



Cahier des charges fonctionnel

Projet de
définition du
« Mini-bee »

Suivi des versions

Auteur	Type de modification	Date	Numéro nouvelle Version
WP0/1/2/3	Rédaction initiale	11/12/18	V1

Le cahier des charges fonctionnel doit permettre de formaliser les besoins de l'entreprise sous forme d'exigences fonctionnelles. Se faisant, le CdCF a été réalisé avec l'ensemble des parties prenantes.

Le CdCf mentionne les fonctions et y associe les éléments quantitatifs qui permettront de savoir si le résultat que l'on prévoyait est finalement atteint :

- Les critères d'appréciation
- La limite d'acceptation

La construction du cahier des charges s'est faite au fur et à mesure de la prise de connaissance des différentes caractéristiques du Mini-Bee. Afin de dresser un CdCf complet, nous sommes partis des différentes situations de vie de l'aéronef.

Alors que plusieurs caractéristiques ont évolué au cours des dernières semaines et au fil des informations délivrées par Technoplane, nous avons jugé pertinent de conserver des fonctions qui n'ont plus lieu d'être à l'heure actuelle et avons fait le choix de simplement les rayer (présence de roues pour l'atterrissage par exemple).

Situation de vie	Fonction	Critère d'appréciation	Limite d'acceptation
Au sol, stationnement, stockage	Doit pouvoir être freiné	Maintien de l'aéronef sur sa position par vent jusqu'à 100kts ou s'il est percuté par un véhicule de 2T à 30km/h	80kts de vent ou déplacement de 3m après impact avec véhicule
	Doit pouvoir être saisi au sol	6 points d'amarrage assez solides pour permettre à l'appareil de rester fixe : - par vent fort même si le frein de parc est desserré ou - s'il se trouve sur une plateforme mobile pouvant subir un dévers évolutif (bateau)	- 4 points d'ancrage minimum - roulis ou tangage de 10°
	Doit pouvoir être stationné dehors	Système de protection (bâches, obturateurs...) Intégré au lot de bord	A minima obturation tubes Pitot et entrée d'air moteur, échappement, blocage des rotors en rotation
		Moins de 5 minutes (mise en œuvre de l'outillage) à 2	10 minutes
	Doit pouvoir être entreposé dans un hangar	Empreinte au sol 70m ²	60m ² (8,5 x 7)
Mise en œuvre	Doit pouvoir être avitaillé facilement	Compatibilité avec les points d'approvisionnement, tous types de pistolet d'avitaillement, tous types de carburant avion	Au minimum, standard européen dans un premier temps en remplissage par gravité, compatible Jet A1 et AVGAS 100LL

		Temps d'avitaillement moins de 10 min	Moins de 20 min
	Doit être mis en œuvre facilement	Temps de visite avant vol < 1 h et validité 48h	1h30min pour la visite au maximum et validité de 24h au minimum
		VAV réalisable par 1 mécanicien seul	À respecter impérativement, jouer sur le délai de MEO si nécessaire
	Doit être capable de démarrer en autonome après un stockage courte durée de l'aéronef	Les batteries doivent offrir une décharge limitée permettant de délivrer une puissance nécessaire pour démarrer en autonome même après deux semaines de stockage sans avoir débranché la batterie	1 semaine
	Doit pouvoir être alimenté par un groupe de parc	Réseau de bord et prises de servitudes compatibles avec les groupes de parc standards 28V DC et 115V/400Hz AC	A minima une prise 28V DC mais nécessitera une capacité de conversion en 115V/400Hz pour l'alimentation du système avionique
		Système de protection en cas de surtension (30V, 120V) ou surfréquence (430Hz)	32V, 123V, 450Hz
	Doit l'extinction d'un départ de feu moteur	Extincteur dans le compartiment moteur avec indicateur de départ de feu et commande du système d'extinction dans le cockpit	A minima une indication de départ de feu dans le cockpit et un extincteur à main dans la cabine pour pouvoir intervenir
	Doit permettre un embarquement des passagers rotors tournant	Les rotors doivent être positionnés (hauteur & localisation) de manière à ne pas	A minima tous les rotors positionnés à moins de 2 m du sol devront être carénés

		rendre l'embarquement des passagers dangereux lorsqu'ils sont en fonctionnement	
	Doit permettre de communiquer avec le personnel de service d'aérodrome	Système de communication filaire ou Wireless entre le cockpit et le personnel chargé de la mise en route (prévention de situation non conforme dans l'environnement mais non visible aisément par l'équipage ; demande de l'équipage de débrancher le groupe de parc après mise en route effectuée)	A minima une liaison filaire
Décollage	Décoller à la verticale	Hauteur minimale hors effet de sol avant translation permettant de se dégager d'une zone avec obstacles hauts (ex : zone urbaine) = 50m	30 m minimum à MTOW en conditions standards
	Assurer l'emport de la charge utile nécessaire	Puissance au décollage permettant l'emport de la charge utile nécessaire	Charge utile minimale = 5 x 86 (PAX) + 95 (équipement médicale) + carburant Puissance et MTOW à déterminer
	Assurer un centrage favorable au décollage	Répartition de la charge engendrant une position du centre de gravité permettant un décollage avec les commandes au neutre et une dérive de 3% en charge.	Dérive de 5% max

	Décoller rapidement	La procédure de mise en route et la réalisation des checks doit permettre de déjauger en 1 minute	3 minutes
	Décoller en campagne	Taux de montée à la verticale permettant d'éviter le retour de la poussière à MTOW jusqu'à la sortie de l'effet de sol	3 hm/s en conditions standards (TBC)
	Décoller en montagne	La puissance du moteur ainsi que le système de propulsion doivent permettre de décoller à la MTOW à une température de -10 °C à une altitude de 6 000 ft	Température : -10 °C Altitude : 5 000 ft
	Décoller en milieu tropical	La puissance du moteur ainsi que le système de propulsion doivent permettre de décoller à une température de 45°C à 1013 mb	Température : 40 °C à 1013 mb
	Décoller en milieu désertique/sablonneux	Taux de montée à la verticale permettant d'éviter le retour de la poussière à MTOW jusqu'à la sortie de l'effet de sol	3 hm/s en conditions standards (TBC)
	Effectuer un décollage rouler	Train d'atterrissage permettant le décollage en roulant à partir d'une piste de campagne	Roulage à 100km/h au minimum sur terrain stabilisé
Secours de victime	Embarquer / débarquer une victime	1 support d'immobilisation ou couveuse pédiatrique avec support 86Kg pour la victime 180cm longueur 60cm largeur	Ø 100Kg 200Cm L 80cm l

	Embarquer le matériel médical	100kg 1.5 m ³	95kg 1,00 m ³
	Permettre un accès aisé au module médical	1,50 m d'ouverture	1m
	Accéder à la victime	Toutes les parties du corps	Partie supérieure du corps
	Immobiliser la victime	Attaches résistantes à 9G vers l'avant	∅
	Défibriller	Système résistant à 150 joules	Système résistant à 150 joules
	Intuber	Possibilité pour les deux personnels médicaux d'accéder à la tête du blessé	Accès pour une 1 personne
	Perfuser	2 accroches à perfusion	1 accroche à perfusion
	Masser	Espace libre d'1m au-dessus du patient	Espace libre de 50cm au-dessus du patient
	Ventiler	3 heures d'oxygène / Temps de vol + 2x la réserve	> à 2 heures d'oxygène
	Aspirer mucosité	Possibilité pour les deux personnels médicaux d'accéder à la tête du blessé	Accès pour une 1 personne
En vol	Transporter le personnel prévu	Nombre, catégorie et configuration du personnel conformément à la réglementation SMUH en vigueur 1 pilote + 1 assistant de vol assis face direction de vol, 1 médecin + 1 infirmier assis dans le module médical + 1 blessé assis ou couché. Une place assise supplémentaire pour transporter le parent lors d'un transport	Pas de siège pour le parent, le reste étant non négociable d'un point de vu réglementaire

		pédiatrique qui implique à l'heure actuelle un AR de l'HELISMUR	
		Masse par personne de l'équipage = 86kg	Maximum 100kg
	Offrir une visibilité suffisante à l'équipage en VFR	Champ de vision libre à 180° horizontal et vertical sauf obstruction causée par la planche de bord	Obstruction partielle de la vision vers le bas (des pieds à la planche de bord) ou obstruction complète mais compensée par un système de caméra HD. Obstruction minimale par éléments de structure de 5cm de large au maximum x 2 niveau supérieur de la planche de bord
	Assurer la communication avec le sol / l'hôpital/autres aéronefs	2 systèmes de communication	1 seule VHF
		Portée	
	Offrir une grande réactivité au pilote	Temps de réponse des commandes de vol de 5ms	7ms max
	Voler en mode automatique	Pilote automatique 4 axes avec stabilisation vitesse et altitude, et suivi de route	3 axes
	Voler en mode dégradé	2 alarmes à indicateur visuel et sonore	1 alarme à indicateur visuel ou sonore
	Assurer une autonomie minimale	Rayon d'action de 500km	Minimum 450km à MTOW
	Assurer une autonomie de réserve	Quantité de carburant permettant de rejoindre une zone d'atterrissage d'urgence + indication à l'équipage à temps	40L 25 minutes
	Se diriger par rapport au sol	Moyen de navigation d'une précision permettant de ne pas	6NM

		s'éloigner de la route de plus de 4NM	
	Trouver une route	GPS (incluant hélistation) avec BdD à jour	A jour de moins de 3 mois
	Assurer la redondance des systèmes de navigation	2 systèmes de navigation	1 système de navigation
	Assurer la redondance des systèmes d'affichage	2 systèmes d'affichage	1 système d'affichage
	S'intégrer dans la circulation aérienne	VFR full capacity	MEL VFR
	Maintenir les passagers dans le siège	Ceinture sur chaque siège résistant à 86kg x 9G (+ facteur de sécurité classique du harnais = ~100kg)	90kg x 9G
	Signaler la position de l'appareil	Présence des éclairages extérieurs réglementaires et moyens radio permettant l'auto info et l'ATC	MEL VFR
	Être détectable par le contrôleur	1 transpondeur interrogeable à 450NM	350NM
	Voler en montagne	Capable de voler à une température de -30° hors zone humide	-15° hors zone humide
	Voler de nuit	Instrument visible en JVN	Instrument de secours
		Eclairage cabine	∅
		Eclairage hélices visibilité : 20	Eclairage hélices visibilité : 10 m
	Voler en milieu salin	Protection de toutes les zones ou éléments à risque permettant d'éviter la corrosion	Peinture de toutes les zones sensibles et contrôles renforcés des zone nues
	Assurer la protection contre la foudre	Présence de X dépertiteurs, continuité électrique de n'importe	4 dépertiteurs, perte de continuité de 20% entre extrémités,

		quel point de la cellule jusqu'aux déporteurs, système avioniques résistants à la foudre	instruments de secours résistants à toute intensité électrique externe
Accident / Crash	Permettre l'évacuation	1 ouverture de porte intérieur / extérieur Temps d'évacuation : 30 secs Outils d'extraction	Porte largable Temps d'évacuation : 90 secs Ø
	Permettre de prévenir automatiquement les secours	Balise à impact vertical et horizontal, déclenchement à 9G + son support	A minima, un support de balise de détresse individuelle
	Protéger les passagers	Absorption du choc par la cellule et les trains. Passagers accrochés à leur siège, système supplémentaire d'absorption des chocs dans la cabine à déclenchement automatique. Déploiement automatique d'un parachute	Résistance des ceintures et des trains à un impact de 9G parachute en option
Atterrissage	Atterrir à la verticale sur un terrain	Zone de posé 24 m x 24 m	Zone de posé 15 m x 15 m
	Atterrir en campagne	Train d'atterrissage stable permettant d'atterrir sur un terrain accidenté avec éventuellement des obstacles (pierres ou trous) et physionomie de l'aéronef permettant un devers. Souffle de la voilure limitée pour éviter la détérioration du décor et le gêne des opérateurs au sol	Devers de 5° max, 1 pierres de 15 cm de diamètre sur un côté de train (patin)- ou sur une des roues.
	Atterrir sur un terrain en pente	Devers de 5°	Devers de 7°

	Atterrir de nuit	Phare orientable à 180° permettant d'éclairer la zone d'atterrissage	150° de rotation
	Atterrir en montagne	Atterrissage hors effet de sol avec marquage du stationnaire à 6000fts par -10°C à MTOW	0°C - 6000fts
	Atterrir en milieu tropical	La puissance du moteur ainsi que le système de propulsion doivent permettre d'atterrir à une température de 45°C à 1013 mb	40°
Dépannage / Réparation	Assurer un diagnostic fiable et rapide	Taux de détection 100 %	Taux de détection 90 %
Maintenance		Durée < à 10 minutes	Durée < à 30 minutes
	Envoyer les données au service de maintenance	Portée de 300 km	Portée de 250 km
		Flux à définir en Mo	
	Nécessiter un minimum d'outillage spécifique	1 lot d'outillages d'entretien en piste de 10 articles pour 5kg, 2 lots d'outillages d'entretien en base de 100 articles chacun + volant de 20 bancs de tests	7kg max pour le lot de piste et plus 20% en outillage dans tous les lots
	Disposer d'infrastructure de soutien	Hangars pouvant accueillir 3 Mini-bee	Hangars pouvant accueillir minimum 2 Mini-bee
	Etablir un plan d'entretien léger et évolutif	Entretiens d'une journée maximum tous les 50HdV et un médian à 600HdV d'une durée de 4 semaines. Visite périodique à 3600 : 2 mois. Fin de vie après 4 cycles soit 24 ans ou 14400 HdV	Fin de vie à 20 ans

	Etablir un concept de maintenance modulaire	Temps d'échange d'un module : 1h30	Temps d'échange d'un module : 2h
		Nombre de personnes nécessaires : 2	∅
		Autotest montre échange OK + constatation visuelle d'un mécanicien	
	Disposer d'un stock de modules	1 module tous les 5 Mini-Bee vendus	
	Disposer d'une supply chain efficace	Mise à disposition de tous rechanges, partout en France en 48h max + reverse log pièce mauvais état enlevée en 24h	Livraison 72h et reverse log 48h
	Permettre une maintenance aisée	Documentation 3D avec casque VR et assistance on line pour la réalisation des diagnostics	Double par un mode secours avec documentation papier sur support informatique avec sauvegarde à 24h
	Proposer une solution MRO complète	Contrat de maintenance à l'heure de vol avec un minimum de 95% de disponibilité	90%
Transport / Acheminement	Doit être facilement transportable	Par les moyens existants : remorque porte aéronef standard, container ISO 20 ft en maritime	A minima par moyen routier avec le minimum de démontage
	Doit être rapidement démontable / remontable	3 minutes par module	5 minutes par module
	Doit être facilement démontable / remontable	À l'aide d'une manivelle commune pour tous les points d'assemblage inter modules	1 seule système de freinage par système d'assemblage
	Doit être hissable	Point de hissage sur structure résistants à 1,5 x le poids de	1,2 x son poids

		l'aéronef réparti sur le nombre de points d'accroche	
Conception	Doit être conçu à moindres coûts	< XX euros	< XX euros + 10 %
	Doit être modulaire	4 modules d'aile 1 module cockpit 1 module cabine 1 module queue 1 module nez	∅
	Doit permettre un entretien aisé	Accès à tous les éléments en moins de 30 secondes, système d'autodiagnostic (BIT)	Accès en 1 minutes max sans démontage (utilisation outil)
	Favoriser l'intégration de la maintenance prédictive	Présence de capteurs d'usure sur 100% des OAE ainsi que sur toute la cellule	70% des OAE et 70% de la cellule avec une couverture CND complémentaire
	Permettre une communication visuelle entre le cockpit et la cabine	Présence d'une ouverture entre les deux modules	
Production / Assemblage	La chaîne de production doit permettre un contrôle qualité aisé et en nombre suffisant	Contrôle qualité à chaque poste avec un personnel dédié par poste	Un contrôleur peut s'occuper de deux postes en simultané
Industrialisation	Doit permettre de fabriquer dans un espace limité	Superficie de 2000m ² et coût infra <500k€	2500m ² , 700k€
	Doit permettre de minimiser le nombre de personnes	40 personnes au maximum sur la chaîne de production afin de réduire les coûts au maximum, sur 10 postes	Seuil de rentabilité à 60 personnes sur 10 postes
	Doit permettre de réaliser un contrôle qualité des rechanges avant pose	Taux de contrôle à 100% par personnel dédié	Contrôle réalisé à 100% par le personnel responsable du montage et par sondage à 50% par le contrôleur qualité

	Doit permettre de réaliser un suivi qualité exhaustive de la chaîne de production	Taux d'incidents remontés : 100% par mise en place de systèmes de surveillance automatique	95%
	Doit permettre une rapidité d'assemblage	2 mois pour un aéronef	10% de retard la première année puis 5% si évènement sur un poste
Formation	Le système de formation doit permettre un excellent niveau de qualification des PNT	Evaluation fin de formation, note 14/20	Note minimale 12/20
	Doit permettre d'absorber le volume nécessaire de technicien	Capacité infra d'accueil de 12 stagiaires en simultané par stage	10
	Doit permettre une formation courte	Durée de la qualification de type mini-bee 4 mois pour un pilote titulaire du PPL-H, 3 semaines pour les assistants de vol titulaire du PPL-H théorique	5 mois pour les pilotes 4 semaines pour les assistants de vol
	L'aéronef doit permettre la formation en vol	Doubles commandes avec priorité donné au moniteur si système full électrique	Commande secours par joystick
	Le système de formation doit permettre un excellent niveau de qualification des techniciens	Evaluation à chaque matière, note 17/20	Minima PART 147 : 75% de bonnes réponses aux QCM (15/20), archive de 400 questions dans chaque matière
	Doit permettre d'absorber le volume nécessaire de technicien	Capacité infra d'accueil de 12 stagiaires en simultané par stage	10
	Doit permettre une formation courte	Durée de la qualification technique de type mini-bee 2 mois	3 mois

	Intégrer la simulation	Les pilotes doivent réaliser 25% des HDV sur simulateur de vol type FMS	20% au minimum sur CPT
		Les techniciens doivent disposer d'un simulateur de panne permettant le diagnostic et la résolution de la totalité des pannes identifiées	Couverture de 80 % des pannes identifiées incluant les plus critiques (voir MEL)
Certification	Respecter l'environnement	Emission de carbone Emission sonore (nb décibel) Equipement de secours	Minima selon la réglementation en vigueur dans chaque domaine
	Proposer un service de maintenance agréé	Mettre en place et rédiger les procédures PART 145 dès le début de l'activité pour viser un agrément au plus tôt	Obtention de l'agrément après 1 an d'activité
	Proposer un service de maintenance agréé	Mettre en place et rédiger les procédures PART 147 en base dès le début de l'activité pour viser un agrément au plus tôt	Obtention de l'agrément après 1 an d'activité
	Proposer un service de gestion de maintien de la navigabilité	Mettre en place et rédiger les procédures PART M en base dès le début de l'activité pour viser un agrément au plus tôt	Obtention de l'agrément après 1 an d'activité
	Le mini-bee doit être certifiable UE et USA	Réponse à la totalité des exigences de certification en vigueur EASA et FAA	EASA dans un premier temps
Démantèlement	Être recyclable	Taux de recyclage 95%	80% de la masse de l'appareil ?
	Limiter le cout du démantèlement	10% du prix de l'appareil	15% du prix de l'appareil
	Permettre une remise en stock bon état "surplus" des OAE	90 % des OAE recertifiés et remis en stock avec un potentiel	3 semaines

		minimal de 2000Hdv ou 36 mois en 2 semaines par deux personnes	
	Permettre la récupération aisée des métaux	Masse récupéré 100%	90%
		Durée démontage total	X heures/aéronef
		Nombre de personnes nécessaires	X personnes
	Permettre la récupération aisée des composites	Masse récupérée 100%	90%
		Durée démontage X heures/aéronef	
		X personnes nécessaires	
	Minimiser la charge de déchets ultimes	Quantité de 5% de la masse de l'appareil	20% de la masse de l'appareil
Au sol, stationnement, stockage	Doit pouvoir être freiné	Maintien de l'aéronef sur sa position par vent jusqu'à 100kts ou s'il est percuté par un véhicule de 2T à 30km/h	80kts de vent ou déplacement de 3m après impact avec véhicule

