



FLYCOPTER BIRD

CAHIERS DES CHARGES

Spécifications techniques, exigences de conception
et solutions de production

Ultra Léger Motorisé (ULM) heVTOL FLYCOPTER BIRD Biplace





FLYCOPTER BIRD

SOMMAIRE

1. Introduction.....	3
2. Définition ULM classe 6.....	4
3. Présentation	5
4. Emcombrement	5
5. Performances.....	7
6. Structure et matériaux.....	7
7. Propulsion.....	8
8. Avionique.....	8
9. Confort et ergonomie.....	9
10. Sécurité.....	9
11. Maintenance et support	9
12. Coûts et calendrier.....	10
13. Brevet.....	10
14. Conclusion	11
15. Annexe.....	12



FLYCOPTER BIRD

INTRODUCTION

Ce cahier des charges vise à définir précisément les spécifications techniques, les exigences de conception et les solutions de production de l'ULM FlyCopter Bird.

Genèse du projet :

Nombres de technologies ont connus des progrès conséquents dans des domaines clés. La propulsion électrique, la démocratisation du « Fly By Wire », les batteries qui gagnent en performances avec des contraintes de poids et d'encombrement de plus en plus appropriées à l'aéronautique, sont autant d'éléments qui favorisent l'émergence de nouveaux véhicules. Ces avancées permettent aujourd'hui à FlyCopter de proposer une solution créative pour harmoniser le choix de toutes ces avancées technologiques sans se contraindre avec les anciennes visions architecturales des véhicules.

Lors de mon DUT mécanique et productique, j'ai étudié les « Tail-Sitters », dont le développement a été quelque peu délaissé par les concepteurs dans les années 60. Cependant ces aéronefs présentent de nombreux atouts. Concernant la sécurisation des phases critiques comme le décollage et l'atterrissage et, concernant un faible encombrement limitant ainsi l'artificialisation des sols, un sujet on ne peut plus actuel.

A l'époque, j'ai approfondi une solution de rupture architecturale des VTOL.

Une « fixation » inspirée du pendulaire permet une implantation basse du cockpit, traditionnellement placé au-dessus dans le nez de ce type d'appareil.

Cette solution permet de résoudre simplement la problématique de la transition entre les phases critiques et le vol horizontal utilisant ainsi la portance fournie par une voilure plus conventionnelle.

Après 20 ans d'expériences et des technologies devenues matures, suite à une veille technologique constante, et grâce à un confinement imposé par la période COVID me permettant de clarifier les contours techniques et économiques de mon concept, je suis enfin en mesure de décliner dans ce document, le FlyCopter Bird.

La concurrence mondiale avec l'émergence des eVTOL nécessite de passer à la mise en œuvre pour garder cette avance technologique inexploitée et aux vertus insoupçonnées à l'origine.



FLYCOPTER BIRD

ULM classe 6

(Données techniques FFPLUM)

- Monomoteur dont la puissance maximale est inférieure ou égale à 85 kW pour un monoplace et 105 kW pour un biplace.
- La masse maximale est inférieure ou égale à 330 kg pour un monoplace et à 500 kg pour un biplace.
Ces masses peuvent être augmentées de 15 kg dans le cas d'un hélicoptère ultraléger monoplace équipé d'un parachute de secours ou 25 kg dans le cas d'un hélicoptère ultraléger biplace équipé d'un parachute de secours.
- La masse à vide maximale, se définit par : la masse maximale – la capacité minimale d'emport
La capacité minimale d'emport est égale à la masse de l'équipage et de carburant soit :
 - Pour un monoplace 86 kg (pilote) et la masse équivalente à 30 litres de carburant ou la capacité maxi du réservoir si inférieur.
 - Pour un biplace 156 kg (pilote + passager) et la masse équivalente à 45 litres de carburant ou la capacité maxi du réservoir si inférieur.
- La charge rotorique à la masse maximale est comprise entre 8 et 20 kg au m².

Contraintes réglementaires :

Respecter toutes les réglementations et normes en vigueur pour la conception, la construction et l'exploitation d'ULM.

Arrêté du 23 septembre 1998 relatif aux aéronefs ultralégers motorisés

Dernière mise à jour des données de ce texte : 16 août 2021

NOR : EQUA9801294A

<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGITEXT000005626846>



FLYCOPTER BIRD

Présentation

Le cockpit pendulaire reprenant le principe gyroscopique de type Gimbal utilisé dans le milieu dronique permet une stabilité accrue augmentant suffisamment le confort pour permettre d'envisager le transport de personnes sensible.

Notre choix premier, se porte sur un modèle biplace pour sa polyvalence d'utilisation.

Ex : formation, baptême, transport de charge, initiation, partage, B2B, B2B2C, ...

Les propulseurs éclectiques à hélices sont multipliés afin de prendre en compte un maintien de volatilité en cas de défaillance. Ces propulseurs carénés apportent un niveau de sécurité accrue et des nuisances sonores maîtrisées.

Le fuselage servant d'atterrisseur en mode vertical devient une aile en mode horizontal fournissant une portance afin d'optimiser les distances franchissables au-delà de celles accessible au moyen d'un hélicoptère, grâce à une consommation énergétique réduite en mode horizontal.

Cette nouvelle architecture permet une sécurité accrue via la suppression du risque de décrochage. Absence de V_0 , le FlyCopter Bird sera capable de vol stationnaire.

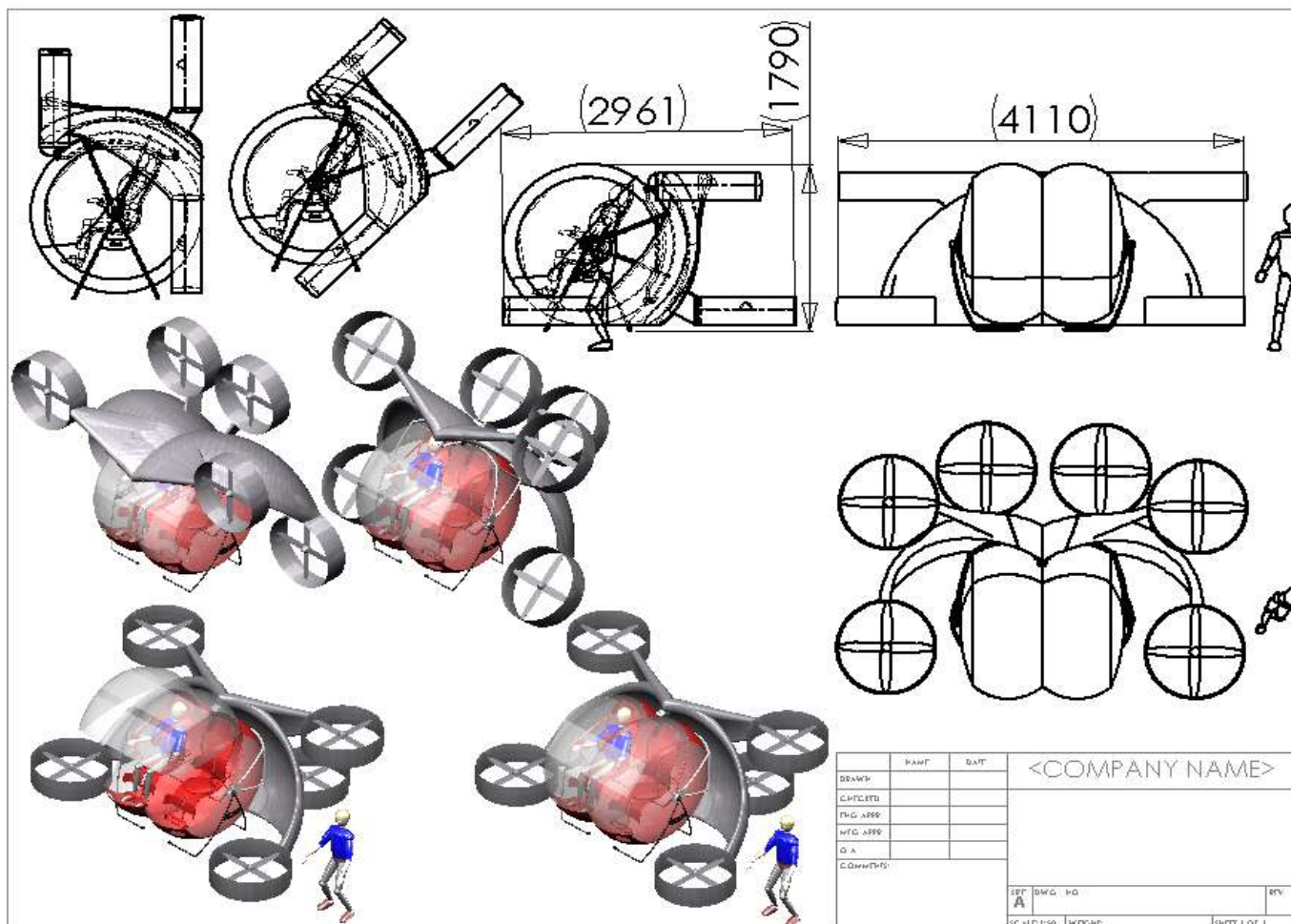
Encombrement

La portance n'étant pas nécessaire pour le décollage, les dimensions sont optimisées pour de nouveaux usages proche de l'automobile en porte à porte, les tubes de structures sont profilés pour réduire la traînée et apporter un maximum de portance pour la vitesse moyenne de déplacement à savoir 100km/h afin de soulager la propulsion, pour augmenter l'autonomie.

Longueur : 2961mm (susceptible d'évoluer en fonction des études en cours)

Largeur : 4110mm (susceptible d'évoluer en fonction des études en cours)

Hauteur : 1790mm (susceptible d'évoluer en fonction des études en cours)



Le décollage et l’atterrissage demeurent des phases critiques.

Nous préconisons donc l’usage de la solution open source FlyCopter Vertidome (CC4,0 BY NC SA) pour protéger la zone dédiée, de possibles intrusions, des effets de vents et éventuelles projections. Cette solution offrant en plus d’une sécurisation de la zone, une réduction accrue des nuisances sonores et, une optimisation de l’effet coussin d’air réduisant ainsi la consommation énergétique sur ces phases de vol.



FLYCOPTER BIRD

Performances

(À titre indicatif à valider par essais)

1. Vitesse maximale en vol horizontal : 200 à 300 km/h suivant la motorisation retenue et le bridage pays.
2. Vitesse de croisière : 100 km/h
3. Autonomie en vol : 2 h hybride de série (électrique et biocarburants)
4. Distance de décollage et d'atterrissage : 0 m
5. Plage d'altitude opérationnelle : 1/3000 m (suivant la réglementation France 150/3000 m à la responsabilité de l'utilisateur, un bridage électronique est envisagé pour obliger au respect réglementaire des hauteurs de survols minimum)

Structure et matériaux

1. Matériaux de construction : Utilisation de matériaux composites légers et résistants, tels que la fibre de carbone et l'aluminium, fibre de verre, plastique technique pur pour recyclage type PET, PU, PMMA, etc.
2. Solidité : Concevoir une structure robuste capable de résister aux contraintes aérodynamiques et aux forces de propulsion.
Nous fournirons le dossier de calcul de résistance des structures avec les coefficients suffisants et des tests structuraux seront réalisés dans le respect de la réglementation ULM France.
Avant études, les tubes de structure prédéterminés sont de sections rondes mini D50 ep.3 Aluminium.
3. Poids maximal autorisé (MTOW) : 525 kg avec le parachute balistique de série

Propulsion

1. Type de moteur : Chaîne propulsive composé d'un générateur thermique électrique biopropane et bioéthanol (type Générateur Aerole1/2 ou KS8000-iEG modifié ou développé spécialement) avec batteries (exemple LiPo 30S4-



FLYCOPTER BIRD

2200mAh-80/120C ou MGM-Compro Li-POL) et multipropulseurs électriques type turbine FAN. (T-Motor U15XXL, MGM Compro RET60, ou JLM-M25-135v avec ESC/VESC constructeurs)

2. Puissance du moteur et des batteries cumulés : bridé à 105 kW (142,76 ch)

3. Consommation de carburant : 2,5 l/h

4. Système d'échappement : Silencieux d'échappement avec sortie externe à l'habitacle

Avionique

1. Tableau de bord : Intégration d'un tableau de bord numérique avec indicateurs de vitesse, altimètre, horizon artificiel (sans objet), (exemple : MGL EFIS microavionics ou Dynon EFIS ou GARMIN EFIS) balise GPS (Microtrack ULM Edition ou Balise FF210 ou Flying neurons (anticollision) et système de communication radio.

2. Système de communication : Installation d'un système de communication radio VHF. (Non fourni en série, au choix du client : Funke ATR833 ou TRIG TY 8.33 ou GARMIN GTR 225A)

3. Système de navigation : Intégration d'un GPS avec cartographie aéronautique et affichage sur l'écran multifonction type Air Nav Pro ou Mach7 par exemple,

4. Capteurs : Détecteurs de niveaux du sol type IR, Ultrason, et/ou Lidar, sonde Pito ou autre pour mesure de vitesse.

5. Transpondeur : Funke TRT800H mode S ou- TRIG TT21 mode S ou GARMIN GTX 335 mode S

Confort et ergonomie

1. Sièges : Installation de sièges ergonomiques non réglables (réglables en option ou réglage repose pied) avec harnais de sécurité 3 ou 4 points.

2. Cockpit : Conception d'un cockpit spacieux avec une bonne visibilité panoramique. (180° de visibilité horizontale et verticale)

3. Commandes de vol : Disposition ergonomique des commandes de vol pour une manipulation facile et intuitive type commande à 1 main, (automatisation des phases de vol en option), pas de pédales, le joystick est doublé pour usage main droite ou main gauche et pour doubler la sécurité en cas de défaillance du joystick.



FLYCOPTER BIRD

Sécurité

1. Parachute intégré : Installation d'un système de largage de parachute intégré pour l'ensemble de l'aéronef. (exemple : GRS Galaxy 5/560 ou JUNKERS Magnum 501 ou Mven K500)
2. Système anti-incendie : Intégration d'un système d'extinction d'incendie automatique dans le compartiment moteur. (exemple : Inhibiteur de feu E50)
3. Système de détection de proximité : Installation d'un système d'alerte de trafic et de proximité pour éviter les collisions en vol. (+Maintien à distance des objets GPS voir programme CéCé ou Flying neurons)
4. Option caméra IR pour vision par faible visibilité (brouillard, luminosité faible...)
5. Eclairage/ feux de position/navigation/anticollision : exemple Hemera raylight aircraft et Aveo power burst / ou ultra daylight.
6. Hélices cartérisées, cockpit intégral, harnais de sécurité multipoint, stop and go possible, 1propulseur surnuméraire...

Maintenance et support

1. Manuel de maintenance : Fourniture d'un manuel de maintenance détaillé avec des instructions pour l'entretien régulier et les réparations.
2. Support technique : Mise en place d'un service après-vente pour fournir un support technique et des pièces de rechange.
3. Facilité d'utilisation et de maintenance : Mise en place de check list automatique et informatisée avant vol et pour la maintenance.

Coûts et calendrier

1. Budget global estimé : Prix de vente estimé à 200 000 € hors options à valider sur le premier de série expérimental
2. Calendrier de développement : Le planning est réduit par l'utilisation de composants du commerce existant, pour des raisons de recherche de financement privé le calendrier peut être amené à être retardé, également pour des raisons de développement technique et réglementaire.

Brevet

La concurrence internationale rendant la protection intellectuelle difficile, le choix a été de faire preuve d'antériorité monde avec des publications internet protégées open source par la CC4,0 BY NC SA et les droits d'auteurs, néanmoins il est impératif d'exploiter rapidement le concept stratégique dans le cadre des progrès des matériaux



FLYCOPTER BIRD

et structure clé du nouveau marché de la mobilité aérienne, notre brique technologique permettant de lever le verrou de la transition de vol.

Exception 1

Monomoteur à chaîne propulsive électrique, pour plus de sécurité pour les phases de décollage et d'atterrissage, La propulsion composée d'actionneur récepteur électrique avec régulation électronique ainsi que d'une hélice sont fractionnés et répartis en éléments séparés dont un sous-ensemble est surnuméraire pour palier au défaut possible de l'un des éléments de la propulsion,

L'appareil n'est pas un multimoteur, les actionneurs électriques faisant partie de la chaîne propulsive partant du moteur thermique du générateur électrique.

A ce titre nous demandons une exception de sécurité pour l'appellation monomoteur.

Exception 2

La charge rotorique ne doit pas être minimisée pour la sécurité de l'appareil et des occupants pour faciliter l'arrêt en rotation des rotors et réduire le danger pour les personnes représenté par de grandes pales en rotation au sol.

En effet en cas de déploiement du parachute nacelle, la rotation et les turbulences engendrées par des pales en autorotation seraient susceptibles d'entraîner la perte de l'appareil et des dommages physiques corporelles en déséquilibrant l'appareil, ou par le risque de déchirure de la voile, le dysfonctionnement de la portance du parachute, par une déviation du point de chute finale, une mauvaise réception, par des éléments mobiles au sol après impact.

Le parachute sera équipé d'un coupe circuit pour supprimer les alimentations électriques de puissance et arrêter les hélices.

Le profil aérodynamique de la structure étant replié n'offre pas de portance supplémentaire et permet de ne pas perturber le parachute par une portance parasite

A ce titre nous demandons une exception de sécurité pour non respect de la charge rotorique de 20kg/m^2 (charge rotorique estimée de $525\text{kg}/(5 \times \pi \times 0,5^2) = 134\text{kg/m}^2$)



FLYCOPTER BIRD

Conclusion

Nous avons fait le choix d'un développement France pour cette configuration au service d'une architecture aéronautique novatrice. Ce choix s'appuie autant sur les compétences techniques du tissu industriel français que sur sa réglementation plus stricte qui nous permet de protéger notre développement. Un socle suffisamment solide pour envisager un développement monde.

Ce concept permet de nombreuses configurations inédites mais nous avons pris le temps de travailler tous les choix techniques et de produire des POC à taille réduite. Autant de travail pour révolutionner les usages, accroître la sécurité des transports, réduire les impacts négatifs et faciliter l'utilisation sur une première réalisation aux caractéristiques choisies.

Remplacement voiture.

L'arrivée progressive de l'offre complémentaire de mobilité aérienne doit permettre de réduire la pollution aux particules fines (40 000 morts annuel).

Cela sans densifier le trafic routier et ainsi contribuer à réduire l'insécurité routière (3500 morts annuel) tout en répondant aux objectifs de développement durable (ODD 7, 9, 10, 11, 13 et 15). L'utilisation d'énergie renouvelable comme l'électrification et le recours aux biocarburants permet de lutter contre le réchauffement climatique (- 8,4 Teq CO2 par véhicule comparé à une automobile hybride sur l'ACV complet). L'absence de besoin d'infrastructures routières permet de ne pas impacter les infrastructures françaises dont le budget annuel dépasse déjà les 40 Md€, et de contribuer à réduire l'inégalité de transport entre ville et campagne tout en protégeant la biodiversité terrestre par l'absence d'artificialisation des sols.

L'avenir s'invente aujourd'hui et le Bird y a toute sa place.

Projet FlyCopter ULM heVTOL biplace

