



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



direction
générale
de l'Aviation
civile



GUIDE

MISE EN ŒUVRE DE LA METHODE SORA

Édition 1
Version 1
18 octobre 2021



HISTORIQUE DES RÉVISIONS

Edition et version	Date	Pages affectées	Objet
<i>Ed.1 v1</i>	<i>18/10/2021</i>	<i>Toutes</i>	<i>Création</i>

Pour tout commentaire ou suggestion à propos de ce guide, veuillez contacter la DSAC à l'adresse dsac-autorisations-drones-bf@aviation-civile.gouv.fr.

Table des matières

Table des matières	4
AVERTISSEMENT	5
Considérations préliminaires	5
Avant-propos sur la sécurité aérienne	8
I. Etape 1 : Concept d'opérations / ConOps.....	10
1.1. L'exploitant	10
1.2. Descriptif de l'opération	11
1.3. Description de l'aéronef.....	11
1.4. Sécurité.....	13
II. Etape 2 : détermination du GRC Initial	14
III. Etape 3 : atténuation du risque sol et GRC Final	16
Niveau de robustesse et niveau d'assurance	16
Atténuation stratégique (M1)	17
Diminution des effets de l'impact au sol (M2)	19
Plan d'intervention d'urgence (M3).....	20
IV. Etape 4 : détermination de l'ARC Initial.....	22
V. Etape 5 : Atténuation du risque air et ARC Final.....	24
VI. Etape 6 : atténuation tactique du risque « air »	25
VII. Etape 7 : détermination du SAIL (<i>Specific Assurance and Integrity Level</i>)	25
VIII. Etape 8 : objectifs de sécurité opérationnels (OSO).....	27
IX. Etape 9 : considérations sur les espaces aériens ou sol adjacents	33
X. Etape 10 : portefeuille exhaustif des risques	35
Annexe 1. Exemples et indications concernant la partie sécurité du ConOps.....	36

AVERTISSEMENT

Ce guide est un outil d'accompagnement des exploitants souhaitant élaborer une étude de sécurité SORA. Il ne saurait se substituer à la réglementation ou être considéré comme un moyen acceptable de conformité. Il explicite ou illustre la réglementation, et précise certaines attentes de l'autorité. L'exploitant garde l'entière responsabilité du contenu de son dossier de demande d'autorisation. En cas de litige ou de différence d'interprétation, les textes réglementaires font foi.

Considérations préliminaires

Pour toute opération ne se conformant ni aux règles de la Catégorie Ouverte ni à celles des scénarios standards nationaux ou européens, un exploitant doit demander une autorisation d'exploitation à l'autorité de son pays d'enregistrement. Cette demande s'appuie sur la fourniture par l'exploitant d'une étude de sécurité réalisée selon la méthodologie SORA (*Specific Operations Risk Assessment*) définie en moyen acceptable de conformité (AMC) de l'article 11 du règlement (UE) 2019/947.

Ce document est un guide de mise en œuvre de la méthode SORA décrite dans l'AMC1 à l'article 11 du règlement 2019/947 appliqué aux opérations en Catégorie Spécifique. Il ne se substitue pas à une connaissance des AMC et GM décrivant la [SORA](#)¹ mais vise à aider l'établissement d'une évaluation du risque opérationnel prévue par l'article 11 du règlement 2019/947.

Le dossier SORA permet à la DSAC d'instruire la demande d'autorisation d'exploitation. La délivrance d'une telle autorisation permet à l'exploitant d'entreprendre la ou les opérations dans les limites décrites dans l'autorisation. Ces limites incluent notamment les dates et lieux de l'opération ou des opérations.

Une étude de sécurité SORA se déroule en étapes qui se suivent selon un ordre qu'il convient de respecter dans la rédaction comme dans la démarche afin de déterminer le niveau de risque de l'opération. Ce niveau de risque imposera des objectifs de sécurité. La démarche peut être itérative, en modifiant le concept d'opérations pour en faire diminuer le niveau de risque.

Il est conseillé d'utiliser les documents de référence de l'exploitant (Manex², ConOps, ERP, dossier technique) comme justificatifs pour chaque étape de la SORA. Ainsi l'étude de sécurité SORA peut faire référence à des parties de ces documents sans les reproduire intégralement. Pour faciliter le traitement des dossiers, il est demandé que les références soient précises

¹ Voir les [Easy Access Rules](#) publiées par l'AESA.

² Un guide de rédaction du Manex est disponible [ici](#)

(numéros de paragraphe dans le document) et pertinentes (le paragraphe apporte une justification sans équivoque à la mention ou exigence considérée de la SORA).

Le préavis recommandé pour le dépôt d'une demande d'autorisation d'exploitation est de : :

- 1 mois pour les opérations « classiques », c'est-à-dire suivant des concepts d'opérations traditionnels et proches de scénarios standard ou d'opérations déjà autorisées auparavant pour le même exploitant/constructeur ;
- 3 mois pour les opérations innovantes ou éloignées d'opérations préalablement autorisées (le préavis est plus long du fait du nombre plus important d'itérations du dossier nécessaires pour prendre en compte les commentaires de l'autorité)

Le délai de traitement peut varier selon la complexité et la maturité du dossier présenté à la DSAC. La DSAC s'efforcera de respecter les échéances fixées dans les demandes qui auront été déposées dans les délais. Cependant, compte tenu du nombre important d'autorisations demandées, elle ne peut s'engager sur le respect de l'échéance si la demande est déposée hors délai. Les demandes sont traitées dans leur ordre d'arrivée.

Il convient donc d'anticiper suffisamment votre demande d'autorisation pour pouvoir la démarrer à la date prévue.

Il relève de la responsabilité de l'exploitant de déposer un dossier complet et conforme. La DSAC s'autorise à rejeter les demandes manifestement incomplètes ou non conformes. Par ailleurs, la DSAC n'est pas en mesure de fournir un accompagnement personnalisé des exploitants dans la constitution des dossiers de demande. Pour les exploitants ne disposant que d'une faible expérience sur la constitution de demandes d'autorisation, il est recommandé de se rapprocher d'organismes tiers (sociétés de conseil, fédérations d'exploitants) pouvant accompagner la constitution du dossier.

Enfin il est rappelé que la demande d'autorisation auprès de la DSAC ne dispense pas l'exploitant des autres démarches qui pourraient être nécessaires, notamment auprès des préfectures (par exemple la notification pour le vol en zone peuplée) ou des gestionnaires d'espaces aériens pour les opérations le nécessitant.

Vol dans un autre Etat membre que la France

Dans le cas d'une opération prévue par un exploitant enregistré en France dans un autre État membre de l'Union Européenne³, la DSAC procédera à son analyse et aux échanges avec l'exploitant de la même manière que pour une opération sur le sol français. Une fois l'autorisation d'exploitation délivrée par la DSAC, l'exploitant la fait parvenir à l'autorité compétente du pays où se déroulera l'exploitation, qui confirmera après analyse l'adéquation des moyens d'atténuation du risque aux conditions locales. Ces échanges complémentaires entraînent une instruction plus longue de la demande, aussi il est recommandé de les anticiper.

Etudes de risques prédéfinies - PDRA

Afin de faciliter l'élaboration et l'instruction des dossiers de demande d'autorisation d'exploitation, l'AESA a développé des analyses de risque prédéfinies (PDRA - *Pre-defined risk assessment*). Les PDRA fixent des cadres d'emploi établis à l'avance (vol hors vue en

³ Voir article 13 du règlement (UE) 2019/947

zone ségréguée, vols en espace atypique, vols en EVLOS, etc.) et s'appuient sur des études de sécurité SORA déjà réalisées lors de leur élaboration. L'autorisation d'exploitation est délivrée sur la base de la conformité du dossier de demande au concept d'opération du PDRA et aux conditions techniques et opérationnelles listées. Si l'opération prévue est couverte par un PDRA, ce dernier est à privilégier.

Des canevas sont disponibles en français pour les PDRA déjà publiés : il convient de les compléter en justifiant la conformité à chaque condition, en faisant référence à des parties de la documentation (description de l'opération, Manex, dossier technique, etc.) à chaque fois que cela est possible.

Avant-propos sur la sécurité aérienne

L'aviation civile est un système dit ultrasûr, c'est-à-dire que la probabilité d'avoir un accident mortel est de l'ordre de 1 accident par million d'heure de vol. C'est un ordre de grandeur, qui varie selon les pays et les types d'exploitation (c'est un peu moins en Europe pour le transport commercial en avion par exemple, et un peu plus pour l'aviation de loisir). L'atteinte de ce haut niveau de sécurité est le fruit de plusieurs décennies d'améliorations résultant d'expériences, bonnes ou mauvaises. Ainsi, l'aviation est rapidement devenue un domaine conduit par la gestion des risques pour l'ensemble de l'écosystème : les opérateurs (pilotes, mécaniciens, contrôleurs aériens), les concepteurs, les constructeurs, les autorités. L'exploitation d'aéronefs sans équipage à bord est une activité récente qui vient s'insérer dans ce système ultrasûr. Pour sa pérennité comme pour son acceptabilité, il est capital que la démarche de gestion des risques soit également au cœur de l'activité.

1. En aviation commerciale habitée, le haut niveau de sécurité passe essentiellement par la **certification**, des produits comme des acteurs. C'est un processus complexe, coûteux et long qui conduit à autoriser des exploitants à emporter des passagers (ou du fret) et voler au-dessus de (quasiment) n'importe quelle zone. La certification des UAS est prévue, mais elle ne serait réaliste ni techniquement ni économiquement pour des produits d'au plus quelques dizaines de kilogrammes opérés dans des exploitations considérées à moindre risque. Ces opérations ne sont pour autant pas bénignes, aussi il convient d'adopter une démarche de gestion des risques visant à adapter les exigences techniques et opérationnelles au niveau de risque de l'opération prévue. C'est cet objectif que sert la méthode SORA, en s'appuyant sur deux principes : La perméabilité entre les exigences techniques et opérationnelles : si le produit est peu fiable, on peut l'exploiter au prix de contraintes opérationnelles plus fortes. Inversement, pour s'affranchir de contraintes opérationnelles, il faut démontrer un haut niveau de fiabilité (du produit ET de son opérateur) ;
2. Les exigences opérationnelles comme techniques sont d'autant plus fortes que l'opération est risquée.

Quelques exemples :

- En aviation habitée en Europe, sauf en de (très) rares exceptions, il n'est pas autorisé de réaliser des vols de transport commercial de passagers en IFR (selon les règles de vol aux instruments) avec un avion propulsé par un moteur unique, car en cas de panne du moteur, le risque de perte de contrôle et d'accident mortel est trop important.
- L'aviation ultra légère motorisée (ULM) n'étant pas certifiée (ni les pilotes, ni les machines), il n'est pas autorisé d'y recourir pour des activités de transport commercial de passagers.
- une personne touchée par la chute d'un drone de plus de quelques centaines de grammes serait mortellement blessée. C'est donc une situation qui ne doit pas se produire. Soit on vole loin de ces personnes, soit on démontre que le drone ne « peut pas » tomber (avec un certain niveau de confiance du moins).

Ainsi, les UAS qui n'ont pas été conçus selon des standards aéronautiques, comme les drones du commerce, présentent un très faible niveau de fiabilité et tombent fréquemment. Ils peuvent en outre être perturbés par des interférences électromagnétiques. Ce type d'aéronef ne saurait donc être envisagé pour des survols de personnes ou des vols en zone urbaine sans protection des tiers (comme la mise en œuvre de la zone d'exclusion des tiers requises dans le cadre du scénario S-3). La SORA ne doit pas être vue comme une seule contrainte administrative ou



une collection de « cases à cocher » décorrélées de la réalité de l'opération envisagée. Elle doit permettre à l'exploitant de réfléchir au niveau de risque de son opération, tant pour les personnes et les biens au sol que pour les autres aéronefs, et aux mesures nécessaires pour atténuer ces risques.

I. Etape 1 : Concept d'opérations / ConOps

L'étape 1 de la SORA contient le CONOPS ou concept d'opérations, document qui décrit le plus précisément possible l'opération envisagée. Sa rédaction est une étape fondatrice de l'évaluation des risques opérationnels. Le ConOps doit ainsi présenter l'ensemble des informations opérationnelles et techniques pertinentes pour bien appréhender l'opération et ses risques. Son contenu peut renvoyer vers des parties d'autres documents (le manuel d'exploitation par exemple) sans les reproduire *in extenso*. Un ConOps précis et complet permet une instruction plus efficace.

Même si tous ces éléments apparaissent dans le Manex, il convient pour chacun d'au moins référencer le paragraphe précis. Le ConOps doit contenir au moins autant d'élément que ce tableau, même si ce ne sont que des références.

Note : lorsque plusieurs opérations sont envisagées, il est recommandé de rédiger un ConOps générique qui sera complété dans les SORA de chaque opération ou dans des « fiches missions » propres à chaque opération.

Le ConOps doit comporter un tableau de suivi des modifications afin de tracer ses évolutions.

1.1. L'exploitant

Structure et hiérarchie	Organigramme et noms des responsables
Politique de sécurité	Outils de management ou évaluations à visées sécuritaires. Système de REX (retour d'expérience) adopté et notifications d'événements à la DGAC
Activités	Activités principales de l'entreprise
Équipages	Nom et fonction des personnes impliquées dans l'opération, responsabilités des équipages, formations suivies et qualifications détenues, communications entre membres d'équipages, procédure de déclaration d'inaptitude
UAS	Eléments relatifs à l'UAS : Si l'exploitant est constructeur : information sur la conception et la production. Sinon, renseigner le nom du fabricant Préciser également l'organisation de la maintenance et les opérations prévues
Repérage	Décrire les opérations de repérage effectuées ou prévues sur le site.

1.2. Descriptif de l'opération

Cette section doit permettre de comprendre en quoi consiste l'opération envisagée, comment elle sera menée et quelles seront les procédures mises en place pour garantir sa réalisation dans des conditions de sécurité satisfaisantes.

Préparation de mission	Décrire comment la mission est préparée, quelles sources sont utilisées pour consulter les informations météorologiques et vérifier les Notams. Inclure les opérations de repérage.
Objectif de la mission	Indiquer ici la nature du vol et ses objectifs (par exemple : prise de vue, surveillance de site, etc.)
Dates, plages horaires	Préciser notamment si une partie de l'opération se déroule de nuit (au sens aéronautique du terme).
Zone Géographique	Produire un plan précis des zones de vol, d'intervention (contingence) et de tampon / buffer, ainsi que les contraintes environnantes (zones peuplées, aérodromes, zones de restrictions...) Indiquer notamment les densités de population dans les zones survolées. Un fichier KML doit être joint ainsi qu'une vue légendée de Géoportail ou d'une application similaire.
Population aérienne	En lien avec la présence d'aérodromes ou d'héliports aux alentours, décrire la population d'aéronefs susceptibles de survoler la zone, à quelle hauteur et quelle fréquence. Indiquer également les conditions de pénétration pour ces aéronefs de l'espace aérien considéré. Cela est essentiel pour les étapes 4,5 et 6.
Vol	Durée prévue du vol, vitesse, hauteur et mode d'évolution, distance par rapport au pilote, caractère en vue/hors vue et de jour/de nuit de l'opération.
Limitations environnementales	Indiquer les limitations environnementales (vitesses de vent, températures, visibilité, luminosité) pouvant contraindre l'exploitation
Checklist pré-vol	Ces checklists doivent contenir les méthodes de test au sol du système de coupure indépendante s'il existe.
Procédures opérationnelles	Décrire les procédures normales, de secours et d'urgence
Contacts	Les prises de contact effectuées avec les gestionnaires des aériens concernés, les politiques de communications avec ceux-ci.

1.3. Description de l'aéronef

Type de voilure	Fixe ou tournante
Dimensions	Décrire l'ensemble des dimensions de l'UAS. Afin de déterminer le GRC intrinsèque dans l'étape 2, la dimension caractéristique maximum de l'aéronef doit être explicitée : envergure pour une voilure fixe, diamètre du rotor pour un aérogire, dimension maximale entre les extrémités des rotors pour un multirotor.
Motorisation, Hélices	Il est rappelé qu'une opération avec UAS captif nécessite de démontrer les capacités du moyen de retenue, voir Article II du règlement délégué UE 2019/945 .
Masses	Masse maximale au décollage, masse max de la charge utile, énergie d'impact en cas de chute depuis les hauteurs de vol.
Schéma/photographie décrivant les éléments de la cellule	
Energie utilisée et autonomie	Indiquer la propulsion utilisée (électricité ou carburant utilisé) et l'autonomie totale (réserves éventuelles incluses)
Masse et description de la charge utile	
Station(s) sol, logiciels et fréquences utilisées	Indiquer les données affichées sur la station de contrôle, comment sont programmés les volumes, le RTH, quelles stations peuvent prendre la main sur l'aéronef, déclencher un RTH / le FTS.
Outils de localisation utilisés	Si l'aéronef utilise un système GNSS, indiquer sa fiabilité, le nombre de satellites à détecter au minimum.

1.4. Sécurité

<p>Descriptif des fonctions de sécurité de l'aéronef, RTH, système d'interruption du vol (FTS), Kill Switch, détection de la perte de liaison, Géocage, différentes alertes destinées au pilote, buzzer prévenant les tiers en cas de chute, etc.</p>	<p>Il convient d'inclure l'aspect temporel de ces éléments : après combien de temps l'aéronef détecte une perte de liaison ou déclenche son RTH, combien de temps prend le déploiement du parachute, quelle est l'énergie résiduelle à l'impact lors d'une descente sous parachute, etc. Voir annexe 1</p>
<p>Sécurisation de la zone</p>	<p>Quels moyens ont été utilisés pour informer les tiers non impliqués, quels moyens sont utilisés pour sécuriser la zone (observateurs sol, observateurs de l'espace aérien, barrière). Ces informations sont cruciales pour les étapes 3 et 6.</p>
<p>Procédures d'urgences en cas de dysfonctionnement</p>	<p>A chaque cas de panne (fly-away, coupure moteur, perte de connexion) sont associées des procédures opérationnelles. La chaîne de réaction et les communications au sein de l'équipage associées doivent être décrites. Voir annexe 1</p>
<p>Détermination de la cinématique de chute</p>	<p>Afin de déterminer la taille du buffer à considérer, le scénario le plus pénalisant (celui qui aboutit à la chute la plus éloignée) doit être étudié, le cas à prendre est souvent celui d'un fly-away avec accélération maximale et un temps de réaction de l'équipage de 3 secondes compté à la sortie du volume de contingence. Détailler ici le calcul et indiquer la taille du buffer résultant.</p>
<p>Visualisation des zones d'évolution, de contingence, d'urgence et du buffer grâce à un fichier « kml »</p>	<p>Devront aussi figurer les zones de décollage et les emplacements des télépilotes ou des observateurs. Voir annexe 1 Pour être utile ces zones doivent évidemment être visualisables par le télépilote et les observateurs, que cela soit via la station sol ou via des repères au sol, il convient d'en faire mention.</p>

II. Etape 2 : détermination du GRC Initial

L'étape 2 de la SORA consiste à évaluer le risque sol, c'est-à-dire le risque pour les tiers non impliqués au sol en cas de chute de l'aéronef. La valeur initiale du GRC prend donc en compte la probabilité de chute de l'UAS et ses conséquences possibles, en fonction notamment de la densité de population au sol. Ces considérations doivent porter sur l'ensemble des zones considérées pour l'opération : géographie de vol (« *flight geography* »), zone d'intervention (« *contingency volume* ») et zone tampon (« *buffer area* »).

La colonne du tableau d'évaluation du GRC initial repose sur un couple dimension⁴ / énergie cinétique. La dimension constitue la donnée d'entrée principale. En cas de désaccord entre la dimension et l'énergie cinétique associée, un exploitant peut proposer d'utiliser une colonne différente en fournissant les justificatifs nécessaires (cas d'un UAS de grandes dimensions volant à faible vitesse par exemple). Cet argument ne peut permettre d'utiliser que la colonne immédiatement inférieure à celle de la dimension caractéristique (par exemple, la colonne 1m plutôt que la colonne 3m).

Pour les UAS à voilure tournante, l'énergie cinétique doit être calculée à partir de la vitesse terminale de l'UAS, c'est-à-dire la vitesse maximale atteinte en chute libre⁵.

On considère *a priori* comme zone peuplée toute agglomération au sens du Code de la Route⁶. D'autres zones peuvent cependant être considérées comme peuplées, en fonction de la densité de population (hameaux, etc.)

Comme décrit dans le module mission du ConOps, une carte de densité de population (par exemple basée sur les données Insee et disponible sur le Géoportail) permettra de justifier du caractère faiblement peuplé ou non d'une zone.

A titre indicatif, il est d'usage de considérer une densité moyenne supérieure à 10 hab/km² comme correspondant à une zone peuplée pour un UAS dont la surface de crash est de l'ordre de 200m². Sur justification de l'exploitant, cette valeur peut être revue à la hausse ou à la baisse en fonction de la dimension de la zone de crash. En cas de densité de population très hétérogène, l'exploitant peut cependant proposer une argumentation basée sur le temps d'exposition.

Le vol en vue directe se définit par la capacité pour le pilote de piloter l'UAS et de le tenir éloigné des obstacles en maintenant un contact visuel continu sans aide avec l'appareil. Il est toutefois admis que le pilote perde ponctuellement le contact visuel direct à cause d'un obstacle, aux conditions suivantes : le pilote a une vision globale de l'environnement du vol lui permettant d'anticiper le point où il reprendra le contact visuel direct, le pilote a effectué un

⁴ Voir ConOps Module Aéronef

⁵ Voir : <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/termv.html>

⁶ Le Code de la route définit la notion d'agglomération comme un « espace sur lequel sont groupés des immeubles bâtis rapprochés et dont l'entrée et la sortie sont signalées par des panneaux placés à cet effet le long de la route qui le traverse ou qui le borde » (article R. 110-2)

repérage (documenté dans le ConOps) de l'ensemble du terrain, les critères d'acceptabilité d'un tel obstacle sont décrits dans le MANEX.

Sauf justification, un vol ne saurait être considéré comme « en vue » au-delà de 200 mètres. Cette distance peut être revue à la hausse ou à la baisse en fonction des dimensions de l'UAS.

Niveau de risque sol initial				
Dimension caractéristique maximale UAS	1m	3m	8m	>8m
Energie cinétique normalement associée	<700 J	<34 kJ	<1084 kJ	>1084 kJ
Scénario opérationnel à considérer				
Vol en vue ou hors vue au-dessus d'une zone contrôlée	1	2	3	4
Vol en vue au-dessus d'une zone faiblement peuplée	2	3	4	5
Vol hors vue au-dessus d'une zone faiblement peuplée	3	4	5	6
Vol en vue au-dessus d'une zone peuplée	4	5	6	8
Vol hors vue au-dessus d'une zone peuplée	5	6	8	10
Vol en vue au-dessus d'un rassemblement de personne	7			
Vol hors vue au-dessus d'un rassemblement de personne	8			

III. Etape 3 : atténuation du risque sol et GRC Final

Niveau de robustesse et niveau d'assurance

Dans cette étape 3 sont décrites des mesures d'atténuation (*mitigation measures*) caractérisées par deux paramètres qu'il convient d'expliquer et qui définissent la robustesse de la mesure.

D'une part l'**intégrité** de la mesure, c'est-à-dire le gain de sécurité apporté par cette mesure, d'autre part le niveau **d'assurance** revendiqué pour cette mesure. De manière générale, l'assurance est considérée comme :

- Basse lorsque l'exploitant déclare simplement la performance de sa mesure (dans ce cas l'exploitant prend l'entière responsabilité de sa déclaration et ne peut pas préjuger que l'autorité de surveillance en assurera la vérification),
- Moyenne lorsque l'exploitant peut démontrer la performance de sa mesure en s'appuyant sur des données objectives, des simulations,
- Haute lorsque l'exploitant a recours à un organisme tiers et reconnu pour démontrer la performance de sa mesure.

	Assurance faible	Assurance moyenne	Assurance forte
Intégrité faible	Robustesse faible	Robustesse faible	Robustesse faible
Intégrité moyenne	Robustesse faible	Robustesse moyenne	Robustesse moyenne
Intégrité haute	Robustesse faible	Robustesse moyenne	Robustesse haute

Certaines mesures d'atténuation sont conditionnées au respect de plusieurs critères. La robustesse finale d'une mesure est la plus basse de l'ensemble des critères. Par exemple, pour qu'une mesure ait une robustesse moyenne (*medium*), il faut à minima que tous les critères constituant cette mesure d'atténuation aient une robustesse moyenne.

Trois mesures d'atténuation sont proposées pour réduire le GRC initial. Selon le niveau de robustesse de chacune d'entre elles, un ou plusieurs points peuvent être déduits du GRC initial. Il est à noter qu'il est également possible d'être pénalisé d'un « malus » d'un point en cas d'absence d'ERP.

Le GRC final est obtenu après application de ces mesures et sera utilisé en Etape 7 pour déterminer le niveau de risque (SAIL – *Specific Assurance and Integrity Level*) de l'opération.

Atténuation		Robustesse		
		Faible/Absent	Moyenne	Haute
1	M1- Atténuation Stratégique du risque sol	0 : Absent -1 : Faible	-2	-4

2	M2- Réduction des effets de l'impact au sol	0	-1	-2
3	M3- Plan de réponse d'urgence (ERP) instauré et inclus dans la formation de l'équipe	1	0	-1

Atténuation stratégique (M1)

La mesure M1 est une mesure stratégique. Elle vise donc à diminuer, avant l'opération, le nombre de personnes exposées au risque. Elle se décompose en deux critères :

- Le premier démontre que la zone tampon contient tous les points d'impact possibles en cas de chute de l'UAS. Sa définition s'appuiera sur la partie Sécurité du ConOps et le calcul balistique qui y est demandé (la règle du 1 :1 pouvant ne pas être estimée suffisante quand le ConOps montre que l'UAS peut parcourir une grande distance en cas de chute).
- Le second permet de démontrer que le nombre de personnes exposées dans cette zone tampon (et donc les géographies de vol et volumes de secours qu'il contient) est réduit : vol de nuit, personnes abritées, couvre-feu, UAS équipé de buzzer par exemple (combiné avec un moyen permettant de ralentir de la chute), ou par l'organisation de l'opération (accès interdit par des barrières, des observateurs, avertissement afin que les gens restent à l'intérieur d'un bâtiment). Ces mesures doivent être justifiées.

La mesure M1 permet d'atténuer d'un point le GRC si le nombre de personnes exposées est réduit d'un facteur 10 dans la zone d'opération et dans la zone tampon.

Il n'est pas possible, par la seule application du moyen M1, d'obtenir un niveau de GRC plus bas que celui de la colonne considérée (qui correspond à une zone contrôlée, i.e. avec absence totale de tiers).

Note : Les critères M1 sont différents dans le cas d'un UAS captif.

		Niveau d'intégrité		
		Faible	Moyen	Haut
M1 – Atténuation stratégique du risque sol	Critère #1	Le buffer sol respecte au minimum la règle du 1:1	Le buffer tient compte :	Même que moyen
	(Définition du buffer sol)	Le buffer est défini grâce à un modèle balistique accepté par l'autorité (voir Annexe 1 du règlement)	-des dysfonctionnement improbables simples (y compris la perte d'une hélice, d'un rotor) qui mèneraient à une sortie du	

	délégué UE 2019/945 et Guide Catégorie spécifique).	<p>volume opérationnel.</p> <p>-des conditions météo</p> <p>-des latences UAS (et de leurs conséquences sur sa manœuvrabilité)</p> <p>-du comportement de l'UAS à l'activation des mesures d'urgence</p> <p>-des performances de l'UAS</p>	
Commentaires	<p><u>Règle du 1:1</u></p> <p><i>Si la hauteur max de l'opération vaut H alors le buffer doit avoir une taille >H.</i></p>		<p><i>La différence de robustesse avec le « moyen » dépend donc du niveau d'assurance uniquement</i></p>
<p>Critère #2</p> <p>(Evaluation des personnes exposées)</p>	<p>Des inspections sur site sont effectuées ou des preuves sont présentées pour justifier d'une densité de personnes exposées plus faible (population absente de nuit, ou selon la saison, ou autre).</p>	<p>L'exploitant évalue la zone d'opération à l'aide de données de densité officielles pertinentes pour justifier d'une densité de personnes exposées plus faible.</p> <p>L'exploitant peut revendiquer une atténuation si les personnes exposées sont abritées aux conditions que :</p> <p>-l'UAS ne pèse pas plus de 25 kg et ne dépasse pas la vitesse de 174 kt</p> <p>-l'exploitant démontre que la quasi-totalité des personnes non-</p>	<p>Même que moyen</p>

			impliquées sont dans un bâtiment.	
	<i>Commentaires</i>		<i>La validité du niveau d'atténuation dépendra de la situation, la validation reviendra à l'autorité</i>	<i>La différence de robustesse avec le « moyen » dépend donc du niveau d'assurance uniquement</i>

Diminution des effets de l'impact au sol (M2)

La mesure M2 permet de justifier que les conséquences de l'impact de l'UAS sont atténuées selon trois critères :

- Le premier s'appuie sur la conception de l'UAS, qui doit montrer qu'en cas de collision avec le sol les dommages seront limités (absence de feu post-impact ou de projection de débris à haute énergie par exemple). L'examen de la conception de l'UAS, des essais et simulations permettent de justifier d'un niveau Moyen.
- Le second présente les dispositifs de réduction d'énergie d'impact et/ou de ralentissement de la chute, (typiquement un airbag ou un parachute). La DSAC considère qu'une énergie à l'impact inférieure à 69 Joules justifie une robustesse *Medium*. Dans le cas contraire, l'exploitant doit justifier que le dispositif permet de réduire la surface critique de l'UAS de sorte à réduire significativement le nombre de blessés (y compris mortellement) en cas de chute. Le système de déploiement, les méthodes d'essai et de pliage du parachute décrits dans le ConOps et rappelés ici.
- Le troisième concerne la formation des personnels opérationnels aux critères précédents. Un niveau Moyen est accordé si un programme de formation (y compris pratique) est disponible.

		Niveau d'intégrité		
		Faible/Aucun	Moyen	Haut
M2 – Atténuation des effets de l'impact au sol	Critère #1 (Concept technique)	Ne remplit pas les exigences du niveau « Moyen »	(a) Les effets de l'impact au sol (choc) et de ses conséquences sont réduites de manière significative, mais peuvent rester fatales. (b) Malgré les dysfonctionnement et incidents qui peuvent amener à un crash, les éléments qui atténuent les effets	S'ajoutent au niveau Moyen les points suivants : (d) L'activation des moyens d'atténuation des effets du crash sont automatisés (e) Les effets de l'impact au sol (choc) et ses conséquences

			du crash restent disponibles (c) Aucun dysfonctionnement des moyens d'atténuation des effets du crash n'affecte la sécurité des opérations.	ne sauraient être fatales.
	<i>Commentaires</i>		<i>Le départ de feu, la projection de débris très énergétiques (pales, rotors) sont des exemples de conséquences de l'impact au sol.</i>	<i>Un moyen d'atténuation automatisé peut être également déclenchable manuellement.</i>
	Critère #2 (Procédures, si applicable)	Les moyens d'atténuation des effets du crash sont installés et maintenus en accords avec les instructions du fabricant.		
	<i>Commentaires</i>	<i>La différence de robustesse dépend ici du niveau d'assurance uniquement.</i>		
	Critère #3 (Formation, si applicable)	Le personnel responsable de l'installation et de la maintenance des moyens d'atténuation des effets du crash sont identifiés et formés par l'exploitant.		
	<i>Commentaires</i>	<i>La différence de robustesse dépend ici du niveau d'assurance uniquement.</i>		

Plan d'intervention d'urgence (M3)

La mesure M3 permet de justifier qu'en cas de chute de l'aéronef, un plan d'intervention d'urgence (ERP, *Emergency Response Plan*) permet d'éviter une aggravation des conséquences de l'accident (incendie non maîtrisé, blessés non soignés, etc.). Ce plan doit être revu dans un exercice « sur table » et intégré au programme de formation des personnels. L'exploitant doit ainsi pouvoir être en mesure de présenter une preuve de suivi de la formation.

Le modèle fourni par la DSAC peut être utilisé dans la démonstration d'un niveau *Medium* permettant de maintenir le GRC inchangé. **Sans ERP, le GRC est pénalisé d'un point.** Seul un ERP *High* (approuvé par un organisme tiers reconnu) permet une réduction d'un point.

		Niveau d'intégrité		
		Faible/Aucun	Moyen	Haut
M3 – Un plan de réponse d'urgence	Critère #1 (Procédures)	La validité des procédures et checklist est à déclarer par	- L'ERP est développé selon les standards acceptés par l'autorité, il	S'ajoutent au niveau Moyen les points suivants :

(ERP) efficace est mis en place, l'équipage est formé à son application		l'exploitant uniquement.	<p>s'appuie donc soit sur le modèle proposé par la DSAC soit sur un modèle qui lui est plus complet.</p> <p>- L'ERP est validé et assimilé via des sessions de formation et de simulation avec l'équipage.</p>	<p>-L'ERP, et sa capacité à limiter le danger pour les personnes exposées sont validés par un organisme tiers compétent.</p> <p>-L'exploitant a établi un protocole de coordination avec chacun des organismes tiers cités dans l'ERP.</p> <p>-L'efficacité et la validité des sessions d'entraînement et de simulation sont validées par un organisme tiers compétent.</p>
	<i>Commentaires</i>		<i>Les sessions d'entraînement et de simulation peuvent ou pas impliquer les organismes tiers cités dans l'ERP.</i>	
	Critère #2 (Procédures, si applicable)	Ne remplit pas les exigences du niveau « Moyen »	<p>-Un programme de formation à l'utilisation de l'ERP est disponible.</p> <p>-Le rapport d'au moins une session de formation et de simulation est conservé et tenu à jour.</p>	<p>S'ajoute au niveau Moyen le point suivant :</p> <p>-Les compétences de l'équipage sont validées par un organisme tiers.</p>

IV. Etape 4 : détermination de l'ARC Initial

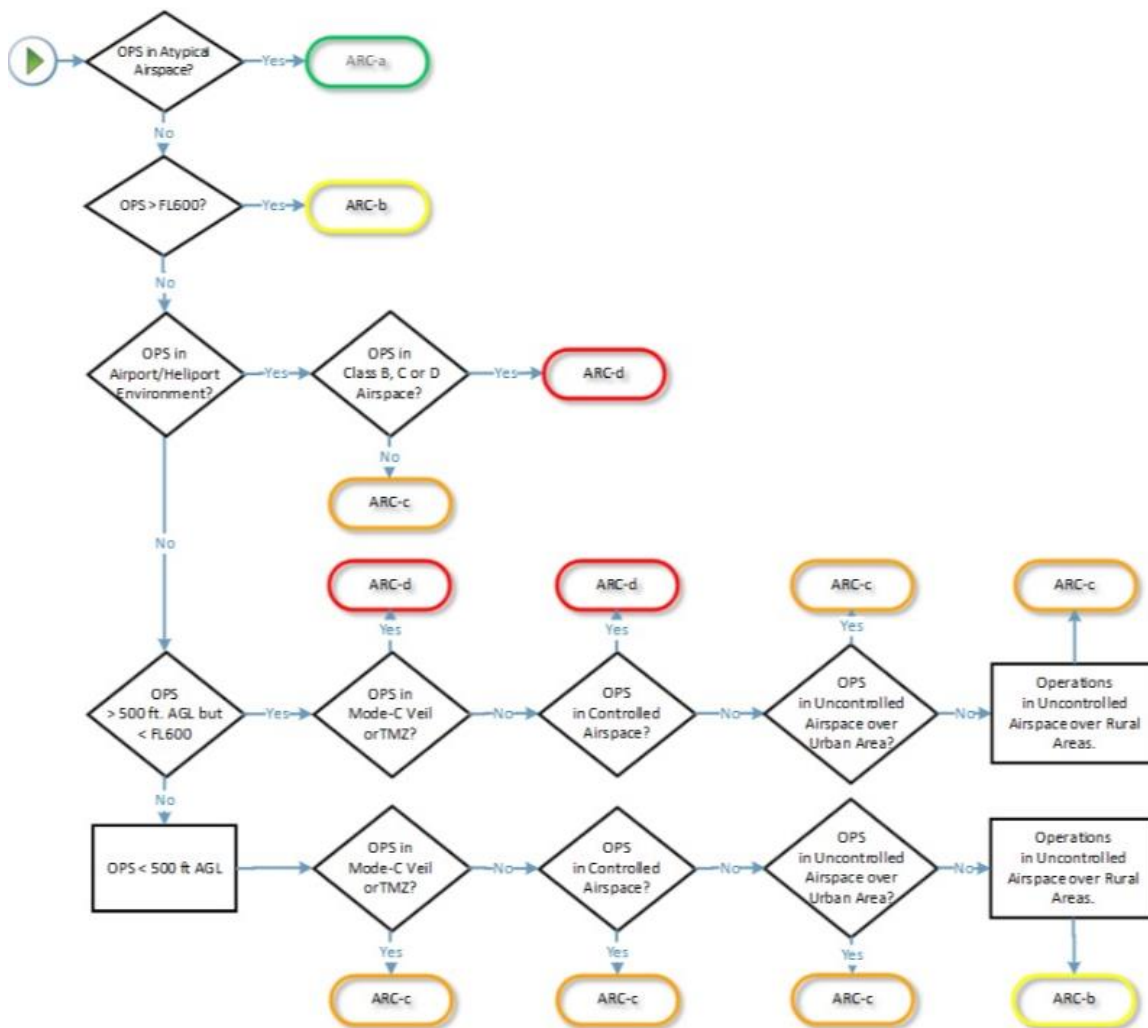
L'étape 4 permet d'évaluer le risque « air » (ARC), i.e. le risque que présente l'opération pour les autres utilisateurs de l'espace aérien. Pour cela, cette partie doit décrire avec précisions les espaces aériens dans lesquels l'opération est prévue : contrôlé/non contrôlé, zones R/P/D, proximité d'aérodromes / hélistations / plateformes ULM, protocoles / accords avec services de contrôle, etc. Le dossier mentionne les conditions de pénétration de chacune des zones d'espace aérien considérée, et les éléments qui justifient le respect de ces conditions.

Un espace aérien « atypique » est un espace dans lequel on peut estimer que les chances de rencontre avec un aéronef habité sont pratiquement nulles. C'est le cas par exemple des espaces permettant la ségrégation entre trafic UAS et trafic habité (par exemple ZRT, ZIT, zones R ou P). Peut également être considéré comme atypique un espace ne s'élevant pas à plus de 30 mètres du sol ou des obstacles survolés (en fonction des conditions locales de trafic et en dessous de 120m), en dehors des zones de décollage et d'atterrissage d'autre usagers de l'espace aérien.

Note : certains trafics, militaires notamment, évoluent à 50 m sol. Cette hauteur ne peut donc être utilisée pour revendiquer un espace atypique.

Dispositions applicables aux opérations en France

- Il convient de se conformer à l'[arrêté Espace](#) et de vérifier avant les vols les activations de RTBA, les NOTAM et plus généralement toutes les zones soumises à restrictions.
- Une ségrégation de l'espace aérien (ZRT ou l'utilisation autorisée d'une zone R ou P) est requise pour les vols hors vue hors espace aérien contrôlé. Une dérogation est cependant possible en cas de présence d'observateurs de l'espace aérien le long de la trajectoire, sous réserve de respecter une portée visuelle de 1 km (et donc une séparation maximale de 2 km entre observateurs).
- Le vol hors vue en espace aérien contrôlé nécessite une dérogation préfectorale si le vol se déroule à une hauteur supérieure à 120m, ou de 50m pour aéronef de masse > 2 kg. Pour ces vols, un protocole de coordination avec les services du contrôle aérien est demandé et doit être fourni avec la demande d'autorisation. Les exploitants sont encouragés à être précis dans le contenu de leur protocole pour que la DSAC puisse être en mesure d'évaluer la pertinence des mesures de gestion des risques mises en place. Il est en particulier utile de préciser si le protocole prévoit des mesures de ségrégation physique ou temporelle des trafics, et les moyens de contacts prévus entre les télépilotes et les services du contrôle aérien.



V. Étape 5 : Atténuation du risque air et ARC Final

L'étape 5 permet de réduire l'ARC en justifiant d'une probabilité réduite de rencontre avec d'autres aéronefs s'appuyant par exemple sur une densité aérienne plus faible, sur une coordination avec les services de contrôle, sur une information des autres usagers de l'espace aérien, etc.

A titre indicatif, pour des hauteurs inférieures à 150 m, les usagers suivants de l'espace aérien devraient être considérés :

- Usagers de plateformes de décollage/atterrissage à proximité,
- Vols militaires basse hauteur,
- Sécurité civile / secours, SMUH,
- Exercices d'atterrissage en campagne d'aéronefs d'aviation générale,
- ULM,
- Planeurs,
- Parachutes /parapentes.

L'argumentation peut s'appuyer sur le fait que certains de ces usagers de l'espace aérien sont absents ou peu présents dans l'espace aérien considéré (par exemple lors d'un vol de nuit).

Dans le cadre d'un vol aux alentours d'une hélistation, réduire le niveau d'ARC-c ou -d à ARC-b peut s'appuyer sur un accord des services du contrôle aérien ou du gestionnaire de l'aérodrome, ou un protocole avec ces entités. Ce protocole devra comprendre les dispositions suivantes : non coexistence de trafic habité et non habité, modalités de coordination avec le PSNA et le gestionnaire, traitement des situations d'urgence (notamment arrivée inopinée d'un aéronef et échappée de l'UAS).

Cas d'un vol au-dessus de 500 ft en espace aérien contrôlé : réduire l'ARC-c ou -d peut s'appuyer sur un accord des services du contrôle aérien, ou un protocole, qui comprendra les dispositions suivantes : réservation d'une zone d'évolution pour l'UAS, modalités de coordination avec le PSNA et le gestionnaire, traitement des situations d'urgence (notamment traversée inopinée d'un aéronef habité et échappée de l'UAS). En France, une dérogation préfectorale est nécessaire.

- Pour les vols en zone urbaine à hauteur comprise entre 30 et 120 m, le niveau d'ARC peut être réduit d'ARC-c à ARC-b s'il est démontré un niveau de trafic équivalent à celui en zone rurale à une hauteur inférieure à 400ft. Pour le justifier, une analyse des plateformes environnantes, notamment des hélistations, et des autres usagers de l'espace aérien évoluant en ville peut être nécessaire. En fonction de la densité de trafic, un NOTAM peut servir de moyen d'atténuation stratégique.

VI. Étape 6 : atténuation tactique du risque « air »

L'étape 6 décrit les moyens d'atténuation tactique (i.e. en cours d'opération) du risque de collision aérienne : les observateurs, leurs placements et les accords avec les gestionnaires des espaces aériens et aérodromes alentours apparaissent dans le ConOps et sont rappelés ici.

Si le risque air initial est ARC-a, il n'est *a priori* pas obligatoire de mettre en œuvre des moyens tactiques d'atténuation du risque.

Un observateur visuel de l'espace aérien est considéré comme ayant une portée visuelle de 1 km s'il est positionné à un endroit permettant une surveillance effective et si la visibilité est supérieure à 5 km (le ConOps décrit la prise d'informations météorologiques).

En l'absence d'observateur visuel de l'espace aérien, si les étapes 4 et 5 précédentes permettent de démontrer que dans la zone d'évolution de l'UAS, la probabilité de rencontre avec un autre aéronef est faible et que au moins 50 % des aéronefs habités sont coopératifs (typiquement, équipés d'un ADS-B ou d'un FLARM), la détection de ces moyens coopératifs peut être considérée comme un moyen acceptable d'atténuation tactique du risque air.

Note : Les dispositifs de type ADSB-in ou FLARM peuvent être utilisés comme moyen de visibilité des aéronefs lorsque l'exploitant peut démontrer que dans la zone d'exploitation prévue l'aviation habitée est effectivement équipée de ces dispositifs. De manière générale, il ne peut être revendiqué que l'aviation habitée est « généralement et quel que soit l'espace » équipée de ces dispositifs pour démontrer la robustesse de la détection des aéronefs habités.

En espace aérien contrôlé, la surveillance tactique du trafic aérien par le PSNA et la coordination de l'opération de l'UAS avec le PSNA sont considérés comme moyens acceptable d'atténuation tactique du risque air.

Cette étape devra s'appuyer sur un document « .kml » et décrire l'équipement et le rôle de chaque observateur.

ARC Final	Niveau d'atténuation tactique	Robustesse de l'atténuation
ARC-d	Haut	Haute
ARC-c	Moyen	Moyenne
ARC-b	Faible	Faible
ARC-a	Aucun minimum	Aucun minimum

VII. Etape 7 : détermination du SAIL (*Specific Assurance and Integrity Level*)

L'étape 7 fait la synthèse des risque air et sol pour déterminer le niveau de sécurité requis (SAIL) pour la mission.

Détermination du SAIL				
	ARC Final			
GRC Final	a	b	c	d
≤2	I	II	IV	VI
3	II	II	IV	VI
4	III	III	IV	VI
5	IV	IV	IV	VI
6	V	V	V	VI
7	VI	VI	VI	VI
>7	Opération en catégorie certifiée			

A partir du SAIL III, la DSAC demandera généralement au constructeur de présenter une vérification de conception par l'AESA pour les objectifs de sécurité opérationnels (OSOs) relatifs à la conception (OSOs 02, 04, 05, 06, 10, 12, 18, 19 (critère 3), 20 et 24), certains moyens d'atténuation du risque sol et le confinement renforcé de l'Etape 9 (y compris pour des niveaux de SAIL inférieurs à 3). Les délais de traitement de l'AESA ne sont, à la date de rédaction de ce guide, pas connus. L'AESA facturera cette prestation au demandeur sur la base d'un taux horaire (de l'ordre de 250 €/h).

- A partir du SAIL V, la certification de l'aéronef par l'AESA est obligatoire.

VIII. Étape 8 : objectifs de sécurité opérationnels (OSO)

L'étape 8 établit les niveaux de sécurité à atteindre pour chaque objectif de sécurité opérationnel en fonction du SAIL obtenu. Pour chaque OSO, le demandeur doit justifier l'atteinte de l'objectif, si besoin en citant des références à sa documentation. Le niveau de justification attendu dépend du niveau de sécurité de l'OSO :

Low (L) : déclaration de l'exploitant. L'autorité peut cependant vérifier cette déclaration en demandant des justifications supplémentaires

Medium (M) : L'exploitant apporte des éléments objectifs pour justifier du niveau de sécurité (mesures, essais, données quantitatives, etc.) Lorsqu'il s'agit d'un OSO portant sur la navigabilité, la conception de l'UAS est vérifiée par l'AESA.

H : High : Le niveau de sécurité est validé par une entité tierce. Lorsqu'il s'agit d'un OSO portant sur la navigabilité, l'UAS est certifié par l'AESA.

OSO		SAIL					
		I	II	III	IV	V	VI
Critères techniques UAS							
OSO#01	Opérateur UAS compétent et/ou approuvé	-	L	M	H	H	H
OSO#02	Constructeur UAS compétent et/ou approuvé	-	-	L	M	H	H
OSO#03	Maintenance UAS assurée par une entité compétente et/ou approuvée	L	L	M	M	H	H

OSO	Élément de réponse attendu
OSO 01 Opérateur UAS compétent et/ou approuvé	Plan de formation générale. Formation de l'équipage spécifique sur l'UAS concerné. Expérience de l'opérateur et précédentes opérations. Checklist et manuel d'entretien
OSO 02 Constructeur UAS compétent et/ou approuvé	Standards de qualité (matériaux, pièces) du constructeur. Politique de contrôle qualité, contrôle de conformité, traçabilité. Expérience et activités du constructeur.
OSO 03 Maintenance UAS assurée par une entité compétente et/ou approuvée	Procédures de maintenance du MUE Respect des recommandations constructeur Formation/autorisations/maintien de compétence du personnel Archivage des actions de maintenance

OSO		SAIL					
		I	II	III	IV	V	VI
OSO#04	UAS développé selon des standards reconnus par l'autorité	-	-	-	L	H	H
OSO#05	UAS conçu selon des standards de fiabilité et de sécurité	-	-	L	M	H	H
OSO#06	Performances du Lien C3 appropriées pour la mission	O	L	L	M	H	H
OSO#07	Inspections de l'UAS pour assurer la validité du ConOps	L	L	M	M	H	H
OSO#08	Procédures opérationnelles définies, validées et appliquées	L	M	H	H	H	H
OSO#09	Equipage formé, entraîné régulièrement et capable de faire face aux situations anormales	L	L	M	M	H	H
OSO#10	Retour à la normale en toute sécurité après un problème technique	L	L	M	M	H	H
Détérioration des systèmes externes de soutien à l'opération							
OSO#11	Des procédures sont en place pour supporter la détérioration des systèmes externes de soutien à l'opération	L	M	H	H	H	H
OSO#12	L'UAS est conçu pour supporter la détérioration des systèmes externes de soutien	L	L	M	M	H	H
OSO#13	Les systèmes externes de soutien sont adéquats pour l'opération	L	L	M	H	H	H
Erreur humaine							
OSO#14	Procédures opérationnelles définies, validées et appliquées	L	M	H	H	H	H

OSO#15	Equipage formé, entraîné régulièrement et capable de faire face aux situations anormales	L	L	M	M	H	H
OSO#16	Coordination intra-équipage	L	L	M	M	H	H
OSO#17	Equipage en capacité d'exploiter	L	L	M	M	H	H
OSO#18	Protection automatique de l'enveloppe de vol, résistance à l'erreur humaine	-	-	L	M	H	H
OSO#19	Retour à la normale en toute sécurité après une erreur humaine	-	-	L	M	M	H

OSO	Éléments de réponse
OSO 04 UAS développé selon des standards reconnus par l'autorité	La fiabilité du design assure un risque faible d'accident. Expertise de laboratoire ou d'organisme tier.
OSO 05 UAS conçu selon des standards de fiabilité et de sécurité	Caractéristiques de l'UAS permettant de réduire les risques et les conséquences d'une défaillance. Stratégies de détection des défaillances.
OSO 06 Performances du Lien C3 appropriées pour la mission	Les canaux de fréquences utilisés sont autorisés aux puissances émises. Niveau d'assurance de la qualité des liaisons C3. Outils permettant au pilote de vérifier la qualité des liaisons pendant le vol.
OSO 07 Inspections de l'UAS pour assurer la validité du ConOps	Stratégies d'inspection de l'UAS Checklist ou historique d'inspection
OSO 08-11-14-21 Procédures opérationnelles définies, validées et appliquées	Méthodes d'opération/de repérage/de prise d'information (aéronautique et météorologique) pré-vol. Historique d'application des méthodes. Conformité à un ISO ou approbation d'une autorité. Check-list post-vol. Procédures d'urgence éprouvées. Méthode de rapport d'incident, d'amélioration des procédures.
OSO 09-15-22 Equipage formé, entraîné régulièrement et capable de faire face aux situations anormales	Organisme dispensant l'entraînement des pilotes. Contenu de la formation pilote. Formation aux risques et aux mesures en cas d'accident. Formation liée à l'ERP. Expérience de l'équipage.

<p>L'équipage est entraîné à identifier et éviter les conditions environnementales critiques</p>	
<p>OSO 10-12 Retour à la normale en toute sécurité après un problème technique L'UAS est conçu pour supporter la détérioration des systèmes externes de soutien</p>	<p>Eléments d'indépendance, de redondance, justifiant de la non-dangerosité d'une panne unique sur l'UAS. Analyse du risque présenté par une panne simple. Historique et méthode de visite pré et post-vol. Standards de développement utilisés, leur validité.</p>
<p>OSO 13 Les systèmes externes de soutien sont adéquats pour l'opération</p>	<p>Niveau requis de satisfaction de la position GNSS, surveillance de la qualité du GNSS. Eléments de confiance pour les méthodes de communication (radios, téléphone), pour la précision GNSS.</p>
<p>OSO 16 Coordination intra-équipage</p>	<p>Politique de communication au sein de l'équipage, messages utilisés, phraséologie. Outil de communication utilisé, fiabilité. Etablissement des responsabilités, des priorités. Entraînement et expérience en équipe.</p>
<p>OSO 17 Equipage en capacité d'opérer</p>	<p>Méthode « IMSAFE » ou équivalent. Procédure d'auto-déclaration d'inaptitude de l'équipage. Gestion des ressources humaines.</p>
<p>OSO 18 Protection automatique de l'enveloppe de vol, résistance à l'erreur humaine</p>	<p>Limiteur d'altitude et Géocage choisies, provenance et implémentation, résistance aux erreurs pilotage. Lister des fonctions de sécurité existantes en cas d'erreur humaine.</p>
<p>OSO 19 Retour à la normal en toute sécurité après une erreur humaine</p>	<p>Méthode et check-list utilisées pour limiter les effets d'erreurs humaines. Répartition des tâches pour limiter les effets de l'erreur humaine.</p>

OSO		SAIL					
		I	II	III	IV	V	VI
OSO#20	Une évaluation des facteurs humains a été menée et l'interface homme-machine est adaptée	-	L	L	M	M	H
Conditions d'opérations défavorables							
OSO#21	Procédures opérationnelles définies, validées et appliquées	L	M	H	H	H	H
OSO#22	L'équipage est entraîné à identifier et éviter les conditions environnementales critiques	L	L	M	M	M	H
OSO#23	Les conditions environnementales requises sont définies, mesurables et surveillées	L	L	M	M	H	H
OSO#24	UAS conçu et adapté pour faire face aux conditions défavorables	-	-	M	H	H	H

OSO	Élément de réponse attendu
OSO 20 Une évaluation des facteurs humains a été menée et l'interface homme-machine est adaptée	L'interface est connue de l'équipage et n'augmente pas le risque de confusion, d'erreur ou de fatigue. Durée et contenu de l'évaluation de l'interface.
OSO 23 Les conditions environnementales requises sont définies, mesurables et surveillées	Les conditions environnementales compatibles avec l'opération sont définies. L'équipage est entraîné et équipé pour mesurer les paramètres. Méthode de prise d'information, et consignes en cas de paramètres ou de prévisions non conformes. Formation à la prise d'information et à la vigilance de l'équipage.
OSO 24 UAS conçu et adapté pour faire face aux conditions défavorables	Eléments de conception de l'UAS lui permettant de limiter les effets environnementaux.

L'exploitant doit donc présenter et faire référence à l'élément qui justifie la robustesse demandée pour chaque OSO. La plupart des éléments auront déjà été cités dans les pages précédentes, ils doivent quand même être référencés ici.



La DSAC propose, sur demande, des tableaux détaillés des éléments de justification nécessaires pour les missions de SAIL I ou II.

IX. Etape 9 : considérations sur les espaces aériens ou sol adjacents

L'étape 9 considère le risque d'échappée (*fly away*) de l'UAS et de vol dans des zones adjacentes dans lesquelles les risques pour les tiers (aériens ou au sol) pourraient être supérieurs. Sans disposition particulière concernant la conception de l'UAS, il existe des causes probables susceptibles de conduire à une sortie de la zone d'opération. Par défaut, la probabilité de défaillance d'un module électronique, comme le système de contrôle et de guidage, l'émission/réception, la localisation GPS ou la mesure de la hauteur est de $10^{-2}/FH$ (*Flight hours*, heures de vol). Cette étape est donc importante et ne doit pas être négligée.

On entend par zone adjacente tout endroit atteignable par l'UAS en fonction de son autonomie et de sa capacité à suivre une trajectoire stable en cas de défaillance des différents modules. L'exploitant doit donc décrire ou démontrer quelles sont les fonctions qui permettront de confiner l'UAS dans le volume d'opération prévu.

Un confinement standard est atteint si l'UAS est équipé d'une fonction de *géocage* et d'une coupure moteur indépendante du système de guidage et contrôle principal. Pour tout autre système ou en cas de besoin d'un confinement renforcé, il sera demandé au postulant se rapprocher de l'AESA afin de lui faire valider la conception et le fonctionnement du système de confinement de l'UAS.

Une fonction de confinement renforcée (*enhanced containment*) est exigée dans les cas suivants :

- Espace adjacent correspondant à un ARC-d (sauf si le volume d'opération est déjà en ARC-a),
- Zone adjacente accueillant des rassemblements de personnes (sauf si l'UAS est approuvé pour évoluer au-dessus de rassemblements de personnes),
- Vol au-dessus de zones peuplées pour lesquelles une mesure M1 a été utilisée pour réduire le GRC ou pour lesquelles une zone d'évolution contrôlée a été créée.

Les exigences pour le confinement renforcé sont les suivantes :

- L'UAS est conçu selon des standards acceptables par l'AESA de telle sorte que :
 - La probabilité de sortie du volume de vol **opérationnel** (géographie de vol + volume de contingence) doit être inférieure à 10^{-4} par heure de vol,
 - Une défaillance unique de l'aéronef ou de la station de contrôle et de commande ne doit pas conduire l'UAS à évoluer en dehors de son volume de vol (buffer inclus),
- Les programmes et équipements électroniques embarqués sont développés selon des standards industriels tels que des erreurs de développement ne peuvent conduire à une évolution de l'UAS en dehors du volume de vol.

La fonction de confinement standard est caractérisée par le fait qu'aucune défaillance probable de l'aéronef ou de son système de commande et de contrôle ne doit conduire à l'évolution de l'UAS en dehors du volume d'opération prévu. La conformité à cette exigence doit être démontrée par une revue de la conception des systèmes de l'UAS (indépendance et / ou redondance des systèmes) et des risques particuliers de l'opération (conditions météorologiques, perturbations électromagnétiques par exemple).

Pour les vols en vue directe, lorsque l'UAS a une masse inférieure à 25 kg et que l'opération est située à plus de 150m des zones résidentielles, commerciales, industrielles ou récréatives, aucun système de confinement n'est requis (ces opérations sont équivalentes à la catégorie Ouverte A3). Dans les autres cas (et notamment les vols hors vue), un système de confinement standard suffit.

Pour tout système de confinement renforcé, il sera demandé au postulant de produire une vérification de conception ou un certificat de type fourni par l'AESA.

L'AESA est l'autorité compétente pour la vérification de la conception du système garantissant le maintien de l'UAS dans la zone d'opération (*geocaging*, système de coupure).

Il revient donc à l'exploitant de décrire les systèmes qui permettent de justifier le type de confinement dont il a besoin.

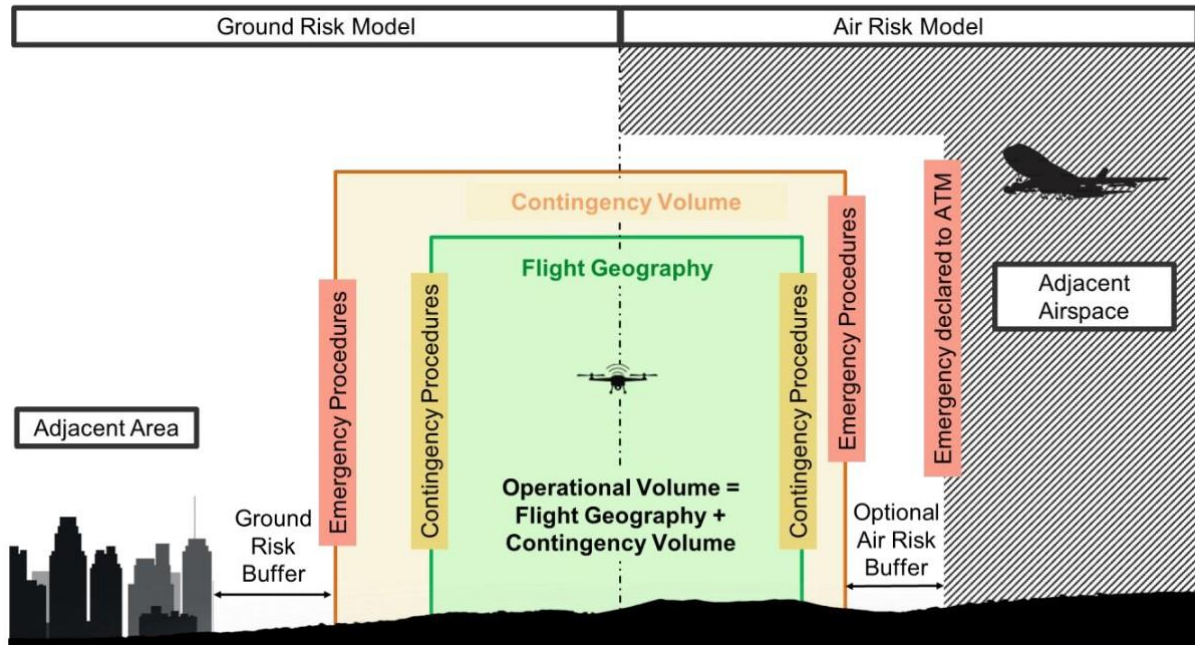
X. Etape 10 : portefeuille exhaustif des risques

L'étape 10 consiste en une synthèse des mesures d'atténuations prévues. Bien que la méthode SORA soit étendue, elle n'est pas conçue pour prendre en compte l'intégralité des risques qui peuvent être associés à une opération. Ainsi, cette étape doit s'attacher à identifier et gérer des risques ou contraintes complémentaires en lien notamment avec des enjeux de sûreté, de respect de la vie privée et / ou de l'environnement.

Enfin, cette étape assurera que toutes les mesures d'atténuation seront effectivement disponibles et pertinentes le jour de l'opération, et que les objectifs de sécurité seront atteints.

Annexe 1. Exemples et indications concernant la partie sécurité du ConOps

Deux cartes doivent apparaître dans le ConOps, une première à grande échelle qui permet de visualiser les espaces aériens concernés, les aéroports proches voire les villes voisines ; et un fichier « kml », obtenu grâce à *Google Earth* par exemple, qui permet de visualiser les zones d'évolution, de contingence, et le buffer selon ce modèle :



Les distances choisies se doivent d'être justifiées, et le document « kml » montrera où se trouvent les zones de décollage, les pilotes, et les observateurs.

Nous proposons de présenter les réactions équipage dans un tableau comme suit :

Actions acceptables en sortie de circuit, avant pénétration dans le volume de contingence	Actions déclenchées par l'entrée de l'aéronef dans le volume de contingence	Actions déclenchées par la sortie du volume de contingence
Correction de la trajectoire	Activation du RTH	Activation du FTS
Reprise en main de l'UAS	Tentative de reboot	Coupure Moteur
Reprise des commandes par le second pilote via la seconde station sol		

Note 1 : Les dimensions du volume de contingence dépendent de la capacité de détection des anomalies et du temps d'exécution des procédures d'intervention et procédure d'urgence (notamment l'activation du FTS). La DSAC considère qu'un délai de 3 secondes devrait être considéré entre la sortie de la « géographie de vol » et l'activation d'un système de secours (par exemple, un FTS), sans préjuger des délais nécessaires à l'éventuelle transmission d'informations entre plusieurs acteurs de l'opération.

Si plusieurs actions sont déclenchées par la sortie de la zone de contingence, il convient de les ordonner (sauf si elles sont simultanées).

Note 2 : Une réaction entamée pendant que l'UAS est en zone de contingence doit être avortée au profit d'une réaction de niveau supérieur (colonnet rouge du tableau précédent) en cas de sortie de la zone de contingence.

Il convient ensuite de décrire chacune des réactions apparaissant dans le tableau ci-dessus précisément, par exemple comme suit :

Nom de la réaction	Etape 1	Etape 2	Etape 3	Etape 4	Etape 5	Etape 6
Activation du FTS	Le pilote ou un observateur constate la sortie de la zone de contingence et annonce « Sortie de Zone »	Il annonce « Coupure indépendante »	Le pilote enclenche le FTS	L'UAS entame une parabole de chute		
Activation du RTH	Le pilote constate la sortie de la zone d'évolution	Il annonce « RTH » et l'enclenche	En cas d'échec le pilote répète l'étape 2	En cas d'échec le pilote annonce « Echec RTH »	Le second pilote répète l'étape 2	L'UAS arrête sa course, rejoint la hauteur h=50m et retourne à la position de décollage.

Enfin, la cinématique de la chute de l'UAS la plus pénalisante (celle avec la plus grande portée, donc qui définit la taille minimum du buffer) doit être décrite et appuyée par des calculs. La formule permettant d'établir la portée de la parabole de chute est fournie dans le [Guide Catégorie Spécifique](#).

On considère : V la vitesse normale d'évolution lors de l'opération en mètres par seconde, H la hauteur normale maximale du vol en mètres, $g=9.81m/s^2$ l'accélération gravitationnelle terrestre.

La portée d'un *fly-away* est l'addition d'au moins deux termes :

- $\alpha \geq 3V$ qui représente la distance parcourue par l'UAS durant les trois secondes de temps de réaction pilote en cas de sortie de zone de contingence. α doit prendre en

compte la capacité d'accélération de l'UAS, que l'on considère pleinement utilisée pendant ces 3 secondes.

- $\beta \geq V \times \sqrt{(2H/g)}$ qui représente (de manière simplifiée) la distance parcourue par l'UAS pendant la chute causée par le FTS, cette distance est augmentée et doit tenir compte du vent si l'UAS est équipé d'un parachute (le délai de déploiement du parachute ne doit pas être oublié). La vitesse à considérer est celle atteinte après les 3 secondes d'accélération citées plus haut.