

NOTE DU CREOGN

Centre de Recherche de l'École des Officiers de la Gendarmerie Nationale

Numéro 53 – Septembre 2020

LCL (RC) Patrick MERVENT



VERS UN REFORMATAGE DU SECTEUR AÉRIEN CIVIL : LES VÉHICULES VOLANTS AUTONOMES

La conscience écologique avait déjà pris pour cible le secteur aérien avec le « plane bashing » (honte de prendre l'avion en raison de son bilan carbone). Les compagnies aériennes du monde entier sont à présent durablement affaiblies par l'épidémie de coronavirus, que ce soit en termes financiers ou, plus globalement, de fonctionnement. Cette situation a souvent nécessité un soutien étatique pour éviter la faillite, sans garantie de rétablissement à brève échéance. Ainsi, par exemple, la compagnie italienne Alitalia a reçu trois milliards d'euros sous forme de prêt bancaire garanti par l'État¹, celui-ci devenant, de fait, le propriétaire de l'entreprise. En Allemagne, l'État entend acquérir 25 % du capital de la compagnie Lufthansa, tandis que la compagnie Air France-KLM est soutenue sous conditions par la France et les Pays-Bas. En revanche, la démocratisation des véhicules volants électriques² semble, dans les années à venir, constituer le point de départ d'une nouvelle révolution de la mobilité pour désengorger les métropoles.

En effet, d'ici 2030, la surcharge du trafic urbain pourrait, en Europe et aux États-Unis, générer un coût de près de 300 milliards de dollars. La voie des airs, dans ces conditions, permettrait également d'améliorer les délais d'intervention des premiers secours. En parallèle de ces projections, une tendance lourde est constatée dans le changement des modes de consommation de mobilité (V-lib, covoiturage, autopartage, etc.). Ces évolutions intéressent l'industrie automobile et aéronautique, comme en témoigne la multiplication des projets ayant pour but de repenser les mobilités de demain, notamment par le développement de navettes autonomes volantes. Plus de 120 modèles sont actuellement à un stade d'étude plus ou moins avancé à travers le monde. Si les défis techniques sont en passe d'être relevés et si la société semble prête à accepter ces modes de mobilité, l'enjeu de la sécurité aérienne reste particulièrement complexe à appréhender sous la pression de l'essor de ce nouveau marché.

1 L'impact de l'épidémie de Covid-19 sur le secteur aérien, [veilleinfotourisme.fr](https://www.veilleinfotourisme.fr), 3 septembre 2020. Disponible sur : <https://www.veilleinfotourisme.fr/entreprises-et-clienteles/transports/l-impact-de-l-epidemie-de-covid-19-sur-le-secteur-aerien>

2 La motorisation électrique de ces petits aéronefs semble une condition *sine qua non* de leur acceptabilité en milieu urbain, leur site d'emploi de prédilection, en raison des contraintes en termes de pollution sonore et de l'air.

I) L'espace aérien, échappatoire à la congestion terrestre, sous réserve d'être régulé

Une enquête ANSYS de juin 2019³ a mesuré le sentiment des potentiels usagers quant à l'avenir des avions autonomes. Alors que 70 % envisagent de prendre un avion autonome au cours de leur vie, ce chiffre tombe à un peu plus de 50 % si l'on évoque la prochaine décennie. Les jeunes sont les plus favorables aux engins volants ; plus de 80 % des 18-24 ans sont prêts à voler dans un avion autonome, contre un peu moins de 50 % des plus de 65 ans. Lorsqu'on leur a demandé de sélectionner leurs plus grandes préoccupations concernant les vols autonomes, les répondants ont déclaré que leurs inquiétudes portaient sur les défaillances technologiques et les capacités du pilote automatique à réagir aux conditions atmosphériques. Lorsque les répondants ont été informés que seuls le décollage et les 10 dernières minutes des vols actuels étaient probablement contrôlés par un pilote et que le reste était autonome, 36 % ont déclaré qu'ils se sentiraient beaucoup plus en sécurité dans un avion entièrement autonome.

De fait, la diversité des modes de déplacement aérien ne cesse de s'accroître. L'invention du Marseillais Franky Zapata en est le parfait exemple. En survolant la Manche, l'été 2019⁴, il a marqué les esprits. Pour anticiper ces changements, des évolutions réglementaires et d'infrastructures sont nécessaires. Des sujets complexes qui ne pourront sans doute pas être totalement résolus dans les délais voulus par l'industrie.

Pourtant, la réalité qu'un jour l'Homme puisse prendre un taxi volant ou que les marchandises soient livrées par drone ne semble plus être qu'une question de quelques années. Le groupe Safran annonçait l'année dernière débiter la production de moteurs électriques pour drones et taxis volants⁵.

Pour voler, ces drones et autres engins volants autonomes auront besoin d'une cartographie précise de l'espace aérien, afin d'être avertis des potentiels obstacles et de respecter les couloirs de navigation. À ce titre, un enjeu technique vital réside dans la nécessité de faire parler la même « langue » aux bases de données pour l'efficacité des échanges. Des véhicules volants pouvant être amenés à traverser les frontières, les autorités du pays survolé devront être en mesure de vérifier leurs autorisations.

Enfin, une réorganisation des usages de l'espace aérien s'impose pour éviter les risques de collisions entre ces aéronefs, comme cela s'est déjà produit, notamment au Canada⁶ et au Mozambique⁷ en 2017. Malheureusement, il est probable qu'ils seront amenés à se multiplier si l'on n'améliore pas la régulation alors que le trafic va se densifier.

C'est avec ces enjeux à l'esprit que les régulateurs travaillent dans de nombreux pays sur des réformes de leur sécurité aérienne, et prévoient une refonte des couloirs aériens qui tiendrait compte des nouvelles mobilités à venir. Il y aura toujours des incidents susceptibles de conduire à un sinistre, pour lequel la recherche des causes et circonstances devra être engagée. L'absence de normalisation

3 « Ansys Reveals 70 % of Consumers Expect to Travel in an Autonomous Aircraft in Their Lifetime », *ansys.com*, 17 juin 2019. Disponible sur : <https://www.ansys.com/about-ansys/news-center/06-17-19-ansys-reveals-70-percent-consumers-expect-travel-autonomous-aircraft>

4 LE MONDE AVEC AFP, Franky Zapata parvient à traverser la Manche debout sur sa planche volante, *lemonde.fr*, 4 août 2019. Disponible sur : https://www.lemonde.fr/economie/article/2019/08/04/le-francais-franky-zapata-reussit-a-traverser-la-manche-sur-sa-planche-volante_5496431_3234.html

5 JAMES, Olivier, Safran débute la production de moteurs électriques pour drones et taxis volants, *usinenouvelle.com*, 27 mai 2019. Disponible sur : <https://www.usinenouvelle.com/article/safran-debute-la-production-de-moteurs-electriques-pour-drones-et-taxis-volants.N847545>

6 LE PARISIEN AVEC AFP, Première collision entre un drone et un avion commercial au Canada, *leparisien.fr*, 15 octobre 2017. Disponible sur : <https://www.leparisien.fr/faits-divers/premiere-collision-entre-un-drone-et-un-avion-commercial-au-canada-15-10-2017-7333776.php>

7 MOUSSET, Anne-Katel, Quand un drone entre en collision avec un avion, ça fait des dégâts, *usinenouvelle.com*, 9 janvier 2017. Disponible sur : <https://www.usinenouvelle.com/article/photo-quand-un-drone-entre-en-collision-avec-un-avion-ca-fait-des-degats.N485314>

universelle des composants organiques des drones et d'exigence de fiabilité en termes de performance et de sécurité pourrait malheureusement être de mise pour débiter cette nouvelle ère. Il est possible de faire l'analogie avec l'arrivée récente des trottinettes électriques dans nos rues. C'est pourquoi, des investigations poussées concernant les données relatives aux sinistres seront nécessaires aux fins d'identifier les causes et circonstances de ceux-ci⁸. La détermination exacte des origines des accidents constituera la première étape incontournable pour en prévenir la répétition par l'amélioration des matériels et des procédures. Aujourd'hui, l'usage de drones fait l'objet d'importantes restrictions. En France, le survol d'agglomérations, d'aérodromes et de sites sensibles (lieux de pouvoir, sites militaires, centrales nucléaires, etc.) est notamment interdit. Or, l'essentiel du marché d'usage de ces drones aériens se trouve en zone urbaine. La validation des plans de vol par les autorités à des fins de protection contre le survol des lieux interdits de l'espace métropolitain est la règle. L'usage du *geofencing*⁹ (barrières géographiques virtuelles équivalant aux bracelets électroniques pour les délinquants) devrait permettre le respect de ces restrictions, sans saturer les autorités. En cas de transgression, le gestionnaire de la flotte et les autorités en seraient alertés.

Il reste ensuite à faire « face à un imprévu », une fois en circulation, sur la base de systèmes d'anticipation et de détection des risques de collision ou de transit dans une zone météorologique perturbée. Une startup britannique a ainsi développé une approche des conflits en vol pour les drones¹⁰. Une première qui permet aux entreprises du secteur d'enregistrer leurs plans de vol en amont et de modifier les itinéraires en temps réel en cas de conflit potentiel. De tels systèmes sont indispensables à l'essor des drones et devront apporter la preuve de leur fiabilité.

II) Les infrastructures sont à concevoir et les risques et à optimiser

Le concept d'un vertiport pour des petits engins à décollage et atterrissage verticaux comme les taxis volants fait son chemin. Il pourrait être adapté aux toits de bâtiments, de parkings ou de gares¹¹. Ceci étant, la concentration d'aéronefs au décollage comme à l'atterrissage dans un espace contraint devra faire l'objet d'une attention particulière, avec une régulation par une « tour de contrôle » pouvant interdire le mouvement des engins lorsque la densité de trafic devient trop importante et dangereuse. D'une façon générale, la saturation ponctuelle et localisée de l'espace aérien est un sujet qui nécessitera que ces « tours de contrôle » soient en réseau.

Comme pour les aéroports, les vertiports devront être des périmètres contrôlés pour se prémunir contre le risque d'agressions des personnes transportées, d'atteinte aux matériels, de transport de matières illicites, faute de personnels de bord. Cela nécessitera le filtrage d'accès, la détection d'objets prohibés et une vidéoprotection renforcée. À l'identique, l'environnement des vertiports devra être sécurisé pour éviter aux drones d'être pris pour cibles par des tirs dans les phases délicates d'atterrissage et de décollage. Des moyens d'intervention adaptés seront à inventer pour permettre aux forces de l'ordre de contraindre un véhicule volant à atterrir ou de l'empêcher de décoller. On peut imaginer l'usage de motos volantes électriques pour assurer une intervention, comme c'est le cas à Dubaï où la police teste cette solution pour relever les infractions routières¹². Parallèlement, la sécurité de l'informatique de bord devra être protégée contre les tentatives de piratage cherchant à en prendre le contrôle ou, plus

8 Véhicules autonomes et taxis volants : l'importance des données dans la gestion des risques de demain, *gmconsultant.com*. Disponible sur : <http://www.gmconsultant.com/vehicules-autonomes-taxis-volants-gestion-risques/>

9 DECOURT, Rémy, Taxis volants: la Nasa et Uber planchent sur la régulation du trafic, 27 mai 2018. Disponible sur : <https://www.futura-sciences.com/tech/actualites/drone-taxis-volants-nasa-uber-planchent-regulation-traffic-64520/>

10 PELLEGRIN, Hugo, Un système pour éviter les collisions entre taxi volant et drone de livraison, *tom.travel*, 22 juillet 2019. Disponible sur : <https://www.tom.travel/2019/07/22/un-systeme-pour-eviter-les-collisions-entre-taxi-volant-et-drone-de-livraison/>

11 ZAFFAGNI, Marc, Volocopter présente un terminal pour ses taxis volants Volocity, *futura-sciences.com*, 21 octobre 2019. Disponible sur : <https://www.futura-sciences.com/tech/actualites/drone-ins-volocopter-presente-terminal-taxis-volants-volocity-68718/>

12 20 MINUTES AVEC AGENCE, Vidéo. Dubaï : Les policiers testent l'Overbike S3, une moto volante futuriste, *20minutes.fr*, 17 novembre 2018. Disponible sur : <https://www.20minutes.fr/high-tech/2373647-20181117-video-dubai-policiers-testent-hoverbike-s3-moto-volante-futuriste>

trivialement, contre la simple panne. Le contrôle d'intégrité des données par une table de référence (type Tripwire ou similaire) contenant la signature numérique ou *hash* des données des plans de vol chargés dans les aéronefs pourrait permettre de les protéger.

Si le premier risque de sûreté venant à l'esprit est du côté aéroportuaire, comme évoqué ci-dessus, le second risque est technique et concerne la fiabilité de l'alimentation et de la motorisation électriques de ces véhicules. La mise en œuvre opérationnelle des drones aériens par la gendarmerie a montré que l'occurrence d'incidents moteur était mille fois supérieure à celle des hélicoptères, un niveau de fiabilité que ne pourraient tolérer les organismes de certification de l'aviation civile¹³. Si la propulsion électrique limite les risques liés au carburant des moteurs à combustion, d'autres risques peuvent être anticipés à partir du retour d'expérience avec les différents acteurs intervenant sur les véhicules électriques. Il existe déjà une analyse préliminaire des risques des différentes étapes du cycle de vie de la filière des batteries d'alimentation. De même, il est possible de se fonder sur l'étude de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS), *Approche de la maîtrise des risques spécifiques de la filière véhicules électriques*¹⁴, pour aborder le sujet des composants électriques et électroniques essentiels, notamment, aux commandes autonomes de navigation.

Leur couplage avec les systèmes de géolocalisation pour assurer le guidage en sécurité des aéronefs constitue un autre point de vulnérabilité si leur signal venait à être brouillé de façon intentionnelle ou accidentelle. Le brouilleur de GPS, matériel interdit en France, diffuse un signal qui parasite les fréquences des satellites des services de géolocalisation pour les rendre inopérants.

Un brouilleur perturbe tous les GPS qui se trouvent à sa portée d'émission, de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres selon sa puissance. L'Agence nationale des fréquences (ANFR) est ainsi intervenue suite à une plainte de l'aviation civile concernant des perturbations des GPS au niveau de l'aéroport de Lyon Saint-Exupéry¹⁵. L'enquête des agents de l'ANFR avait identifié l'usage d'un brouilleur GPS installé par le chauffeur d'un poids lourd qui ne souhaitait pas être « tracé » par son employeur et qui passait régulièrement à proximité de l'aéroport.

Des solutions palliatives sont dès à présent envisageables, telles que :

- l'anticipation de trajectoire programmée pour pallier ponctuellement tout défaut de géolocalisation ;
- le contrôle de trajectoire en temps réel par les gestionnaires de flotte avec la possibilité de reprise en mode drone pour le télépilotage à distance sur une bande de fréquences très éloignées du GPS.

La véhicule volant autonome n'est plus une utopie mais son environnement doit encore être adapté, sur la base d'une régulation internationale, pour éviter une anarchie qui conduirait à des accidents susceptibles de retarder le déploiement de ces nouvelles mobilités.

*Patrick MERVENT est lieutenant-colonel de la réserve citoyenne
auprès de la gendarmerie des transports aériens.*

Le contenu de cette publication doit être considéré comme propre à son auteur et ne saurait engager la responsabilité du CREOGN.

13 MOREL, Jean-François, ABELLARD, Mathieu, L'emploi des drones de la gendarmerie au maintien de l'ordre, in *Revue de la gendarmerie nationale*, n° 267, juin 2020, p. 126.

14 Disponible sur : <https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/ve-analyse-apr-couv-ineris-1386077293.pdf>

15 AGENCE NATIONALE DES FRÉQUENCES, Les brouilleurs GPS, *anfr.fr* [consulté le 1^{er} septembre 2020]. Disponible sur : <https://www.anfr.fr/controle-des-frequences/brouillages/les-brouilleurs-dondes/les-brouilleurs-gps/>