dgac
DSAC

28 NOVEMBRE 2019

DRONES ET ESPACES AÉRIENS

LIVRET DE SYNTHÈSE DU SYMPOSIUM 2019

direction générale de l'Aviation civile

direction de la sécurité de l'Aviation civile

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

Ministère de la Transition écologique et solidaire

www.ecologique-solidaire.gouv.fr

AVANT-PROPOS

Les symposiums de la DSAC

Outre la réglementation et la surveillance, la promotion de la sécurité constitue l'un des trois piliers du programme de sécurité de l'État mis en œuvre par la DSAC. Pour faire vivre « la promotion de la sécurité » et diffuser une culture positive de la sécurité, la DSAC a construit au cours des 14 dernières années, une politique de communication externe active dont le point d'orgue est le symposium annuel sur la sécurité du transport aérien qui fédère et rassemble les parties prenantes autour d'une thématique à forts enjeux de sécurité.

Chaque symposium constitue une occasion unique et privilégiée de partage d'informations et d'échanges entre les partenaires intéressés, et permet à chacun de communiquer sur sa vision du thème proposé.

Les drones : nouveaux acteurs de l'espace aérien

Bien que les drones soient utilisés depuis plusieurs décennies dans le domaine militaire, leur usage civil ne s'est développé que depuis une dizaine d'années. L'augmentation de la puissance des moteurs électriques et de l'autonomie des batteries, l'allègement et la miniaturisation des systèmes et des éléments de structure, l'amélioration de la performance des capteurs (caméras, etc.) et la réduction des coûts de l'ensemble des composants sont autant de facteurs ayant permis l'émergence de ces outils légers, polyvalents et peu onéreux. Si les premiers usages étaient limités à la modification d'aéromodèles traditionnellement utilisés pour le loisir, de nombreux constructeurs professionnels de drones sont apparus et ont largement contribué à la démocratisation de l'usage de ces aéronefs, que ce soit à des fins professionnelles ou de loisir.

Le nombre d'exploitants professionnels (plus de 8 500 à ce jour) augmente rapidement, à raison de 2000 nouveaux acteurs par an, sans qu'aucun ralentissement de cette croissance ne puisse être observé pour le moment. Il en est de même du nombre d'aéronefs professionnels déclarés, qui dépasse aujourd'hui les 15 000.

Pourquoi « drone » ?

Le mot drone, qui signifie en anglais « faux bourdon », est largement employé dans le langage courant, mais cette terminologie n'apparaît pas dans la réglementation car elle peut prêter à confusion.
La législation française lui préfère le terme d'« aéronef civil circulant sans personne à bord », mais cette terminologie pourrait à terme se révéler inadéquate : comment en effet désigner les futurs « taxis aériens » qui transporteraient des passagers sans qu'un pilote soit à leur bord. La réglementation européenne qui vient d'être publiée a finalement préféré le terme d'« aéronef sans équipage à bord ».
Dans ce document, on emploiera le terme de « drone », pour distinguer les nouveaux usages de l'aéromodélisme traditionnel.

Les drones ont des usages variés : photographie, cartographie, surveillance de sites et d'infrastructures, transport de colis, etc. Leurs missions sont fortement liées au territoire survolé et la plupart sont réalisées à très basse hauteur (moins de 150 mètres). Cependant l'amélioration progressive des performances de ces aéronefs, et la diversification des usages, tendent à étendre les besoins de la profession en termes d'utilisation de l'espace aérien, que ces évolutions portent sur la localisation et la dimension de ces zones d'opérations et sur les hauteurs de vol.

Or le ciel n'est pas vide, loin s'en faut ! Depuis de nombreuses années, l'espace aérien a été progressivement organisé pour répondre aux usages aéronautiques dits historiques et assurer leur cohabitation dans les meilleures conditions de sécurité. Il s'agit principalement du transport de personnes et de fret, mais aussi de l'activité militaire et de l'aviation générale. Dès 2007, la France s'est dotée d'un dispositif réglementaire pour organiser l'utilisation des drones dans son espace aérien et dispose aujourd'hui d'une expérience significative pour poursuivre l'intégration, en toute sécurité, de ces nouveaux acteurs de l'aéronautique.

Ce document, écrit en support du Symposium 2019 de la DSAC, vise à synthétiser les différentes problématiques posées par l'intégration des drones dans l'espace aérien et les réponses qui ont été apportées, par les entreprises de l'aérien et par la DGAC, depuis une dizaine d'années. Il tentera également d'ébaucher une vision prospective des développements attendus de l'activité drones pour la décennie à venir.

SOMMAIRE

Avant-propos **2**

Les symposiums de la DSAC 2
Les drones : nouveaux acteurs de l'espace aérien 2

L'intégration des drones dans l'espace aérien : la question de la sécurité **5**

Comment est assurée la sécurité aujourd'hui ? **6**
La réglementation drones 7
L'arrêté Espace 8
Les règles de l'air 8
Les régimes d'autorisation spécifiques 11
Les outils et systèmes 12
L'information des exploitants de drones 14
L'information aéronautique 14
Les outils d'assistance aux télépilotes 14
L'information partagée 17
La notification des incidents de sécurité 19

Les limites des solutions existantes **20**
Une ségrégation imparfaite 21
Un espace public et partagé 21
Une ségrégation contraignante 22
La pénétration des zones réglementées 22
La privatisation de l'espace 22
Les enjeux de sûreté 23

Les perspectives **25**
La réglementation européenne 26
L'U-space 28
Présentation 28
L'U-space en France 28
Les enjeux de l'U-space 29

Conclusion **30**

Remerciements **31**

Références **31**

L'INTÉGRATION DES DRONES DANS L'ESPACE AÉRIEN : LA QUESTION DE LA SÉCURITÉ

Le principal événement redouté lié à l'intégration des drones dans l'espace aérien est la collision en vol avec un aéronef habité. Les conséquences potentielles d'une telle collision ont été étudiées par plusieurs organisations. On peut citer notamment :

• **L'étude menée par ASSURE,** centre de recherche sur les drones de l'autorité de l'aviation civile américaine en 2017,
• **L'étude menée par la CAA UK,** autorité de l'aviation civile britannique, en 2018.

Ces études, assorties d'essais de collision, ont permis de tirer les enseignements suivants :

• **Les conséquences** d'une collision avec un drone sont bien plus sévères pour un aéronef léger ou un hélicoptère que pour un avion de ligne (les conséquences de l'ingestion d'un drone par les moteurs ne sont cependant pas connues).

• **L'élément de structure** le plus sensible à une collision est le plan horizontal arrière.

• **À masse équivalente,** la collision avec un drone provoque des dommages significativement plus importants qu'une collision aviaire. Ceci est en grande partie dû aux composants les plus denses du drone, comme les batteries.

• **La sévérité d'une collision** et le risque d'incendie dépendent non seulement de la masse, mais aussi d'autres paramètres comme la forme, la densité ou la structure du drone (présence d'une coque en plastique, par exemple)
• La sévérité d'une collision et le risque d'incendie diminuent fortement avec la vitesse relative des deux objets. À 250 kt (environ 460 km/h), les dommages sont cependant considérables.

Ainsi, si les conséquences résultant de la collision entre un drone de moins de 1,5 kg et un avion de ligne à vitesse d'atterrissage seront probablement modérées – sous réserve que les moteurs ne soient pas touchés – il n'en sera certainement pas de même pour des drones de masses plus importantes, ou pour des avions plus rapides (au décollage ou en croisière) ou plus légers. La prévention des collisions entre les drones et les aéronefs habités demeure donc un enjeu majeur.

Il existe cependant peu d'éléments quantitatifs permettant d'estimer la probabilité d'une telle collision car il est difficile d'estimer le nombre d'aéronefs télépilotés volant à proximité de l'aviation habitée. En effet, les drones civils, petits et non équipés de transpondeurs, ne sont à ce jour pas visualisés sur les radars du contrôle aérien.

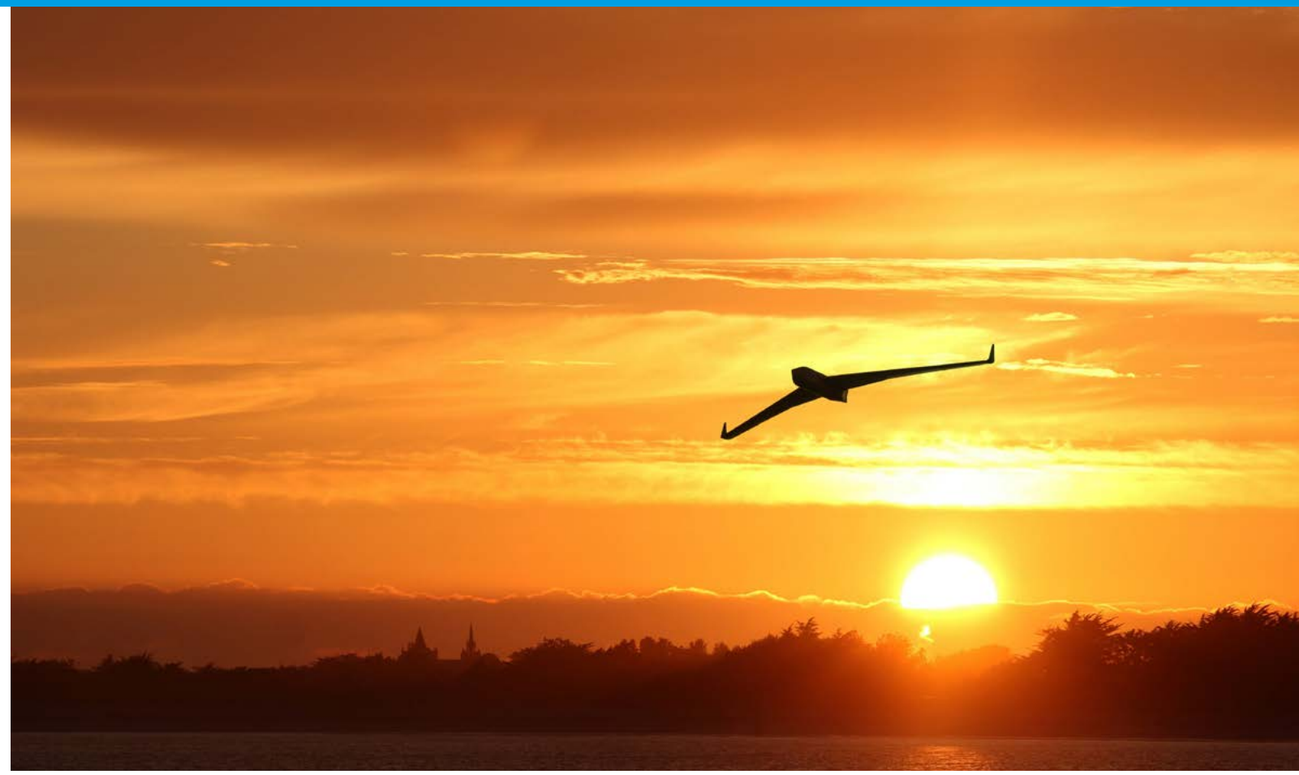
Le nombre de signalements de drones par des pilotes en 2018 était de 81 mais ce chiffre doit être considéré avec précaution.
En effet :

• **Dans la très grande majorité** des cas, il n'a pas été possible d'identifier la présence d'un drone avec certitude,

• **Plusieurs témoignages** font état de la présence d'un « objet » mais sans que le pilote puisse en préciser la nature, compte tenu de la vitesse d'évolution et des conditions météorologiques : drone, oiseau, etc.,

• **De très nombreuses** informations sur la présence de drones ont été données aux équipages, et l'étude des facteurs humains montre que l'on a plus souvent tendance à « voir » ce à quoi on a été sensibilisé.

• **En outre,** même lorsque la présence d'un drone a été identifiée de façon quasi certaine, l'équipage a rarement été en mesure d'identifier la taille, la distance de séparation et la hauteur de l'autre aéronef, et donc le risque réel de collision posé par celui-ci.



COMMENT EST ASSURÉE LA SÉCURITÉ AUJOURD'HUI ?

Aujourd'hui, le niveau de fiabilité des drones n'est pas équivalent à celui des aéronefs habités. Ainsi, des restrictions d'usages ont été élaborées pour garantir un niveau de sécurité suffisant.

La DGAC a accompagné le développement de la filière drones en définissant les outils réglementaires, techniques et opérationnels qui permettent non seulement de garantir un niveau de sécurité suffisant pour l'intégration de ces nouveaux vecteurs dans les espaces aériens, mais aussi de laisser une flexibilité suffisante pour autoriser de nouveaux usages qui n'auraient pas été anticipés.

La réglementation drones

La France dispose d'une réglementation sur les aéronefs circulant sans personne à bord depuis 2007. Si les premiers textes portaient principalement sur l'aéromodélisme et les usages de loisir, la législation a rapidement évolué pour s'adapter et accompagner les nouveaux usages.

Deux arrêtés, élaborés en 2012 et modifiés en 2015 pour mieux correspondre aux pratiques, constituent les pierres angulaires du dispositif français :

• **L'arrêté « Aéronef »** 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 requises des personnes qui les utilisent.

• **L'arrêté « Espace »** du 17 décembre 2015 relatif à l'utilisation de l'espace aérien par les aéronefs qui circulent sans personne à bord.

La loi n° 2016-1428 du 24 octobre 2016 relative au renforcement de la sécurité de l'usage des drones civils est venue compléter ce dispositif pour améliorer la prise en compte des enjeux de sûreté, i.e. de prévention contre les actes malveillants.

L'arrêté Espace

Comme il a déjà été mentionné, l'usage des drones est très fortement lié à la typologie du territoire survolé. Aussi, il est rapidement apparu pertinent de limiter leur hauteur d'évolution à 150 mètres. Cette hauteur permet d'assurer une forme de « ségrégation naturelle » avec la majorité des aéronefs habités qui, selon les règles de l'air en vigueur, doivent évoluer à une hauteur supérieure à 500 ft[1] (environ 152 m).

Cette règle de base a cependant dû être complétée par plusieurs autres dispositions, afin de prendre en compte les situations particulières :

• **Comme les aéronefs** habités évoluent à des hauteurs inférieures à 500 ft durant les phases de décollage et d'atterrissage, des zones d'interdiction de vol pour les drones et des restrictions de hauteur sont imposées par la réglementation autour de tous les aérodromes, hélistations et plates-formes ULM.

• **L'évolution** en espace aérien contrôlé nécessite une autorisation des gestionnaires de ces espaces, voire, selon les situations, l'établissement d'un protocole.

• **Les zones d'évolution** d'aéronefs militaires à très basse hauteur ont également été protégées.

• **En outre,** les vols hors vue doivent systématiquement être notifiés afin d'en tenir informées les autorités militaires.

L'arrêté Espace contient d'autres restrictions de vol qui sous-tendent d'autres enjeux (tels que la sûreté, l'ordre public ou la protection de l'environnement) :

• **Pour les vols de loisir,** l'interdiction de vol en espace public en agglomération,

• **Pour les vols professionnels,** l'obligation de notification à la préfecture pour les vols en zones peuplées,

• **L'interdiction de vol** au-dessus de certains sites sensibles ou espaces naturels protégés, etc.

Si les règles et restrictions sont strictes pour les drones de loisir, la réglementation est plus souple pour les usages professionnels. En effet, même un gestionnaire de site sensible normalement interdit aux drones peut avoir besoin d'en utiliser pour ses besoins propres. Aussi, la réglementation laisse généralement la possibilité de demander les autorisations nécessaires pour effectuer des vols professionnels dans la plupart des espaces, y compris ceux qui sont réglementés ou interdits.

Les règles de l'air

Les règles de l'air européennes (SERA) ne définissent pas, à ce stade, de règles ou d'exigences concernant les drones.

Au niveau national, et dans la future réglementation européenne, il est seulement indiqué que le télépilote doit laisser la priorité aux autres aéronefs : il doit notamment écarter le drone de la trajectoire d'un aéronef habité lorsqu'il en aperçoit un, voire le faire atterrir s'il n'existe pas d'autre solution.

Cette priorité donnée aux aéronefs habités prend en considération le fait que la règle « voir et éviter » ne peut pas s'appliquer de façon simple aux drones : ceux-ci sont généralement trop petits pour être aperçus par les équipages des autres aéronefs.

Par ailleurs, le mode de pilotage des drones soulève de nouvelles questions. Le télépilote n'étant pas à bord du drone, il n'a qu'une capacité limitée de surveillance de son environnement. C'est la raison pour laquelle la plupart des opérations sont réalisées en vue du drone. Pour les opérations hors vue, des moyens supplémentaires d'atténuation du risque sont utilisés, comme la limitation de masse à moins de 2 kg pour les drones volant au-dessus d'une certaine hauteur, ce qui limite le risque de dommage important en cas de collision avec un aéronef volant à très basse hauteur.

1. Au-dessus du sol ou de l'obstacle le plus élevé situé dans un rayon de 150 m autour de l'aéronef, en vol à vue, sauf conditions d'exploitation spécifiques. Ces hauteurs sont plus élevées en vol aux instruments.

Les régimes d'autorisation spécifiques

Les scénarios standards prévus dans la réglementation relative aux activités particulières couvrent la plupart des usages des drones actuels. Les dispositions de l'arrêté Espace, présentées dans le paragraphe précédent, permettent d'assurer une séparation satisfaisante avec les autres aéronefs.

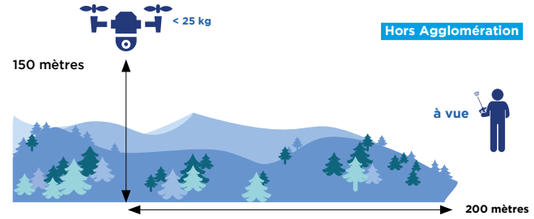
Certains usages sortent cependant du cadre de ces scénarios et nécessitent des adaptations particulières. Ces opérations nécessitent une autorisation de la DSAC, sur la base d'un dossier de sécurité démontrant un niveau de sécurité au moins équivalent à celui des scénarios standard. Cela nécessite souvent, de la part du demandeur, d'ajouter des barrières de sécurité supplémentaires, qui peuvent s'appuyer sur des systèmes (système de terminaison de vol, redondance, etc.) ou des procédures adaptées.

Pour la prévention des collisions en vol, la DGAC a jusqu'à aujourd'hui fait le choix de la ségrégation des vols (soit en réservant des espaces aux drones, soit grâce à des accords avec des gestionnaires des espaces). Ce choix est justifié par la faible capacité qu'ont les équipages des aéronefs habités à repérer et éviter un drone de taille réduite. Ainsi, pour les opérations de surveillance de réseaux (électricité, communication, gaz, voies ferrées, etc.), une Zone de Restriction Temporaire est systématiquement créée. Cette ZRT, publiée à l'information aéronautique, impose en général aux aéronefs habités de contourner la zone d'évolution du drone. Le même dispositif est employé pour les expérimentations de drones de plus de 2 kg et évoluant à plus de 50 mètres de hauteur, ou pour tous les drones volant à plus de 150 mètres de hauteur. Des zones de restriction permanentes (ZR) peuvent également être créées au-dessus de sites industriels qui opèrent des drones sur une base régulière.

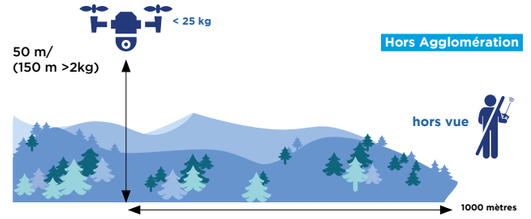
Scénarios déclaratifs

L'arrêté Aéronef définit quatre cadres d'emploi ou « scénarios » qui peuvent être utilisés pour les pilotes professionnels sur la base d'une simple déclaration :

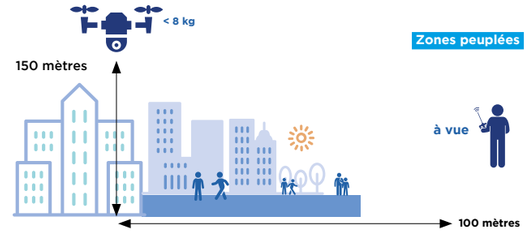
S1 : utilisation hors zone peuplée, sans survol de tiers, en vue et à une distance horizontale maximale de 200 mètres du télépilote ;



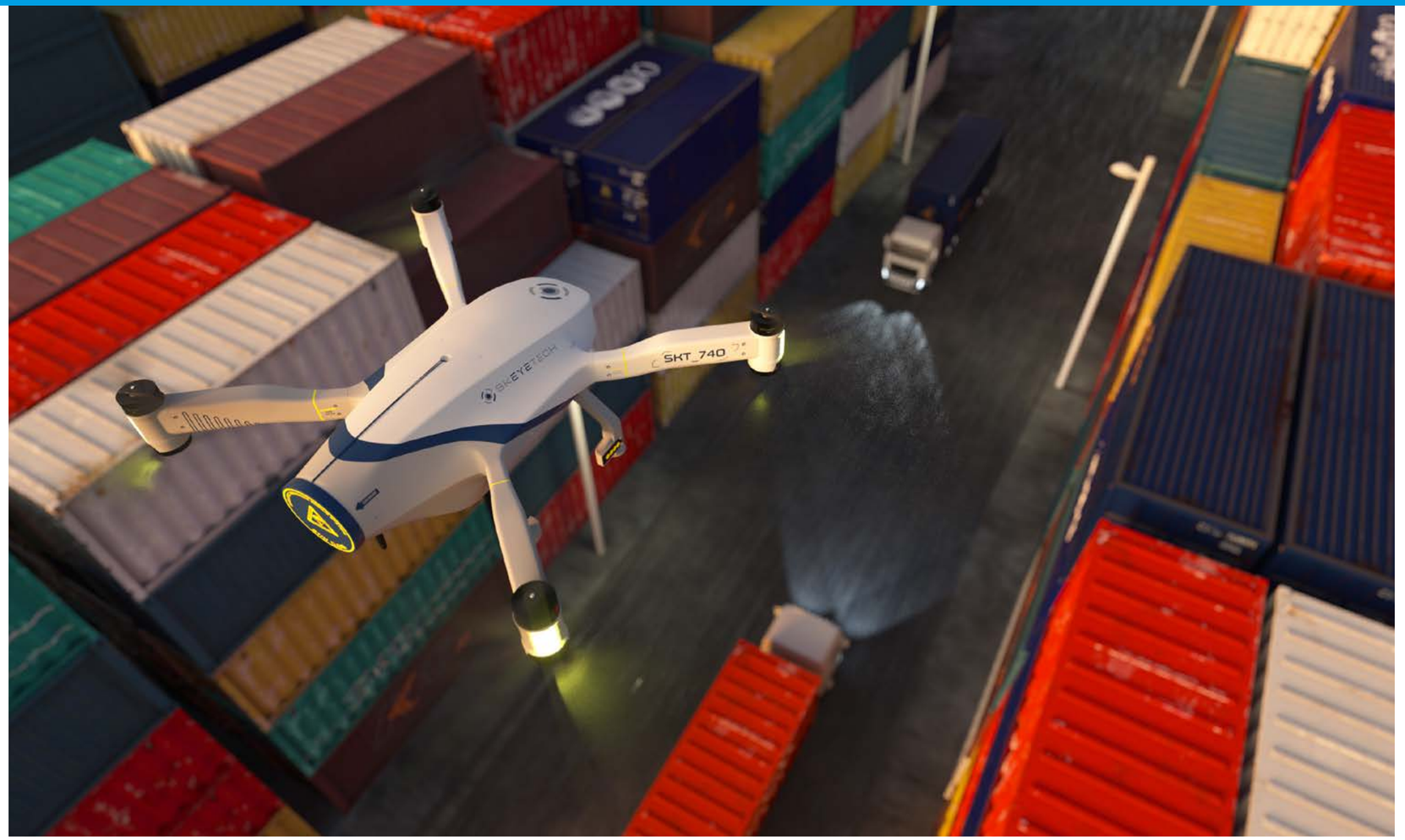
S2 : utilisation hors zone peuplée, sans tiers au sol dans la zone d'évolution, hors vue, à une distance horizontale maximale d'un kilomètre du télépilote ;



S3 : utilisation en zone peuplée, sans survol de tiers, en vue et à une distance horizontale maximale de 100 mètres du télépilote ;



S4 : utilisation hors zone peuplée, hors vue, sans limite de distance.



Les outils et systèmes

La ségrégation et la notification des vols sont des solutions contraignantes, mais qui permettent d'assurer un niveau satisfaisant de séparation entre les drones et les aéronefs habités. Toutefois, pour s'assurer que ces solutions sont utiles, il convient de vérifier que le drone ne s'échappe pas du volume prévu pour son opération.

Cette échappée (ou fly away) peut avoir plusieurs facteurs : défaillance du système, erreur de pilotage, perte du lien de commande et contrôle, etc.

Pour atténuer ce risque, la réglementation requiert plusieurs conditions techniques. Ainsi, pour les deux scénarios permettant le vol hors vue (S2 et S4), le drone doit être équipé d'un système indépendant de coupure des moteurs. Un dispositif de protection des tiers (par exemple, un parachute) peut être associé à ces systèmes afin, non seulement, de protéger les personnes au sol, mais aussi de ne pas détruire un drone souvent onéreux. Dans le scénario S4, un retour vidéo est requis pour gérer les atterrissages d'urgence : ce retour peut aussi servir à vérifier que la trajectoire du drone est cohérente avec les indications du GPS, mais son apport en matière de sécurité est limité compte tenu des contraintes de la liaison (couverture, latence, intégrité).

En parallèle l'industrie continue de développer des solutions technologiques avancées permettant un meilleur contrôle de la trajectoire du drone ou de sa séparation avec les autres aéronefs.

Les dispositifs de géo-limitation permettent d'indiquer au télépilote que le drone est en train de sortir de sa zone d'évolution (geoawareness, géovigilance), de contenir automatiquement le drone dans cette zone (geocaging), ou de l'empêcher de décoller ou de pénétrer dans une zone restreinte ou interdite (geofencing).

Certains constructeurs équipent leurs drones de systèmes de détection ADS-B[2] « in » pour repérer la présence d'aéronefs habités à proximité. Dans de rares cas d'évolution de drones à des hauteurs supérieures à 150m, on peut aussi équiper ceux-ci de système ADS-B « out » permettant l'envoi d'informations et la détection par d'autres aéronefs équipés d'ADS-B « in ». Cette solution présente l'inconvénient d'utiliser la même fréquence que l'aviation pilotée avec un risque de saturation des bandes de fréquence dans certains espaces, d'autant que les systèmes équipant les drones ne sont généralement pas certifiés.

Enfin, des dispositifs plus avancés dits de detect & avoid ou de sense & avoid devraient permettre, à terme, de signaler au télépilote la présence d'un autre aéronef afin qu'il engage une manœuvre d'évitement, voire de réaliser automatiquement cette manœuvre.

Cependant, la maturité des systèmes équipant les drones est encore faible, et leur fiabilité non garantie. Les drones ont été développés par des acteurs issus du monde des nouvelles technologies et leur conception ne respecte pas les exigences de l'aéronautique certifiée. Ainsi, les équipements disposent rarement de redondances et le développement logiciel n'est pas réalisé selon les normes applicables au développement de logiciels critiques de l'avionique en aviation commerciale et en aviation générale.

Or la levée des contraintes pesant sur le développement de l'activité drone (la ségrégation des opérations, la restriction de ces opérations à des zones faiblement peuplées ou contrôlées, les limitations de hauteur, etc.) ne pourra s'envisager qu'en conséquence d'une amélioration considérable de la performance et de la fiabilité de ces systèmes, qui conduira à terme à la certification de certains drones, d'une manière comparable aux aéronefs habités de l'aviation générale.

Plusieurs études, réalisées au sein du conseil pour les drones civils et financées par la DGAC, viennent en support de ces améliorations :

- **Le projet Avocettes** développe des solutions d'avionique sûre et sécurisée pour les opérations de grande élongation,

- **Le projet Geocaging** développe une solution fiable et indépendante de confinement du drone dans sa zone d'opération.

Ces solutions innovantes et robustes devront être portées au niveau international pour fonder les normes qui permettront l'élargissement des conditions d'opérations des drones.

2. L'automatic dependent surveillance-broadcast (ADS-B) est un système de surveillance coopératif pour le contrôle du trafic aérien et d'autres applications connexes. Un avion équipé de l'ADS-B détermine sa position par un système de positionnement par satellite (GNSS) et envoie périodiquement cette position et d'autres informations aux stations sol et aux autres appareils équipés de l'ADS-B évoluant dans la zone. L'ADS-B « in » permet également de recevoir d'autres signaux, comme ceux envoyés par certains transpondeurs de l'aviation habitée.

L'information des exploitants de drones

L'information aéronautique

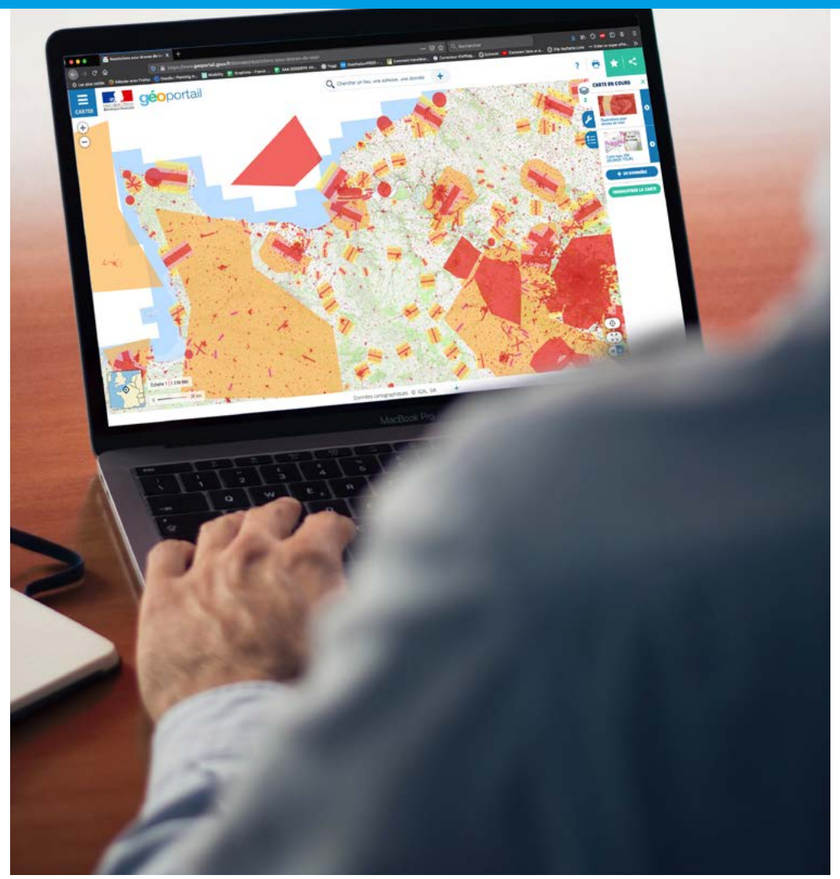
L'information aéronautique est au cœur du dispositif de sécurité aérienne : elle définit les procédures applicables à la coordination des différents acteurs (utilisateurs de l'espace, gestionnaires de l'espace), les restrictions d'opérations, les conditions de pénétration dans certains espaces, la météorologie, etc. Ayant vocation à être utilisé au niveau international, le contenu de l'information aéronautique est standardisé, et son élaboration suit un processus rigoureux, afin d'éviter toute erreur, imprécision ou ambiguïté. Du fait de sa complexité, la lecture, l'analyse et la prise en compte de l'information aéronautique occupent une place centrale dans la formation des acteurs de l'aviation.

Le développement de l'activité drones vient considérablement modifier ce paysage bien établi :

- **Bien que les opérations** de drones aient un temps été réservées à des télépilotes disposant de qualification aéronautique, ce n'est aujourd'hui plus le cas,

- **De nombreux télépilotes**, en particulier les télépilotes de loisir n'ont jamais été formés à la lecture de l'information aéronautique,

- **Les télépilotes** peuvent être isolés de la communauté aéronautique et ne jamais être tenus informés par leur environnement ou leur entourage de la réglementation qui les concerne ou des risques associés à leur activité.



En outre, l'adage « trop d'information tue l'information » se vérifie particulièrement bien pour la communauté des dronistes. De nombreux télépilotes estiment que la réglementation est trop complexe ou trop contraignante, souvent car les enjeux de sécurité et de sûreté sont sous-estimés. Certains de ces télépilotes peuvent alors avoir la tentation d'ignorer complètement la réglementation et de ne pas l'appliquer, ce qui engage leur responsabilité pénale[3], mettant en danger les utilisateurs de l'espace aérien qui volent à proximité ou les personnes au sol et engageant également leur responsabilité civile. Ces violations réglementaires sont très problématiques et nécessitent un travail constant d'information et de pédagogie.

Les outils d'assistance aux télépilotes

Un vaste travail a déjà été mené pour acculturer les exploitants professionnels aux spécificités de l'aviation civile. Les télépilotes professionnels doivent notamment obtenir un certificat d'aptitude théorique, après réussite d'un examen comportant plusieurs questions sur l'information aéronautique et la manière de l'utiliser.
Mais de telles exigences de formation et de compétences ne sauraient être applicables au pilote de loisir. C'est la raison pour laquelle la DGAC a développé plusieurs outils visant à rendre plus accessible l'information aéronautique, afin d'aider les télépilotes dans la préparation et la gestion de leur vol.

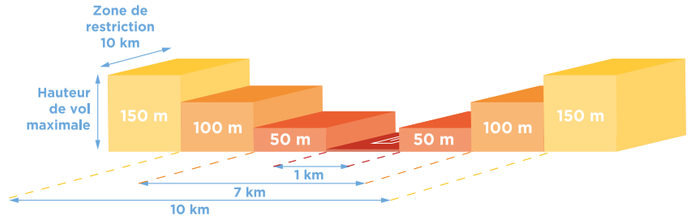
La carte Restriction drones de loisir[4] du Géoportail de l'institut géographique national (IGN) permet au pilote de loisir d'identifier les zones d'interdiction de vol ou de restriction de hauteur.

En complément, la carte OACI-VFR[5] permet au télépilote professionnel d'identifier les zones faisant l'objet de restrictions. Une fois la zone identifiée, l'information aéronautique publiée dans l'onglet eAIP France du site du SIA[6] lui fournit alors les noms et coordonnées des gestionnaires d'espace correspondant. En pratique, il n'est souvent pas facile, sans formation aéronautique de consulter les NOTAM et les SUP AIP et de les interpréter. Qui plus est, de nombreuses zones nécessitent de contacter le gestionnaire d'espace sur la fréquence VHF pour connaître l'activation, ce que ne peut pas faire un exploitant de drones. Les futurs services U-space seront de nature à faciliter ces démarches.

3. Le fait pour un télépilote de faire survoler, par maladresse ou négligence, par un aéronef circulant sans personne à bord, une zone du territoire français interdite pour des raisons d'ordre militaire ou de sécurité publique est puni de six mois d'emprisonnement et de 15 000 € d'amende. Cette peine est montée à un an d'emprisonnement et 45 000 € d'amende lorsque le pilote engage ou maintient un aéronef circulant sans personne à bord au-dessus de ces zones.
4. https://www.geoportail.gouv.fr/donnees/restrictions-pour-drones-de-loisir
5. https://www.geoportail.gouv.fr/donnees/carte-oaci-vfr
6. https://www.sia.aviation-civile.gouv.fr/

Petit manuel de lecture de la carte des restrictions des drone de loisirs

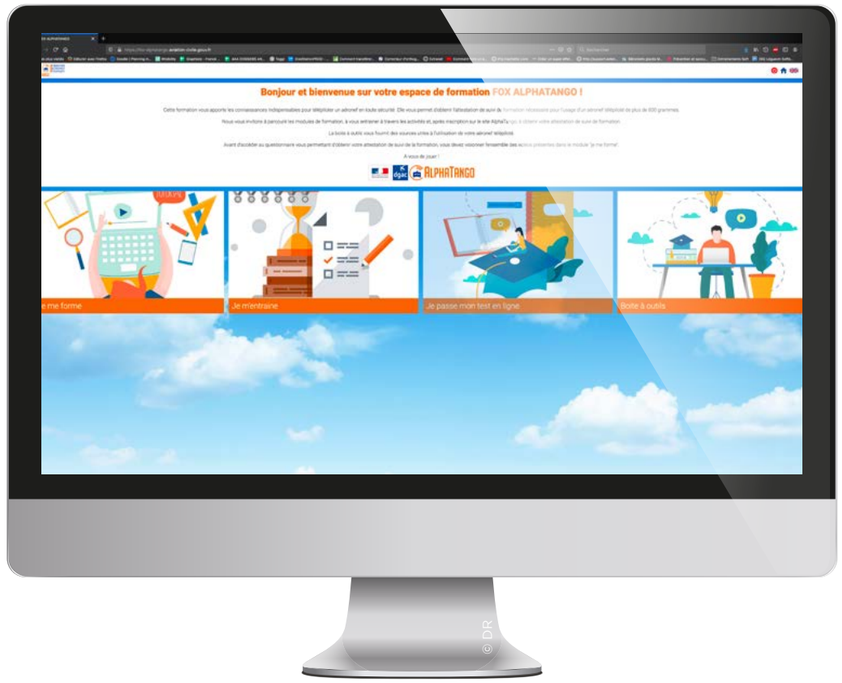
La carte Géoportail représente les restrictions d'utilisations des drones de loisirs.
Pour limiter le risque de collision avec d'autres aéronefs, la hauteur maximale autorisée est de 150 m. Selon la proximité d'un aérodrome, ou la nature d'une zone militaire, le vol de drone peut être interdit. La couleur rouge apparaît alors sur la carte. En s'éloignant des aérodromes ou pour certaines zones d'entraînement militaire à basse hauteur, le vol de drone peut être autorisé avec une modulation de hauteur. Un nuancé de couleur entre le rouge et le jaune est alors représenté sur la carte.



Par ailleurs, pour limiter le risque de dommage aux biens et aux personnes, la carte représente également en rouge l'interdiction de vols en agglomération au-dessus de l'espace public, ainsi qu'au-dessus de certains sites sensibles (sites nucléaires, hôpitaux, prisons, réserves naturelles…).

Il est important de rappeler que cette représentation cartographique est fournie à titre indicatif. Elle n'engage pas la responsabilité des producteurs de la donnée.

Consulter la carte ne dispense pas de connaître la réglementation, de l'appliquer avec discernement, et de rester prudent en toute occasion.



FOX AlphaTango — Formation aéronef télépiloté

Les télépilotes de loisir de drones d'une masse supérieure à 800 g ont maintenant l'obligation de suivre une formation en ligne et de répondre à un questionnaire de connaissance pour obtenir une attestation de suivi de formation, via la plate-forme Fox AlphaTango[7].

Le portail AlphaTango[8] permet :

- **aux propriétaires de drones** d'enregistrer leur aéronef à des fins de sûreté (c'est une obligation pour tous les drones d'une masse supérieure à 800 g),
- **aux exploitants professionnels** de déclarer leur activité et les drones utilisés,
- **de notifier** les vols.

La DGAC a également développé des guides à destination des télépilotes professionnels et de loisir. Ces guides explicitent la réglementation applicable de manière didactique pour les professionnels[9] et pour les pilotes de loisir[10].

Enfin, les pages web drones du ministère de la transition écologique et solidaire contiennent, sous forme de FAQ, les informations utiles sur les démarches à réaliser[11].

Par ailleurs, la DSAC a développé une lettre d'information régulière pour la promotion de la sécurité des opérations drones à destination des utilisateurs du portail AlphaTango.

7. https://fox-alphatango.aviation-civile.gouv.fr/
8. https://alphatango.aviation-civile.gouv.fr
9. https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Guide_drones_activites_particulieres.pdf
10. https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Guide_aeromodelisme_modeles_reduits_drones_de_loisir.pdf
11. https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/politiques/drones-aeronefs-telepilotes

L'information partagée

L'information partagée est une des clés de l'utilisation de l'espace en toute sécurité.

La notification des vols via AlphaTango permet de satisfaire l'exigence de déclaration de vol à la préfecture dans le cas d'un vol en zone urbaine.

Pour les vols hors vue, cette information est également transmise aux autorités militaires, qui l'utilisent pour planifier leurs vols à très basse hauteur, et ce même lorsque le vol du drone ne pénètre pas dans une zone militaire. Ces informations sont très utiles aux équipages militaires, car elles permettent de les alerter sur la présence éventuelle d'un drone dans une zone d'opération. C'est la raison pour laquelle la direction de la sécurité aéronautique d'État (DSAÉ) encourage la notification systématique des vols de drones, même lorsque ceux-ci ne sont pas utilisés hors vue. Pour le télépilote professionnel, cela constitue également une barrière de sécurité supplémentaire.

Ces premiers partages d'informations, très utiles à la sécurité aérienne, constituent les premiers services de gestion de trafic des drones (UTM ou UAS traffic management) et sont certainement amenés à se développer à l'avenir.

La notification des incidents de sécurité

L'amélioration de la sécurité des opérations de drones repose fortement sur l'implication des télépilotes, des exploitants et des constructeurs à la suite d'accidents ou d'incidents.

C'est pourquoi la réglementation demande à tous de faire vivre un processus de retour d'expérience, qui consiste à rendre compte des événements de sécurité, à les analyser et à en informer la DSAC. L'objectif est de reconnaître les dangers et de proposer des mesures de réduction de risque, qui peuvent être de nature préventive comme protective (comment réduire la probabilité d'occurrence de l'incident ? / comment réduire la gravité de ses conséquences ?).

Les pilotes et les exploitants sont les premiers acteurs du retour d'expérience et de sa valorisation. À cet égard, il leur est demandé d'animer trois boucles de dialogue vertueux, entre eux d'abord, puis avec la DSAC et avec les constructeurs.

La finalité de ce processus, au cœur de l'amélioration de la sécurité du transport aérien en général, est de faire progresser la sécurité aérienne et non de déterminer d'éventuelles responsabilités.

La DSAC a édité un livret[12] afin d'aider la communauté à s'approprier cet élément important de la culture de sécurité.

12. https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Guide_incidents_drones_notification_suivi.pdf

LES LIMITES DES SOLUTIONS EXISTANTES

La section précédente a présenté certaines des très nombreuses actions réglementaires, techniques et opérationnelles promues par la filière et la DGAC pour permettre une intégration sûre de l'activité drone dans l'espace aérien. Pour autant, les solutions actuellement utilisées présentent plusieurs limites, qui sont autant de défis à relever durant les années à venir.

Une ségrégation imparfaite

La limitation de la plupart des opérations de drones à une hauteur maximale de 150 mètres, combinée avec les zones de restriction de vol à proximité des aérodromes, plateformes ULM et aires d'atterrissage, est une solution permettant d'assurer une forme de « ségrégation légère » entre les drones et l'aéronautique habitée.

Cependant elle ne couvre pas l'ensemble des situations de trafic :

- **Des avions militaires** peuvent voler à très basse hauteur (50 mètres) au-dessus de l'ensemble du territoire, pour des besoins d'entraînement,
- **Les hélicoptères,** en particulier ceux opérant pour le compte des services de secours, peuvent atterrir sur l'ensemble du territoire et des hélicoptères effectuant certaines missions de travail aérien peuvent voler à basse hauteur.
- **Les aéronefs d'aviation générale** peuvent réaliser des exercices d'atterrissage en campagne, durant lesquels ils évoluent à très basse hauteur.
- **Les ULM** peuvent également atterrir en campagne.

Pour les vols en vue ou hors vue à distance modérée du télépilote, la surveillance du ciel et la priorité donnée aux aéronefs habités devraient couvrir la plupart de ces situations. Mais certains obstacles peuvent masquer l'arrivée d'un aéronef habité, surtout lorsque celui-ci arrive à très grande vitesse. En outre, ces solutions deviennent inapplicables pour des vols hors vue sur de longues distances.

Le développement des systèmes embarqués et des services U-Space permettra de combler progressivement ces lacunes.

Un espace public et partagé

L'espace aérien est une ressource publique et partagée, gérée par l'État. Il est déjà fortement contraint par les utilisations civiles et militaires existantes. L'arrivée des drones vient donc complexifier davantage une situation déjà tendue.

Jusqu'à présent, le fait de devoir s'insérer dans un espace aérien conçu et organisé pour des usages très différents n'a pas notablement freiné le développement de la filière drone. En effet, les drones restent relativement peu nombreux, évoluent à très basse hauteur et effectuent principalement des missions de courte durée du fait du type d'opérations menées. Par ailleurs, la possibilité est laissée aux professionnels de voler dans des espaces normalement restreints, moyennant une coordination avec les autorités et gestionnaires d'espace concernés.

Mais ce paradigme va évoluer, en raison de l'augmentation du nombre d'heures de vol pour les applications existantes et avec l'apparition de nouveaux usages, comme la logistique (transport de colis) ou la mobilité urbaine (taxis aériens). Face à ces évolutions, l'argument de la « priorité donnée aux utilisateurs les plus anciens de l'espace aérien » ne sera guère recevable. Le découpage de l'espace aérien est en permanence adapté pour intégrer les nouveaux usages, civils et militaires, publics et privés, et assurer une coexistence entre ces activités, en toute sécurité. Ce sont les besoins, en constante évolution, de la société qui dictent la manière dont cet espace aérien unique doit être utilisé.

Certains États ont ainsi déjà modifié leurs pratiques en confiant la gestion de l'espace à un niveau plus décentralisé (ex : niveau des villes).

Une ségrégation contraignante

La DGAC fait aujourd'hui le choix de séparer les activités drones les plus risquées pour le trafic environnant en créant des zones réglementées, permanentes ou temporaires. Cette stratégie est garante d'un niveau satisfaisant de sécurité mais soulève d'autres questions.

La pénétration des zones réglementées

Certaines opérations prioritaires peuvent nécessiter, dans des situations d'urgence (défense, police, secours), la pénétration de ces zones réglementées. L'arrêt des opérations de drones pour permettre le passage d'un aéronef habité ne pose pas de problème le plus souvent. Cependant les télépilotes n'utilisent pas les fréquences aéronautiques et ne peuvent être tenus informés de ces opérations.

La DGAC a déjà commencé à travailler sur ces questions, soulevées notamment par les fédérations et syndicats d'exploitants de travail aérien, en imposant à l'exploitant de drones de disposer d'un moyen

de communication sur lequel il soit possible de le contacter. En général, les conditions selon lesquelles des aéronefs peuvent pénétrer dans une telle zone prévoient que le pilote d'un aéronef habité se coordonne avec le gestionnaire de la zone, qui peut être directement le télépilote du drone, le cas échéant par l'intermédiaire d'un tiers au sol (par exemple, une centrale des opérations), pour assurer la séparation des trajectoires des aéronefs.

La privatisation de l'espace

Lorsqu'une zone réglementée est créée pour les besoins commerciaux d'un exploitant de drones, cette affectation d'une ressource publique au profit exclusif d'un tiers réduit les possibilités d'utilisation de l'espace aérien et de circulation des aéronefs, et pourrait être assimilée à une forme de privatisation temporaire de l'espace. Le nombre de demandes de réservations de zone semble avoir peu d'impact aujourd'hui car les usages des drones sont encore limités, notamment en termes de hauteur d'évolution, et ces réservations d'espace peu fréquentes.

Mais ces questions se posent avec le développement de ces activités :

- **doit-on créer des ZRT** pour tout exploitant de drones qui en fait la demande à des fins d'atténuation des risques intrinsèques de son opération ? Ou exiger de lui qu'il améliore la performance et la robustesse de ses équipements pour s'intégrer dans la circulation aérienne sans une telle ségrégation ?
- **doit-on privatiser** ainsi l'espace aérien au-dessus de sites industriels qui veulent développer certains types d'activités, comme de la surveillance automatique par drones ?

L'espace aérien continuera-t-il d'être géré par l'État seulement ou celui-ci en délèguera-t-il par endroits la gestion à des collectivités locales ? À l'avenir, il sera ainsi probablement nécessaire d'arbitrer ces demandes de réservation de l'espace aérien. Le choix pourra notamment être fait d'accorder la priorité aux missions de service public ou à celles à forte valeur ajoutée pour la société civile.

Toutefois, il est d'ores et déjà apparent que la ségrégation de l'espace n'est pas une solution viable à long terme si la filière souhaite atteindre son plein potentiel, et il est nécessaire de travailler sur le renforcement des capacités des drones, afin de permettre à ceux-ci de s'intégrer, en toute sécurité, dans la circulation aérienne.

Les enjeux de sûreté

Au-delà de ces enjeux de sécurité et d'allocation d'espace, il existe en France de nombreuses restrictions pour des raisons de sûreté ou d'ordre public : interdiction de survol ou de prise de vues au-dessus de sites industriels, protection des centrales nucléaires, restrictions de vol en espace public en agglomération, centres pénitentiaires, etc. Dans ces espaces, le drone peut être utilisé à des fins malveillantes pour, par exemple, la préparation d'une évasion, le renseignement économique ou le transport d'objets illicites.

Les autorités de sûreté ont pris plusieurs mesures pour faire face à ces nouvelles menaces. L'enregistrement des drones et l'obligation d'emport d'un dispositif de signalement électronique sont inscrits dans la loi drones de 2016 et permettront aux forces de l'ordre de distinguer rapidement les drones coopératifs des drones potentiellement malveillants, ainsi que d'en identifier les propriétaires. Par ailleurs celles-ci sont maintenant équipées de moyens de détection et de neutralisation (par brouillage électromagnétique) de ces aéronefs.

Sur les aérodromes, ces aspects sûreté sont fortement imbriqués avec les enjeux de sécurité. À plusieurs reprises, sur des aérodromes internationaux, le trafic a été interrompu suite à des signalements de drones sans qu'il soit toujours possible d'identifier la nature de l'événement : présence effective d'un drone ? Télépilote ayant l'intention de nuire ? Ignorance ou négligence ?

La lutte contre ces événements indésirables s'appuie sur de multiples domaines de compétences :

- **Technologie :** système de détection de drones, signalement électronique, outils de neutralisation…
- **Opérations :** procédures de levée de doute et de gestion de la crise, coordination entre les acteurs…
- **Pédagogie/information** : formation des télépilotes sur la réglementation et les risques associés à leurs opérations, inclusion d'une notice d'information dans les emballages de drones
- **Réglementation** : définition des exigences, des zones réglementées et interdites, des sanctions applicables, etc.

LES PERSPECTIVES

La réglementation européenne

La Commission européenne a publié le 11 juin 2019 deux règlements relatifs à la sécurité des aéronefs sans équipage à bord, applicables à compter du 1er juillet 2020 :

- **Règlement délégué (UE) 2019/945** de la Commission du 12 mars 2019 relatif aux systèmes d'aéronefs sans équipage à bord et aux exploitants, issus de pays tiers, de systèmes d'aéronefs sans équipage à bord[13]
- **Règlement d'exécution (UE) 2019/947** de la Commission du 24 mai 2019 concernant les règles et procédures applicables à l'exploitation d'aéronefs sans équipage à bord[14]

Pour élaborer ces règlements, l'agence de l'Union européenne pour la sécurité aérienne (AESA) s'est largement appuyée sur l'expérience des États Membres qui ont accompagné le développement de la filière drones, en particulier la France.

Sur les aspects relatifs à l'intégration des drones dans l'espace aérien, la réglementation européenne ne définit que des principes généraux. En effet, la gestion de l'espace aérien relève de la souveraineté des États Membres.

La hauteur maximale de vol pour les drones de la catégorie Ouverte est de 120 mètres. Il est possible de voler à des hauteurs supérieures, moyennant une autorisation de l'autorité compétente : l'opération bascule alors dans la catégorie Spécifique. Comme aujourd'hui, les États Membres ont la possibilité de définir des zones interdites aux drones, et des zones dans lesquelles des conditions particulières d'exploitation sont applicables. La description de ces zones doit être rendue publique dans un format numérique, unique et commun, qui est en cours de définition. Cette exigence entre en vigueur le 1er juillet 2021. Dans une logique de continuité des usages existants, la France utilisera cette possibilité pour définir des zones similaires aux interdictions et restrictions contenues dans l'arrêté Espace.

Le dispositif réglementaire européen doit être complété par d'autres textes :

- **Un amendement du règlement,** prévu en 2021, définira les premiers scénarios standards européens (STS), qui viendront à terme se substituer aux scénarios nationaux.
- **Un règlement publié** en 2020 définira un premier cadre réglementaire pour les services U-space (cf. définition dans paragraphe suivant).
- **Par ailleurs, l'AESA** a commencé à travailler sur les amendements des règlements nécessaires à l'intégration de la catégorie Certifiée.

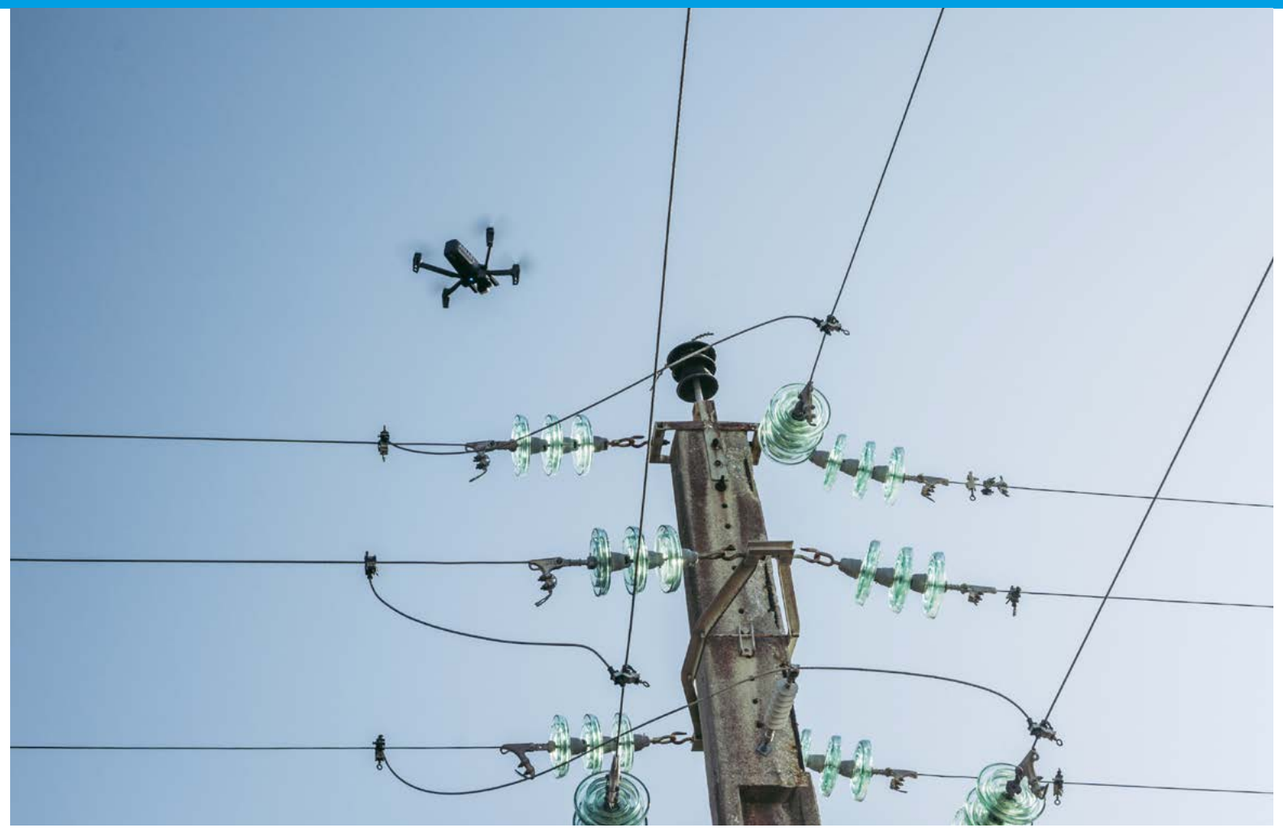
Les trois catégories d'opérations de la réglementation européenne

La réglementation européenne définit trois catégories d'opérations pour les aéronefs sans équipage à bord, classées selon le niveau de risque de l'opération. Une formation théorique et, selon les cas, pratique, adaptée à chaque catégorie d'opérations, est requise pour le télépilote.

Cette réglementation ne fait pas le distinguo entre les usages professionnels ou de loisirs :

- **LA CATÉGORIE OUVERTE** regroupe les opérations à faible risque, pour lesquelles une autorisation de l'autorité compétente (en France, la DSAC) n'est pas nécessaire. Le vol doit être effectué à vue, à une hauteur maximale de 120 mètres, avec un drone ayant un marquage CE pour la catégorie d'opération considérée,
- **LA CATÉGORIE SPÉCIFIQUE** regroupe les opérations qui ne remplissent pas les exigences des catégories Ouvert et Certifiée. Ces opérations nécessitent normalement une autorisation de l'autorité compétente, délivrée sur la base d'une étude de sécurité fournie par le demandeur. L'AESA va cependant publier en 2021 des scénarios standards (STS), similaires à ceux de la réglementation française, pour que la plupart des vols puissent être réalisés en régime déclaratif.
- **LA CATÉGORIE CERTIFIÉE** regroupe les opérations pour lesquelles un haut niveau de sécurité est exigé, comme le transport de personnes, la logistique urbaine ou le transport de marchandises dangereuses. Les exigences applicables à cette catégorie, analogues à celles de l'aviation habitée certifiée, sont en cours de définition par l'AESA.

13. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1560241758085&uri=CELEX:32019R0945
14. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1560241758085&uri=CELEX:32019R0947



L'U-space

Présentation

Le développement de la filière drones a naturellement suscité la création de nouveaux services visant à faciliter leur intégration dans l'espace aérien. Plusieurs initiatives nationales ont visé à expérimenter ces nouveaux services : l'enregistrement et l'identification des drones, la préparation des vols, la coordination avec les différents acteurs de l'aérien, etc.

En France, la DGAC a développé plusieurs outils pour assister les télépilotes, en particulier de loisir, dans la préparation de leur vol, et les informer de leurs droits et obligations. Ces outils constituent une première étape de la construction de ces nouveaux services, dits U-space. Plusieurs opérateurs privés (dites USSP pour U-space service providers) se sont ainsi positionnés sur ce nouveau marché en développant et proposant des services innovants au bénéfice des exploitants de drones.

L'U-Space blueprint définit quatre niveaux de services (U1 à U4) qui seront progressivement disponibles au fur et à mesure que le niveau d'automatisation et de connectivité des drones augmentera.

L'U-space en France

En France aujourd'hui, plusieurs aéroports majeurs bénéficient déjà de services U-space visant à faciliter la délivrance d'autorisations, par le prestataire de services de la navigation aérienne, aux exploitants de drones souhaitant voler en espace aérien contrôlé. À terme, la Commission européenne envisage que les services U-space les plus avancés servent à séparer en temps réel les drones des aéronefs habités, et les drones entre eux, notamment dans le cadre d'opérations de logistique et de mobilité urbaines.

La direction des services de la navigation aérienne (DSNA) a lancé fin 2018 un appel à partenariat auprès des prestataires de services U-space et des acteurs de la filière drones. Une trentaine de réponses ont été reçues, proposant des solutions techniques et des modes de financement variés.

L'objectif de la DSNA est désormais de produire l'interface numérique du contrôle aérien avec l'U-space, d'aider à son développement et à l'innovation mais aussi de soutenir l'action de l'État en matière de sécurité et de défense. Les services U-space seront construits de manière collaborative et progressive. La DSNA envisage ainsi, dans un premier temps, d'étendre les expérimentations déjà en cours en France sur l'interface entre le contrôle aérien et les opérations de drone dans les espaces aériens aéroportuaires. Dans un deuxième temps, l'objectif est de mettre en place des démonstrateurs régionaux de services U-space (U1, U2 et U3) mais aussi des expérimentations locales de visualisation du trafic aérien à très basse altitude. Ces services pré-opérationnels seront basés initialement sur des infrastructures transitoires. Ils auront vocation à converger vers des services U-space opérationnels permanents, à l'aide d'une plate-forme dédiée, le Hubspace, qui proposerait notamment une interconnexion sécurisée avec les services de la navigation aérienne.

U-space blueprint

L'U-space est la vision européenne du concept international UTM (UAS traffic management). Le document « U-space blueprint »[15], définit l'U-space comme étant un ensemble de nouveaux services et de procédures spécifiques conçus pour permettre l'accès à l'espace aérien à un grand nombre de drones, tout en respectant les exigences de sécurité, de sûreté et d'efficacité. Ces services s'appuient sur un haut niveau d'automatisation de fonctions numériques, que celles-ci soient basées sur le drone lui-même ou sur des infrastructures au sol.

Les enjeux de l'U-space

Les services U-space sont susceptibles d'apporter des solutions innovantes et efficaces à certaines problématiques de sécurité et de sûreté. Ils permettraient d'assurer un haut niveau de coordination entre les différents acteurs de l'aérien : exploitants de drones, autres utilisateurs de l'espace aérien, prestataires de services de la navigation aérienne, et fournisseurs de service U-space.

L'étendue et la nature des services qui seront proposés ne sont pas encore connues et dépendront du développement et des besoins de la filière drones. L'équation économique sera aussi déterminante pour répondre aux questions suivantes :

• **Les services U-space** seront-ils proposés sur l'ensemble du territoire ou seulement dans des zones spécifiques, comme certains espaces contrôlés ? Ces services peuvent présenter un intérêt sur l'ensemble du territoire, par exemple pour assurer la coordination entre l'activité drones et l'aviation militaire ou générale.

• **Qui financera ces services ?** Seront-ils accessibles à tous les exploitants de drones ou seront-ils limités aux utilisateurs payants ? Il est peu probable que les télépilotes de drones de loisir, qui apprécient la gratuité de services comme la carte Géoportail, acceptent de payer pour bénéficier de services équivalents. Or l'efficacité du dispositif en termes de sécurité dépend en grande partie du partage de l'information entre tous les acteurs concernés.

• **Comment l'aviation** traditionnelle intègrera-t-elle ces évolutions ? Si les premières opérations de drones sont réalisées dans des espaces n'ayant que peu d'impacts pour l'aviation habitée, cela pourrait ne plus être le cas à terme. Des équipements supplémentaires pourraient donc être nécessaires pour permettre à un aéronef habité de pénétrer dans des espaces majoritairement utilisés par des drones, ou tout simplement pour garantir la compatibilité du trafic entre drones et aéronefs habités à très basse hauteur.

À terme, le U-space pourrait également proposer des services à l'aviation générale en espace aérien non contrôlé, afin d'améliorer le niveau de sécurité en réduisant les risques d'abordages entre aéronefs, habités ou non.

Ainsi, la Commission européenne a confié à l'AESA la tâche de travailler sur un règlement visant à définir les fondations du U-space (définition, services, système…). La France participe au groupe de travail piloté par l'AESA.

15. Document édité par SESAR JU : https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/U-space%20Blueprint%20brochure%20final.PDF

CONCLUSION

La sécurité : une condition *sine qua non* à l'essor des drones

L'usage professionnel des drones est en croissance constante depuis plusieurs années. Les domaines d'opération se diversifient et s'étendent, et les besoins en espace aérien des exploitants d'aéronefs sans équipage à bord augmentent en conséquence. La réglementation française a évolué pour accompagner ces nouveaux usages tout en assurant un niveau constant de sécurité aux aéronefs habités et aux personnes au sol. À cette fin, la stratégie adoptée a été celle de la séparation géographique des activités des drones et des aéronefs habités. Mais l'espace aérien est une ressource finie et cette logique de ségrégation pourrait rapidement atteindre ses limites.

L'intégration progressive des drones dans la circulation aérienne est un changement de paradigme qui nécessitera le développement de nouveaux systèmes et services, assortis de fortes exigences de sécurité sur les aéronefs (navigabilité), les opérations, les services et la formation des personnels. Ces exigences se traduiront par des standards, garantissant la fiabilité et donc le niveau de sécurité associé. Leur respect est une condition indispensable au développement de l'usage des drones.

En effet, l'essor de ces opérations n'aura lieu qu'à condition d'être accepté par la société dans son ensemble. Ainsi, un fort niveau de sécurité devra continuer d'être garanti, tout en respectant les enjeux de vie privée, de nuisances sonores et de sûreté.

Les nouveaux textes réglementaires contribuent à faciliter les usages

La publication, en juin 2019, des premiers textes réglementaires européens sur la sécurité des drones est une première étape vers un développement sûr et harmonisé de la filière en Europe. D'autres textes sont en cours d'élaboration pour accompagner les usages les plus avancés : scénarios standards, certification des drones et des opérations, et services U-space visant à faciliter l'intégration sûre et performante des drones dans le trafic aérien.

REMERCIEMENTS

Colonel **Mathieu Bernabé** | SGDSN, Colonel **Jean-Patrick Borja** | *DSAÉ*, **Vendelin Clicques** | *IEDO*, **Jean-Philippe Cotto**, *FFVP* | **Benoit Curdy** | *OFAC*, **Carine Donzel-Defigier** | *DTA*, **Lorraine Forestier** | *Thalès*, **Frédéric Fouchet** | *FNAM*, **Éric Gobert** | *Air France*, **Florent Mainfroy** | *Clearance*, **Gilles Mantoux** | *DTA*, **Camille Marcadé** | *DSAC*, **Antoine Martin** | *DSNA*, **Philippe Mesquida** | *DTA*, **Ghislaine Mougenot** | *CNFAS*, **Odile Mounier** | *FNAM*, **Nicolas Pollet** | *Altametris*, **Mariane Renaux** | *FPDC*, **Catherine Ronflé-Nadaud** | *DSNA*, **Olivier Sciara** | *UA*F, **Amandine Vole** | *FPDC*

RÉFÉRENCES

S'inscrire au bulletin sécurité d'AlphaTango
http://eepurl.com/gD0TTX

AlphaTango, portail public des utilisateurs d'aéronefs télépilotés
https://alphatango.aviation-civile.gouv.fr

Loi no 2016-1428 du 24 octobre 2016 relative au renforcement de la sécurité de l'usage des drones civils et ses textes d'application
https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000033293745&categorieLien=id

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 requises des personnes qui les utilisent, dit arrêté Aéronef
https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000031679906&categorieLien=id

Arrêté du 17 décembre 2015 relatif à l'utilisation de l'espace aérien par les aéronefs qui circulent sans personne à bord, dit arrêté Espace
https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000031679868&categorieLien=id

Règlement d'exécution (UE) 2019/947 de la Commission du 24 mai 2019 concernant les règles et procédures applicables à l'exploitation d'aéronefs sans équipage à bord
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1560241758085&uri=CELEX%3A32019R0947

Executive Director Decision 2019/021/R of 9 October 2019, moyens acceptables de conformité et bonnes pratiques
https://www.easa.europa.eu/document-library/agency-decisions/ed-decision-2019021r

Règlement délégué (UE) 2019/945 de la Commission du 12 mars 2019 relatif aux systèmes d'aéronefs sans équipage à bord et aux exploitants, issus de pays tiers, de systèmes d'aéronefs sans équipage à bord
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1560241758085&uri=CELEX%3A32019R0945

Page internet du ministère de la Transition écologique et solidaire relative aux drones professionnels
https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/drones-usages-professionnels

Guide de la DGAC à destination des utilisateurs professionnels / guide de la DGAC pour la notification et le suivi des évènements de sécurité
https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/drones-usages-professionnels#e5

Carte Restriction drones de loisir du Géoportail de l'institut géographique national (IGN)
https://www.geoportail.gouv.fr/donnees/restrictions-pour-drones-de-loisir

ASSURE UAS Airborne collision severity, rapport de l'étude http://www.assureuas.org/projects/deliverables/sUASGroundCollisionReport.php

Drone Safety Risk: An assessment, rapport de l'étude https://publicapps.caa.co.uk/docs/33/CAP1627_Jan2018.pdf

U-space Blueprint, de SESAR JU
https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/U-space%20Blueprint%20brochure%20final.PDF

Directeur de la publication : Patrick Cipriani, directeur de la sécurité de l'aviation civile
Communication et relations publiques DSAC : Sylvain de Buyser
Rédaction et coordination : Ludovic Maréchal, Nicolas Marcou
Illustrations : René Deymonaz
Photos : Aeromapper, Azur Drones, Boreal, Parrot, Delair, istock
Conception et réalisation : Citizen Press, Paris
Impression : Bialec

Novembre 2019

dgac
DSAC

Direction générale
de l'Aviation civile

direction de la sécurité
de l'Aviation civile

50, rue Henry Farman,
75720 PARIS CEDEX 15

Tél. : 01 58 09 43 21

www.ecologique-solidaire.gouv.fr

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE