



MISSION EN ESPACE AERIEN OU TOUS LES VOLS SONT SOUS CONTROLE ATC

Bernadette VEYE dit CHARETON,

Head of airworthiness France, Airbus Defence and Space

Cette présentation s'appuie sur mon expérience acquise chez Airbus Defence and Space, mais également sur des publications faites dans le cadre de la Commission technique drones de la 3AF à laquelle j'appartiens depuis plusieurs années (ref. les cahiers de la CT Drones de l'AAAF)). Je commencerai par vous expliquer ce que sont un espace contrôlé et un espace non-contrôlé.

Principes généraux (diapo 3)

L'introduction des drones dans l'espace aérien se fait dans un cadre réglementaire à trois niveaux : mondial, européen, national, qui s'organise autour de trois piliers : la navigabilité, la formation et les règles de l'air. La sécurité est le mot-clé de ces trois piliers. Un drone, tout comme un avion, doit se conformer à ces règles. Dans l'espace aérien, chacun doit jouer un rôle. Le drone doit être *safe*, le pilote doit être entraîné, l'Air Traffic Control va jouer son rôle de prévention des collisions en assurant la séparation entre les avions. Le drone est un aéronef comme les autres, mais il a, bien sûr, ses spécificités. Il utilise des zones de vol particulières, beaucoup de drones sont opérés à des hauteurs de moins de 150 mètres, et c'est un aéronef dont le pilote est au sol, c'est-à-dire qu'il n'est pas dans la partie qui vole. Ce qui va constituer le drone, ce n'est pas uniquement la partie qui vole, mais également ses liaisons de données et sa ou ses stations sol. Le drone est un aéronef dont la réglementation n'est pas complètement établie aujourd'hui.

(Diapo 4) Le drone va s'introduire dans un espace aérien dans lequel on a déjà deux régimes de vol différents. Nous avons le VFR (Visual Flight Rules), et l'IFR (Instrument Flight Rules). Les vols VFR se font après avoir suivi une formation de base et sont limités à des vols où la visibilité est suffisante pour un avion. Les vols IFR se font en ayant suivi une formation plus complète et les avions doivent être équipés d'instruments pour pouvoir réaliser ces vols en IFR. L'OACI a défini sept classes d'espace, qui sont notées de A à G. Ces espaces sont organisés dans chaque pays. Ainsi, chaque pays européen a ses propres espaces, et selon ces classes d'espace, le service rendu par l'ATC ne sera pas le même.

Les espaces contrôlés sont ceux de classe A, B, C, D et E, et les espaces non contrôlés sont ceux de classe F et G. Même au sein des espaces aériens contrôlés, il existe des différences en termes de services rendus par l'Air Traffic Control. C'est l'ATC qui va gérer la séparation entre les avions et les drones dans certaines classes d'espace aérien, pour un régime de vol donné. Et dans d'autres classes, c'est le drone, parfois aidé par une information de trafic issue de l'ATC, ou c'est le drone tout seul qui va être livré à lui-même.

Quelques cas dépendent aussi de la nature du **régime du vol de drone**.

En plus de la notion VFR et IFR, (diapo 5) de nouvelles notions vont apparaître pour les drones. Le VLOS, Visual Line of Sight, est le vol qui va se faire en vue du pilote. Le BVLOS, Beyond Visual Line of Sight est le vol qui va se faire hors de vue du pilote. Le Radio LOS, en liaison radio directe, et le Beyond Radio LOS, hors liaison radio directe. Quel que soit le type de vol, on aura soit de la radio, soit un téléphone pour échanger avec l'ATC, et un transpondeur selon les cas. Dans un drone, le pilote n'est pas à bord de l'aéronef, il ne peut pas réaliser les manœuvres, du type voir et éviter, depuis le bord. S'il les réalise depuis le sol, des temps de latence vont s'ajouter. Même chose pour la communication. Ces temps vont se rajouter en termes de détection et d'action.

(diapo 6) Dans le monde militaire, les règles sont définies dans l'instruction DIRCAM 1550 et les règles de séparation dans les espaces militaires se gèrent aujourd'hui selon que le drone est contrôlé ou non contrôlé et selon qu'il est équipé ou non d'un transpondeur. Pour voler en espace militaire aujourd'hui, certains équipements vont être obligatoires comme les moyens de communication avec les contrôleurs soit par téléphone, soit par radio. Toutes les données sont obligatoirement enregistrées à bord, mais aussi au sol. L'aéronef doit être équipé d'un transpondeur ; une radio et une ligne téléphonique doivent être disponibles entre l'équipe de vol et l'autorité de la base aérienne. Enfin, il est obligatoire d'avoir des feux de navigation et d'anticollision afin que les autres aéronefs voient le drone. Les militaires ont défini des règles de séparation. Aujourd'hui, avions et drones ne cohabitent essentiellement qu'autour des zones d'aérodromes, mais les contrôleurs prennent soin de préserver chacun dans un espace séparé.

L'analyse des risques (diapo 7)

Le premier risque d'un drone dans un espace contrôlé est la collision avec les autres avions. Ce risque est minimisé puisqu'il est géré par l'ATC. Le deuxième risque est celui de collision avec le sol ou avec des obstacles au sol. La réglementation drone va devoir définir des niveaux de risque intrinsèques au système de drone lui-même. Le drone est alors conçu afin de satisfaire à ces niveaux de sécurité. Le concepteur de drone va réaliser une étude systématique des pannes et de leurs conséquences, et si cette panne est inacceptable, il va essayer de trouver des recommandations ou des modifications de conception, le but étant de les implémenter afin soit de modifier la probabilité de survenue d'une défaillance, soit de modifier sa conséquence.

Il y a deux événements redoutés d'un système de drone.

- D'une part, le crash hors de sa zone de sécurité. On peut avoir des zones préparées à son crash, auquel cas le crash ne sera pas considéré comme un événement catastrophique, car il n'y a personne à bord
- D'autre part, la sortie de la zone de vol.

Lorsqu'on réalise une étude de sécurité, on définit les modes dégradés en fonction de chaque constructeur. Il n'existe pas de standardisation des modes dégradés.

J'ai participé à la conception de deux drones, un de 10 kg et un de 1,2 tonne. Pour le drone de 10 kg, nous nous sommes inspirés des modes dégradés d'un drone de 1,2 tonne, mais on s'est rendu compte qu'il n'y avait pas de standardisation, ce qui est très gênant pour le contrôleur de la circulation aérienne qui a besoin de

savoir ce que va faire le drone en cas de mode dégradé. Avec la multiplication des drones, il va devenir important de définir des règles communes. C'est ce que j'appelle la standardisation.

Risque acceptable (Diapo 8)

Nous allons maintenant voir comment définir un niveau de risque pour rendre le système acceptable pour des vols de drones. Le risque ne dépend pas uniquement du poids du drone. D'abord, je propose une formule. Le risque global est d'abord un risque système qui doit être défini. Il s'exprime en nombre de morts par millions d'heures N. La variable S va représenter la surface létale d'un drone, c'est-à-dire en termes de conséquence mortelle. La variable De va représenter le degré d'exposition de la population qui peut, dans certaines missions, se situer dans des bâtiments et qui va donc être protégée. Enfin P correspond à la probabilité de survenue des événements redoutés. Le risque est alors donné par la formule $N = S * De * P$.

Cette approche met en évidence plusieurs constats. D'une part, le risque dépend des risques au sol, et donc des conséquences du crash. D'autre part, les paramètres à définir ne sont pas tous techniques ; ainsi, l'industriel qui conçoit son drone va pouvoir maîtriser la probabilité d'un événement catastrophique puisqu'il pourra la quantifier, mais ce n'est pas le seul paramètre. Les autorités vont également devoir définir le risque global, le niveau acceptable en termes de nombre de morts par million d'heures de vol. Et il y a un paramètre opérationnel puisque va être pris en compte, selon les missions, le caractère exposé ou pas des populations. Ainsi, une surveillance de conduite forcée, par exemple, située en pleine montagne où il est certain que personne ne se trouve en dessous pourra avoir un risque de perte supérieur à une opération réalisée au-dessus d'une zone dense dans une ville.

Exemples

Les militaires réalisent régulièrement des vols au-dessus du territoire national (Diapo 9) et ils vont utiliser ce que l'on appelle la smart ségrégation, qui est une gestion dynamique des espaces. Elle va permettre de réserver des zones à l'avance, en passant par la création ZRT (Zone Réservée Temporaire), et d'activer ces zones dans des délais assez courts, de quelques minutes. Cette gestion dynamique est une solution qui permet de ne pas privatiser les espaces pendant trop longtemps. C'est une solution que je considère très intéressante et qui représente une réelle piste de solution à court terme qui va permettre de faire du vol ségrégué et d'ouvrir le ciel à des opérateurs de drones. Cette approche est possible pour des missions de surveillance des réseaux où les vols sont réalisés à moins de 150 mètres. Elle reste, bien sûr limitative, mais elle permet d'ouvrir rapidement le marché.

Expérimentations

Il est important de définir les procédures de gestion des opérateurs de drones. SESAR a lancé en octobre 2013 neuf démonstrations pour toute l'Europe, l'objectif étant de les réaliser avec toutes les parties prenantes et de définir les procédures basées sur des vols réels.

- Dans l'un de ces programmes appelé TEMPAERIS (diapo 11), les vols réels ainsi que des simulations vont permettre de mesurer l'impact d'un drone sur un aéroport de taille moyenne. Nous allons tester les modes dégradés d'un drone afin de définir quel doit être le bon traitement du mode dégradé pour le drone, mais aussi pour le contrôleur et les autres avions.

- Un autre projet de l'Agence Nationale de la Recherche, intitulé SURICATE (diapo 12), consiste à étudier l'intérêt d'utiliser les drones pour de la surveillance de rails et des applications de maintenance, d'actes de malveillance ou pour des inspections de lignes électriques. L'objectif du projet est de proposer des solutions alternatives à celles existantes à un coût viable. Les gaps technologiques sont divers. Nous allons travailler sur la chaîne de mission, sur les liaisons de communication, sur la gestion de la plate-forme et, bien sûr, sur la réglementation de l'espace aérien. Le but de cette étude est de proposer une roadmap d'utilisation des drones longue endurance pour le marché civil. Il s'agit d'un projet de recherche sur trois ans qui a démarré début 2014.

Conclusions

Pour conclure (diapo 13), l'utilisation des drones en espace contrôlé est possible dès aujourd'hui, c'est ce que nous démontrent les militaires tous les jours. Les aéronefs doivent être à un niveau de sécurité requis qui va dépendre des opérations envisagées. La *Smart Segregation* est une solution qui fonctionne. Les procédures restent à définir, mais les projets sont en marche, et on voit que rien ne vaut le vol réel pour les définir et les démontrer. Enfin, sur le long terme, rien ne pourra avancer davantage tant que les solutions techniques pour le *Sense and Avoid* ne seront pas trouvées. La standardisation est un aspect important pour que chaque drone ne soit pas un cas particulier et que les contrôleurs puissent facilement nous aiguiller. Les drones, petits comme gros, pourront être dotés d'équipements minimaux embarqués quand la technologie sera miniaturisée. Nous pourrons donc tous bientôt voler en espace contrôlé.