

Conception et étude du pied du drone (Cavacece Guillaume)

Dans cette partie nous traiterons le châssis du drone, en effet toute la partie électronique est mise de côté.

Nous verrons la construction du châssis composé de quatre pieds et d'une base. Nous finirons par l'étude individuelle des pieds du drone.

I : Recherches

J'ai commencé par rechercher sur Internet ce qu'était un drone, je me suis rendu compte qu'il en existait de toutes les formes et de divers matériaux. J'ai donc concentré mes recherches sur un châssis le plus léger possible mais restant assez résistant.

J'ai donc retenu trois solutions :

Un châssis tubulaire



Un châssis « Tenon mortaise »



Un châssis en nid d'abeille



J'ai choisi de le fabriquer « tenon mortaise » car je n'aurai pas pu faire varier les matériaux avec une structure en nid d'abeille et une structure en tenon mortaise permet d'insérer directement la partie surélevant le drone. Cette solution est aussi légère et facile à assembler.

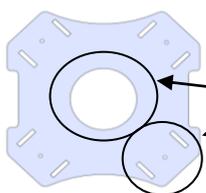
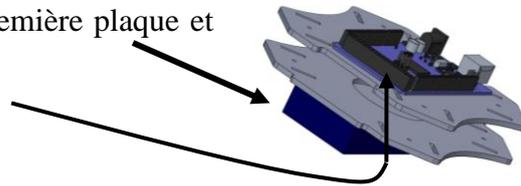
II : Conception

J'ai commencé par créer une maquette numérique sur le logiciel de CAO 3D SolidWorks.



Pour le centre du robot, je me suis inspiré d'un drone trouvé sur internet. En effet, j'ai opté pour une structure à deux plaques montées par vis pour relier les quatre bras.

La batterie devant aller sous la première plaque et la carte Arduino sur la deuxième.

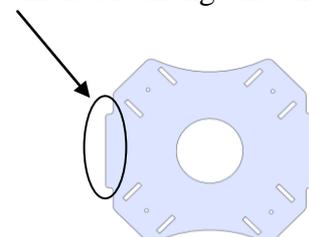


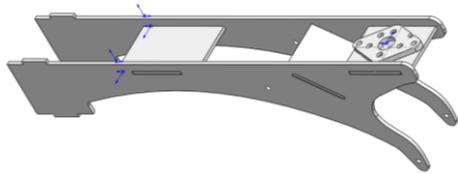
- Pour la platine supérieure, je suis parti d'un carré sur lequel j'ai enlevé de la matière pour alléger la structure.

- J'ai fait un trou au milieu pour faire passer les nombreux fils.

- Puis j'ai formé les coins où viennent se placer les bras.

- Pour la platine inférieure, j'ai repris le même protocole mais en allongeant un côté pour bien recouvrir toute la batterie.



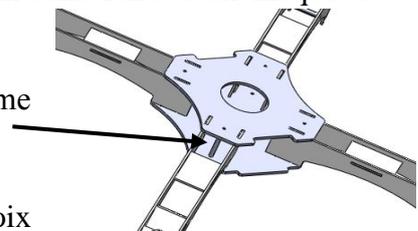


Pour les bras, j'ai commencé par concevoir les deux plaques extérieures avec comme prévu un système tenant la structure centrale à plusieurs centimètres du sol. J'ai ensuite ajouté des entretoises permettant de les

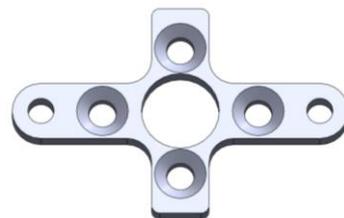
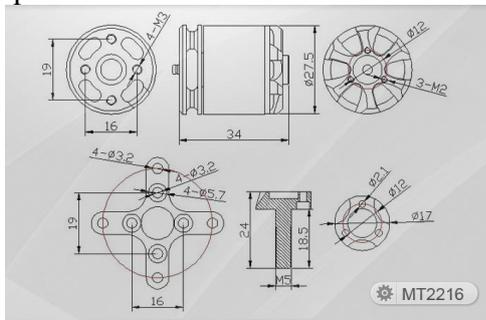
assembler. L'entretoise en bout du bras permet de fixer une croix sur laquelle vient s'ajuster le moteur et l'entretoise centrale vient accueillir les variateurs.

Comme je ne connaissais pas l'épaisseur des plaques que j'allais utiliser, j'ai paramétré la maquette 3D permettant, par exemple, de passer de 2 à 3 mm sans faire deux maquettes différentes.

Pour finir j'ai ajouté quelques entretoises avec un système vis/écrou qui permet de solidifier le tout.



Un problème se posait au niveau de la fixation du moteur : la croix de fixation du moteur fournie était trop grande, j'ai donc modélisé à nouveau celle-ci pour qu'elle rentre sur mon bras en recherchant les côtes sur les données constructeur.



III : Résistance du pied

Les simulations ainsi que les essais seront fait avec 3 différents types de matériaux :

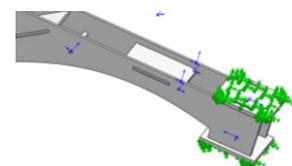
Fibre de carbone (2mm). Pvc expansé (3mm, Re=15 Mpa). Aluminium (2mm, Re=200 Mpa)



1) Simulation sur logiciel

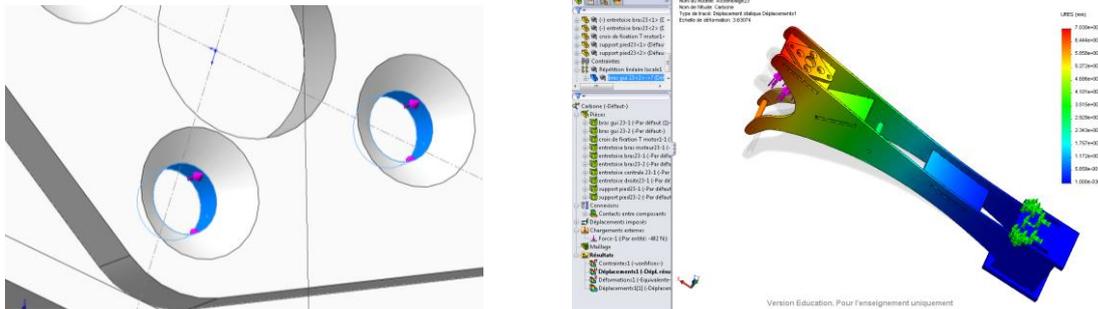
J'utilise comme logiciel SolidWorks Simulation, il permet de faire des simulations de chute, de température et bien d'autre encore. Pour cette étude, je ne ferai que des études statiques.

J'ai commencé par appliquer un matériau à tous les composants, puis je l'ai informé que les pièces sont solidaires entre elles. J'ai ensuite défini quelle partie était fixe (dans ce cas les deux plaques qui font office de la base du drone).



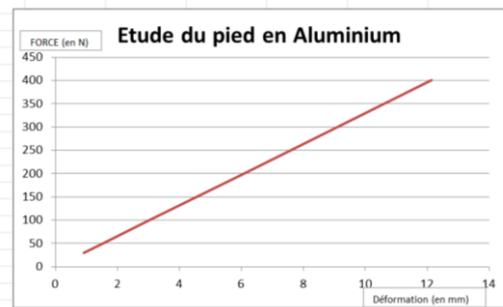
Après avoir chargé la pièce, en simulant l'action des moteurs, il faut créer le maillage plus ou moins fin.

J'ai exécuté l'étude pour obtenir des résultats.



J'exécute la simulation plusieurs fois avec des valeurs de forces différentes pour obtenir un tableau ainsi qu'une courbe des forces exercé en fonction des déplacements. :

	deplacement	force
Aluminium 2 mm	0,91	30
	1,52	50
	3,04	100
	6,08	200
	9,11	300
	12,13	400



2) Essais sur banc

Pour faire les essais, j'ai dû créer un protocole de mesure :

Protocole de mesure Bras du drone

I : Objectifs et paramètres de la mesure

Nous effectuons des recherches pour connaître le meilleur bras ainsi que le meilleur matériau possible pour le drone.

Pour cela nous appliquons donc une force perpendiculaire au bras (au 1/10ème de Newton) pour étudier l'effort maximal.

II : Types de mesures

Pour cette expérimentation, la mesure est directe car nous pouvons obtenir des résultats en positionnant l'instrument de mesure au contact de la grandeur à évaluer.



III : Moyens de mesures

Nous utilisons un banc d'essais muni d'un capteur d'effort et d'un capteur de déplacement, relié à un ordinateur.



IV : Montage de mesures

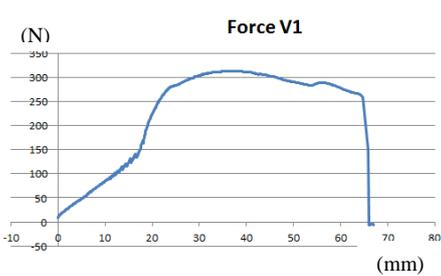
Pour monter le bras sur le banc d'essais nous avons dû fabriquer de petites plaques pour simuler la base du robot. Nous fixons ensuite le bras sur le banc d'essais en le serrant entre deux plaques.



V : Mesures

J'ai fabriqué trois pieds différents, le premier en pvc de 3 mm découpé grâce au Charly-robot et son logiciel Charly Gral. Les deux autres en Aluminium de 2 mm et en carbone de 2 mm son découpé grâce à une machine au jet d'eau. J'ai placé et chargé la pièce avec une force de 0 à 2000 Newton sur le banc d'essais, j'ai fait augmenter la charge à la vitesse de 10N par seconde.

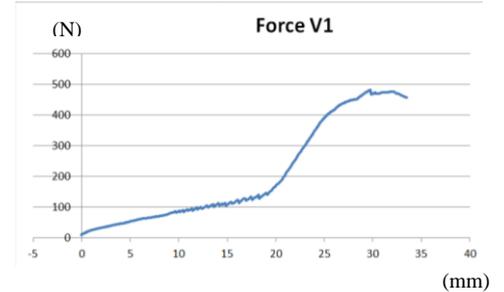
J'ai donc obtenue 3 courbes sur Excel exprimant la force (en N) en fonction du déplacement du vérin (en mm):



Pour l'Aluminium



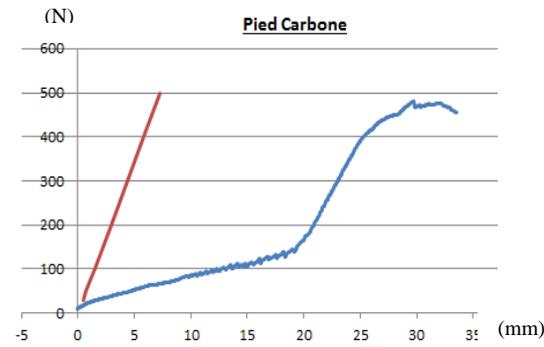
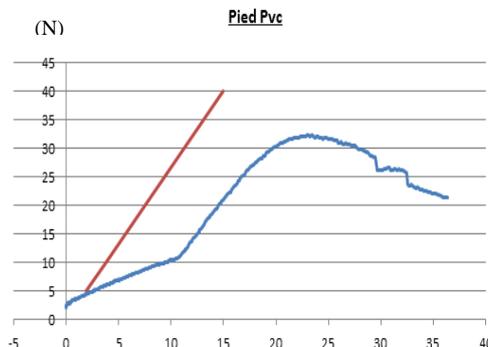
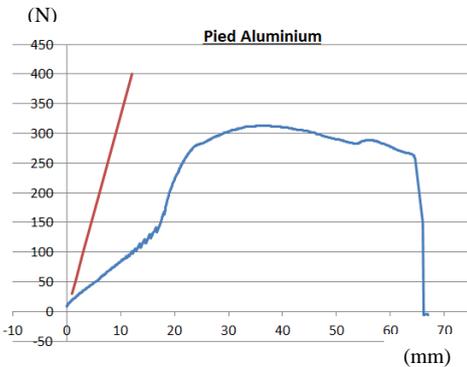
Pour le PVC



Pour le Carbone

3) Analyse des écarts

Grâce à Excel j'ai pu superposer les courbes obtenues et donc voir les différences entre la réalité et la simulation. Les trois graphiques obtenus sont :

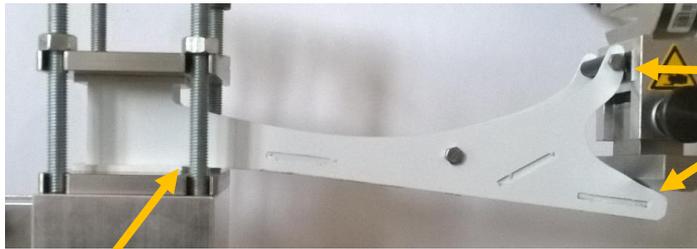


Nous pouvons remarquer de grands écarts entre la simulation et la réalité, ces différences sont dues à plusieurs critères :

-La pièce est totalement rigide en simulation, elle ne se déforme que sur l'axe X, alors que sur le banc d'essais celle-ci se déforme sur l'axe Y également.



-Le placement du pied sur le banc par rapport à la force exercée ne correspond pas totalement à la simulation SolidWorks.



La partie permettant de surélever le drone but contre le vérin.

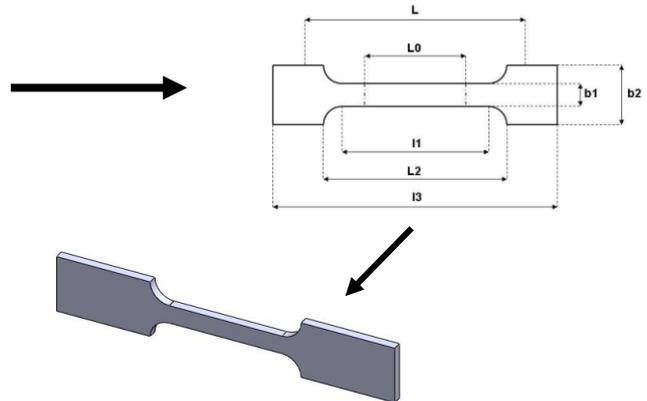
On pousse sous le bras pour simuler l'action des moteurs.

Les petites platines fabriquées pour placer le bras n'étaient pas assez rigide, les pieds s'introduisaient dans celles-ci.

-Les matériaux définis ne sont pas exactement les mêmes en simulation et dans la réalité. J'avais fabriqué de petites éprouvettes permettant d'extraire les caractéristiques des matériaux mais par manque de temps je n'ai pas pu les briser, j'ai donc pris des matériaux avec des caractéristiques proches dans un catalogue. Pour cela j'avais extrait la taille qu'il fallait exactement pour des plaques de 2mm et 3mm sur internet puis je les ai fabriquées :

Norme	Type d'éprouvette	l ₀	l ₁	b ₂	b ₁	h	L _a	L	Forme
ISO 3167	A	> 150	80 ± 2	20 ± 0,2	10 ± 0,2	4 ± 0,2	-	-	Haltere
ISO 3167	B	> 150	60 ± 0,5	20 ± 0,2	10 ± 0,2	4 ± 0,2	-	-	Haltere
ISO 527-2	1A	> 150	80 ± 4	20 ± 0,2	10 ± 0,2	4 ± 0,2	50 ± 0,5	115	Haltere
ISO 527-2	1B	> 150	60 ± 0,5	20 ± 0,2	10 ± 0,2	4 ± 0,2	50 ± 0,5	L ₂ + 5 ; L ₂ = 106...120	Haltere
ISO 527-2	1BA	> 75	30 ± 0,5	10 ± 0,5	5 ± 0,5	> 2	25 ± 0,5	L ₂ + 2 ; L ₂ = 58 ± 2	Haltere
ISO 527-2	1BB	> 30	12 ± 0,5	4 ± 0,2	2 ± 0,2	> 2	10 ± 0,2	L ₂ + 1 ; L ₂ = 23 ± 2	Haltere
ISO 527-2	5A	> 75	25 ± 1	12,5 ± 1	4 ± 0,1	> 2	20 ± 0,5	50 ± 2	Haltere
ISO 527-2	5B	> 35	12 ± 0,5	6 ± 0,5	2 ± 0,1	> 1	10 ± 0,2	20 ± 2	Haltere

Dimensions des éprouvettes pour essais de traction selon les normes : Thermoplastiques et thermodurcis
Dimensions of specimens for tensile testing according to standards.: Thermoplastics and thermosets



IV : Conclusion

Grâce aux courbes obtenues, j'ai pu constater que le carbone était le matériau le plus adéquat pour le robot, en effet il est moins lourd que l'aluminium (environ 2 fois -) et plus résistant que le PVC (environ 10 fois +). Malgré cela, j'ai fabriqué mon drone en PVC car il offre une résistance assez grande et il a un coût beaucoup moins élevé que le carbone.



Après la construction d'un premier prototype, la partie électronique venait finalement intervenir avec la partie mécanique, il m'a fallu faire de la place pour deux capteurs ainsi qu'un bus de connexion. Pour cela, j'ai ajouté plusieurs étages en reprenant les plaques déjà conçues.



Après quelques essais avec les moteurs, je me suis aperçu qu'une pièce n'allait pas. La croix de fixation cassait avec l'inertie du moteur, cette pièce était à la base fabriquée avec un matériau résistant mais j'avais fabriqué la version modifiée en abs. J'ai donc modifié de nouveau la pièce en rajoutant de la matière là où elle cassait.

