

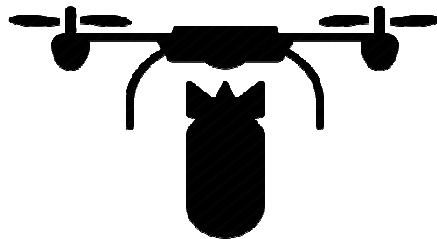
ECOLE DE GUERRE



PROMOTION *VERDUN*

2015 -2016

Drone civil : le meilleur ami du terroriste



Quelle menace ces drones font-ils peser sur nos forces ?

Chef de bataillon Pierre-Alain Goujard

Sous la direction du
lieutenant-colonel Olivier Entraygues,
chercheur à l'INSERM

Résumé

En cinq ans, le marché mondial du drone a explosé. Il y a maintenant dans notre espace aérien cent fois plus de drones que d'aéronefs avec pilote à bord.

Les drones civils mettent à portée de tous une technologie de pointe, à bas coût, avec toujours plus de fonctionnalités. Ce secteur en plein développement est peu encadré par la législation. En France, acheter et faire voler un drone de 25 kilos ne nécessite ainsi aucune autorisation particulière.

Or, au-delà de l'usage récréatif ou professionnel auquel il est destiné, le drone représente un formidable potentiel pour nos ennemis asymétriques. Face à cette nouvelle menace, les équipements militaires actuels sont inadaptés, et la recherche n'a pas encore produit de solution crédible. Que les terroristes n'aient pas encore utilisé de drones à grande échelle ne doit pas nous faire croire que la menace n'existe pas. Elle ne s'est simplement pas concrétisée. Cet intervalle doit être mis à profit pour sensibiliser nos forces à la menace drones, tout en militant pour un contrôle plus strict de leur utilisation.

Abstract

Over the last five years, the worldwide drone market has skyrocketed. There are now a hundred times more drones than manned aircraft flying in our airspace.

Civilian drones make high tech affordable and boast ever more functionality. This booming sector grows unhindered by law. No authorization is requested for you to fly a 25 Kg drone in France.

But there is more to the drone than meets the eye. Apart from the intended recreational or professional use, it offers incredible potential for terrorists. On the other hand, our forces are unprepared and ill-equipped to face this threat. Research is underway, but has not yet yielded tangible results. The fact that terrorists have not repeatedly used drones should not lead us to believe the threat is non-existent, it just hasn't materialized. In the meanwhile, it is paramount we focus on preparing our forces and encourage the implementation of a tougher legal framework.

Dans une vidéo virale diffusée sur Youtube et visionnée plus de trente millions de fois, un homme au fort accent russe présente un drone commercial équipé d'un fusil d'assaut. Le drone détruit 5 mannequins avant de pénétrer dans une voiture et de détoner une charge de C4.

Ce film amateur a affolé les services de renseignement du monde entier. Si depuis toujours les technologies duales ont été utilisées par les ennemis asymétriques (téléphones, composants électroniques, voitures téléguidées...) il s'agissait là d'une véritable plateforme de combat, pas d'une simple bombe téléguidée.

Après une étude fine du SGDSN, il est apparu que la vidéo était truquée. Mais elle a fait des émules bien réels. Des films authentifiés présentent des drones équipés de pistolets, d'autres de charges explosives. Daech utilise des drones pour filmer ses images de propagande et pour effectuer des reconnaissances d'objectifs. **Ce qui n'était au début qu'un objet de loisirs a pénétré avec une versatilité déconcertante le champ de bataille moderne.**



Un drone aérien se définit comme un engin volant sans aucune personne à bord, télépiloté ou programmé, pouvant emporter une charge utile. Il est en principe récupérable en fin de vol et peut être réutilisé. Seuls les drones aériens sont traités dans cette étude.

Initialement cantonné au marché confidentiel de l'aéromodélisme, le drone a connu un essor sans comparaison depuis l'arrivée sur le marché de modèles commandés par téléphone portable. Une technologie auparavant difficile à maîtriser, chère à l'achat et à

l'emploi devenait soudainement un produit de consommation grand public. Parallèlement, l'exploitation professionnelle de modèles plus imposants a profité de cette embellie pour se développer. On distingue trois grandes catégories de drones civils :

- Les **micro-drones** (800000 vendus en France en 5 ans), de moins de deux kilos, disposant d'une faible charge utile mais souvent capables de prises de vues. L'acquisition de ces engins et leur utilisation ne pose aucune difficulté, mais leur utilisation malveillante ne peut avoir qu'un impact limité. Dans le cadre d'une action contre nos forces, il s'agit de la plateforme dont l'emploi est **le plus probable et le moins dangereux**.
- Les **drones semi-professionnels**, pesant jusqu'à 25 kilos et capables d'emporter une charge utile jusqu'à 6 kilos. Ces drones ne nécessitent, curieusement, aucune autorisation particulière en France¹. Leur coût est plus élevé (jusqu'à 15000€) mais pas inaccessible. Ils sont faciles d'emploi et stables. Le nombre d'unités vendues est plus restreint mais ne fait pas l'objet d'un suivi des autorités. Ils constituent la **menace la plus dangereuse** contre nos forces.
- Les **drones professionnels**, pesant jusqu'à 150 kg et officiant dans de nombreux secteurs d'activité : prises de vue, épandage... L'acquisition de ces matériels est plus contrôlée et leur usage fait appel à des professionnels certifiés et formés en école. Dans l'optique d'une action contre nos forces, la capacité d'emport plus importante de ces engins ne semble pas justifier la complexité de leur mise en œuvre. **Leur utilisation malveillante est donc peu probable**, et nous excluons cette catégorie du cadre de notre étude.

Parallèlement au marché du drone sur étagère se développe un marché d'assemblage artisanal, encore moins traçable et aux possibilités infinies. Les acquéreurs achètent sur Internet des pièces détachées, téléchargent un logiciel libre de droits, et rétrofitent un drone existant (pour augmenter la puissance de ses moteurs et donc sa charge utile) ou en construisent un à partir de rien. Dans ces conditions, il est parfaitement possible d'assembler un drone, de lui adjoindre une charge explosive, le piloter grâce à la caméra embarquée et le faire exploser à proximité d'un binôme Sentinelle, tout en restant à distance de sécurité, avec une traçabilité minimale. Budget estimé pour ce type d'action : 5000€.

1 Aux Etats-Unis, la législation impose aux acquéreurs de ce type de drone une déclaration et une immatriculation.

Actuellement, nos forces ne sont pas préparées à évaluer, prévenir et détruire la menace drones. Le seul type d'appareil envisagé par la doctrine est le drone militaire, exclu du cadre de cette étude. **Il est toutefois bien plus probable qu'à l'avenir, ce soient des drones initialement destinés à un usage civil qui agissent contre nos forces**, soit de façon indirecte (propagande, renseignement) soit de façon cinétique. Ces modes d'action, à la frontière des sphères civile et militaire, imposent une approche globale si l'on veut les contrer efficacement.

Cette étude propose donc d'évaluer la menace que les drones civils de moins de 25 kilos représentent, les moyens disponibles pour prévenir leur utilisation malveillante, et enfin les parades permettant à nos forces de neutraliser cette menace.

I] Quelle menace pour nos forces ?

Il existe peu de cas d'utilisation avérée de drones civils contre nos forces². Toutefois, la richesse des capacités offertes à moindre coût invite à se placer dans une vision prospective, en analysant les opportunités offertes par le vecteur.

a/ L'acquisition de renseignement : qualité et furtivité à l'honneur

Par le passé, les prises de vues malveillantes à partir de drones ont surtout été considérées sous l'angle de la violation de vie privée. Mais si nos adversaires s'approprient ce mode d'action, ils disposeront à très court terme d'un moyen pratique et peu onéreux de recueillir du renseignement sur nos forces, qu'il s'agisse de connaître leurs déplacements, identifier leur matériel ou préparer une attaque délibérée.

L'appareil photo est la première charge utile à avoir été adapté de série aux drones civils. Il s'agissait d'abord d'un simple objectif enregistrant les images, sans retransmission en temps réel, et sans que le pilote ne puisse réellement cadrer. Puis, la vue caméra a été transmise en direct sur la commande de l'utilisateur (souvent, son téléphone). La vidéo s'est ajoutée à la photo, toujours enregistrée sur l'appareil de contrôle, interdisant ainsi toute récupération d'images en cas de capture du drone par les forces de l'ordre.

Les premiers appareils photo embarqués, vers 2010, n'avaient qu'une qualité médiocre permettant tout au plus une prise de photos récréative. Mais les progrès réalisés dans la qualité des images permettent aujourd'hui d'effectuer des prises de vues de qualité professionnelle, notamment via les enregistreurs embarqués de type GoPro. Au-delà de la finesse des clichés, ce niveau de détail participe à la furtivité du système, en permettant au drone de prendre des vues à distance. Les capteurs de génération « 4K » offrent ainsi une capacité de la reconnaissance faciale à 100 mètres. A cette distance, il est impossible de détecter un drone si on ne sait pas où regarder.

Cette furtivité, indispensable à toute mission de renseignement, est encore renforcée par la motorisation des drones : la multiplication de mini-moteurs électriques réduit la signature acoustique par rapport à un moteur unique. Enfin, la faible taille des drones (entre 40 centimètres et un mètre d'envergure) et leur capacité au vol stationnaire (un objet immobile

2 Toutefois, Daech a déjà réutilisé des drones militaires capturés à des fins d'espionnage : voir l'article de PressTV : <http://www.presstv.ir/DetailFr/2016/04/14/460723/Syrie-un-drone-de-Daech-cras--Alep/>

est plus dur à repérer) leur octroient une grande furtivité, appréciable dans toute mission de renseignement.

Avec un peu d'expérience, un terroriste utilisant un drone pourrait même s'approprier les techniques de pilotage utilisées par les paparazzi pour ne pas se faire repérer :

- opérer avec le vent venant de la victime vers le drone (discrétion acoustique),
- en profitant éventuellement d'un bruit parasite extérieur (passage d'un avion, retentissement d'une sirène, circulation urbaine)
- voire en positionnant le drone avec le soleil dans le dos.

Enfin, la retransmission en temps réel du flux vidéo permet aujourd'hui de piloter le drone au-delà de la vue directe, en utilisant la vue à la première personne offerte par la caméra embarquée. Un drone grand public de type Phantom³ est ainsi pilotable jusqu'à 1200 mètres de son opérateur. Le flux enregistré par le drone est en haute définition (HD ou 4K), et celui retransmis sur la commande en basse définition. Le progrès technique des caméras n'a donc pas seulement augmenté la qualité des images capturées. Il a également révolutionné le mode de pilotage du drone, en affranchissant l'opérateur du contact visuel avec son aéronef. La vue obtenue, dite « à la première personne », est même plus pratique à l'usage car elle permet un pilotage plus spontané du drone.

La seule limite à l'utilisation du drone pour le renseignement est son autonomie. Un drone de loisir a généralement 20 minutes d'autonomie, un drone semi-professionnel équipé d'un appareil photo 30 minutes. Cela ne permet pas de recueillir du renseignement dans la durée. Toutefois, cette capacité limitée permet tout de même à l'ennemi de confirmer ou d'infirmer la présence de nos forces, de repérer notre dispositif, tout en étant difficilement décelable. Seules des conditions météorologiques dégradées (pluie, vent supérieur à 20km/h) remettent en question l'utilisation du drone à des fins de renseignement.

Le drone civil est un moyen low-cost / high-tech permettant d'obtenir ponctuellement un renseignement de qualité sans être décelé. Aucune modification du système n'est nécessaire pour qu'il soit utilisé dans ce cadre.

3 Fabriqué par DJI, firme chinoise, et disponible pour moins de 1000€.

b/ L'engin explosif improvisé volant

Aucune utilisation de drone en tant que bombe volante n'a été recensée pour le moment. Toutefois, ce risque ne peut être raisonnablement écarté : *« il n'y a aucune commune mesure entre les drones que possède Daech et nos drones militaires. Daech n'a pas accès à des drones d'attaque réutilisables. Mais ça n'est qu'une question de temps avant qu'ils bricolent un drone kamikaze »*⁴

Aux Etats-Unis, les époux de San Bernardino ont tué 15 personnes le 2 décembre 2015 dans une attaque terroriste à l'arme automatique. Ils avaient également prévu d'utiliser une voiture télécommandée pour faire exploser une bombe à distance. Il est probable que des plans semblables soient utilisés à partir de drones de loisir. En France, le SGDSN a milité pour que tous les drones supérieurs à un kilo soient soumis à autorisation et enregistrement. Cette mesure drastique aurait permis de limiter le développement des drones capables de transporter une charge explosive, sachant qu'une grenade offensive fait 500 grammes et qu'elle nécessiterait l'ajout d'un système de mise à feu. Toutefois, les recommandations prudentes du SGDSN n'ont pas été traduites d'effets. Pour ne pas brider un secteur en plein essor, les deux arrêtés publiés en décembre 2015 fixent la limite d'utilisation de drones aériens sans autorisation à 25 kilos. Il reste donc tout à fait possible de se procurer un drone pouvant emporter une bombe de 5 à 6 kilos d'explosif et de shrapnel, voire une bombe sale avec des composants NRBC, l'appareil y étant insensible. Cette bombe se déplacerait à 60km/h, assez pour rattraper un véhicule en zone urbaine, voire un hélicoptère en phase d'approche ou de décollage. La législation française n'a pas mis de limite concrète à l'acquisition de drone à des fins malveillantes.

Le dispositif de mise à feu d'une telle bombe volante serait soit électromécanique (dégoupillage d'une grenade par un servomoteur) ou simplement électronique (détonateur intelligent apte à déclencher un explosif plus moderne comme le C4). Nul besoin d'être un expert : de nombreux drones semi-professionnels intègrent des boîtiers fonctionnels relayant une information électrique, ou permettant de larguer un objet sur activation du boîtier de commande. La seule difficulté pour le terroriste réside donc dans la collecte des explosifs.

Enfin, l'enregistrement de la caméra embarquée d'un drone servant de bombe serait probablement utilisée à des fins de propagande, montrant les derniers instants des soldats

4 Nancy Youssef, Is ISIS building a Drone Army ? <http://www.thedailybeast.com/articles/2015/03/18/is-isis-building-a-drone-army.html>

victimes de l'attaque. Ce type d'action combiné a déjà été utilisé par certains acteurs institutionnels de pays occidentaux pour démontrer à la fois l'efficacité de leurs armements et la fermeté de leur engagement. On pense notamment aux vidéos de missile Tomahawk disponibles sur Internet.

Un investissement de base de 15000 euros permet donc à un terroriste sans formation particulière de disposer d'une bombe volante de 6 kilos avec caméra embarquée. Une sorte de mini missile qui lui permet de tuer à distance de sécurité, sans que les débris restants ne permettent de l'identifier, avec en prime un film de propagande prêt à être diffusé sur Internet.

Convertir un drone civil en bombe volante ne nécessite aucun savoir-faire particulier et permet, en plus des capacités de destruction, d'intégrer l'exploitation propagandiste de l'action terroriste.

c/ Les tactiques plus élaborées

Outre l'acquisition de renseignement et la bombe volante, le drone offre d'autres modes d'action plus exotiques.

Utilisation d'une arme de petit calibre embarquée



**Drone 6 moteurs équipé d'un pistolet .44
Magnum (6 coups)**

La seule difficulté pour monter un armement léger sur un drone commercial consiste à trouver le moyen mécanique d'activer la mise à feu. Souvent, un réglage de la queue de détente sur une résistance minimale facilite ce problème. Il ne reste alors qu'à stabiliser l'arme sur la structure et lui adjoindre un dispositif électromécanique si le drone n'en est pas déjà pourvu.

Plusieurs vidéos réalistes montrent des montages amateurs équipant des drones civils d'armements de divers calibres : pistolet, fusil d'assaut, et même lance-grenades de 40mm.

Ces drones armés pourraient être utilisés directement contre nos forces, dans le cadre d'actions offensives qui bénéficieraient de l'avantage de la surprise. En effet, dans un affrontement asymétrique, le soldat est peu sensibilisé à la menace aérienne et serait probablement pris au dépourvu face au surgissement d'un drone armé. Dans des modes

d'action plus élaborés, un drone armé de petit calibre pourrait mener des actions dites de déception visant à faire croire à la force qu'un combattant armé se trouve à l'emplacement du drone. Cela inciterait nos forces à reconnaître la position, pour éventuellement tomber dans une embuscade impliquant un engin explosif improvisé.

L'intérêt principal d'un tel assemblage par rapport à une bombe volante réside dans la capacité à réutiliser le drone après emploi. Cela implique néanmoins de pouvoir le faire réatterrir à proximité de son utilisateur, sans dépasser l'autonomie offerte par la batterie. D'autres limitations viennent contrarier l'utilisation d'un tel montage. D'abord, la précision de l'armement embarqué n'est pas bonne car il ne peut pas être correctement simbleauté avec la caméra embarquée. Ensuite, le faible poids du drone interdit les rafales longues, qui le



Drone hélicoptère avec deux lance-grenades de 40mm de type M203 (non-rechargeable en vol)



Drone huit moteurs équipé d'un fusil d'assaut

soumettraient à un recul trop important. Enfin, le rechargement en vol est impossible, ce qui limite fortement les effets. Seul le modèle équipé de deux lance-grenades serait capable d'infliger des dégâts conséquents (l'équivalent de deux grenades défensives) malgré le manque de précision inhérent à un tel système.

Au vu de ces contraintes, l'utilisation d'un tel drone armé semble pour le moment peu probable. L'obtention d'un effet cinétique sur le terrain nécessiterait un niveau de précision actuellement irréalisable dans un cadre artisanal. Reste l'effet psychologique lié à toute utilisation d'une arme à feu, la capacité à surprendre nos forces par une attaque aérienne dans un cadre asymétrique, et l'utilisation élaborée dans le cadre d'une manœuvre de déception.

Récupération de données

Lors d'un colloque sur les drones organisé par le SGDSN et donné en 2014 au Conseil économique et social, M. Geffroy SIGRIST, chargé de mission à la commission nationale

informatique et libertés, a fait part du danger potentiel de captation de données par un drone à des fins malveillantes. Il s'agit à la fois de données obtenues par voie optique (déchiffrement d'un numéro de téléphone composé sous l'oeil du drone, écran d'ordinateur) et de données obtenues par capteurs électromagnétiques. Une fois équipés de l'émetteur-récepteur approprié, ceux-ci sont à même de récupérer et retransmettre les signaux Wi-Fi, radio toutes bandes, et téléphones. La position d'un drone en l'air est en effet idéale pour toute captation de données. De messages radio militaires diffusés en clair sont également tout à fait interceptables par un drone.

Brouillage et intrusion

Ce même drone opère dans un milieu propice à l'intrusion sur les réseaux amis, leur brouillage, voire leur contamination par un virus émis par le drone vers nos systèmes électroniques. L'aéronef télépiloté est alors un relais déporté, éphémère et quasiment indétectable.

Depuis un vol stationnaire à cent mètres de hauteur, le drone peut facilement transporter un brouilleur dont l'efficacité est augmentée par l'absence d'obstacles. Les signaux radio, téléphone, wifi voire GPS peuvent ainsi être atteints. Ces brouilleurs sont disponibles à l'achat sur Internet sans difficulté. Le drone offre ainsi la capacité à nos adversaires de s'approcher dangereusement de nos postes de commandement en opérations, ce qui aurait pour effet de démultiplier l'efficacité de ces dispositifs de guerre électronique.

Perturbation de l'activité aérienne

Le président de l'International Association of Air Transport (IATA), Tony Tyler, déclarait récemment⁵ : *« les drones civils représentent une menace réelle et croissante pour nos avions de ligne. Nous recevons beaucoup d'informations de pilotes faisant état de drones à des endroits inattendus, en particulier à basse altitude autour d'aéroports. »* Aux Etats-Unis, sur les six premiers mois de 2015, 650 incidents ont été recensés à proximité d'aéroports, soit le triple par rapport à la même période en 2014. Cette menace s'est concrétisée le 17 avril, en Grande-Bretagne : un drone de loisir a heurté un Airbus A320 transportant 132 passagers. La capacité des drones civils à interférer avec les mouvements aéronautiques autorisés est donc avérée.

Les drones de loisir sont aujourd'hui capables de s'élever à plusieurs centaines de mètres. On ne compte plus les plaintes déposées par des pilotes de ligne croisant un drone non

5 *La sécurité, moteur du boom des drone.* Le Monde du 02/03/2016.

autorisé lors des manœuvres d'approche et de décollage. L'intention malveillante des actes répertoriés jusqu'à présent n'est pas avérée, mais le risque posé est réel, tout particulièrement pour l'aviation militaire.

En effet, le danger de collision avec les drones civils en rappelle autre : celui posé par les oiseaux. Le péril aviaire est une cause sérieuse d'accidents et d'incidents pour les aéronefs de la défense. Cela s'explique notamment par le domaine de vol militaire, concentré lors des phases tactiques dans un volume allant du sol à 150 mètres de hauteur. Cette zone concentre 90% des espèces d'oiseaux. Elle correspond également au domaine de vol de 95% des drones de loisirs, et 100% des drones semi-professionnels. Pour les pilotes militaires en particulier, le péril drones s'ajoute au péril aviaire, bien plus largement que dans les seules phases d'approche et de décollage de leurs aéronefs.

L'utilisation malveillante d'un drone utilisé comme un obstacle aérien est susceptible d'avoir de graves conséquences, à l'image de ce qui se produit quand un aéronef heurte un oiseau. En cas d'impact, la mission en cours est souvent annulée par mesure de sauvegarde. L'aéronef doit suivre la procédure de retour sur base, avec le largage éventuel de tonnes de carburant dans l'atmosphère, et l'immobilisation pour inspection et réparation une fois au sol. La nuisance d'oiseaux est fortement préjudiciable aux aéronefs militaires, les drones accroissent encore ce risque. L'utilisation malveillante d'un drone comme obstacle aérien est donc crédible.

Les dangers d'un impact avec un drone sont variés. Il s'agit tout d'abord d'un objet pesant plusieurs kilos, heurté à une vitesse pouvant varier entre 120km/h (hélicoptère évoluant tactiquement dans le terrain) et plus de Mach 1 (avion de chasse en suivi de terrain). Selon la vitesse de l'aéronef, le poids du drone et la zone d'impact, les dommages peuvent varier depuis la bosse sur le fuselage jusqu'à l'ingestion turbine ou l'endommagement du cockpit. La comparaison avec le heurt d'oiseaux de grande taille permet une bonne appréciation de ce que produirait un impact à grande vitesse avec un drone. Deux exemples suffisent à illustrer ces dangers. Le 23 septembre 1995, l'US Air Force perd un AWACS en Alaska. L'appareil de 150 tonnes a percuté un vol d'oies sauvages. Plusieurs réacteurs ont ingéré des oiseaux, se désintégrant et provoquant le crash de l'aéronef. Le 4 septembre 2006, un hélicoptère Puma de l'aviation légère de l'armée de Terre a percuté un vautour lors d'un entraînement tactique dans les gorges du Verdon. Le pare-brise a explosé et le pilote a été assommé par l'impact du rapace sur son casque de vol. Le copilote ramène l'hélicoptère à la base.

Le danger est multiplié si les drones sont utilisés en groupe. Un essaim de drones de 2 kilos représente un danger significatif pour un hélicoptère ou un avion de chasse. En décollant sans préavis dans une phase critique, comme le décollage ou l'atterrissage, un tel nuage de drones peut provoquer au minimum une remise de gaz, au pire une ingestion par l'entrée d'air et la destruction de l'appareil.

Dans le cadre d'une action contre nos forces, cet essaim de drones serait disposé près d'un aéroport ou d'une base avancée, après repérage des



Il est possible de piloter de façon coordonnée une multitude de drones à partir d'une seule télécommande.

itinéraires courants de départ et d'arrivée. En effet, même au nord Mali où l'aviation légère de l'armée de Terre française a opéré hors de bases durcies, les itinéraires en vol aux abords des bases dépendent largement des vents dominants. Un terroriste avec des notions très basiques d'aéronautique saura qu'un aéronef atterrit et décolle face au vent, et pourra placer son essaim au sol dans l'attente d'une opportunité. Il pourra même commander la totalité des drones avec une unique commande, ce qui lui facilitera la gestion du vol. Ce mode d'action obstructif représente un coût plus important, mais sans comparaison avec celui d'un aéronef militaire.

Le drone civil offre une multitude d'emplois asymétriques : cinétique, de guerre électronique, ou même obstructif. Cette menace multidimensionnelle est réelle, même si elle ne s'est pas encore concrétisée.

II] Comment prévenir la menace

La menace que posent les drones civils ne peut pas être traitée uniquement sous l'angle militaire. Seule une approche globale, incluant un volet réglementaire et judiciaire, pourrait traiter la base du problème.

a/ L'évolution du corpus législatif

Certains pays ont déployé un arsenal législatif pour limiter l'acquisition et l'utilisation des drones civils. Aux Etats-Unis, leur déclaration et leur immatriculation sont obligatoires. Aux Emirats arabes unis, leur utilisation n'est possible que dans le cadre de clubs agréés et sur des terrains dédiés. Toutefois, à ce jour, seuls 63 membres de l'Organisation Civile de l'Aviation Internationale (OACI) ont légiféré sur les drones.

En France, le développement fulgurant des drones civils a pris de court le droit aérien, entièrement basé sur la responsabilité du pilote placé à l'intérieur de son aéronef. Pendant 5 ans, le foisonnement de drones disponibles sur le marché n'était encadré que par les règlements de l'aviation civile, inadaptés à la nature de ces nouveaux acteurs de l'aérien. Fin 2015, ce quasi vide juridique a été comblé. Il s'agissait toutefois d'encadrer sans la freiner une industrie qui crée des emplois et dont le numéro 2 mondial (Parrot) est français.

Deux textes législatifs ont été récemment publiés :

- 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 requises des personnes qui les utilisent ;
- l'arrêté du 17 décembre 2015 relatif à l'utilisation de l'espace aérien par les aéronefs qui circulent sans personne à bord.

Ces deux textes constituent la totalité du corpus législatif dédié aux drones civils en France. Aucune limite n'est établie pour l'achat et la détention de drones. L'utilisation est permise jusqu'à 150 mètres de hauteur et 1000 mètres de distance. Les recommandations du SGDSN n'ont pas été entendues : le secrétariat voulait rendre obligatoire la déclaration de tout drone pesant plus d'un kilo⁶, son immatriculation, ainsi que son signalement électronique et lumineux. Toutefois, le Sénat s'est récemment saisi de la question. Citant le rapport du SGDSN, les sénateurs Xavier Pintat et Jacques Gauthier ont déposé une proposition de loi le

6 « Un seuil de 1kg apparaît pertinent. La capacité d'emport représentant environ 30% de la masse totale d'un drone, à partir d'1 kg, un drone est en mesure d'emporter une grenade légère ». Rapport du SGDSN.

18 mars 2016, avec discussion en séance publique prévue le 17 mai. En complément aux deux textes de fin 2015, ils souhaitent notamment

- définir le champ d'application de l'immatriculation et de l'enregistrement des drones
- rendre obligatoire une formation aux télépilotes, au-delà d'un certain seuil de masse (qui pourrait être de deux kilos) ;
- rendre obligatoire le signalement électronique et lumineux des drones ;
- réprimer l'usage illicite ou malveillant de drones.

Si elles étaient intégrées au droit, ces dispositions rapprocheraient la réglementation française de celle en vigueur aux Etats-Unis.

En France comme dans de nombreux pays étrangers, il n'existe aujourd'hui aucun obstacle légal sérieux à l'acquisition et à l'utilisation d'un drone civil de moins de 25 kilos.

b/ La traçabilité des aéronefs

La traçabilité appliquée aux drones civils consiste à savoir qui achète et possède un système, et quels sont les vols effectués.

Si l'on se limite au droit aérien dans son acception la plus stricte, tout aéronef volant doit être immatriculé pour être identifié. Toutefois, une tolérance existe avec les drones, dont le format ne permet pas de faire figurer une immatriculation OACI lisible. Ceux-ci n'étant pas appelés à s'insérer dans la circulation aérienne, et donc à utiliser un indicatif radio, n'ont donc pas de besoin technique d'être identifiés. Toutefois, lorsqu'ils manquent de provoquer des accidents aériens, cette tolérance rend impossible l'identification de leur propriétaire télépilote. Seule obligation retenue: une plaque de taille minimum de 5 x 3 cm doit être apposée pour préciser le nom de l'exploitant.

Il est question, à terme, d'équiper les drones de loisir d'une puce RFID qui contiendrait toutes les informations nécessaires pour retrouver leur propriétaire. Cela ne traiterai toutefois pas le cas des drones artisanaux, qui en seraient toujours logiquement dépourvus. De plus, le journaliste Guillaume Champeau met en doute le bien-fondé des systèmes d'identification : *« quand bien même une législation plus dure arriverait-elle, elle se fondrait sur une hypothèse délirante, selon laquelle les terroristes et autres criminels qui souhaitent utiliser des drones pour leurs méfaits le ferait en respectant la loi, et en n'utilisant que des drones autorisés en France. Or il ne sera jamais difficile pour les organisations concernées,*

soit de s'approvisionner ailleurs, soit de désactiver les puces qui permettent au drone de s'identifier.⁷ »

D'autres pistes permettent d'intégrer de série des restrictions géographiques de pilotage dans le logiciel de contrôle du drone. La société DJI, leader mondial, limite les zones dans lesquelles ses drones peuvent évoluer : *« La marque américaine a commencé par intégrer à ses drones la carte des aéroports, en intégrant deux catégories d'aéroports. Autour des grands aéroports de catégorie A (en France, Charles de Gaulle, Marseille Provence et Nice Côte d'Azur), le vol est bloqué dans un rayon de 2,4 km, et restreint en hauteur dans un rayon de 8 km. Dans les aéroports plus petits de catégorie B, la zone d'interdiction totale est de 1 km. Depuis quelques temps, le système intègre aussi des zones spécifiques ».*⁸

Quoique louables, ces efforts de la part des industriels n'ont qu'une efficacité limitée. Il reste possible de pirater le logiciel du drone, ou de le faire évoluer sans contrainte en dehors des zones interdites. Ces dispositions sont donc plus à même de limiter les nuisances involontaires dues à un usage de loisir qu'à empêcher une utilisation malveillante.

Faute d'un système qui soit physiquement indissociable du drone, son immatriculation et sa traçabilité ne peuvent pas être garanties.
--

c/ La sensibilisation de nos forces

En général, nos forces ne sont pas sensibilisées au danger que représentent les drones lors d'opérations militaires. Seuls les drones spécialement dédiés à un usage militaire sont pris en compte dans le spectre des menaces, et ce alors même que les drones civils ont plusieurs fois violé l'espace aérien d'emprises militaires ou civiles. En 2014, 19 survols de centrales nucléaires ont été avérés. Le 7 janvier 2016, un drone non identifié a survolé la base de sous-marins de Toulon. La furtivité de ces systèmes porte à croire que les survols sont sans doute plus fréquents que ce que suggèrent les chiffres officiels.

L'intégration de quelques principes simples permettrait de sensibiliser nos forces sur le danger des drones civils :

- tout drone opérant à proximité des forces militaires est considéré comme suspect ;

7 Guillaume Champeau, *Le groupe français Delta Drone fait le pari d'une traçabilité obligatoire des drones*, Numerama, 07/04/2016, <http://www.numerama.com/politique/161521-delta-drone-pari-dune-tracabilite-obligatoire-drones.html>

8 Guillaume Champeau, *Numerama, Et si les drones savaient où ils n'ont pas le droit d'aller ?*, Numerama, 21/11/2015, <http://www.numerama.com/tech/131478-drones-savaient-nont-droit-daller.html>

- tout survol de drones au-dessus ou à proximité de forces déployées doit donner lieu à un compte-rendu ;
- les règles opérationnelles d'engagement permettant aux forces de réagir à l'apparition d'un drone doivent être clairement et légalement établies.

La détection de drones civils ne peut pas se baser sur les radars de défense aérienne actuels. Ceux-ci ne sont pas adaptés pour détecter des objets de petite taille dont la majeure partie des composants est non-métallique. Le guet aérien reste la seule possibilité offerte à nos soldats, dans le même esprit que la posture de lutte anti-aérienne toutes armes (LATTA).

Le personnel navigant des armées est déjà sensibilisé au danger que représentent les drones de loisir dans l'espace aérien. Il reste à préciser, notamment en opérations, leur éventuel usage malveillant.

L'acquisition, la détention et l'usage de drones civils ne sont pas réellement limités par la réglementation existante. La prévention repose donc principalement sur l'acculturation de nos forces à la menace qu'ils peuvent représenter.

III] Comment neutraliser la menace

Les mesures préventives ne permettent pas de restreindre efficacement l'accès aux drones civils pour en limiter les utilisations malveillantes. Cette partie se propose d'explorer les capacités anti-drones déjà présentes dans les forces, et celles qui restent à développer.

a/ L'utilisation des armements actuels

Lors des survols de centrales nucléaires en 2014, des hélicoptères Gazelle de l'aviation légère de l'armée de Terre ont été déployés à proximité de plusieurs sites, en vue de détecter les drones et les suivre jusqu'à leur propriétaire. Ce dispositif était coûteux, peu réactif par rapport à sa cible, et donc inefficace⁹. Actuellement, la défense réagit à la menace drones comme elle réagirait à tout autre type d'attaque aérienne. Mais la furtivité, la soudaineté et le faible coût d'emploi des drones rendent inefficace et dispendieuse toute utilisation des moyens lourds existants pour contrer cette menace.

L'utilisation d'armes de guerre pour détruire un drone civil obéit actuellement aux mêmes règles que pour la destruction d'un aéronef piloté. Les conditions sont donc extrêmement restrictives, notamment sur le territoire national. De plus, l'utilisation d'un armement léger contre un drone nécessite une excellente aptitude au tir : la cible est petite, en mouvement, et apparaît furtivement.

Une campagne d'essais de l'office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA), avec le concours du centre d'expertise aérienne militaire (CEAM) a organisé en 2015 une campagne d'expérimentations en vue de déterminer l'aptitude des systèmes actuels à détecter et détruire un drone civil. Sur les quarante systèmes testés, *« aucun n'a montré de solution intégrée capable d'assurer en propre ou de coordonner la détection de drones, leur identification et leur neutralisation »*. Au-delà de la sensibilisation de nos forces, cette menace devra donc être traitée par des moyens dédiés et innovants.

9 *« Le 1er décembre 2014 un drone a été pris en chasse par un hélicoptère de combat Aérospatiale SA-342 Gazelle appartenant au 5e Régiment d'Hélicoptères de Combat. L'aéronef sans pilote évoluait dans une zone interdite aux abords immédiats de la centrale nucléaire du Golfech dans le Tarn-et-Garonne. Il a réussi à échapper à ses poursuivants. »*
<http://www.avionslegendaires.net/2014/12/actu/les-drones-civils-vraiment-dangereux/#85MWIz2d5PbIDBcL.99>

Les moyens existants dans les forces, qu'ils soient lourds ou légers, ne permettent pas une réponse adaptée à la menace drones. Il importe donc de développer des solutions innovantes.

b/ La destruction par moyens dédiés

Projets issus de l'approche participative

Le développement de solutions innovantes est en marche. Suite à l'augmentation des survols de zones sensibles, la mission pour le développement de l'innovation participative, organe appartenant au ministère de la défense, a lancé en 2015 un appel à contributions pour trouver des solutions innovantes contre les drones civils. 700 propositions de militaires des trois armées et de la gendarmerie ont été reçues¹⁰. 70 participants ont été sélectionnés pour participer à un atelier participatif organisé fin avril 2016. L'ingénieur général de l'armement Pierre Schane, organisateur de l'événement, précise qu'il s'agit de « *concevoir des solutions crédibles et efficaces face à la menace que peuvent représenter les mini-drones et qui se démarquent de celles déjà en développement dans l'industrie ou déjà connues par les services de l'État. Il s'agit de trouver des solutions nouvelles, originales et opératoires à court terme, qui complètent la panoplie de celles qui existent déjà.* »

Projets à forte technicité

Un projet cofinancé par le SGDSN et baptisé ANGELAS (Analyse Globale et Evaluation des technologies et méthodes pour la lutte anti-UAS) vise spécifiquement à détecter les drones de moins de 25 kg par corrélation multicapteurs (optique, électromagnétique, acoustique). Il serait déployé à proximité d'infrastructures sensibles et pourrait également être déployé en opérations. Une fois détecté, le drone serait pris sous contrôle par radio goniométrie, qui permet de le contraindre à se poser à l'endroit souhaité. Cela implique toutefois de maintenir une veille permanente, faute d'automatisation du système.

Solution déjà existantes en dehors des forces

Au Japon, la police dispose d'un drone anti-drones, équipé d'un filet pour capturer le drone ennemi. Toutefois, si ce dernier n'est pas en vol stationnaire, il est peu probable qu'un tel

10 IGA Pierre Schanne : « *Nous interrogeons tout le personnel du ministère de la Défense, pas seulement les experts. Cette ouverture peut contribuer à faire émerger des solutions auxquelles nous n'avons pas pensé. C'est la logique de l'approche participative pour compléter la démarche institutionnelle engagée entre les experts et les industriels.* »

dispositif puisse l'intercepter en vol. Enfin, ce drone chasseur nécessite également de maintenir en permanence une personne dédiée à ce type d'alerte.

Autre piste qui a provoqué un « buzz » important sur la Toile, l'utilisation de rapaces pour neutraliser des drones de petite taille. Plusieurs forces de police mènent actuellement ce type d'expérimentation, notamment en Pologne et aux Pays-Bas. Une fois passé le côté



iconoclaste de la technique, celle-ci apparaît peu utilisable en dehors d'événements particuliers de type G8 ou COP21. On imagine mal en effet des dresseurs d'aigle accompagnant nos forces en opérations.

Des solutions innovantes apparaissent pour détruire les drones civils en vol. Celles qui sont déjà matures ne sont toutefois pas adaptées à un emploi par les forces armées.

c/ Les contremesures non cinétiques

« Le brouillage électronique offre les meilleures perspectives pour la neutralisation des drones civils. Il reste à évaluer les effets collatéraux potentiels du type de brouillage concerné¹¹ ».

La destruction cinétique de drones ne peut intervenir qu'en réaction à la menace. Elle est donc par essence tardive et consommatrice de moyens. Or, s'agissant d'une menace asymétrique, il est peu pertinent d'utiliser des moyens lourds et coûteux en hommes et en matériel.

Brouillage directionnel

Un fusil brouilleur anti-drones a été développé par une société américaine¹². Pour un coût modique (moins de 1000€), il interrompt la transmission de données entre le drone et son

11 Rapport du SGDSN.

opérateur à une distance de 50 mètres. Une fois le fusil activé, l'aéronef se comporte comme si il était hors de portée : selon les modèles, il se pose sur place ou revient à son point de départ. Ce type de matériel est actuellement interdit d'emploi en France. Il est également fragile et peu polyvalent. Sa dotation serait, selon autorisation, plus adaptée à la défense de sites statiques.



Brouillage de zone

Nos forces utilisent déjà des brouilleurs contre les engins explosifs improvisés. Ces équipements ont été acquis sur étagère, en urgence opérationnelle, lors du conflit en Afghanistan. Ils limitent les possibilités de déclenchement à distance en brouillant les ondes téléphoniques. Ils pourraient donc être efficaces pour neutraliser des drones commandés par téléphone, soit la plupart des micro-drones. Reste les drones plus imposants, commandés par ondes radio, et les drones programmables. Ceux-ci ne sont pas pilotés en temps réel. Ils suivent un ensemble de points préétablis sans nécessiter de lien avec leur opérateur. Seul un brouilleur GPS peut perturber leur fonctionnement. L'amiral Frédéric Renaudeau souligne les difficultés que présentent ces systèmes autonomes: « *Le brouillage électromagnétique suppose une télécommande et que le drone ne soit pas dans un mode préprogrammé. Pour ce cas-là, il faut trouver un autre mode de neutralisation.* »

Un système de brouillage traitant l'ensemble de la menace drones aurait pour objectif de créer une bulle de sécurité autour des forces, en brouillant les ondes téléphoniques, radio, voire GPS. Ces deux derniers systèmes état systématiquement utilisées par les forces amies, et souvent par les acteurs civils (transport aérien notamment), les avantages attendus de l'utilisation d'un tel brouilleur paraissent donc faibles au regard des perturbations occasionnées.

Le brouillage anti-drones présente des limites d'emploi qui ne permettent pas de généraliser son utilisation dans les forces armées. Au vu des contraintes, il semble réservé à la défense de sites statiques.

Conclusion

La richesse des modes d'actions asymétriques offerts par les drones civils ne permettent pas d'ignorer cette menace sous prétexte qu'elle ne s'est pas encore concrétisée. Il est aujourd'hui plus probable que nos militaires soient attaqués par un drone civil que par un drone militaire, ces derniers étant mis en œuvre par des armées régulières. Les solutions existantes dans les armées ne sont pas adaptées à cette nouvelle menace. Toutefois, la recherche anti-drones est particulièrement dynamique, notamment au sein du ministère de la défense. Il faut espérer qu'elle soit en mesure d'accoucher de solutions pragmatiques pour équiper nos forces. Car aujourd'hui, nos soldats ne sont ni formés, ni équipés pour faire face.

Les lois françaises et européennes n'ont pas souhaité encadrer trop strictement un marché en pleine expansion. Ce laissez-faire, motivé par des préoccupations économiques, offre à nos ennemis une multitude de modes d'action avec un investissement très limité. Le ministère de la défense, via le SGDSN, devra poursuivre son travail de sensibilisation de la société civile. Une prévention efficace implique en effet que des dispositions légales restreignent l'acquisition de drones. Il est également nécessaire, notamment sur le territoire national, de mettre en place les dispositions légales permettant à nos soldats de détruire les drones qui les approchent dans le cadre d'une forme étendue de légitime défense.

En creux de cette analyse apparaît également une opportunité pour la défense. L'acquisition sur étagère de drones à faible coût et faciles à opérer pourrait rendre des services considérables : reconnaissance de bâtiments, survol ou déclenchement d'IED... La gendarmerie, la police, les douanes et l'armée de l'Air sont en train de sauter ce pas. L'existence d'un marché très complet et abordable constitue donc aussi une solution sur étagère pour nos forces qui pourraient ainsi, pour certaines tâches, se libérer des coûts importants engendrés par les drones militaires tels que le DRAC¹³.

13 Environ 370000 euros pièce.

Bibliographie

Documents institutionnels

- *L'essor des drones aériens civils en France : enjeux et réponses possibles de l'Etat.*
Rapport du Gouvernement au Parlement, Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale, 2015.
- Actes du colloque organisé ar le SGDSN le 28 mai 2015 au Conseil économique, social et environnemental : « *Les drones aériens civils : opportunités et risques* »
- *Rapport au Parlement européen sur l'utilisation sûre des systèmes d'aéronefs télépilotés (RPAS), plus connus sous le nom de véhicules aériens sans pilote (UAV), dans le domaine de l'aviation civile(2014/2243(INI)),* 25 septembre 2015, commission des transports et du tourisme, Jacqueline Forster.
- *Concept of Operations for Drones,* EASA, 24 juillet 2015.
- *Initiative 2014/2243 sur l'utilisation sûre des systèmes d'éaronefs télépilotés dans le domaine de l'aviation civile, commission des transports et du tourisme,* Mme Jacqueline Foster rapporteur, juin 2015.

Autres sources

- *Technology, Media and Telecommunications Predictions 2016,* Deloitte Touche Tohmatsu Limited, 2016.
- *Les drones : Fonctionnement-Télépilotage-Applications-Réglementation,* Rodolphe Jobard, éditions Eyrolles, 2016.
- *Le guide pratique des drones : choisir, construire, piloter,* Adam Juniper, éditions Larousse, 2015.
- *Théorie du drone,* Grégoire Chamayou, éditions la fabrique, 2013.
- *Les drones débarquent!,* Paul Guermonprez, éditions FYP, 2014.
- *Les drones aériens,* Lionel Chauprade, éditions Cépaduès, 2014.
- *Drones : acteurs incontournables de notre avenir ?,* Jean-Christophe d'Aimazin d'Arès, Esprit du Livre Editions, 2011.