

FORMATION TÉLÉPILOTE DE DRONE EN THERMOGRAPHIE

■ Présentation de la formation

La formation complète télépilote permet à toutes personnes, sans prérequis, d'opérer en drone sur l'ensemble du territoire de l'union européenne pour les catégories ouvertes et spécifiques.

La thermographie est un moyen d'observer une scène à l'aide d'un capteur qui analyse les ondes infra-rouges. C'est la différence de température de chaque point de la scène qui permet de créer une image colorimétrique.

Cette technique est utile pour faire apparaître d'éventuels défauts de structure ou de fonctionnement. Cela est utile dans différents domaines du bâtiment, de l'énergie...

La durée de la formation est de 91 heures. Elle se découpe en trois modules.

- Module 1 : Formation à distance 35 heures.
 - Préparation théorique. Cours et QCM.
- Module 2 : Formation en présentiel 35 heures
 - Préparation théorique révision et évaluation.
 - Préparation des missions (démarches administratives préfecture, protocole d'accord avec les aéroports, notification de vol au ministère des armées...).
 - Vols en toutes conditions, prise en main apprentissage des techniques de vols et mises en situations (agglomération, vol de nuit, vol depuis un navire, vols longue distance, vol en intérieur...).
- Module 3 : Formation en présentiel 21 heures.
 - Préparer, réaliser et traiter une mission thermographie par drone.

▪ Prérequis

Aucun.

▪ Publics visés

Cette formation s'adresse à toute personne femme et homme âgé de 16 ans minimum. Salarié, cadre, chef d'entreprise, demandeur d'emploi, reconversion professionnelle, public ou privé.

▪ Objectifs

▪ Module 1

Acquérir 90% des connaissances de la partie théorique.

▪ Module 2

Révision et perfectionnement des connaissances du programme théorique.
Préparer et réaliser des missions de vol en scénarios national et européen.
Prise en main et apprentissage des techniques de télépilotage de drone.
Être capable de préparer et gérer la sécurité durant toute une mission.

▪ Module 3

Comprendre la complexité des relevés en thermographie.
Apprendre les techniques de vol pour collecter les données thermographiques.
Préparer et réaliser des relevés photographiques par drone.
Comprendre et analyser les données thermographiques collectées.
Traiter les images à l'aide d'un logiciel.
Exporter les données traitées.

▪ Moyens pédagogiques, techniques et d'encadrement

La formation est dispensée par un formateur télépilote professionnel.

Les outils mis à dispositions afin d'assurer la formation sont :

- Cours et QCM à distance.
- Salle de cours avec vidéo projecteur où dispositif équivalent permettant l'affichage des cours.
- Tableau
- Drones de dernière génération homologués avec tous ses équipements (Batteries, caméra, chargeurs, retour vidéo, etc...)
- Terrain de vol permettant la mise en œuvre de l'action de formation dans le cadre des scénarios nationaux et européen.
- Livret de progression.
- Logiciels de traitement de thermographie

▪ Suivi et validation

▪ **Module 1**

Le suivi est réalisé par téléphone et/ou en visio-conférence. Le stagiaire dispose de cours et de QCM pour l'apprentissage, l'entraînement et l'évaluation pour chaque thème du programme. Une feuille d'émargement sera signée conjointement afin d'attester le travail réalisé.

▪ **Module 2**

La formation en présentiel est suivie à l'aide d'un livret de progression.

Le livret de progression permet de suivre et d'attester l'acquisition des compétences pratiques et théoriques. Il contient les comptes rendus détaillés et réguliers d'avancement établis par les formateurs et comportant les évaluations visant à estimer les progrès.

Il est signé par l'élève télépilote à l'issue de chaque cycle de formation. Il est archivé pendant cinq ans. Une copie est remise au télépilote à sa demande.

Dans le cadre de la certification RS 5235, une évaluation est faite suivant une grille définie en rapport avec les compétences du livret et réalisée par un jury.

Une feuille d'émargement sera signée conjointement afin d'attester le travail réalisé.

▪ **Module 3**

La première journée de formation se déroule en salle suivant le programme décrit.

La seconde journée est réservée aux relevés directement sur le terrain puis et aux traitements.

La certification photogrammétrique est organisée la dernière demi-journée. L'évaluation est composée d'un examen théorique composé d'un QCM de 30 questions et d'une évaluation pratique

■ Programme de la formation

■ Module 1

1. Les règles de l'air et les procédures de contrôle de la circulation aérienne

- Le droit aérien : Conventions, accords et Organisations
- La navigabilité des aéronefs
- Les règles de l'air
- La gestion du trafic aérien
- Le Service de l'Information Aéronautique
 - Introduction : Les définitions essentielles
 - AIP, NOTAM, AIRAC, AIC
- Aéroports - Hélistations
- Le droit national : Spécificité des Aéronefs Télépilotes
 - Les types d'utilisation des aéronefs télépilotes
 - Les scénarios
 - La formation du télépilote
 - Le domaine d'application territoriale
 - Les conditions d'utilisation d'un aéronef télépilote
 - Les équipements obligatoires
 - Les dérogations - autorisations spécifiques
 - La zone minimale d'exclusion des tiers
 - Les Documents obligatoires
 - Les démarches obligatoires
- La réglementation
 - Les dispositions de l'arrêté du 17/12/2015 modifié relatif à l'utilisation de l'espace aérien par les aéronefs qui circulent sans personne à bord
 - La protection des données et respect de la vie privée
- Les sanctions
- Les assurances

2. Connaissances générales des Aéronefs

- Cellule et systèmes, électricité, motorisation et équipements de secours
 - Types de système, charges, contraintes, maintenance
- Système électrique
 - Généralités, définitions
 - Batteries

3. Instrumentation

- Mesure des paramètres aérodynamiques
 - L'Altimètre
- Magnétisme, compas magnétique
 - Le compas magnétique : électronique
- Les instruments gyroscopiques
 - Les principes de base

4. Connaissances générales des aéronefs télépilotés

- Le dispositif de limitation d'espace
- Le système de pilotage
- Le dispositif de protection des tiers et de limitation d'énergie d'impact
- Le dispositif d'enregistrement des paramètres
- Le dispositif de retour vidéo
- Les moteurs et contrôleurs (ESC)
- Les capteurs spécifiques aux aéronefs télépilotés
- Les autres servitudes
- L'entretien de l'aéronef télépiloté

5. Les performances, la préparation du vol et le suivi

- Introduction aux notions de masse et centrage
- Chargement
- Détermination du centrage
- La préparation du vol
- La préparation du vol en VFR
- La préparation avant vol
- Le suivi du vol et les modifications en vol
- Le suivi du vol d'un aéronef télépiloté

6. Les performances humaines

- Physiologie de base en aviation et maintien de la condition physique
 - L'homme et son environnement
 - Santé et hygiène
- Psychologie de base en aviation
 - Traitement de l'information chez l'homme
 - Prise de décision
 - Evitements et gestion des erreurs
 - Niveau de la charge de travail
 - Appréciation du risque par le télépilote
 - Conduite à tenir en cas d'interférences

7. La météorologie

- L'atmosphère
 - Composition, extension, division verticale
 - Température de l'air
 - Pression atmosphérique
 - Masse volumique de l'atmosphère
 - OACI - Atmosphère Standard Internationale (ISA)
 - Altimétrie
- Le vent
 - Définition et mesures du vent
 - Cause primaire du vent

8. La navigation

- Les généralités en navigation
- Les connaissances basiques en navigation
- Magnétisme et compas
- Les cartes
- La navigation à l'estime
- Le suivi et la gestion de la navigation en vol

9. Radio navigation

- La théorie de base sur la propagation des ondes radios
- Les systèmes de navigation par satellite - GNSS – Navigation assistée par satellite

10. Les procédures opérationnelles – Aéronef télépilote

- Les procédures d'urgence
- Définitions des procédures
- Vol en Immersion (Vol suivi au travers d'une caméra tournée vers l'avant)
- Briefing
- Débriefing

11. Les principes du vol – Aéronef télépilote

- L'Aérodynamique subsonique
- Les hélices-les rotors
- Les connaissances basiques pour les voilures tournantes et les voilures fixes

12. Les communications

- Les communications VFR : termes employés dans les communications radiotéléphoniques
- Définitions
- Les procédures opérationnelles générales
- Les termes appropriés aux informations météorologiques (VFR)
- Les procédures d'urgences et de détresse

▪ Module 2

1. Compétences communes pour tous les scénarios

1.1. Préparation du vol mission :

- sélectionner le scénario réglementaire dans lequel s'effectue l'opération considérée ;
- vérifier que la charge utile sélectionnée est compatible avec l'aéronef qui circule sans personne à bord utilisé pour la mission ;
- vérifier que la masse en opération de l'aéronef qui circule sans personne à bord est compatible avec le scénario considéré ;
- vérifier que la zone d'opération définie est adéquate pour l'opération considérée ;
- vérifier que l'opération de l'aéronef qui circule sans personne à bord considéré est possible dans la zone d'opération ;
- définir la zone de travail dans laquelle l'opération considérée se déroule ;
- concevoir la zone minimale d'exclusion en fonction des caractéristiques de l'aéronef qui circule sans personne à bord considéré ;
- extraire de l'information aéronautique les données pertinentes pouvant avoir un impact sur l'opération considérée (SUP AIP, NOTAM, RTBA, Voltac, ...) ;
- déterminer les secteurs proches de la zone d'opération dont le survol est interdit, réglementé ou soumis à des conditions particulières ;
- définir la hauteur maximale réglementaire de vol compte tenu de la zone de vol, et de l'opération considérée ;
- identifier les autorisations nécessaires à l'opération considérée ;
- mettre en place un protocole si nécessaire ;
- identifier les objectifs de la mission ;
- identifier les obstacles présents dans la zone d'opération ;
- détecter les obstacles gênants pour l'opération considérée dans la zone d'opération ;
- détecter si l'aérologie peut être affectée par la topographie ou la présence d'obstacles dans la zone d'opération ;
- prendre en compte les phénomènes extérieurs pouvant avoir un impact sur le vol, estimer leur impact sur la conduite du vol. (Consommation d'énergie, maniabilité, visibilité, ...) ;
- gérer la mise en place de la zone minimale d'exclusion en fonction du type de scénario considéré ;
- expliquer aux personnes se trouvant dans la zone minimale d'exclusion, les risques encourus et la conduite à tenir ;
- collecter les attestations d'information des personnes se trouvant à l'intérieur de la zone minimale d'exclusion ;
- vérifier la présence de tous les documents nécessaires à l'opération considérée ;
- établir l'autorité du télépilote envers les autres personnes se trouvant sur zone d'opération.

1.2. Préparation du vol machine :

- vérifier l'état général de l'aéronef qui circule sans personne à bord ;
- vérifier que tous les éléments amovibles de l'aéronef qui circule sans personne à bord sont correctement fixés ;
- vérifier la compatibilité des configurations logicielles de la station sol et de l'aéronef qui circule sans personne à bord ;
- calibrer les différents instruments équipant l'aéronef qui circule sans personne à bord ;
- identifier tout défaut pouvant remettre en cause l'opération concernée ;
- vérifier que l'autonomie de la batterie est compatible avec l'opération concernée ;
- vérifier la conformité du système de limitation d'énergie d'impact ainsi que le fonctionnement du système déclencheur lorsque l'aéronef qui circule sans personne à bord en est équipé ;
- vérifier le bon fonctionnement de la télémétrie ;
- régler le limiteur de zone ;
- régler le limiteur d'altitude ;
- régler le mode de fonctionnement du dispositif fail-safe ;
- opérer l'équipement de positionnement si l'aéronef qui circule sans personne à bord en est équipé ;
- vérifier la cohérence de la position obtenue si l'aéronef qui circule sans personne à bord est équipé d'un équipement de positionnement.

1.3. Briefing, Débriefing, Retour d'expérience :

- définir dans le cadre d'un briefing, le but de la mission, les menaces identifiées, le point de décollage, la trajectoire d'évolution de l'aéronef qui circule sans personne à bord, la conduite à tenir en cas de panne ;
- réaliser un débriefing synthétique de la mission ;
- identifier les cas où un compte-rendu d'évènement doit être fait et savoir l'élaborer.

1.4. Vol situation normale :

- conserver une distance de sécurité suffisante par rapport aux obstacles ;
- opérer l'aéronef qui circule sans personne à bord, à l'intérieur de l'ensemble de l'espace défini par le scénario considéré, tout système embarqué fonctionnant ;
- opérer l'aéronef qui circule sans personne à bord pour suivre une trajectoire prédéfinie ;
- avoir conscience de la zone minimale d'exclusion des tiers au cours du vol ;
- opérer l'aéronef qui circule sans personne à bord lors d'une discontinuité du critère en vue dans le cadre d'un scénario S-1.

1.5. Vol situation anormale :

- gérer de manière optimale une perte de puissance totale ou partielle d'un moteur de l'aéronef qui circule sans personne à bord en assurant la sécurité pour les tiers au sol ;
- gérer la trajectoire de l'aéronef qui circule sans personne à bord dans des situations dégradées ;
- gérer le cas de la dégradation de la fonction de localisation de l'aéronef qui circule sans personne à bord ;
- gérer l'incursion d'une personne dans la zone d'opération et prendre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité ;
- gérer le cas d'une sortie de la zone d'opération définie lors de la préparation du vol ;
- opérer l'aéronef qui circule sans personne à bord malgré le déclenchement du limiteur de hauteur ;
- gérer l'incursion d'un aéronef habité à proximité de la zone d'opération ;
- gérer l'incursion d'un aéronef qui circule sans personne à bord dans la zone d'opération ;
- opérer les différents mécanismes de sauvegarde équipant l'aéronef ;
- choisir le mécanisme de sauvegarde adapté à une situation donnée ;
- gérer une perte de vue temporaire de l'aéronef qui circule sans personne à bord en scénarios S-1 ou S-3 ;
- gérer le cas d'une perte de contrôle en attitude ou en position dû à des phénomènes extérieurs ;
- gérer la reprise de contrôle manuel de l'aéronef qui circule sans personne à bord en cas de situation dangereuse due aux automatismes ;
- déclarer un compte rendu d'évènement.

2. Compétences propres au scénario S-2

2.1. Préparation du vol mission :

- effectuer, au préalable, les démarches réglementaires spécifiques au scénario S-2 ;
- vérifier que la zone d'opération est sécurisée ;
- évaluer le risque de perte de liaison radio et de perte de télémétrie.

2.2. Préparation du vol machine :

- vérifier les dispositifs permettant de voler hors vue ;
- vérifier le fonctionnement du dispositif d'enregistrement des paramètres et le démarrer.

2.3. Vol situation normale :

- gérer l'usage de la cartographie pour opérer l'aéronef qui circule sans personne à bord hors vue.

2.4. Vol situation anormale :

- mettre en application la procédure définie en cas de perte de la liaison de commande et de contrôle ;
- gérer le vol en immersion pour opérer le retour de l'aéronef en vol manuel.

3. Compétences propres au scénario S-3

3.1. Préparation du vol mission :

- effectuer, au préalable, les démarches réglementaires spécifiques au scénario S-3 ;
- estimer le risque de brouillage sur la zone d'opération ;
- définir une procédure adaptée en cas de perte de la liaison de commande et de contrôle ;
- vérifier que la zone d'opération est sécurisée ;
- identifier les zones utilisables dans ou à proximité de la zone d'opération pour un atterrissage d'urgence.

3.2. Vol situation normale :

- opérer l'aéronef qui circule sans personne à bord à proximité d'obstacles en prenant en compte leur influence sur l'aérodynamique ;
- opérer l'aéronef à proximité d'obstacles simulant un environnement urbain, en conservant une distance de sécurité par rapport à ceux-ci.

3.3. Vol situation anormale :

- mise en application de la procédure définie en cas de perte de la liaison de com

▪ Module 3

1. RELEVÉS AÉRIENS AVEC DRONE

- Préparer une intervention sur site
 - Déclarer son activité à la DGAC
 - Faire une demande d'autorisation préfectorale
 - Gérer le protocole CTR ou DGAC
 - Analyser une demande de mission :
 - S'assurer de la faisabilité du travail (technique et réglementaire)
 - Identifier la zone de travail et ses particularités
 - Déterminer les autorisations pour la mission
 - Rappeler les aspects juridiques concernant le spectre visible

- Réaliser un cas pratique de relevés thermographie avec drone sur site
 - Préparer sa mission avec drone
 - Réaliser des relevés thermiques avec drone
 - Déterminer l'émissivité et la température sur le terrain
 - Maîtriser les situations de mesure
 - Identifier les motifs thermiques qui ne correspondent pas à des défauts
 - Définir l'enveloppe d'un bâtiment

2. THERMOGRAPHIE, TRAITEMENT ET ANALYSE DES RELEVÉS

Analyse à partir des images réalisées ou d'exemples en cas d'impossibilité de vol pour cause de météo défavorable

- **Connaître les principes fondamentaux de la thermographie infrarouge**
 - Le marché de la thermographie
 - Découvrir les phénomènes de transferts thermiques
 - Comprendre l'émissivité et la réflexion
 - Comprendre la notion de gradient thermique
- **Comprendre le fonctionnement d'une caméra thermique**
 - Utiliser la caméra et connaître ses principales caractéristiques
 - Découvrir l'interface utilisateur
 - Savoir télécharger des images thermiques
- **Le logiciel d'analyse**
 - Assimiler et prendre en main les fonctions du logiciel
 - Connaître la détermination d'émissivités et mesure de la température d'environnement
 - Mettre en évidence les facteurs d'influence
- **Traitement des données et analyse d'images thermiques**
 - Analyser les données et les intégrer dans un rapport
 - Lire une image infrarouge