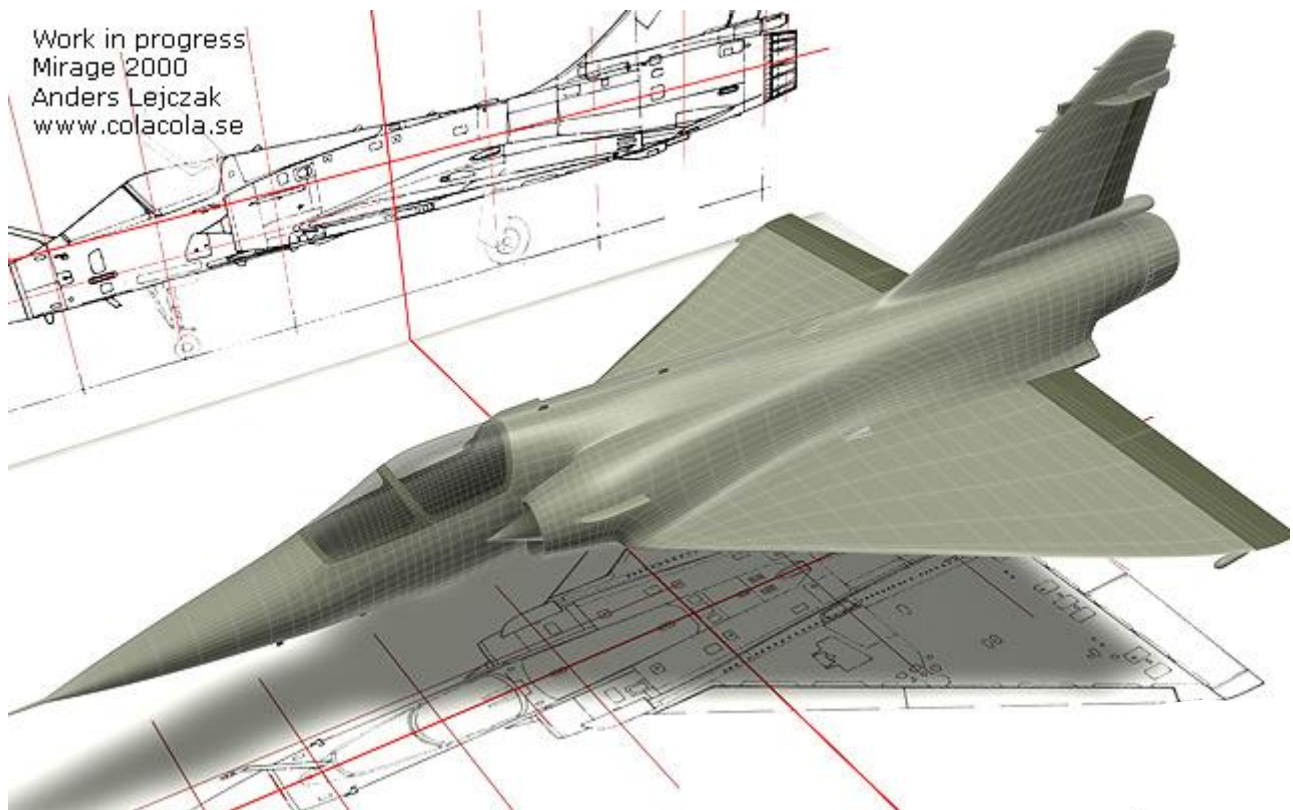




# LE MIRAGE 2000

MACHINE DESING & PROTOTYPAGE





# SYNTHESE

Ce document a pour objectif de donner le détail de nos recherches sur le mirage 2000 mais aussi d'en présenter les étapes de construction pour le modèle 3D dans le cadre de notre projet de Machine Design et Prototypage.



# SOMMAIRE

<b>Présentation du projet.....</b>	<b>4</b>
<b>Histoire et caractéristiques.....</b>	<b>4</b>
Histoire.....	4
Différents modèles de Mirage 2000.....	5
Caractéristiques et armements.....	10
<b>Dassault Aviation.....</b>	<b>13</b>
<b>Plans et maquettes.....</b>	<b>15</b>
Difficultés rencontrées.....	24
<b>Bibliographie.....</b>	<b>25</b>



## PRESENTATION DU PROJET

Le projet de cette année consiste principalement à la modélisation 3D d'un avion sur SolidWorks. Chaque équipage doit choisir un modèle spécifique d'avion et en réaliser une modélisation complète et suffisamment précise de l'extérieur ainsi que la modélisation d'une cabine ou du cockpit. A ceci doit s'ajouter un rapport descriptif du modèle, des matériaux, de sa présence dans le monde... ainsi qu'un PowerPoint pour une soutenance orale.



## CHOIX DU MODELE : LE MIRAGE 2000

Dès le départ, nous avons dans l'idée de partir sur un modèle d'avion militaire. La question était plutôt de savoir si celui-ci allait être un modèle ancien de la seconde guerre mondiale ou un modèle plus contemporain. Après discussion et accord général, nous avons décidé de nous orienter vers la modélisation du Mirage 2000 qui reste un des modèles les plus connus de l'aviation française, y compris du grand public.

### Histoire :

Son premier vol a eu lieu le 10 Mars 1978 et sa mise en service dans l'Armée de l'Air Française date de 1984 pour sa version défense aérienne.

Lors de sa création et mise sur le marché, le Mirage 2000 faisait preuve d'innovation et a très vite constitué une référence mondiale en termes de disponibilité, maintenance et d'évolutivité.

C'est un avion de chasse polyvalent développé par Dassault Aviation en France. Il a été conçu pour remplacer les Mirage III et Mirage F1 dans les forces aériennes françaises et pour répondre aux besoins de diverses forces aériennes à travers le monde.

Le développement du Mirage 2000 a commencé dans les années 1970, avec le premier vol du prototype en 1978. La production a débuté en 1982 et continué jusqu'en 2007, avec plus de 600 avions construits au total. Il a été exporté vers de nombreux pays, dont l'Inde, la Grèce, l'Égypte, le Qatar ou bien encore Brésil.

C'est un modèle équipé d'un radar à impulsion Doppler, d'un système de navigation à inertie et d'un système de désignation de cible laser, qui lui permettent de réaliser des missions de reconnaissance et d'attaque au sol, ainsi que des missions de défense aérienne. Il est également équipé d'un système de vol à haute altitude et de capacités de manœuvre à haute vitesse.

Le Mirage 2000 a été utilisé dans de nombreux conflits, notamment lors de la guerre du Golfe en 1991 et lors de l'intervention militaire française en Libye en 2011. Il est actuellement en service dans plusieurs forces aériennes à travers le monde et a été modernisé à plusieurs reprises pour améliorer ses capacités de combat.

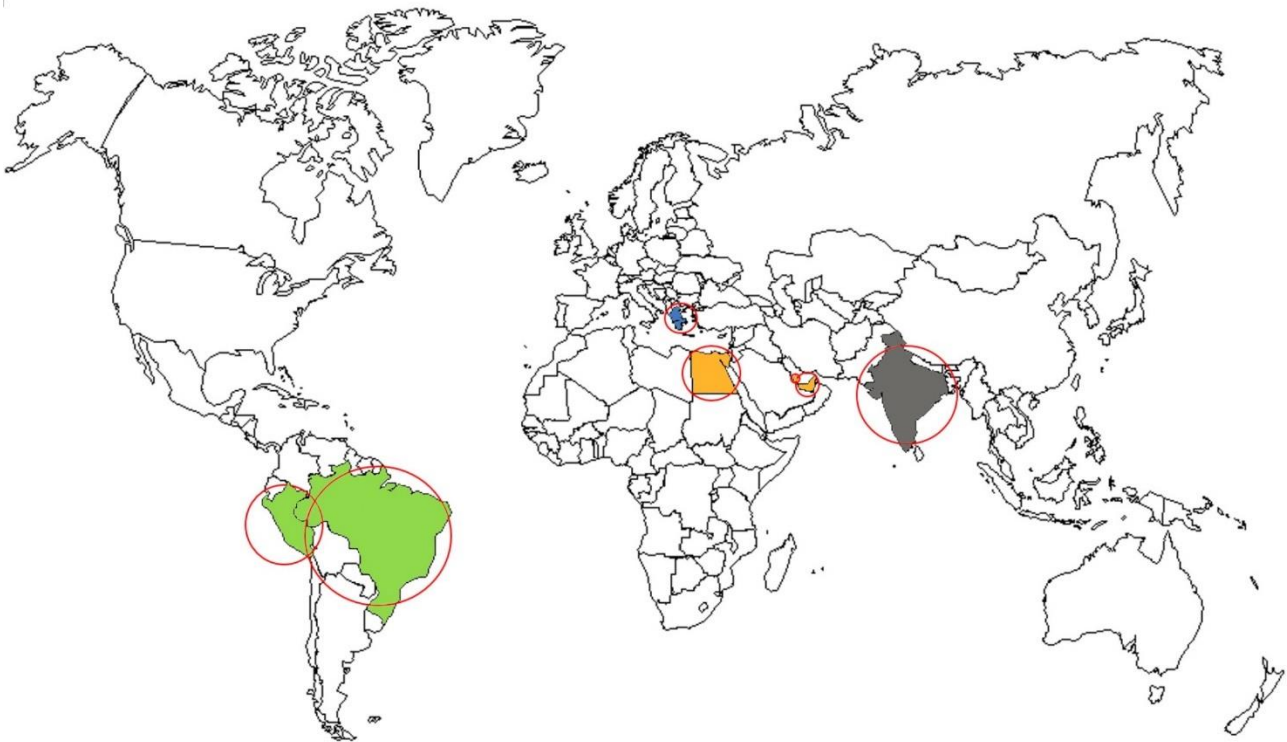
A l'heure actuelle, on dénombre 470 Mirage 2000 opérationnels dans le monde en service dans neuf armées de l'air et la flotte de Mirage 2000 compte, à son actif, plus d'1,8 million d'heures de vol.

Il est exporté en 298 exemplaires dans 8 pays : le Brésil, Les Emirats Arabe Unis, l'Égypte, la Grèce, l'Inde, le Pérou, le Qatar et Taïwan.

La Grèce s'est dotée de 55 Mirage 2000-5 Mk.2, les Emirats Arabes Unis de 68 Mirage 2000-9, l'Inde de 59 appareils, Taïwan de 60 aéronefs, l'Égypte d'une vingtaine de Mirage 2000, et le Qatar, le Pérou et le Brésil de douze appareils chacun.



### Carte représentative de la présence du Mirage 2000 dans le monde :



### Différents modèles de Mirage 2000

Il existe différents modèles de Mirage 2000 :

- **Mirage 2000B** : version biplace d'entraînement (service : Décembre 2014)





© Armée de l'air

- **Mirage 2000C** : version monoplace pour la défense aérienne (service : juillet 1984)



- **Mirage 2000-5** : version monoplace d'abord réservée à l'exportation puis pour la défense aérienne



- **Mirage 2000-9** : version totalement polyvalente (service à partir de 1998)



- **Mirage 2000N** : version spécialisée dans la frappe nucléaire (service : de 1988 à 2018)



- **Mirage 2000D** : version biplace air-sol d'assaut conventionnel tout temps spécifique à la France



- **Mirage 2000E** : version réservée à l'exportation







*Mirage 2000 C*



*Mirage 2000 B*



*Mirage 2000 D*



*Mirage 2000 N*



*Mirage 2000 5F*



## Caractéristiques :



### Dimensions

Envergure	9,13 m
Longueur	14,34 m
Masse de combat	9,5 tonnes
Poussée maximum du moteur SNECMA M53-P2	98 kN
Deux versions disponibles	mono et biplace
Armement interne (monoplace)	2 canons de 30 mm
Points d'emport	9



### Poids

Masse maximum au décollage	17,5 tonnes
Ravitaillement en vol par perche fixe (amovible)	capacité Buddy-Buddy
Mach maximum	Mach 2.2+
Vitesse d'approche	140 Kts
Vitesse ascensionnelle maximum	60 000 ft/min
Montée à 36.000 ft/Mach 1.8	5 min
Plafond opérationnel	60 000 pieds
Temps sur zone à 150 nm de la base à 25 000 ft	2h40 mi

Son réservoir interne d'environ 1000 litres pèse 3 200kg ; le réservoir externe ventral de 41 520 kg embarque 1300 litres de carburant ; enfin ses deux réservoirs sous voilure pèsent à eux deux 6 320 kg et peuvent contenir 2000 litres.

Le Mirage 2000 vole à une vitesse maximale de 2 340km/h soit Mach 2,2. Sa vitesse ascensionnelle est de 18 000m/min.

Son plafond de vol est de 18km et il a une autonomie de 3335 km ce qui correspond environ à la distance Paris – Le Caire (Egypte).

Il est équipé d'un moteur Snecma M53-P2.



Armée de l'Air et de l'Espace

### Armement du Mirage 2000

Le Mirage 2 000 possède neuf points d'emport externes lui permettant d'embarquer de l'armement en plus de ses deux canons DEFA 554 de 30 mm, tirant à 125 coups chacun.

Il peut transporter jusqu'à 6 300kg de missiles variés :

- Missile air-air : R550 Magic II, MICA (pour le Mirage 2000-5) ou Super 530D (pour le Mirage 2000 C)
- Missile air-surface : bombes freinées ou guidées par laser, Apache, SCALP-EG (pour le Mirage 2000 D) ou charge nucléaire ASMP-A (pour le Mirage 2000 N)

### Equipement technologique du Mirage 2000

Il possède des commandes de vol électriques, une centrale de navigation à inertie, un pilote automatique et des contre-mesures électroniques intégrées. Selon ses versions, il est équipé de radar RDM (Radar Doppler Multitarget) ou RDI (Radar Doppler à Impulsion) doté d'une capacité Look Down/Shoot Down pouvant détecter et guider une arme vers une cible aérienne.

### Pix du Mirage 2000

Le coût unitaire d'un Mirage 2000 est d'environ 26,6 millions d'euros.

Son coût par heure de vol est de 9000 €. A titre de comparaison, le Rafale coûte entre 14 et 16 000 € par heure de vol, et le F35 américain coûte 24 000 € par heure de vol.

### Un engagement militaire et politique à travers le monde

Engagements des Mirage 2000 pour la France à travers le monde :

Le Mirage 2000 a mené de très nombreuses missions et opérations à l'étranger depuis sa mise en service. Dans les années 1990, il participe à la guerre du Golfe en Irak et au Koweït, à la guerre de Bosnie depuis la Serbie, à la guerre du Kosovo ou encore en Afghanistan. Dans les années 2000, il opère en Lybie (opération Harmattan), au Mali (opération Serval puis Barkhane), en Jordanie (opération Chammal et opération Hamilton) ou encore dans les pays baltes en tant que police du ciel.

### Quel avenir pour le mirage 2000 ?

Peu à peu, le Mirage 2000 est remplacé dans l'armée française par le Rafale, un avion polyvalent capable d'assurer les missions de plusieurs Mirages réunis.

Toutefois, l'avion de Dassault continue d'intéresser les nations étrangères mais aussi les entreprises civiles. En effet, celles-ci cherchent à se doter de Mirages 2000 dans le but de proposer des formations et/ou entraînements aux contrôleurs aériens et aux pilotes, par la simulation d'attaque air-sol ou air-surface ou encore des exercices de guerre électronique.

L'armée de l'Air et de l'Espace serait un potentiel client, prêt à se tourner vers le secteur civil pour pallier le manque de disponibilité de ses avions de combat. En France, le groupe Ares (Advanced Redair European Squadron) souhaite acquérir 18 Mirage 2000, sans que l'on ne sache, à l'heure actuelle, d'où ceux-ci vont provenir (l'hypothèse avancée étant les avions grecs remplacés par les Rafale). De son côté, Procor (une entreprise française privée offrant des services pour les entraînements des forces des armées de l'air, de terre et de mer) possède déjà neuf Mirages d'occasion.



## ETUDE DES MATERIAUX

Le Mirage 2000 est un avion de combat développé par la société française Dassault Aviation. Il est construit avec une variété de matériaux pour offrir une combinaison optimale de résistance, de légèreté et de performance aérodynamique. Voici une liste des principaux matériaux utilisés dans la construction du Mirage 2000 :

- Aluminium : L'aluminium est l'un des matériaux les plus couramment utilisés dans l'industrie aéronautique en raison de sa légèreté et de sa résistance. Le Mirage 2000 est construit en grande partie en aluminium, y compris le fuselage, les ailes et les empennages.
- Titane : Le titane est un matériau résistant et léger utilisé dans les structures de renforcement de l'avion, notamment dans les longerons et les attaches.
- Composites : Les composites sont utilisés pour renforcer la structure de l'avion tout en réduisant son poids. Le Mirage 2000 utilise des composites en fibre de carbone pour renforcer les ailes et les empennages.
- Verre renforcé : Le verre renforcé est utilisé pour les fenêtres et les pare-brises de l'avion. Le verre renforcé est plus résistant que le verre ordinaire et peut résister aux impacts et aux vibrations.
- Kevlar : Le Kevlar est un matériau très résistant utilisé pour renforcer les sièges éjectables et les parois des réservoirs de carburant.
- Acier inoxydable : L'acier inoxydable est utilisé pour les parties de l'avion qui nécessitent une résistance élevée à la corrosion, comme les conduites de carburant et les circuits hydrauliques.
- Caoutchouc synthétique : Le caoutchouc synthétique est utilisé pour les pneus de l'avion, qui doivent être résistants à l'usure et capables de supporter des charges importantes lors de l'atterrissage et du décollage.

En résumé, le Mirage 2000 est construit en utilisant une combinaison de matériaux tels que l'aluminium, le titane, les composites, le verre renforcé, le Kevlar, l'acier inoxydable et le caoutchouc synthétique pour offrir une structure solide, légère et résistante pour les performances aéronautiques de l'avion.



# DASSAULT AVIATION

Dassault est une entreprise française spécialisée dans la conception, la fabrication et la vente d'avions et d'hélicoptères, ainsi que de systèmes d'armement et de sécurité, fondée en 1929 par Marcel Dassault.

C'est une société anonyme sous la gouvernance de Eric Trapier depuis 2013, qui a pour société mère le groupe Dassault. « Higher Together » est son slogan et son siège social est à Saint-Cloud dans les Hauts-de-Seine en France.

Le groupe est surtout connu pour sa gamme d'avions d'affaires, la famille Falcon, qui est très populaire auprès des entreprises et des gouvernements du monde entier. L'entreprise produit également des avions militaires, tels que le célèbre Rafale, qui est utilisé par les forces armées françaises et plusieurs autres pays.

C'est le 3<sup>ème</sup> constructeur mondial en termes de chiffres d'affaires (en 2016) après Bombardier et Gulfstream Aerospace avec plus de 2 milliard d'euros de chiffres d'affaires et le 2<sup>ème</sup> acteur européen du marché aéronautique. En un siècle, Dassault a créé une centaine de prototypes et vendu plus de 10 000 avions dans 90 pays.

C'est donc un groupe français dual proposant à la fois des avions militaires et des avions d'affaires.

Il gère l'amont avec les étapes de conception et de développement mais aussi l'aval avec la vente et le support.

Ses activités s'organisent autour de :

- L'aéronautique
- Les activités spatiales
- Les produits et services aux systèmes d'aéronautique et de défense

En plus de son activité dans le domaine de l'aéronautique, Dassault est également un important acteur dans le domaine des logiciels de conception et de simulation, avec son entreprise Dassault Systèmes, qui produit des logiciels tels que CATIA et SolidWorks.

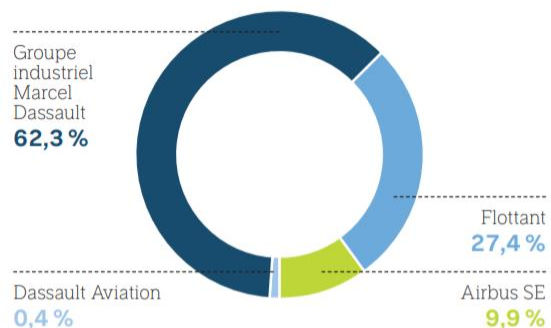
A l'heure actuelle, Dassault compte un total d'environ 12 000 employés dont 9 700 en France. Sa flotte recense plus de 2 100 avions d'affaires Falcon en service et plus de 1 000 avions de combat. Enfin, l'exportation représente 88% de son chiffre d'affaires en 2021.



## Organigramme de Dassault Aviation :

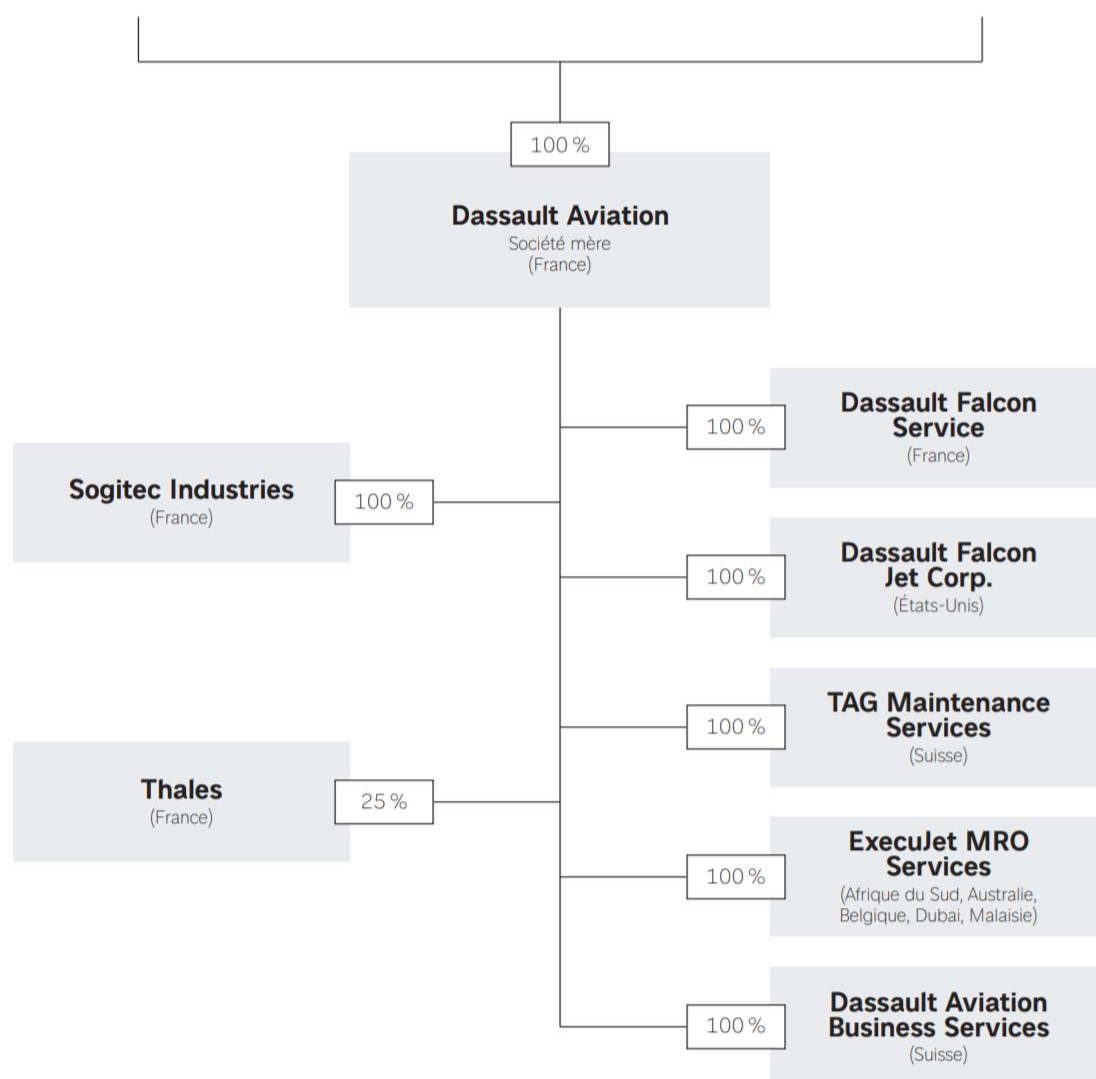
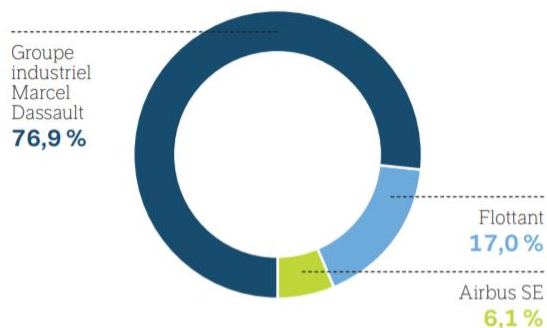
### Répartition du capital

(au 31 décembre 2019)



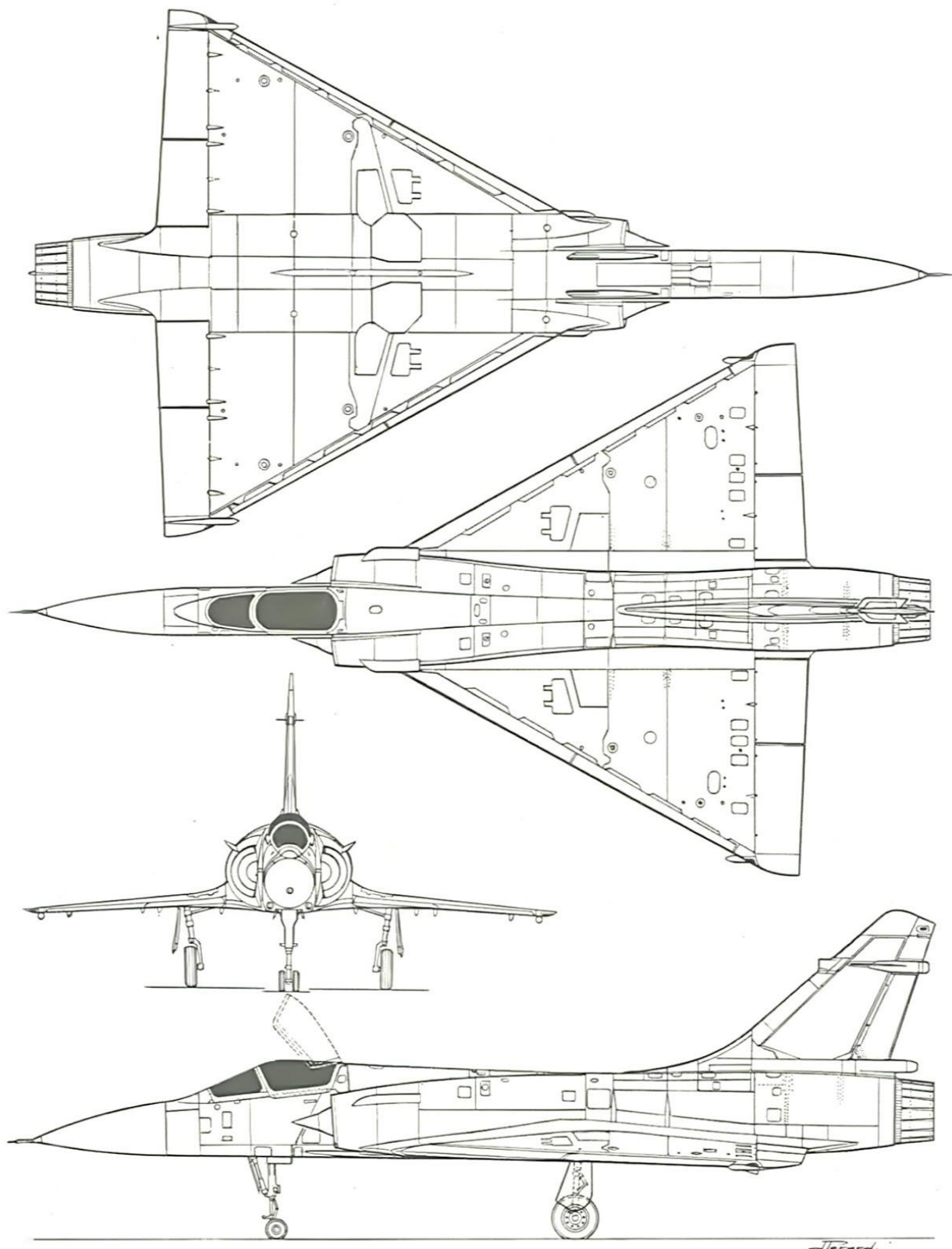
### Répartition des droits de vote

(au 31 décembre 2019)

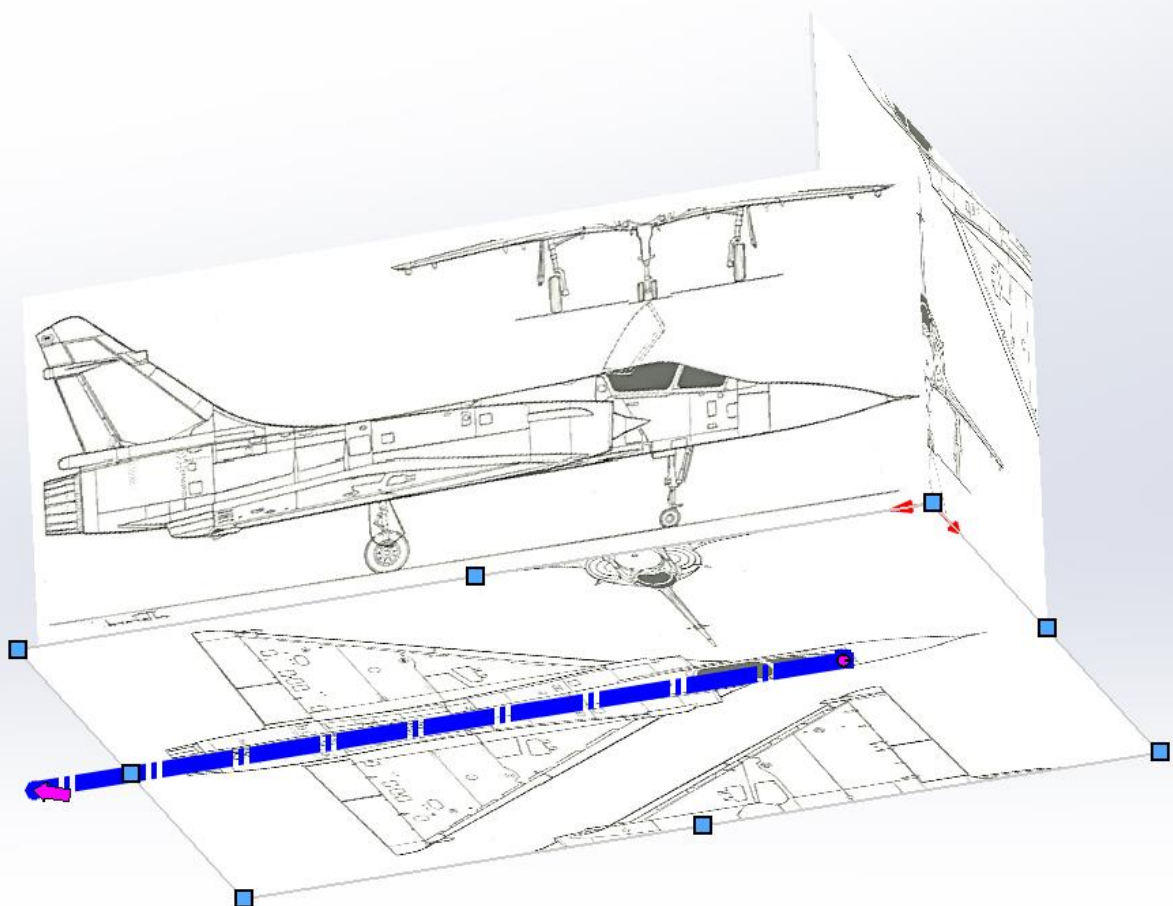
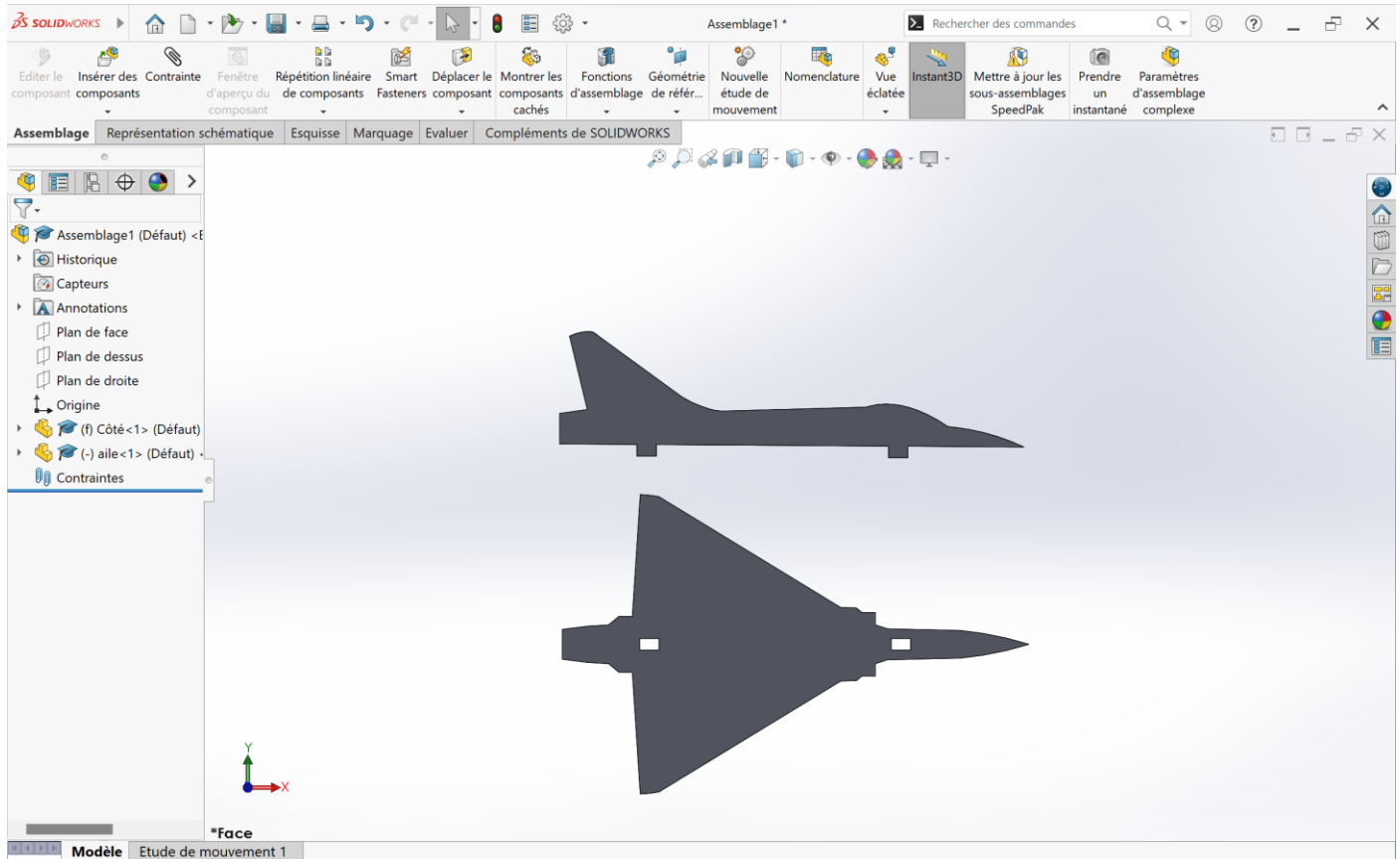


# PLANS ET MAQUETTE

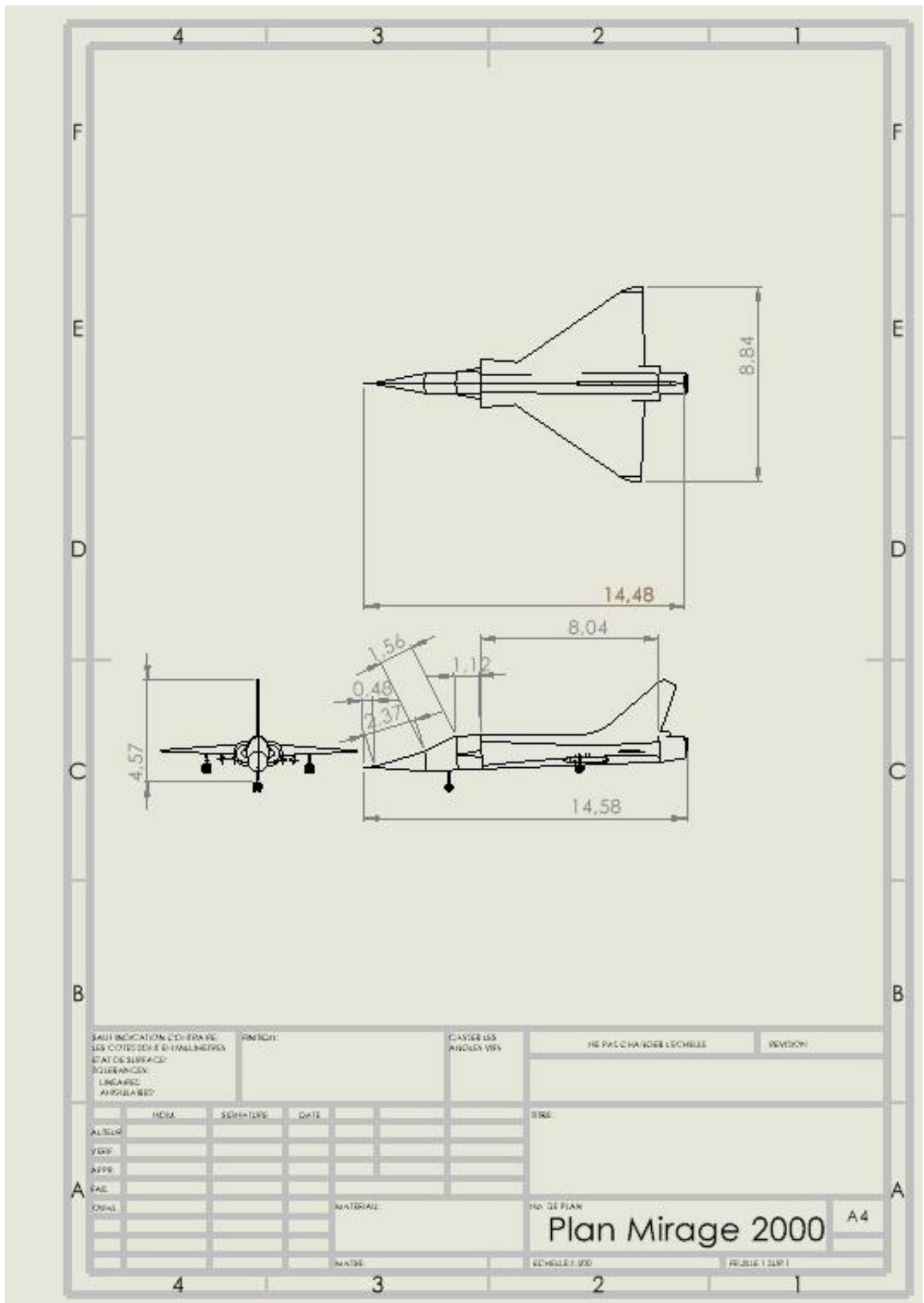
## Plans :



## Maquette de prototypage :



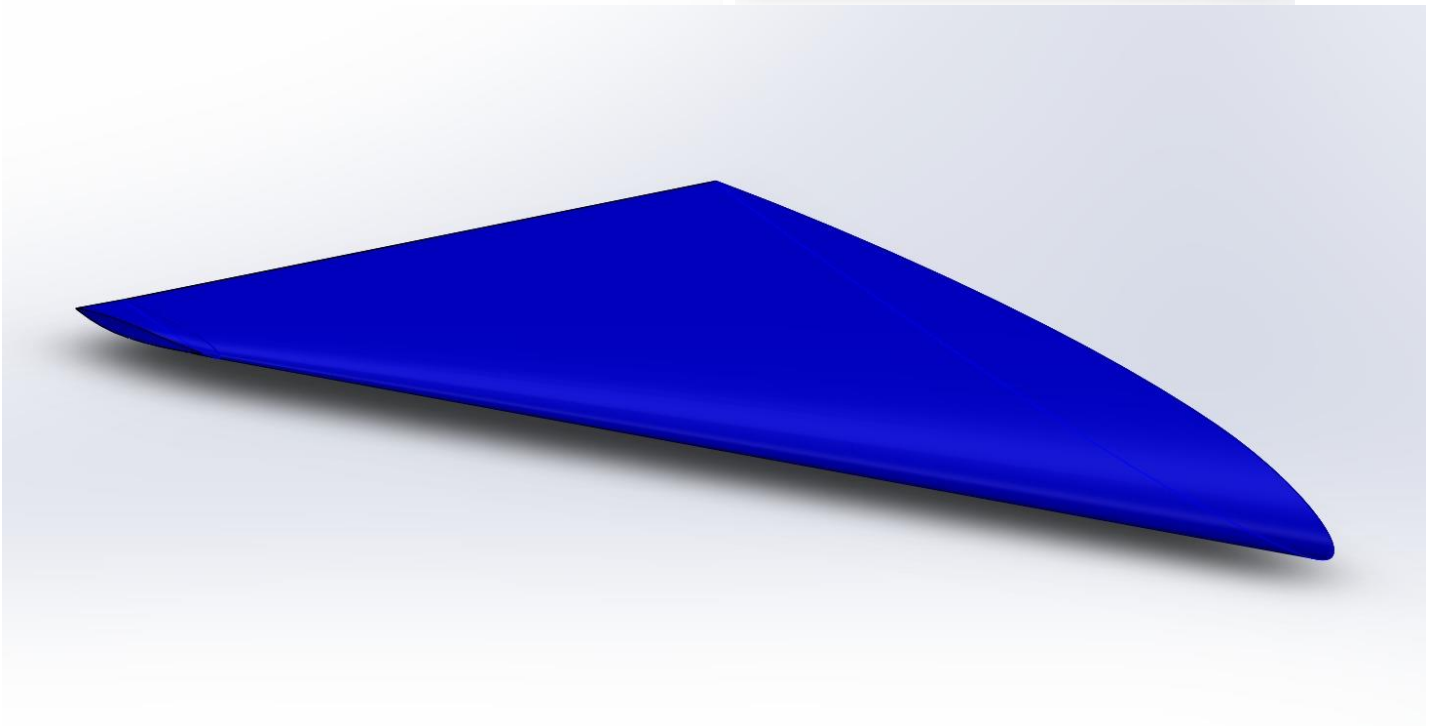
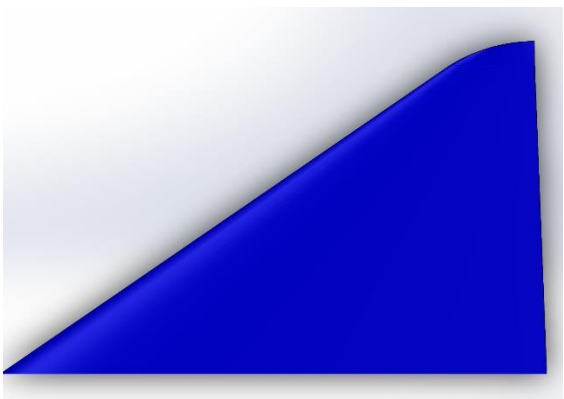
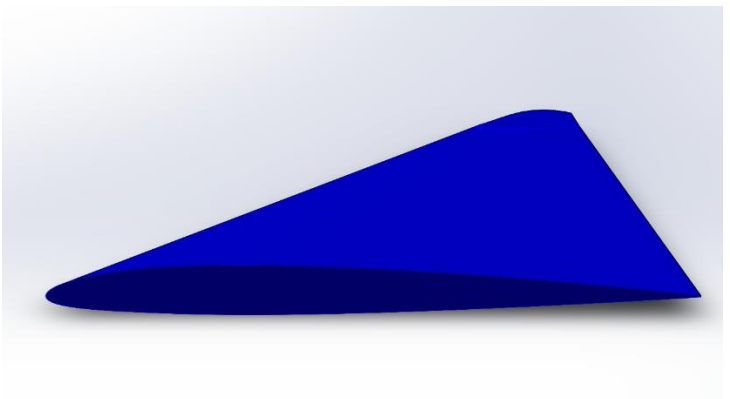
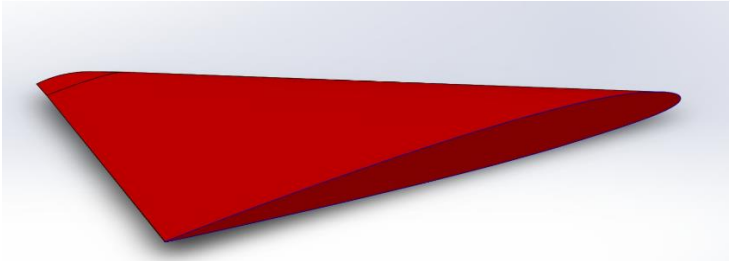
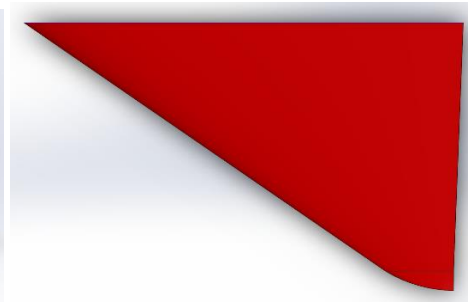
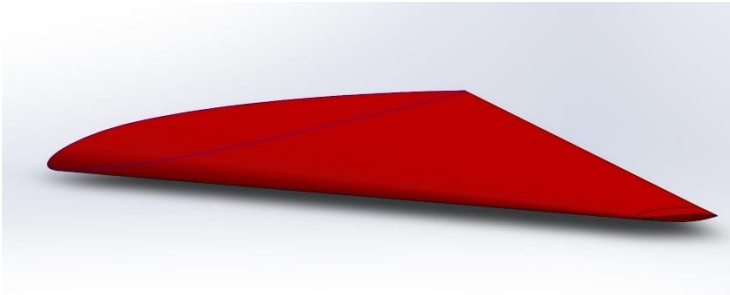




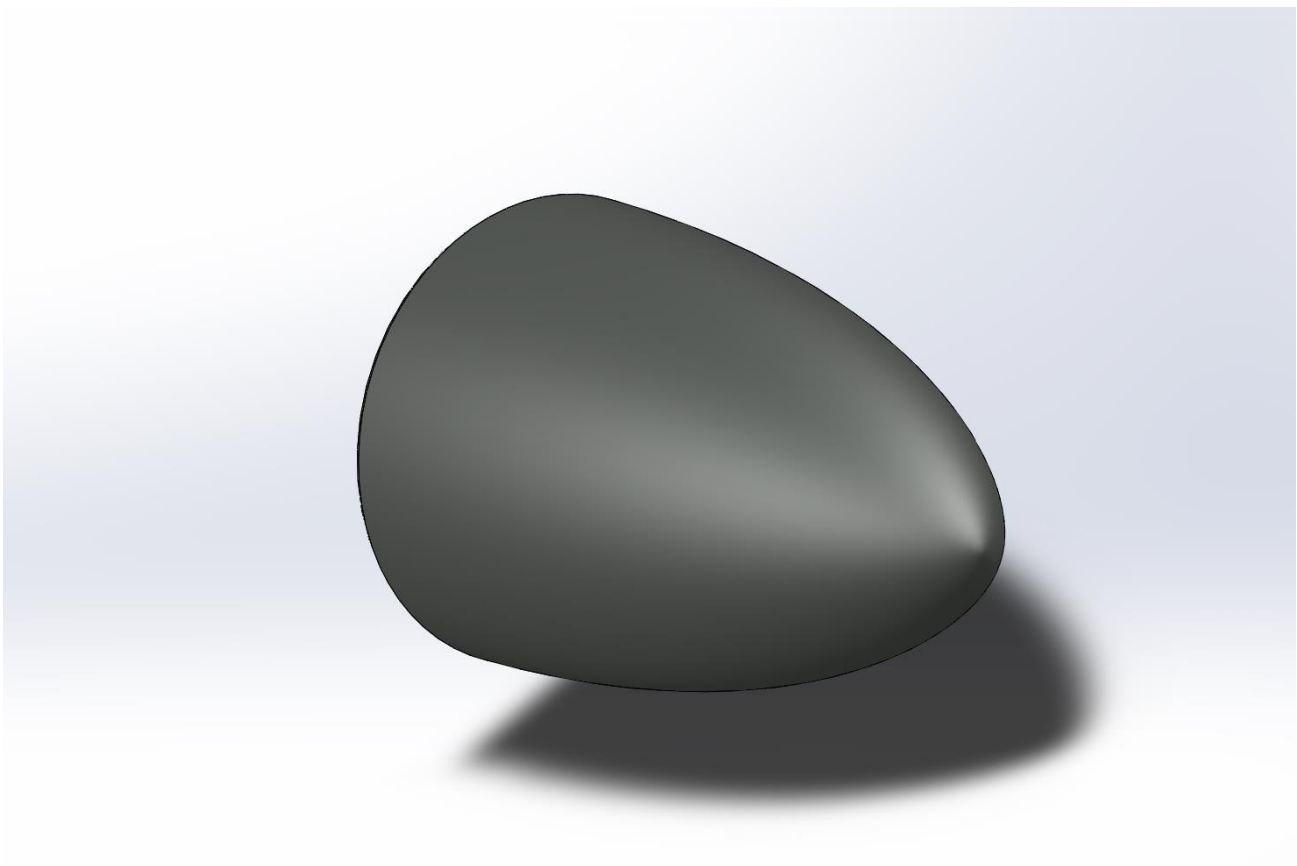
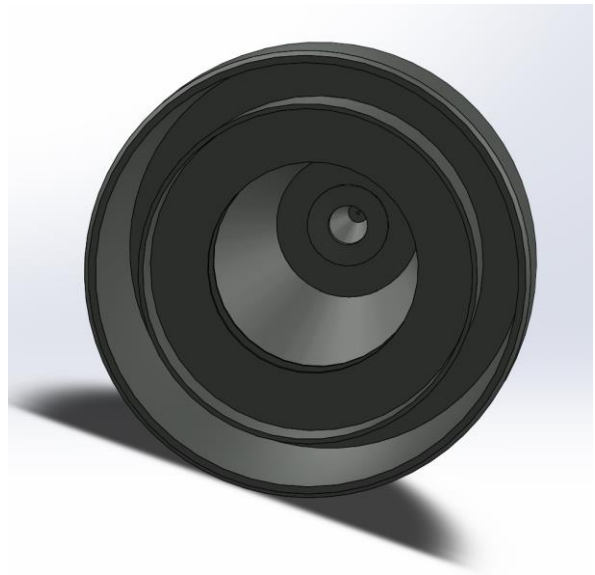
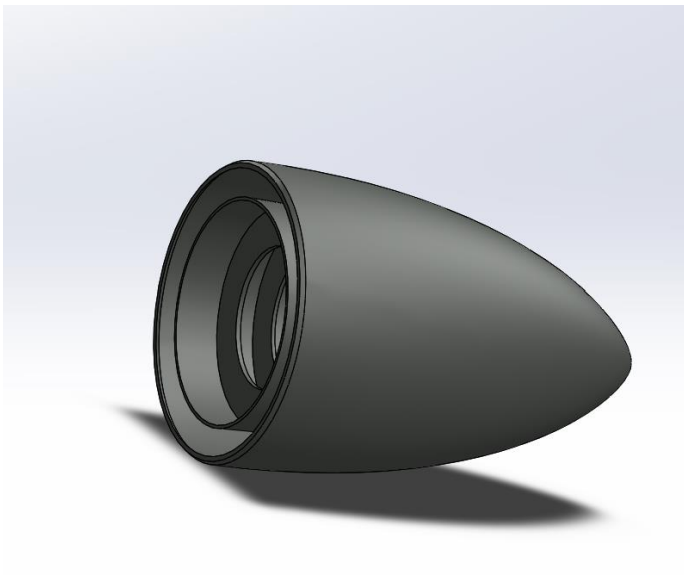
Fuselage :



Ailes :

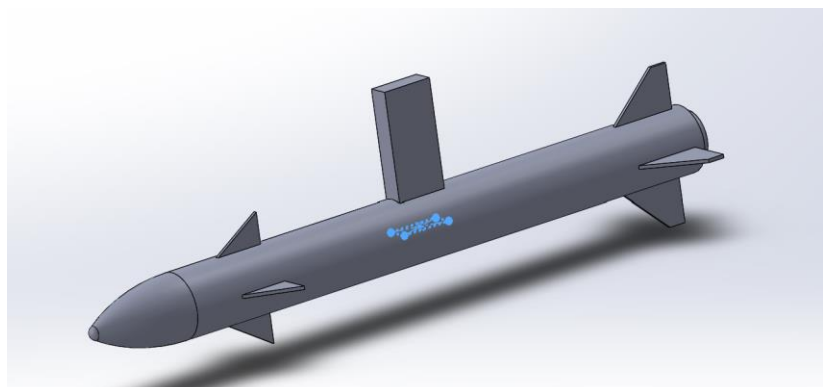
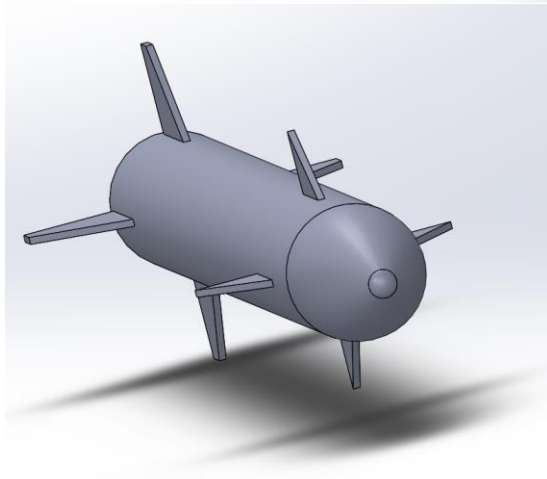
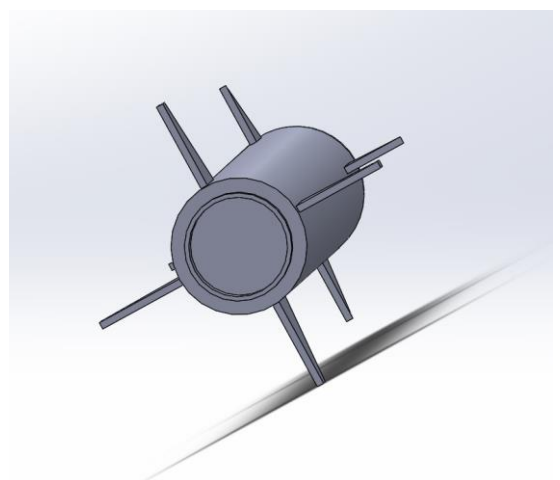
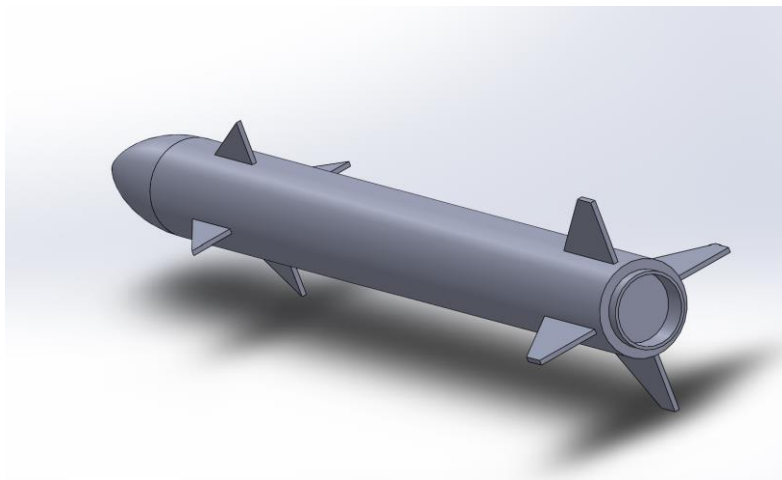
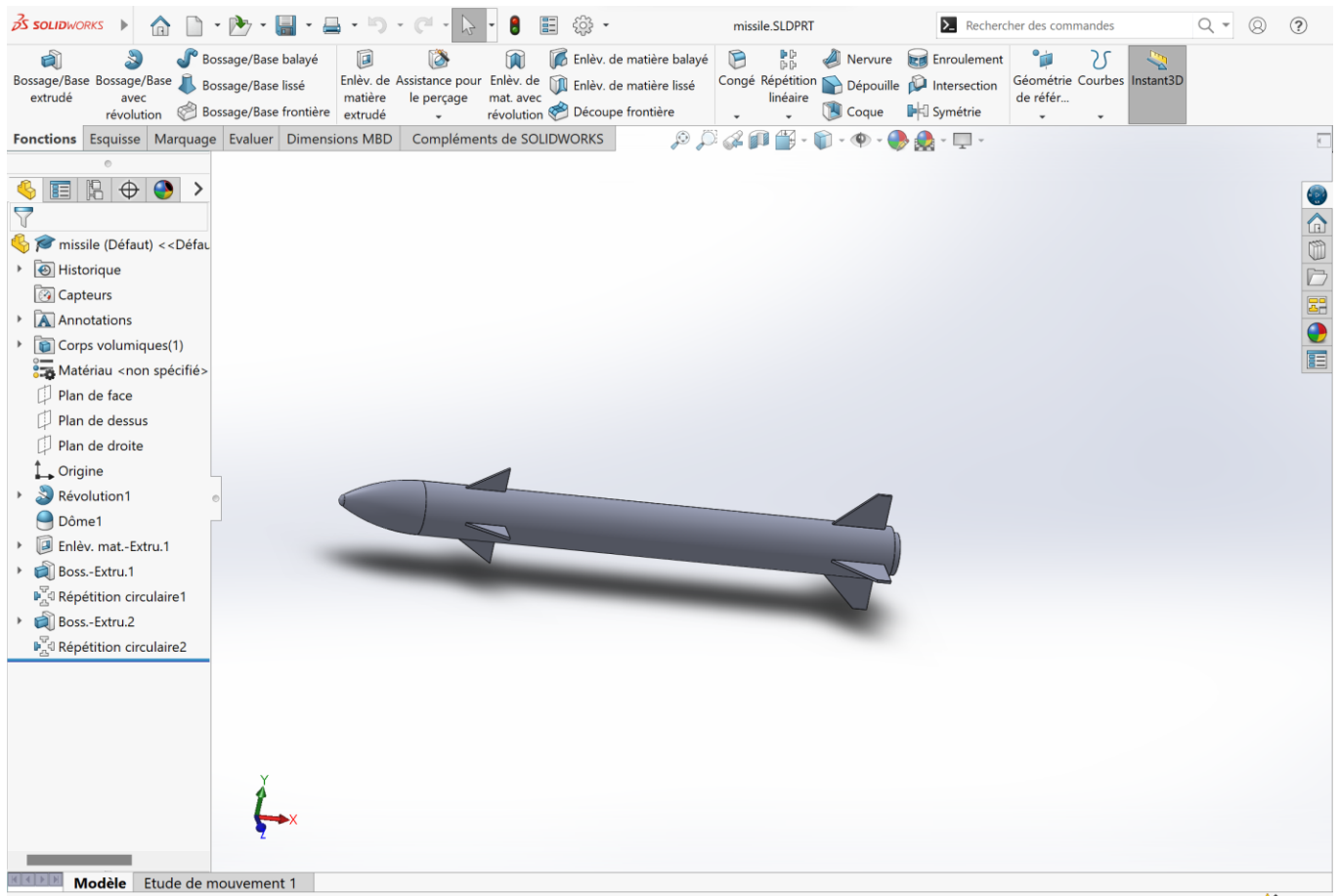


Réacteur :

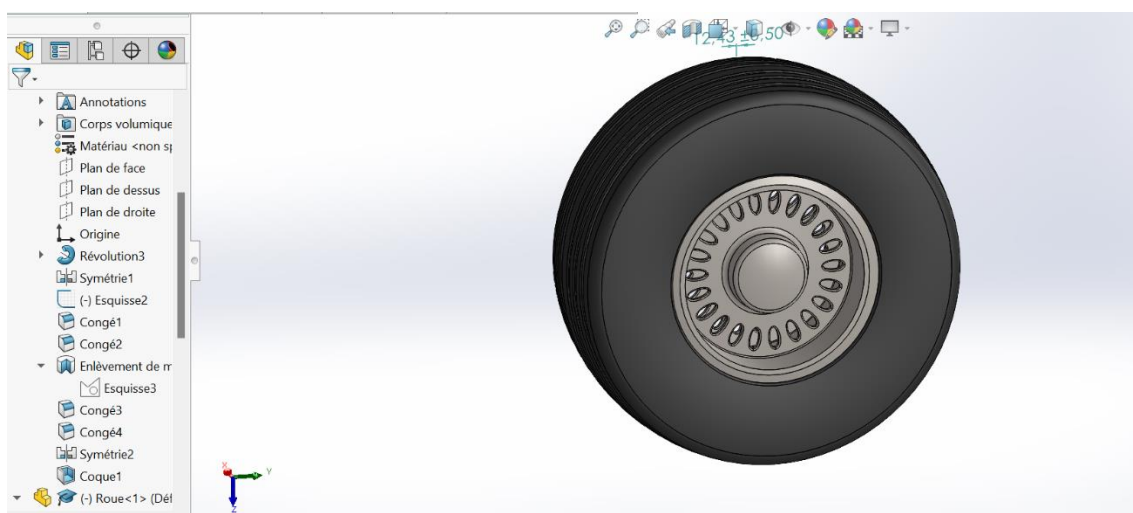
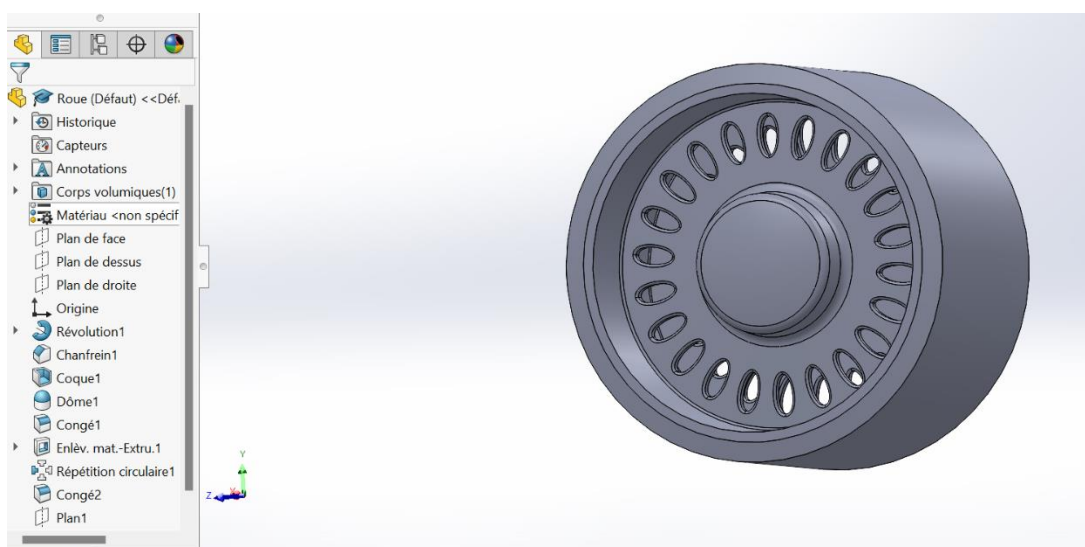
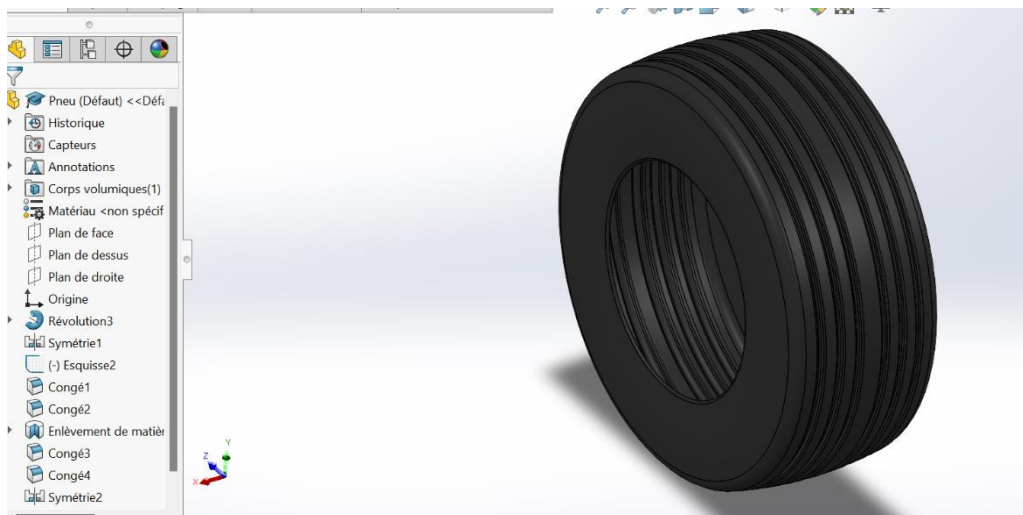




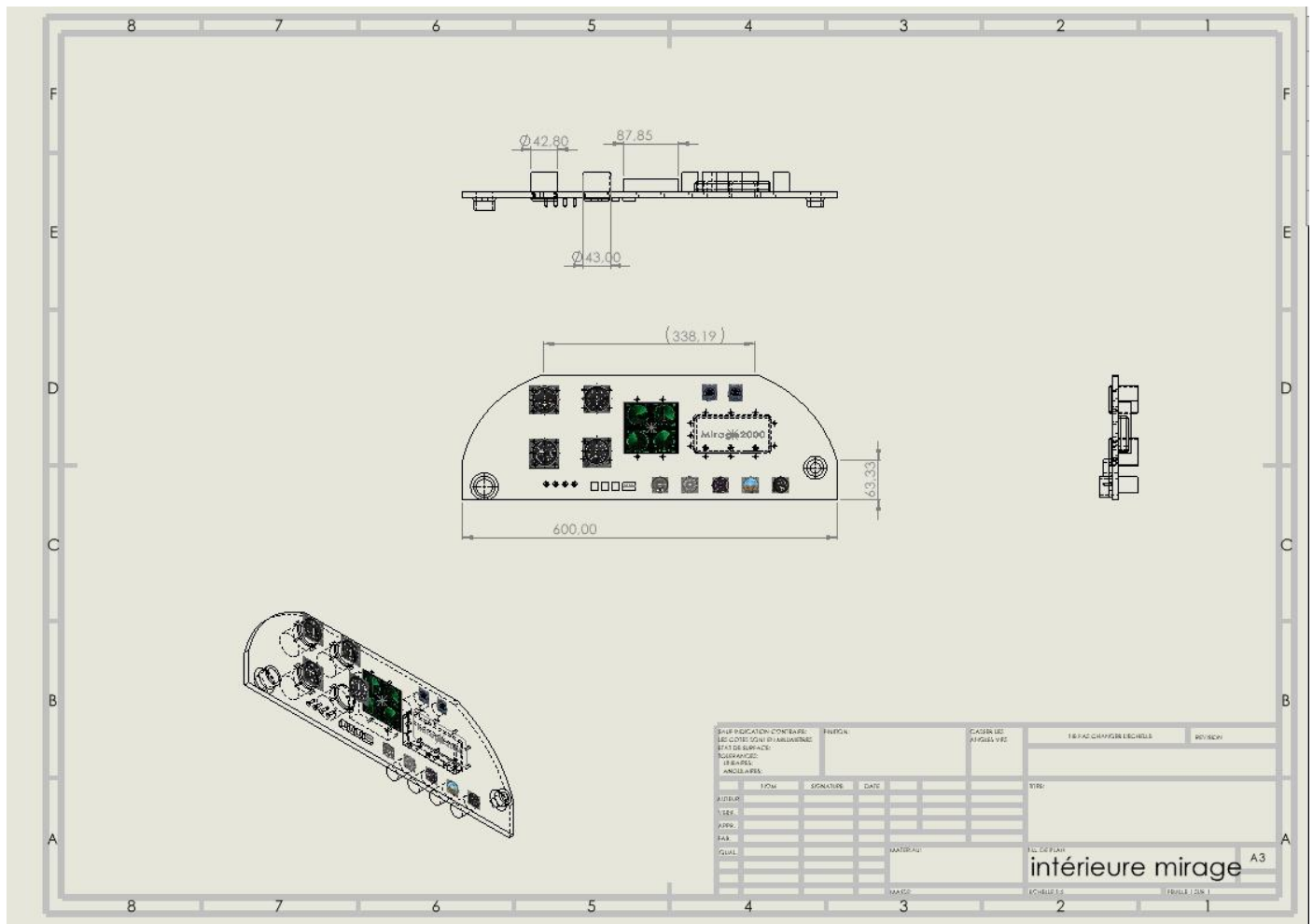
## Missiles :



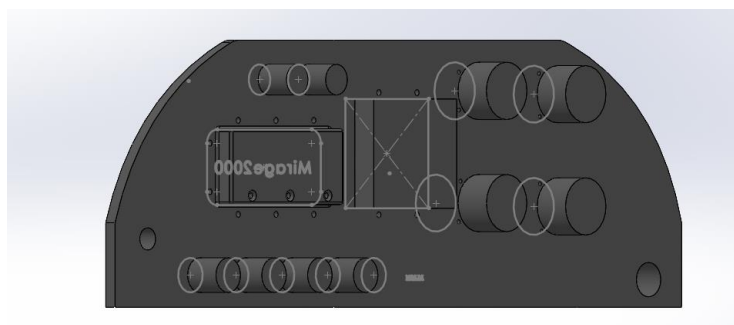
## Roues:



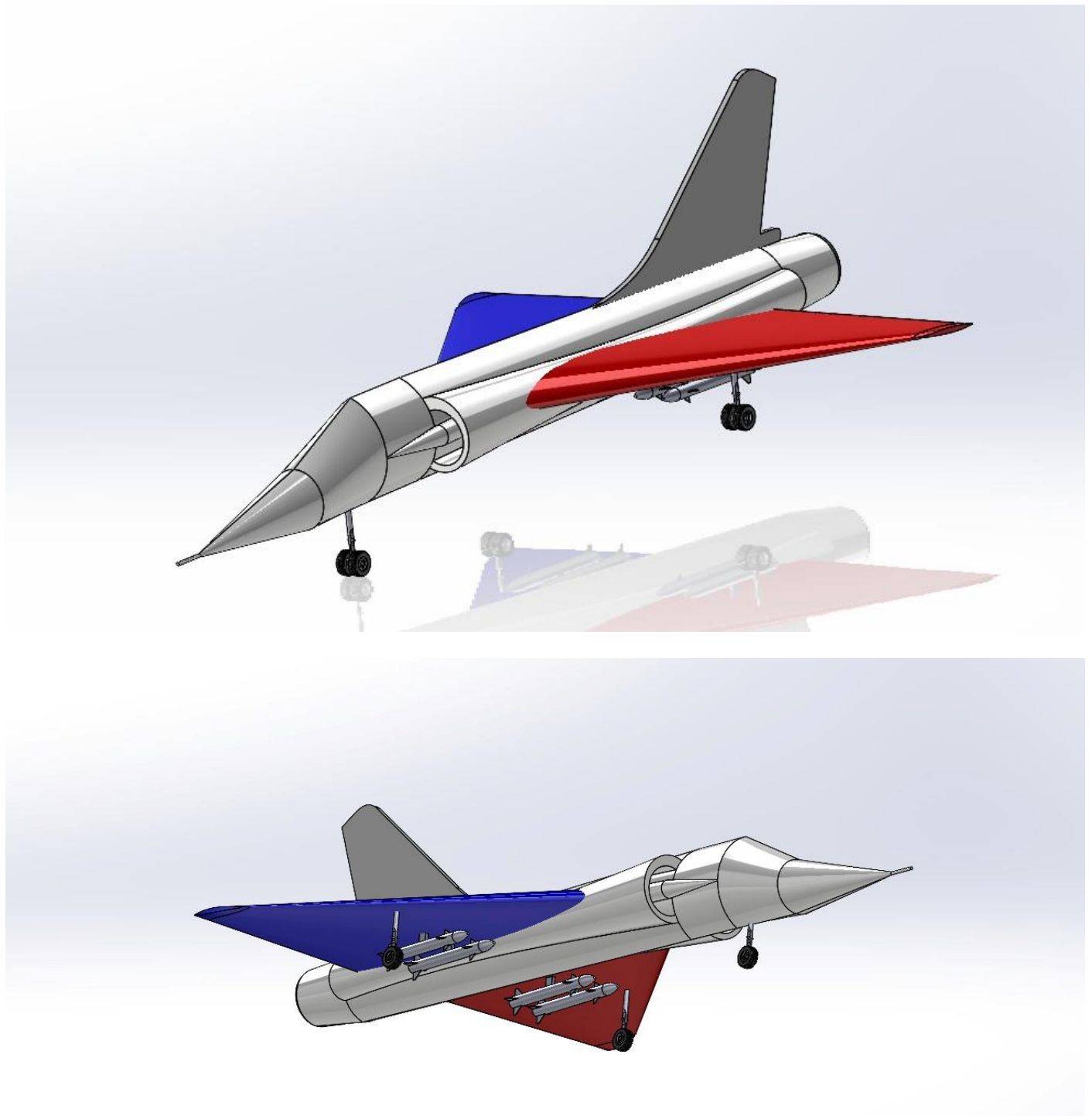
## Tableau de bord :



- Historique
- Capteurs
- Annotations
- Corps volumiques(1)
- 1060-112
- Plan de face
- Plan de dessus
- Plan de droite
- Origine
- Références de contrainte
- Boss-Extru4
- Enlève.mat-Extru4
- Congé5
- Enlève.mat-Extru5
- Congé6
- Boss-Extru7
- Enlève.mat-Extru8
- Congé8
- Enlève.mat-Extru8
- Enlève.mat-Extru9
- Enlève.mat-Extru10
- Enlève.mat-Extru11
- Enlève.mat-Extru12
- Enlève.mat-Extru13
- Exposée21
- Congé9
- Congé10
- Exposée22
- Plan1
- Exposée23



Modèle final :



Difficultés rencontrées :

Nous avons eu quelques difficultés en terme de dimensionnement des pièces. En effet, le travail ayant été réparti entre chaque membre de l'équipe, il a fallu veiller à bien remettre à l'échelle chaque pièce pour que l'assemblage du tout soit cohérent. Par ailleurs pour l'assemblage, nous n'avons pas pu mettre en place toutes les contraintes et avons du créer l'assemblage manuellement pour certaines parties. Enfin, la partie la plus technique reste certainement celle du fuselage et du lissage des ailes qui ont nécessité de s'y reprendre à plusieurs reprises et de travailler différentes techniques.





# BIBLIOGRAPHIE

## Dassault Aviation :

- <https://www.dassault-aviation.com/fr/defense/soutien-militaire/avions-soutenus/mirage-2000/>
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Dassault\\_Aviation](https://fr.wikipedia.org/wiki/Dassault_Aviation)
- <https://defense-zone.com/blogs/news/le-mirage-2000-de-dassault-aviation>

## Organigramme :

- <https://www.dassault-aviation.com/fr/wp-content/extra/finance/2020/ra-digital/actionnariat-et-organigramme-simplifie-du-groupe/>

## Plans :

- <https://maquettes-missiles.blogspot.com/2015/08/lhistoire-du-marcel-dassault-mirage-2000.html>