



MICROSIMOUN

Avant Projet

Laurent BOUTIN & Matthieu BARREAU



L'objectif de notre projet est de concevoir un biplace "grand sport" économique permettant le voyage dans un confort et une convivialité acceptable.

L'appareil doit être le plus économique possible à la fabrication, l'entretien et le vol tout en assurant des performances correctes (100 nœuds mini en croisière).

Actuellement le meilleur représentant de ce type d'avion économique est le D18.

Cependant, celui-ci présente un certain nombre de défauts:

Défauts de l'avion Jodel D-18:

- roulette de queue "savonnette"
- manque de place (coffre à bagages accessible en vol, espace vital)
- ceintures 2 points seulement
- tableau de bord un peu trop petit (nécessite l'usage d'instruments de 57 mm)
- vole queue haute (calage aile), vrillage important de l'aile = traînée importante
- moteur non aéro et lourd
- moteur non réduit et rapide = adaptation hélice difficile
- freinage au sol médiocre (inconvenient mineur)
- verrière sans arceau (manque de sécurité), non développable (coût élevé), s'ouvre dans le mauvais sens
- bruit élevé (casques obligatoires)
- démontage nécessitant 2 personnes
- transport routier malaisé (aile d'un seul tenant)

Qualités de l'avion Jodel D-18

- légèreté malgré l'emploi d'un moteur lourd
- simplicité de conception, nombre réduit de pièces
- accès aisé à toutes les servitudes pour les visites (commandes de vol, train, etc.)
- utilisation du bois : solide, léger et bon marché
- utilisation d'éléments courants pour le reste (roues et pneus agricoles, etc.)
- utilisation d'un seul type de quincaillerie courante (ISO) et en faible quantité

ETAPE 1: DEFINIR L'ERGONOMIE CABINE.

Ergonomie Cabine: considérations générales.

L'étude des différentes configurations existantes (tandem, côte à côte, décalé) nous a conduit à étudier de manière plus approfondie une configuration peu usité et qui présente un certain nombre de qualités: la configuration côte à côte décalée.

Ergonomie Cabine: Choix d'avant projet:

Biplace côte à côte décalé en hauteur (5 cm) et longitudinalement (25 à 30 cm).

Place commandant de bord à l'avant gauche et place passager/navigateur/instructeur à l'arrière droit.

Pour le commandant de bord: Manche central et manettes des gaz sur paroi latérale gauche (Main sur manche et gaz).

Pour le navigateur: mini manche sur paroi latérale droite et manette des gaz sur console mitoyenne ou au tableau de bord.

Double palonnier.

Une tablette de navigation se déploie sur les genoux du navigateur.

Logements porte cartes sur les parois droite et gauche de la cabine et de part et d'autre de la console mitoyenne.

harnais double 3 points type automobile compatible solo.

Siège reposant sur les longerons de l'aile.

Coffre à bagages pour trois bagages standard cabine 250 x 400 x 500 mm.

Accès à bord en marchant sur l'extrados de l'aile jusqu'au 1/3 avant de la corde.

Ergonomie sièges:

Les sièges seront de type baquet/individuels. Il doivent être légers et confortables.

L'angle d'inclinaison moyen du dossier sera de 15° pour garantir une vue correcte vers l'avant et les cotés (pas trop incliné).

L'angle d'inclinaison de l'assise sera également de 15° pour éviter de glisser dans le siège.

Ergonomie tableau de bord:

L'instrumentations se compose de quatre blocs fonctionnels bien distincts:

- Le bloc instruments de vol: anémomètre, altimètre, variomètre, bille.
- Le bloc instruments de navigation: compas, chronomètre/montre; GPS; cartes.
- Le bloc instruments de communication: radio.
- Le bloc instruments moteurs: tachymètre/ horamètre, manomètre de pression huile, t° huile, t° culasse, charge batterie; voyants d'alarme.

Ces blocs fonctionnels doivent être tous parfaitement visibles par le commandant de bord et disposés de façon logique dans l'ordre de leurs priorité d'importance.

Ainsi, il semble logique d'implanter le bloc instruments de vol en face du commandant de bord. A droite de ce dernier, le bloc instruments moteurs, le bloc instruments de navigation et enfin la radio sur un tableau légèrement incliné. (voir ce que font les pros).

Les instruments devront être implantés de manière à ce que leurs aiguilles pointent toutes vers midi quand les paramètres nominaux de vol sont affichés.

Ces blocs fonctionnels doivent être tous parfaitement visibles par le commandant de bord et par le navigateur et disposés de façon logique dans l'ordre de leurs priorité d'importance.

Ainsi, il semble logique d'implanter le bloc instruments de vol en face du commandant de bord. A droite de ce dernier, le bloc instruments de navigation et la radio et enfin le bloc instruments moteurs, sur un tableau légèrement incliné. (voir ce que font les pros).

Les instruments devront être implantés de manière à ce que leurs aiguilles pointent toutes vers midi quand les paramètres nominaux de vol sont affichés.

Ergonomie commandes:

Pour le commandant de bord: Manche central et manettes des gaz sur paroi latérale gauche (Main sur manche et gaz).

Pour le navigateur: mini manche sur paroi latérale droite et manette des gaz sur console mitoyenne.

Double palonnier.

Verrière:

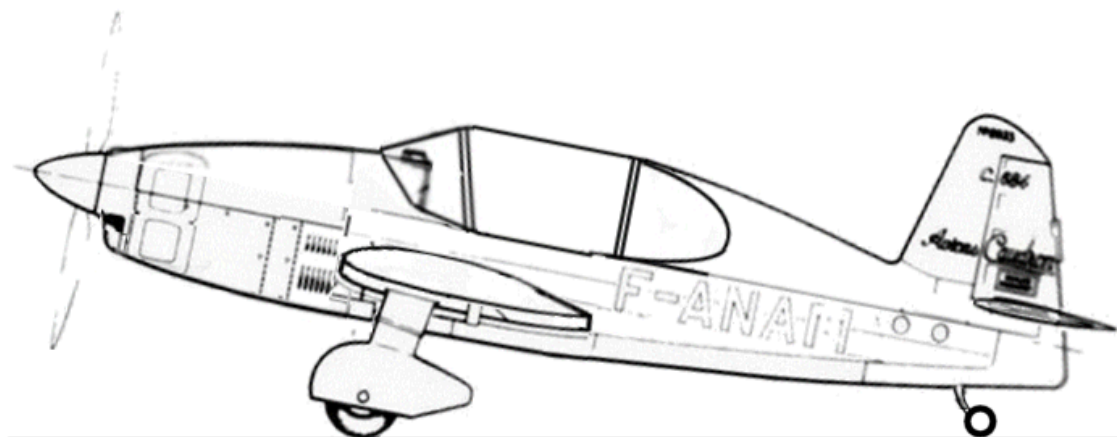
Constituée, d'un saute vent (si possible développable), d'une partie mobile développable, de deux petites fenêtres à l'arrière.

• Le bloc instruments de vol: anémomètre, altimètre, variomètre, bille.		Anémomètre Profondeur : 79,5 mm Poids : 190 g Diamètre : 80 mm		Altimètre à deux aiguilles Diamètre : 80 mm Profondeur : 107 mm Poids : 330 g
		Bille/aiguille. Diamètre. 57 mm Profondeur : 13 mm Poids : 25 g		Variomètre Diamètre : 80 mm Profondeur : 68 mm Poids : 250 g

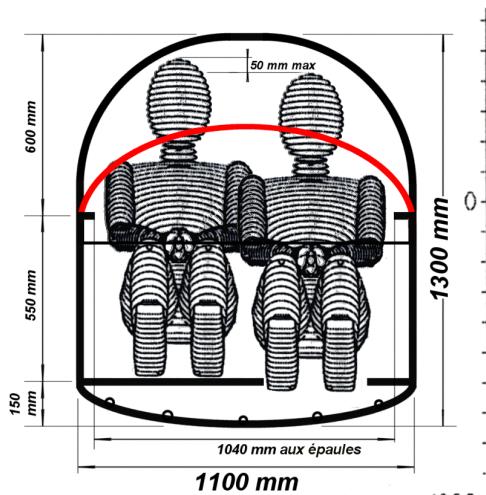
Le bloc instruments de navigation: compas, chronomètre/montre; GPS; cartes.		Compas Diamètre. 57 mm Profondeur : 65 mm Poids : 260 g		GPS Hauteur: 110 mm Largeur: 58 mm Profondeur : Poids :
		Montre Diamètre. 80 mm Profondeur : mm Poids : 95 g		

Le bloc instruments de communication: radio.		Radio: Hauteur: 110 mm Largeur: 58 mm Profondeur : Poids :
--	---	---

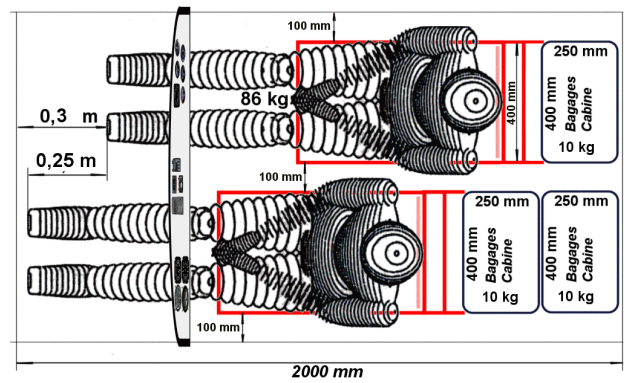
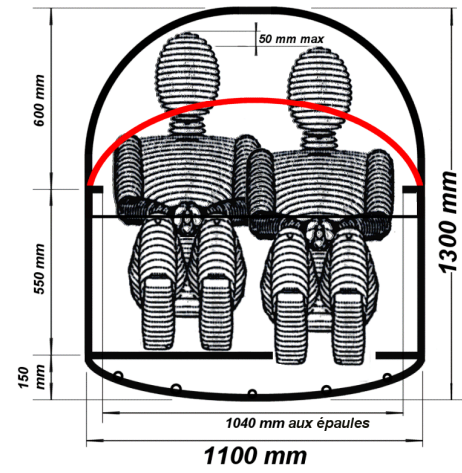
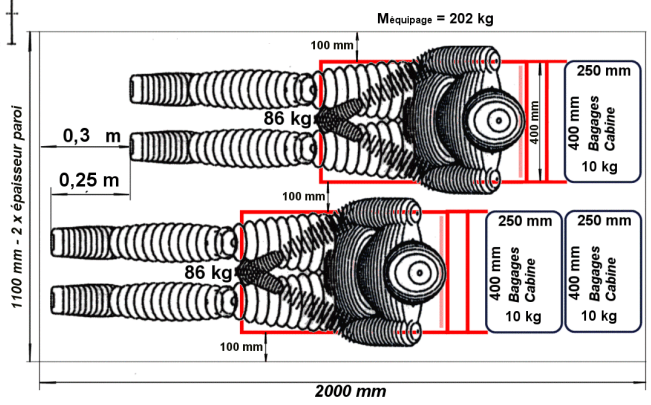
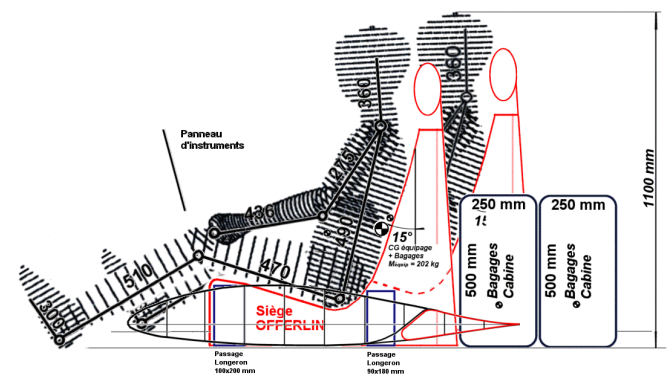
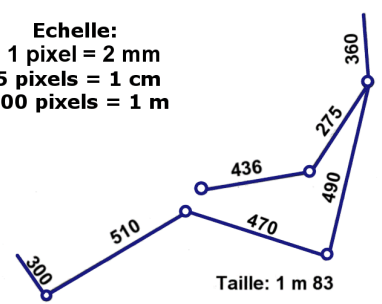
Le bloc instruments moteurs: tachymètre, manomètre de pression huile, t° huile, t° culasse, charge batterie; horamètre, voyants d'alarme.		Compte tours+ Horamètre Profondeur : 53 mm Poids : 190 g Diamètre : 80 mm		Temp Culasse Diamètre. 57 mm Profondeur : 65 mm Poids : 95 g
		Charge batterie Profondeur : 68 mm Poids : 120 g Diamètre : 52 mm		Temp Huile Diamètre. 52 mm Profondeur : 68 mm Poids : 120 g
				Pression Huile Diamètre. 52 mm Profondeur : 68 mm Poids : 120 g



ERGONOMIE CABINE MICROSIMOUN



Echelle:
1 pixel = 2 mm
5 pixels = 1 cm
500 pixels = 1 m



ETAPE 2: DEFINIR LE PLAN DE CENTRAGE ET LA FORME DU FUSELAGE:

Fuselage:

Formes en plan du fuselage est extrapolée du Simoun de Marcel Riffard. Le maître couple à 40%. Vue de dessus en plan qui adopte la forme d'un profil d'aile. "Razorback" ou "turtle deck" pas de concavité. Etagement des maîtres couples selon loi des aires (attention à l'étagement cabine-aile et décalage dérive profondeur).

Vue en plan de dessus: combinaison de profils et d'ellipses.

- Le tronçon avant de l'avion (0 à 50%) :
- Le tronçon arrière de l'avion (50% à 100%) :

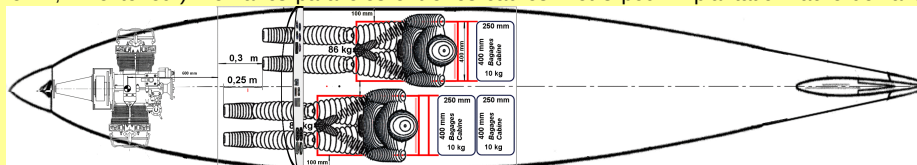
Maître couple constant de 35% jusqu'à 55% de la corde obtenue par troncature du profil du fuselage à l'épaisseur voulue (On veut 17% d'épaisseur relative = 1,1m extérieur). I.e flancs parallèles entre les cadres 2 et 3 pour implantation facile de l'aile et verrière développable.

(Lf/bf > 5,9)

bf = 1,10 m extérieur

Lf = 6,50 m

Hf = 1,30 au niveau cabine.



Construction :

Poutre travaillante de section rectangulaire arrondie par des carénages entoîlés.

Fuselage coffré latéralement depuis la cloison pare feu jusqu'au cadre 3. Triangulation sur pont supérieur et inférieur définis par les lignes d'eau 0 et 1 (cf. 3 vues).

Ensuite poutre triangulée entre les cadres 3 et 7.

"Turtle deck" formant carénage sur le pont supérieur (L0) en baguettes de bois cintrées sur cadres entre les cadres 3 et 7.

"Turtle deck" formant carénage sur le pont inférieur (L1) en baguettes de bois cintrées sur cadres entre les cadres 1 et 7.

Marouflage et entoilage de tout le fuselage.

Fuselage à 5 cadres

- **cadre 1 (environ à 0,22 Lf)** : cloison pare-feu, juste devant les palonniers. Batterie étanche & électronique derrière la cloison pare-feu. moteur directement monté par silentblocs et chapes genre Fournier. Paroi ajourée pour le passage du chauffage cabine (incendie...)

- **cadre 2 (environ à 0,3 Lf)** : planche de bord démontable pour l'accès arrière aisé.

charnière inférieure, // au longeron d'aile (++), ce qui nécessite de mettre des appareils peu profonds en haut, par exemple interrupteurs, montre, etc...

liaison des câbles électriques : central ou latéral ou partie supérieure amovible, et planche fixe partie fixe supportant toutes les commandes mécaniques (gaz, etc).

la verrière style rand kr2 avec saute vent fixe et verrière mobile développable coulissante longitudinalement ou s'ouvrant latéralement, ou encore en papillon.

- **cadre 3 (environ à 0,55 Lf)** : en arrière des sièges et du coffre à bagages :

- **cadre 4 (environ à 0,6 Lf)** : Cadre léger pour maintenir la forme de la queue.

- **cadre 5 (environ à 0,75 Lf)** : Cadre léger pour maintenir la forme de la queue.

- **cadre 6 (environ à 0,85 Lf)** : Cadre du longeron de dérive

- **cadre 7** : étambot, fixation longeron de profondeur monobloc et roulette

Spécifications d'utilisation:

- pouvoir soulever l'étambot (barre ou poignée) à la main, pouvoir rentrer l'avion seul

- **dérive** (plan fixe) venant de construction avec le fuselage sur cadre 6.

commande du plan mobile par 2 câbles, avec compensateur aérodynamique fixe (ou réglables)

- **capots moteur** en deux parties (sup et inf) non travaillants, en résine/verre ou alu découpés/collés/riveté.

volet de refroidissement par contrôle de la section d'entrée d'air

section d'entrée minimale : 250 cm²

section de sortie minimale : 300 cm²

tôles de refroidissement moteur, avec sorties naca ou sorties latérales (voir 2cv) chemin identique suivi par les tubes d'échappement

AILE.

Forme en plan rectangulaire.

λ	8,33	8	7,5	7
b	10	9,8	9,5	9,16
Sa	12	12	12	12
c	1,2	1,225	1,26	1,31

Sa = 12 m²

b=9,2 m

$\lambda = 7$

ces deux dernières valeurs sont à méditer : une aile rectangulaire d'allongement "important" à un coeff. "e" pas terrible (gain peut être nul)

c = 1,2

profil NACA 747 A318

Volets a fentes 30%. Braquage max 45° (si l'aile est médiane, ça pose pas de problème, il faut pouvoir approcher au moteur pour ne pas qu'il givre et permettre la remise des gaz sans serrer les fesses et sans choc thermique majeur)

Ailerons a fentes id aux volets.

Dimensionnement conformément à la FAR 23 +4,4 -2,2 G.

Spécification de terrain:

- pouvoir soulever 1/2 train par le saumon à la main, et placer une cale sous le tube de train pour changer un pneu ou les freins
- pouvoir démonter ailes/empennages sans outillage ou grue spéciaux
- ferrures des ailes et autres : dans le fuselage, faciles à contrôler en pré-vol (à ne pas placer sous carénages)

Construction de l'aile:

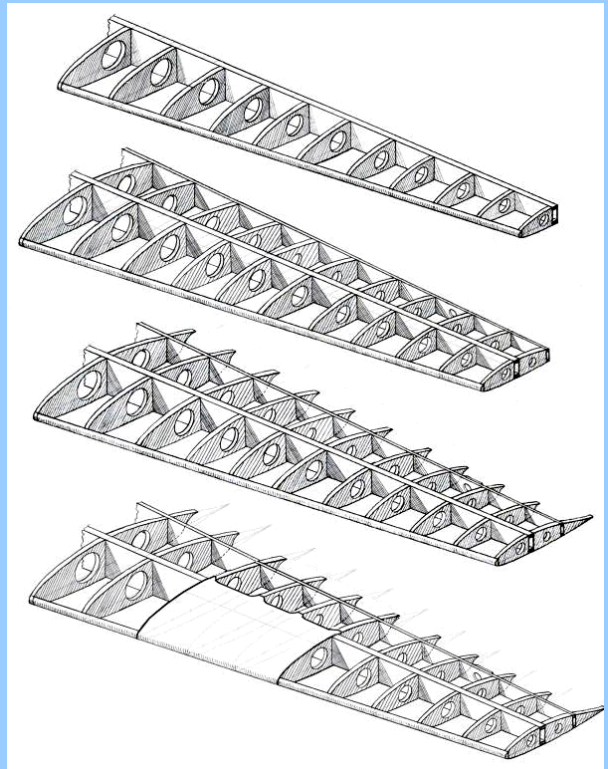
longeron en pultrudé carbone + âme en cp.

si aile haubanée, ça se discute aussi (inutile sans doute)

Caisson de torsion au BA jusqu'à 35% à 40 % de la corde.

Entoilage de 35 à 70%

longeronnet avec petit caisson de fente.

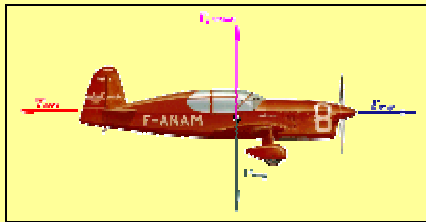


GROUPE MOTO PROPULSEUR

Moteur VW 1600 réduit

- type : 85,5 x 69, 4 cylindres
- refroidissement par air / huile
- puissance : 40 kW (55 cv) à 3800 t/min (V piston < 9 m/s)
- avance à l'allumage : 30°
- filtre à huile de 4L (3/4", 62 mm)
- 2,6 l d'huile au total

Rappel: Energétique du vol en palier stabilisé.



$$P_m.R_h = \frac{1}{2} \cdot r \cdot V^3 \cdot S_a \cdot C_x$$

$$\underbrace{P_m \cdot R_h}_{\text{Puissance utile}} = \underbrace{\frac{1}{2} \cdot r \cdot V^3 \cdot S_{mt} \cdot C_{fe}}_{\text{puissance consommée par la traînée de frottement}} + \underbrace{\frac{2 \cdot m^2 \cdot g^2}{\rho \cdot l \cdot e \cdot r \cdot S_a} \cdot \frac{1}{V}}_{\text{puissance consommée par la traînée induite}}$$

A la vitesse de croisière, on néglige la traînée induite:

$$V_{cr} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot P_{cr} \cdot R_h}{r \cdot S_{mt} \cdot C_{fe}}}$$

Avec:

P_m : Puissance motrice (W)

R_h : Rendement hélice

ρ : masse volumique de l'air à l'altitude de vol (1,225 kg/m³)

V : vitesse de vol (m/s)

V_{cr} : vitesse de croisière (m/s)

S_{mt} : surface mouillée totale de l'avion (m²)

C_{fe} : coefficient de frottement équivalent plaque plane.

m : masse de l'avion (kg)

g : facteur de charge (m/s²)

λ : allongement de l'aile

e : coefficient d'Oswald (pour aile elliptique non vrillée $e = 1$)

S_a : Surface alaire (m²)

PERFOS VISÉES

Les moyens étant fixés, il s'agit d'utiliser au mieux la puissance disponible.

Puissance maxi disponible au moteur 40 kW (54 cv)
Puissance de croisière $P_{cr} = P_{max} \times 0,75 = 30 \text{ kW}$ (41 cv)
Rendement d'hélice possible de 0,84
Vol en basses couches, $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$
Cfe visé de 6

Calcul de Smt

Aile

$$S_{ma} = 2 \cdot (b - b_f) \cdot c \quad S_{ma} = 2 \cdot (10 - 1,1) \cdot 1,2 = \mathbf{21,4 \text{ m}^2}$$

fuselage

$$S_{mf} = K_f \cdot L_f \cdot D_m \quad S_{mf} = 2,094 \cdot 7,3 \cdot 1,37 = \mathbf{21 \text{ m}^2}$$

avec
 K_f : 2,094; fuselage profilé "normal" (DR-400).
 L_f : longueur (m) fuselage (sans empennage).
 D_m : diamètre moyen au maître couple (m).

Empennages

$$S_{me} = 0,3 \cdot S_{ma} \quad S_{me} = 0,3 \cdot 21,4 = \mathbf{6,4 \text{ m}^2}$$

Train

$$S_{m_{train}} = \mathbf{1,3 \text{ m}^2}$$

Smt estimée à :

$$\mathbf{Smt = 50,1 \text{ m}^2}$$

on peut espérer une vitesse de croisière de 100 kts.

	Vitesse (km/h)	Vitesse (m/s)
Vitesse minimum de contrôle (V _{mc})	65	18,06
Vitesse de croisière (V _{cr})	185 km/h	51,5
Vitesse maxi (V _{max})	202 km/h	56
Vitesse à ne jamais dépasser (V _{NE})	250	70

Vitesse Verticale à la masse maxi (V _Z) m/s		3,00
passage des 15 mètres (m)		350,00
Règlement de calcul		FAR 23
monoplace +6 -3 (ou biplace léger (150 kg) + 2h ess = 420 kg)		
biplace +4,4 -2 (M _{maxi} = 450 kg)		

Dans le train, j'ai réfléchi à la verrière:

Une verrière coulissante vers l'arrière, pour séduisante qu'elle soit pose de gros problèmes de cinématiques des rails si on veut un ajustage correct de la verrière sur le fuselage (cad pas comme sur le Wasmer d'alias). Par contre, une ouverture latérale (beaucoup plus facile à réaliser ainsi que son largage secours) permet un très bon ajustage. C'est moins plaisant en terme de symétrie des efforts et de possibilité d'ouverture partielle lors des roulages mais j'ai beau réfléchir à une cinématique par rails, je ne trouve pas de solution simple à moins d'accepter une forte déformation de la verrière (en largeur). L'ouverture latérale permet même une rigidification de l'arceau verrière par un tirant transversale. Une verrière développable impose également un tronçon cabine de fuselage à flanc parallèles. Ce n'est pas évident à réaliser à moins de monter les longerons de fuselage sur chantier en lamellé collés.

D'un autre côté, une verrière parfaitement ajustée n'est pas nécessairement indispensable (on peut tolérer le décollement de la cl à condition que ça puisse recoller derrière)

- Question ajustement, s'il n'y a que 3 rails, c'est en appui isostatique partout et tout le temps, et seule la position "fermée" est importante en terme d'ajustement.

Reste la question sécuritaire : une verrière coulissante vers l'arrière, si elle se déverrouille en vol, ne va jamais amener une catastrophe (surtout si on prévoit juste derrière la position d'ouverture un cran genre "capot de bagnole")

Pour l'aile haubanée, pourquoi pas mais cela impose un longeron (ou plutôt un tube de reprise d'efforts) passant derrière les épaules du navigateur et donc, C'est la merde, car ça veut dire une implantation du longeron à 60% de la corde.

- On n'est pas obligé de faire passer le tube de reprise d'effort au droit du longeron de l'aile (cf. cessna)

Dans notre devis de masse nous avons compté l'intégralité du carburant, or il me semble que la réglementation ULM impose une heure de carburant?

Mais y'aura toujours des crétins pour décoller sans tenir compte du devis de masse, surtout en ulm la règle est "si la connerie est faisable techniquement, elle sera faite".

Éléments de Cahier des charges pour un Avion léger

Cahier des charges :

En vrac quelques éléments de cahier des charges :

Taux de roulis 45°/45° en 1,5 seconde mini.
Braquage des volets permettant un fort taux de chute en finale.
Freins efficaces pour apponter.
Train solide.
Capots pratiques et dégagant bien les organes.
Bonne visi devant l'aile.
Allongement 8,5 à 9 pour les perfos.
Sièges et palonniers réglables.

Décrochages sains, TRES BONNE protection des ailerons.
Vol lent avec un cran de volet sûr et agréable (disons vers 120 km/h)

Choix du profil d'aile :

- $C_{x_{mini}}$ au C_z de croisière (V_{cr}).
- C_{m0} au C_z de croisière (modélisation avec empennage).
- C_z max lisse et avec volets (V_{mc}).
- Plage de variation du C_z en fonction des altitudes de vol. Adaptation du profil à l'altitude de vol envisagée.
- Performance avec pollution (conséquences sur la traînée maxi compatible avec une remise des gaz).
- C_x faible pour un C_z allant jusqu'à 0,8 à 1. Perfos en montée.
- $C_{x_{max}}$ à C_z max pour la remise des gaz.
- Type de décrochage.
- Pente coef de moment (stabilité).
- Epaisseur pour longeron
- Position de l'épaisseur maxi.

Verrière largable

SPécif Véou Oué transatlantique

DONNEES TECHNIQUES AVION

- train mono-trace classique style fournier RF4
logement de la roue entre le cadre 1 et le cadre 2
mono-roue de 6 pouces
train du fournier RF4 / bijave : jante de 6 pouces (15 cm de diamètre)
rentrant style planeur/fournier
devant le longeron de l'aile, avec ou sans logement, mais avec protection
articulation sur l'avant du longeron et sur la cloison pare-feu
niveau plancher
bâti double-triangle style bijave ou dc3 ?
suspension / amortisseur à caoutchouc
trappes à élastique, style fournier/lsl1d, à fermeture automatique

commande manuelle à levier, avec verouillage sorti et rentré
frein simple à disque ou tambour, câble de commande au manche, style vélo

- roulette arrière commandée par les palonniers (avec ressorts)
- balancines rétractables sous les ailes
rétraction couplée avec les volets-ailerons
les balancines sortent avec les volets braqués vers le bas
au moins 20°, pour différencier la manœuvre d'aileron
ou système de servo électrique non doublé,
dont le contact est commandé par le levier de train principal
voir quel est le poids le plus faible
atterro sans balancines : pas critique
axe de rotation : sous le longeron, en dessous
position fermée le long des filets d'air
roulette à l'extrémité
- profondeur : symétrique anti-tab
dérive : symétrique, avec tab pour contrer le couple moteur
- aile basse avec dièdre : 7 m2 environ
mono-bloc, étanche (amerrissage forcé...)
allongement = 8,5
profil de l'aile : 747 A315
longeron droit à 24% de la corde sur toute l'envergure
fixé entre le cadre 3 (dossier) et le cadre 2 (planche de bord)
ou longeron double : le premier au cadre 2 (panneau)
le second au cadre 3 (dossier)
avec siège entre les deux
équipage au c. de g.
réservoir d'essence entre les deux longerons = caisson structural
ailerons à fente sur toute l'envergure =
non braqués : finesse max pour la vitesse de croisière, à charge max
braqués vers le bas : envol, montée, descente et atterrissage
braqués vers le haut : meilleure pénétration à grande vitesse,
réservoir d'essence vide (bof).
levier de commande des volets : à gauche, avec crans
ou alors pas de volets du tout ?
- données économiques :
autonomie : 3750 km à 216 km/h - 60 m/s - 17h20 de vol
en croisière, altitude 2100 m, densité de l'air 1 kg/m3, vent nul.
sur une base de 150 litres d'essence = 4l/100, soit 8,64 l/h croisière
conso prévue : <220 g/cv/h = 0,3 kg/kWh = 0,4 l/kWh
masse d'un litre : environ 750 g
puissance fournie avec 8,64 l/h : 29,3 cv (21,6 kW)
avec rendement d'hélice de 0,75 : 16,2 kW utiles en bout d'hélice
ie SCx total max=0,15 correspondant à une trainée de 270 N (finesse 14)
plafond prévu : 3700 m
- méthode pifométrique d'optimisation des performances :
masse maxi au décollage : 380 kg
vitesse maxi atterrissage : 25 m/s (90 km/h)
- moteur vw 1600 (alésage 85,5 mm, course 69 mm)
4 temps, 4 cylindres à plat opposés 2 à 2
35 cv à 2800 t/min
refroidissement par air
graissage sous pression par huile contenue dans un carter
hélice tractive en prise
allumage électronique à avance réglable au tableau de bord
injection ou
carburateur à richesse réglable et étouffoir avec réchauffage
carburateur unique inversé ou horizontal, disposé en arrière des culasses
diesel
refroidissement du moteur par flux d'air orienté de haut en bas
accélération du passage de l'air au contact du moteur
échappement accordé 4/1 à silencieux intégré sous l'appareil
incrusté dans le plancher (près de la roue)
ou 4 tubes indépendants style Fournier RF-6
avec rejet vers l'arrière ou le bas
volet de capot (en dessous ou devant)
2 réservoirs d'essence dans les ailes de 100 l chacun
2 robinets d'essence (avec Y) ++
situé(s) entre les jambes du pilote, sur le trajet du tuyau carburant

filtre à essence avant la pompe à essence
jauges à essence style rallye par transparence, dans l'habitacle,
à droite et à gauche
bouchon de remplissage et mise à l'air de chaque réservoir au saumon
trappe du bouchon du réservoir aimantée (aérodynamique)
tube de plongée style 2CV avec crépine pour chaque réservoir
situés sur l'âme du longeron, devant le siège, derrière le manche
bosselage de réserve d'essence
réservoir d'huile (1l) pour alimentation en continu pendant le vol

- moteur 1835 cm3 (92 * 69 mm)
35 cv à 2500 t/min
bloc nu : 53 kg

masses : obtenir mieux que :

- à vide : 49 % = 186,2 kg
- gmp : 21% = 79,8 kg (tout compris)
- planeur : 28% = 106,4 kg
 - voilure : 12% = 45,6 kg (6 kg/m2 pour 7 m2)
 - fuselage aménagé : 9% = 34,2 kg
 - empennages : 2% = 7,6 kg
 - atterrisseur : 5% = 19 kg (beaucoup moins en fait avec la formule monotrace)
- utile : 51% = 193,8 kg, soit :
113,8 kg essence (150l), et 80 kg de charge transportable (une personne),
ou 43,8 kg d'essence (55 l), et 150 kg (deux personnes).
- charge supportée par les ailes (calcul de la voilure) :
en solo : 140,6 kg (vide - ailes) + 80 kg = 220,6 kg
biplace : 140,6 kg + 150 kg = 290,6 kg
- maximale au décollage : 380 kg

- Charge au cheval : 8 kg/cv max au décollage
- Charges alaires :
60 kg/m2 au décollage pleine charge
40 kg/m2 vide d'essence en monoplace
50 kg/m2 vide d'essence en biplace
- Coefficient aéronautique :
480 au décollage
320 à l'atterrissage en monoplace
400 à l'atterrissage en biplace
- poids constructif de l'aile : 6 kg/m2 en moyenne

- décollage à la charge max : 100 km/h sans volets et profil 23012
atterro à 90 km/h vide d'essence, tout réduit, sans volets
resp. 80 et 60 possible avec volets
ou diminution de la surface alaire

- instrumentation :

gps
vhf std 760 cx
vor std
bille gyro ou horizon
contrôle moteur std = calculateur de bord
capteur d'oxygène à l'échappement
pression d'admission
contrôle anémo std id
contrôle nav std (montre et boussole)
contrôles thermométriques divers
carbu, admission (givrage)
extérieur (id)
échappement (richesse)
culasses (à chaque bougie, max 220°C)
huile (id, max 120°C)
contrôle de richesse / temp échapp
contrôle d'avance / détecteur de cliquetis
balise de détresse
panneau solaire de recharge batterie, en plus de l'alternateur
gestion carburant et calculateur de bord
calculatrice
caméra vidéo + bandes
2 appareils photos + pellicules NB et couleur
fac-simile météo si pas trop lourd

- ensemble de contrôle prévu :
calculateur centralisant
les données moteur / carburant

les données anémométriques
les données navigation
affichage par écran léger genre lcd
clavier 4*4 léger genre mécanorma avec buzzer de validation

- équipement :
feu anti-collision
dans les saumons d'ailes, ou
au dessus et en dessous du fuselage
avec alim 300 V unique centrale
phare d'atterro sortant avec le train
antennes dans la dérive, dans le plancher, etc
chronomètre de bord
sur le manche : tx/rx radio, frein poignée, trim électrique(?)
sur la poignée des gaz : ?
casque-radio insonorisant aéré
intercom pour bi
chapeau colonial léger
chauffage aération cabine (genre 2cv)
volet de capot : modification de la section d'entrée de l'air

- outillage à emporter :
mécanique (clef à bougie, de quoi démonter le moteur entièrement...)
électricité (fil, cosses, fer à souder 24V avec convertisseur...)
structure (résine, fibre de verre, gobelets, gants...)
bidon d'essence souple pliable 20l
tissu de protection verrière anti-uv

- pièces de rechange à emporter :
bougies
huile (un bidon) pouvant alimenter en vol le moteur en goutte à goutte
pochette de joints pour moteur et accessoires (pompe à essence...)
jeu de segments

- matériaux de construction :
fibre de verre interglas 92125 bi et 92145 uni
résine shell epikote 828lv & durcisseur texaco d230
mousse airex R63-50
bois pin, hêtre pour l'hélice
roue 6" avec frein
pneu michelin 4 plis

- hélice bois bipale ou plastique
diamètre * pas en pouces / mètres : (KR2)
moteur 1600 : 52 * 42 = 1m32 * 1m07
moteur 1800 : 52 * 48 = 1m32 * 1m22
pas théorique pour 60 m/s et 2500 t/min : 1m44
pas théorique pour 60 m/s et 2800 t/min : 1m28
pas théorique pour 50 m/s et 3000 t/min : 1m
pas théorique pour 50 m/s et 2400 t/min : 1m25
on peut raisonnablement prendre un pas de 1m25 et un diamètre de 1m36
soit régime max de 3500 t/min pour 250 m/s en bout de pale
moyeu porte-hélice en acier forgé ni-cr :
alésage cylindrique 36 mm- pour fixation au vilbrequin d'origine
ou alésage conique 3°
téton de centrage hélice : diamètre 50 mm longueur 8 mm
ou 2 pouces
diamètre de la plaque : 125 mm
6 tétons d'entraînement d'hélice sur un cercle de 100mm de diamètre
chacun de ces tétons : diamètre 12 mm et taraudage 8 mm
longueur d'un téton : 12 mm
contreplaque d'hélice diamètre 125 mm épaisseur 6 mm en dural
6 vis d'hélices : diamètre 8 mm, longueur 90 mm, acier à 120 kg

MODELISATION 2

MOTEUR

type : VW 1835 cm3
puissance maximale : 50 cv, 36 kW à 3000 t/min
puissance de croisière : 35 cv, 25 kW à 2400 t/min
masse moteur : 70 kg
conso spécif : 0,3 kg/kWh

CAPACITE DE TRANSPORT

200 kg

LIMITATIONS

vitesse de décrochage : 85 km/h 23 m/s
train monorace une roue, rentrant
distance de décollage : < 600 m au passage des 15 m

PARAMETRES VARIABLES

masse hélice : 0,09 kg/cv = 5 kg
surface frontale du maître-couple : 0,8 m² (diamètre maxi : 1m)
longueur du fuselage : 4,6 m
pas de partie à section constante
allongement $A = b^2/Sa$
 C_{zmax} : portance max à l'atterro = 1,6

PRECALCULS

charge alaire : $(\rho_0 * v_{st}^2 * C_{zmax})/2g = 55 \text{ kg/m}^2$
calcul de la densité à l'altitude de croisière
 $\rho/\rho_0 \text{ cr} = 0,74$
rapport de puissance de croisière : 0,69
surface aile : $380/75 = 6,9 \text{ m}^2$
allongement = 6 soit envergure = 6,4 m
vitesse de décollage : 105 km/h
à $C_z = 1,15$
charge max (380 kg)

EXEMPLE KR2

biplace

Longueur : 4,40 m
Envergure : 6,30 m
Surface alaire : 7,2 m²
charge alaire maxi : 57 kg/m²
Allongement : 5,5
corde moyenne : 1,15 m
Moteur VW 2100 (65 cv)
charge au cheval : 5,9 kg/cv
masse à vide : 218 kg
masse maxi : 408 kg
charge utile : 190 kg
distance de décollage : 106 m
distance d'atterrissage : 275 m
vitesse de décrochage : 85 km/h = C_z à 1,6 : pas d'hypersustentation
vitesse maxi : 320 km/h (SC_x de 0,08 total, C_z à 0,12, traînée de 400 N, finesse 10)
vitesse de croisière : 290 km/h
distance franchissable : 2500 km
taux de montée (charge moy) : 6 m/s
(charge max) : 4 m/s
hélice de 52 pouces = 1m32 de diamètre
- moteur 1600 50 cv : pas de 1 m
- moteur 1835 60 cv : pas de 1,2 m
- moteur 2100 65 cv : pas de 1,25 m
carburant : 45 à 132 litres
conso horaire : 14 l/h croisière
conso kilom : 5,3 l/100 km à 290 km/h

dimensions de la cabine :

largeur maxi : 96 cm
hauteur maxi : 86 cm
longueur pour les pieds (des pédales au bas du dossier) : 1,12 m
longueur du siège : 60 cm
angle du dossier : 65°
hauteur du panneau d'instruments : 22 cm

idée : réaliser les chappes des commandes en composite

collées directement sur la structure en T :
la partie horizontale collée sur la paroi de l'avion,
la partie verticale percée,
avec une rondelle métallique stratifiée en même temps en sandwich

moteur VW 60 cv :

débit de refroidissement : 0,74 m³/s d'air à 1,225 kg/m³
voir cahier du rsa n° 127
vitesse de croisière : 60 m/s 216 km/h

refroidissement moteur :

surface d'entrée : $0,74 / (0,7 * 60) = 176 \text{ cm}^2$

refroidissement huile : 74 cm²

surface totale d'entrée : 250 cm² (125 cm² par ouïe)

surface de sortie : $1,2 \cdot Se = 300 \text{ cm}^2$

montée à 130 km/h : $Se=400 \text{ cm}^2$ (200 par ouïe)
 $Ss=480 \text{ cm}^2$

câble de bougie : cahier n°127

fabrication des ailes avec gabarits

essai d'août 92 à strasbourg :

Mtyle : 100 kg
Df : 3500 km
alt : 2400 m
Mpl/Md : 0,28
Cfe : 5 pour mille
effilement aile : 0,5
ep aile : 12 %
A : 8
Vmin : 85 km/h
Czmax : 2,2
Md/Sa : 77 kg/m²
larg fus : 0,6 m
haut fus : 1,2 m
long fus : 4,8 m
larg ct ht : 0,1 x 0,6 m
larg ct bas : 0,7 x 0,6 m
emp vert : 12,5 %
emp hor : 25 %
train rentrant
moteur 80 kg
puissance 40 cv à 3200 t/min
conso : 0,235 kg/cv.h
hélice bipale 10 kg

Mv : 208 kg
Md : 426 kg
dh : 1,26 m
beta 3/4 : 22,5 °
Vcr : 217 km/h
n : 3,3 g (rafale 15,25 m/s)
finesse max : 15,4
mcarb : 116,9 kg