

LUIS Théo
TS2CPI

MiniBee

U51-Projet Conception détaillée



Revue finale

Lycée Louis Armand

MiniBee

1	Introduction	3
1.1	Contexte.....	3
1.1.1	Présentation du projet	3
1.1.2	Cahier des charges	4
1.1.3	Problématique.....	4
1.1.4	Répartition des tâches.....	5
1.1.5	Organisation de la maquette numérique.....	5
1.1.6	Objectif.....	5
1.2	Moyens liés à l'étude	6
1.2.1	Logiciels	6
2	Contraintes de conception.....	7
2.1	Diagramme fast.....	7
2.2	Analyse de l'existant.....	7
2.3	Contraintes générales	8
2.4	Contraintes de composants.....	8
2.4.1	Problèmes rencontrés	9
3	Démarche de conception.....	11
3.1	Redimensionner les trous du moteur.....	11
3.2	Réalisation du carénage.....	12
3.2.1	Croquis.....	12
3.2.2	CAO	12
3.3	Réalisation support moteur.....	12
3.3.1	Croquis.....	12
3.3.2	CAO	13
3.4	Réalisation des profilés	14
3.4.1	Croquis.....	14
3.4.2	CAO	15
3.5	Réalisation des fixations profilés	15
3.5.1	Croquis.....	15
3.5.2	CAO	16
3.6	Réalisation fixations arbre	16
3.6.1	CAO	16
4	Gamme de montage.....	18
4.1	Gamme d'assemblage	18
4.2	Assemblage global.....	19
5	Recherche de matériaux	21

6	Résistance des matériaux	23
6.1	Résistance des profilés	23
6.2	Résistance du support moteur.....	24
6.3	Résistance fixation	24
7	Maquette numérique	26
8	Architecture Globale.....	27
9	Démarche de cotation	28
9.1	Flux d'énergie.....	28
9.2	Graphe des liaisons.....	28
9.3	Diagramme Fast.....	29
9.4	Ajustement de la pièce	29
10	Cotation	30
11	Conclusion.....	31

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte

1.1.1 Présentation du projet

Le MiniBee est un aéronef à décollage vertical et atterrissage vertical grâce à huit propulseurs électriques alimentés par une énergie hybride. (un moteur à combustion (APU) fonctionnant au fuel entraîne une génératrice qui permet de charger les batteries et d'alimenter les moteurs à hélice). Le Mini Bee est décliné en plusieurs versions. L'étude de collaboration menée ici permettra de développer la version de type Ambulance.

Le système MiniBee est composé de :

- un fuselage intégrant un cockpit ;
- deux ailes démontables ;
- dix rotors électriques dont quatre orientables ;
- des systèmes électroniques de commande et de sécurité ;
- d'un train d'atterrissage.

Notre objectif est de développer un avion hybride à des fins médicales.

Le projet a été lancé en janvier 2015 pour étudier le transport aérien individuel mais est passé au transport médical en 2016.

Pas moins de 15 universités et une 10aine d'industriels suivent ce projet et collaborent afin de pouvoir le présenter à taille réelle au Salon du Bourget en 2019.



Figure 1 : Prototype Minibee

1.1.2 Cahier des charges

Cahier des charges - Mini Bee						
Exigences	Mot clé	Critères	Niveaux	Flexibilité	Commentaires	
4.1: Pouvoir décoller et atterrir verticalement	Décoller	vitesse	V=7.6 m/s	F0		
	Atterrir	vitesse	V= 7.6 m/s	F0		
4.3: Avoir différentes vitesses	Vitesse de croisière	vitesse	V=220 km/h	F0		
	vitesse maximum	vitesse	V=300 km/h	F0		
4.4: Avoir une masse maximal	Masse maximal	masse	M=1200 kg	F1		
4.5: Pouvoir embarqué une masse maximal	Masse maximal	masse	M=400 kg	F1		
4.5.2: Pouvoir transporter des personnes	Transporter	nombre de siège pilote	1 siège	F0		
		nombre de siège docteur	1 siège	F0		
		nombre de brancard	1 siège	F0		
	Personnes	nombre de personne	3 personnes	F0		
		masse des personnes	m=?		a définir	
4.6: Doit être facilement pilotable	Pilotable	manche	type avion de ligne	F1	voir image en annexe	
4.7: Avoir un rayon d'action minimal	Rayon d'action	distance	De 600 km	F0		
4.8: Avoir une plage d'altitude de croisière	Plage d'altitude	distance	2000-4000 m	F1		
4.10: Avoir des hélices pivotant	Hélices	matériaux	Acier inoxydable			
		vitesse de rotation	$\omega=?$		a définir	
		vitesse de rotation	$\omega=283 \text{ rad/s}$			
4.11: Pouvoir utilisé une énergie hybride	Energie Hybride	utilisation de l'énergie électrique et thermique	oui	F0		
4.11.1: Pouvoir utilisé du fuel comme carburant	Fuel	Quantité de fuel embarqué	Q=300 L	F0		
4.11.2: Pouvoir utilisé une énergie électrique	Energie électrique	Masse maximale des batteries	M=90 kg	F1		
		moteur des rotors	EMRAX 188	F0		
4.12: Avoir un faible coût d'utilisation	Coût d'utilisation	entretien	oui	F0		
		consommation	faible	F0		
		pluie	impermeabilité	F0		
4.13: Résisté au milieu ambiant	Milieu ambiant	corrosion	non	F0		
		conditions adverses de turbulence	structurel	F0		
4.15: Avoir un fuselage en profilé	Profilé	Dimension	40'40'2 mm	F0	voir schéma en annexe	
		matériaux	aluminium	F0		
4.9: Ne doit pas dépassé le budget	Budget	Argent disponible maximal	4 000 000 l	F0		

Grâce au cahier des charges établi précédemment, nous retrouvons le moteur à utiliser : le moteur EMRAX 188

Figure 2 : Extrait cahier des charges

1.1.3 Problématique

Tout le monde s'accorde aujourd'hui à dire que les systèmes de transports vont devoir relever un défi majeur au cours des prochaines décennies pour assurer durablement la mobilité et les déplacements des personnes. En effet, si la moitié de la population mondiale habite désormais en ville, les prévisions annoncent qu'en 2050, plus des 2/3 de la population mondiale résideront en ville.

LUIS	Théo	 	Conception détaillée de l'implantation des rotors électriques
TAUZIN	Gabin		Conception détaillée du système d'orientation des rotors dans les ailes
PARTOUCHE	Mathias		Conception détaillée du fuselage et de son système de verrouillage

1.1.4 Répartition des tâches

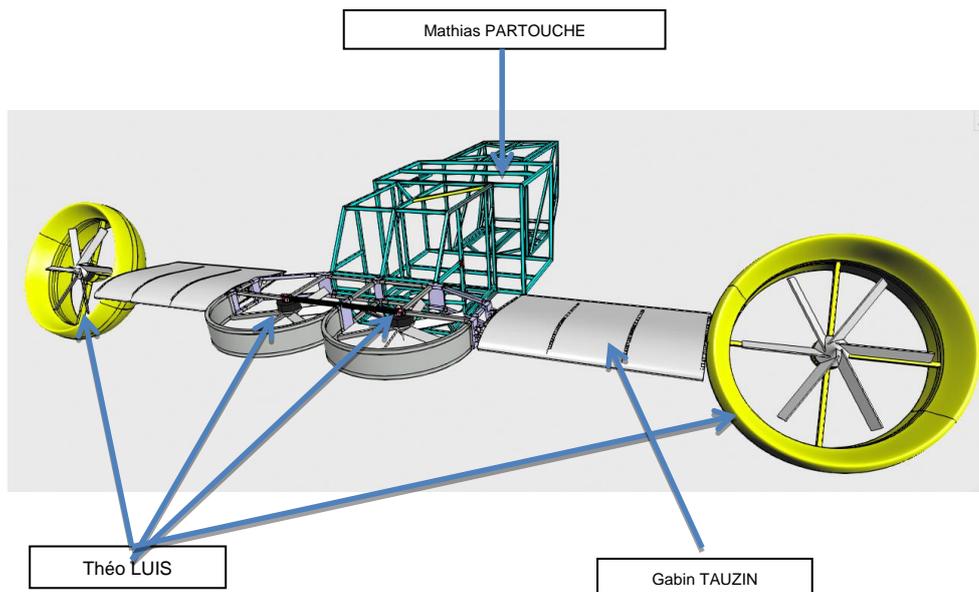
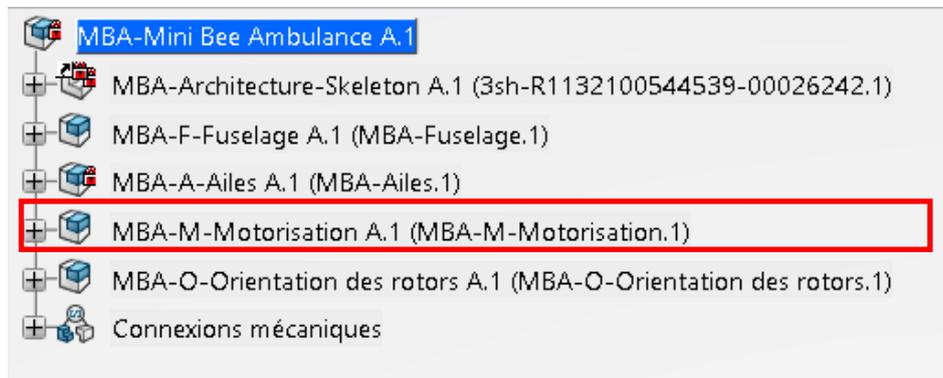


Figure 3 : Ancienne Maquette numérique

1.1.5 Organisation de la maquette numérique



La maquette numérique que nous avons à disposition est disposée en fonction des différents sous-ensembles du MiniBee. Nous pouvons donc travailler chacun sur la maquette, en fonction de l'avancement du travail personnel. Cette organisation nous permet d'insérer de nouvelles pièces et de vérifier qu'elles sont conformes à nos attentes.

1.1.6 Objectif

L'objectif est de collaborer avec l'entreprise Technoplane et des élèves de l'école d'ingénieurs SUPMECA, afin de concevoir un aéronef capable de voler à l'énergie hybride.

1.2 Moyens liés à l'étude

À la suite de l'analyse de l'expression du besoin et au travail effectué sur le véhicule urbain électrique précédemment, il en suit de respecter les contraintes qui nous ont été imposées.

Les moyens liés à notre étude comprennent notamment l'analyse des prototypes, le budget puis le matériel mis à notre disposition.

Imprimante 3D	Perceuse	Découpe Laser (Bois de faible ép : < 1mm)	Tour	Fraiseuse
				
ULTIMAKER 3	SerrMac	JAMP78	Realmeca T2	HUVRAN

1.2.1 Logiciels

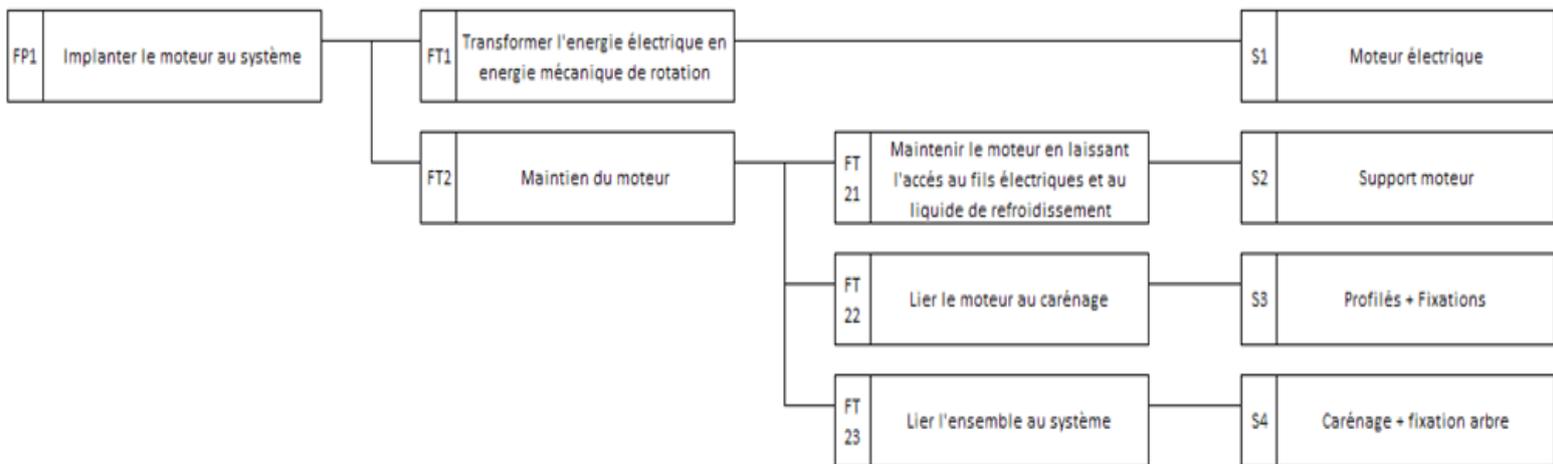
Au cours du projet, les outils de conception et d'assistance seront indispensables, les logiciels suivants seront utilisés :

- 3DExperience (CAO, gestion de projet)
- CES EduPack (Choix des matériaux et procédés)
- MagicDraw (Diagrammes SysML)
- Pack office (rédaction)

2 CONTRAINTES DE CONCEPTION

2.1 Diagramme fast

Afin d'implanter les rotors au système, nous allons utiliser comme composants, un moteur, deux supports moteur, 4 profilés, un carénage et des fixations qui vont fixer les pièces entre elles.



2.2 Analyse de l'existant

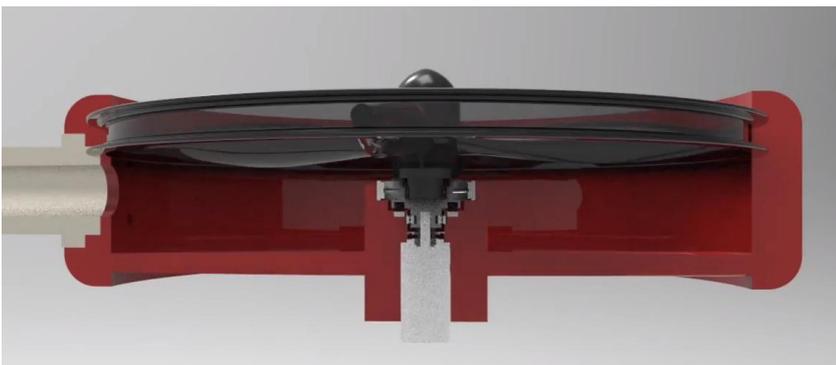


Figure 4 : rotor Minibee

Une courte vidéo sur le MiniBee a été réalisée par l'IUT du Havre sur YouTube, ce qui m'a permis de me familiariser avec ma partie : l'implantation des rotors dans le système.

2.3 Contraintes générales

Les solutions comprendront un nouveau moteur, un nouveau support et une nouvelle structure.

Les principales contraintes à prendre en compte sont :

- L'Encombrement
- La position
- L'assemblage correct des pièces
- Le poids

2.4 Contraintes de composants

Sur le cahier des charges, le moteur à utiliser était l'EMRAX 268. J'ai donc commencé mes recherches sur ce moteur.

CARACTÉRISTIQUES

Moteurs EMRAX 268 :

- Diamètre= 268mm
- Largeur= 91mm
- Puissance max= 230kW (à 4500tr/min)
- Couple Max= 500 N.m
- Puissance continue= 100kW
- Couple continue jusqu'à 250 N.m
- Rendement $\eta = 0.98$
- Masse sèche: 19,9 kg (AC) / 20,3 kg (CC, LC)\$

(Air refroidi = AC Refroidi par liquide = LC Combiné refroidi = air + liquide refroidi = CC)

A photograph of the EMRAX 268 motor, a large, black, circular industrial motor with a silver-colored central hub and mounting feet.

Suite à une conversation téléphonique avec l'entreprise TECHNOPLANE, ils ont décidé de changer le moteur et d'utiliser l'EMRAX 188

CARACTÉRISTIQUES

Moteurs EMRAX 188 :

- Diamètre= 188mm
- Largeur= 77mm
- Puissance max= 60kW (à 6000tr/min)
- Couple Max= 90 N.m
- Puissance continue= jusqu'à 32kW
- Couple continue jusqu'à 50 N.m
- Rendement $\eta = 0.98$
- Masse sèche: 6.8 kg (AC) / 7.0 kg (CC, LC)\$

(Air refroidi = AC Refroidi par liquide = LC Combiné refroidi = air + liquide refroidi = CC)

A photograph of the EMRAX 188 motor, a smaller, black, circular industrial motor with a silver-colored central hub and mounting feet.

Dimensions :

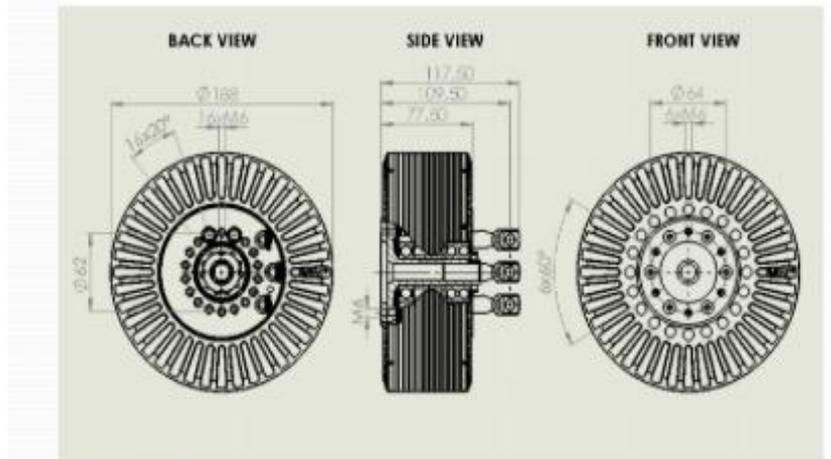
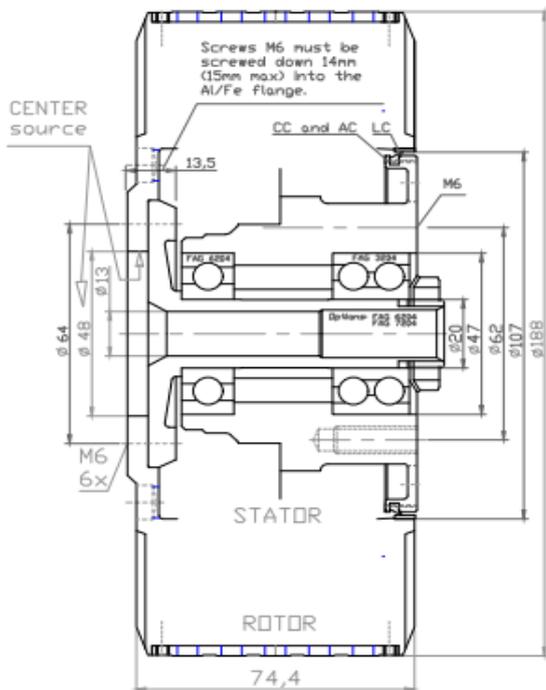


Figure 3: EMRAX 188 drawing

Montage Avant: 6 trous filetés M6
: Dos: 16 trous filetés M6

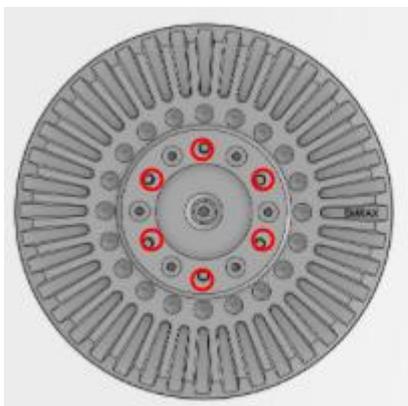
Figure 5 : Dimensions moteur Emrax 188

Grâce aux dimensions du moteur ci-dessus je pourrai par la suite concevoir le support moteur.

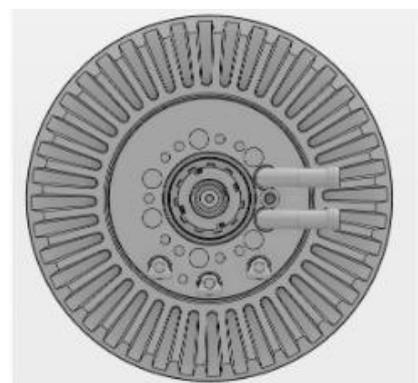
2.4.1 Problèmes rencontrés

Sur le guide de montage du site EMRAX il est dit que le moteur possède 6 trous filetés M6 à l'avant et 16 trous filetés M6 à l'arrière.

En analysant la CAO, je remarque que les trous M6 sont bien présents à l'avant.

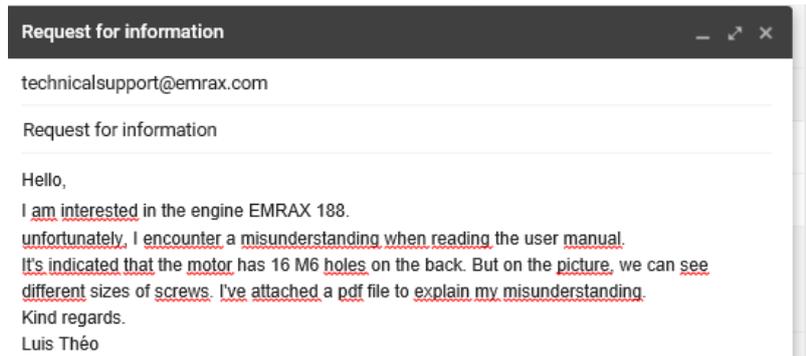


Il y a bien 6 trous M6 à l'avant



A l'arrière, je constate que les trous sont de dimensions différentes.

J'ai donc contacté le service technique du site EMRAX par mail :



Réponse :

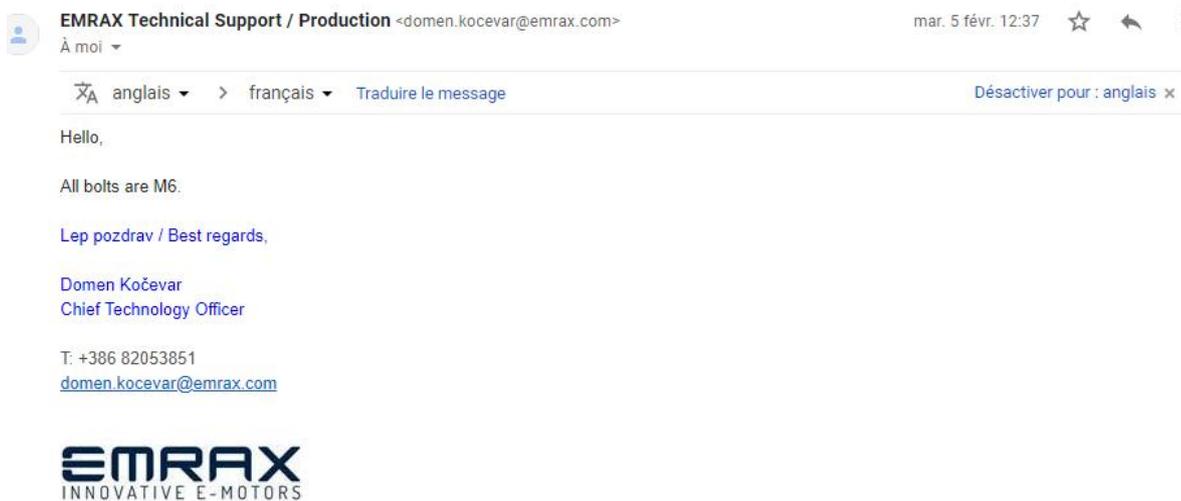
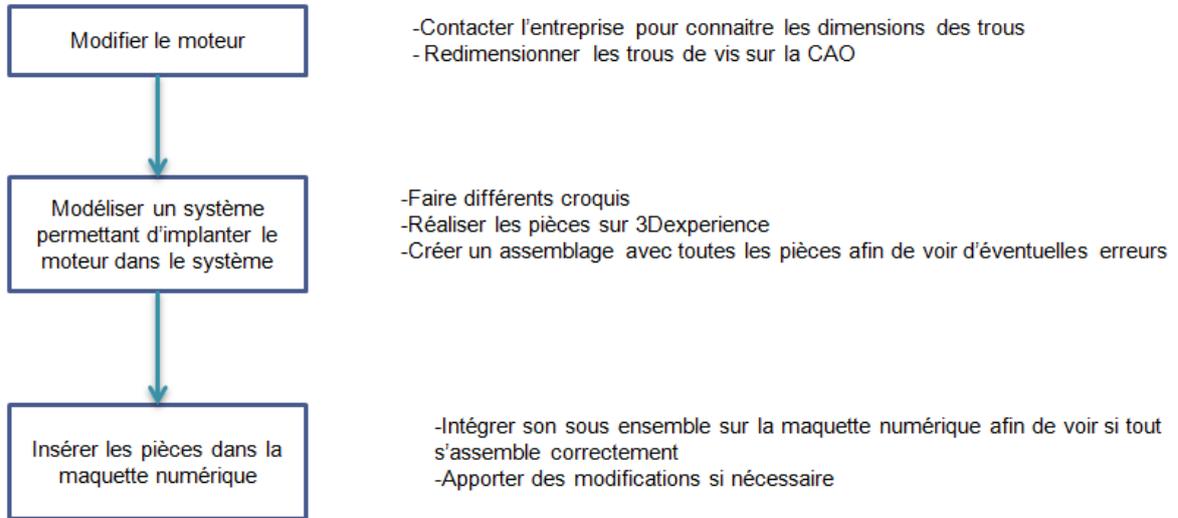
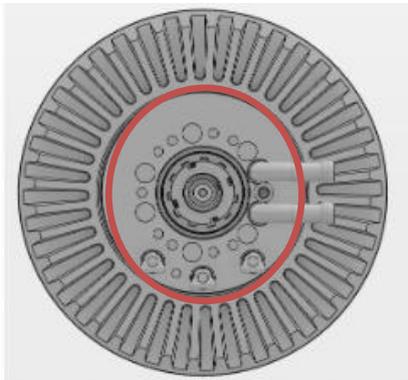


Figure 6 : Extrait conversation avec Emrax

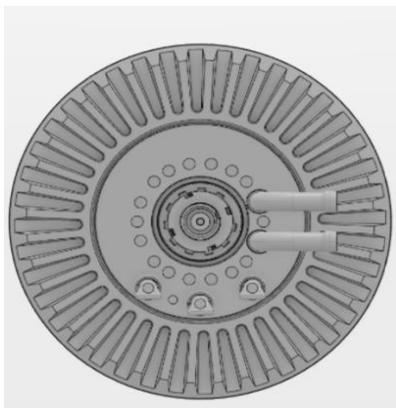
3 DEMARCHE DE CONCEPTION



3.1 Redimensionner les trous du moteur



D'après le mail du constructeur EMRAX, tous les trous sont censés être de taille M6.



Une fois les trous modifiés, je peux ensuite passer à la conception d'un support moteur qui tiendra compte de tous ces trous et autres passages.

3.2 Réalisation du carénage

3.2.1 Croquis

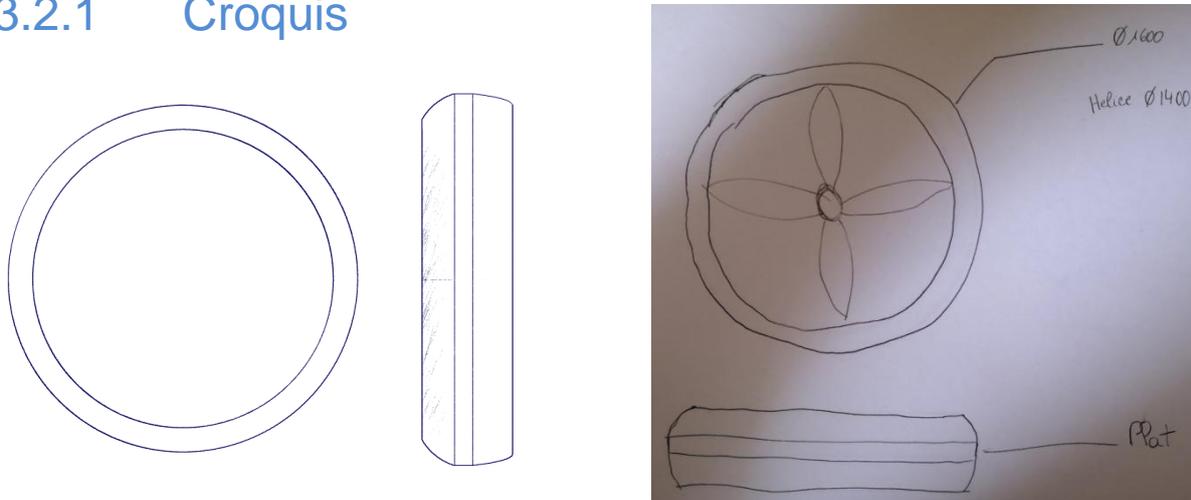


Figure 7 : Croquis Carénage

Pour réaliser le carénage, j'ai dû tenir compte des hélices de 1400mm de diamètre mais aussi des pièces extérieures qui vont venir se lier au carénage.

3.2.2 CAO



Figure 8 : Carénage modélisé

Le carénage reste très simple pour l'instant mais au fur et à mesure du projet il sera modifié pour pouvoir y assembler d'autres pièces.

3.3 Réalisation support moteur

3.3.1 Croquis

Après avoir relevé toutes les dimensions des trous pour les fils électriques, liquide de refroidissement et passage de vis, j'ai pu commencer les croquis du support moteur.

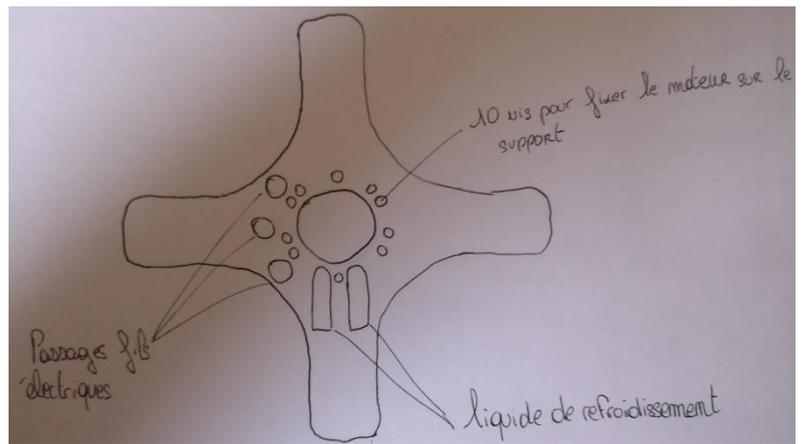
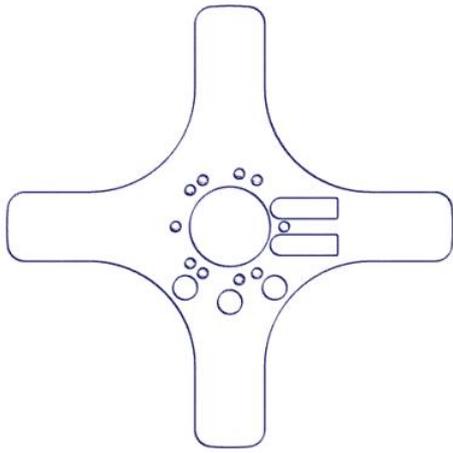
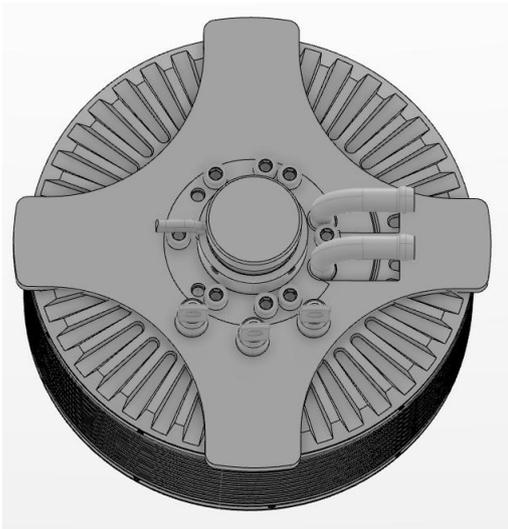


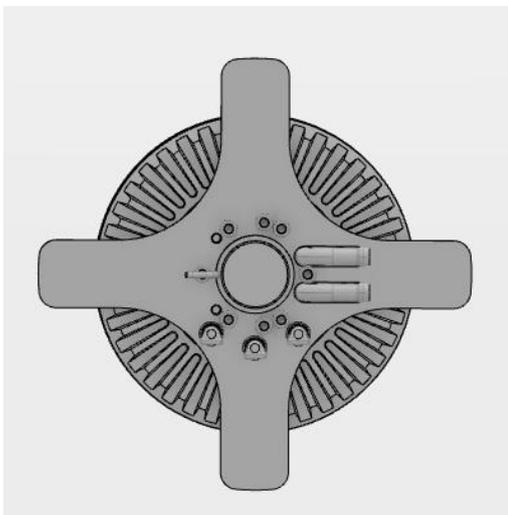
Figure 9 : Croquis support moteur

3.3.2 CAO



Le support laisse bien passer tous les composants électriques mais aussi les tuyaux pour le liquide de refroidissement.

Par contre en assemblant le moteur et le support, je remarque que je dois agrandir la taille du support afin de pouvoir le fixer.



Par la suite, j'ai donc modifié la taille du support.

Au fur et à mesure du projet, le support est susceptible d'être modifié en fonction des autres pièces.

Figure 10 : Support modélisé + moteur

3.4 Réalisation des profilés

3.4.1 Croquis

Profilé 40x40x2

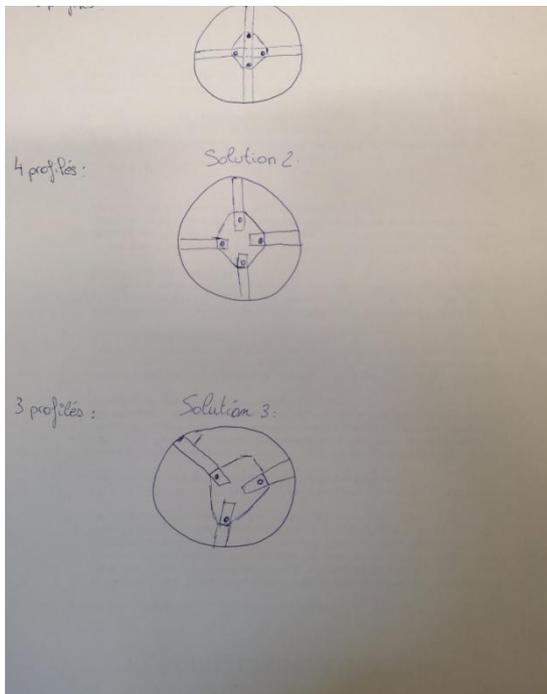
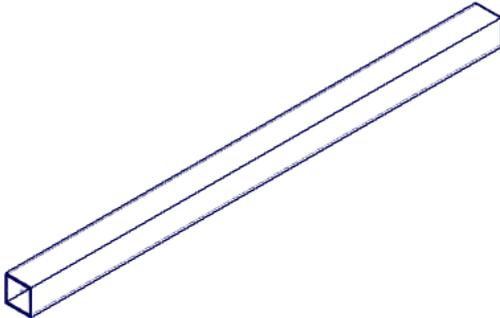


Figure 11: Croquis profilés

Les profilés que nous devons utiliser sont des profilés carrés imposés de dimension 40 x 2.

Nous devons donc choisir un matériau et vérifier si le profilé résiste.

Toutefois, nous devons nous interroger sur le nombre et la taille des profilés à utiliser pour soutenir le moteur.

J'ai réfléchi à plusieurs solutions. Une solution avec 2,3 ou 4 profilés. La solution avec les 4 profilés me paraît la plus adéquate. Elle permet un passage plus facile des fils électriques jusqu'au moteur.

3.4.2 CAO

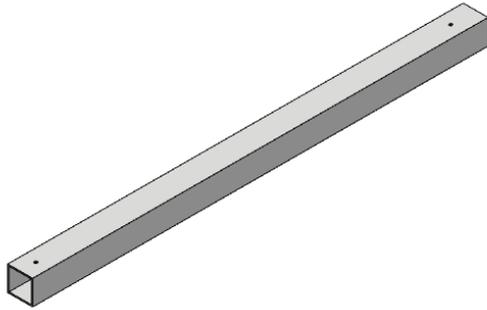


Figure 12 : profilé modélisé

J'ai donc réalisé le profilé sur 3D expérience en rajoutant des perçages aux extrémités pour permettre de se fixer aux supports moteur et au carénage.

Ensuite, je vais devoir créer une pièce qui va lier les profilés et le carénage.

3.5 Réalisation des fixations profilés

3.5.1 Croquis

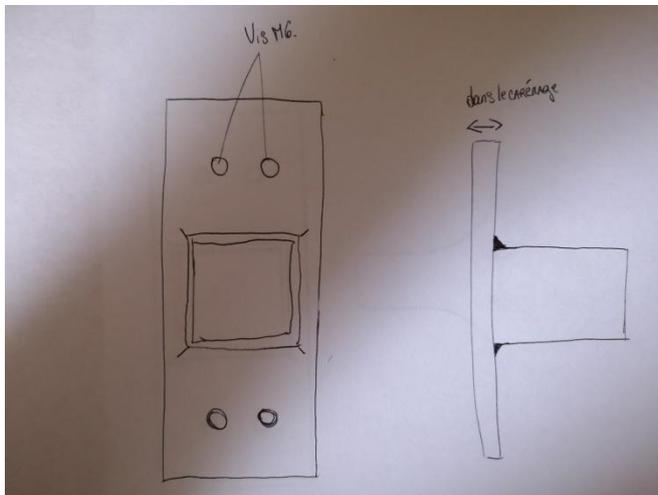
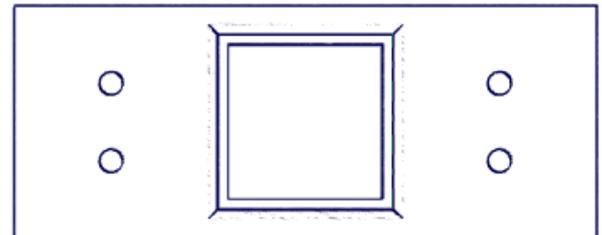


Figure 13: Croquis fixation



Cette pièce va devoir supporter les profilés mais aussi s'intégrer au carénage. Pour se faire, je vais devoir aussi ajouter des modifications au carénage.

3.5.2 CAO

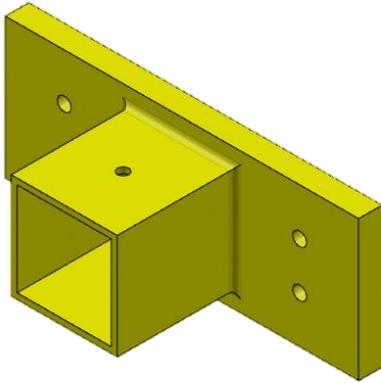
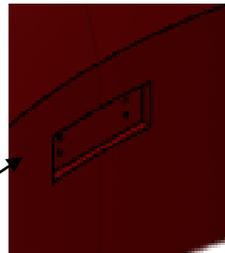


Figure 14: Fixation modélisé

Il y a 4 trous M6 pour pouvoir encastrer cette pièce sur le carénage et un autre trou M6 qui va servir à fixer les profilés.



Il y aura un enlèvement de matière permettant une mise en position des fixations.



Figure 15: Carénage modélisé

3.6 Réalisation fixations arbre

3.6.1 CAO



Figure 16: Fixation arbre modélisé en deux parties

Ces pièces vont servir à fixer mon système sur l'arbre de Gabin tauzin. Son arbre va venir entourer ma pièce et se fixer dessus grâce à une goupille. Une pièce de chaque côté du carénage qui vont tenir grâce à des tiges filetées maintenues par des écrous. Un enlèvement de matière sera prévu sur le carénage pour la mise en position de cette pièce.

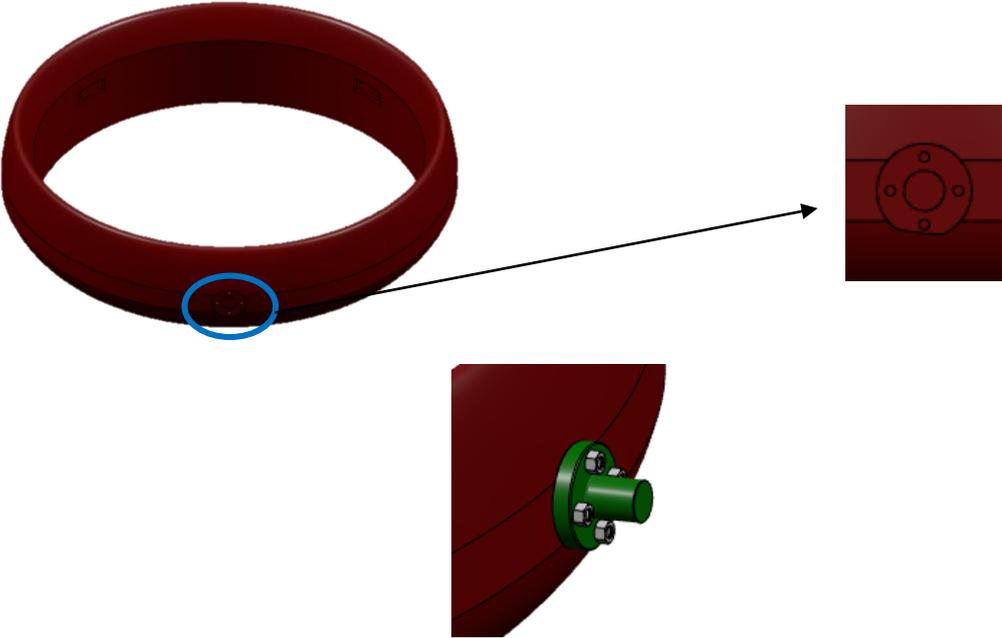


Figure 17: Fixation arbre + carénage

4 GAMME DE MONTAGE

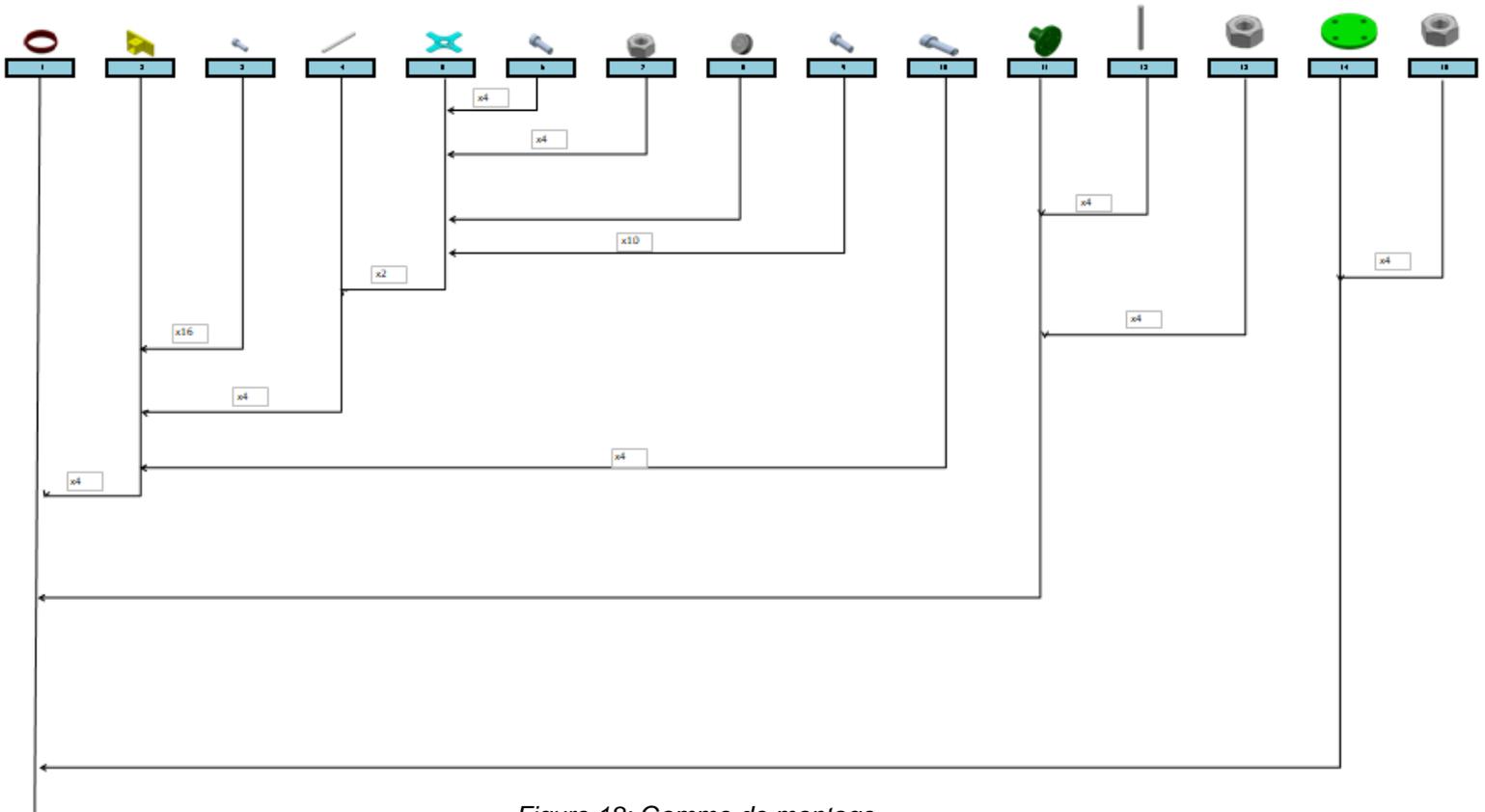


Figure 18: Gamme de montage

Pour éviter les erreurs de montage ou démontage d'un produit comportant de nombreux éléments, il faut connaître précisément l'ordre d'assemblage des pièces qui le constituent. Pour cela on définit un document appelé gamme de montage.

La gamme indique l'ordre des opérations. Elle est déterminée à l'aide d'une recherche d'antériorité entre les différentes opérations à effectuer. Ci-dessus on peut voir la gamme de montage du sous ensemble.

4.1 Gamme d'assemblage

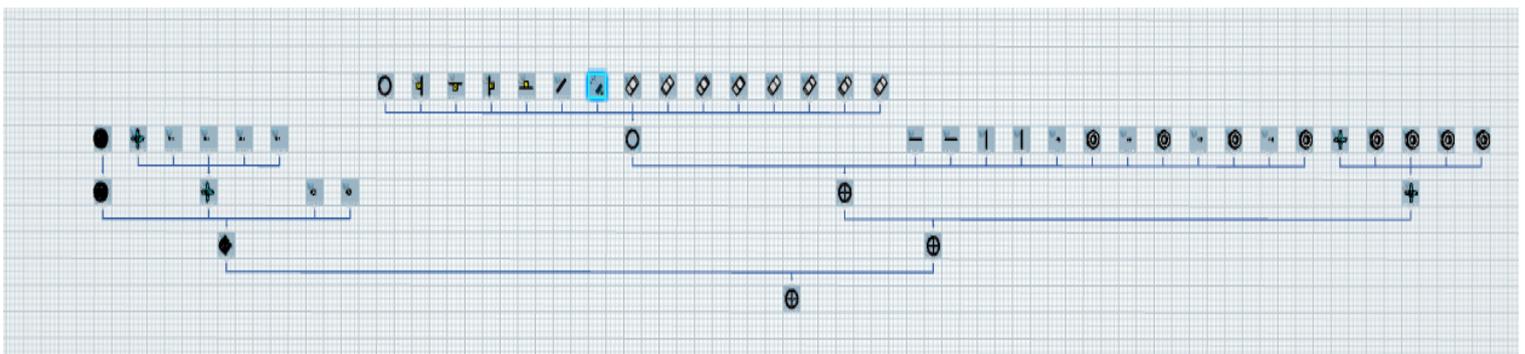
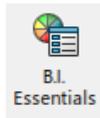


Figure 19: Gamme d'assemblage sur 3DExperience

L'avantage de réaliser une gamme de montage sur 3DExperience est que nous pouvons vérifier que toutes les pièces sont bien incorporées dans cette gamme grâce à l'outil B.I Essentials.



Lorsque nous sélectionnons cet outil, nous avons la possibilité de vérifier plusieurs critères. Ici nous vérifions l'état d'achèvement de l'article manufacturé.

On peut donc apercevoir les cases ci-dessous vertes. Cela signifie que la gamme de montage est bien composée de toutes les pièces du sous-ensemble.

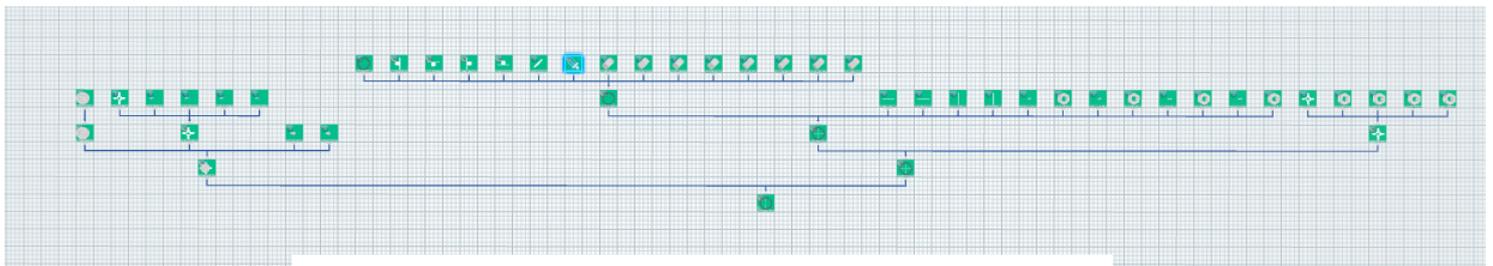


Figure 20: Gamme d'assemblage sur 3DExperience

4.2 Assemblage global

Si nous suivons correctement la gamme de montage, le résultat obtenu sera comme ci-dessous :

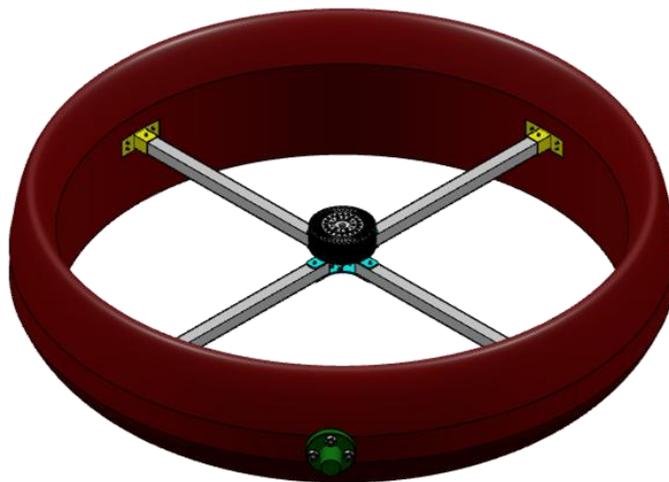


Figure 21: Assemblage global

On peut voir ci-dessous sur l'éclaté de mon sous-ensemble toutes les pièces créées mais aussi les différentes pièces qui vont permettre d'être liées entre elles tels que des vis et des écrous de différentes tailles.

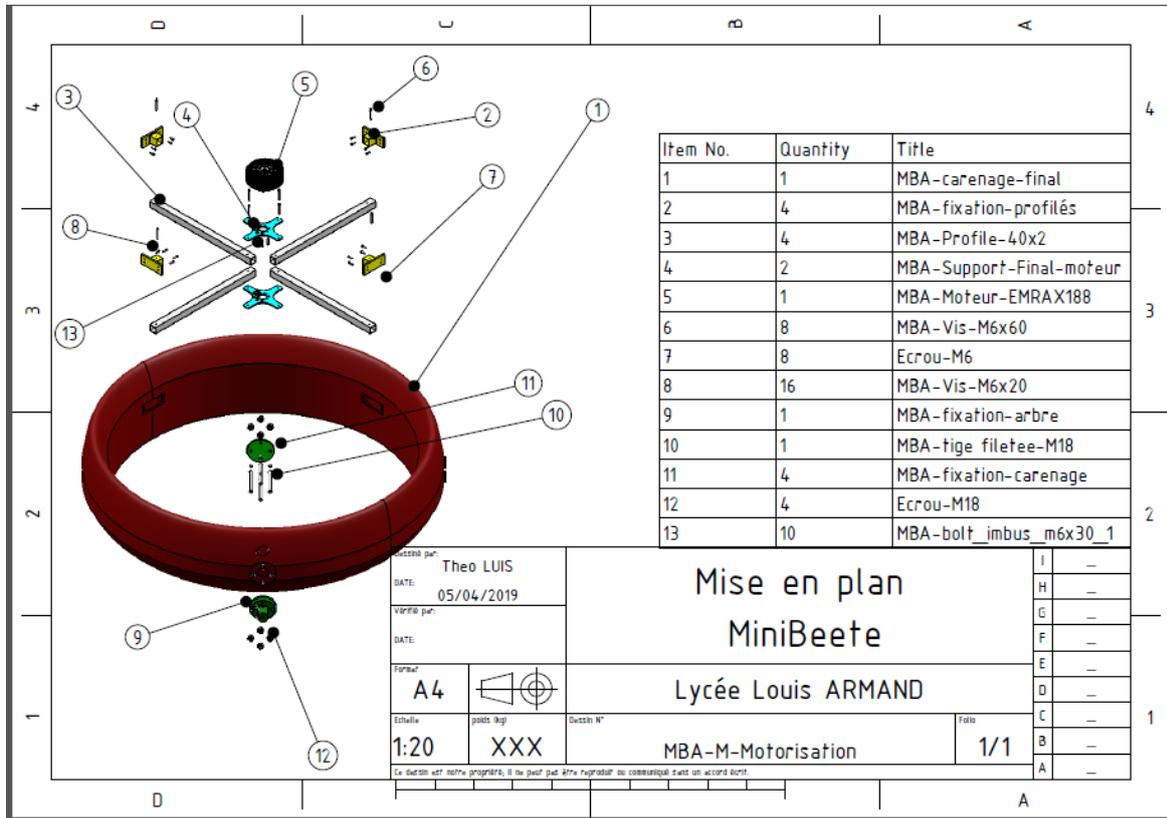
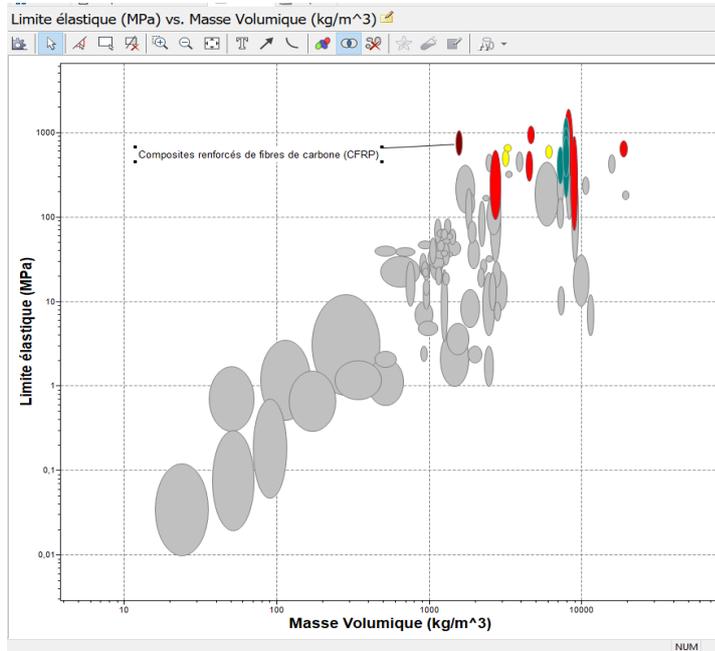


Figure 22: Assemblage global

5 RECHERCHE DE MATERIAUX

Pour la partie la plus volumineuse, le carénage, nous recherchons un matériau à la fois léger et résistant.



Pour trouver le matériau dont j'ai besoin, je fais une analyse CES en classant les matériaux sur un graphique en fonction de leur limite élastique par rapport à leur masse volumique.

Le matériau à la fois résistant et léger est la fibre de carbone. Le seul point faible est son prix élevé.

Figure 23: Graphique CES

Les caractéristiques des composites renforcé de fibres de carbones :

Propriétés générales

Masse Volumique	(i)	1,5e3	-	1,6e3	kg/m ³
Prix	(i)	* 33,5	-	37,2	EUR/kg
Date de première utilisation ("-" signifie "Avant Jésus Christ")	(i)	1963			

Propriétés mécaniques

Module de Young	(i)	69	-	150	GPa
Module de cisaillement	(i)	28	-	60	GPa
Module de compressibilité	(i)	43	-	80	GPa
Coefficient de Poisson	(i)	* 0,305	-	0,307	
Limite élastique	(i)	550	-	1,05e3	MPa
Résistance en traction	(i)	550	-	1,05e3	MPa
Résistance à la compression	(i)	440	-	840	MPa
Allongement	(i)	* 0,32	-	0,35	% strain
Mesure de dureté Vickers	(i)	* 10,8	-	21,5	HV
Limite de fatigue	(i)	* 150	-	300	MPa
Ténacité	(i)	* 6,12	-	20	MPa.m ^{0.5}
Coefficient d'amortissement (tan delta)	(i)	* 0,0014	-	0,0033	

Voir la fiche technique en annexe

Pour les autres pièces, nous rechercherons un matériau un peu moins léger et moins coûteux mais tout de même très résistant.

Je me suis donc basé sur les conditions du cahier des charges qui impose que le matériau du MiniBee doive résister au milieu ambiant, c'est-à-dire, à la pluie (impermeabilité) et à la corrosion sans oublier l'optimisation de la durée de vie du produit.

J'ai fait des recherches sur les matériaux fréquemment utilisés dans l'aéronautique et j'ai finalement décidé d'utiliser l'aluminium 7175t6 sur mes autres pièces.

Ce matériau répond bien au cahier des charges, car l'alumine qui se forme sur la partie extérieure du métal est une couche protectrice qui empêche l'oxydation d'aller plus loin dans la matière. Il a un coût de 3.4€/kilo : une masse volumique pas trop élevée et une limite élastique quand à elle assez élevée.

Mechanical properties

Young's modulus		70	-	73,6	GPa
Yield strength (elastic limit)		455	-	524	MPa

Price

Price		* 3,4	-	3,61	EUR/kg
Price per unit volume		* 9,49e3	-	1,01e4	EUR/m ³

Voir la fiche technique en annexe

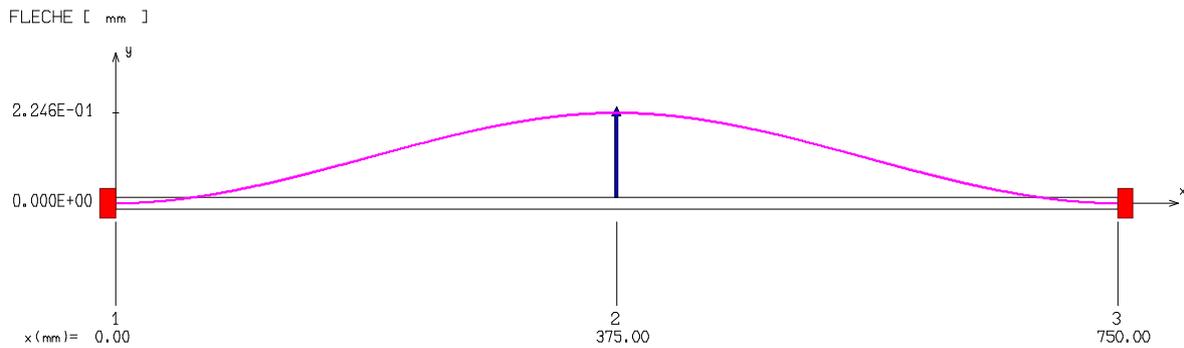
Ensuite pour les composants :

- Vis M6x60, M6x20, M6x30
- Tige filetée
- Ecrous

J'ai du prendre en compte le milieu ambiant, ainsi que la résistance du matériau par rapport aux efforts exercés sur les composants. Donc j'ai décidé d'appliquer de l'Inox 316L avec une masse volumique de 7960 Kg/m³. Ce matériau est lourd mais les pièces sur lesquelles il est appliqué sont très petites et ne représenteront qu'une faible partie du poids total. De plus c'est un matériau qui est très sollicité pour les écrous, les visseries, les goupilles grâce à sa forte résistance à la corrosion, mais également son prix qui est de 5€/kg, ce qui serait rentable par rapport à la durée de vie des composants par la suite.

6 RESISTANCE DES MATERIAUX

6.1 Résistance des profilés



Les profilés disponibles imposés par Technoplane sont des profilés [40;40;2]

Les profilés sont en alu 7175 t6, j'ai donc réalisé l'étude avec ce matériau.

Nous avons besoin de 4 profilés de 750 mm par rotor.

Force de poussée 550N (car la force de poussée totale est de 2100N et nous avons 4 profilés par rotor)

Flèche maximale → 0.5mm

Taille des Profilés requis [40;40;2]

Nous remarquons que la flèche maximale est bien inférieure à 0.5mm (elle est de 0,2 mm) nous validons donc ces profilés.

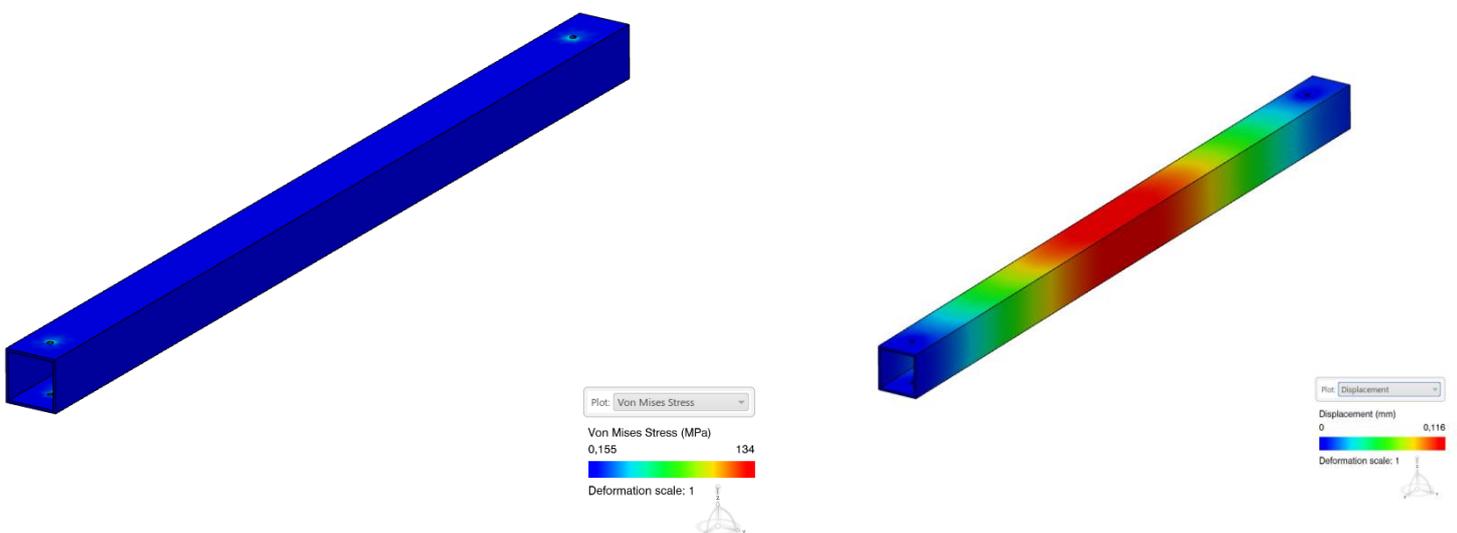


Figure 24: Simulation RDM

La contrainte maximale exercée sur le profilé est de 134 MPa.
La contrainte maximale est inférieure à la limite élastique du matériau qui est de 455 MPa.
La pièce résiste largement. De plus, le déplacement est de 0,1 mm seulement.

6.2 Résistance du support moteur

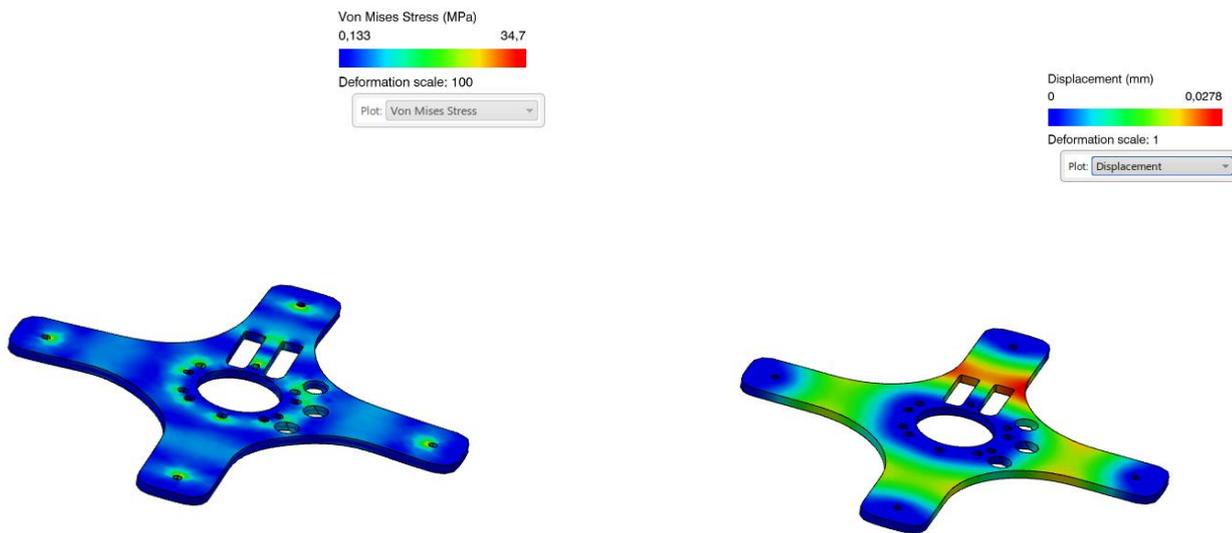


Figure 25: Simulation RDM

La contrainte maximale exercée sur le profilé est de 34.7 MPa.
La contrainte maximale est inférieure à la limite élastique du matériau qui est de 455 MPa.
La pièce résiste largement. De plus, le déplacement est de 0,027 mm seulement ce qui est largement acceptable.

6.3 Résistance fixation

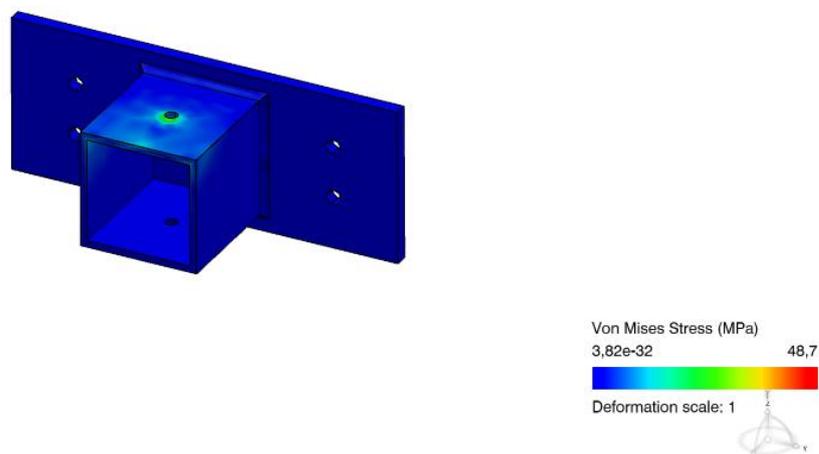
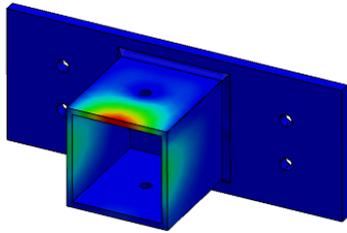


Figure 26: Simulation RDM



La contrainte maximale exercée sur le profilé est de 48.7 MPa.

La contrainte maximale est inférieure à la limite élastique du matériau qui est de 455 MPa. La pièce résiste largement.

De plus, le déplacement est de 0,020 mm seulement ce qui est largement acceptable.

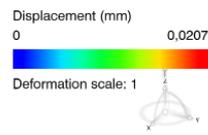


Figure 27: Simulation RDM

7 MAQUETTE NUMERIQUE

Nous avons à notre disposition une maquette numérique où nous pouvons chacun travailler sur sa partie et y implanter les nouvelles modifications afin de faire évoluer la maquette.

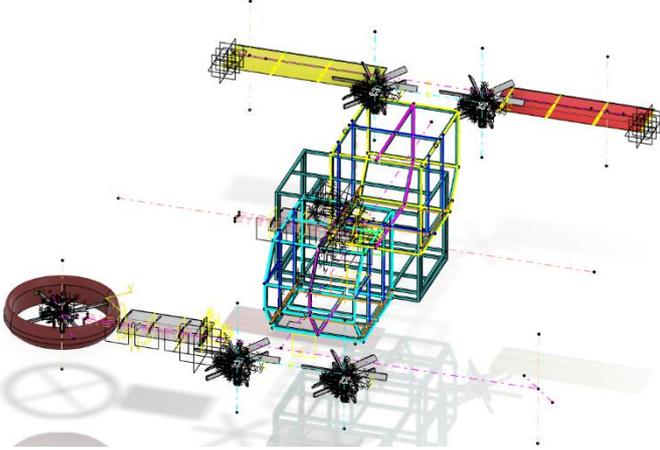


Figure 27: Maquette numérique complète

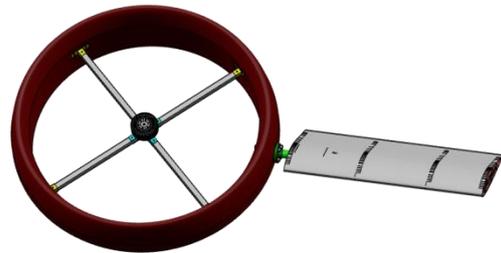


Figure 28: Maquette numérique partielle

Pour la réalisation de ma problématique, je travaillerai sur l'aile avant droite du MiniBee, me permettant de vérifier mes pièces en temps réel avec la partie motorisation du MiniBee.

8 ARCHITECTURE GLOBALE

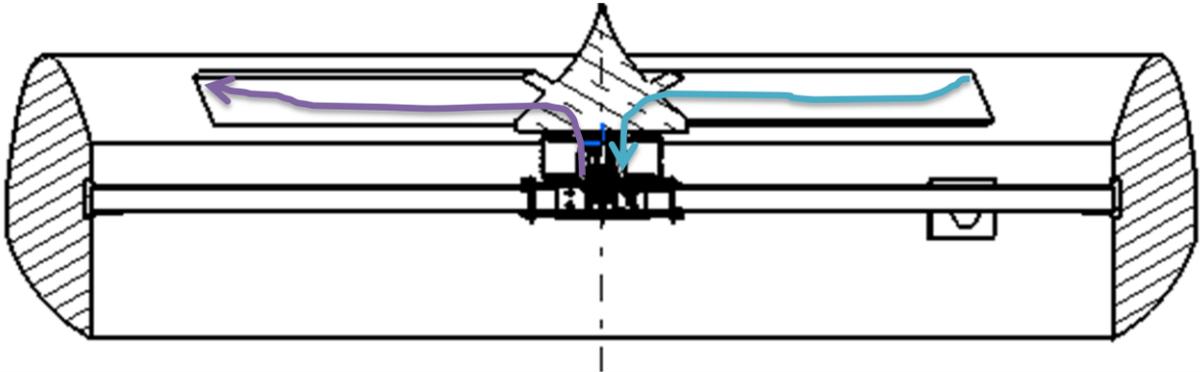
Mini Bee Ambulance								
Devis de poids	Composant	Fabricant	Référence	Masse (kg)	Quantité	Masse totale (kg)	Répartition %	Coût (€)
Motorisation-Intégration des rotors								
Moteur	✓	EMRAX	EMRAX-188	7	10	70		
Hélice	✓			2	10	20		
Profils 40x40x2	✓			0,623	40	24,92		
Carénage	✓			78	10	780		
support moteur	✓			0,257	20	5,14		
Vis M6x60	✓			0,016	80	1,28		
Vis m6x30	✓			0,007	160	1,12		
Fixations arbre	✓			1,524	10	15,24		
Fixations carénage	✓			0,412	10	4,12		
Fixations profilés	✓			0,31	40	12,4		
Ecrou M6	✓			0,003	80	0,24		
tige fileté	✓			0,355	40	14,2		
ECROU M18	✓			0,056	40	2,24		
Sous-total Motorisation						950,9	45,92 %	0,00 €
Total Masse MiniBee Chargé						2070,93 kg	100,00 %	0
Total Masse MiniBee vide						1670,93 kg		
Poids MiniBee chargé						20315,8 N		
Poids MiniBee à vide						16391,8 N		

Je remarque que la masse du carénage est assez élevée et qu'il y aurait peut être possibilité de réduire cette masse.

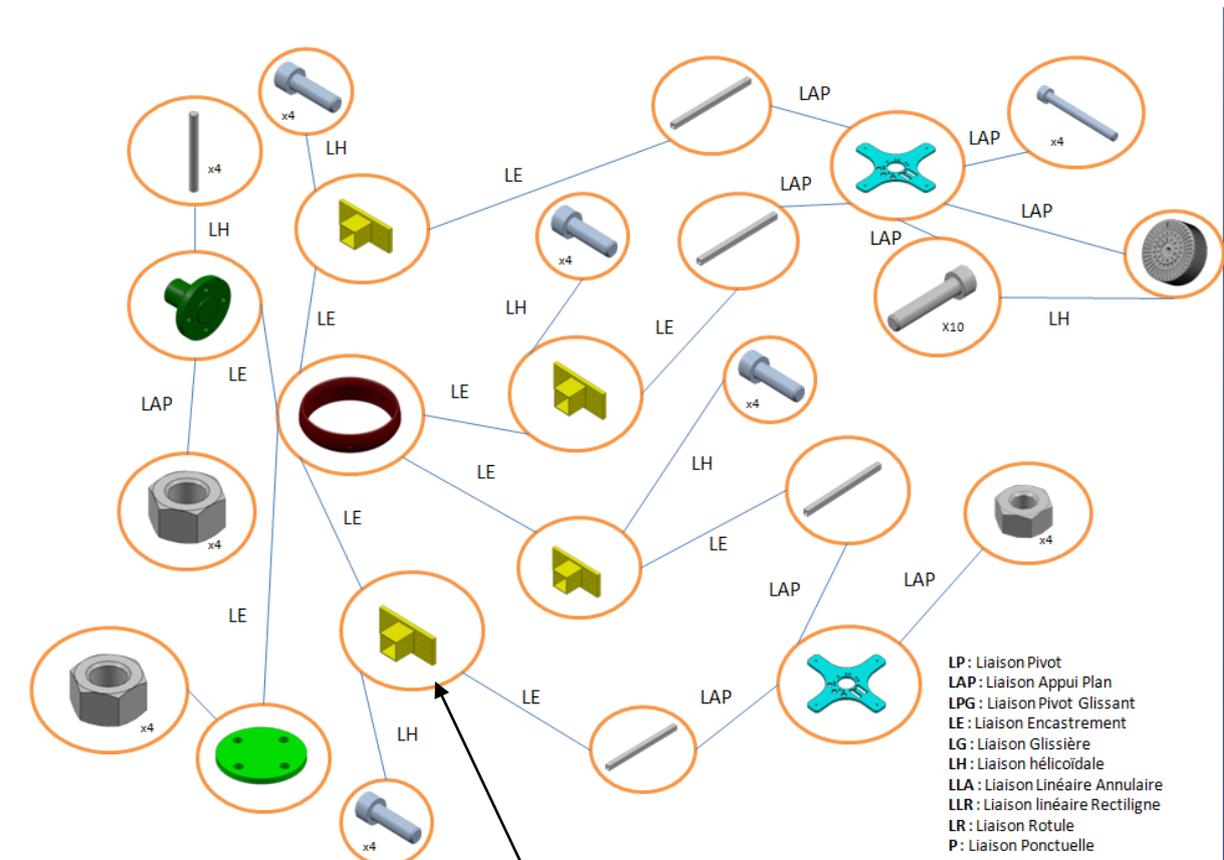
Je pense que j'aurais pu réduire l'épaisseur du carénage en rattachant les autres pièces grâce à des inserts. Ce n'est qu'une hypothèse mais c'est dans cette direction que j'aurai continué mes recherches si j'avais eu plus de temps.

9 DEMARCHE DE COTATION

9.1 Flux d'énergie

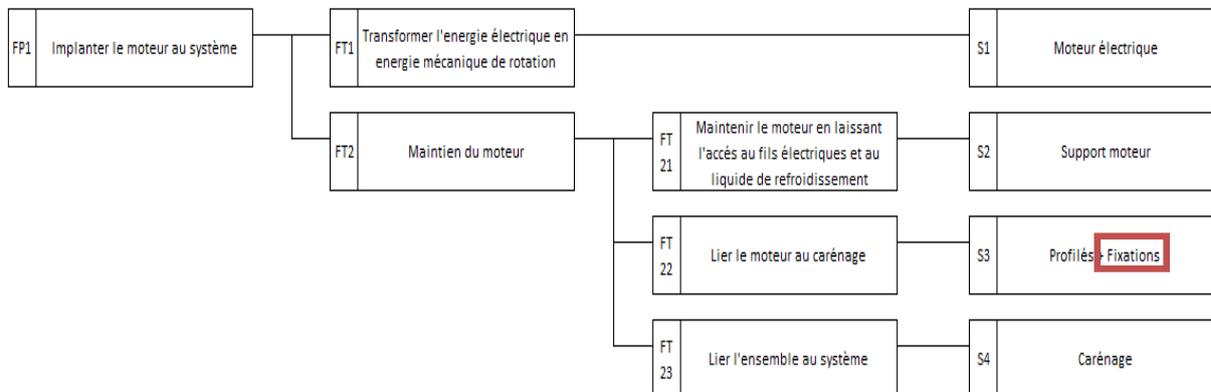


9.2 Graphe des liaisons



Pièce que je vais coter

9.3 Diagramme Fast



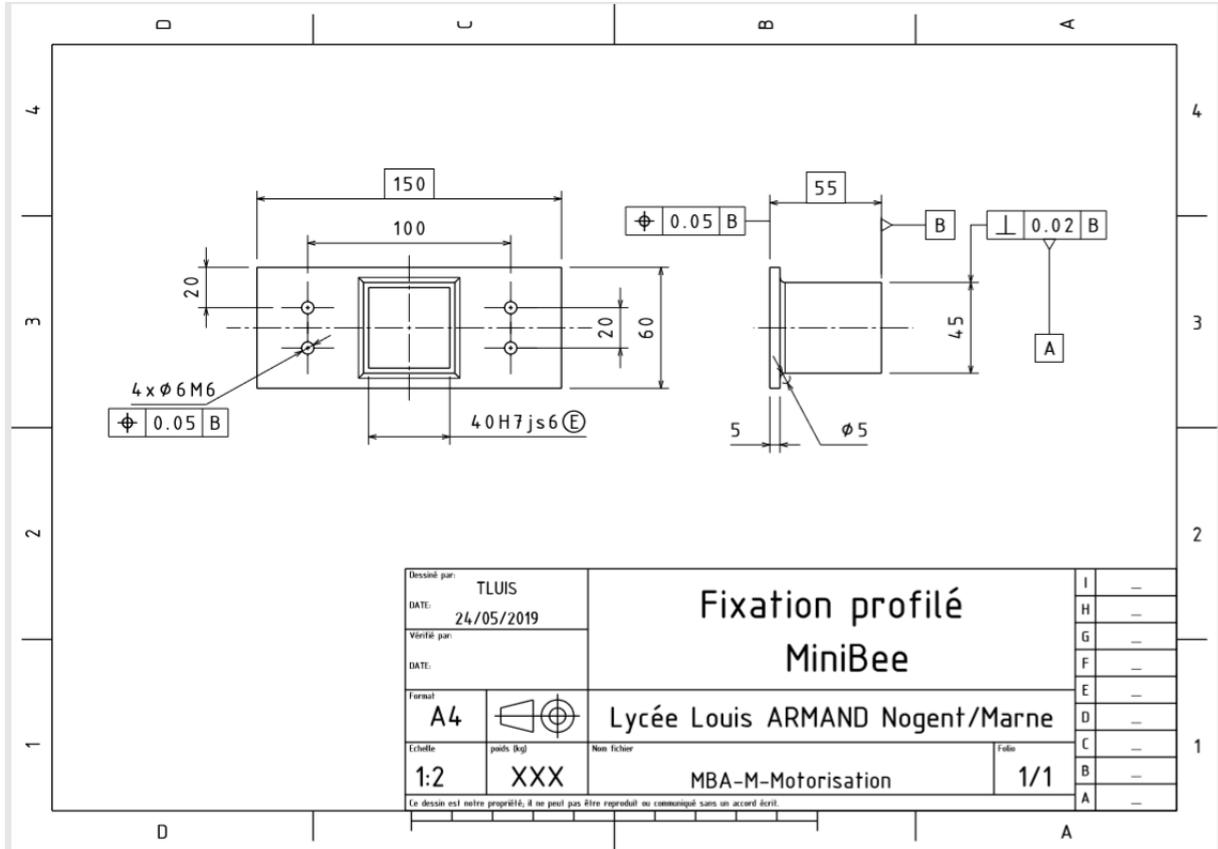
9.4 Ajustement de la pièce

15 . 25 Principaux ajustements				Arbres*	H 6	H 7	H 8	H 9	H 11
Pièces mobiles l'une par rapport à l'autre	Pièces dont le fonctionnement nécessite un grand jeu (dilatation, mauvais alignement, portées très longues, etc.).			c				9	11
	Cas ordinaire des pièces tournant ou glissant dans une bague ou palier (bon graissage assuré).			e		7	8	9	
	Pièces avec guidage précis pour mouvements de faible amplitude.			g	5	6			
Pièces immobiles l'une par rapport à l'autre	Démontage et remontage possible sans détérioration des pièces	L'assemblage ne peut pas transmettre d'effort	Mise en place possible à la main	h	5	6	7	8	
			Mise en place au maillet	js	5	6			
	Démontage impossible sans détérioration des pièces	L'assemblage peut transmettre des efforts	Mise en place à la presse	k	5				
			Mise en place à la presse	m		6			
			Mise en place à la presse ou par dilatation (vérifier que les contraintes imposées au métal ne dépassent pas la limite élastique)	p		6			
			s			7			
			u			7			
			x			7			

Ajustement choisi : H7js6

10 COTATION

Après avoir choisis l'ajustement, je peux commencer la cotation de la pièce.



Voir plan disponible en annexe

11 CONCLUSION

Grâce à ce projet j'ai pu m'investir sur un projet collaboratif de grande envergure. J'ai également pu mettre en œuvre mes différentes compétences au profit de cette étude qui disposait de peu d'information à ses débuts. Cette nouvelle expérience a été pour moi très enrichissante.

Le système de motorisation détient maintenant beaucoup plus d'éléments qui vont permettre, je l'espère par la suite, de finaliser le Minibee.

Je pense que si j'avais eu un peu plus de temps, j'aurais pu encore plus optimiser le carénage.

