

## **L'utilisation civile des drones - problèmes techniques, opérationnels et juridiques -**

**GCA (2S) Michel Asencio**, Chercheur associé

(28 mars 2008)

### **Introduction**

Cette note vise à analyser le contexte de l'intégration des drones dans les systèmes français et européens de surveillance, de sécurité et de sauvegarde intérieure, d'une manière générale. Elle s'attache à passer en revue, après un rappel des missions qui s'y rattachent, les enjeux opérationnels, techniques et juridiques qui se posent, tant dans les milieux civil que militaire.

### **Rappel des missions des drones**

Les utilisations des drones dans les missions duales sont nombreuses et le champ d'application à long terme n'est pas encore cerné. Dans les missions actuelles, on peut citer : la surveillance et l'observation (études scientifiques, surveillance d'urgence et protection civile) pouvant également inclure des missions de transport et de travail aérien comme la prise de vues destinées aux applications sans cesse croissante de l'imagerie mais aussi l'épandage à des fins agricoles et des missions spécifiques (transport de charges sous élingue, recherche et sauvetage, soutien à l'aide humanitaire) qui ressortissent davantage d'une utilisation privée – et donc commerciale – qu'exclusivement publique.

On peut ajouter l'emploi des drones dans la reconnaissance des frontières, l'évaluation des dommages, la surveillance des feux de forêt, des lignes électriques haute tension, le survol des régions éloignées, montagneuses et peu accessibles, des zones de pêche et des routes maritimes très fréquentées et dangereuses, les niveaux de pollution atmosphérique ou en mer, la surveillance du trafic routier, les tracés terrestres et la cartographie...

Les drones permettraient des améliorations de capacités par : un renforcement du renseignement au plus près du temps réel ; le soutien à l'ordre public et à la sécurité, surveillance d'événements, de manifestations, de personnes ; un nœud relais pour les transmissions tactiques en milieu difficile ; l'évaluation des dommages en temps quasi réel ; la reconnaissance pour mener des opérations sensibles ; le soutien à l'encercllement et à la mise en isolement.

En plein débat sur l'immigration, la Chambre des représentants américains a demandé au Département de la Défense (DoD) et au DHS (Department of Homeland Security) de s'entendre pour élargir l'utilisation des drones militaires à la mission de surveillance des frontières. Vu le niveau d'investissement annuel dans les systèmes de drones du DoD, de l'ordre de 2.5 Md\$, les représentants estiment que les systèmes et technologies développés doivent trouver un usage dual. D'autant que les drones militaires en service ou en développement possèdent toutes les qualités et les performances requises pour assurer la mission de surveillance frontalière : endurance, capteurs de reconnaissance électro-optique jour/nuit, voire radar à ouverture synthétique (SAR) tout temps avec des coûts d'utilisation réduits.

Autre exemple, le programme Deep Water pour la garde côtière américaine vise à acquérir 76 drones pour la surveillance maritime et relever les nouveaux défis de sécurité : observation des pipelines de pétrole et de gaz, surveillance de cargaisons dangereuses, dépistage de vols de contrebande, des actes de piraterie maritime mais aussi des sources d'eau, des vestiges archéologiques, des filons de matières premières ou de combustible...

Ces équipements sont particulièrement adaptés aussi au survol de manifestations rassemblant plusieurs milliers de personnes. En cas de débordement, ils peuvent identifier rapidement, grâce à leurs caméras embarquées, les émeutiers et les immobiliser en projetant du gaz lacrymogène, par exemple (armes non létales).

Mais l'utilisation des drones présente aussi des lacunes.

Les drones tactiques, et *a fortiori* les mini drones, présentent une vulnérabilité intrinsèque (fiabilité, conditions météorologiques et en particulier sensibilité aux rafales de vent, perte de liaison en zone urbaine...), ils fragilisent également le réseau d'information dans lequel ils sont insérés, en complexifiant le système.

Un inconvénient majeur pour les drones à usage civil est que ces aéronefs non habités ne sont pas encore « libres » de voler dans un espace aérien « non ségrégué », c'est-à-dire non délimité en temps et en volume. Ce qui est un frein à la diversification des utilisations. Il est vrai cependant qu'en se limitant à une très basse altitude (inférieure à 1 500 ft – 500 mètres) et en ne dépassant pas un certain poids (< 50 kg), les micro drones pourront

s'affranchir de cette règle contraignante. Par contre, ils sont exposés en volant très bas et en milieu urbain, aux phénomènes aérologiques et à un spectre de fréquences sursaturé où les interférences sont nombreuses et les risques de perte de transmissions élevés.

## **La fiabilité et les coûts des drones**

### *Fiabilité des drones*

Il y a quelques années, les analystes arguaient du fait que les UAV avaient un problème de fiabilité.

Pour les premières générations d'aéronefs non habités, le taux d'attrition était effectivement très important et même s'il a largement décru avec les nouvelles générations de machines, qui pourtant se complexifient, il reste actuellement au moins dix fois supérieur à ceux des avions pilotés

Les causes de pertes d'UAV concernent pour 30 % le contrôle du vol ; la motorisation est incriminée dans 25 % des cas, les erreurs humaines ne comptent que pour 25 %, le reste concernant les communications, l'énergie<sup>1</sup>...

La fiabilité des sous-systèmes UAV est encore largement perfectible pour atteindre les pourcentages d'attrition d'un avion piloté où les causes d'attrition sont inversées : 75 % dues à des erreurs humaines et 25% imputables à des causes techniques ou à l'environnement. Avec la maturité des systèmes, la fiabilité des UAV stratégiques et tactiques ne devrait pas être très différente des niveaux atteints par les avions pilotés aux points comparables dans leur développement et elle devrait donc s'améliorer sensiblement. Par contre pour les mini et les micro drones, leur fiabilité restera sans doute faible pour des raisons d'investissement et de coût de développement.

### *Les coûts des drones*

Faute d'exploitation opérationnelle effective, il est difficile de définir exactement le coût de possession d'un drone à usage civil et de le comparer à celui d'un avion léger ou à un hélicoptère.

Par contre, on commence à posséder certains chiffres pour les drones à usage militaire. D'après un rapport EUO de 2005, les drones permettraient de rationaliser à faible coût les armées de l'Air en retirant l'élément humain et en éliminant les dépenses associées, ce qui semble évident. La formation d'un pilote représenterait de 12 à 14 % du prix total d'un F16. De ce fait, le montant d'une heure de vol d'un drone serait 18 fois inférieur à celle d'un JSF F35. De manière générale et en moyenne, un soldat

---

<sup>1</sup> Données issues d'une étude IAI sur les drones après 120 000 heures de vol, année 2007.

coûterait 4 millions de dollars par an contre 400 000 par an pour un robot. Un facteur dix !

Sans extrapoler de manière trop hâtive pour le domaine civil, quelques chiffres permettent de fixer les ordres de grandeurs.

- Avec leurs F16 déployés en Irak et en Afghanistan, les Américains sont en train de faire leurs comptes et ils tendent à remplacer les avions pilotés par des UAV armés – Predator B. C'est un signe qui ne trompe pas en matière de rapport coût/efficacité.
- Le coût d'emploi par heure du A-67 Dragon (avion dronisé aux États-Unis) est de 280 dollars contre 300 dollars pour le Super Tucano (avion de formation et d'entraînement léger), environ 5 000 dollars pour un hélicoptère d'attaque et 1 000 dollars pour un UAV Predator A.
- Un article récent dans la presse faisait état en France, d'un coût de 800 € par heure de vol pour un avion léger piloté pour surveiller la Coupe du monde du rugby, contre un millier d'euros pour un hélicoptère.
- Dans le comté de Los Angeles, les services du shérif mettent en œuvre des mini drones dont le coût unitaire est compris entre \$5 000 et \$15 000.

Il est incontestable qu'un drone de surveillance est en mesure d'embarquer les capteurs d'un avion léger pour un coût moindre à l'heure de vol (pour peu qu'on puisse ségréguer l'espace dans lequel il va évoluer). Lorsque les exigences seront mieux définies, le coût à l'heure de vol devrait être réellement à l'avantage des systèmes non habités.

### **Les drones et la réglementation aérienne**

Les exigences à l'intégration d'un aéronef à l'espace aérien reposent sur la convention de Chicago (1944) et les règles édictées par l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI). Elles reposent sur trois articles majeurs qui constituent les piliers de la sécurité aérienne :

- l'article 31 de la convention de Chicago qui instaure le certificat de navigabilité, ce qui pose la question du maintien tout au long de la vie de l'aéronef du label « navigabilité continue » ;
- l'article 32 qui parle des brevets et licences à acquérir par les équipages ;
- l'article 12 qui fixe les règles de l'air et les emports d'équipements de conformité nécessaires (transpondeur, TCAS, ADS-B,...).

En 2007, le corpus réglementaire est complet et les normes existent mais les aéronefs non habités n'ont pas encore les équipements qui répondent à toutes les exigences. L'utilisation des drones comme aéronefs d'Etat en espaces ségrégués (dans des volumes bien définis) est effectivement couverte par une série de textes mais l'insertion dans la circulation

aérienne générale (CAG) ne sera pas possible avant une quinzaine d'années. Les drones « *ne seront libres* » qu'à cette date.

### *Les textes réglementaires existants*

En France, il existe dans le domaine militaire une instruction provisoire relative aux vols de drones en circulation aérienne militaire sur le territoire métropolitain<sup>2</sup>. Cette instruction introduit des spécifications nécessaires aux vols des différentes catégories de drones : mini drones (masse inférieure ou égale à 25 kg ou masse comprise entre 25 et 50 kg) – drones tactiques à voilure fixe ou tournante – MALE – HALE et UCAV, mises en œuvre par la Défense, mais applicable à tous les aéronefs d'État.

Un arrêté interministériel « *relatif aux conditions d'insertion et d'évolution dans l'espace aérien des aéronefs civils ou de la défense non habités* » est paru le 1<sup>er</sup> août 2007. Ce document constitue la première avancée importante dans la réglementation car il est de portée interministérielle. Cet arrêté devrait permettre de prendre des photos à partir de drones civils (police, douanes, sécurité civile...) et réserver à chacun sa partie d'espace.

L'article 3 de la convention de Chicago considère les drones de la police, des douanes et des pompiers comme des aéronefs d'État. En France, sous réserve d'autorisation du général de la Défense aérienne, les aéronefs de ces entités peuvent donc voler, dès aujourd'hui, en Circulation aérienne militaire (CAM ou OAT-*Operational Air Traffic*).

### *La problématique de l'intégration dans la CAG*

L'insertion des drones, civil ou militaire, dans la circulation aérienne nécessite que ces systèmes soient certifiés ou autorisés à voler et que des règles de circulation aérienne spécifiques soient définies du fait des difficultés qu'ils soulèvent en matière de risque de collision avec les autres aéronefs. La certification de navigabilité est une reconnaissance, par les autorités publiques compétentes, que le système de drone est conforme aux exigences permettant de remplacer l'œil du pilote pour appliquer la règle d'or « Voir et Éviter », chère aux navigants et à l'OACI. La formation et la qualification du pilote opérateur doivent également être définies. Seule, la convention de Chicago prévoit, en son article 8, que « *chaque Etat contractant s'engage à ce que le vol d'aéronef sans pilote [soit sans] danger pour les aéronefs civils* ».

Le cas des drones civils a été traité d'une façon très restrictive lors de la mise au point de la convention de Chicago. Cette restriction s'explique par le fait qu'il a été considéré que l'aviation générale ne se développerait que si c'était un moyen de transport sûr et en faisant reposer la sécurité sur le

<sup>2</sup> IM n° 2250/DIRCAM du 19 janvier 2004, Direction de la circulation aérienne militaire.

pilote. Par conséquent, lorsqu'il n'y a pas de pilote à bord, il a été estimé que la sécurité ne pouvait plus être assurée.

Si les drones devaient être employés massivement dans le secteur civil, une réglementation serait donc nécessaire en matière de navigabilité des aéronefs et de circulation de ces derniers, eu égard aux risques particuliers liés à leurs évolutions – impossibilité d'appliquer pleinement le concept « Voir et Eviter » dans l'état de l'art actuel – notamment et de qualification des pilotes (brevets et licences).

Il n'existe aujourd'hui aucune réglementation sur la circulation aérienne des drones ni de code de navigabilité, au niveau européen. Un travail commun entre Eurocontrol, l'Agence européenne de sécurité aérienne (AESA), les directions générales des aviations civiles ainsi que les ministères de la Défense des 27 pays de l'Union européenne, reste donc à mener pour harmoniser les problèmes posés par la navigation de ces aéronefs.

L'arrêté du 21 mars 2007 « *relatif aux aéronefs non habités qui évoluent en vue directe de leur opérateur* », qui abroge celui de 1986, distingue aussi deux catégories d'aéromodèles A (masse < 25 kg et des caractéristiques de motorisation) et B tous les autres modèles (m < 50 kg) mais qui ne traite que de l'autorisation de vol délivrée par l'organisme compétent (l'Agence européenne de sécurité aérienne – AESA – pour le civil ; Déléation générale de l'armement – DGA- pour la Défense) et non de certification. On peut donc décoller et faire de l'aéromodélisme à vue, sinon il faut obligatoirement « ségréguer » l'espace.

### **Les drones et les problèmes juridiques de responsabilité**

Avec le développement de la technologie, la sécurité repose maintenant en grande partie sur les calculateurs de bord et les liaisons radioélectriques. Face à ces avancées techniques, la partie juridique semble figée, même si cet état de fait ne gêne pas les initiatives et les actions restant à prendre, qui sont maintenant connues et qui permettent d'envisager la construction et l'exploitation d'un drone à finalité civile.

#### *Aéronefs d'État/aéronefs civils*

Il n'y a pas de différence entre un aéronef piloté et un aéronef non habité, piloté en déporté. Un drone est un aéronef avec les contentieux qui peuvent concerner un avion piloté.

Les drones sont juridiquement des aéronefs, et en raison de leur utilisation sont pour l'instant des aéronefs d'Etat. Ils ne sont pas soumis à la réglementation aéronautique civile, excepté pour ce qui concerne la responsabilité, domaine où le Code de l'aviation civile (CAC) est appliqué. Ne peut être considéré aéronef d'Etat qu'un aéronef ayant été certifié (par la DGA pour les aéronefs militaires, par l'AESA pour les aéronefs civils), ce



qui n'est pas toujours le cas des drones civils qui volent au-dessus d'une agglomération habitée.

Dans le domaine militaire, le pilote, opérateur de drone, doit obligatoirement posséder la qualification et les connaissances requises et nécessaires, définies par les autorités d'emploi concernées, pour assurer la conduite du vol d'un drone (STANAG OTAN 4670).

Dans le domaine civil, on est à la recherche de la qualification juridique des drones. Ils sont considérés comme une nouvelle catégorie d'aéronef assimilable, en raison de leur utilisation essentiellement publique, à la notion d'aéronef d'Etat<sup>3</sup>. Les contours encore imprécis de leur statut invitent à penser que la navigation aérienne de ce type d'engin ne manquera pas de susciter un abondant contentieux sur la responsabilité.

Pour l'instant, l'emploi des drones se rattache davantage à la notion d'aéronef d'Etat qu'à celle d'aéronef civil mais cette qualification risque rapidement d'apparaître insuffisante. La palette des applications potentielles dans le domaine civil est en effet presque illimitée et les réglementations relatives aux aéronefs d'Etat, jugées trop rigides.

En lui-même, la notion d'aéronef d'Etat comporte plusieurs conséquences, au nombre desquelles la certification obligatoire, la non application de la convention de Chicago à ce type d'aéronef, l'obligation de demander l'autorisation de survol par la voie diplomatique, l'usage d'un indicatif et d'une immatriculation spécifiques et pose le problème de leur immunité, voire de leur saisie éventuelle par un Etat survolé... Toutes ces questions ne manqueront pas de se poser dans un proche avenir alors qu'il n'existe pas de véritable statut pour les drones.

#### *Régimes de responsabilité applicables aux drones*

La coexistence de deux régimes de responsabilité applicables aux aéronefs – le droit commun de la responsabilité civile du transport aérien et le droit spécial de la responsabilité du transport aérien – constitue la principale difficulté pour déterminer les règles applicables au contentieux lié à l'exploitation des drones<sup>4</sup>.

La définition d'un statut juridique des aéronefs non habités pourrait néanmoins s'inspirer des règles applicables à l'activité aéronautique la plus importante : le transport aérien. S'il n'est pas (encore) un engin de transport, le drone pourrait emprunter tout ou partie des règles de la responsabilité aérienne. L'utilisation de tels engins implique aussi une

---

<sup>3</sup> Informations extraites de l'article du Commissaire Colonel Pascal M. Dupont, Chronique du droit aérien, « Les drones en question » dans la Revue française du droit aérien et spatial, vol. 238, n° 2, avril-juin 2006.

<sup>4</sup> Informations extraites de l'article du Commissaire Colonel Pascal M. Dupont, Chronique du droit aérien, « Les drones en question » dans la Revue Française du Droit Aérien et Spatial, op. cit.

distinction entre son exploitant et son propriétaire. La notion d'exploitant – qui est celui qui tire profit de l'aéronef ou son gardien au sens de l'article 1384, alinéa 1 du Code civil – correspond, tout comme celle de propriétaire, à une utilisation normale des drones.

Comme tout aéronef, les drones peuvent être loués. Dans ce cas précis qui correspond bien aux perspectives de développement économique des drones, l'application du régime de la responsabilité aérienne aurait pour effet de permettre au propriétaire ayant inscrit la location au registre d'immatriculation – c'est-à-dire bien souvent l'Etat ou les industriels – de cesser d'être exploitant et de n'être plus responsable que pour faute prouvée des dommages causés.

L'activité d'entraînement au vol des drones n'est pas non plus à négliger. L'obligation de sécurité de moyens qui pèse sur les professeurs de sport a déjà été étendue aux activités d'initiation au vol en ULM, de planeur et de parapente. Du fait de leur emploi d'engin guidé depuis le sol, l'utilisation des drones présente les mêmes risques.

Les études juridiques sur le statut de ce type d'aéronefs ne font que commencer et il est fort probable qu'un premier incident grave avec un drone fera jurisprudence faute de textes existants<sup>5</sup>. Certains experts plaident plutôt pour la promotion du droit spécial de la responsabilité du transport aérien, même si les UAV n'en sont pas encore à ce stade.

### *La responsabilité civile*

Le code de l'aviation civile encadre le cas d'abordage aérien à l'article 141-1<sup>6</sup> qui stipule « *en cas de dommage causé par un aéronef à un autre aéronef en évolution, la responsabilité du pilote et de l'exploitant de l'appareil est réglée conformément aux dispositions du code civil* ».

La jurisprudence a fixé une définition en vertu de laquelle la garde est caractérisée par l'usage, le contrôle et la direction de la chose. Le pilote est clairement le gardien de la chose mais sa fonction de préposé est incompatible avec celle de gardien, la responsabilité du commettant (Etat, compagnie aérienne ou exploitant) fait donc écran à sa responsabilité propre. Le fait que l'usage, la direction et le contrôle se fassent à distance ne modifierait pas le régime de responsabilité mais une action récursoire postérieure reste toujours possible en cas de faute détachable du service.

L'article 141-2 du code de l'aviation civile dispose que « *l'exploitant d'un aéronef est responsable de plein droit des dommages causés par les évolutions de l'aéronef ou les objets qui s'en détacheraient aux personnes* ».

<sup>5</sup> Un accident grave a eu lieu à Kinshasa (Congo) en 2007. Un UAV mis en œuvre par les Belges a fait un mort et deux blessés.

<sup>6</sup> Informations sur la responsabilité civile et pénale, communiquées par la Commissaire Capitaine Aude Ballarin-Nicole de la DCCA, Armée de l'Air, mars 2007.



*et aux biens situés à la surface. Cette responsabilité ne peut être atténuée ou écartée que par la preuve de la faute de la victime ».*

La location de drones peut prendre une grande importance dans l'utilisation des drones à des fins civiles. L'article 141.-4 précise « *qu'en cas de location de l'aéronef, le propriétaire et l'exploitant sont solidairement responsables vis-à-vis des tiers des dommages causés. Toutefois si la location a été inscrite au registre d'immatriculation, le propriétaire n'en est responsable que si le tiers établit une faute de sa part* ». L'interprétation de ces dispositions fait également appel à la notion centrale de garde de la chose qui se confond avec celle d'exploitant. Si l'exploitant du drone est l'Etat, il sera donc responsable.

### *La responsabilité pénale*

La responsabilité de « l'équipage » de drone peut être engagée sur la base du droit pénal (homicide involontaire, blessures involontaires). Comme pour tout pilote cette responsabilité est personnelle. Le pilote serait considéré comme auteur direct. Une faute simple d'imprudence ou de négligence pourrait donc constituer l'infraction. La mise en danger délibérée d'autrui n'est pas à craindre tant qu'aucune « *obligation particulière de sécurité imposée par la loi ou le règlement* », concernant ce type d'appareil, n'existe. La faute serait par ailleurs appréciée au vu des moyens mis à disposition des équipages, de leur formation, des consignes, de la mission et de ses difficultés.

En théorie la faute pénale des autorités qui n'auraient pas encadré cette activité malgré le risque connu pourrait être recherchée : DGAC, armées... mais pas au niveau des équipages obéissant au commandement de l'autorité légitime et n'enfreignant aucune règle.

En définitive, rien ne différencie en termes de responsabilité personnelle le pilote de drone du pilote d'aéronef classique. L'absence d'encadrement légal de l'activité serait susceptible d'engager la responsabilité des autorités nationales mais ne présente pas un risque pour les équipages.

### **Les drones et l'occupation du spectre de fréquences**

Il est incontestable que le spectre de fréquences est aujourd'hui très encombré et le deviendra de plus en plus, ce qui occasionne accidents et limitations d'emploi. Même si on est loin des besoins en largeur de bande d'un Global Hawk, drone stratégique américain, on nécessitera toujours, pour obtenir une image correcte de la part d'un mini drone, quelques Mhz de bande. Dans une zone de forte activité cela peut poser un problème.

Des chercheurs américains ont publié les résultats d'un essai réalisé sur des robots. Le bilan n'est pas bon : la communication avec 10 robots sur 14 a souffert d'interférences. La question des fréquences de communication pour les robots des systèmes d'urgence et de secours est posée.

La dernière Commission mondiale des radiocommunications (CMR) a eu lieu en novembre 2007 et la problématique des liaisons drones ne sera abordée qu'à la prochaine session en 2011, avec des décisions attendues en 2015. Il y a encore cinq ans, l'allocation des bandes de fréquences et la gestion du spectre ne posaient pas trop de problèmes. Depuis, les choses se sont compliquées avec l'introduction de l'UMTS, de la 4<sup>ème</sup> génération de téléphonie sans fil, des réseaux locaux (LAN), des besoins en sécurité. L'arrivée des drones dans le paysage aéronautique conforte le besoin d'équipements pour le contrôle, pour l'identification (IFF) et le recueil (UHF secours), pour la radio-altimétrie et le GPS, pour la collecte et l'échange de données.

On assiste à la montée en puissance de la quantité d'informations à distribuer et à des bandes de fréquences qui au contraire ne s'étendent pas mais sont disputées par les applications nouvelles. C'est certainement le problème le plus aigu qui se pose aux drones de façon générale. Dans ce domaine aussi, les drones ne « *seront pas libres* » avant longtemps.

### **Conclusions**

L'aéronautique et l'espace ont toujours été, de par leurs contraintes et spécificités techniques, des vecteurs de progrès et d'innovation et il est vraisemblable que les solutions techniques apparaîtront à terme. Mais il faudrait surtout une harmonisation des besoins, des normes sur les charges utiles ainsi qu'une réflexion sur les organisations et les structures.

Les drones vont envahir la troisième dimension. Leur développement est en train d'initialiser un changement important non seulement dans le domaine militaire mais aussi dans la conduite de certaines opérations dans le domaine de la sécurité et de la sauvegarde intérieures. Lorsque les barrières de la circulation aérienne générale seront franchies, le statut des drones défini, les bandes de fréquences allouées, les considérations de rentabilité et d'efficacité vont consolider progressivement la position des drones dans le domaine civil. Surtout que les enjeux commerciaux sont énormes : les opérations de surveillance, de détection et d'analyse de l'environnement devraient représenter dans quelques années 55 % des missions totales des aéronefs.

*Les opinions exprimées ici n'engagent que la responsabilité de leur auteur.*