

# PROJET : STRUCTURE ET AMÉNAGEMENT DU MINI-BEE – 2021/22

Martin Attwell – Thomas Clochard – Victoire Dupont



CREATEUR DE NOUVELLES  
MOBILITES

TECHNOPLANE

AERONAUTICAL INNOVATION

# OBJECTIF GÉNÉRAL DU PROJET

- Une aventure collaborative
- Réalisation d'une aviation pluridisciplinaire ultra légère
- Transport en terrain sinistré



# RÉPARTITION AVEC LES AUTRES ÉCOLES

Lycée Louis Armand	Accrochage tube composite et rotor	
Cy-thec	Prototypage du Flight Control Unit et intégration capteurs	
Lycée Diderot	Construction du premier bati d'essai du rotax915is du mini bee	
Centrale Lille	Revue de faisabilité technologique	
Esigelec	Contrôle de vol d'un multicoptère hybride et tests des moteurs asynchrones	
Estaca	ASA	Structure et aménagement du mini bee
	ISPEB	Equation de vol
	SQY	Régle de contrôle du FCU
	SQY	Architecture
Supméca	Revue de conception cloture TRL3	
Centrale supélec	Modélisation de la chaine de propulsion	



CentraleSupélec



# NOS OBJECTIFS

Définition d'une architecture appropriée au design actuel:

- Allègement
- Tenue mécanique
- Equipement
- Aménagement
- Prix de vente compris entre 250 000 et 300 000 €
- Transportable dans 2 containers LD3

Proposition de maquettes numériques pour prototypage rapide

# SOMMAIRE

I – Rappel du cahier des charges

II – Nos solutions techniques :

A- Structure

B- Choix techniques

III – Nos Résultats :

A- Bilan des masses et centre de gravité

B- Encombrement

C- Montabilité et transport

Conclusion

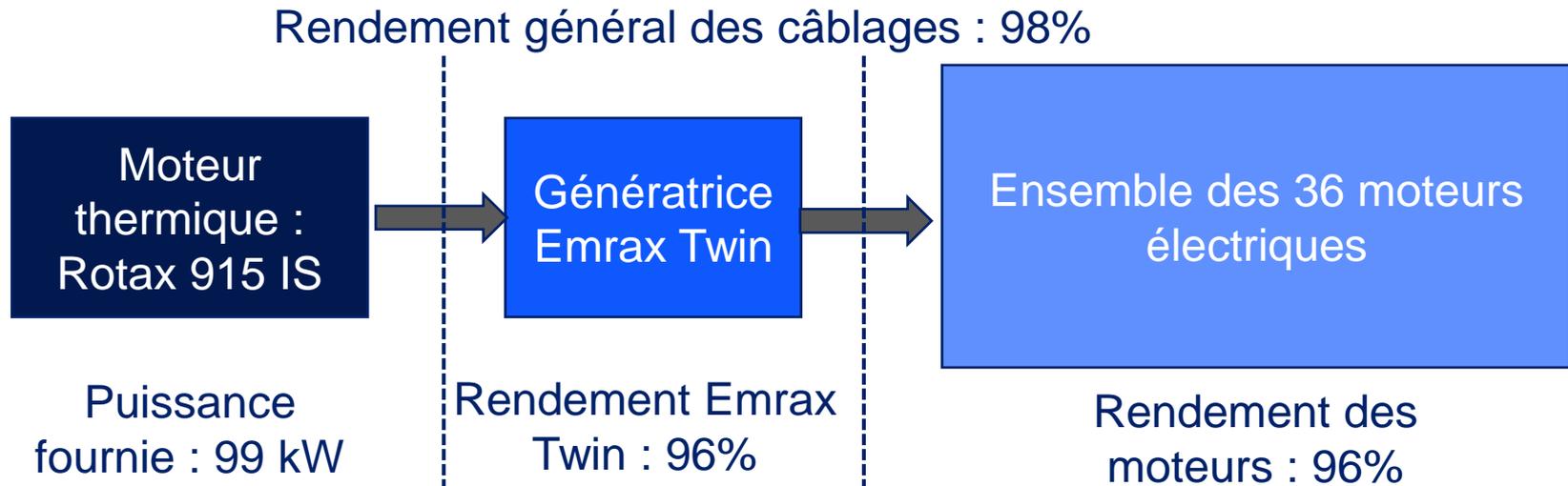
- Fonctionnel :



	Mini bee	Robinson R22	Cabri G2
MTOW (kg)	750	635	700
Charge utile (kg)	180	235	280
Range (km)	450	387	550
Vitesse de croisière (km/h)	170	177	185
Puissance (kW)	87,6	93	110
Prix (€)	250 000	250 000	330 000

**Objectif :** Caractéristiques proche du R22 et G2  
Offrir la possibilité d'un transport par avion commercial

- Chaîne de puissance :



Puissance finale en bout de chaîne : **87,6 kW**

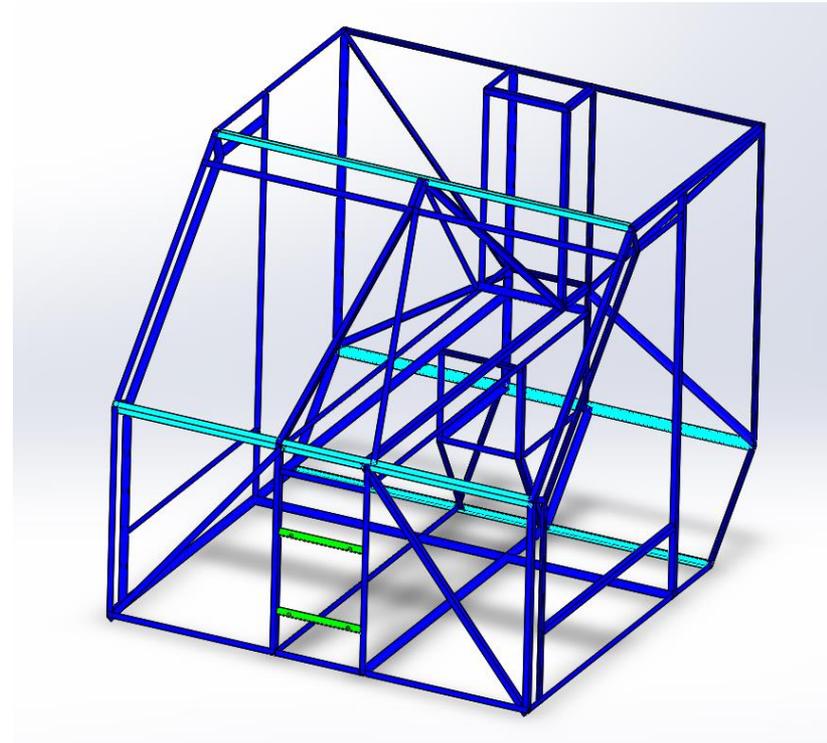
- Sécurité :
  - Norme Hélicoptère : CS27
  - Facteur de charge maximum : 5g
  - Parachute capable de supporter la charge max : 750 kg
  - Siège absorbeur : amortisseur par vérin



# II – NOS SOLUTIONS TECHNIQUES

A- Structure

B- Choix techniques



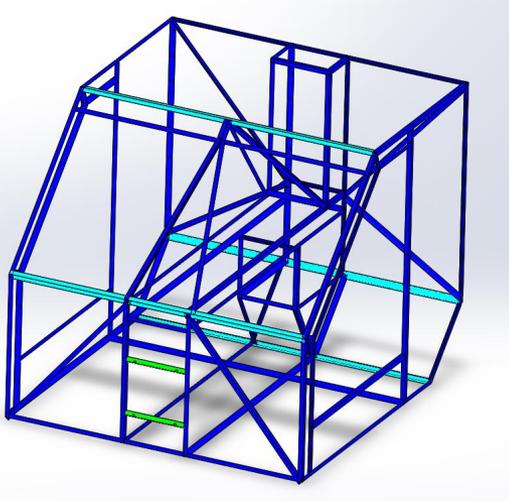
# A – Structure

## Châssis

Cornière à 90°

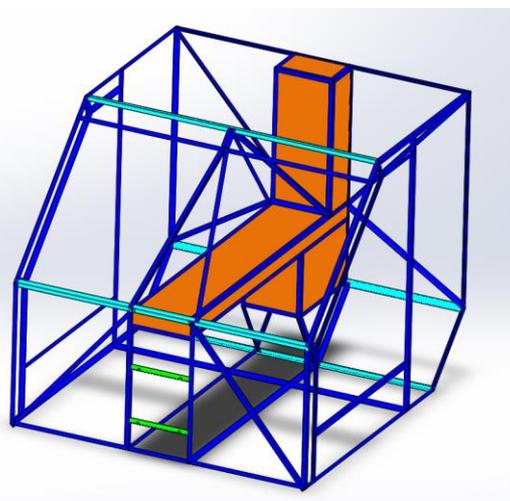
Cornière à 135°

Tube carrée



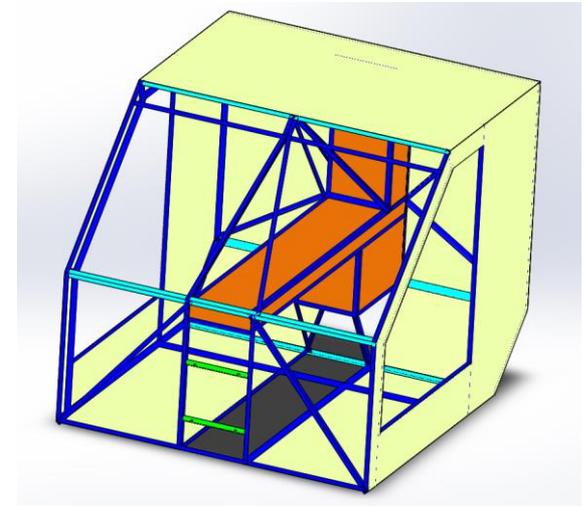
Masse : 23,6 kg

## Réservoir



Masse : 6,4 kg

## Carénage

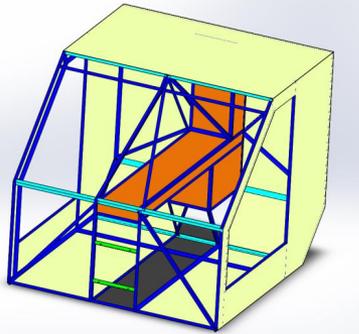


Masse : 21 kg

**Masse totale : Châssis + Réservoir + Carénage = 23,6 + 6,4 + 21 = 51 kg**

## B – Choix techniques

### Choix de la peau pour le carénage:



Surface de carénage :

6m<sup>2</sup>

Masse volumique :

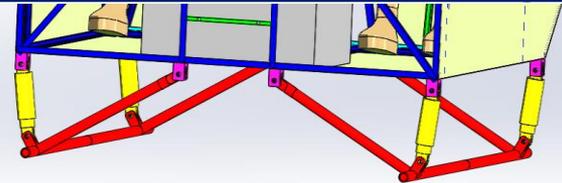
-Aluminium : 2780

kg/m<sup>3</sup> : **16.8kg**

-Fibre de carbone : 1760

kg/m<sup>3</sup> : **10.65 kg**

### Train d'atterrissage:



Montage et démontage

rapide : Système

Axe/Goupille

Poids : 19,5 kg

Bonne  
absorption  
Assez léger  
Prix  
raisonnable

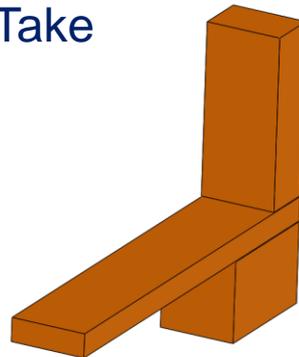
### Emport carburant :

Emport = Range / Vcroisière \* Conso° \*  
Fsécu ~ 450/170\*37\*1.2 ~ **118L soit 96 kg**

Avec une réserve de 18 L : Take  
Off/Landing

Range : **441 Km** à MTOW

Consommation : **4,6 Km/L**

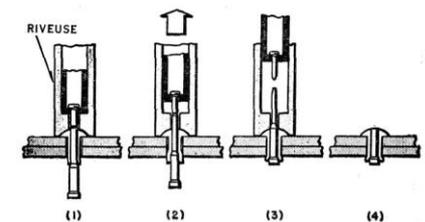


### Fixation :

Rivet en titane ou  
en aluminium

Rivetage étanche

Mise en place de  
platine pour fixer  
certains Noeux



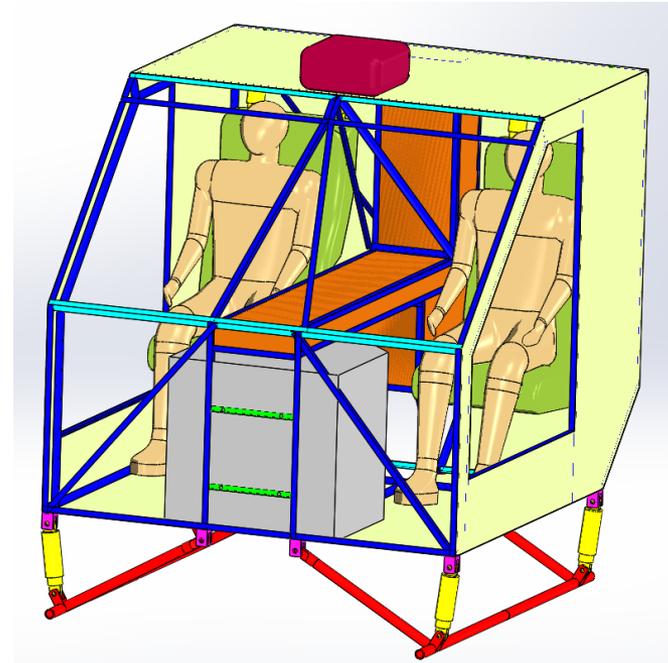
Choix : rivet aveugle

# III – NOS RÉSULTATS

A- Bilan de masses et centre de gravité

B- Encombrement

C- Montabilité et transport



# A – Bilan des masses et centre de gravité

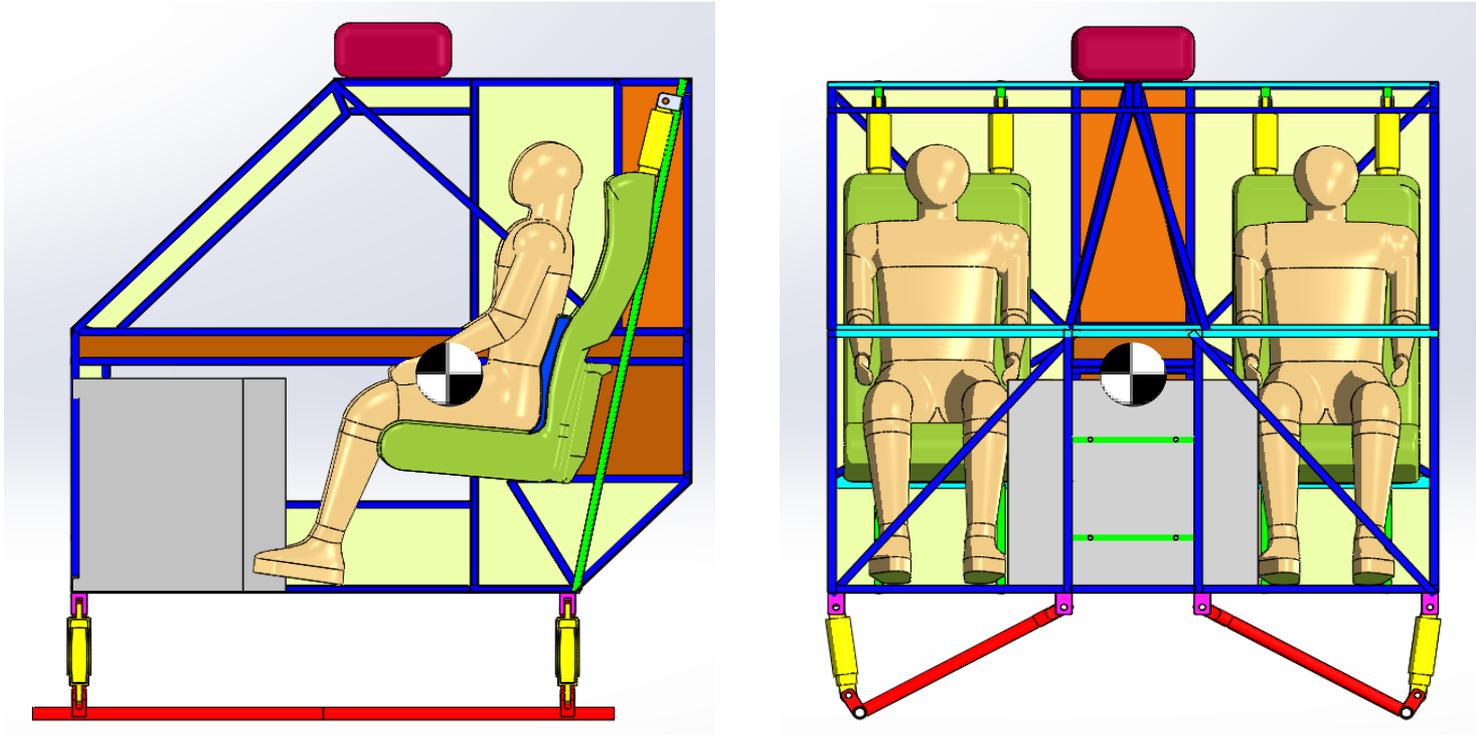
	Caratéristique	Qte	Masse unitaire	Masse	Incertitude	Masse majorée
Masses exprimées en kg	Moteur	1	85	85	0%	85
	Equipement moteur	1	15	15	10%	16,5
	Train d'atterissage	1	26	26	5%	27,3
	Réservoir carburant	1	6,4	6,4	5%	6,72
	Carburant	120	0,8	96	0%	96
	Elctronique embarquée	1	15	15	10%	16,5
	Emrax*2	1	18,8	18,8	5%	19,74
	Personne + équipement	2	90	180	5%	189
	Siège	2	10	20	10%	22
	Parachute	1	19	19	5%	19,95
	Châssis	1	42	42	10%	46,2
	Moteurs Electricue	36	2,5	90	10%	99
	Hélices	36	1	36	10%	39,6
Structure moteur/hélice	1	40	40	10%	44	

Objectif: 750 kg

Masse totale: 727,5 kg

**Marge restante : 22,5 kg**

# A – Bilan de masses et centre de gravité



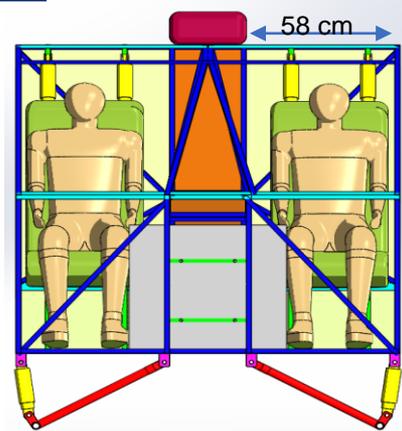
Centre de gravité placé au niveau des passagers

## B – Encombrement

### Place passagers :

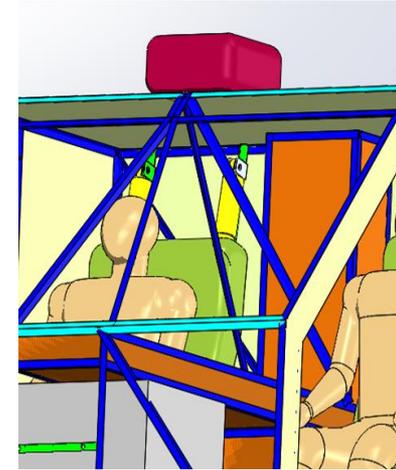
	Robinson R22	Mini-bee
Largeur disponible	42,5 cm	58 cm

Réduction de largeur compliquée cause de l'encombrement moteur



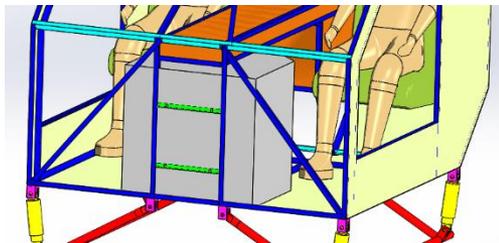
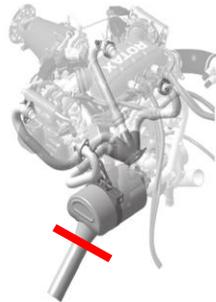
### Parachute :

- Choix du parachute : Magnum 800 (poids 19.5kg retient 800 kg)
- Reprise des efforts dans la structure



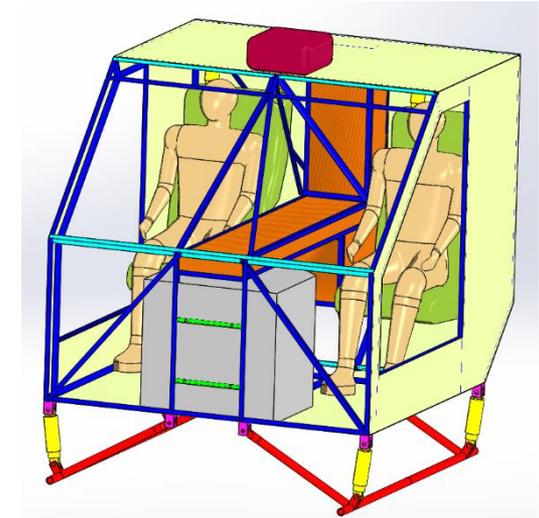
### Place moteur :

Découpe du pot d'échappement pour les modèles destinés à être transportés en LD3



### Encombrement complet :

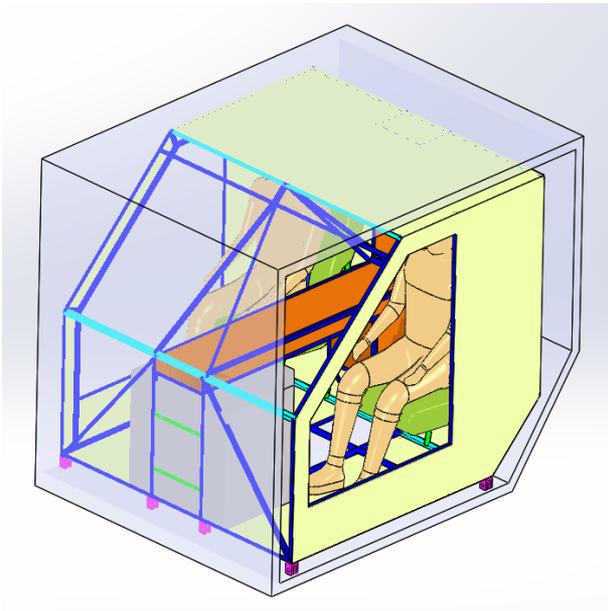
Moteur  
Parachute  
Passagers



# C – Montabilité et transport

## Transport en caisse LD3 :

Transport par avion	Transport d'un hélicoptère
Se charge dans avions commerciaux	Transocéanique impossible
Environ 20€/kg	Coût carburant/temps/distance



## Estimation du temps de montage :

	Temps
Mise en place du cockpit	25 min
Assemblage de la pieuvre	80 min
Réunion des 2 parties	60 min

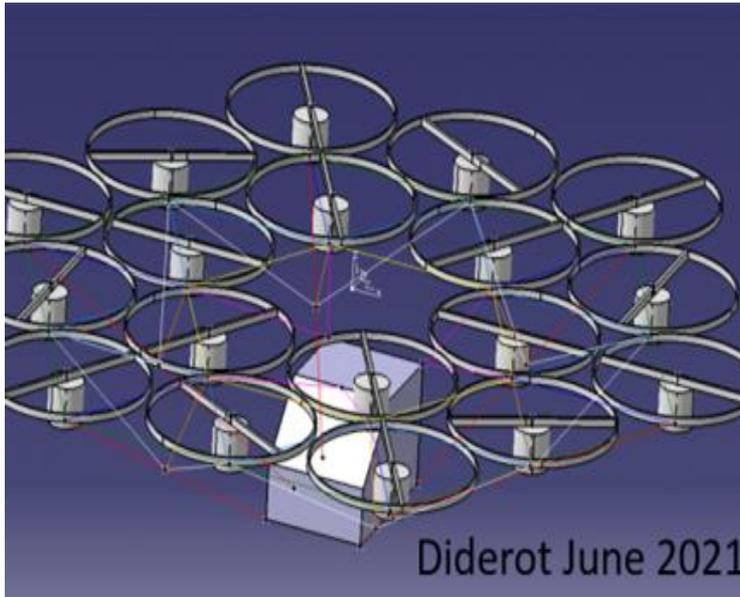
Soit 165 minutes : 2 heures 45 pour 2 techniciens

Si on considère 20 € par heure pour le coût d'un technicien

**On a un montage qui nous coûte 110 €**

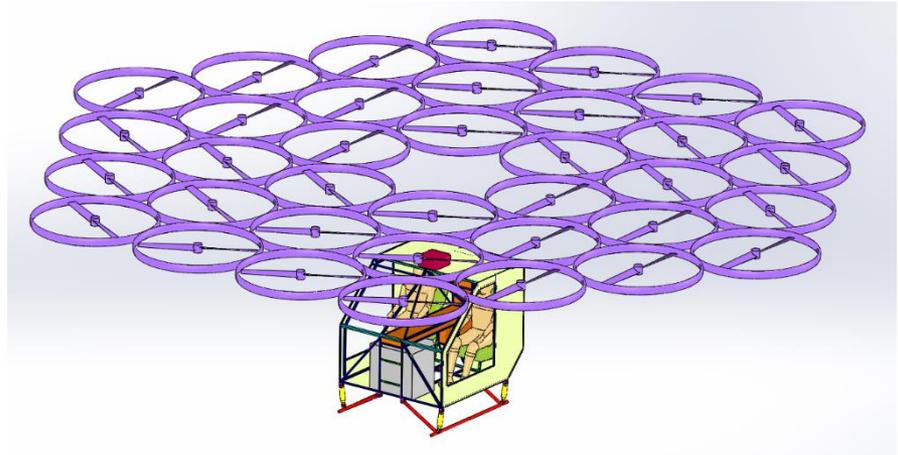
# CONCLUSION

## Avant



Architecture non clairement définie  
Motorisation pas définie (moteurs asynchrones)  
Poids trop lourd

## Après



Choix d'architecture cockpit arrêté  
Choix définitif des équipements avec les autres écoles (dont 36 moteurs)