

# ECOLE DE GUERRE



PROMOTION *VERDUN*

*2015 -2016*

## Les drones aujourd'hui : éléments perturbateurs de l'espace aérien

Commandant Solenn Séveno

Sous la direction de

Olivier Entraygues

Enseignant-chercheur à l'Institut de Recherche Stratégique de  
l'École Militaire

**LES DRONES AUJOURD'HUI :**  
**ELEMENTS PERTURBATEURS DE L'ESPACE AERIEN**



Mai 2016

## **RESUME**

Aujourd'hui lorsque les drones font parler d'eux, la raison n'est pas toujours flatteuse. Contrairement aux gros drones, principalement des drones militaires, dont leur capacité à s'intégrer dans le ciel français n'est plus à démontrer, les petits drones civils font régulièrement l'objet de quasi collision aux abords des aéroports et pas seulement français. Paris, Londres, Varsovie... les exemples ne manquent pas faisant apparaître les drones comme de véritables éléments perturbateurs de l'espace aérien et la pression monte. Alors comment gérer de tels engins mis à la portée de tous ? Il convient désormais de s'interroger sur ces drones qui nous font peur et les moyens à la disposition des autorités pour résoudre cette problématique du 21<sup>ème</sup> siècle.

## **ABSTRACT**

Currently, when we hear about drones, it is not always in a positive context. Contrary to the HALE or MALE RPAS, small drones are not easily integrated into national airspace. They are often directly involved in cases of near collision events. Paris, London, Warsaw...there are numerous recent cases where UAVs appear as dangerous and disruptive elements in the airspace. What can we do to handle this problem, taking into account that drones are accessible to everyone? We have to take into consideration the threat posed by drones and need to consider what means are at the disposal of the authorities to solve this typically 21<sup>st</sup> century issue.

*ARISTOTE : « Quand un homme songe à son passé, il baisse les yeux vers la terre, et lorsqu'il songe à son futur, il les lève vers le ciel. »*



## TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	7
1 Quel contexte : un essor inéluctable .....	9
1.1 Le syndrome de Collingridge .....	9
1.2 Des enjeux économiques et industriels importants.....	10
1.3 Des besoins opérationnels avérés .....	12
2 Quels enjeux sécuritaires .....	14
2.1 Maintenir notre niveau de sûreté .....	14
2.2 Maintenir notre niveau de sécurité .....	15
2.3 Liberté versus sécurité .....	16
3 Une nécessaire évolution du système .....	17
3.1 Le rôle du pilote.....	17
3.2 L'équipement des drones.....	18
3.3 Le drone en tant que système autonome.....	19
3.4 La réglementation .....	20
CONCLUSION .....	23
BIBLIOGRAPHIE .....	25
ANNEXE 1 : .....	27



## INTRODUCTION

En quelques années, le drone est devenu un sujet d'études et d'enseignements mais surtout un outil technologique capable d'évoluer dans tous les milieux (terre, air, mer). Compte tenu du champ extrêmement large couvert par cette technologie, mon étude se limitera volontairement au domaine de l'aéronautique. L'insertion des drones aériens dans l'espace aérien français et la cohabitation avec les appareils volants habités constituent à mon sens un vrai défi. Il ne sera donc pas question de drones sous-marins ou de véhicules terrestres télécommandés ni de l'utilisation des *remotely piloted aircraft systems (RPAS)* en opérations extérieures ou de drones armés. Les drones présentent aujourd'hui des potentialités telles, qu'au-delà de leur vocation première d'ordre militaire, ils exécutent désormais de nombreuses missions civiles.

La montée en puissance de ces engins volants télé pilotés non habités s'explique en partie par la perspective de pouvoir utiliser l'espace aérien plus librement grâce à une réglementation moins contraignante. Aujourd'hui l'essor des RPAS est fulgurant et il n'est plus question de savoir s'il faut les interdire ou non dans nos espaces aériens mais bien de savoir comment les intégrer au mieux. En tant que contrôleur aérien, j'ai eu à assurer la coordination entre les vols d'aéronefs habités et les drones avant d'être impliquée dans la réglementation afférente en tant qu'officier traitant à la division espace aérien de la Direction de la sécurité aéronautique d'Etat (DSAE). J'ai alors constaté l'impact de tels engins sur tout l'environnement (réglementaire, opérationnel, sécuritaire...). Le drone n'est pas un avion comme les autres mais plutôt un élément perturbateur dans un environnement où la sécurité est un enjeu primordial et non négociable.

La prise en compte de la problématique des drones dans nos espaces n'est pas nouvelle mais les événements récents de survols de centrales nucléaires, de zones urbaines comme à Nancy ou encore l'incident du 19 février 2016 entre un drone et un Airbus à proximité de l'aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle ont remis cette question au premier plan et les aspects réglementaires ont récemment évolué.

Afin de déterminer quelles doivent être les évolutions de demain, il m'a semblé important de rassembler divers documents, constats et études récentes sur les drones. Aussi, je me suis attachée à limiter mes recherches et mes lectures à des documents rédigés après 2011. S'il

s'agit pour la plupart de documentation ouverte, aussi bien civiles que militaires, d'autres sont issues de la DSAE ou du Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale (SGDSN), organismes étatiques au cœur de la réflexion sur cette question. J'ai par ailleurs eu l'opportunité de rencontrer le colonel (A) Galabert, l'expert drone de la DSAE qui a bien voulu m'éclairer sur les grandes problématiques étatiques engendrées par les drones.

L'objectif de cette étude consiste donc à évaluer l'impact d'une évolution exponentielle du secteur des aéronefs télé pilotés non habités et de déterminer quelles évolutions doivent être envisagées tant sur le plan du système en lui-même que de son environnement. En effet, l'utilisation qui est faite des drones, petits ou gros, civils ou militaires, démontre bien aujourd'hui que l'essor économique, technologique, industriel et les besoins opérationnels sont tels que le drone constitue désormais une opportunité qui ne disparaîtra pas. Cependant, son insertion dans l'espace aérien français n'est pas naturelle. Le drone, par le fait que précisément le pilote n'est pas embarqué, constitue une gageure voire une menace si des mesures sérieuses et pérennes ne sont pas adoptées et respectées afin de garantir en toutes circonstances la sécurité des personnes et des biens. Dans cette étude, la sécurité s'entend au sens large c'est-à-dire le fait de garantir la sécurité du système, des biens et des personnes tant en vol qu'au sol contre des menaces intentionnelles ou non.

Dans un premier temps, je m'attacherai à présenter dans quel contexte les drones se développent aujourd'hui et que leur essor constitue une réelle opportunité tant sur le plan du développement économique que de l'emploi opérationnel. Dans un deuxième temps, j'évoquerai les menaces qu'ils représentent, en particulier sur le plan sécuritaire. Enfin, j'aborderai les évolutions possibles dans ce secteur se rapportant au système du drone comme à son équipement ou encore à la réglementation afférente.

## 1 Quel contexte : un essor inéluctable

### 1.1 Le syndrome de Collingridge

Le secteur des drones est un domaine en plein développement qui possède de nombreuses inconnues. Bien que les drones existent depuis longtemps, Océane Zubeldia dans *Histoire des drones*<sup>1</sup> exprime d'ailleurs à ce sujet que les premiers drones sont apparus vers 1918, nous n'avons pas beaucoup de recul sur l'ensemble de ses répercussions. En effet, la version moderne des drones a considérablement évolué, a envahi tous les secteurs d'exploitation, il en existe de toutes les tailles des plus petits aux plus gros, du drone de loisir au plus offensif. Si l'aspect technologique revêtait initialement un attrait compréhensible, aujourd'hui tout s'entremêle (la technologie, l'opérationnel, la miniaturisation...) et il est difficile de maîtriser toutes les potentialités offertes par les drones. C'est ce qu'Olivier Entraygues exprime clairement en évoquant le dilemme de Collingridge dans son ouvrage *Formes de guerre, stratégies et déclin de l'Occident*. Il évoque « l'ère du robot [qui] est merveilleusement symbolisée par le drone. Fuller en a eu la prescience lorsqu'il dessine l'évolution de la bombe en écrivant : « et le jour où la bombe deviendra une fusée atomique et où le soldat se retirera pratiquement du champ de la scène pour devenir spectateur anxieux d'une guerre que se livreront des robots aveugles. »<sup>2</sup> Au moment de son invention, la technologie est spectaculaire et attrayante mais nous ne savons pas si à terme elle est bonne ou mauvaise. A mon sens, la technologie des drones aériens, qui fait se côtoyer l'éthique et la technologie, est très représentative du syndrome évoqué par David Collingridge<sup>3</sup>. Au moment de son invention nous manquons clairement d'informations quant à son devenir. Aujourd'hui nos connaissances se sont étoffées et nous prenons conscience des conséquences, nous faisons face à un manque de pouvoir et il est trop tard pour exercer un contrôle efficace.

Avant que ne se pose la question de la maîtrise de l'essor des drones, ils représentaient avant tout un secteur prometteur notamment dans les domaines économique et industriel.

---

<sup>1</sup> ZUBELDIA Océane (capitaine), *Histoire des drones*, Paris, Perrin, 2012, 234 p., p. 22.

<sup>2</sup> FULLER J.F.C., *La conduite de la guerre de 1789 à nos jours*, Paris, Payot, 1963, p. 227 cité par ENTRAYGUES Olivier (lieutenant-colonel), *Formes de guerre, stratégies et déclin de l'Occident*, Paris, Economica (collection bibliothèque stratégique), 2014, 185 p., p. 124.

<sup>3</sup> COLLINGRIDGE David, est un philosophe qui, dans son livre de 1980, *Le contrôle social de la technologie*, arguait de la difficulté de prédire l'impact potentiel d'une nouvelle technologie, rendant impossible une avance relative de la politique.

## 1.2 Des enjeux économiques et industriels importants

### 1.2.1 Secteur économique

En 2014, dans son rapport<sup>4</sup> au Parlement sur l'essor des drones aériens, le SGDSN établit le constat suivant : en 2014 la société française Parrot a vendu entre 200 000 et 250 000 drones pour les modèles avec une caméra haute définition, 500 000 pour les autres jouets ; quant à la « DGAC,<sup>5</sup> [elle] estime qu'il y a entre 150 000 et 200 000 drones de loisir en France ». Devant un tel engouement, beaucoup de jeunes sociétés se créent et tout porte à croire que cette évolution va se poursuivre. En effet, le nombre de drones civils explose malgré les performances encore limitées et une réglementation restrictive. Ce succès économique ne peut donc que progresser avec l'espérance d'une intégration sans restriction des drones dans la circulation aérienne en espace aérien non ségrégué.

Par ailleurs, Christophe Masset souligne dans *Drones et killer robots : faut-il les interdire*<sup>6</sup> que la fédération professionnelle du drone civil et le syndicat national des entreprises de sécurité ont signé en 2014 une convention nationale de partenariat. Leur objectif est de constituer « une plate-forme nationale d'échanges d'informations et d'expériences mutuelles entre les prestataires de sécurité et les spécialistes des drones. Cet accord traduit le développement de deux phénomènes récents en France : la sécurité privée et les drones civils. Cette convention de partenariat anticipe la création d'un marché nouveau en France : la vidéo-protection mobile. »

Les chiffres relatifs au marché mondial, aux chiffres d'affaire réalisés et aux emplois créés sont très encourageants. Le rapport du SGDSN évoque une flotte mondiale de drones civils de l'ordre d'un million d'unités en 2015. Ce marché représenterait 1,42 milliards d'euros dans moins de dix ans ; quant à la filière française le chiffre d'affaire 2014 fût de 50 millions d'euros hors drones de loisir. Ce secteur très prometteur est dominé aujourd'hui par deux sociétés : l'entreprise chinoise DJI dont le chiffre d'affaire atteint 430 millions d'euros en 2014 et la société française Parrot qui a connu une progression de 4% en 2014 pour atteindre un chiffre d'affaire de 244 millions d'euros en 2014. Fort de ce constat économique la Commission européenne estime que les créations d'emplois du secteur vont progresser jusqu'à atteindre 10 000 emplois en 2025.

---

<sup>4</sup> Rapport du Gouvernement au Parlement, *L'essor des drones aériens civils en France : enjeux et réponses possibles de l'Etat*, 2015 octobre 2015, 60 p.

<sup>5</sup> DGAC : Direction générale de l'aviation civile.

<sup>6</sup> DE BOISBOISSEL Gérard (*et al.*), *Drones et killer robots : faut-il les interdire*, s.l., Presse universitaire de Rennes (collection l'univers des normes), 2014, 267 p., p. 165.

Enfin, la recherche de coopération industrielle nationale et européenne est également le signe d'un secteur en bonne santé. La recherche et le développement (R&D) français sont un domaine riche, actif et novateur, favorable à une meilleure coopération qui entraîne le développement des exportations.

Le marché des drones civils apparaît donc clairement comme une source de croissance économique et d'innovation.

### 1.2.2 Secteur d'innovations et de recherches

Paul Guermonprez, dans *Les drones débarquent*<sup>7</sup> donne une définition très juste de l'innovation comme étant le fruit d'une passion ou d'une frustration qui aboutit à la matérialisation d'un rêve. Ainsi le drone est l'objet idoine pour les enfants du 21<sup>ème</sup> siècle dont l'attrait pour la technologie est indéniable. Les chercheurs, quant à eux, ne sont pas tous uniformes, ces passionnés viennent d'univers très variés et se lancent dans le modélisme, les logiciels mobiles, l'électronique, l'aviation, l'informatique embarquée...

Le développement du drone entraîne de nombreuses recherches ; notamment sur les matériaux légers, les batteries -il existe en effet de nombreux travaux sur l'autonomie-, sur le design, ou encore l'intelligence artificielle (IA)... Les drones sont à la source de nombreux progrès technologiques en matière d'équipement et d'armement. En particulier, les petits drones constituent des supports ludiques pour les recherches sur l'IA et le vol de précision. Ces engins volants de nouvelle génération font rêver et provoquent des vocations, ils motivent chercheurs et étudiants.

Aujourd'hui, l'utilisation des drones sur des théâtres de plus en plus urbains lors des engagements en Afghanistan et en Libye ou encore les défis de demain sont de puissants aiguillons favorisant l'innovation et la recherche. Par exemple, leurs performances ont pu être améliorées grâce à l'utilisation du gyroscope, à la miniaturisation des systèmes électromécaniques (altimètres, accéléromètres), ou à l'amélioration des liaisons de données.

En matière d'innovation et de recherche, les drones nous portent vers une avancée supplémentaire. Tout d'abord il y eut « *les outils en pierre puis en métal ; puis la 1<sup>ère</sup> révolution industrielle avec l'apparition du moteur à vapeur suivi de la 2<sup>ème</sup> révolution avec*

---

<sup>7</sup> GUERMONPREZ Paul, *Les drones débarquent*, s.l., FYP éditions, 2014, 204 p., p. 107.

*l'électricité, ensuite l'automatisation – la miniaturisation et la révolution digitale – ; enfin la révolution en cours celle des robots intelligents vers la révolution technologique globale. »<sup>8</sup>*

### 1.3 Des besoins opérationnels avérés

#### 1.3.1 Les drones militaires et des forces publiques

De nombreux Etats ont d'ores et déjà compris tout l'intérêt des drones et ont saisi l'opportunité de leur utilisation à des fins militaires. Les américains, par exemple, donnent une place prépondérante aux drones dans leur système de défense. La France est sur la même voie. Elle utilise les drones en complémentarité d'autres vecteurs : avions, satellites. Ils sont, en outre, de plus en plus utilisés comme une solution alternative aux forces conventionnelles et, selon Jean-Christophe Damaisin d'Ares dans *Drones acteurs incontournables de notre avenir*<sup>9</sup>, pourraient devenir de véritables outils à l'efficacité redoutée. C'est pourquoi dans ses deux derniers livres blancs sur la défense et la sécurité nationale, de 2008 et 2013, la France prévoit d'étudier ces outils afin de profiter au mieux des avancées technologiques en matière d'équipement pour sa politique de Défense et sa sécurité intérieure.

« Depuis les événements du 11 septembre, un besoin accru de sécurité en milieu urbain s'est fait sentir » précise Océane Zubeldia dans *Histoire des drones*<sup>10</sup>. En effet, nous pouvons constater que les forces de sécurité intérieure et de service public en font également une utilisation grandissante.

La gendarmerie, la police, les pompiers, les douanes ou encore la sécurité civile y voient l'opportunité d'élargir le spectre de leurs missions. Par exemple, en les employant pour :

- la détection de source de radioactivité, de foyer d'incendie,
- la détection ou la surveillance de feux de forêt, d'avalanches, de phénomènes particuliers (volcans, cyclones...), le sauvetage en mer,
- la surveillance d'une foule en formation, de voies routières ou maritimes, de frontières,
- la lutte contre la criminalité organisée,
- la surveillance de personne (filature), la reconnaissance en zone urbaine,

---

<sup>8</sup> DE BOISBOISSEL Gérard (*et al.*), *op. cit.*, p. 7.

<sup>9</sup> DAMAISIN D'ARES Jean-Christophe, *Drones acteurs incontournables de notre avenir ?*, Sceaux, L'esprit du livre éditions, 2011, 122 p.

<sup>10</sup> ZUBELDIA Océane, *op. cit.*, p. 67.

- les constatations judiciaires sur des lieux d'accidents, lors de catastrophes, sur des scènes de crimes notamment lorsque les accès sont particulièrement difficiles.

Les drones sont donc un outil adapté et fort apprécié, tant par les militaires qui en sont les primo utilisateurs, que par les forces publiques à qui ils apportent une aide précieuse.

### 1.3.2 Les mini drones

Le Japon fut le premier Etat au monde à employer des drones pour des applications civiles. Désormais les professionnels utilisateurs de drones civils sont toujours plus nombreux et le champ d'action s'élargit en permanence. L'usage professionnel des drones en France se répartit de la façon suivante :

- l'application média : photographie ou vidéo aérienne pour des publicités ou des productions audiovisuelles (50%) ;
- l'inspection d'ouvrages ou de matériels tels que des ponts, des barrages, des lignes électriques, au profit de la SNCF, ERDF, Véolia, GRT Gaz. Par exemple un drone a réalisé l'inspection du viaduc de Millau en 2011 (20%) ;
- la surveillance sur les chantiers (15%) ou la sécurité (5%) : par exemple la SNCF l'utilise contre le vol de câble, des organismes humanitaires contre le braconnage avec des images visionnées sur site ou déportées, surveillance de feux ou de frontières ;
- l'agriculture et l'environnement : les drones permettent d'établir un diagnostic de biomasse, de réaliser de l'épandage; ils sont également employés pour des études climatologiques ou atmosphériques (5%) ;
- des relevés topographiques, d'autres emplois (5%).

L'objectif est de minimiser l'exposition du personnel, gagner en coût et en efficacité de maintenance et diminuer le temps d'inspection.

Enfin des essais ont été réalisés pour le transport d'objets et les livraisons notamment par la société Amazon en 2013. Ces tests révèlent des difficultés persistantes. Aujourd'hui la technique n'est pas assez mature pour être réalisée en milieu urbain car il faut éviter de nombreux obstacles. Le poids du drone, donc sa taille, doit être plus important afin d'emporter une charge et la réglementation est encore très restrictive. Enfin, de nos jours, la problématique de la menace terroriste est très prégnante et l'emport de charge par un drone revêt trop d'incertitudes et de risques potentiels.

Rodolphe Jobard dans *Les drones la nouvelle révolution* indique que « les voies les plus prometteuses [à explorer aujourd'hui sont donc] dans le domaine de l'urgence : largage de vivres, médicaments et bouées en mer. »<sup>11</sup>

Au-delà de toute utilisation professionnelle, le drone de loisir accessible au grand public est en outre un secteur en pleine expansion.

A l'aune des facteurs économiques et industriels, des besoins opérationnels grandissants des militaires, des forces étatiques et des utilisateurs professionnels civils, les drones représentent un atout majeur et un secteur en plein développement. Ils représentent, en ce sens, une vraie opportunité.

## 2 Quels enjeux sécuritaires

### 2.1 Maintenir notre niveau de sûreté

#### 2.1.1 Définition : sûreté

La sûreté désigne l'ensemble des mesures de protection contre les dangers ou les menaces qui proviennent de l'extérieur. Elle vise à protéger tous les moyens humains, organisationnels et techniques face à des actes de malveillance réfléchis ou spontanés. La sûreté permet de se prémunir contre toute agression intentionnelle.

#### 2.1.2 Un risque accru

Un drone petit et discret peut survoler des lieux sensibles ou interdits tels que des points d'intérêts vitaux, des bases aériennes, des sites nucléaires... Ils peuvent impunément écouter, filmer, photographier sans autorisation. Cela peut porter atteinte à la protection du secret de la Défense nationale ou de grands groupes dans une logique d'espionnage industriel, ou peut être utilisé dans le cadre d'une action terroriste. Les drones constituent également une menace contre la sécurité car ils peuvent être détournés de leur usage initial par piratage ou reprogrammation et servir d'arme par impact ou pour transporter des armes létales. C'est pourquoi l'atterrissage d'un drone aux pieds d'Angela Merkel lors d'un *meeting* à Dresde en 2013 a suscité un certain émoi.

Aujourd'hui le drone constitue un élément *high tech & low cost* (haute technologie à bas coût) qui permet de contrevenir à la loi très facilement, c'est pourquoi de nombreuses recherches sont menées afin de lutter contre ce phénomène.

---

<sup>11</sup> JOBARD Rodolphe, *Les drones la nouvelle révolution*, Paris, Eurolles, 2015, 175 p., p. 119.

Depuis le 11 septembre 2001, la sûreté est un sujet brûlant, mais les applications civiles sont encore à l'état embryonnaire dans la mesure où la question de la réglementation n'est toujours pas résolue. La France doit lutter contre une menace supplémentaire dans un environnement sécuritaire déjà sensible : la lutte contre le terrorisme et l'état d'urgence.

## 2.2 Maintenir notre niveau de sécurité

### 2.2.1 Définition : sécurité

La sécurité désigne l'ensemble des moyens humains, organisationnels et techniques réunis afin de faire face à tous risques pouvant nuire aux personnes et aux biens. Il s'agit de prévenir les accidents donc les événements non intentionnels.

### 2.2.2 Les atteintes à la sécurité

Les risques de collision représentent une problématique différente en basse ou en haute altitude, principalement en raison du type de drones employés. En haute altitude, les gros drones sont assimilables à des avions et doivent évoluer sans dégrader la sécurité des autres utilisateurs de l'espace aérien constitués en grande partie de l'aviation commerciale. En basse altitude, les utilisateurs ne sont pas tous des professionnels de l'aéronautique, or ils utilisent les mêmes espaces que l'aviation de loisir ou l'aviation militaire, évoluent à proximité des aérodromes...et constituent un danger imminent.

Cette atteinte à la sécurité fut particulièrement ressentie à Nancy en 2013 lorsqu'un drone a survolé la place Stanislas en pleine journée. Ce vol, et les vols de drones en général, suscitent aujourd'hui des interrogations sur la protection de l'espace aérien et la sécurité de la population. Conscient de ce problème, le Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (MEDDE<sup>12</sup>) a publié un memento pédagogique à des fins de sensibilisation. La DGAC s'en est fait le relais auprès des télé pilotes en communiquant des recommandations et des bonnes pratiques. Il est en effet primordial de faire passer le message que ce n'est pas au droit de s'adapter aux machines mais aux machines de s'adapter au droit.

Les enjeux de sécurité constituent une priorité pour la DSAE qui se préoccupe de la cohabitation des drones civils avec les appareils d'Etat notamment en basse altitude. Dans la lettre d'information de la DSAE de novembre 2015<sup>13</sup>, cette Direction indique qu'en « 2014,

---

<sup>12</sup> Le MEDDE est le ministère en charge des transports dont dépend la DGAC.

<sup>13</sup> Direction de la sécurité aéronautique d'Etat, *Drones : Nouveaux enjeux de l'aviation d'Etat*, Lettre de la sécurité aéronautique n°26, novembre 2015, p. 2.

*plus de 68 000 vols d'hélicoptère [ont eu lieu] en très basse altitude.* » La multiplication des vols de drones civils entraîne donc mécaniquement une augmentation du risque de collisions même si à cette heure une évaluation précise reste difficile. En effet, les études traitant de l'occurrence ou des conséquences sont encore trop peu nombreuses alors qu'elles sont nécessaires. Dans le rapport du colloque de l'académie de l'air et de l'espace, et de l'association aéronautique et astronautique de France (3AF) à la DGAC de novembre 2014, se trouve une première ébauche de calcul statistique qui donne une probabilité d'occurrence de  $10^{-3}$  lorsqu'un avion et un drone volent ensemble dans une zone de  $1 \text{ km}^2$  entre 0 mètre et 150 mètres mais les études ne sont encore qu'exploratoires. Aujourd'hui, l'utilisation de drones civils pose clairement le problème de leur insertion dans l'espace aérien.

Consécutivement aux vols de drones à proximité de centrales nucléaires, le SGDSN a publié un rapport en octobre 2015. Celui-ci établit que les menaces à la sécurité sont réelles et que les principaux risques d'accidents sont souvent liés à une méconnaissance de la réglementation ou à des causes involontaires tels qu'un dysfonctionnement technique, un obstacle, une erreur de pilotage, une perte de contrôle par le pilote, la météorologie...

### 2.3 Liberté versus sécurité

La possession de drones constitue un enjeu pour les décideurs politiques et représente un outil afin de garantir la sécurité des citoyens et rassurer l'opinion publique. Cependant ils doivent faire face à une problématique essentielle ; celle de garantir la non violation des libertés des citoyens. Un parallèle peut d'ailleurs être établi avec les caméras de surveillance qui ont été installées essentiellement en milieu urbain ainsi que sur les axes routiers. Ces dispositifs avaient provoqué de vives réactions et font désormais parti de notre quotidien.

Aujourd'hui des masses de données personnelles (sons, images, immatriculation, ...) peuvent être enregistrées grâce à des drones. Des images privées peuvent être captées de façon indiscreète et utilisées dans le but de nuire. Il s'avère extrêmement complexe d'encadrer cette pratique. Ainsi la seule vue d'un drone peut aujourd'hui être anxiogène. Rodolphe Jobard dans *Les drones la nouvelle révolution* indique à ce sujet qu'il « *est nécessaire pour le développement de cette industrie de passer par l'adoption de règles de bonne conduite et de l'accompagner du développement de logiciels et de dispositifs spécifiques. En attendant,*

*fleurit toute une industrie de dispositifs au sol visant à se protéger de l'intrusion de drones tels que des détecteurs, des brouilleurs d'ondes radio ou GPS, canons... »<sup>14</sup>.*

En utilisant un drone il est très facile de contrevenir à la loi. La Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL) s'est saisie du sujet et propose de faire évoluer les textes relatifs à la vidéo-protection car aujourd'hui ils ne prennent pas en compte ce qui a trait à la vidéo mobile.

### 3 Une nécessaire évolution du système

#### 3.1 Le rôle du pilote

Le drone remet en question le rôle du pilote aux commandes « embarqué ».

Dans *Drones et killer robots : faut-il les interdire ?*<sup>15</sup>, Gérard de Boisboissel souligne d'ailleurs un point essentiel en indiquant que le thème de la responsabilité dans le cadre d'accidents provoqués par des drones, qu'il appelle robots, est très complexe. Il précise que le drone en tant qu'« objet de droit est sous la responsabilité de l'utilisateur ». En revanche, lorsque le drone est « sujet de droit » le problème de l'identité se pose clairement. Sans être incarné par un pilote, le drone génère des problèmes nouveaux auxquels il conviendra de répondre.

En outre, le drone remet en question la notion essentielle en aéronautique de « voir et éviter ». Le pilote, fort de ses connaissances et de son expérience, connaît sa position et sait appréhender son environnement aérien. C'est pourquoi, l'absence du pilote à bord doit être compensée par la technologie et les études actuelles portent sur le « *sense and avoid* » (détecter et éviter).

Pour un avion piloté, il existe la notion d'exploitant et de commandant de bord. Cette notion est fondamentale si bien qu'on la retrouve pour les drones. D'ailleurs les professionnels revendiquent le terme de RPAS qui souligne la notion de télé pilotage autrement dit de l'intervention du pilote. Tout est fait pour que l'utilisation du drone soit la plus proche de celle d'un avion.

Enfin, un drone peut être télé piloté par un non professionnel de l'aéronautique. Alors que le pilote à bord (professionnel ou qualifié) connaît son environnement, les zones survolées, les

---

<sup>14</sup> JOBARD Rodolphe, *op. cit.*, p. 134.

<sup>15</sup> DE BOISBOISSEL Gérard (*et al.*), *op. cit.*, p. 10.

espaces contrôlés... un télé pilote non spécialisé n'a pas cette connaissance aéronautique ; or ils utilisent les mêmes espaces. L'objectif est donc de développer un système de gestion du trafic aérien visant l'intégration des RPAS civils dans l'espace aérien libre.

La notion de pilote est donc centrale. Cependant, aujourd'hui, nos connaissances et l'essor de l'utilisation des drones par un public de plus en plus hétéroclite imposent de prendre des mesures afin de garantir la sécurité. Cette cohabitation entre aéronefs avec pilote embarqué et drones télé pilotés rend nécessaire la création d'outils qui n'existent pas encore.

### 3.2 L'équipement des drones

En fonction de l'espace aérien dans lequel le drone est amené à voler, il devra être équipé d'appareils plus ou moins précis (GPS, altimètre...). Ces équipements embarqués, tout comme la charge utile (caméra...) influent sur le poids du drone. Il y a donc une relation directe entre le poids (donc la taille) du drone et la qualité et la précision de son vol.

Afin de pouvoir détecter, contrôler et repérer les infractions éventuelles, il est nécessaire de pouvoir identifier le drone et de tendre vers une nouvelle réglementation imposant une immatriculation, un signal lumineux, un transpondeur...La question de l'identification est d'ailleurs évoquée dans l'arrêté du 17 décembre 2015 relatif à la conception des aéronefs civils qui circulent sans personne à bord, aux conditions de leur emploi et aux capacités des personnes qui les utilisent. Cela suscite la triple difficulté du poids du matériel ajouté, du développement de systèmes idoines plus légers, des contraintes que cela entraîne et donc un frein potentiel à un secteur en pleine croissance.

Une autre difficulté réside dans la conduite à tenir et la capacité à anticiper toute défaillance. Tous les cas non conformes ne peuvent pas être anticipés et préprogrammés.

Des améliorations sont souhaitables dans le domaine des drones. Via les contrôleurs et une liaison permanente de communication, leur insertion est facilitée en espaces aériens contrôlés. Elle pourrait être rendue possible en espaces aériens non contrôlés grâce à l'amélioration des technologies. En effet une liaison longue distance entre le télé pilote et le drone, la capacité équivalente au « voir et éviter », la qualification des équipages ou encore la certification des matériels constituent aujourd'hui des pistes de réflexion. Le but ultime étant, dans tous les cas, de maintenir la sécurité aérienne au plus haut niveau.

Aujourd'hui « en France, des essais de gestion du trafic sont menés en se basant sur des systèmes dont certains avions habités sont déjà pourvus comme le FLARM<sup>16</sup> qui équipe les planeurs ou l'ADS-B<sup>17</sup> sur les avions commerciaux. [Ces deux systèmes sont constitués d'un] réseau maillé de récepteurs au sol et permettent une visualisation des vols en temps réel. » Au-delà de nouveaux équipements, la DSAE, dans sa lettre d'information n°26<sup>18</sup> indique également qu'une « cartographie numérisée en 3D enrichie d'informations aéronautiques constitue le préalable indispensable à la réalisation concrète d'un système de gestion du trafic ». Un prototype existe en Grande-Bretagne et le logiciel B4UFLy existe également aux USA. En France aucun dispositif ne permet à l'heure actuelle une coordination poussée et efficace entre les différents utilisateurs de l'espace aérien, en revanche des applications telles que AIP drone ou Mach 7 rappellent aux professionnels des drones la réglementation à appliquer.

### 3.3 Le drone en tant que système autonome

Contrairement à l'ensemble pilote/avion qui forme un bloc cohérent, le drone est un système composé de l'appareil, du télé pilote, de la station sol et de la liaison, ce qui augmente les points de faiblesse potentiels. Le brouillage de la liaison de communication ou une panne de la station sol sont des failles possibles. Pour souligner cette notion de système, les appellations des drones ont d'ailleurs évolué. Tout d'abord appelé « drone », puis « *unmanned aerial vehicle* » (UAV), il est devenu « *remotely piloted aircraft system* » (RPAS) afin de désigner plus spécifiquement le système complet, particulièrement pour les drones militaires.

Lorsqu'un drone est télé piloté, l'homme est au cœur du système et reste responsable. Il est nécessaire de penser dès aujourd'hui aux difficultés que ne manqueront pas de créer les appareils dotés d'intelligence artificielle (IA) car les travaux ont déjà débuté et l'IA pourrait être de plus en plus prégnante. Gérard de Boisboissel, dans *Drones et killer robots : faut-il les interdire ?*<sup>19</sup>, soulève cette problématique en s'interrogeant sur la robotique qui pénètre de très nombreux domaines, et les drones n'y échappent pas. Cela fait naître la nécessité d'encadrer au mieux ces développements. C'est pourquoi il est indispensable de déterminer le plus tôt possible quel degré d'autonomie nous pouvons laisser au robot par rapport à l'homme.

---

<sup>16</sup> FLARM : système équipant tous les planeurs en France permettant un échange de position GPS.

<sup>17</sup> ADS-B : *automatic dependent system-broadcast*, système coopératif basé sur le positionnement satellite qu'il diffuse aux stations sol et aux autres appareils.

<sup>18</sup> Direction de la sécurité aéronautique d'Etat, *op. cit.*, p. 3-4.

<sup>19</sup> DE BOISBOISSEL Gérard, (*et al.*), *op. cit.*, p. 8.

En 2016, le drone doté d'IA, à l'image du film *I Robot*<sup>20</sup>, semble encore futuriste. Cependant, il est d'ores et déjà possible de pressentir des difficultés d'ordre éthique, juridique ou sociétale. La réflexion mérite donc d'être très sérieusement menée, en particulier en favorisant des travaux communs entre différents intervenants au sein de groupes de travail interdisciplinaires. Par ailleurs une étroite coopération civilo-militaire serait profitable afin que l'expertise acquise au niveau des acteurs de défense soit transmise aux acteurs industriels et réciproquement.

### 3.4 La réglementation

L'EASA<sup>21</sup> régleme nte l'utilisation des drones supérieurs à 150 kg. Si le poids du drone est inférieur à 150 kg, la réglementation nationale s'applique. Cependant on s'achemine vers une évolution où l'EASA réglementerait tout. Pour créer ou faire évoluer une règle, il est nécessaire qu'il y ait un besoin. Cependant si le besoin pour les petits drones semble évident, il l'est beaucoup moins pour les gros drones. Aussi, pour le drone aérien civil, la DGAC, conjointement avec le ministère de la Défense, est le premier organisme européen à définir une réglementation pour le vol de drones en espace aérien et la tâche est ardue. Compte tenu des avancées existantes pour les gros drones militaires, il semble indispensable que les civils s'appuient sur cette expérience, pour un développement plus rapide et plus sûr. A longue échéance, il ne me semble pas incongru d'envisager une pleine exploitation de gros drones par des sociétés privées allant jusqu'à l'externalisation au profit des militaires au même titre que certains appareils pour des missions de reconnaissance.

Par ailleurs, le vol de drone a suscité des interrogations quant aux assurances car elles sont obligatoires. Leur validité et leur prix sont un point critique du développement du secteur, il est donc essentiel de posséder des données fiables. Néanmoins il n'en existe pas. Avec un tel manque il n'est pas possible d'estimer les probabilités d'occurrence de dommages, d'accidents ou d'incidents. Pour la responsabilité civile, le poids du marché est plutôt faible en comparaison des montants assurés si bien que les risques pourraient ne plus être couverts par le secteur. C'est ce que souligne une étude<sup>22</sup> de 2014 sur les responsabilités civiles et assurances au profit de la Commission européenne. Ainsi le renforcement de la législation doit évoluer avec prudence.

---

<sup>20</sup> *I robot*, USA, Alex Proyas, Davis entertainment, 2004.

<sup>21</sup> EASA: *European aviation safety agency* – agence européenne de la sécurité aérienne.

<sup>22</sup> *Final report « study on the third-party liability and insurance requirements of remotely piloted aircraft systems (RPAS) for European commission, november 2014.*

Le développement des RPAS entraîne des profits importants pour le milieu de l'industrie en Europe. En corollaire, cela va augmenter les problématiques de respect de la vie privée, de protection des données et de risques éthiques. Cette difficulté est mise en lumière dans un récent rapport<sup>23</sup> pour la Commission européenne. En effet, il souligne les différents cas pouvant atteindre la vie privée (effet paralysant lorsqu'un individu ne sait pas s'il est surveillé ou non, voyeurisme, détournement des données, indiscretion sur les données biométriques), la protection des données (manque de transparence ou de consentement, de sécurisation des données ou encore problème de droit d'accès et d'effacement des données) ou encore des problèmes éthiques (discrimination, mécontentement de la population...). Ce rapport conclut par des recommandations et des bonnes pratiques car à l'heure actuelle il est extrêmement difficile de légiférer à l'échelle européenne car tous les pays n'ont pas la même vision ni la même maturité sur le sujet. Ces recommandations consistent donc à sensibiliser et impliquer davantage les constructeurs et les opérateurs afin de minimiser la collecte de données d'une part et communiquer sur les activités des drones vers le grand public d'autre part. Par ailleurs, il serait bon de prendre en compte les heures de moindre affluence pour le survol de sites publics. Cette étude émet d'autres bonnes pratiques telles que minimiser le stockage de données, augmenter le niveau de sécurité du *hardware*, du *software* et des transferts de données. Enfin il recommande de « flouter » les images autant que possible, c'est-à-dire rendre les visages méconnaissables, et propose aux opérateurs de drones d'établir des protocoles d'information dans un souci de transparence vis-à-vis du public. Le rapport<sup>24</sup> du SGDSN d'octobre 2015 publie également que « *la réglementation doit évoluer dans le sens d'une responsabilité accrue des télépilotes afin de réduire le nombre de comportements à risque et les usages malveillants. Ce mouvement doit cependant éviter d'entraver le développement d'un secteur économique [dynamique].* »

En définitive, il devient nécessaire de développer une véritable démarche interdisciplinaire pour construire, dans ce domaine, le cadre de régulation de demain articulant droit, éthique, technique et économie.

---

<sup>23</sup> *Executive summary of the final report for industry, Industry report: privacy, data protection and ethical risks in civil RPAS operations, for European commission, november 2014.*

<sup>24</sup> Rapport du Gouvernement au Parlement, *op. cit.*, p. 1.



## **CONCLUSION**

Depuis plusieurs années, l'exploitation de RPAS militaires est connue et réglementée. Leur mise en œuvre est en outre réalisée par des professionnels de l'aéronautique et dans des espaces aériens ségrégués. Quant aux drones civils, en 10 ans, leur nombre a fortement augmenté et a rapidement soulevé la problématique de la cohabitation entre l'aviation habitée et non habitée. En effet, aujourd'hui les drones ne sont plus seulement utilisés par les militaires ou les forces de sécurité intérieure mais également par des professionnels civils dans de très nombreux secteurs d'activité sans compter l'activité de loisir désormais accessible au grand public. Au regard des besoins opérationnels, des enjeux économiques, technologiques et industriels induits et face aux perspectives d'un marché très prometteur dans lequel la France est novatrice, les autorités de l'aviation civile et militaire ont posé un premier cadre réglementaire en 2012 afin de maintenir le niveau de sécurité sans entraver ce secteur en pleine croissance. Les autorités régulatrices doivent à présent garantir la sûreté de notre espace aérien souverain et maintenir notre niveau de sécurité tant au sol que dans les airs. Il s'agit donc de trouver un équilibre entre liberté d'action favorisant le développement et exigences réglementaires alors que le contexte sécuritaire en France est déjà particulièrement sensible. Aujourd'hui, l'activité des drones se situe à un moment charnière de son développement. En parallèle des aspects sécuritaires, une réflexion doit être menée dans le but d'anticiper les futures violations aux libertés individuelles.

Les RPAS remettent en cause un certain nombre d'acquis, qui jusque-là étaient évidents avec la présence d'un pilote embarqué. La cohabitation entre l'aviation habitée et non habitée ne pourra pas être pérenne sans des évolutions du « système drone », sur les plans technique et réglementaire mais également sans une évolution des mentalités. Si le rôle du pilote est encore primordial, son absence à bord de la machine doit être palliée par d'autres moyens car il me semble impensable de diminuer la sécurité aérienne et d'augmenter le risque de collisions. Cela implique par ailleurs des équipements embarqués et des programmations supplémentaires. Ainsi l'ajout de matériels n'est pas compatible avec la taille et le poids d'un drone, bien inférieurs à ceux d'un avion ou d'un hélicoptère. Il faudrait tendre vers encore plus de miniaturisation. L'autre question qui se pose afin d'être à l'image des avions est celle

de la certification technique de cette machine volante afin de garantir qu'elle ne diminue pas le niveau de sécurité. Vis-à-vis de la réglementation en cours, cette obligation serait susceptible de remettre en cause l'équilibre entre libertés et contraintes, particulièrement pour les petits drones. Pour les gros drones, une solution consisterait à pouvoir s'appuyer sur l'expérience militaire pour développer ce secteur civil.

En fin de compte, des avancées majeures sont à prévoir dans les années à venir tant dans le domaine technique que réglementaire. Cependant le plus gros travail réside selon moi dans une prise de conscience générale car l'option du tout répressif ne peut pas être la seule solution pour contrôler ce secteur d'activité. Dans un monde utopique, le drone ne serait utilisé qu'à des fins légales, néanmoins il est possible de tout imaginer. Le dilemme de Collingridge nous montre bien que nous ne pouvons pas déterminer précisément l'avenir des drones. Faut-il envisager des scénarios catastrophes, se surprotéger et donc étouffer un secteur économique dynamique ? Faut-il laisser des opportunités d'évolutions aux drones et espérer qu'après une première phase de découverte, l'activité des drones se régulera d'elle-même car les mentalités auront également évolué ? Mais à quel prix : combien de collisions ou de violations de vie privée devrons-nous subir ?

Le sujet de l'insertion des drones dans le paysage aéronautique est loin d'être clos et nous impose une grande vigilance pour essayer de maintenir un équilibre instable.

## BIBLIOGRAPHIE

### Sources :

- ✓ Livres blanc sur la défense et la sécurité nationale de 2008 et 2013.
- ✓ Document de l'Assemblée nationale.
- ✓ Rapport du Gouvernement au Parlement, *L'essor des drones aériens civils en France : enjeux et réponses possibles de l'Etat*, octobre 2015, 60 p.
- ✓ Arrêtés du 11/04/2012 et du 17/12/2015 relatifs à l'utilisation de l'espace aérien par les aéronefs qui circulent sans personne à bord.
- ✓ Arrêtés du 11/04/2012 et du 17/12/2015 relatifs à la conception des aéronefs civils qui circulent sans personne à bord, aux conditions de leur emploi et aux capacités des personnes qui les utilisent.
- ✓ *Final report for European commission, Study on the third-party liability and insurance requirements of remotely piloted aircraft systems (RPAS)*, november 2014.
- ✓ *Executive summary of the final report for industry for European commission, Industry report: privacy, data protection and ethical risks in civil RPAS operations*, november 2014.

### Bibliographie :

#### ▪ Livres :

- ✓ ZUBELDIA Océane (capitaine), *Histoire des drones*, Paris, Perrin, 2012, 234 p.
- ✓ GUERMONPREZ Paul, *Les drones débarquent*, s.l. , FYP éditions, 2014, 204 p.
- ✓ DAMAISIN D'ARES Jean-Christophe, *Drones acteurs incontournables de notre avenir ?*, Sceaux, L'esprit du livre éditions, 2011, 122 p.
- ✓ JOBARD Rodolphe, *Les drones la nouvelle révolution*, Paris, Eurolles, 2015, 175 p.
- ✓ DE BOISBOISSEL Gérard (et al.), *Drones et killer robots : faut-il les interdire*, s.l., Presse universitaire de Rennes (collection l'univers des normes), 2014, 267 p.
- ✓ *Les drones ariens : passé, présent, avenir*, centre de recherche de l'armée de l'air, Paris, la documentation française, 2013, 706 p.
- ✓ POLACCO Michel, *Drones : l'aviation de demain°?*, Toulouse, éditions Privot, 2014, 140 p.

- ✓ ENTRAYGUES Olivier (lieutenant-colonel), *Formes de guerre, stratégies et déclin de l'Occident*, Paris, Economica (collection bibliothèque stratégique), 2014, 185 p.
- ✓ *Opinion of the european data protection supervisor on the communication from the Commission to the European Parliament and the Council on “ a new area for aviation – opening the aviation market to the civil use of remotely piloted aircraft systems in a safe and sustainable manner”*.

- Revues :

- ✓ Air et cosmos
- ✓ Aviation week
- ✓ Lettre d'information DSAE

- Sitothèque :

- ✓ <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Drones-aeronefs-telepilotes-.html>
- ✓ <http://www.federation-drone.org/>
- ✓ <http://www.aip-drones.fr/>
- ✓ <http://www.futura-sciences.com/magazines/espace/infos/dico/d/aeronautique-drone-6174/>
- ✓ <http://www.deltadrone.com/fr/>

- Filmographie :

- ✓ *Wall-E*, USA, Pixar animation studios, Walt Disney Studios, 2008.
- ✓ *I robot*, USA, Alex Proyas, Davis entertainment, 2004.
- ✓ *Good Kill*, USA, Andrew Niccol, Voltage pictures, 2014.

## ANNEXE 1 : Entretien avec le Col (A) Galabert

### Biographie :

Entré à l'école de l'air en 1989, le colonel Galabert est breveté pilote d'hélicoptère en 1994. Au cours de ses affectations successives, il opère sur différentes machines telles que : Alouette III, Ecureuil, Fennec... Après son année au collège interarmées de défense en 2005, il est amené à commander l'escadron d'hélicoptères Parisis à Villacoublay puis occupe divers postes notamment à l'EMA/CIH<sup>25</sup>, à l'inspection de l'armée de l'air, et à l'Etat-major de l'armée de l'air. En 2003, il rejoint la Direction de la sécurité aéronautique d'Etat et occupe les fonctions *d'expert drones* depuis 2013. Il est plus particulièrement responsable de la réglementation étatique des drones (insertion dans l'espace, navigabilité et formation des télépilotes) et de la relation avec le monde civil dans ce domaine en pleine explosion.

### Entretien avec le colonel Galabert le 17 février 2016 :

- **Mon colonel, quelles sont les grandes problématiques posées aujourd'hui par l'essor des drones ?**

Aujourd'hui, pour l'aéronautique d'Etat, les drones impliquent deux problématiques majeures : d'une part le risque de collision qu'engendrent les petits drones, d'autre part l'insertion des gros drones type MALE<sup>26</sup> ou HALE<sup>27</sup> dans la circulation aérienne.

En effet, l'équipement des petits drones et la réglementation actuelle ne permet pas aux petits drones d'être identifiés ou détectés par les contrôleurs aériens. Cela pose un problème lorsqu'ils évoluent en très basse altitude dans les mêmes espaces aériens que les avions ou les hélicoptères étatiques ou encore à proximité des aérodromes. Les petits drones représentent alors un risque de collision si leur vol n'est pas connu ou n'a pas été coordonné avec les services du contrôle aérien. Ils sont très souvent mis en œuvre par un public non spécialiste de l'aéronautique ce qui nécessite de développer des outils idoines qui n'existent pas encore.

Quant aux gros drones, ils sont une opportunité. Aujourd'hui ils sont exclusivement militaires et leur mission est essentielle pour les forces armées en opérations. En France, ils représentent une mission d'avenir mais leur intégration nécessite encore quelques travaux. En effet leur insertion dans les espaces aériens français s'effectue, à l'heure actuelle, grâce à des couloirs

---

<sup>25</sup> EMA/CIH : Etat-major des armées/commandement interarmées hélicoptères.

<sup>26</sup> MALE : moyenne altitude longue endurance.

<sup>27</sup> HALE : haute altitude longue endurance.

ségrégués. Le développement du système « voir et éviter » est une des pistes étudiées pour les faire sortir de ces couloirs en toute sécurité. Quoi qu'il en soit, dans le domaine des gros drones, les militaires sont en avance sur les civils, aussi il serait intéressant que les entreprises civiles puissent s'appuyer sur les travaux des militaires afin de faciliter leur développement et de faire évoluer la réglementation.

- **Qu'est-ce qui empêche les drones de circuler librement aujourd'hui ?**

A mon sens, les drones remettent en cause trois notions fondamentales de l'aéronautique telle qu'on la connaît aujourd'hui : tout d'abord le rôle fondamental du pilote à bord, ensuite les équipements embarqués (en qualité et en quantité), enfin la notion de système au lieu d'un bloc cohérent pilote/avion.

Dans le premier cas, la notion de pilote est reprise pour les drones car l'engin télé piloté maintient un homme dans la boucle. Cependant, il faut compenser l'absence de l'homme en vol pour voir et éviter, pour éviter une zone interdite ou se positionner grâce à des repères au sol. Concernant les équipements, le poids du drone restreint *de facto* le poids du matériel embarqué, ce qui a un impact direct sur la quantité d'instruments à bord et sur leur qualité (la précision). L'équipement étant différent, il s'agit de savoir comment le drone va se comporter en cas de panne et de partager cette connaissance avec les autres acteurs de l'aéronautique. Enfin le système complet (drone, station sol, télé pilote, liaison air/sol) qui remplace un ensemble pilote/avion implique une évolution des mentalités. Le respect des règlements, la gestion et la préparation du vol sont autant d'exemples de ce qui doit être abordé différemment.

Le drone n'est pas un avion comme les autres mais il partage le même ciel.

- **Les drones complètement autonomes dotés d'intelligence artificielle sont-ils possibles ?**

C'est effectivement le problème de demain. Aujourd'hui un drone peut être entièrement télé piloté ou programmé selon une grille<sup>28</sup> allant de 0 à 5, du tout manuel vers le tout automatique. Le drone est alors prévisible car les cas non conformes sont programmés. Si l'indice est supérieur à 5 alors on parle d'intelligence artificielle (IA) et le comportement du drone n'est plus prévisible. Des travaux sont en cours sur l'IA, aujourd'hui les drones que nous connaissons n'en sont pas dotés mais on peut imaginer les questions que cela suscitent et les évolutions nécessaires de la société, des mentalités, de la fiabilité des technologies, du droit et de la responsabilité...

---

<sup>28</sup> Niveau d'autonomie définie par le DSTL (*Defense Science and Technology Laboratory*).