



MISSION EN ESPACE AERIEN HORS CONTROLE ATC ET N'UTILISANT PAS D'AERODROME

Jean-Louis ROCH

RPAS business développement director, Thales Systèmes Aéroportés

J'appartiens à Thales Systèmes Aéroportés et je fais également partie de la Commission technique Drones 3AF. Chaque État est responsable de son espace aérien. (Diapo 3) Nous parlons maintenant de la classe G, c'est-à-dire la partie espace non contrôlée. En dehors des aérodromes et des zones terminales, les espaces de classe G, peuvent s'étendre du sol jusqu'au niveau 115 (11500 pieds) en France et, pour certains États, cela peut aller plus haut. La caractéristique particulière de cet espace non contrôlé est qu'il n'y a aucun contrôle et donc aucune prévention en matière de séparation. Et il n'y a aucun support de contrôle aérien pouvant prévenir de la présence d'un autre trafic dans les parages, sauf si un Service d'Information de Vol (SIV) est disponible, dispose de l'information et peut le faire.

Quelques applications (diapo 4) sur ce que l'on peut réaliser en VLOS et les applications pouvant être imaginées au-delà de la vision directe du télé-pilote, comme par exemple la surveillance d'infrastructures linéaires de grande dimension qui va nécessiter d'être au-delà de la portée optique et visuelle du télé-pilote. On est à la fois en classe G sans aide du contrôle aérien, en dehors de la vue du télé-pilote, et bien souvent en VLL (Very Low Level), qui va couvrir les activités à une hauteur inférieure à 500 pieds car il y a peu de trafic aérien à ce niveau.

Une mission de drone est assez différente d'une mission de transport aérien, bien que l'on utilise les mêmes termes (diapo 5). Dans les missions de transport aérien, on a une phase de décollage et de montée, une phase de descente et d'atterrissage, une phase en route, mais pour un drone cette phase en route va surtout être une phase de transit vers une zone opérationnelle, dans laquelle on va travailler en suivant des trajectoires différentes de celles suivies par un avion traditionnel. C'est donc une particularité des drones et on va, par exemple, imposer ces petites acrobaties dans l'espace non contrôlé.

Quels sont les risques majeurs encourus ? (diapo 6)

Le premier est la collision avec un autre avion. Il n'y a pas de support de contrôle aérien, donc pas de service de séparation, et comme le pilote ne voit pas ce qui se passe à l'extérieur, il n'a ni la vision du trafic, ni d'aide de la part du sol. A moins de 500 pieds, on peut quand même trouver des hélicoptères, des parachutistes, des planeurs, des ULM. Le risque drone est lié à a combinaison de performances propres au vecteur, mais est aussi fonction de la zone survolée et du pays concerné. Le décollage et l'atterrissage peuvent être des phases particulièrement dangereuses s'il n'y a pas de contrôleur permettant de prévenir l'arrivée d'un intrus éventuel.

La collision entre drones a été évoquée, mais le risque majeur est la collision d'un drone avec un avion transportant des personnes à son bord. Il y a également la collision avec le sol ou avec des obstacles venant du sol, comme des grues, des ponts, des bâtiments, des fils électriques, tout cela pouvant constituer un vrai danger et avoir des conséquences éventuelles importantes au niveau de la population survolée et des biens au sol.

(Diapo 7) Parmi ces sources potentielles de risques, la perte de liaison de données qui, à basse altitude, peut être particulièrement dangereuse. S'il y a une autre panne, elle peut envenimer la situation et avoir des conséquences dramatiques, le pilote n'ayant plus la conscience de la situation, ignorant ce qui se passe autour de lui, et ne pouvant pas agir sur la trajectoire du drone. Toute panne du système, du moteur, de la puissance électrique ou hydraulique, de l'information de navigation, peut être catastrophique. On peut se retrouver au-dessus d'une zone non prévue pour laquelle on n'a pas l'autorisation.

Le voir et éviter, (Diapo 8) qu'il s'agisse des missions en espace contrôlé ou celles en espace non contrôlé, le besoin est à peu près le même. C'est une des règles de l'air de l'OACI. En revanche, en ce qui concerne le « *detect and avoid* », il n'y a pas de pilote à bord de l'aéronef pouvant faire la manœuvre nécessaire au dernier moment pour éviter la collision. Dans un drone, on ne voit pas ce qui se passe autour de lui et on va essayer de remplacer tous les senseurs que constitue le pilote lui-même par des senseurs électroniques, des calculateurs et, éventuellement, des commandes pour effectuer la manœuvre d'évitement de collision. Cette manœuvre se prépare, elle doit être anticipée pour ne pas avoir à éviter l'avion au dernier moment, et ce doit être fait dans des règles acceptées notamment par la communauté aéronautique que nous formons.

Quelles sont les solutions potentielles ? Le « *detect and avoid* » a été identifié il y a une dizaine d'années, et se sont mis en place progressivement des groupes de travail sur le sujet. Il y a différentes façons de le faire.

L'une d'elles est appelée « **Airborne Based Detect and Avoid** », c'est-à-dire la version embarquée du système, avec tout à bord de l'aéronef pour la détection, les calculs d'évitement et l'exécution de la manœuvre proprement dite. Il y a la notion d'intrus coopératifs et d'intrus non coopératifs.

L'intrus coopératif est un avion équipé d'un transpondeur ou d'un ADS-B out. Les avions qui ne sont pas équipés de ces moyens sont appelés non coopératifs, et il faut pouvoir aussi les détecter. Il y a différents senseurs : l'interrogation de transpondeur, l'ADS-B, le FLARM, et les senseurs non coopératifs, les senseurs optiques ou électromagnétiques comme le radar. On présente l'information au télépilote en permanence car il doit savoir exactement ce qu'il va se passer. Il peut éventuellement émettre un veto à la manœuvre, il est responsable de l'opération, mais si on n'a pas le temps de mettre le pilote dans la boucle, il faut bien éviter la collision finale et donc avoir une exécution automatique de la manœuvre par le système. L'avantage de ce type de système Airborne est que tout est à bord, il peut y avoir une liaison avec le pilote et le pilote peut avoir une liaison avec l'ATC pour avoir des manœuvres correctives. Il n'y a pas de temps de retard dans l'exécution des manœuvres puisque tout est à bord. Et c'est résistant à une perte éventuelle de données.

Ce type de système fait l'objet de différentes études aux Etats-Unis, mais aussi en Europe, en particulier au sein du groupe EUROCAE WG 73 dédié aux drones, le programme MIDCAS (diapo 10), et d'autres exemples comme ASTRAEA au

Royaume-Uni. Cette problématique va être particulièrement étudiée dans la prochaine phase de SESAR 2020 qui démarre en 2015. MIDCAS est la réponse européenne dans le cadre EDA (European Defence Agency) qui peut être apportée aux problèmes de collision aérienne d'un drone et d'un autre aéronef. Ce programme a été lancé en 2009 et est en train de se terminer, les derniers vols ayant lieu début 2015. L'objectif principal était de définir les conditions d'emploi et les conditions dans lesquelles on peut envisager les opérations d'évitement de manière à définir un standard, lequel va être établi par l'EUROCAE WG73 ; de définir ce que pourrait être un futur système générique ; de réaliser cette fonction en simulation du type Monte-Carlo sur de multiples scénarios ; et enfin de réaliser des essais en vol, réels, qui ont déjà eu lieu sur un avion banc d'essai de la DGA à Istres et qui vont avoir lieu sur un véritable UAV en Italie.

D'autres systèmes contribuent à l'anticollision (diapo 11) :

L'ACAS II ou le T-CAS II qui est le « *safety net* » de l'aviation civile pour éviter les collisions, même avec un pilote à bord. Cette solution n'est pas préconisée pour les drones pour différentes raisons, en tout cas pas dans l'espace non contrôlé.

- Une autre technique appelée **Ground Based Detect and Avoid** (GBDA) est réalisée à partir d'une infrastructure au sol, d'un ou plusieurs radars sol, qui va fournir l'information au pilote et qui passe par la liaison de données. Ce peut être particulièrement intéressant pour les petits drones ou les drones de faible taille puisque le système embarqué va nécessiter une capacité minimale au niveau de la charge utile.
- La dernière caractéristique est la détectabilité du drone lui-même, c'est-à-dire qu'il doit pouvoir être vu visuellement par les autres avions, mais peut-être aussi par d'autres moyens électromagnétiques ou autres, ce qui contribuera à améliorer la sécurité.

Dans le domaine de la collision avec le sol, (diapo 12) la communauté des drones n'avait pas mis jusqu'alors ce sujet dans les priorités maximales, mais on commence à l'étudier sérieusement. Je rappelle qu'il existe dans l'aviation civile les Ground Proximity Warning Systems (GPWS), mais ils ne sont pas forcément adaptés aux drones. On a évoqué les collisions possibles avec le sol, ce peut être avec des travaux, des grues, des mâts, dont la position et l'implantation peuvent changer du jour au lendemain. La solution définie à grande échelle pour l'aéronautique civile nécessite probablement une adaptation de manière à fournir une véritable solution pour les drones. Ce sera un sujet majeur de la future phase de R&D de SESAR 2020 dont on finalise actuellement la phase de définition.

La prévention des pannes systèmes (diapo 13)

Au niveau industriel, il nous faut maintenant des objectifs de sécurité adaptés en fonction de la zone survolée et du scénario opérationnel utilisé pour le drone. C'est à partir de cela que sera définie l'architecture du système. Il ne faut pas être trop exigeant. En effet, par exemple, pour les logiciels selon le niveau d'exigence du moins critique (Level D) au plus critique (Level A), le coût peut être multiplié par un facteur de 5 à 10.

Enfin, la protection de la liaison de données est un point très important. Beaucoup de travaux ont déjà été réalisés dans ce domaine. L'UIT (Union International des Télécommunications) , qui est l'organe mondial qui gère les fréquences radio, a défini des bandes de fréquence pour les drones. L'avantage de

ces bandes de fréquence est qu'elles sont dans des bandes protégées aéronautiques, qui est une façon d'améliorer la sécurité et on ne peut qu'encourager le développement de liaison de données dans ces bandes-là. Et on retombe ensuite dans la définition du système général (duplication, redondance).

En conclusion (diapo 14), voler en espace non contrôlé pour un drone est probablement le défi le plus important, notamment en matière de sécurité. Il existe déjà des technologies pour l'aviation civile, des technologies en cours de développement pour les drones, comme le Detect and Avoid, le projet MIDCAS, les systèmes au sol comme le GBDA (Ground based Detect and Avoid). Je crois beaucoup en l'avenir de la miniaturisation de la technologie et de la définition des objectifs de sécurité cohérents en fonction des scénarios de vol. A partir de cela, on saura faire des systèmes électroniques et mécaniques, d'un coût adapté aux besoins. Je vous invite à visiter notre stand Thales, et en particulier le projet CLAIRE, qui est l'un des neuf projets retenus dans le cadre de la SESAR-JU.