



MARCHE PUBLIC DE DE FOURNITURES

Pouvoir adjudicateur : MINISTERE DE L'INTERIEUR

**PREFECTURE DE POLICE
SECRETARIAT GENERAL POUR L'ADMINISTRATION DE LA PREFECTURE DE
POLICE
DIRECTION DES FINANCES, DE LA COMMANDE PUBLIQUE ET DE LA
PERFORMANCE
Bureau de la Commande Publique et de l'Achat
9 Boulevard du Palais
75195 Paris cedex 04**

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

N° 16-BCPA-239

**Objet : Acquisition de mini-drones professionnels, maintien en condition
opérationnelle des mini-drones acquis et formation d'adaptation des télépilotes au
profit de la Préfecture de Police**

Marché à bons de commande, passé suivant la procédure d'appel d'offres ouvert en application des dispositions des articles 33, 40, 57 à 59 et 77 du code des marchés publics

1. Présentation et composition du système

1. Présentation du système

Le système de drone est un aéronef télé-piloté à décollage vertical (VTOL). Il est muni d'au moins six (6) moteurs électriques. De taille réduite et relativement compacte, il est facilement transportable et doit pouvoir être mis en œuvre par un unique opérateur. Il est muni de charges utiles de type caméra haute définition et thermique. Il est destiné à être utilisé en extérieur pour des missions de surveillance aérienne à basse altitude.

2. Composition du système

Le système de drone complet est composé des éléments suivants :

A. Partie vecteur aérien

- Un vecteur aérien muni d'au moins six (6) moteurs électriques ;
- Son alimentation électrique (3 jeux de batteries et 3 chargeurs associés) ;
- Une charge utile amovible comprenant une caméra jour haute définition ;
- Une charge utile amovible comprenant une caméra thermique ;
- Une nacelle gyrostabilisée sur au moins 2 axes ;
- Une liaison de données permettant une élongation d'au moins un (1) kilomètre ;
- Une liaison vidéo air/sol permettant une élongation d'au moins un (1) kilomètre ;

B. Partie station sol

- Une station de réception et de visualisation sol principale affichant la vidéo et la télé-métrie reçue et permettant le pilotage du système de drone ;
- Un boîtier de communication équipé d'une connectique polyvalente ;
- Une station de réception et de visualisation sol secondaire affichant la vidéo et la télé-métrie reçues ;
- L'ensemble de ces éléments doit être durci.

C. Pièces de rechange, outillage et documentation

- Des pièces de rechange nécessaires pour deux cents (200) heures de vol ;
- Des outils de montage et de démontage de l'ensemble du système ;
- Une documentation technique complète rédigée en français.

D. Moyens de conditionnement destinés au stockage et au transport

- Des moyens de stockage et de transport robustes de couleur noire ;
- Des moyens de stockage et de transport adaptés au fret aérien, dotés de roulettes et de poignées télescopiques si nécessaire.

2. Fonctionnalité du système

1. *Mise en vol et contrôle du vol du système*

Le système dispose au minimum de deux modes de vol :

- Un mode de vol sous contrôle manuel. La trajectoire du vecteur aérien résulte à chaque instant des commandes transmises en temps réel par le télépilote ;
- Un mode de vol automatique. L'évolution en vol de l'aéronef a été programmée avant et/ou pendant le vol et s'effectue sans intervention du télépilote (mode waypoints) ;

En préparation de mission ou en cours de mission, l'opérateur doit pouvoir programmer un lieu d'atterrissage que l'aéronef rejoint sur ordre de l'opérateur ou automatiquement si les circonstances l'exigent.

La mise en œuvre de l'intégralité du système doit pouvoir être réalisée sans préavis par le télépilote en moins de cinq (5) minutes, y compris la programmation d'un plan de vol en automatique avec un minimum de six (6) points de passage.

Le télépilote doit conserver la pleine capacité à manœuvrer l'aéronef jusqu'à une distance horizontale de un (1) kilomètre entre le vecteur aérien et la station sol. Il est en de même pour la réception de la vidéo.

Le système de drone doit permettre :

- De régler la vitesse horizontale et verticale du mini-drone ;
- De réaliser des vols stationnaires ;
- De réaliser l'aller et le retour du mini-drone à une distance de 500 mètres en moins de deux (2) minutes ;
- De voler à une vitesse d'au moins 10 m/s en mode manuel et 5 m/s en vol automatique ;
- De voler pendant au moins trente (30) minutes dans des conditions météorologiques courantes (vitesse du vent inférieure à 10 nœuds) avec une charge utile d'un kilogramme.

2. *Observation*

L'opérateur doit pouvoir effectuer des observations en couleur dans le spectre visible. Il doit pouvoir également observer dans le spectre infrarouge. Un zoom optique X10 minimum est présent.

3. *Discrétion du système*

Le système est conçu de sorte qu'il soit difficilement détectable de façon auditive, ainsi que par les moyens de détections thermique et électromagnétique lorsqu'il évolue à 100 mètres de hauteur au-dessus du sol.

Sa propulsion électrique lui confère un faible niveau de bruit, le rendant très discret.

4. *Visualisation des informations*

Le système doit permettre d'afficher en temps réel toutes les données qui permettent à l'opérateur de savoir précisément où se situe le drone :

- Par rapport à sa propre position ;
- Par rapport à son environnement géographique immédiat ;
- Par rapport aux éléments de mission qu'il a défini dans le système (zone de vol, zones à reconnaître, parcours, etc.).

Le système doit permettre d'afficher en temps réel toutes les données qui permettent à l'opérateur de prendre les décisions relatives au vol garantissant la sécurité et la prise des décisions vis-à-vis du contrôle du drone et facilitant les observations souhaitées.

Le système permet la visualisation simultanée de la vidéo d'observation et de toutes les informations qui facilitent la bonne interprétation des images :

- Du secteur survolé et des images correspondantes ;
- La position du drone ;
- La position du point observé ;
- La distance entre le drone et le point observé.

5. *Enregistrement des données*

A chaque mission, le système doit :

- Enregistrer la totalité des vidéos et des métadonnées issues des charges utiles ;
- Enregistrer l'intégralité des données de vol et des commandes opérateurs de chaque mission.

Le nombre de missions pouvant être stockées simultanément par les stations sol doit être au minimum de six (6) à raison d'une durée de 30 minutes par mission (idéalement 10 missions doivent pouvoir être stockées).

Cette fonction d'enregistrement des données est valable pour les deux catégories de stations sol (principale et secondaires).

Le système doit permettre à tout moment à l'opérateur d'enregistrer dans un fichier image horodaté, une capture instantanée de la vidéo d'observation du drone. La capture doit également comporter toutes les données de géo référencement.

Les données enregistrées par le système lors d'un vol (données de vol) et les matériels et logiciels fournis avec le système doivent permettre l'expertise par le titulaire et la contre-expertise par l'administration de tout incident.

Les données enregistrées doivent permettre d'identifier les causes de tout incident.

6. *Export et partage des données*

Le système doit permettre durant le vol de recevoir sur un poste différent du poste de pilotage la vidéo capturée par le drone ainsi que les données de vol permettant la géolocalisation du drone ainsi que du secteur d'observation.

Cette réception des données doit pouvoir se faire sur un PC standard ou une tablette numérique.

Toutes les données enregistrées sur un vol doivent être exportées, depuis les deux types de station sol, sans perte d'information sur un support amovible respectant le standard USB.

3. **Caractéristiques du système et de ses composants**

1. *La partie vecteur aérien*

Le vecteur aérien doit être un système à voilure tournante équipé d'au moins 6 moteurs électriques.

Cette structure doit être robuste et pliable. Elle est tropicalisée. Sa masse à vide ne doit pas dépasser 10 kilogrammes. Elle doit pouvoir emporter une ou plusieurs charges utiles d'un poids total de 3 kilogrammes.

Chaque vecteur aérien doit pouvoir intégrer des charges utiles bisenseurs jour/nuit ou monosenseur jour et nuit.

Toute charge utile est facilement et rapidement interchangeable, sans nécessité d'outillage important. Elle doit être évolutive, modulable et permettre à moyen terme l'intégration de capteurs spécifiques.

Le temps de déploiement opérationnel de la plate-forme ne doit pas dépasser 5 minutes.

L'endurance de vol de cette plate-forme doit être supérieure à 30 minutes avec 1 kilogramme de charge utile et dans des conditions météorologiques courantes (vent inférieur à 10 nœuds).

La liaison de données et la liaison vidéo air/sol permettent une élongation horizontale d'un (1) kilomètre minimum.

Le vecteur aérien doit permettre de voler à une vitesse d'au moins 10 m/s en mode manuel et 5 m/s en mode automatique.

Les liaisons de données doivent être réalisées dans les bandes de fréquences en conformité avec le règlement en vigueur des radiocommunications.

Les fréquences de données (télémetrie), de télécommande et de transfert vidéo sont spécifiées au titulaire par l'administration à la notification du marché.

Cet équipement volant doit être équipé d'une nacelle gyrostabilisée sur au moins deux axes pouvant supporter une caméra haute définition ainsi qu'une caméra thermique.

Le système de drone doit comprendre une sécurité autopilote de type retour automatique paramétrable "Failsafe" ou un système équivalent en cas de batterie basse ou perte de télémétrie.

Le système de drone doit être équipé d'un dispositif limitant l'énergie à l'impact.

2. La charge utile

La charge utile du système drone comprend les éléments suivants :

A. Une caméra vidéo haute définition

Cette caméra jour en couleur doit disposer d'une résolution vidéo supérieure ou égale à 720 p (1280 × 720 pixels). Elle doit permettre l'enregistrement en temps réel.

Elle doit être télécommandable depuis le pupitre de vol et être munie d'un zoom optique d'au moins X10.

La caméra doit également permettre une bonne vision de nuit (exemple : matériel de type NightShot ou doté d'un amplificateur de lumière, etc.).

La sensibilité minimum de la caméra à la lumière doit être en mode Nuit/Normal de : 6/3 lux.

Cette caméra doit être installée sur une nacelle gyrostabilisée sur au moins deux (2) axes.

Les vidéos sont enregistrées au format HD lisible par les logiciels courants de type Windows Média Player et VLC Media Player. Elles doivent pouvoir être enregistrées sur une carte SD, SDHC ou SDXC, compatible avec l'autonomie de vol du drone et d'une durée minimum de 2 heures en HD.

La caméra doit pouvoir prendre également des photographies avec une résolution supérieure à huit (8) mégapixels.

La caméra haute définition doit permettre de lire une plaque d'immatriculation normalisée à une distance d'au moins 50 mètres et à une altitude de vol de 30 mètres sur un véhicule à l'arrêt.

B. Une caméra thermique

Cette caméra doit permettre l'enregistrement en temps réel.

Elle doit être dotée des caractéristiques techniques minimum suivantes :

- résolution minimale de 320 × 240 pixels ;
- fréquence image : 80 Hz ;

- sensibilité thermique < 50 mK ;
- étendue spectrale : 8 – 13 µm.

Cette caméra thermique doit être installée sur une nacelle gyrostabilisée sur au moins deux (2) axes.

Les deux (2) caméras, haute définition et thermique, fonctionnent sous une pluie fine.

Les deux (2) caméras doivent être facilement amovibles et peuvent ne pas être installées simultanément sur la nacelle gyrostabilisée.

Les vidéos et photos enregistrées doivent contenir des métadonnées conformes aux standards les plus courants et notamment conforme au standard NMEA 0183 ou équivalent. Ses métadonnées doivent contenir des informations de géo-positionnement et être exploitables dans un système d'information géographique.

3. *La partie station sol*

A. Station de réception et de visualisation sol principale

La station principale est un système portable qui a une action sur la conduite du drone.

Son autonomie de fonctionnement est de quatre (4) heures minimum.

Elle permet d'intégrer les fonds de cartes nécessaires aux missions. Elle permet de gérer en amont la préparation de mission. Elle intègre la transmission radiofréquence, les organes de commande et les différents logiciels nécessaires à la conduite des missions. Elle est apte à stocker les vols effectués et à faire le rejeu complet des missions effectuées.

Elle comprend un pupitre de vol muni d'un écran haute résolution d'au moins 6" avec rétro-éclairage d'intensité réglable, lisible en plein soleil, ainsi qu'un boîtier de communication. Le pupitre de vol et le boîtier de communication peuvent être intégrés en un seul boîtier.

L'utilisation de la station de réception doit être possible dans l'obscurité totale.

Elle reçoit et visualise les images du vecteur aérien, ainsi que les données télémétriques. Elle intègre un chiffrement en AES 128 bits au minimum. Elle offre une robustesse au brouillage. Elle permet de renseigner et d'avertir l'opérateur sur le bon déroulement du vol (autonomie, alarmes, etc.).

La station sol doit comprendre un logiciel de préparation et de conduite de vol. Celui-ci doit permettre la préparation de la mission et la conduite du vol en mode automatique, avec programmation de 6 waypoints minimum, en temps réel.

Ce programme doit également permettre de rejouer, a posteriori, les missions et autres scénarios.

La préparation et le suivi du déroulé de la mission peuvent être exécutés à partir d'un PC portable durci connecté à cette station.

A partir de cette station, le contrôle de la direction de l'observation par l'opérateur doit pouvoir s'effectuer en site sur 180° et en gisement sur 360°. L'opérateur doit pouvoir zoomer de manière continue afin de faciliter les tâches de détection, reconnaissance et identification. Le champ de vue horizontal de la caméra doit pouvoir évoluer au minimum de 45° à 4,5°.

L'image retransmise doit être stabilisée afin que le confort de l'opérateur soit maximal.

L'ensemble des composants de cette station sol doit être durcis.

La liaison de commande et de télémétrie du mini-drone doit être numérique et protégée contre les brouillages. La portée de cette liaison doit être d'au moins un (1) kilomètre en champ libre. La puissance d'émission de cette liaison est paramétrable.

La liaison vidéo doit être également numérique et chiffrée en AES 128 bits minimum. La portée pratique de cette liaison doit être d'au moins un (1) kilomètre en champ libre. La puissance d'émission de cette liaison est paramétrable.

Le transmetteur numérique vidéo doit permettre au minimum la transmission d'images au format vidéo standard SD.

Afin de lutter contre le brouillage, le système doit permettre le changement aisé des fréquences de commande et de transmission vidéo par l'opérateur ou de façon automatique (sauts de fréquence).

Les bandes de fréquences de la liaison vidéo et de la liaison de commande/télémétrie doivent être distinctes et suffisamment éloignées. Les bandes de fréquences proposées et les puissances d'émission mises en jeu doivent être conformes à la réglementation en vigueur.

Les fréquences utilisables pour le transport des données télémétriques, des signaux de télécommande et des signaux vidéo seront spécifiées au titulaire par l'administration.

Les images et les vidéos enregistrées doivent pouvoir être retransmises vers d'autres appareils externes via une interface numérique filaire en temps réel.

La solution retenue permet en outre la visualisation de la trajectoire du drone vers un système externe.

Le boîtier de communication doit comprendre au minimum 2 sorties vidéos analogiques et 2 sorties vidéos numériques (USB 2, HDMI...).

La connectique doit être tout temps, indice de protection 54 minimum.

La station sol est capable de stocker numériquement en interne au moins six (6) missions de trente (30) minutes.

L'enregistrement vidéo au format SD minimum doit être possible sur le segment sol, pour une durée minimum de 3h00, sur un support amovible de type SDHC, HDD ou SDXC.

B. Stations de réception et de visualisation sol secondaires

Les stations de réception et de visualisation secondaire permettent la réception en temps réel des images de la charge utile et la télémétrie reçue.

Elles visualisent à l'identique les images affichées sur l'écran de la station sol principale. Une cartographie identique à celle de la station principale peut être adjointe aux stations sol secondaires. Elles permettent le rejeu complet des missions effectuées.

Elles n'ont aucune action concernant la conduite du drone.

Elles sont constituées de **deux tablettes tactiles durcies** d'une dimension d'au moins 10". Leur écran est de haute définition, de haute luminosité (mini 750cd/m²), lisible en plein soleil. Elles sont certifiées IP 54 minimum.

L'autonomie de fonctionnement des tablettes durcies est de quatre (4) heures minimum. Ces tablettes sont dotées d'au moins 2 ports USB et d'un lecteur de carte SD, pouvant accueillir des cartes SD de 128 Go, d'une connexion sans fil de type WIFI et d'une interface Bluetooth. Elles sont dotées au minimum d'un processeur Intel Core i5 ou équivalent.

Elles disposent d'une antenne intégrée permettant de capter la vidéo descendante du système, ainsi que d'un connecteur extérieur permettant d'y joindre une antenne extérieure fournie afin d'améliorer la réception des images. Cette antenne peut magnétiquement se fixer sur le toit d'un véhicule. Un câble de 5 mètres minimum permet la connexion de cette antenne extérieure.

Elles disposent d'un enregistreur permettant de récupérer sous un format d'accès de type USB les vols effectués.

4. Les interfaces

4.1 Électrique

Les sous-ensembles sol, liaison de données et chargeurs de batterie doivent pouvoir être alimentés :

- à partir d'une source électrique continue de 12 volts ;
- à partir d'une source électrique alternative 220 volts respectant la norme NF C 15-100.

4.2 Géographique

L'ellipsoïde de référence utilisée pour fournir et restituer les positions géographiques doit être le WGS 84, système géodésique mondial le plus courant, utilisé par le système GPS.

L'expression des coordonnées géographiques doit respecter un standard reconnu :

- MGRS : *Military Grid Reference System* (système de coordonnées géographiques standard de l'OTAN) ;
- DMS : Degré Minute Seconde ;
- DM : Degré Minute ;
- DD : Degré Décimal.

4.3 Cartographique

Le système doit permettre à l'opérateur de construire le fond cartographique en moins de 10 (dix) minutes.

Cette durée est validée pour une zone dont la taille minimale est un carré dont le côté est égal au double de la portée du système.

Pour constituer le fond cartographique géo-référencé, le système doit pouvoir prendre en compte des données cartographiques respectant des standards du marché faciles à approvisionner et à manipuler.

Les données cartographiques doivent pouvoir être importées dans le système à partir de supports amovibles respectant un standard reconnu (USB).

Le format des données exportées doit être un standard reconnu non propriétaire :

- AVI ou MPEG ou MP4 (H264) pour les vidéos ;
- JPEG ou BMP pour les images.

5. Ergonomie – Facteurs humains

Les dimensions du système et son colisage doivent permettre un transport à dos d'homme si nécessaire (transport sac à dos).

L'ensemble du matériel tient dans une seule caisse de transport et permet son transport dans un véhicule non aménagé. La valise de transport doit contenir la plate-forme volante, son système de commande et de transmission, en leur assurant une protection à la fois contre les agressions extérieures et les chocs. Elle doit être étanche et doit pouvoir résister aux aléas climatiques et thermiques proposant une résistance à des températures dans une plage minimale comprise entre -15 et +50° Celsius.

Elle doit être robuste.

Cette valise de transport est obligatoirement de couleur noire. Elle doit être adaptée au fret aérien et dotée de roulettes et poignées télescopiques si nécessaire.

Les stations sol principale et secondaire doivent pouvoir être mobiles et intégrer dans la même interface les outils de visualisation de la vidéo et de cartographie.

Les interfaces homme machines doivent être en français.

La charge utile (caméra HD, caméra thermique, nacelle) doit être évolutive, modulable et permettre à moyen terme l'intégration de capteurs spécifiques.

La luminosité des écrans (principale et secondaire) doit pouvoir être adaptée à toutes les conditions de luminosité ambiante (jour, nuit, toutes conditions météorologiques).

Le système doit pouvoir être utilisé par une seule personne.

Le remplacement de la charge utile doit pouvoir se faire sur le terrain, sans nécessiter d'outillages spécifiques.

6. Fourniture des pièces nécessaires au Maintien en Condition Opérationnelle (MCO) et mises à jour logicielles

6.1 Fourniture de pièces de rechange et outillages

Le matériel livré avec le système comprend les pièces de rechange, l'outillage et la documentation en français permettant de réaliser deux cents (200) heures de vol (pales, moteurs, etc.). Toute pièce nécessaire, au cours de ces deux cents (200) premières heures de vol et dans le cadre d'un usage normal, est due par le titulaire sans surcoût pour l'administration.

Ce matériel doit permettre de réaliser toute la maintenance de premier niveau (NTI-1) par un télépilote.

Un moyen de garder automatiquement la trace des cycles de rechargement doit être associé à chaque batterie.

6.2 Maintenance évolutive

Le titulaire s'engage à assurer la montée en version des différents logiciels implémentés sur le système de drone pendant la durée du marché.

6.3 Gestion des obsolescences

Le titulaire s'engage à effectuer un suivi de l'obsolescence des pièces et à informer régulièrement l'administration de sorte à maximiser la durée d'utilisation du système.

Il est souhaitable que les composants utilisés ne présentent aucun risque d'obsolescence.

7. Tenue à l'environnement du système

Dans toutes les utilisations qui ne sont pas du stockage, le système doit supporter des températures extérieures comprises entre -10° C et +35 ° C.

Le matériel doit pouvoir être stocké à des températures comprises entre -10° C et + 50° C.

Le système doit être conçu pour résister à une pluie fine. Les éléments électriques doivent être protégés.

Le système doit pouvoir être mis en œuvre sans perte de performance ni de fonctionnalité à des altitudes par rapport au niveau de la mer, allant jusqu'à 1000 mètres.

Dans la plage d'altitude admissible au décollage, la phase de décollage est assurée par un vent au sol de vitesse comprise entre 0 et 6 m/s, en atmosphère standard.

Sans limitation des performances, le système doit fonctionner avec des vents allant à 10 m/s en atmosphère standard.

8. Formation

Les sessions de formation sont composées de 3 à 6 stagiaires maximum. Elles se déroulent sur une période de 3 à 5 jours maximum, incluant la formation théorique et pratique.

A l'issue de cette formation, un stagiaire non initié au système doit pouvoir :

- mettre en œuvre et de piloter le système ;
- exploiter l'ensemble des fonctions du système, y compris l'analyse des données enregistrées, de jour comme de nuit, ainsi que la gestion des modes dégradés ;
- assurer les interventions de maintenance de premier niveau (NTI-1) sans assistance extérieure et en toute sécurité.

Cette formation a lieu en région Île-de-France sur un lieu défini par le titulaire en accord avec l'administration et en adéquation avec le contenu de la formation.

9. Aptitude au vol

Le titulaire fournit à l'administration la totalité du dossier d'aptitude au vol, établi selon l'annexe de l'arrêté du 24 décembre 2013 fixant les règles relatives à la conception et aux conditions d'utilisation des aéronefs militaires et des aéronefs appartenant à l'Etat et utilisés par les services de douanes, de sécurité publique et de sécurité civile qui circulent sans aucune personne à bord.

Le titulaire fournit une attestation de dépôt du dossier d'aptitude au vol auprès de l'autorité technique, direction générale de l'armement du ministère de la défense, en vue de la délivrance d'une autorisation de vol dans les zones classées environnement sensible telles que définies par l'arrêté susnommé.