

# MANEX - MANUEL D'EXPLOITATION D'AERONEFS TELE-PILOTES

## CREC

### RÉFÉRENCE

DIRECTION DE LA PREVENTION

**Date :** 28/01/2021

**Référence :** MANEX – UNICAEN

**Edition :** 1

**Exploitant :** Université de Caen Normandie - Esplanade de la Paix – 14000 CAEN

N° Exploitant européen : FRAHi9285rsu6up5

Date de premier enregistrement : 4/12/2020

N° catégorie

Date de première déclaration :

SIRET :

**Téléphone :** 02 31 56 65 52

**Courriel :** prevention.direction@unicaen.fr

### HISTORIQUE

**Rédaction :** Alexandra FORTIER – Franck LEVOY

**Vérification :** Franck LEVOY

**Approbation :** Aude HOUDAN-FOURMONT - Franck LEVOY

Amendement	Objet de la révision
N°1 – 28/01/2021	Mise à jour MAP – renseignements administratifs / charte graphique

---

## REGLEMENTATION APPLICABLE

---

---

### CODE DES TRANSPORTS

---

Article L6111-1 Immatriculation du drone

Articles L6214-1 à L6214-3 Règles de circulation des drones

Articles L6232-12 et L6232-13 Sanctions pénales à la violation des règles de circulation

---

### DECRET

---

Décret n° 2018-882 du 11 octobre 2018 relatif à l'enregistrement des aéronefs civils circulant sans personne à bord

Décret n° 2019-348 du 19 avril 2019 relatif à la notice d'information relative à l'usage des aéronefs circulant sans personne à bord

Décret n°2019-1114 du 30 octobre 2019 relatif au dispositifs de signalement électronique et lumineux des aéronefs circulant sans personne à bord

---

### ARRETES

---

Arrêté du 3 décembre 2020 relatif aux exigences applicables aux pilotes à distance dans le cadre d'opérations relevant de la catégorie « ouverte »

Arrêté du 3 décembre 2020 relatif aux dispositions transitoires de reconnaissance de la formation et des titres des pilotes à distance

Arrêté du 3 décembre 2020 relatif à l'utilisation de l'espace aérien par les aéronefs sans équipage

Arrêté du 3 décembre 2020 relatif à la définition des scénarios standard nationaux et fixant les conditions applicables aux missions d'aéronefs civils sans équipage à bord exclues du champ d'application du règlement (UE) 2018/1139

Arrêté du 12 octobre 2018 relatif à la formation exigée des télépilotes qui utilisent des aéronefs civils circulant sans personne à bord à des fins de loisir

Arrêté du 22 janvier 2020 fixant la liste des zones interdites à la prise de vue aérienne par appareil photographique, cinématographique ou tout autre capteur

Arrêté du 19 avril 2019 relatif au contenu de la notice d'information fournie avec les emballages des aéronefs civils circulant sans personne à bord et de leurs pièces détachées

Arrêté du 27 décembre 2019 définissant les caractéristiques techniques des dispositifs de signalement électronique et lumineux des aéronefs circulant sans personne à bord.

---

---

**SOMMAIRE**


---

**REGLEMENTATION APPLICABLE** **2**


---

**PARTIE A : GENERALITES** **4**


---

**SECTION 1** **4**

- 1.1. ENCADREMENT ET PERSONNES RESPONSABLES 4
- 1.2. TELEPILOTE 5
- 1.3. PERSONNEL TECHNIQUE 5

**SECTION 2** **5**

- 2.1. ACTIVITES DE L'ORGANISME 5
- 2.2. PROGRAMMES DE FORMATION AUX ACTIVITES PARTICULIERES : 6

**SECTION 3 – MOYENS TECHNIQUES** **6**

- 3.1. CLASSIFICATION DES AERONEFS TELEPILOTES UTILISES 6
- 3.2. ENTRETIEN 6

**SECTION 4 - TELEPILOTES** **7**

- 4.1. LISTE DES TELEPILOTES 7
- 4.2. DEFINITION DES COMPETENCES ET FORMATION 7
- 4.3. ELEMENTS DE FORMATION 7
- 4.4. MAINTIEN DES COMPETENCES 9

**SECTION 5 - PREPARATION DES OPERATIONS DES ACTIVITES PARTICULIERES** **9**

- 5.1. AVANT CHAQUE OPERATION : 9
- 5.2. METEOROLOGIE : 9

**SECTION 6 - SYSTEME DE SUIVI DE LA SECURITE** **10**

- 6.1. ORGANISATION DU SYSTEME DE SUIVI DE LA SECURITE 10
- 6.2. SYSTEME D'ENREGISTREMENT DES HEURES DE VOL 10

---

**PARTIE B : UTILISATION** **11**


---

**SECTION 1 - OPERATIONS D'ACTIVITES PARTICULIERES** **11**

- 1.1. AVANT CHAQUE OPERATION 11
- 1.2. PROCEDURES GENERALES EN VOL (NORMALES ET D'URGENCE) 12

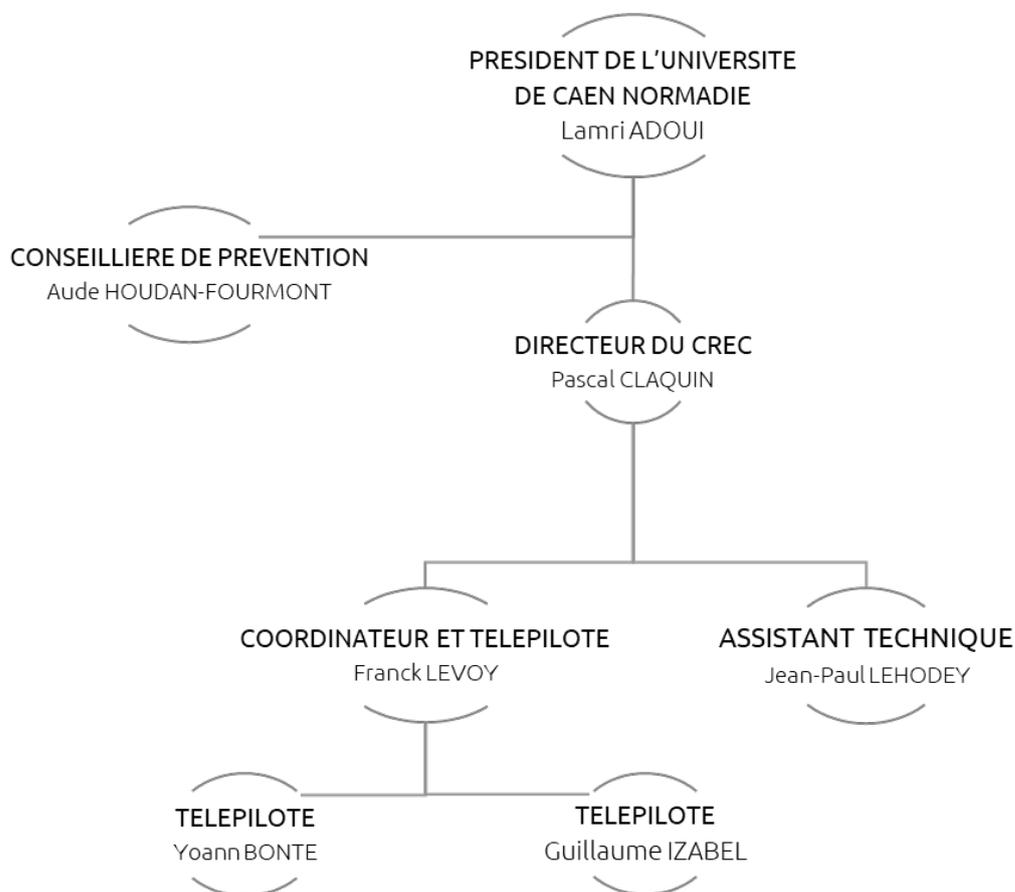
**SECTION 2 - DONNEES POUR CHAQUE AERONEF TELEPILOTE** **13**

- 2.1. CATEGORIE DE L'AERONEF TELEPILOTE ET DESCRIPTION 13
- 2.2. PERFORMANCES OPERATIONNELLES 13
- 2.3. LIMITATIONS 13
- 2.4. CONDUITE DU VOL, PROCEDURES PARTICULIERES 14
- 2.5. CONDUITE DU VOL, PROCEDURES D'URGENCE 17
- 2.6. EQUIPEMENTS DEFAILLANTS : TOLERANCES POUR UTILISATION AVEC UN EQUIPEMENT HORS DE FONCTIONNEMENT 18
- 2.1. CATEGORIE DE L'AERONEF TELEPILOTE ET DESCRIPTION 19
- 2.2. PERFORMANCES OPERATIONNELLES 19
- 2.3. LIMITATIONS 19
- 2.4. CONDUITE DU VOL, PROCEDURES PARTICULIERES 20
- 2.5. CONDUITE DU VOL, PROCEDURES D'URGENCE 24
- 2.6. EQUIPEMENTS DEFAILLANTS : TOLERANCES POUR UTILISATION AVEC UN EQUIPEMENT HORS DE FONCTIONNEMENT 25

## PARTIE A : GENERALITES

### SECTION 1

#### 1.1. ENCADREMENT ET PERSONNES RESPONSABLES



Les drones sont devenus des équipements indispensables pour la recherche dans de nombreux domaines sur le littoral, ces équipements sont utilisés depuis de nombreuses années. Le CREC de l'Université de Caen-Normandie a d'ailleurs été un précurseur dans ce domaine mettant en œuvre dès le milieu des années 90 des drones pour le suivi du littoral en effectuant des missions de photographies aériennes en France et à l'étranger dans le cadre de programmes européens.

Les évolutions technologiques rendent aujourd'hui ces équipements encore plus performants grâce à la mise en œuvre de capteurs innovants. Dans une optique d'observation du littoral, le CREC développe une plateforme d'observations multicapteurs par drone, dénommé EOLIT, ayant la spécificité de travailler sur le domaine Mer & Littoral. Elle vise à effectuer des missions régulières sur des sites littoraux naturels sujets de recherche des chercheurs du CREC. Outre la photographie aérienne verticale, les drones utilisés auront pour objectif de réaliser des relevés topographiques et des mesures multi-spectrales utiles aux domaines de la physique du littoral, de la géomorphologie et de la biologie du domaine côtier.

#### Dirigeants responsables :

Ils ont en charge l'organisation et le bon fonctionnement des activités de la plate-forme technique. Ils ont en charge la prise de commande des opérations à réaliser. Ils transmettent les besoins au télépilote.

**Responsable santé sécurité au travail :**

Il est en charge des opérations de prévention et de sécurité. Il doit faire appliquer les directives décrites dans la section 5 du MANEX « Manuel d'exploitation » ainsi que dans le descriptif de la section 6 « système de suivi de sécurité ».

**1.2. TELEPILOTE**

Il est en charge des opérations sur le terrain ; il y fait également office de responsable sécurité. Il doit suivre des directives décrites dans la section 5 du MANEX « préparation des opérations ».

Il s'assure du bon état du matériel et de son entretien, du bon respect du processus de préparation des activités et du processus de réalisation des opérations.

**1.3. PERSONNEL TECHNIQUE**

Le télépilote est assisté d'un assistant technique. Son rôle est le suivant :

Il observe l'aéronef en vol durant la durée de l'opération

Il veille à ce que personne ne pénètre dans la zone de sécurité au sol

Il se tient à la disposition du pilote pour toutes demandes d'assistance

Si nécessaire, il assiste le pilote pour la mise en œuvre des capteurs spécifiques à la mission aérienne du drone.

**SECTION 2****2.1. ACTIVITES DE L'ORGANISME**

<b>CATEGORIE D'OPERATION*</b>	<b>SCENARIOS OPERATIONNELS CHOISIS**</b>	<b>FORMATION A L'ACTIVITE PARTICULIERE***</b>
Catégorie ouverte	A3	<input type="checkbox"/>
Catégorie spécifique	STS-01 standard 1 STS-02 ou standard 2	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

\*Les opérations dans l'arrêté sont les suivantes :

- Catégorie ouverte pour les opérations de faible risque
- Catégorie spécifique pour les opérations à risque modéré
- Catégorie Certifiée pour les opérations à haut risques

\*\*Les scénarios européens possibles sont :

- STS-01 standard 1
- STS-02 ou standard 2

\*\*\* La formation à l'activité particulière permet à l'exploitant de pouvoir délivrer des déclarations de niveau de compétences (DNC). Cocher si l'exploitant assure la formation à cette activité. Insérer alors les programmes de formation dans le paragraphe suivant.

## 2.2. PROGRAMMES DE FORMATION AUX ACTIVITES PARTICULIERES :

Sans objet

## SECTION 3 – MOYENS TECHNIQUES

### 3.1. CLASSIFICATION DES AERONEFS TELEPILOTES UTILISES

Identification N° UAS N° série <sup>1</sup>	CONSTRUCTEUR <sup>2</sup>	TYPE <sup>3</sup>	Masse Max <sup>4</sup>	Lumineux <sup>5</sup>	Classe CE ou N° Attestation de conception avec scénario(s) visé <sup>6</sup>	Ref./ signalement électronique français / Identification européenne <sup>7</sup>	Activités ou catégories ou scénarios exclus <sup>8</sup>
UAS-FR-2854 / EP-11-32903	SENSEFLY	EBEE+	1,4	non	N°B/543-NO/NAV	DNVBST202101U8G3H9H9O1O6H2N1X6	Catégorie spécifique STS 2
UAS-FR-2851 / X8PX1803 286400	ONYXSTAR	XENA	6,65	oui	N°B/663-NO/NAV	DNVBST202101O8O3M9Y2L6J7R1E7B7	Catégorie ouverte A3 et spécifique STS 1 et 2

<sup>1</sup> : n°UAS fourni par AT lors de l'enregistrement du drone, et N° de série fourni par le constructeur

<sup>2</sup> : constructeur, à l'initiative de la mention de classe (ou, aujourd'hui titulaire de l'attestation de conception)

<sup>3</sup> : marque et modèle

<sup>4</sup> : masse maximum comprenant tous les équipements utiles à la mission

<sup>5</sup> : signalement lumineux permettant le vol de nuit, si autorisation ou <8kg&<50m

<sup>6</sup> : classe C0 à C4 en catégorie ouverte et classe C5 et C6 en catégorie spécifique (ou, aujourd'hui attestation de conception)

<sup>7</sup> : signalement électronique français qui transmet l'identification du drone, position, point de décollage vitesse sol et route suivie obligatoire pour les drones de plus de 800g depuis 2021 et, par ailleurs, Dispositif d'identification directe à distance qui est une obligation européenne à partir du 2 décembre 2021 pour tous les drones utilisés en catégorie spécifique.

<sup>8</sup> : cette colonne permet d'affecter ou d'exclure Activités ou catégories ou scénarios pour tel drone.

### 3.2. ENTRETIEN

Le contrôle de la voilure, de la structure et des hélices est réalisé avant chaque utilisation.

Les systèmes de sécurité et le serrage des vis de fixation sont contrôlés visuellement avant chaque opération et systématiquement après une utilisation.

Le niveau de charge des batteries est contrôlé avant chaque vol et la normalité de leur décharge est suivie après chaque utilisation.

Ces opérations s'effectuent avant le départ vers le lieu de mission.

## SECTION 4 - TELEPILOTES

### 4.1. LISTE DES TELEPILOTES

NOM	PRENOM	CONNAISSANCES THEORIQUES*		
LEVOY	FRANCK	THEORIQUE ULM (CERTIFICAT INSTRUC- TEUR)		
BONTE	YOANN	CERTIFICAT APTITUDE 477303 DU 27/3/2019		
IZABEL	GUILLAUME	CERTIFICAT APTITUDE 302777 DU 27/3/2019		

\* Préciser, le cas échéant, quel certificat théorique détient le télépilote (BB, ULM, PPL...) ou dans le cas de télépilotes d'aérostats captifs, indiquer l'aptitude à lire l'information aéronautique.

\*\* Indiquer type(s) de drone et activité(s)

### 4.2. DEFINITION DES COMPETENCES ET FORMATION

Le télépilote a reçu une formation initiale technique au maniement du matériel et à son utilisation. Il est capable de manier le matériel, de préparer son plan de vol en tenant compte du relief et des zones de vols. Il est capable de vérifier le bon état de son matériel et de repérer une anomalie dans le fonctionnement. Il est capable de gérer une situation d'urgence et de garantir sa sécurité, celle du matériel et celle d'autrui.

### 4.3. ELEMENTS DE FORMATION

➤ PROGRAMME DE VERIFICATION DES COMPETENCES (CF AEROMODELE CAT. D) :

## Programme d'instruction au sol : réglementation

- Le décollage, l'atterrissage et les facteurs qui influent ceux-ci
- Les règles de l'air, Etude approfondie de l'arrêté du 3 décembre 2020
- Lecture de cartes, Visite pré-vol et actions vitales
- Risques liés à la météo et l'aérologie

## Programme d'instruction au sol :

- L'aile et ses principales caractéristiques géométriques
- Gouvernes et commandes de transmissions, Winglets, compas, altimètre, Emetteurs, antennes
- Entretien et contrôle du vieillissement des appareils

## Programme d'instruction en vol :

- Préparation du vol, Décollage, sécurisation et maîtrise de l'aéronef en vol
- Choix et maintien des trajectoires, évitements
- Atterrissage, Procédures d'urgences
- Entretien, contrôle, transport

## ➤ ELEMENTS DE FORMATION RELATIFS AUX SPECIFICITES DES AERONEFS ET A LEUR MISE EN ŒUVRE :

▪ **Drone Ebee +**

Maîtriser la préparation d'une mission de cartographie par drone

- Rappel de la réglementation en vigueur et sécurité

Découverte et présentation des éléments de l'eBee

Système eBee et ses accessoires

Logiciel de planification & simulateur des vols eMotion

Planification et simulation de vols suivants différentes contraintes (terrain, vent, altitude, recouvrement)

Réaliser une mission complète en conditions réelles

- S'adapter à son environnement : obstacles, vent, évènements météo, autres aéronefs
- Montage, planification du vol et décollage
- Contrôle de la machine en vol : procédures standards, procédures d'urgence, atterrissage
- Déchargement des données et contrôle de la qualité de la mission

▪ **Drone Xena (cat.E)**

Théorie :

- Les multicopters, l'électronique du contrôleur Pixhawk, les batteries Lipo,
- Le logiciel de programmation de vols sur le logiciel Mission Planner
- Les réglages de l'APN Sony Alpha 6000; les particularités de la photogrammétrie sur multicopter (calcul plan de vol / GSD); le positionnement PPK avec GeotagZ
- Présentation du drone XENA: radiocommande, chargeur de batteries, déclenchement, checks, parachute, train tournant, nacelle, carte RTK/PPK,...
- Préparation des plans de vol avec déclenchement et contrôle de la nacelle

Pratique du pilotage sur multirotor d'entraînement (vols en manuel)

Pratique de pilotage sur le Xena et Mission de terrain-type avec prise de photos en vol manuel, puis automatique et enregistrement des fichiers sbf/Septentrio (rover et base)

- Post-traitement de la mission : récupération et conversion des images ; récupération des fichiers sbf; Géoréférencement des images en PPK avec GeotagZ, traitement avec Agisoft PhotoScan pour contrôle du résultat (nuage de points, orthophoto kmz Google Earth, MNE, profils)
- Descriptif du Manuel Utilisateur du Xena
- Maintenance de base (pièces d'usure) et traitement des pannes/failsafes/codes erreurs

#### **4.4. MAINTIEN DES COMPETENCES**

VERIFICATIONS PERIODIQUES DES COMPETENCES DES TELEPILOTES :

Le dirigeant responsable, est responsable du maintien de compétences et du respect des procédures. Le télépilote peut à tout moment se référer aux procédures d'utilisation de l'aéronef Lehmann Aviation, de l'Ebee Plus et du Xena. En pratique courante et régulière, un contrôle de ces procédures une fois par mois est suffisant. En cas d'inactivité prolongée, une relecture de cette procédure ainsi qu'une remise à niveau avec un formateur (ailes Lehmann aviation et Ebee Plus, multicopter Xéna) est obligatoire avant toute utilisation.

### **SECTION 5 - Préparation des opérations**

#### **5.1. AVANT CHAQUE OPERATION :**

- Le télépilote s'assure au moyen des cartes et renseignements aéronautiques de la non présence d'autres aéronefs ou d'autres activités particulières sur le lieu de prises de vues.
- S'informer sur le lieu de l'opération (repérages des obstacles, des possibilités de stationnement du véhicule de transport, des zones de décollage et d'atterrissage) à l'aide de cartes photographiques (Google-IGN, site dédié aux drones sur le Géoportail).
- Le télépilote est seul juge sur place pour l'exécution de la mission de photographies aériennes.
- S'il constate que tout ne peut pas être mis en place pour assurer la sécurité de la mission, il est en droit de refuser son exécution.
- Se renseigner sur les conditions météo concernant le site à photographier.
- Le télépilote demande les autorisations / dérogations nécessaires aux autorités compétentes au moins 48h à l'avance afin de pouvoir réaliser la mission.

#### **5.2. METEOROLOGIE :**

La météo est un élément indissociable de l'activité de photographie aérienne par drone. Il est donc indispensable de connaître la météo avant tout déplacement. Il ne faut pas réaliser de vol en cas de vitesse de vent supérieure à 45 km/h pour l'Ebee+ et le Xena.

Site de météo France, [www.meteo.fr](http://www.meteo.fr) ou par téléphone au 08 92 68 02 XX (les deux derniers chiffres correspondent au département).

La météo aéronautique est également accessible via le lien <https://aviation.meteo.fr/login.php> mais d'autres sources plus locales peuvent être utiles.

Le site Windy est utile pour localiser la base des nuages et les vitesses/direction du vent, par exemple, à une hauteur de 100 m.

## **SECTION 6 - Système de suivi de la sécurité**

### **6.1. ORGANISATION DU SYSTEME DE SUIVI DE LA SECURITE**

- Moyens permettant d'assurer la protection des tiers et des biens.

Le télépilote assure un périmètre de 30m au point de décollage et d'atterrissage de l'aéronef. Il informe toute personne présente dans l'entourage proche du point d'élévation, du respect obligatoire de ce périmètre de sécurité. Il vérifie que le décollage et l'atterrissage de l'aéronef ne poseront aucune gêne aux biens environnants (maisons, immeubles, antennes TV, lignes EDF, voitures...) En cas de décollage depuis un terrain privé, le télépilote fait une demande préalable au propriétaire du terrain.

- Identification des risques liés à la mise en œuvre de chaque type d'aéronef ou de mission et solutions apportées.

Les étapes à risques sont le décollage et l'atterrissage. Lors de la phase de décollage, il faut rester bras tendu pour lancer l'aile et tenir l'aile cabrée. En phase d'atterrissage il faut s'assurer du maintien du périmètre de sécurité.

- Conditions de report des incidents / accidents.

En cas d'incidents ou d'accidents, un rapport de l'évènement doit être effectué et reporté en annexe du présent Manuel d'Activités particulières et doit être porté à la connaissance de la DGAC ainsi qu'au constructeur afin qu'il puisse en tirer des actions d'améliorations du matériel.

- Processus de vérification du maintien de ces objectifs.

Le dirigeant responsable est responsable de la vérification et du maintien de ces objectifs.

### **6.2. SYSTEME D'ENREGISTREMENT DES HEURES DE VOL**

Le télépilote tient à jour un carnet de relevé des heures de vol effectuées par jour. Chaque année civile, l'exploitant déclare à la DGAC s'il poursuit son activité conformément au présent M.A.P. et précise le nombre d'heures de vol effectuées.

---

## **PARTIE B : UTILISATION**

### **SECTION 1 - Opérations**

#### **1.1. AVANT CHAQUE OPERATION**

a) Procédures de reconnaissance préalable de la zone de travail.

S'informer sur le lieu de l'opération à l'aide de cartes photographiques (Google-IGN) puis s'assurer au moyen des cartes et renseignements aéronautiques de la non présence d'autres aéronefs ou d'autres activités particulières sur le lieu de prises de vues.

La procédure de reconnaissance de la zone de travail s'effectue tant que possible, elle permet de vérifier les points suivants : Environnement du site dans sa globalité, ligne électrique, téléphonique et haute tension, route et autoroute, altimétrie de l'évolution de travail, faisabilité environnementale liée aux facteurs humain, public, animaux. Puis, réaliser une étude de la zone de travail sur le lieu des opérations.

Se renseigner sur les conditions météo concernant le site à photographier. Ne pas utiliser l'aéronef en cas de la pluie/neige et/ou de vitesse de vent supérieure à 35 km/h. Demander les autorisations / dérogations nécessaires aux autorités compétentes au moins 48h à l'avance afin de pouvoir réaliser la mission.

b) Définition de la zone de protection de l'opération de l'aéronef.

La zone de protection correspond à un périmètre de sécurité de 30 mètres autour du point de décollage et de 50 m du point d'atterrissage (tenant compte d'une dérive possible liée au vent). Ce périmètre de sécurité doit être maintenu en permanence. Lors du vol de l'aéronef, l'appareil ne doit pas survoler d'habitations/public/animaux.

c) Autorité du télépilote dans l'accomplissement du vol.

Le télépilote a toute autorité de renoncer, d'arrêter ou d'annuler son vol, s'il considère que les conditions définies par le contrat de mise en œuvre ne sont pas remplies. Si les conditions définies par lui-même sur le site ne permettent pas un travail en toute sécurité tant pour les biens que pour les personnes physiques. Le télépilote est autorisé à refuser une mission si son exécution conduit à enfreindre la réglementation applicable ou s'il considère que sa propre sécurité ou celle des tiers est mise en jeu.

d) Ensemble des vérifications précédant chaque vol.

- Le contrôle de la voilure et de l'hélice ;
- Le serrage des vis de fixation est contrôlé visuellement (aéronef et station sol) ;
- Le niveau de charge des batteries ;
- La direction du vent ;
- Le respect du périmètre de sécurité (zone dégagée de 30m autours de la zone de décollage) ;
- Le bon fonctionnement des gouvernes en manuel et auto-pilote ;
- Le branchement correct de la batterie de l'aéronef ;
- Le bon fonctionnement de la télémétrie ;
- La possession de l'ensemble des documents et autorisations autorisant le vol (protocole signé s'il en faut un pour l'opération).

## 1.2. PROCEDURES GENERALES EN VOL (NORMALES ET D'URGENCE)

### a) Procédures et limitations liées à la sécurité

Ne pas modifier l'appareil. Eviter de manipuler les antennes. Eviter de manipuler les servomoteurs sous tension sous peine de les endommager. Charger les batteries comme indiquée dans le dossier technique. Le système contient des composants électroniques qu'il ne faut pas exposer à l'humidité ou à l'électricité statique pour ne pas les détériorer. Tenir le drone horizontal lors de l'initialisation.

### b) Utilisation des mécanismes de sauvegarde

En cas de perte signal de l'aéronef : ne pas éteindre la station afin de récupérer les dernières coordonnées GPS connues de l'aéronef.

### c) Gestion « contrôlée » du crash

En cas d'urgence le télépilote doit annuler la mission et lancer le retour maison. Si la situation est critique, il doit sélectionner une zone d'atterrissage d'urgence sécuritaire et forcer le drone à y atterrir.

### DISTANCE FAILSAFE

Dans le cas où l'avion est poussé par le vent en dehors de la No Fly Zone (zone d'exclusion aérienne programmée en amont du vol), plusieurs cas de figures sont possibles selon le drone utilisé : soit le moteur s'arrête automatiquement et l'avion engage un mode retour-automatique afin de prendre la direction du point de lancement, soit il revient dans la zone de vol et attend les instructions du télépilote, soit le drone répond à un ordre de retour à la base.

### HAUTEUR FAILSAFE

Selon le drone utilisé, si l'avion pour une raison quelconque descend en dessous de 50 mètres de hauteur, il fait un bip et le moteur s'arrête pour des raisons de sécurité. Si l'avion pour une raison quelconque dépasse 150 m d'altitude ou une altitude maximale programmée inférieure, il fait un bip et le moteur s'arrête pour des raisons de sécurité. Il continuera à suivre la mission lorsque l'altitude de l'avion sera à nouveau correcte, soit il revient dans la zone de vol et attend les instructions du télépilote.

### GPS FAILSAFE

Dans le cas où le GPS du drone n'est pas stable avant de lancer l'avion, il sera impossible d'activer le mode décollage. En cas de perte du signal GPS pendant le vol, soit le pilote automatique arrête le moteur et l'avion atterrit en spirale ou, si le drone retrouve le signal, il se met en attente des instructions du télépilote, soit le télépilote passe en mode manuel pour ramener le drone à sa base.

### d) Gestion des règles de l'air

Le télépilote doit respecter scrupuleusement l'article 3 de l'arrêté du 3 décembre 2020. En cas d'approche d'un autre aéronef, le télépilote doit éloigner son aéronef dans une direction perpendiculaire à la route de l'autre aéronef, et le faire atterrir si nécessaire. Il s'agit donc d'annuler la mission, puis de forcer l'appareil à atterrir.

## SECTION 2 - Données pour chaque aéronef télépiloté

### DRONE EBEE +

#### 2.1. CATEGORIE DE L'AERONEF TELEPILOTE ET DESCRIPTION

Identification, mécanisme de sauvegarde, redondances, limitations d'emploi.

Classe : Avion

Catégorie : D

Type/Modèle : EBEE PLUS

Référence drone: EP-11-32903

Mécanisme de sauvegarde : sur la partie commande (tablette ou PC portable) et directement par modem USB 2,4 GHz.

Redondances : néant

Limitations d'emploi : S'il pleut et/ou si la vitesse du vent est supérieure à 45 km/h.

#### 2.2. PERFORMANCES OPERATIONNELLES

Éléments liés aux limitations de vol de l'aéronef télépiloté, à la performance du dispositif de commande et de contrôle.

##### Limitation technique :

Lien radio d'une portée de 3km

Portée du dispositif de commande manuelle 2km

Vitesse de croisière comprise entre 11 et 30 m/s (soit 36 à 110 km/h)

##### Limitation météorologique :

Vent inférieur à 45km/h (incluant une marge de sécurité pour permettre à l'aéronef de rentrer à la maison automatiquement lorsqu'un vent trop fort est détecté par le pilote automatique.)

Pluie « modérée » tolérée

Température d'évolution -15°C à 35°C

#### 2.3. LIMITATIONS

Les limites mises en place par le constructeur sont, concernant le rayon d'action du lien radio, de 3km en mode autonome et 2km en mode manuel. Les vols ne seront planifiés que pour une zone d'1km de rayon maximum (Scénario STS-02). Ainsi, la portée des ondes radio sera entièrement respectée ce qui minimise très fortement le risque de perte de lien radio. Chaque site sera étudié afin de minimiser les obstacles naturels ou artificiels pouvant interférer ou bloquer les ondes radio (ligne à haute tension, colline, forêt, bâtiment, etc...). Seront privilégiés les sites dégagés et en hauteur afin que la portée radio soit optimale. Cette configuration est généralement observée en zone littorale.

Dans le cas où l'aéronef télépiloté sortirait du périmètre programmé pour l'opération, une procédure de failsafe signale l'évènement et l'autopilote remet l'aéronef dans l'espace autorisé et se met en position d'attente (rotation à faible inclinaison) en attendant les ordres du télépilote.

Aucune opération de nuit n'est envisagée.

## 2.4. CONDUITE DU VOL, PROCEDURES PARTICULIERES

### **AVANT LE VOL :**

a) Procédures de reconnaissance préalable de la zone de travail.

- Noter les différents types d'occupation du sol, les zones habitées, la fréquentation aéronautique de la zone, la proximité des installations aéronautiques, les lignes électriques, les axes de communications majeurs, les infrastructures en hauteur;

- Avoir pris connaissance de la topographie du site de mission afin de connaître la marge de navigabilité de l'aéronef et les zones à risques potentiels (le logiciel de plan de vol possède un moteur cartographique 3D qui permet de prendre en compte la topographie du site dans la planification du vol. Ainsi, l'aéronef restera à une altitude bien précise par rapport à tous les reliefs présents dans la zone);

- Informer, le cas échéant, les personnes pouvant se trouver à proximité de la zone (s'ils se trouvent à une distance inférieure à 30m

- Identification du site le plus approprié à l'installation de la station de commande (lieu où se trouve le télépilote) et du site d'atterrissage :

vue dégagée à 360°;

- site loin de toutes infrastructures en hauteur ou pouvant générer un danger (lignes électriques, château d'eau, arbres, bâtiments, etc.) ;
- site situé à une distance de 100m de toute présence de bétail ;
- site situé à une distance de 30m de toutes routes ou chemins dont la fréquentation pourrait gêner l'opération en cours) ;
- atterrissage à proximité du télépilote au sein de la zone préalablement sécurisée.

- Identification d'au moins 2 zones d'atterrissage correspondantes aux critères de l'aéronef et aux conditions de vent (force et direction). L'aéronef dispose de deux modes d'atterrissage :

- une procédure d'atterrissage, dite linéaire, où l'aéronef se présente en vent arrière et analyse les paramètres de vent, règle son altitude en étape de base, puis amorce la finale pour l'atterrissage (distance nécessaire moins de 50m) ; une procédure en spirale de descente en cercle circulaire à la verticale du point d'atterrissage.

b) Vérification des conditions météorologiques :

Vérification des conditions météorologiques (3 jours avant la mission) et vérification quotidienne (force du vent, précipitations, conditions orageuses, pression atmosphérique). La mission sera décalée si les conditions ne permettent pas à l'aéronef de voler en toute sécurité ;

L'aéronef exploité a la capacité de voler dans un vent allant jusqu'à 45km/h et sous une pluie modérée. Par mesure de sécurité, il n'y aura pas de mission de vol si le vent atteint les 40km/h (un anémomètre permettra en temps réel de connaître sur le terrain la force et la direction du vent sur le site du vol). L'aéronef possède un algorithme de correction de trajectoire afin de s'opposer au vent. Si celui-ci s'aperçoit qu'il ne peut plus garder sa trajectoire ou que la puissance moteur demandée afin de conserver le plan de vol est trop importante, et consomme trop de batterie, le logiciel de pilotage émet un signal sonore avertissant qu'une procédure de fail-safe vient de s'engager. Le télépilote enclenche donc la phase d'atterrissage.

c) Définition de la zone de protection de l'opération de l'aéronef :

Avant toute mission, le télépilote prendra soin d'identifier la zone d'opération de décollage et d'atterrissage. Les zones d'opérations seront sélectionnées minutieusement en fonction des critères stipulés dans le a).

La zone principale d'atterrissage de l'aéronef se situera à proximité de la station de contrôle du télépilote afin que le télépilote puisse intervenir à tout moment si une intrusion est constatée dans cet espace de moins de 30m.

Aucune personne ne sera présente à l'intérieur de la zone délimitée sans autorisation préalable du télépilote.

Si une intrusion, non prévue dans la procédure, est remarquée dans la zone de contrôle (autour de la station de contrôle), le télépilote engagera une procédure de sécurité afin de suspendre temporairement la mission afin de prendre les mesures adéquates afin de retrouver un niveau de sécurité suffisant.

Dans le cas d'un scénario STS-02, comme la zone d'opération sera littorale, le télépilote choisira une zone d'atterrissage ouverte et dégagée afin de pouvoir contrôler en tout temps l'intrusion d'une personne non autorisée dans la zone concernée et prendre les mesures nécessaires dans le cas d'une intrusion (suspension de la procédure d'atterrissage en attendant que la zone soit de nouveau dégagée).

Lors de la programmation de chaque vol, il sera pris en compte une marge suffisante pour que, dans le cas d'une panne moteur, la dérive du drone (environ 50m) ne l'emporte pas au-delà de la limite autorisée.

d) Autorité du télépilote dans l'accomplissement du vol.

**Rappel : le télépilote est autorisé à refuser une mission si son exécution conduit à enfreindre la réglementation applicable ou s'il considère que sa propre sécurité ou celle des tiers est mise en jeu.**

Dans notre cas, le télépilote sera la seule personne dans la zone opératoire au sol de l'aéronef. Comme la gestion de l'acquisition des images se fait par le logiciel de l'autopilote, aucune activité autre que la surveillance du bon déroulement du vol ne sera à effectuer par le télépilote (surveillance de l'aéronef et du plan de vol, surveillance de l'espace aérien, surveillance de la zone de contrôle au sol). Si le télépilote estime qu'une règle en lien avec la réglementation risque d'être enfreinte lors du déroulement de la mission de vol, il aura l'obligation de prendre des mesures afin de corriger la situation ou bien d'annuler la mission dans le cas où le manuel d'activité particulière ne peut être respecté.

Toutes personnes présentes dans la zone d'atterrissage aura au préalable signé une décharge l'informant des conditions et aura reconnu que le télépilote a toute autorité dans cette zone durant la déroulement des opérations.

e) Ensemble des vérifications précédant chaque vol.

- S'assurer d'avoir en sa possession sur le site du vol, les documents pertinents liés à l'activité, à savoir (manuel d'activité particulière, le diplôme théorique de planeur, la DNC, le certificat de navigabilité de l'aéronef, l'autorisation spécifique, l'attestation de conformité au type).
- Dans le cas où l'opération se déroulerait dans l'emprise d'un aérodrome ou aéroport ou zone réglementée (comme mentionné dans l'article 4 de l'ARRETE du 3 décembre 2020 relatif à l'utilisation de l'espace aérien par les aéronefs qui circulent sans personne à bord), le télépilote devra obtenir une autorisation d'opérer via un protocole de sécurité signé par le responsable de la sécurité de zone concernée et le télépilote devra se plier aux exigences des autorités.
- Vérifier le carnet de vol et les observations contenues à l'intérieur afin de valider si l'aéronef est prêt pour le vol.
- Effectuer la check-list de l'aéronef (vérification des cerveaux moteur, ailerons, attache des ailes, Pitot, récepteur radio) ;
- Vérifier la charge des batteries de l'aéronef (Lithium-Polymère 2150mAh ou 6000mAh / 11.1v selon le drone utilisé). (Le télépilote dispose de 4 batteries compatibles, vérifiées et chargées lors de chaque vol ainsi que d'un système de recharge sur place).
- Effectuer la check-list des charges des batteries de l'ordinateur utilisé
- Valider les résultats de communications réussis entre l'aéronef et la station de commande au sol ;
- Vérifier la communication réussie entre la télécommande (2.4 GHz) de reprise en pilotage manuel et l'aéronef (vérification des principales commandes aileron, gouverne de profondeur, dérive, moteur) ;
- Transférer le plan de vol du logiciel à l'aéronef et attend la validation du transfert (couleur de LED) ;
- Surveiller l'espace aérien alentour et la zone au sol à proximité de la zone de décollage ;
- Vérifier la force et la direction du vent ainsi que la formation de nuage menaçant.

- Une fois que toutes ses étapes ont été vérifiées et validées, le télépilote lance à la main l'aéronef ;

## **DURANT LE VOL :**

### a) Procédures et limitations liées à la sécurité

Comme la mission d'activité particulière est réalisée automatiquement par l'aéronef, à savoir la prise de photographies, aucune autre personne responsable ne sera présente sur le site. Cependant, dans le cas où il y aurait une autre personne autorisée dans la zone de contrôle du vol, des radios portables courtes distances (talkie-walkie) seront à disposition permettant un contact permanent entre les différentes personnes présentes.

### b) Utilisation des mécanismes de sauvegarde

L'aéronef télépilote est équipé d'un système de boîte noire (datalog) qui enregistre tous les paramètres du vol ainsi que les actions de l'autopilote. Cette boîte noire génère un datalog sur toute la durée du vol. Il pourra être visualisé ultérieurement.

### c) Gestion « contrôlée » de fail-safe

L'autopilote qui est utilisé possède plusieurs systèmes de fail-safe permettant d'agir immédiatement sur l'aéronef à distance. Comme le logiciel de l'autopilote reçoit en temps réel les données issues de l'aéronef, la réactivité des procédures qui en découle est extrêmement rapide. Un signal sonore avertit le télépilote, si l'aéronef engage une procédure de fail-safe pouvant provenir, d'un manque de batterie, d'une perte de signal (radio ou GPS), d'un vent trop fort détecté par l'aéronef, d'une altitude trop basse, d'une sortie de zone. Les procédures de fail-safe préprogrammées sont les suivantes :

- **Start mission** (commence la mission)
- **Resume mission** (annule la mission)
- **Go TO Start Way Point** (fait aller l'aéronef sur le premier point de plan de vol)
- **Go To Home Way Point** (fait retourner l'aéronef sur le point de départ)
- **Go Land** (lance la procédure d'atterrissage sur le site préprogrammé)
- **Hold Position** (l'aéronef garde sa position en attente, rotation à faible inclinaison d'environ 30m de diamètre à faible vitesse)
- **Land Now (3clic)** (fait atterrir l'aéronef immédiatement)
- **Abort Landing** (interrompt l'atterrissage)
- **Fast climb** (fait monter le drone de 10m d'altitude)
- **Fast descent** (fait perdre 10m d'altitude au drone)

Toute procédure de fail-safe engagée lors d'une mission sera répertoriée dans le carnet de bord et dans le carnet de terrain ainsi que dans le datalog afin de pouvoir faire le suivi des événements et prendre les mesures nécessaires.

### d) Gestion des règles de l'air, des conditions météorologiques et du vol

Le télépilote sera très vigilant par rapport à l'activité aéronautique. Il respectera scrupuleusement le voir et éviter et ne prendra aucun risque lors de la présence d'un autre aéronef. Toute intrusion dans l'espace aérien à proximité de l'aéronef engagera une procédure de fail-safe (soit mise en attente, soit descente rapide ou atterrissage d'urgence si nécessaire). Il veillera en permanence aux conditions météorologiques (force et direction du vent). En outre, il :

- Vérifie les paramètres de réception entre la station au sol et l'aéronef (procédures informatique permanent de l'autopilote, signal sonore en cas de rupture de signal, mise en place des procédures de fail-safe automatique ou manuelle en fonction des cas)
- Vérifie de façon permanente la trajectoire de l'aéronef par rapport au plan de vol initial ;
- Vérifie l'altitude en permanence par l'autopilote ;

**PROCEDURE D'ATERRISSAGE :**

- Vérifier la direction du vent et modifier l'axe d'atterrissage si le vent vient à changer par rapport au paramétrage initial. Si la direction a changé en cours de vol, il est possible de modifier l'axe d'atterrissage (ou le type d'atterrissage circulaire ou linéaire) de l'aéronef en temps réel, les nouveaux paramètres sont instantanément envoyés à l'aéronef qui modifiera sa trajectoire en fonction.

- Vérifier l'espace aérien à la verticale de la zone d'atterrissage ;

- Vérifier au sol, les alentours de la zone d'atterrissage s'ils sont bien dégagés ;

- Vérifier que la procédure d'atterrissage automatique s'est bien enclenchée sur l'autopilote (signal sonore).

**2.5. CONDUITE DU VOL, PROCEDURES D'URGENCE**

Les principaux cas où vont se déclencher les procédures seront :

**SITUATION 1 :****Incident :**

Sortie de la zone d'autorisation prédéfinie par le scénario opéré

**Procédures d'urgence :**

Signal sonore informant le télépilote et rectification automatiquement de la trajectoire grâce au retour GPS afin de rester à l'intérieur de la zone prédéfinie. L'aéronef, une fois revenu dans le périmètre autorisé se met en position d'attente et attend les ordres du télépilote.

**SITUATION 2 :****Incident :**

Perte du signal GPS ou du lien radio

**Procédures d'urgence :**

Signal sonore informant le télépilote, mise en rotation automatique (rayon de 30m) à vitesse réduite et à faible inclinaison et amorce de la descente à la verticale, procédure d'atterrissage circulaire. Si le lien radio ou GPS est retrouvé avant que l'aéronef se pose, l'aéronef revient à l'altitude de l'opération et se met en position d'attente et attend les ordres du télépilote.

**SITUATION 3 :****Incident :**

Dépassement de l'altitude prévue

**Procédures d'urgence :**

Signal sonore informant le télépilote et rectification automatique de la trajectoire par l'autopilote grâce au retour GPS. L'aéronef, une fois revenu dans le périmètre autorisé se met en position d'attente et attend les ordres du télépilote.

**SITUATION 4 :****Incident :**

Panne de batterie

**Procédures d'urgence :**

L'autopilote surveille constamment le niveau de batterie restant et évalue s'il y a suffisamment de réserve pour revenir au site d'atterrissage. Si l'autopilote estime qu'il n'a pas suffisamment de batterie pour revenir, comme dans la situation 2, il amorce un atterrissage circulaire à faible vitesse, moteur à faible régime pour économiser la batterie restante.

*NB : Dans le cas d'une coupure de batterie brutale ne pouvant pas être anticipée et qui se produit dans le cadre du scénario STS-01S1 impliquant un rayon d'action autorisé moins important que pour le STS-02, la procédure sera la suivante : panne de batterie brutale entraîne la coupure moteur et le drone se met en mode spirale et donc de par son profil aérodynamique et son poids (1,1kg avec son appareil photo numérique), l'Ebee tombera quasiment à la verticale en tourbillonnant telle une feuille morte dans un rayon d'environ 30m car il n'a plus de propulsion.*

## **SITUATION 5 :**

### **Incident :**

Arrivée dans la zone de vol d'un autre aéronef/ballon, parapente, ULM, etc.

### **Procédures d'urgence :**

- Soit, le télépilote engage une procédure de fail-safe automatique forçant l'aéronef à perdre de l'altitude rapidement avant de revenir au point de décollage (back home).
- Soit le télépilote prend en commande manuelle l'aéronef, afin de sortir de la zone de danger. Cette procédure ne sera pas privilégiée ou seulement en dernier recours, car le temps de connexion entre la télécommande et l'aéronef peut prendre quelques secondes. La procédure de fail-safe automatique étant beaucoup plus rapide et efficace elle sera préférée à la reprise manuelle.

Toutes ces informations seront suivies en temps réel par le télépilote sur la station au sol. Le système d'autopilote émet un bruit sonore paramétrable (volume) afin de prévenir d'un changement dans le plan de vol. Le télépilote pourra à tout moment agir sur la trajectoire de l'aéronef si ce dernier n'effectue pas assez rapidement la correction appropriée. Aussi, il a la capacité de récupérer l'aéronef en mode manuel avec la télécommande.

Dans le cas où, un autre appareil aérien (avion, ULM, planeur, montgolfière, etc.) entrerait dans la zone d'évolution, le télépilote, afin d'anticiper toutes mauvaises situations, fera redescendre l'aéronef télépilote à une altitude inférieure afin d'annuler les risques de collision et reprendra son activité une fois le danger éloigné.

## **2.6. EQUIPEMENTS DEFAILLANTS : TOLERANCES POUR UTILISATION AVEC UN EQUIPEMENT HORS DE FONCTIONNEMENT**

Comme il a été précisé dans le paragraphe précédent, toute anomalie technique ou défaillance d'un des systèmes de l'aéronef (GPS, radio) engagera les procédures de fail-safe. Elles permettront de faire atterrir l'aéronef en toute sécurité.

<b>DRONE XENA</b>
-------------------

**2.1. CATEGORIE DE L'AERONEF TELEPILOTE ET DESCRIPTION**

Identification, mécanisme de sauvegarde, redondances, limitations d'emploi.

Classe : Multirotor à 8 moteurs

Catégorie : E

Type/Modèle : OnyxStar XENA-PX

Référence drone: X8PX1803286400

Mécanisme de sauvegarde : radiocommande et PC portable, directement par modem USB 2,4 GHz.

Redondances : contrôleur de vol Pixhawk 2 avec une centrale inertielle (IMU) à triple redondance

Limitations d'emploi : si la vitesse du vent est supérieure à 45 km/h.

**2.2. PERFORMANCES OPERATIONNELLES**

Eléments liés aux limitations de vol de l'aéronef télépiloté, à la performance du dispositif de commande et de contrôle.

Limitation technique :

lien radiocommande d'une portée de 1500 m en terrain ouvert

vitesse de croisière comprise entre 5 et 10 m/s (soit 18 à 36 km/h) ; vitesse maximale à vide constructeur de 27,8 m/s (100 km/h)

Limitation météorologique :

vent inférieur à 45km/h (incluant une marge de sécurité pour permettre à l'aéronef de rentrer à la maison automatiquement lorsqu'un vent trop fort est détecté par le pilote automatique.)

pluie « modérée » tolérée

température d'évolution maximale : -10°C à +35°C

**2.3. LIMITATIONS**

Les limites mises en place par le constructeur sont, concernant le rayon d'action du lien radio, de 1,5 km et, concernant la capacité de la batterie de 20,4 V. Les vols ne seront planifiés que pour une zone 700 m de rayon maximum compte-tenu de la portée radio maximale (Scénario STS-02). Ainsi, la portée des ondes radio sera entièrement respectée ce qui minimise très fortement le risque de perte de lien radio. Chaque site sera étudié afin de minimiser les obstacles naturels ou artificiels pouvant interférer ou bloquer les ondes radio (ligne à haute tension, colline, forêt, bâtiment, etc...). Seront privilégiés les sites dégagés et en hauteur afin que la portée radio soit optimale. Cette configuration est généralement observée en zone littorale. Si la tension de la batterie descend sous les 21 V, le drone émet une alarme sonore et la radiocommande donne une alerte « Low battery ». La fonction « retour au point de décollage » sera alors activé.

Dans le cas où l'aéronef télépiloté sortirait du périmètre programmé pour l'opération, une procédure permet un retour automatique au point de décollage.

Aucune opération de nuit n'est envisagée.

## 2.4. CONDUITE DU VOL, PROCEDURES PARTICULIERES

### **AVANT LE VOL :**

a) Procédures de reconnaissance préalable de la zone de travail.

- Noter les différents types d'occupation du sol, les zones habitées, la fréquentation aéronautique de la zone, la proximité des installations aéronautiques, les lignes électriques, les axes de communications majeurs, les infrastructures en hauteur;

- Avoir pris connaissance de la topographie du site de mission afin de connaître la marge de navigabilité de l'aéronef et les zones à risques potentiels (le logiciel de plan de vol possède un moteur cartographique 3D qui permet de prendre en compte la topographie du site dans la planification du vol. Ainsi, l'aéronef restera à une altitude bien précise par rapport à tous les reliefs présents dans la zone);

- Informer, le cas échéant, les personnes pouvant se trouver à proximité de la zone (s'ils se trouvent à une distance inférieure à 30m

- Identification du site le plus approprié à l'installation de la station de commande (lieu où se trouve le télépilote) et du site d'atterrissage principale :

- vue dégagée à 360°;
- site loin de toutes infrastructures en hauteur ou pouvant générer un danger (lignes électriques, château d'eau, arbres, bâtiments, etc.) ;
- site situé à une distance de 100m de toute présence de bétail ;
- site situé à une distance de 30m de toutes routes ou chemins dont la fréquentation pourrait gêner l'opération en cours) ;
- atterrissage à proximité du télépilote au sein de la zone préalablement sécurisée.

- Identification d'au moins 2 zones d'atterrissage correspondantes aux critères de l'aéronef et aux conditions de vent (force et direction).

b) Vérification des conditions météorologiques :

- Vérification des conditions météorologiques (3 jours avant la mission) et vérification quotidienne (force du vent, précipitations, conditions orageuses, pression atmosphérique). La mission sera décalée si les conditions ne permettent pas à l'aéronef de voler en toute sécurité ;

L'aéronef exploité à la capacité de voler dans un vent allant jusqu'à 45km/h et sous une pluie modérée. Par mesure de sécurité, il n'y aura pas de mission de vol si le vent atteint les 35 km/h (un anémomètre permettra en temps réel de connaître sur le terrain la force et la direction du vent sur le site du vol). Si le vent forcit et atteint cette valeur, le télépilote enclenche donc la phase d'atterrissage automatique avec retour au point de décollage.

c) Définition de la zone de protection de l'opération de l'aéronef :

Avant toute mission, le télépilote prendra soin d'identifier la zone d'opération de décollage et d'atterrissage. Les zones d'opérations seront sélectionnées minutieusement en fonction des critères stipulés précédemment et balisées par des cônes de chantier bien visibles.

La zone principale d'atterrissage de l'aéronef se situera à proximité de la station de contrôle du télépilote afin que le télépilote puisse intervenir à tout moment si une intrusion est constatée dans cet espace de moins de 30m.

Aucune personne ne sera présente à l'intérieur de la zone délimitée sans autorisation préalable du télépilote.

Si une intrusion, non prévue dans la procédure, est remarquée dans la zone de contrôle (autour de la station de contrôle), le télépilote engagera une procédure de sécurité afin de suspendre temporairement la mission afin de prendre les mesures adéquates afin de retrouver un niveau de sécurité suffisant.

Dans le cas d'un scénario STS-02, comme la zone d'opération sera littorale, le télépilote choisira une zone d'atterrissage ouverte et dégagée afin de pouvoir contrôler en tout temps l'intrusion d'une personne non-autorisé dans la zone concernée et prendre les mesures nécessaires dans le cas d'une intrusion (suspension de la procédure d'atterrissage en attendant que la zone soit de nouveau dégagée).

- d) Autorité du télépilote dans l'accomplissement du vol.

**Rappel : le télépilote est autorisé à refuser une mission si son exécution conduit à enfreindre la réglementation applicable ou s'il considère que sa propre sécurité ou celle des tiers est mise en jeu.**

Dans notre cas, le télépilote sera la seule personne dans la zone opératoire au sol de l'aéronef. Comme la gestion de l'acquisition des images se fait automatiquement, aucune activité autre que la surveillance du bon déroulement du vol ne sera à effectuer par le télépilote (surveillance de l'aéronef et du plan de vol, surveillance de l'espace aérien, surveillance de la zone de contrôle au sol). Si le télépilote estime qu'une règle en lien avec la réglementation risque d'être enfreinte lors du déroulement de la mission de vol, il aura l'obligation de prendre des mesures afin de corriger la situation ou bien d'annuler la mission dans le cas où le manuel d'activité particulière ne peut être respecté.

Toutes personnes présentes dans la zone d'atterrissage aura au préalable signé une décharge l'informant des conditions et aura reconnu que le télépilote a toute autorité dans cette zone durant le déroulement des opérations. Si le télépilote le juge nécessaire, il peut, sous son autorité, être aidé d'un assistant ayant connaissance de la mise en œuvre et du fonctionnement du drone. Cette aide peut être utile pour des raisons évidentes de sécurité.

- e) Ensemble des vérifications précédant chaque vol.
- S'assurer d'avoir en sa possession sur le site du vol, les documents pertinents liés à l'activité, à savoir (manuel d'activité particulière, le diplôme théorique de planeur, la DNC, le certificat de navigabilité de l'aéronef, l'autorisation spécifique, l'attestation de conformité au type).
  - Dans le cas où l'opération se déroulerait dans l'emprise d'un aérodrome ou aéroport ou zone réglementée (comme mentionné dans l'article 4 de l'arrêté du 3 décembre 2020 relatif à l'utilisation de l'espace aérien par les aéronefs qui circulent sans personne à bord), le télépilote devra obtenir une autorisation d'opérer via un protocole de sécurité signé par le responsable de la sécurité de zone concernée et le télépilote devra se plier aux exigences des autorités.
  - Vérifier le carnet de vol et les observations contenues à l'intérieur afin de valider si l'aéronef est prêt pour le vol.
  - Effectuer la check-list de l'aéronef (hélices, moteurs, leds, châssis, antenne du récepteur, antenne GPS, batterie principale, connecteurs batterie principale, batterie parachute, connecteur parachute si scénario S3) ;
  - Vérifier la charge des batteries de l'aéronef (Lithium-Polymère 12000mAh / 22,2 V de tension de référence – charge à 50 %). (Le télépilote dispose de 5 batteries compatibles, vérifiées et chargées lors de chaque vol).
  - Effectuer la check-list des charges des batteries de la radiocommande et de l'ordinateur utilisé
  - Valider les résultats de communications réussis entre l'aéronef et le PC portable pour le suivi du drone et la télémétrie ;
  - Vérifier la communication réussie entre la télécommande (2.4 GHz) du pilotage manuel de l'aéronef (vérification des principales commandes) ;

- Transférer le plan de vol du logiciel à l'aéronef et attend la validation du transfert (couleur de LED) ;
- Surveiller l'espace aérien alentour et la zone au sol à proximité de la zone de décollage ;
- Vérifier la force et la direction du vent ainsi que la formation de nuage menaçant.
- Une fois que toutes ses étapes ont été vérifiées et validées, le télépilote procède au décollage de l'aéronef en mode manuel ou automatique ;

### **DURANT LE VOL :**

#### a) Procédures et limitations liées à la sécurité

Comme la mission d'activité particulière est réalisée automatiquement par l'aéronef, à savoir la prise de photographies, aucune autre personne responsable ne sera présente sur le site. Cependant, dans le cas où il y aurait une autre personne autorisée dans la zone de contrôle du vol, des radios portables courtes distances (talkie-walkie) seront à disposition permettant un contact permanent entre les différentes personnes présentes.

#### b) Utilisation des mécanismes de sauvegarde

L'aéronef télépilote est équipé d'un système de boîte noire (datalog) qui enregistre tous les paramètres du vol ainsi que les actions de l'autopilote. Cette boîte noire génère un datalog sur toute la durée du vol. Il pourra être visualisé ultérieurement.

#### c) Gestion « contrôlée » de fail-safe

L'autopilote qui est utilisé possède plusieurs systèmes de fail-safe permettant d'agir immédiatement sur l'aéronef à distance. Comme le logiciel de l'autopilote reçoit en temps réel les données issues de l'aéronef, la réactivité des procédures qui en découle est extrêmement rapide. Un signal sonore avertit le télépilote, si l'aéronef engage une procédure de fail-safe pouvant provenir, d'un manque de batterie, d'une perte de signal radio, d'une sortie de zone. Les procédures de fail-safe préprogrammées sont les suivantes :

#### (1) FAILSAFE BATTERIE

##### COMMENT L'IDENTIFIER

- Drone moins puissant = le drone est lent, moins réactif et peut perdre de l'altitude
- Alarm = le drone émet une alarme continue et stridente
- Télémétrie = le voltage est bas (moins de 21V)
- Alarme = la radiocommande donne une alerte "LOW BATTERY" si le niveau de batterie atteint un minimum pendant plus de 10 secondes

##### PROCEDURE - par ordre de préférence

1. Si des points de ralliement sont configurés ou si le drone est proche, utiliser la fonction RTL (go home) ; Lorsque le drone atteint le point de ralliement / de départ, il se pose automatiquement.
2. Si possible, déplacer le drone vers une zone sûre (pas de tiers) et exécuter un atterrissage d'urgence
3. Si le niveau de batterie est critique, effectuer un atterrissage d'urgence à l'emplacement où se situe le drone.

#### (2) FAILSAFE RADIO

## COMMENT L'IDENTIFIER

- Pas de réaction = le drone n'exécute aucune des commandes envoyées
- Télémétrie = la valeur RSSI est inférieure à 42
- Alarme = la radiocommande donne une alerte "SIGNAL CRITICAL" et "TELEMETRY LOST" quand la radiocommande se coupe, le drone est hors de portée, le récepteur rencontre des difficultés (pendant plus de 5 s)

## PROCEDURE - par ordre de préférence

1. Si des obstacles se trouvent entre vous et le drone, essayer de rétablir le contact visuel
2. Si possible, essayer de vous rapprocher du drone
3. Activer la fonction RTL (go home) pour que le drone l'exécute dès que le lien est rétabli
4. Activer également la fonction d'atterrissage automatique pour que le drone l'exécute dès que le lien est rétabli. Le drone se rend au point de ralliement le plus proche ou, à défaut, au point de départ. Lorsque le drone atteint le point de ralliement / de départ, il se pose automatiquement.

### (3) FAILSAFE SORTIE DE ZONE

## PROCEDURE

1. Le drone franchit une des limites configurées d'altitude et de distance (Max Alt ou Max Radius)
2. Il exécute un RTL ou envoi un avertissement (Action)
3. Si un RTL est paramétré, le drone gagne de l'altitude (si l'altitude relative actuelle est inférieure à RTL Altitude) puis se dirige vers le point de ralliement le plus proche ou vers le point de départ.
4. Lorsque le drone atteint le point de ralliement / point de départ, il atterrit automatiquement.

Toute procédure de fail-safe engagée lors d'une mission sera répertoriée dans le carnet de bord et dans le carnet de terrain ainsi que dans le datalog afin de pouvoir faire le suivi des événements et prendre les mesures nécessaires.

#### *d) Gestion des règles de l'air, des conditions météorologiques et du vol*

Le télépilote sera très vigilant par rapport à l'activité aéronautique. Il respectera scrupuleusement le voir et éviter et ne prendra aucun risque lors de la présence d'un autre aéronef. Toute intrusion dans l'espace aérien à proximité de l'aéronef engagera une procédure de fail-safe (atterrissage d'urgence si nécessaire). Il veillera en permanence aux conditions météorologiques (force et direction du vent). En outre, il :

Vérifie les paramètres de réception entre la station au sol et l'aéronef (procédures informatique permanent de l'autopilote, signal sonore en cas de rupture de signal, mise en place des procédures de fail-safe automatique ou pilotage manuel en fonction des cas)

Vérifie de façon permanente la trajectoire de l'aéronef par rapport au plan de vol initial ;  
Vérifie l'altitude en permanence par l'autopilote ;

## **PROCEDURE D'ATTERRISSAGE :**

- Vérifier l'espace aérien à la verticale de la zone d'atterrissage ;
- Vérifier au sol, les alentours de la zone d'atterrissage s'ils sont bien dégagés ;
- Vérifier que la procédure d'atterrissage automatique s'est bien enclenchée sur la radiocommande avec possibilité de reprendre en manuel à tout moment ;

## 2.5. CONDUITE DU VOL, PROCEDURES D'URGENCE

Les procédures à entreprendre pour faire face à une situation d'urgence sont les suivantes :

### Incident 1 : BATTERIE FAIBLE

Utiliser la fonction RTL (retour à la base). Si cela n'est pas possible (batterie trop faible), déplacer le drone vers une zone sûre et exécuter un atterrissage d'urgence. Si le niveau de batterie est critique, effectuer un atterrissage d'urgence à l'emplacement du drone.

### Incident 2 : SIGNAL RADIO PERDU

Si des obstacles se trouvent entre vous et le drone, essayer de rétablir le contact visuel et de vous rapprocher du drone. Activer la fonction RTL pour que le drone l'exécute dès que le lien est rétabli et activer la fonction d'atterrissage automatique pour que le drone l'exécute

### Incident 3 : VENT FORT / TEMPÊTE - Sortie de zone

Interrompre la mission afin de disposer du maximum de batterie en cas d'attente nécessaire. Si possible, exécuter un RTL pour que le drone se pose au point de départ. Si le vent est trop important, atterrir à l'endroit où se situe le drone en cherchant un endroit où le drone est le plus à l'abri du vent et des rafales pour se poser. Si le drone néanmoins sort des limites de vol prévues, le télépilote doit interrompre le vol par coupure des moteurs.

### Incident 4 : PERTE SIGNAL GPS

Désactiver toutes les fonctions liées au GPS (le drone doit être en "Stabilize" ou "Altitude Hold") ; Si possible, ramener le drone manuellement vers vous. Exécuter un atterrissage automatique à l'emplacement actuel du drone

Il est recommandé de toujours voler à vue et de vérifier le K-index avant de voler

### Incident 5 : PERTE MOTEUR / HELICE

Annuler la mission et la navigation automatique : Même si le drone continue de voler, la perte d'un seul élément implique l'arrêt de la mission.

Poser au plus vite le drone manuellement à l'emplacement actuel du drone

Les inspections d'avant-vol du drone et de l'environnement permettent de prévenir ces situations

### Incident 6 : TRAFFIC AERIEN

Changer la trajectoire pour éviter une collision ou/et perdre de l'altitude le plus rapidement possible

Si nécessaire ATTERRISSAGE dès que possible

Toujours vérifier les NOTAMs avant de voler et rester attentif à l'environnement à tout instant

Dans le **scénario S3**, en cas de défaillance entraînant la chute de l'aéronef ou empêchant de le maintenir dans les limites de vol prévues, le télépilote doit immédiatement activer le **dispositif de limitation d'énergie (parachute)** par pression sur la radiocommande indépendante associée ; les moteurs seront alors automatiquement coupés.

## **2.6. EQUIPEMENTS DEFAILLANTS : TOLERANCES POUR UTILISATION AVEC UN EQUIPEMENT HORS DE FONCTIONNEMENT**

Comme il a été précisé dans le paragraphe précédent, toute anomalie technique ou défaillance d'un des systèmes de l'aéronef (GPS, radio) engagera les procédures de fail-safe. Elles permettront de faire atterrir l'aé