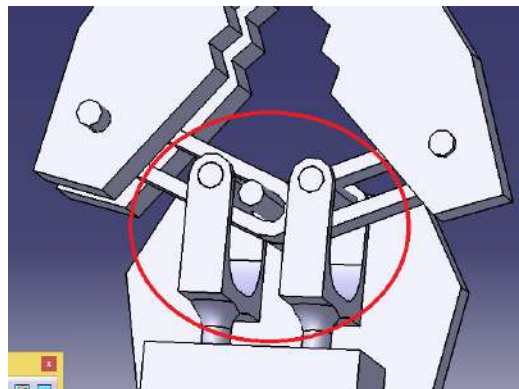


Fig n°3 : Mécanisme convertissant la translation en rotation, vue du dessus

Là où l'aspect innovant apparaît c'est au niveau du mécanisme que j'ai utilisé pour la mise en mouvement. J'ai ainsi développé l'idée d'une pince mise en mouvement à l'aide d'une poussée directe de la tige sur des armatures liées au bras ; me paraissait être une piste intéressante et assurant un mouvement aller et retour [fig 2]. Ce type de liaison me semblait en effet être telle qu'elle permettait un déplacement important en sortie pour une petite translation en entrée. Or, comme on peut le voir sur la vidéo [fig 1], le système offre une amplitude intéressante : de l'ordre de 120 degrés pour un déplacement de la tige de 8mm. Un autre aspect majeur de ce choix de mécanisme est qu'il assure le mouvement. Un de mes critères de conception était en effet d'avoir une grande fiabilité quant à la mise en mouvement du système : il devait réagir vite, être solide et transmettre le mouvement à coup sûr. Ainsi, au delà d'avoir des mouvements amples, le système présente une efficacité conséquente face aux efforts de mise en déplacement et donc à la résistivité

de l'ensemble. Il a ensuite fallu que je conçoive en détail les autres éléments de mon assemblage. En fait, j'avais en tête de faire un assemblage nécessitant le moins d'éléments possible et qui n'était constitué en majeure partie que de formes simples :

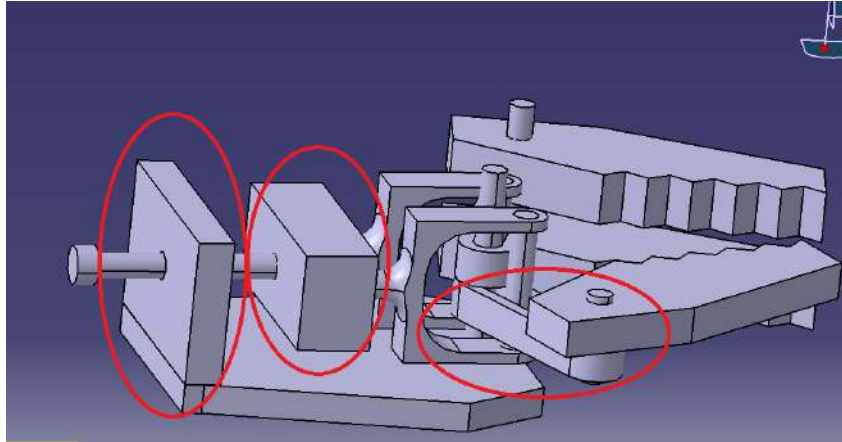


Fig n°4 : Eléments de “forme élémentaire” composant le système

Au delà de simplifier leur forme, il fallait que je cherche à optimiser la place, sans contraindre la solidité du système. Même si toutes les pièces ne répondent pas à ce critère, j'en ai mis un maximum et à des positions stratégiques. Afin d'assurer le mouvement, dans le cas des pièces plus complexe, j'ai cherché à les espacer un maximum. Ce point m'a permis d'avoir au sein de mon système uniquement des liaisons simple et qui ne mettaient pas en jeu des caractéristiques physiques trop complexes tels que des angles abruptes et des surfaces trop arrondis.

Au final, la partie conception est celle qui m'a occupé le plus de temps et qui a fait l'objet du plus grand temps de réflexion de ma part. Il fallait que je mette en place un mécanisme capable de mettre à coups sûr en mouvement les bras de ma pince, tout en ayant une démarche innovante et qui se démarque de part son efficacité. Le système qui consiste à pousser des tiges qui agissent directement sur la rotation des bras [fig 2] est pour moi le meilleur exemple de conception allant dans ce sens : il permet un contact direct entre l'entrée et la sortie, limitant les éléments intermédiaire, simplifiant le fonctionnement de la pince et le nombre de pièce la composant. C'est cette ensemble de mécanisme qui rend ma pince innovantes, efficace et qui m'a permis de concevoir la pince présentée précédemment.

0.3 Solidité de la pince

Un autre aspect important dans la conception de la pince a été d'améliorer sa résistance et d'optimiser le pincement. Pour ce qui est de ce dernier point, j'ai décidé d'ajouter un bras afin d'augmenter la capacité d'accroche de ma pince. En effet, de part mon choix de mise en déplacement, j'ai contraint mes bras à être en décalé :

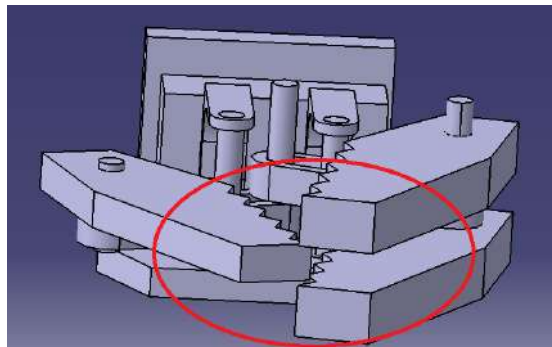


Fig n°5 : Photo mettant en avant l'écart entre chaque bras de la pince

J'ai donc, plutôt que de changer de système, ajouter un autre bras permettant à la fois l'équilibre du système est son optimisation : l'objet attrapé se retrouve ainsi pincé sur une surface plus importante. Nous verrons dans la dernière partie que cela pose un problème en terme de volume occupé mais j'ai ici du faire un compromis entre optimisation du mouvement et du volume. En sommes, l'ajout de ce bras permet de garder le mécanisme à la base de ma pince et il ajoute par ailleurs une amélioration technique liée à la faculté décisive pour une tel système d'adhérer aux objets. Un point majeur à rappeler à ce stade du rapport est que l'ensemble de la modélisation se fait sur des pièces de très petites tailles : souvent inférieur à 1 cm. C'est pourquoi il est primordial de penser constamment à la solidité de la pince : il faut certe limiter la matière mais il faut aussi trouver un moyen de renforcer les liaisons entre les pièces ainsi que leur solidité. Avec cette idée de dimension est venu une difficulté majeure : faire en sorte que le mécanisme soit petit mais résistant. Dans ce sens, une façon de renforcer la solidité de la pièce a été de faire des congés. Pour permettre le déplacement de mes pièces, j'ai en effet du effectuer des poches à certains endroits, créant des angles abruptes et laissant peu d'épaisseur au mécanisme. Puisqu'on travaille avec des surfaces peu épaisses, il a fallu trouvé un moyen de solidifier la structure sans pour autant obstruer le mouvement ou rajouter trop de matière. Ainsi, j'ai décidé de partir sur une épaisseur plus importantes, mais seulement au niveau des jonctions qui me paraissaient les plus fragiles :

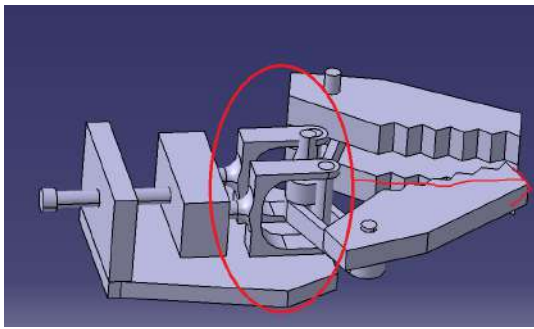


Fig n°5a Pièce globale

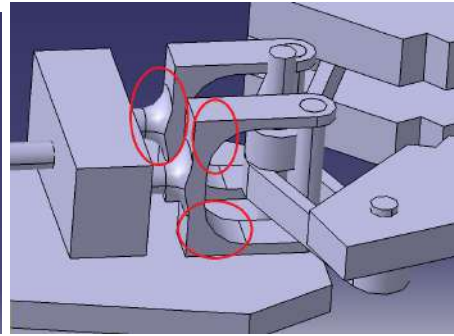


Fig n°5b : Liaisons solidifiées

Ainsi, au delà d'un aspect esthétique ces congés m'ont permis d'assurer à la pince un plus grand degré de sécurité. Au final, j'ai cherché à limiter les angles mettant en péril la rigidité de l'ensemble et j'ai consolidé les quelques angles concernés. Sur les figures ci-dessus (fig 5), on a un exemple de surfaces qui ont été épaissies à l'aide de congés, les rendant moins sujette à la casse et à la déformation.

0.4 Optimisation de la place et de la matière

Nous avons vu que les différents moyens que j'ai mis en place pour optimiser le système (grande amplitude, surface de bras plus importante, etc) ont amené à un ajout de matière. Ainsi, même si la présence d'un troisième bras et de congés est justifié, il n'en reste pas moins que la pince s'en retrouve affectée, notamment en terme de coût de production et volume que la pince occupe. En effet cela pose un problème car puisque le matériau inhérent à l'impression 3D (support jetable notamment) est coûteux, une des consignes était de réaliser une pince ne nécessitant que peu de matière (afin d'imprimer plusieurs pinces en même temps). Dans un premier temps, j'étais partie sur un assemblage semblable à celui présenté en cours. Ainsi, les économies de matières se portaient sur des liaisons entre les bras et la tige centrale (celle en translation qui engendre le mouvement). L'économie de matière reposait en grande partie sur la diminution de l'épaisseur de mon système et de ses composantes. Toutefois, malgré les avantages en terme de matière que cela amène, ça met en péril les interactions entre les pièces, fragilisant la pince. Pour remédier à cela, ma conception s'est peu à peu détaché du modèle d'origine et j'en suis arrivé à l'idée de ne garder que le support inférieur pour la pince. Cette partie de l'assemblage a pour but de mettre en lien toutes les autres pièces du système mais il ne me semblait pas nécessaire d'en avoir 2. L'ensemble des contraintes de contact liant les pièces et les contraignant à faire partie d'un même bloc sont entièrement réalisés par ce support, et j'ai pu retirer le second, retirant par la même occasion une partie de la matière. Pour finir sur cette partie qui traite de l'optimisation du volume occupé par la pince, nous allons traiter les données du tableau ci-dessous, regroupant les valeurs des volumes de chaque pièces :

Nomenclature	Nombre de pieces	Masse cumulee 10e-6 kg	Volume cumule 10e-3 m3
Bloc	1	4.19	3.81
Bras epais	2	10.9	9.90
Bras fin	1	3.89	3.54
Piston Grand	1	0.35	0.31
Piston Moyen	2	0.45	0.41
Piston Petit	1	0.17	0.15
Tige 2 bras	2	1.54	1.40
Tige 1 bras	2	1.51	1.38
Tige translation (Tige)	1	0.41	0.37
Support tige	1	3.59	3.27
Support inferieur	1	8.99	8.17
Total	15	35.99	32.7

Fig n°6 : Tableau indicatif des valeurs de masse (kg) et de volume (m3) de chaque pièce

J'ai ici mis en gras les données du tableau susceptibles de nous intéresser. Ces valeurs en gras sont en effet celles qui présentent les valeurs les plus importantes, que ce soit pour la masse ou le volume. Nous avons donc ici des données numériques nous permettant de savoir quels sont les composants les plus encombrants. Si on s'intéresse aux volumes, on voit que ce sont les bras qui présentent le volume le plus important. Toutefois, il est à noter que l'on parle ici de volumes cumulés et que la valeur 9.90 représente le volume de 2 bras. Ainsi, si on ne considère que les éléments par unité, c'est le support inférieur qui présente cette fois-ci le volume le plus important. En sommes, on voit que même si l'ajout d'un bras augmente le volume du système, le fait de n'avoir qu'un seul support plutôt que 2 a réduit de manière significative ce même volume. En sommes, on voit que les ordres de grandeurs des mesures physiques de la masse et du volume des pièces sont très petites à l'échelle humaine, ce qui est normal pour une pince de cette taille. On voit par ailleurs que les éléments, tel que le support, sur lesquels on a décidé d'économiser de la matière sont ceux présentant le volume le plus conséquent. On peut conclure de ces données que l'optimisation que nous avons fait sur le volume de notre pince a permis de compenser la matière ajoutée pour l'optimisation du déplacement.

0.5 Conclusion

Pour conclure, il a donc fallu faire un compromis entre consigne de conception et la réalité de l'impression. J'ai mis en place différents procédés pour permettre le mouvement, tout en le rendant réaliste en terme d'impression. J'ai donc pris en compte les consignes et indications données en cours afin de réaliser une pince fonctionnelle, qui se différencie du modèle initiale de part son fonctionnement et son design. La conception permet de visualiser le mécanisme lors de la mise en déplacement et la pince offre une amplitude de déplacement de l'ordre de 120°.

Ce projet de modélisation d'une pince en un seul bloc m'a permis de mettre en place les différents éléments vus lors des cours et d'y ajouter l'aspect de réflexion autour du mouvement. J'ai pour ma part mis en place un protocole qui avait pour but de définir les critères auxquels devait répondre la pince afin d'être optimale. J'ai ainsi défini les points clés qui faisait pour moi les points forts de ce type de pince et j'ai cherché à m'y référer au mieux. Une fois ces caractéristiques en tête, j'ai été capable de modéliser une pince présentant un mouvement innovants de part son design et son fonctionnement, ce qui conclut sur un projet de pince à la fois innovant, réaliste et ergonomique.