



**INSTITUT EUROPÉEN DES RELATIONS INTERNATIONALES**

**WORKING PAPER**  
**N°18-2013**

**LA GUERRE DES DRONES :  
ASPECTS STRATÉGIQUES ET JURIDIQUES  
DE LA « ROBOTIQUE SÉCURITAIRE »**

**Hubert FABRE**

Bruxelles  
10-12-2013

© Institut Européen des Relations Internationales  
Bruxelles, 10 décembre 2013

Institut Européen des Relations Internationales  
Boulevard Charlemagne, 27A  
B - 1000 - Bruxelles (Belgique) Tel. : +32.2.280.14.95 – Site Web : [www.ieri.be](http://www.ieri.be)

*Citation : Fabre, Hubert, La guerre des drones : aspects stratégiques et juridiques de la « robotique sécuritaire », IERI Working Paper, n°18, décembre 2013, 89 p.*

**La guerre des drones :  
aspects stratégiques et juridiques  
de la « robotique sécuritaire »**

**Hubert FABRE**

Docteur en droit

Directeur de recherche associé à l'IERI

## SOMMAIRE

<b>1. LE DRONE MILITAIRE : PASSE, PRESENT, FUTUR.....</b>	<b>5</b>
<b>A. L'UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) : UN ECLAIREUR TRES UTILE .....</b>	<b>6</b>
<b>B. L'UCAV : QUAND L'ESPION TELEGUIDE OBTIENT SON « PERMIS DE TUER » .....</b>	<b>11</b>
<b>C. LES DRONES « ENVAHISSEURS » : A TIRE-D'AILE OU D'UN COUP DE NAGEOIRE .....</b>	<b>15</b>
<b>2. UNE INDUSTRIE DE POINTE AU SERVICE DE L'HEGEMON .....</b>	<b>23</b>
<b>A. LES INCIDENCES ECONOMIQUES DU SECTEUR DES DRONES.....</b>	<b>24</b>
<b>La croissance estimée du marché .....</b>	<b>24</b>
<b>Un état des forces militaires et industrielles – hors Europe. ....</b>	<b>25</b>
<b>Un drone, combien ça coûte ?.....</b>	<b>42</b>
<b>B. L'EUROPE DANS LA « GUERRE DES DRONES » .....</b>	<b>43</b>
<b>L'absence de budget intégré.....</b>	<b>43</b>
<b>Les orientations militaires nationales.....</b>	<b>44</b>
<b>Des coopérations transeuropéennes à géométrie variable.....</b>	<b>55</b>
<b>C. LES INCIDENCES STRATEGIQUES DE L'INTEGRATION TECHNOLOGIQUE .....</b>	<b>60</b>
<b>3. LE SEISME « JURIDICO-STRATEGIQUE » DE LA « GUERRE DES DRONES »</b>	<b>63</b>
<b>A. LES « FRAPPES CIBLEES » A L'AMERICAINE.....</b>	<b>63</b>
<b>B. LA THEORIE DE L'USAGE DE LA FORCE MALMENEES .....</b>	<b>67</b>
<b>C. LES SOURCES DE TENSIONS INTERETATIQUES.....</b>	<b>73</b>
<b>4. LES DRONES DE LA « SOCIETE SECURITAIRE ».....</b>	<b>78</b>
<b>A. UNE PANOPLIE DE MISSIONS EXTRAVAGANTES .....</b>	<b>78</b>
<b>B. LA NECESSITE D'INSCRIRE LES DRONES DANS UN CADRE JURIDIQUE NATIONAL ET INTERNATIONAL .....</b>	<b>82</b>
<b>Quel espace de navigation ?.....</b>	<b>83</b>
<b>La conciliation avec les droits fondamentaux et les libertés publiques.....</b>	<b>86</b>
<b>La prévention d'éventuels détournements à des fins criminelles.....</b>	<b>87</b>

L' utilisation des drones dans la stratégie militaire tient aux pertes subies par les avions de reconnaissance pendant le second conflit mondial. L'auteur du *Petit Prince* ne s'est-il abîmé dans la baie des Anges à bord d'un *Lightning P-38* de reconnaissance ? Après les engins cibles des débuts, le recours aux drones tactiques s'est consolidé pendant les années 1990, puis s'est accélérée au début des années 2000 jusqu'à devenir, dans une version armée, le fer de lance des frappes de la guerre antiterroriste menée par les Etats-Unis.

A première vue, le drone semble une arme idéale, plus précisément un vecteur réutilisable offrant une capacité d'intervention sans risquer de perdre aucun équipage. Quant à l'armement des drones de combat, il permet d'effectuer des frappes « chirurgicales » moins destructrices qu'un tir d'artillerie ou que le « tapis » d'une bombe à fragmentation.

A l'heure actuelle, les drones sont des engins aériens télécommandés : ils ne sont pas exactement des robots, par définition autonomes dans l'exécution de leurs tâches. Pourtant, les technologies des drones relèvent directement des progrès de l'électronique, de la miniaturisation, et plus récemment encore, de l'automatisation. Certains drones militaires décollent et atterrissent déjà de manière automatisée. En d'autres termes, la crainte n'est pas celle du drone mais celle des « progrès » de l'électronique et des procédures de contrôle qui seront associées à leur utilisation.

Qu'il s'agisse de drones de reconnaissance ou de drones de combat, les usages dévolus à ces vecteurs soulèvent des questions de natures diverses pouvant affecter, à terme, la conduite de la guerre et la stabilité du système international. Leur prolifération pourrait bouleverser les rapports stratégiques entre les Etats dotés de systèmes de drones à la pointe de la technologie et ceux dépourvus d'une force comparable. Cette « course technologique » induit également une dépendance en matières géostratégique et géoéconomique (opérationnelle et économique) qui, si elle n'est pas nouvelle, devrait se perpétuer avec le « système drone » (en même temps système et sous-système d'un ensemble plus vaste).

Le drone est un système complexe lui-même intégré au système de C4ISR<sup>1</sup> – également complexe – vulnérable notamment aux perturbations électromagnétiques, telles que les mesures de brouillage. Cette vulnérabilité joue tant en faveur qu'en défaveur de l'avènement de la robotique, entre les partisans des drones téléguidés et ceux défendant la conception de machines pleinement autonomes, capables d'accomplir leurs missions sans assistance extérieure.

L'utilisation accrue de drones servant au renseignement dans la profondeur ou à des frappes létales, accentue les faiblesses intrinsèques du droit international. A cet égard, les « frappes ciblées » ou « assassinats ciblés » effectués notamment par des drones, s'inscrivent dans le cadre de la « guerre sans frontières » contre le terrorisme engagée par les Etats-Unis. Elles sont fondées sur une interprétation particulièrement large de la légitime défense, de même que l'administration américaine accommode à sa manière les prescriptions du droit des conflits armés. La théorie de l'usage de la force dans les relations internationales s'en trouve malmenée, créant un précédent dangereux.

Mais le champ d'utilisation des drones ne se limite pas aux seuls besoins militaires. La surveillance des frontières, la sécurité et le renseignement intérieurs, la poursuite de

---

<sup>1</sup> C4ISR : *Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*.

criminels en fuite, sont ou seront assistés de drones à plus ou moins brève échéance, comme aussi la sécurité civile afin de détecter les départs de feux de forêt, d'évaluer les dommages d'une catastrophe naturelle ou de préparer un sauvetage. Les usages privés et les usages commerciaux des drones devraient aussi proliférer dans le court terme. Leurs applications sont susceptibles d'intéresser un large éventail d'utilisateurs publics (police, gendarmerie, pompiers, sécurité civile, ponts et chaussées) et de nombreuses entreprises dans les secteurs du bâtiment, des travaux publics, de la distribution d'électricité ou de gaz de ville, de la prospection (minière et pétrolière), des télécommunications, etc.

Ces drones « policiers » ou « civils » devront s'insérer dans un espace aérien déjà segmenté, utilisé à des fins civiles ou militaires. S'il importe que le droit s'adapte aux besoins et aux contraintes de ces drones et micro-drones, la réglementation devra établir des exigences en termes de certification de navigabilité. Le législateur devra aussi veiller à préserver les libertés publiques et la vie privée des citoyens face aux utilisations trop intrusives.

La maturité des technologies permettant de fabriquer des drones, en particulier de micro-drones « amateurs », laisse encore entrevoir la possibilité de détournements de ces engins à des fins criminelles. Au niveau national, les autorisations de navigation dépendent des administrations chargées de l'aviation civile, mais concernant la prolifération des composants et équipements militaires et celle des substances permettant de fabriquer une « bombe sale », elles relèvent des accords de « contre-prolifération » de la limitation des armements.

Quelle que soit la catégorie – nano, micro, drones tactiques ou stratégiques – les drones les plus performants demeurent aujourd'hui principalement militaires. C'est aussi dans le domaine militaire que les systèmes de drones présentent une implication grandissante sur le plan stratégique.

## 1. LE DRONE MILITAIRE : PASSE, PRESENT, FUTUR

Les premiers véhicules télécommandés mis au point entre les deux guerres mondiales servaient d'engins cibles pour l'entraînement des pilotes d'aéronefs puis de bancs d'essais techniques. Pendant la guerre du Vietnam les drones aériens de reconnaissance *Firebee* (*AQM-34* devenu le *Model 124/BMQ-34A*) de Ryan Aeronautical effectuèrent près de 3.500 missions, consistant à repérer les rampes de lancement de missiles anti-aériens soviétiques des forces nord-vietnamiennes. Malgré l'arrêt de la production en 1982, les *Firebee* seront modernisés par Northrop Grumman et utilisés en Irak, en 2003.

### **Firebee II (1968)\***

ou **BQM-34E/34T** (US Navy), **BQM-34F** (US Air Force)

Propulsion: **turbojet**

Longueur : **7 m** ; Envergure : **3,91 m**

Masse à vide : **680 kg** ; Masse totale : **1.135 kg**

Vitesse max : **1.140 km/h** ; Autonomie : **1h15min**

Altitude max : **18.300 m**

\* La version initiale (*Q2/KDA-1*) a effectué son premier vol en 1955.

Pendant la guerre du Kippour (1973), Israël envoya des essaims de drones saturer les défenses aériennes installées sur le canal de Suez, puis utilisa ce moyen de renseignement afin de recenser et de leurrer les défenses anti-aériennes installées par la Syrie au Sud Liban<sup>2</sup>.

La Guerre du Golfe (1991) marque un tournant dans la conduite et l'exécution de la guerre auxquelles sont massivement associées des « nouvelles technologies ». Les alliés de la coalition se servent de drones de reconnaissance, que ce soit les Américains avec leurs *Pioneer* américano-israéliens, les Anglais équipés de *Phoenix* ou les Français dotés de *MART* (Mini avion de reconnaissance télépiloté). En Bosnie-Herzégovine (1995) puis au Kosovo (1999), les drones passent de la fonction de reconnaissance à la capacité de désignation des cibles et au guidage laser<sup>3</sup>.

### **RQ-2 Pioneer\***

Propulsion : **turbopropulseur**

Longueur : **4,2 m** ; Envergure : **5,15 m**

Masse à vide : **177 kg** ; Masse max : **204 kg**

Vitesse max : **203 km/h** (croisière : 120 km/h) ; Autonomie : **4h**

Altitude max : **4.600 m**

\* Le *Pioneer* a effectué son premier vol en 1986, a aussi été déployé à Haïti et en Somalie par les Etats-Unis.

<sup>2</sup> A propos de l'emploi des drones par Israël à partir de la guerre du Kippour et jusqu'à leur utilisation accrue entre 2004 et 2008, cf. Gros, Philippe, *Les drones armés israéliens : capacités, bilan de leur emploi et perspectives*, Rapport n°317/FRS/L13, Fondation pour la Recherche Stratégique, 9 juillet 2013, p. 9-10.

<sup>3</sup> A propos des utilisations des drones à partir de la guerre du Vietnam, cf. Mekdour, Mehdi, *Les drones : succès commercial d'un outil controversé*, Note d'Analyse du GRIP, 2 février 2010, Bruxelles, p. 6.

Mais c'est en Afghanistan que se généralise « [...] le couplage des systèmes spatiaux avec des drones ainsi que le maillage des systèmes de transmission de l'information »<sup>4</sup>. Et le drone armé capable d'emporter missiles et bombes sera bientôt prêt à décoller.

#### A. L'UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) : UN ECLAIREUR TRES UTILE

Le nom « drone » vient de l'anglais. Il signifie « faux bourdon » et rappelle le bourdonnement (*buzzing* ou *droning*) caractéristique de l'insecte (*bumble-bee*), ou encore celui de la cornemuse (*drone of bagpipes*). De cette origine entomologique il découle que le « drone » désigne en principe des objets volants.

Qu'est-ce qu'un drone ou UAV suivant son acronyme anglais ? Parmi la multitude de définitions proposées par la doctrine, il convient d'en citer trois qui se rejoignent autant qu'elles se complètent :

Une définition embrassant les aspects fonctionnels a été présentée dans un rapport d'information du Sénat (France) publié en 2006. Le drone aérien est « défini comme un véhicule aérien sans équipage à bord, télécommandé ou autonome, et récupérable en fin de vol, le drone peut être réutilisable. L'absence d'équipage à bord leur permet des missions de plus longue durée ou à plus fort risque, et permet des coûts réduits par rapport à ceux des aéronefs pilotés ».

« Les systèmes de drones peuvent être utilisés pour les mêmes fonctions que les autres aéronefs, hormis le transport de personnels. On les classe en fonction de leur vitesse, leur rayon d'action et leur endurance. Il existe des systèmes de drones lents de courte portée, rapides de moyenne portée, de moyenne altitude et de longue endurance (MALE), de haute altitude et de longue endurance (HALE) »<sup>5</sup>.

Un dernier paragraphe s'emploie à répertorier la nature de la charge utile des drones aériens, majoritairement vouée au renseignement, à la surveillance et à la reconnaissance, et la capacité de certains appareils à emporter des munitions létales.

La définition proposée par Lars Hoppe, citée par Mehdi Mekdour dans son rapport au GRIP, décrit les composantes d'un système : « Un drone est un aérodyne (aéronef plus lourd que l'air) sans équipage, télé piloté ou programmé, utilisé pour des missions diverses », et ajoute que le drone « s'inscrit dans un système englobant l'aéronef et une composante terrestre [...], une station à partir de laquelle des opérateurs (pilotes et mécaniciens) programment et contrôlent la mission de vol du drone tandis que des analystes exploitent les informations recueillies par les différentes caméras fixées sur celui-ci »<sup>6</sup>.

Dans une approche plus technique – au sens scientifique et mécanique – et comparative, l'Otan définit l'UAV comme : « un véhicule aérien motorisé qui ne

<sup>4</sup> Boyer, Yves, « L'OTAN va-t-elle finir par « tuer » la politique européenne de défense ? », *A.F.R.I.*, vol. XI, 2010, p. 711-712.

<sup>5</sup> Bergé-Lavigne, Maryse, et, Nogrix, Philippe, Rapport d'information fait au nom de la commission des Affaires étrangères, de la défense et des forces armées à la suite d'une mission sur le rôle des drones dans les armées, Sénat de la République française, n° 215, 2005-2006, p. 8.

<sup>6</sup> Cf. Mekdour, Mehdi, *op.cit.*, p. 2.

*transporte pas d'opérateur humain, utilise la force aérodynamique pour assurer sa portance, peut voler de façon autonome ou être piloté à distance, être réutilisable ou récupérable et emporter une charge utile létale ou non létale. Les engins balistiques ou semi balistiques, les missiles de croisière et les projectiles d'artillerie ne sont pas considérés comme des drones »<sup>7</sup>.*

Il n'est pas inutile de remarquer que l'autonomisation du véhicule aérien, sans pilote ni équipage, est envisagée expressément dans les trois définitions. Cela souligne, au moins sur le plan technique, que la « robotisation » du drone ne peut être exclue *a priori*.

Ensuite, le drone est considéré comme un système avec ses composantes : vecteur aérien, charge utile, opérateurs. Le drone à proprement dit étant le vecteur (un appareil aérien réutilisable), il se distingue des capteurs ou des armes qu'il peut emporter (la charge utile), d'où la différence établie avec les technologies missiles ou les munitions d'artillerie dans la définition otanienne.

La composante terrestre d'un système de drone comprend plusieurs éléments qui ne se trouvent pas nécessairement réunis au même endroit, sur le théâtre d'opérations. En-dehors des drones tactiques légers (mini-drones), les appareils proprement dits sont stationnés sur une base d'où ils décollent et atterrissent : une équipe veille à la maintenance de l'aéronef et de sa charge utile en fonction de chaque mission (phase de préparation) ; le pilotage est effectué par des « opérateurs » pouvant télécommander le drone parfois à des milliers de kilomètres de distance et n'intervient que lors des phases sensibles de la mission, par exemple pour la rotation des capteurs quand le décollage, le vol de croisière, l'atterrissage sont automatisés (c'est la phase de contrôle et d'accomplissement de la mission) ; enfin, d'autres « opérateurs » participent à l'interprétation des données récoltées par les capteurs, souvent en temps réel (phase d'exploitation). A ces éléments il faut ajouter l'ensemble des infrastructures autorisant les transmissions permanentes entre le drone et ses opérateurs.

Tel que cela est évoqué par la première définition, les drones aériens sont également classés en catégories fondées sur des critères de performances tenant à leur masse, à leur taille, à leur autonomie, à la nature de leur charge utile<sup>8</sup> :

- les drones miniatures : à l'intérieur de cette catégorie une distinction s'opère entre les micro drones d'une taille inférieure à 50 centimètres et les nano drones inférieurs à 15 centimètres (les drones dits « bio-inspirés » seront évoqués en détail plus loin) ;
- les mini drones tactiques, encore appelés drones portables à courte ou moyenne portée, ou encore « drones du capitaine » : ceux-ci ne dépassent pas quelques dizaines de kilogrammes au décollage avec une envergure de 0,5 à 2 mètres ; ils peuvent voler jusqu'à un plafond de 300 mètres d'altitude ; leur rayon d'action s'établit entre 5 et 15 km pour une autonomie de vol de 60 à 90 minutes. Généralement, ces drones de reconnaissance dont la charge utile est réduite (destinée à « voir de l'autre côté de la colline »), sont lancés depuis un rail à catapulte ou à la main directement par les fantassins. Rustiques, discrets, peu coûteux, ils sont

---

<sup>7</sup> Cf. Asencio, Michel, Gros, Philippe, et, Patry, Jean-Jacques, *Les drones tactiques à voilure tournante dans les engagements contemporains*, Fondation pour la Recherche Stratégique, recherches et documents n° 08, 2010, p. 13.

<sup>8</sup> Cf. notamment, Mekdour, Mehdi, *op.cit.*, p. 3 ; Reigneaud, Antonin, *L'armement du futur : pression sur la recherche. Présence militaire dans le secteur des nanotechnologies*, Observatoire des transferts d'armements, mai 2006, p. 23

- capables de transmettre des données en temps réel à une « station-sol » de la taille d'une petite valise ;
- les drones tactiques MALE : ce sont des drones d'observation tactique à « moyenne altitude et longue endurance » (MALE). Ils peuvent atteindre une altitude de 15.000 mètres, disposent d'une autonomie de 12 à 24 heures et emportent une charge utile de 150 à 500 kg. Les Américains testent actuellement des drones MALE à très longue endurance tel que l'*Orion*, le bimoteur à turbopropulsion d'Aurora dont l'autonomie serait portée à 120 heures (altitude max. de 20.000 pieds avec une charge utile de 500 kg), lui même concurrent du *Phantom Eye* de Boeing<sup>9</sup> ;
  - les drones de surveillance stratégique à « haute altitude et longue endurance » (HALE) pouvant voler à 20.000 mètres d'altitude dont l'autonomie est augmentée à une trentaine d'heures (le *Global Hawk* de Northrop Grumman peut parcourir 22.780 kilomètres sans avoir à faire aucune escale ni à se ravitailler en vol) ;
  - les drones de combat (UCAV – *Unmanned Combat Air Vehicles*) : ceux-ci sont principalement dérivés de drones MALE/HALE, modifiés afin d'emporter des missiles légers air-sol ou des missiles de combat aérien ainsi que des bombes à guidage laser, en plus des matériels et capteurs ISR<sup>10</sup> (radars, imagerie, acquisition de cibles, guidage des munitions). Malgré une charge utile accrue, les UCAV sont conçus pour voler plus vite et plus longtemps que les drones dont ils sont issus ;
  - les drones stratosphériques : encore peu développés, ces UAV de grande taille (60 mètres d'envergure) sont conçus pour voler à très haute altitude (jusqu'à 30.000 m) et effectuer des missions d'observation et de télécommunications de très longue durée qui pourraient intéresser, à terme, tant le secteur commercial que les militaires (néanmoins, ils risquent de se heurter à la fiabilité des satellites et à la liberté de vol spatial)<sup>11</sup>.

Dans la dernière catégorie, les capacités des drones sont également explorées pour le lancement de micro et nano-satellites. A cet effet, l'Onera et le Cnes ont confié à la PME Aviation Design, la fabrication d'un démonstrateur appelé *Eole* (6,7 m d'envergure, 100 kg de masse à vide, une charge utile de 50 kg). Il s'agit d'une étude aérodynamique d'un éventuel futur drone à très haute altitude dont la vocation serait le lancement aéroporté de micro-satellites de 10 à 50 kg avec une micro-fusée Ares. Le drone expérimental a effectué son premier vol le 17 octobre 2013 avant une campagne d'essais prévue courant 2014. A terme, la version du porteur opérationnel devrait avoir la taille d'un jet d'affaires *Falcon* avec deux turboréacteurs placés au-dessus des ailes<sup>12</sup>.

Du point de vue technique, les drones répondent à des concepts variés tenant à leur voilure et/ou à leur mode de propulsion : si la plupart des drones sont à ailes fixes, il existe des drones à voilures tournantes (DVT ou UAR pour *Unmanned Aerial Rotorcraft*) et même des drones à ailes battantes parmi les micro et nano drones. Très répandus parmi les micro drones à usages civils ou policiers, les DVT intéressent particulièrement la marine militaire

<sup>9</sup> Cf. « Premier vol pour le drone Orion », *Défense et Sécurité Internationale-DSI*, n°97, novembre 2013, p. 26.

<sup>10</sup> ISR : *Intelligence* (renseignement en français), *surveillance*, *reconnaissance*.

<sup>11</sup> Le drone stratosphérique muni de panneaux solaires (vol jour) et d'une pile à combustible (vol nuit), baptisé *Hélios* (initialement *Pathfinder*), issu d'un partenariat entre AeroVironment et la NASA, a effectué ses premiers essais en 2001 et 2002, atteignant une altitude de presque 97.000 pieds. Cf. Brisset, Pascal, *Drones civiles. Perspectives et réalités*, Ecole Nationale de l'Aviation Civile, août 2004, p. 8-9 et p. 12.

<sup>12</sup> A propos du projet *Eole* développé dans le cadre de l'initiative *Perseus* (Projet étudiant de recherche spatiale européenne universitaire et scientifique), cf. Barensky, Stefan, « Eole vole avec Ares », *Air&Cosmos*, n° 2383, 22 novembre 2013, p. 40 ; Musquère, Anne, « Un drone pour lancer des satellites », *Air&Cosmos*, n° 2279, 16 septembre 2011, p. 50-51.

dont les drones tactiques, destinés à être embarqués sur des navires, doivent répondre à des contraintes complexes (appontage et décollage verticaux par vent fort et mer agitée, vol stationnaire)<sup>13</sup>.

Un dernier concept technique consiste à « droniser » un aéronef piloté, c'est-à-dire à le rendre télécommandé. En attendant que les drones puissent voler en temps de paix dans un espace aérien non ségrégué, cette « dronisation » permet à l'appareil d'être piloté ou « télépiloté » suivant la configuration du vol. Ces aéronefs « convertis » peuvent être à ailes fixes (le *Busard*<sup>14</sup> de Sagem Défense devenu le *Patroller*, le *GROBE* de Thales, le *Surveyor 2500* d'EADS) ou à voilure tournante (le *Little Bird* de Boeing ou le démonstrateur EC155 d'Eurocopter)<sup>15</sup>. En définitive, ces concepts sont complémentaires.

La complémentarité va jusqu'à imaginer des opérations combinées avec des escadrilles comprenant des aéronefs pilotés et des drones. L'US Army a testé avec succès des opérations réunissant des drones et des appareils pilotés à la faveur d'un protocole de communication standardisé et interopérable. En mars 2012, l'interopérabilité entre un hélicoptère d'attaque *AH-64 Apache* Block III et un drone *Gray Eagle (MQ-1C)* atteint le niveau 4 signifiant que le pilote de l'*Apache* a pu contrôler à la fois les capteurs et les armes du drone et piloter le drone. Jusqu'alors, le niveau 2 d'interopérabilité permettait simplement à l'hélicoptère de recevoir les données provenant des capteurs d'un drone. Cela induit qu'un drone peut être télécommandé à plusieurs kilomètres de distance depuis un hélicoptère en vol ou au sol<sup>16</sup>.

Chacune des catégories de drones décrites précédemment présente des avantages et des inconvénients liés à leurs caractéristiques et à leurs performances. De manière générale, les drones peuvent être facilement aéroportés ce qui n'est pas négligeable lorsque leur rayon d'action est limité. Les facteurs de vulnérabilité des drones militaires sont identiques à ceux affectant les aéronefs pilotés : la détection radar, les défenses anti-aériennes terrestres, le combat aérien, le brouillage des instruments électroniques. Ainsi, les récents développements visent à accroître la vitesse, la furtivité, l'altitude de croisière, le rayon d'action, les procédures d'évitement, le confinement de l'électronique embarquée et l'autonomie des drones<sup>17</sup>. Il faut garder à l'esprit que, par définition, un drone émet en permanence des flux de données et que son fonctionnement en réseau accroît d'autant sa vulnérabilité<sup>18</sup>. Quant à l'automatisation complète des drones, elle ne pourra que réduire les volumes de transmission sans toutefois les éliminer dans leur totalité, ne serait-ce qu'en matière de navigation.

A l'évidence, la structure des drones influencent leur vulnérabilité : les DVT ont une autonomie et une discrétion moindres que les drones à ailes fixes qui offrent les avantages de la vitesse, de l'endurance, de la polyvalence. Ces derniers volent aussi plus haut en altitude que les DVT. En outre, les vibrations et les résonances entament la fiabilité des drones à voilure tournante<sup>19</sup>. Toutefois, les drones étant engagés sur des théâtres d'opérations sensibles

---

<sup>13</sup> Cf. Asencio, Michel, Gros, Philippe, et, Patry, Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 13.

<sup>14</sup> *Busard* : Banc d'essais Ultra léger pour Systèmes Aéroportés de Recherche sur les Drones.

<sup>15</sup> Le programme *Busard* a converti un *S15* de Stemme, le programme *GROBE* a utilisé un *Hale Jet G600*. Cf. *ibid.*, p. 16-17.

<sup>16</sup> Cf. Foucault, Charles, « L'US Army optimise ses systèmes sans pilote », *Air&Cosmos*, n° 2311, 4 mai 2012, p. 31.

<sup>17</sup> Cf. Asencio, Michel, Gros, Philippe, et, Patry, Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 22.

<sup>18</sup> Cf. *ibid.*, p. 23.

<sup>19</sup> Cf. *ibid.*, p. 18-19.

dans le but de préserver les pilotes du feu de l'ennemi, leur vulnérabilité ne doit être appréhendée que d'un point de vue matériel.

Les drones militaires sont encore, dans leur immense majorité, utilisés pour des missions de renseignement, de surveillance et de reconnaissance (ISR)<sup>20</sup>. Ils emportent des capteurs et des matériels d'imagerie capables de voir par tout temps et/ou de jour comme de nuit (radar SAR<sup>21</sup>, vidéo couleur et infrarouge), et pouvant au mieux désigner des cibles et assister un guidage laser.

Sans prétendre à aucune exhaustivité, il convient de citer quelques drones de reconnaissance parmi les plus répandus au sein des armées modernes et qui ont été largement utilisés sur de récents théâtres d'opérations (Proche-Orient, Golfe persique, Afrique subsaharienne) et dans le cadre de missions ISR variées (lutte contre le terrorisme, l'immigration illégale, le narcotrafic) :

- le *RQ-4 Global Hawk* de Northrop Grumman (Etats-Unis) constitue aujourd'hui le nec plus ultra du drone HALE. Une envergure de 40 m, une masse de 14.628 kg, il peut voler à 19.800 m d'altitude, atteindre la vitesse de 574 km/h et dispose d'une autonomie de 36 heures ; il est équipé d'un radar SAR lui permettant d'opérer ses missions ISR par tout temps ;
- le *Heron (Machatz-I)*, drone tactique fabriqué par IAI (Israël), d'une envergure de 16 m sur 9 m, pouvant voler à une altitude de 8.000 m, atteint une vitesse de 220 km/h avec un rayon d'action de 1.000 km et une autonomie de 10 heures. Il a été équipé pour la France par EADS-Cassidian (Europe) et utilisé notamment en opérations extérieures (Afghanistan, Libye, Mali) sous la dénomination de *Harfang* ;
- le *Hermes 450* de Elbit Systems (Israël), un succès commercial à l'export, acheté notamment par les Etats-Unis et le Royaume-Uni, utilisé pour des missions de surveillance des frontières ou de soutien aux troupes au sol (envergure 10,5 m, masse maximale au décollage de 600 kg, plafond de 5.500 m d'altitude, vitesse maximale de 150 km/h, rayon d'action de 300 km, autonomie de 20 heures) ;
- le *Sperwer* de Sagem (France), drone tactique mis sur le marché en 1995, offrant 6 heures d'autonomie pour une charge utile de 50 kg. Il a été en dotation dans plusieurs pays (France, Canada, Grèce, Pays-Bas, Suède) ;
- le *RQ-11B Raven* (AeroVironment) est un drone tactique d'une envergure de 1,3 m et d'un poids de 1,9 kg qui vole à environ 30 m du sol avec une autonomie de 90 minutes. Celui-ci a été utilisé en Afghanistan pour repérer les engins explosifs improvisés (IED suivant l'acronyme anglais).

Les modèles de drones tactiques se comptent aujourd'hui par dizaines. Les principaux constructeurs, au-delà de ceux déjà cités, seront envisagés plus loin au titre des aspects économiques de la « guerre des drones ».

Jusque là, les drones militaires servent d'espions : ils remplissent des missions *Imint* (renseignement image), ils disposent de capacités *Sigint/Comint* (recueil de signal électronique et de communication), ils désignent des cibles, ils guident des missiles et des bombes (télémétrie laser). En 2002, après quelques séances d'entraînement au tir, le drone espion obtient son « permis de tuer ».

---

<sup>20</sup> Avant l'intensification des frappes de drones en 2009, les missions « armées » des UAV américains étaient marginales (2,5% des sorties entre 2007 et 2009). Cf. Mekdour, Mehdi, *op. cit.*, p. 7.

<sup>21</sup> *Synthetic Aperture Radar*.

## B. L'UCAV : QUAND L'ESPION TELEGUIDE OBTIENT SON « PERMIS DE TUER »

Le *MQ-1 Predator B*, dérivé du drone MALE de reconnaissance entré en service en 1995 (*RQ-1 Predator A*), modifié et armé, sera le premier UCAV (*Unmanned Combat Aerial Vehicle*) à mener des frappes létales en conditions opérationnelles. Des essais sont menés en 2001 et à partir du printemps 2002, le *Predator* rebaptisé *MQ-1B* effectue des frappes en Afghanistan avec plus ou moins de succès.

En novembre 2002, c'est au Yémen qu'un *MQ-1B* cible un véhicule et élimine ses six occupants, combattants affiliés à Al-Qaida, dont Abu Ali Al-Harithi soupçonné d'avoir planifié l'attentat contre le navire militaire *USS Cole*, en 2000. Le *Predator B* sera également déployé en Irak (2003), en Libye (2011) et au Mali (2013).

Fabriqué par General Atomics (Etats-Unis), le *MQ-1B* turbopropulsé, plus grand et plus rapide que son parent le *RQ-1*, dispose d'une autonomie de vol augmentée de 24 à 30 heures, pour une mission opérationnelle de 5 heures<sup>22</sup>. Son envergure est de 14,8 m, il peut voler à 7.600 m d'altitude et atteint 230 km/h. Il emporte deux missiles (air-sol *AGM-144 Hellfire* ou air-air *AIM-92 Stinger*) ou deux bombes de haute précision (*GBU-12 Paveway II*). Sur la base du *MQ-1B*, le constructeur lance le *MQ-9 Reaper* (la faucheuse), en service depuis 2007 : 20 m d'envergure, 15.240 m d'altitude maximale, une vitesse de 480 km/h (310 km/h en croisière), 30 heures d'autonomie et 7 points d'accroche sous la voilure.

Le conflit irakien, à partir de 2003, aura été le laboratoire de l'utilisation tactique des drones de reconnaissance puis des drones armés. Tout d'abord lors de l'opération « Liberté en Irak » (*Iraqi Freedom*) du 19 mars au 3 avril 2003, les mini-drones *Dragon Eye* et *Desert Hawk* ont équipé les forces spéciales, les Marines et l'USAF. L'Air Force a également déployé le *Global Hawk* depuis les Emirats arabes unis, pilotés depuis la base Beale AFB en Californie, ainsi que neuf *RQ-1 Predator* et sept *MQ-1B Predator* armés de missiles *Hellfire* utilisés sur des cibles ponctuelles<sup>23</sup>. Ensuite, plus de 400 missions de reconnaissance ont été menées par des *Pioneer* et des *Predator* en préparation de l'opération « Les Fantômes furieux de Falloujah » (6 au 24 novembre 2004). Celles-ci ont permis de connaître la situation de la ville, de repérer les cibles et d'anticiper le contact avec les forces ennemies<sup>24</sup>.

Pendant cette deuxième guerre d'Irak, plusieurs escadrons de *F-16* sont remplacés par des flottes de *MQ-9 Reaper*<sup>25</sup>. Egalement stationnés en Afghanistan, le *MQ-9* a été adapté dans une version aéronavale (*MQ-4N*). Début 2011 cessait la production du *MQ-1A Predator*. En même temps son descendant, le *MQ-9 Reaper*, a reçu des capacités accrues « *Hunter-Killer* » (chasseur-tueur) tout-temps, 450 kg de charge utile supplémentaire, un débit doublé en satcom (migrant de la bande Ku à Ka), un nouveau radar SAR pouvant guider des bombes *GBU-38 Jdam*, un système *Asip-2C* de recueil électronique, et des capteurs *Gorgon Stare* à champ large (des caméras visionnant jusqu'à 50 km carrés sous une douzaine d'angles). Toujours en 2011, General Atomics a développé les stations-sol « Block 30 » à flux de trans-

<sup>22</sup> Le *MQ-1 Predator* est le descendant des prototypes *Amber* et *GNAT 750* de Leading Systems Incorporation, financés par la DARPA et l'US Air Force. Il a été mis au point par l'ingénieur A. Karem, dont la société Karem Aircraft Incorporation demeure une référence en matière d'innovation robotique et d'aéronefs dits « convertibles » (turbopropulsion orientables de l'horizontale à la verticale).

<sup>23</sup> Cf. Zubeldia, Océane (Lt.), « L'emploi des drones dans le conflit irakien : le modèle américain », *Penser les Aliés françaises*, n° 19, février 2009, p. 146-147.

<sup>24</sup> Cf. *ibid.*, p. 147.

<sup>25</sup> Cf. notamment Asencio, Michel, Gros, Philippe, et, Patry, Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 33.

mission croissants et écrans tactiles, en attendant le « Block 50 » offrant un champ de vision à 120° indispensable aux futurs « cockpits déportés »<sup>26</sup>.

En avril 2012, General Atomics Aeronautical Systems Incorporation (GA-ASI) avait révélé deux nouvelles versions du best-seller des drones MALE *Predator B*, qui, grâce à un train d'atterrissage renforcé, augmente la masse maximale au décollage de 4763 kg à 5307 kg, ainsi qu'un emport supplémentaire de carburant en version ISR faisant passer son endurance de 27 à 37 heures. Une seconde configuration basée sur une augmentation de la surface alaire porte l'endurance des missions ISR à 42 heures. Entre le lancement du *Predator B* en 2001 et le printemps 2012, le constructeur avait livré plus de 120 appareils<sup>27</sup>.

En octobre 2004, c'était au tour du *MQ-1C Gray Eagle* (baptisé ainsi en 2010), nouveau dérivé du *MQ-1 Predator*, de réaliser son premier vol. Toutefois, son développement s'est heurté à de nombreux problèmes techniques, en particulier un faible rendement opérationnel lors des tests. Finalement déployé en Irak en 2010, il boucle ses essais opérationnels en 2012. La production et la réception des *Gray Eagle* par l'US Army devraient s'échelonner jusqu'en 2015.

En 2013, les forces militaires des Etats-Unis étaient dotées de 161 *MQ-1A* et *MQ-1B Predator* et 54 *MQ-9 Reaper* au sein de l'US Air Force – seuls les *Predator B* et les *Reaper* étant armés<sup>28</sup>. En outre, General Atomics tenant à augmenter la vitesse de ses UCAV, de nouvelles modifications ont été apportées au *Predator* dans une version équipée d'un turboréacteur, le *Predator C/Avenger* pouvant atteindre 740 km/h. Il a été développé sur fonds propres (premier prototype en 2004)<sup>29</sup>. Finalement prêt en 2009, l'*Avenger* avait réalisé ses premiers essais de tir de bombes guidées au printemps 2011<sup>30</sup>. En décembre de la même année, l'US Air Force déploie un premier exemplaire non armé de l'*Avenger* en Afghanistan, soupçonné d'espionner les frontières iranienne et pakistanaise, tandis qu'une version maritime (*Sea Avenger*) est en cours de développement.

La tendance des prochaines années sera à l'acquisition de drones aériens armés : les Etats-Unis orientent leurs investissements et inscrivent leur doctrine dans cette direction. En-dehors des commandes d'UCAV déjà passées à son industrie de défense, le DoD a confirmé, en mai 2012, son intérêt pour le démonstrateur *X-47B* (un UCAS-D)<sup>31</sup> de Northrop Grumman. L'US Navy teste ce futur drone de combat furtif en mer. Les essais ont commencé à bord du *USS Harry S.*, en décembre 2012, et le premier catapultage a eu lieu en mai 2013, depuis le porte-avions *George H. W. Bush* (CNV-77) au large de la Virginie et s'est posé au bout de soixante-cinq minutes de vol sur la base de Patuxent River<sup>32</sup>. Le *X-47B* a repris ses vols d'essai le 10 novembre 2013 à bord de l'*USS Theodore Roosevelt*, réalisant catapultages, appontages et « *touch and go* »<sup>33</sup>. Il faut dire que la Navy a annoncé ses ambitions : son

<sup>26</sup> Cf. Musquère, Anne, « Davantage de capacités pour le Reaper », *Air&Cosmos*, n° 2283, 14 octobre 2011, p. 16-17.

<sup>27</sup> Cf. Foucault, Charles, « Le Predator B s'offre un 'relookage' », *Air&Cosmos*, n° 2310, 27 avril 2012, p. 30.

<sup>28</sup> A cela s'ajoutent 364 *Shadow*, 25 *Hunter*, mais aussi 5.000 *Raven* de poids léger et lancé à la main, de l'US Army. De 10.000 heures de vol en 2005, les Etats-Unis sont passés à 550.000 heures en 2010. Cf. Brooke-Holland, Louisa, *Unmanned Aerial Vehicles (drones): an introduction*, International Affairs and Defence Section, House of Commons Library SN06493, 25 April 2013, p. 17.

<sup>29</sup> Cf. Musquère, Anne, « Le Predator C en vol cette année », *Air&Cosmos*, n° 2130, 20 juin 2008, p. 29.

<sup>30</sup> Cf. « L'Avenger fourbit ses armes », *Air&Cosmos*, n° 2283, 14 octobre 2011, p. 17.

<sup>31</sup> *Unmanned Combat Air System Demonstrator*.

<sup>32</sup> Cf. « Catapultage », *Air&Cosmos*, n° 2359, 17 mai 2013, p. 8.

<sup>33</sup> Cf. « Drone. Le X-47B repart en mer », *Air&Cosmos*, n° 2382, 15 novembre 2013, p. 6.

programme baptisé UCLASS (*Unmanned Carrier-Launched Airborne Surveillance and Strike Programme*) consiste à disposer, d'ici à 2020, d'un drone polyvalent adapté aux contraintes aéronavales. Celui-ci devra pouvoir « effectuer des missions de reconnaissance et des frappes à plusieurs centaines de nautiques du porte-avions avec trois fois l'endurance des avions conventionnels »<sup>34</sup>.

C'est en octobre 2003 que la DARPA (*Defence Advanced Research Projects Agency*), l'US Air Force et l'US Navy forment ensemble le *Joint Unmanned Combat Air System* (J-UCAS), programme destiné à renforcer la convergence en matière de spécifications. D'abord réalisé avec des modèles réduits (le *X-45A* de Boeing et le *X-47A* de Northrop Grumman), le programme se poursuit ensuite avec des prototypes plus aboutis, le *X-45C* et le *X-47B* (masse et dimensions semblables à un avion de combat). Les spécifications communes du J-UCAS exigent un rayon d'action supérieur à 2.000 km, une vitesse de croisière de Mach 0,85, une altitude opérationnelle supérieure à 10.500 m et une capacité d'emport de deux bombes d'une tonne. Ainsi, le *X-45C* de Boeing d'une envergure de 15 m et d'une masse au décollage de 16.500 kg, est conçu pour emporter 2.040 kg de munitions.

Dans une perspective plus lointaine, la DARPA travaille sur des vecteurs hypersoniques avec lesquels les distances et donc les frontières, rétréciraient considérablement dans un scénario consistant à se projeter partout dans le monde en un temps record (cela fait partie de la doctrine « *Prompt Global Strike* » permettant à l'US Air Force de frapper tout point du globe en moins d'une heure)<sup>35</sup> : l'*Hypersonic Technology Vehicle 2* (HTV-2) porté par une fusée et dont les tests ont été plus que mitigés, et l'*Advanced Hypersonic Weapon* (AHW), prototype de bombe planante qui semble avoir connu plus de réussite en parcourant 4.000 km à Mach 8<sup>36</sup>. Le 1<sup>er</sup> novembre 2013, Lockheed Martin a révélé officiellement l'existence du projet *SR-72* qui serait le successeur de feu le *HTV-2* testé sans succès en 2010 et 2011, alors que le financement du *HTV-3X*, lancé en 2003, avait été annulé en 2008. Face au saut technologique indispensable à la propulsion hypersonique, le démonstrateur *SR-72* pourrait voir le jour en 2018 pour un éventuel service opérationnel en 2030<sup>37</sup>. D'après les spécialistes de la propulsion hypersonique, les perspectives restent encore floues même s'ils reconnaissent que les Etats-Unis ont acquis une base technologique importante dans différentes formules aéropulsives (programme *X-43* de superstatoréacteur à hydrogène, programme *X-51A* de superstatoréacteur à kérosène)<sup>38</sup>.

En Europe, malgré le retard dû aux tergiversations politiques et aux manœuvres des industriels, le projet *Neuron* chapeauté par Dassault Aviation et associant 6 pays (France,

---

<sup>34</sup> Sheldon-Duplaix, Alexandre, « Le Laser naval, les drones et le futur de la marine américaine », *Défense et Sécurité Internationale-DSI*, n° 94, juillet-août 2013, p. 100.

<sup>35</sup> Le concept de moteur hypersonique de la DARPA (programme *Vulcan*) s'est orienté vers des moteurs à ondes de détonation pulsées ou de détonation continue. En fait, il s'agit d'associer un moteur à cycle combiné capable d'accélérer jusqu'à Mach 4, vitesse à laquelle un statomixte prend le relais jusqu'à Mach 6. En d'autres termes, cela signifie qu'il serait équipé d'un turboréacteur ordinaire et d'un moteur à combustion à volume constant (CVC) qui, à poussée égale et grâce à une efficacité thermodynamique supérieure, réduirait la consommation de carburant de 30 à 35%. Le laboratoire de recherche de la DARPA (AFRL) travaille sur ce type de moteurs depuis 1997. Cf. Julian, François, « Lockheed Martin dévoile le successeur du S-71 », *Air&Cosmos*, n° 2381, 8 novembre 2013, p. 16 ; Szames, Alexandre David, « Vulcan : une nouvelle voie vers l'hypersonique », *Air&Cosmos*, n° 2131, 27 juin 2008, p. 27.

<sup>36</sup> Cf. De Neve, Alain, « Demain, quelles technologies militaires ? », *Défense et Sécurité Internationale-DSI*, n° 23, avril-mai 2012, p. 22.

<sup>37</sup> Cf. Julian, François, *op. cit.*, p. 15-16.

<sup>38</sup> Cf. Julian, François, « Hypersonique : les Américains ont une solide base technologique », *Air&Cosmos*, n° 2381, 8 novembre 2013, p. 16

Espagne, Grèce, Italie, Suède, Suisse), semble relancé : le démonstrateur de ce drone de combat à capacité furtive a effectué ses premiers essais en décembre 2012.

Au Royaume-Uni, la Royal Air Force est déjà dotée de *MQ-9* et la France a passé commande de ses deux premiers exemplaires en août 2012. De son côté, la Russie devrait disposer de drones de combat opérationnels en 2015<sup>39</sup>. Quant à la composante stratégique aérienne chinoise, dont les drones font partie, elle est actuellement en cours d'acquisition : à cet égard, Pékin a révélé l'existence d'un démonstrateur de drone de combat, le *Lijan* (« Epée précise »), développé par Hongdu et Shenyang – la ressemblance du *Lijan* avec le *Neuron* est « frappante »<sup>40</sup>.

D'autres drones ont été armés par les Américains, tel que le *MQ-5B/C Hunter* qui a largué sa première bombe *Viper Strike* en mission militaire le 1<sup>er</sup> septembre 2007<sup>41</sup>. Et à la pointe de la technologie, l'industrie israélienne des drones a déjà armé des versions modifiées de certains modèles tels que les *Hermes* pouvant emporter deux missiles *Hellfire* air-sol, ou auparavant le *Harpy* d'IAI (longueur 2,7 m, envergure 1,1 m) avec une charge explosive de 32 kg (le vecteur frappant sa cible avec sa charge, il n'est pas réutilisable). Développé au début des années 1990, le *Harpy* a été secrètement exporté en Chine en 1994, ce qui n'aurait été révélé qu'en 2004 lorsque Pékin demanda à bénéficier d'une modernisation de ses systèmes.

Dans un avenir proche, un grand nombre de pays auront acquis des drones de combat opérationnels à capacités air-sol. Dès aujourd'hui, l'avènement de la « guerre des drones » n'est plus une simple hypothèse d'école : des drones répondront aux drones. Toutefois, à l'heure actuelle, les drones ne sont pas encore capables d'être engagés dans un combat aérien – c'est pourquoi les contraintes aérodynamiques des drones de combat sont plus légères que celles des avions pilotés puisque les uns et les autres n'évoluent pas dans le même univers opérationnel<sup>42</sup>.

La guerre pourrait alors se gagner dans le domaine électromagnétique car les drones s'intègrent dans un « système de force » (ils sont un système et s'insèrent dans un système plus vaste). A ce titre, ils ne font que compliquer davantage l'ensemble C4I, un empilement de grilles interconnectées entre elles<sup>43</sup>. Car les drones travaillent en réseau, sont reliés à des stations-sols, transmettent les informations de leurs capteurs, utilisent des liaisons satellites, reçoivent des ordres, et doivent se coordonner, se synchroniser avec les autres acteurs présents sur un théâtre d'opérations. Or, comme cela a été précédemment évoqué, ces flux de données permanents constituent une des principales vulnérabilités des drones : les contre-mesures de guerre électronique devront alors préserver les fonctions vitales de l'électronique embarquée.

Par ailleurs, afin d'optimiser l'utilisation des drones en dotation dans les différentes armées (Army, Air Force, Navy), les Etats-Unis ont choisi une centralisation progressive en créant un commandement interarmées en juillet 2005, le *Joint Unmanned Aerial Vehicle Center of Excellence* (UAV JCOE). Celui-ci a été implanté sur la base Creech, dans le

---

<sup>39</sup> Cf. Martin, Helen J., *The UK and Armed Drones. Key considerations for the future of the UK's programme*, British American Security Information Council, January 2013, p. 4.

<sup>40</sup> Cf. *Défense et Sécurité Internationale-DSI*, n° 94, juillet-août 2013, p. 20.

<sup>41</sup> Cf. Zubeldia, Océane (Lt.), *op. cit.*, p. 151.

<sup>42</sup> Cf. Lert, Frédéric, « Avions de combat pilotés et drones de combat : des formes très différentes », *Air&Cosmos*, n° 2279, 16 septembre 2011, p. 26.

<sup>43</sup> Cf. Asencio, Michel, Gros, Philippe, et, Patry, Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 25.

Nevada, où se trouve l'UAV COE de l'Air Force (*Air Force Unmanned Aerial Vehicle Center of Excellence*)<sup>44</sup>. Il s'agit de coordonner, de renforcer le contrôle et la sécurité des vols, la maîtrise des liaisons électroniques, la collecte, l'analyse et la diffusion des informations moissonnées par les drones des militaires américains.

Toutefois, le degré de centralisation dépend de la configuration de chaque armée, de la densité et de la nature des flottes de drones en dotation. En effet, les images d'un drone *Raven* lancé en éclaireur par des fantassins n'ont pas la même amplitude que celles d'un drone MALE – sans préjuger de l'utilité des uns et des autres. En France, par exemple, il n'existe pas encore de commandement intégré de la « composante drone » des trois armées : Marine, Air, Terre, conservent pour l'instant leurs organes de commandement. Cependant, la réflexion prospective s'orienterait vers une centralisation possible au sein du SCCOA (Système de commandement et de contrôle des opérations aériennes) de l'armée de l'Air, mieux à même de contrôler les vecteurs aériens pilotés ou télécommandés, au détriment sans doute du MAillage des Radars Tactiques pour la lutte contre les Hélicoptères et les Aéronefs (système MARTHA) de l'Armée de Terre – la Marine étant épargnée, à ce stade, par la nature et la maîtrise de son milieu<sup>45</sup>.

La « guerre des drones » concerne encore des concepts « évolutifs » de drones : ils tiennent, d'une part, à la miniaturisation d'objets volants télépilotés ou automatisés, et d'autre part, à la généralisation d'objets télécommandés et/ou automatisés ailleurs que dans le seul domaine aérien. Mais les uns comme les autres intéressent au premier chef le domaine militaire quand ces systèmes ne dépendent pas directement de financements sur les budgets de la défense.

### C. LES DRONES « ENVAHISSEURS » : A TIRE-D'AILE OU D'UN COUP DE NAGEOIRE

Les drones pourraient-ils envahir tout l'espace aérien, voire tous les milieux ? Mauvais scénario de science-fiction ou réalité prévisible aux mains d'ingénieurs sérieux et résolu ? Infiniment plus petits que les mini drones tactiques de type *Raven* ou *Sperwer* (drones portables), les drones miniaturisés, micro et nano drones, forment une catégorie à part aux performances encore limitées, mais qui pourrait se révéler d'une grande utilité. La recherche est active dans ce domaine et bénéficie des récents développements des nanobiotechnologies – encore embryonnaires – dont les perspectives sont annoncées comme celles d'une révolution technologique : « *Les nanotechnologies influenceront inévitablement sur l'agir militaire à l'avenir [...]. Une course réelle est désormais lancée pour la maîtrise des processus de manipulation et de contrôle de la matière à l'échelle nanométrique* »<sup>46</sup>. Les trois mutations attendues de cette révolution correspondent d'abord à la production de matériaux plus légers, plus résistants et aux propriétés de conduction supérieures, puis à la conception d'ordinateurs miniaturisés à l'extrême, menant à une robotisation poussée des matériels, enfin à la mise au point de nano-capteurs invasifs biocompatibles permettant aussi bien le traitement des blessures que la fabrication d'armements<sup>47</sup>.

En-deça de 50 cm d'envergure, les drones sont considérés comme des « micro-drones », alors que les micro-machines réduites à quelques centimètres et quelques dizaines

---

<sup>44</sup> Cf. *ibid.*, p. 30.

<sup>45</sup> A ce propos, cf. *ibid.*, p. 31.

<sup>46</sup> Cf. De Neve, Alain, *op. cit.*, p. 21.

<sup>47</sup> Cf. *ibid.*, p. 21-22.

de grammes (dimensions inférieures à 15 cm) sont appelées « nano-drones » (l'échelle nano – ou moléculaire d'un point de vue scientifique – correspond au milliardième : un nano mètre est donc un milliardième de mètre). Leur vitesse de croisière varie entre une cinquantaine de kilomètres par heure (micro-drones) et autour de 10 km/h (nano-drones), leur autonomie entre dix minutes (nano) et plus d'une vingtaine de minutes (micro), leur rayon d'action demeurant limité à une dizaine de kilomètres au maximum.

La société américaine AeroVironment, pionnière dans le secteur des drones, a développé dans les années 1980 un engin de 4 kg baptisé *Pointer*. Poursuivant ses efforts de miniaturisation, elle a mis au point un micro-drone hélicopulsé à voilure fixe pesant 42 grammes aux performances remarquables, le *Black Widow* : celui dispose d'une autonomie de 30 minutes, est équipé d'une micro caméra et d'un système GPS permettant une navigation autonome<sup>48</sup>. Les recherches se sont étendues en-dehors des Etats-Unis : ainsi, le Français Thales, en pointe dans les équipements et matériels pour drones, a récemment conçu un drone de 67 cm et d'un poids de 600 gr, le *Spy Arrow*, testé en Afghanistan.

Si certains micro-drones sont à voilure fixe et d'autres à voilure tournante, les nano-drones adoptent souvent une voilure à ailes battantes ou vibrantes permettant de reproduire les battements d'ailes et le principe de sustentation des insectes et des oiseaux. Le but de ces derniers engins consiste à imiter les mécanismes de la nature (bio-mimétisme)<sup>49</sup>.

Issu des programmes du DARPA DSO (*Defense Sciences Office*), le plus connu des nano drones américains portent le nom de *Colibri* (NAV<sup>50</sup> *Hummingbird Programme*), qui n'est autre que la reproduction du petit oiseau dont il emprunte le nom et l'aspect. L'objectif de ce « leurre bio-inspiré » consiste à observer sans attirer l'attention. Son envergure est de 15,24 cm, son poids de 19 grammes et son autonomie de près de 10 minutes<sup>51</sup>. Toute la difficulté réside dans la miniaturisation des fonctions de déplacement, à commencer par la source d'énergie ainsi que des capteurs et émetteurs, puis par leur intégration dans une structure la plus légère possible. Lors de sa première phase d'essai, le *Colibri* se serait révélé d'une excellente maniabilité tant en vol plané qu'en vol stationnaire.

En France, le laboratoire Femto-ST 1 de Besançon a créé, en 2003, un système de propulsion à ailes battantes, développé dans le projet *Libellule* par la société SilMach (Silicon Machinery ou micromécanique sur silicium). Il s'agit aussi d'un « nanosystème bio-inspiré » destiné à reproduire les caractéristiques mécaniques de l'insecte original. La *Libellule* en silicium est mue par quatre ailes argentées actionnées par 180.000 nanomuscles de 9 nanogrammes parcourus par une tension électrique. Le prototype d'insecte artificiel présenté en 2006, pesait 120 milligrammes, dont 80% pour les batteries et seulement 2 milligrammes pour le système de propulsion, avec une envergure déployée de 6 cm<sup>52</sup>.

L'intérêt majeur de ces micro drones tient dans la discrétion de l'approche et de l'observation, notamment par rapport au mini hélicoptères (DVT) envisagés précédemment et bruyants – même en version miniaturisée tel que le FNS *CB 750 Scancopter* (constructeur français Fly-n-Sense) plus adapté à des missions civiles. Les programmes de recherche

---

<sup>48</sup> Cf. Brisset, Pascal, *op. cit.*, p.7.

<sup>49</sup> Cf. Reigneaud, Antonin, *L'armement du futur : pression sur la recherche. Présence militaire dans le secteur des nanotechnologies*, Observatoire des transferts d'armements, mai 2006, p. 31.

<sup>50</sup> *Nano Air Vehicle*.

<sup>51</sup> Cf. *ibid.*, p. 28.

<sup>52</sup> Cf. *ibid.*

militaire envisagent déjà de pourvoir ces micro-espions d'une autonomie de décision, le stade ultime de l'intelligence artificielle – en France, la Délégation générale pour l'armement (DGA) s'oriente dans cette voie<sup>53</sup>.

En termes de missions ISR, ces micro-espions équipés de matériels et capteurs de transmission d'images, y compris en infrarouge, permettent par exemple la reconnaissance (fonction d'éclaireur discret), l'observation et la désignation d'une cible, l'évaluation de dommages, des opérations en site urbain afin de localiser des francs-tireurs. Suivant les évolutions de la miniaturisation des charges utiles, les micro et nano-drones équipés de matériels électromagnétiques pourraient être utilisés en essais pour servir au brouillage, à la déception, à la saturation des radars ennemis<sup>54</sup>. Dans cette configuration, ils pourraient encore mener des opérations « kamikazes » en se laissant « avaler » par les réacteurs d'aéronefs de combat ou encore servir de relais de transmission<sup>55</sup>.

De manière plus générale, les micro-drones à voilure fixe seraient destinés à des missions d'observation « au-delà de la colline », les micro-drones à voilure tournante pour des utilisations en milieu urbain (dit « cayo urbain »), et les micro-drones à voilure battante paraissent mieux adaptés à des infiltrations en milieu clos (missions « *indoor* »). Car ces micro-machines pourront pénétrer dans des immeubles, ce qui laisse entrevoir des missions au bénéfice de la protection civile (pompiers), de la protection de l'ordre public et de la sûreté (surveillance policière, renseignement intérieur).

Dernière hypothèse qui ne peut être écartée *a priori*, la fabrication de nano-drones « bio-inspirés » porteurs d'agents neutralisants, voire létaux, avec les risques qui y seraient associés en cas d'incidents ou de dysfonctionnements. Si la technologie ne semble pas encore avoir atteint un niveau suffisant de maturité, à terme ce type de drones pourrait tenter les services menant des opérations d'« assassinats ciblés » sans avoir à exposer des personnels directement au contact de la cible.

Les principales lacunes des micro et nano-drones reposent sur le stockage de l'énergie et la miniaturisation des applications comme cela a déjà été évoqué, en conséquence une autonomie et un rayon d'action limités, mais aussi et surtout sur les conditions météorologiques (les intempéries et la force du vent qui contrarient leur navigation). D'un coût de fabrication beaucoup plus abordable que les drones de tailles supérieures, il ne faut pas perdre de vue que les drones miniaturisés sont complémentaires des systèmes de reconnaissance portables (mini-drones).

Comme l'indique Antonin Reigneaud pour l'Observatoire des transferts d'armement, l'avenir est à « *l'intégration de l'homme à son système d'arme* », et de préciser : « *La prochaine étape de l'intégration avec les exo-muscles ou les biomatériaux touchera au corps même du soldat, « intégré » au processus de guerre technologique* ». A cet égard, il cite l'œil déporté, prolongement de la vue en vision déportée, et la nouvelle peau résistant au feu et aux impacts<sup>56</sup>.

---

<sup>53</sup> Cf. *ibid.*, p. 27.

<sup>54</sup> A propos des utilisations militaires des micro drones, cf. notamment le rapport très détaillé de Huber, Arthur F., *Death by A Thousand Cuts: Micro-Air Vehicles in The Service of Air Force Missions*, Occasional Paper n° 29, Center for Strategy and Technology, Air War College, Air University Maxwell AFB, 2001, pp. 31-45 [<http://www.research.maxwell.af.mil/papers/ay2001/awc/huber.pdf>. ou <http://www.au.af.mil/au/awc/awcgate/cst/csat29.pdf>].

<sup>55</sup> Cf. Reigneaud, Antonin, *op. cit.*, p. 26-27.

<sup>56</sup> Cf. *ibid.*, p. 31.

Avant que les micro et les nano-drones n'envahissent l'espace aérien, les militaires s'intéressent également à d'autres véhicules télépilotes et/ou automatisés. Ainsi, les « drones » sous-marins répondent à la même définition que les « drones aériens » (télécommandés ou autonomes, récupérables et réutilisables), tout en étant conçus pour évoluer dans le milieu aquatique.

Les robots télépilotes sont utilisés depuis longtemps dans le cadre de l'exploration sous-marine ou de la maintenance des oléoducs sous-marins. Développés pour la lutte anti-mine, les UUV (acronyme anglais des *Unmanned Underwater Vehicles*) peuvent aussi servir à la surveillance sous-marine, voire à la lutte anti-sous-marine afin de tromper les sonars adverses ou de détourner des tirs de torpilles. Selon leur degré d'autonomisation, les UUV se déclinent en *Remotely Operated Vehicles* (ROV), *Autonomous Underwater Vehicles* (AUV), *Remotely Operated Towed Vehicles* (ROTV)<sup>57</sup>.

Les principaux axes de recherche concernant les véhicules sous-marins automatisés visent à assurer la discrétion de déplacement (mode de propulsion) et à accroître l'autonomie de plongée (navigation, source d'énergie) – les Etats-Unis travaillent sur des LDUUV (*Large Displacement Unmanned Underwater Vehicle*)<sup>58</sup>. Les militaires américains utilisent des UUV de différentes tailles, certains ressemblant à des torpilles, d'autres à des sous-marins de poche. Parmi les plus connus se trouvent les *Remus*, les *Hugin*, les *Bluefin*, ou encore le *Subrov* de Saab Underwater Systems, etc.

En 2004, l'US Navy a mis à jour les missions assignées à ses UUV dans un document appelé *Unmanned Undersea Vehicle Master Plan* (UUVMP), précédemment publié en 2000 : *Intelligence, Surveillance and Reconnaissance* (ISR), contre-mesures de lutte anti-mine, lutte anti-sous-marine, inspection et identification, océanographie, communication et navigation, transport/ravitaillement, frappes critiques<sup>59</sup>.

Ces véhicules sous-marins sont classés en différentes catégories selon leurs tailles et leurs poids :

- véhicules portables (*Man-portables*) : diamètre 3 à 9 pouces (7,5 cm à 23 cm) ; endurance à charge utile max. 10 heures ; endurance à charge utile min. 10 à 20 heures ; charge utile moins de 0,25 pieds cubes, soit 7 litres (types de missions : ISR, CN3<sup>60</sup>, grande turbidité/eaux troubles côtières, contre-mesures de neutralisation de mines, inspection/identification, dispositif d'explosion à distance) ;
- véhicules légers (*Light Weight Vehicles* – LWV) : diamètre 12,75 pouces (32 cm) ; endurance à charge utile max. 10 à 20 heures ; endurance à charge utile min. 20 à 40 heures ; charge utile moins de 1 à 3 pieds cubes, soit 28 à 84 litres (principales missions : ISR tactique, océanographie, *Mobile CN3*, *network attack*, reconnaissance de lutte anti-mine et contre-mesures) ;
- véhicules lourds (*Heavy Weight Vehicles* – HWV) : diamètre 21 pouces (53 cm) ; endurance à charge utile max. 20 à 50 heures ; endurance à charge utile min. 40 à 80

---

<sup>57</sup> Cf. Hardy, Tim, and Barlow, Gavin, "Unmanned Underwater Vehicle (UUV) deployment and retrieval considerations for submarines", paper presented at INEC 2008 in Hamburg, (Germany), BMT Defence Services Ltd., April 2008, p 1.

<sup>58</sup> Cf. notamment, Brooke-Holland, Louisa, *op. cit.*, p. 6.

<sup>59</sup> Cf. *The Navy Unmanned Undersea Vehicle (UUV) Master Plan*, Department of the Navy, November 9, 2004, pp. 9-15.

<sup>60</sup> CN3 : *communications/navigation network node* (nœud de réseau de communication/navigation).

heures ; charge utile moins de 4 à 6 pieds cubes, soit 113 à 169 litres (principales missions : ISR portuaires, océanographie, reconnaissance de lutte anti-mine et contre-mesures, leurres et déception sous-marins) ;

- véhicules de classe supérieure (*Large Class*) : diamètre sup. à 36 pouces (91,5 cm) ; endurance à charge utile max. 100 à 300 heures ; endurance à charge utile min. supérieure à 400 heures ; charge utile embarquée inférieure de 15 à 30 pieds cubes (424 à 849 litres) à laquelle s'ajoute une possibilité d'emport par fixations extérieures (principales missions : ISR permanent, guerre anti-sous-marine (*Anti-Submarine Warfare – ASW*), océanographie à long rayon d'action, transport)<sup>61</sup>.

Ces véhicules peuvent être lancés depuis des tubes torpilles de sous-marins, et récupérés à condition de disposer d'un dispositif particulier (tubes torpilles élargis). Une autre option consiste à fixer une chambre (sorte de hangar) sur la coque du sous-marin qui sert aussi bien au lancement qu'à la récupération du véhicule automatisé (soit à l'aide d'un rail soit par le déploiement d'une nacelle agissant comme un filet de capture)<sup>62</sup>.

Parmi les véhicules sous-marins télépilotés de type lourd, en 2004 BAE Systems a lancé la conception du *Talisman* (premiers essais réalisés dès 2005). Développé sur fonds propres, le démonstrateur de deuxième génération, le *Talisman M* est un hybride UUV-ROV optimisé pour la lutte anti-mine (après avoir détecté, identifié et désigné les cibles dans une zone déterminée, sur ordre du « télépilote » embarqué sur le navire de lancement, le *Talisman M* projette un dispositif de contre-mesures capable de faire exploser quatre mines). Dans cette version, il fait 4,5 mètres de long pour 2,5 mètres de hauteur, avec un poids de 1.000 kg. Il peut emporter une charge utile de 500 kg, naviguer à 5 nœuds, plonger jusqu'à 6.000 mètres de profondeur et dispose d'une autonomie de 22 heures. La troisième génération, celle du *Talisman A*, devrait être dotée de capacités offensives de lutte anti-sous-marine (ASW)<sup>63</sup>.

---

<sup>61</sup> Cf. *The Navy Unmanned Undersea Vehicle (UUV) Master Plan*, op. cit., pp. 67-69.

<sup>62</sup> A propos du lancement et de la récupération des UUV, notamment par des sous-marins en plongée, cf. *ibid.*, pp. 7-13.

<sup>63</sup> Cf. Button, Robert W., Kamp, John, Curtin, Thomas B., and Dryden, James, *A Survey of Missions for Unmanned Undersea Vehicles*, Acquisition and Technology Policy Center of the RAND National Defense Research Institute, RAND Corporation, 2009, p. 142-143.

## Les caractéristiques de véhicules sous-marins automatisés (AUV) :

### AUV portables :

#### **Remus 100** de Hydroid LLC (1995)

longueur **1,6 m** ; diamètre **19 cm** ; poids **37 kg\*** ; vitesse **0,5 à 5,4 nœuds** ;  
profondeur opérationnelle **100 m** ; autonomie **8 à 22 heures**.

#### **Bluefin-9** du Massachusetts Institute of Technology – MIT

longueur **1,65 m** ; diamètre **24 cm** ; poids **50 kg** ; vitesse **2 à 5 nœuds** ;  
profondeur opérationnelle **100 m** ; autonomie **12 heures**.

#### **Flying Plug** (prototype conçu par le *Naval Research and Development* (NRaD)

Devenu le *Space and Naval Warfare Systems Center* de San Diego)

longueur **127 cm** ; diamètre **22,9 cm** ; vitesse max **3,5 nœuds** ;  
profondeur opérationnelle **305 m** ; autonomie **1,4 km** (limitée par le câble de fibre optique  
reliant le véhicule à sa plate-forme de lancement).

#### **MK-39 Mod 2 EMATT**<sup>64</sup> de Lockheed Martin's Sippican Underwater Vehicles Division

longueur **91,4 cm** ; diamètre **12,4 cm** ; poids **10,1 kg** ; vitesse **3 à 8 nœuds** ;  
profondeur max. **200 m** ; autonomie **4 à 10 heures**.

### AUV légers :

#### **Remus 600**

longueur **3,25 m** ; diamètre **32,4 cm** ; poids **240 kg** ; vitesse max. **5 nœuds** ;  
profondeur opérationnelle **600 m** ; autonomie **70 heures**.

#### **Bluefin-12** du Massachusetts Institute of Technology – MIT

longueur **2,1 à 3,8 m** ; diamètre **32,4 cm** ; poids **50 kg** ; vitesse **0,5 à 5 nœuds** ;  
profondeur opérationnelle **200 m** ; autonomie **10 à 23 heures**.

#### **Remus 6000**

longueur **3,84 m** ; diamètre **71 cm** ; poids **862 kg** ; vitesse max. **5,1 nœuds** ;  
profondeur opérationnelle **6.000 m** ; autonomie **22 heures**.

### AUV lourds :

#### **AN/BLQ-11 LMRS** (*Long-Term Mine Reconnaissance System*)

longueur **6,1 m** ; diamètre **53 cm** ; poids **1.270 kg** ; vitesse **4 à 7 nœuds** ;  
profondeur opérationnelle **450 m** ; autonomie **40 heures**.

#### **MRUUVS** (*Multi-Reconfigurable Unmanned Undersea Vehicle*)

développé sur la base du AN/BLQ-11

longueur **6,1 m** ; diamètre **53 cm** ; poids **1.361 kg** ; vitesse max. **8 nœuds** ;  
profondeur opérationnelle min. **12,2 m** ; autonomie **10-20 à 40-50 heures** (suivant le type de batteries).

#### **Hugin 1000** (version militaire) de Kongsberg Maritime

longueur max **5 m** ; diamètre **75 cm** ; poids **600 à 850 kg** ; vitesse **1,9 à 5,8 nœuds** ;  
profondeur opérationnelle **1.000 m** ; autonomie de **7 à 60 heures** (suivant la vitesse, le poids  
de la charge utile et le nombre de batteries embarquées).

#### **Hugin 3000** de Kongsberg-Simrad

longueur **5,35 m** ; diamètre **1 m** ; poids **1.400 kg** ; vitesse **4 nœuds** ;  
profondeur opérationnelle **3.000 m** ; autonomie **50 à 60 heures**.

### AUV larges :

#### **Theseus** (*US-Canadian Spinnaker project*, 1992)

longueur **10,8 m** ; diamètre **1,3 m** ; poids **8.845 kg** ; vitesse max. **4 nœuds** ;  
profondeur opérationnelle **1.000 m** ; autonomie min. **1 semaine**.

#### **Seahorse** de ARL Penn State (2000)

longueur **8,7 m** ; diamètre **96,5 cm** ; poids **4.536 kg** ; vitesse max. **6 nœuds** ;  
profondeur opérationnelle **400 m** ; autonomie max. **125 heures**.

\* Le poids s'entend ici de la masse du véhicule non immergé.

<sup>64</sup> EMATT : *Expendable Mobile ASW (Anti-Submarine Warfare) Training Target*.

Une catégorie de véhicules sous-marins automatisés à part est constituée par les planeurs sous-marins (*sea gliders*) qui utilisent les forces de la flottabilité que leur confèrent leurs ailerons afin d'améliorer la poussée des batteries qui, alcalines à l'origine, peuvent également être thermiques, c'est-à-dire utiliser les variations de températures des océans<sup>65</sup>. Leur endurance s'en trouve accrue jusqu'à plusieurs mois de plongée, à une vitesse certes modérée et avec une charge utile réduite. Ainsi, le planeur sous-marin *Spray* (2003) de Bluefin Robotics peut plonger jusqu'à 1.500 mètres de profondeur (longueur 2 m ; diamètre 20 cm ; envergure des ailerons 1,2 m ; poids 51 kg ; charge utile 3,5 kg) avec une autonomie de 330 jours pour un rayon d'action de 7.000 km. Son coût unitaire était de 25.000 dollars en 2002, le rechargement des batteries et des réservoirs d'environ 3.000 dollars. Le *Spray* a notamment été commandé à plusieurs exemplaires par l'Institut océanographique *Woods Hole* en partenariat avec l'*Undersea Research Center* de l'OTAN. Avec des batteries alcalines, le *Slocum Battery Glider* de taille et de poids quasi équivalents ne descend qu'à 200 mètres de profondeur sur une distance de 1.500 km et une endurance de 20 jours maximum (prix unitaire de 50.000 dollars et recharge d'environ 800 dollars). Avec des batteries au lithium le *Seaglider* développé par l'Université de Washington et produit à une vingtaine d'exemplaires (60.000 dollars à l'unité, recharge pour environ 1.500 dollars) a atteint une endurance de 200 jours en mer et peut parcourir 4.500 km.

Les recherches se sont également orientées vers des véhicules sous-marins automatisés à énergie solaire (SAUV – *Solar Autonomous Unmanned Vehicles*), notamment en Russie<sup>66</sup>. Alliant des batteries à lithium ion et des capteurs solaires placées sur les ailerons, le SAUV II fut testé en 2004 et à plus grande échelle en 2008, pouvant tout de même plonger jusqu'à une profondeur de 500 mètres.

Enfin, il existe encore des véhicules sous-marins automatisés « bio-inspirés » qui entendent imiter la faune aquatique. Ainsi, dans le cadre du programme *Biomimetic Underwater Robot*, l'ONR (*Office of Naval Research*) a conçu des robots complexes ressemblant à des homards, baptisés naturellement *Robolobsters*, destinés à des missions de reconnaissance en zones littorales et/ou fluviales, et qui pourraient, à terme, aider à localiser des mines grâce, par exemple, à des capteurs chimiques<sup>67</sup>. Toujours dans la recherche « biomimétique », le robot amphibien du *Nekton Research of Durham*, baptisé *Transphibian*, dispose de nageoires orientables pouvant faire office de pattes, permettant de naviguer comme de se déplacer sur les fonds marins – ce modèle d'amphibien artificiel pourrait aussi être affecté à la lutte anti-mine.

Sans doute le plus remarquable des véhicules sous-marins biomimétiques a effectué ses premiers essais en bassin en 1993. Il s'agit de *Robotuna*, qui, comme son nom l'indique, entend reproduire les mouvements de propulsion d'un thonidé tout en ressemblant physiologiquement au migrateur. En 2009, le MIT travaillait au développement du *Robotuna II*<sup>68</sup>.

La place qu'occupent les drones tant dans la doctrine stratégique militaire qu'en matière de manœuvres tactiques, déjà grandissante, devrait s'accroître et s'étendre soit par la mise au point et l'acquisition de systèmes en propre soit par l'exportation de technologies a

---

<sup>65</sup> Cf. *ibid.*, p. 151-152.

<sup>66</sup> Il s'agit d'un partenariat entre l'*Office of Naval Research* (Etats-Unis) et l'Institut FEB RAD de la Marine de Vladivostok (Fédération de Russie), cf. *ibid.*, p. 159.

<sup>67</sup> Cf. *ibid.*, p. 172.

<sup>68</sup> A propos du *Transphibian* et du *Robotuna*, cf. *ibid.*, p. 170-171.

*priori* moins coûteuses que celles, par exemple, des aéronefs pilotés. Toutefois, le plein rendement des véhicules sous-marins automatisés (partiellement ou totalement) nécessite leur intégration dans des systèmes complexes que seuls quelques puissances pourront mettre en œuvre à une échelle régionale, voire planétaire.

## 2. UNE INDUSTRIE DE POINTE AU SERVICE DE L'HEGEMON

Les drones représentent un marché au volume considérable. Il est constitué par les véhicules aériens, c'est-à-dire le vecteur et son mode de propulsion, auxquels s'ajoutent la charge utile composée de capteurs, d'émetteurs, de systèmes logiciels, et, le cas échéant, d'un armement, missiles et/ou bombes. Mais pour être télécommandés, ils nécessitent l'acquisition d'un segment sol plus ou moins complexe suivant le type de drones et l'intégration du système dans un ensemble plus vaste, ne serait-ce qu'en termes de liaisons de transmission.

L'arrivée à maturité de ces technologies laisse entrevoir une très forte croissance du marché des drones. De très nombreuses sociétés des secteurs de l'aéronautique, de l'électronique, de l'armement, consacrent des investissements massifs en recherche et développement (R&D) soutenus par la demande des Etats. La croissance estimée de la demande tient à des coûts d'acquisition relativement peu élevés par rapport aux avions pilotés « conventionnels », et à la réduction – pourtant relative – des coûts des personnels.

En-dehors des Etats-Unis dont la machine industrielle a accompagné les nombreuses interventions militaires, l'autre terre d'élection des drones est Israël qui a exporté nombre de ses modèles de drones à travers divers partenariats. L'Europe, la Russie, la Chine, comme d'autres pays émergents, se préparent à entrer de plein pied dans cette « nouvelle dimension » de la course aux armements.

Les incidences géostratégiques et géoéconomiques de la maîtrise, voire de l'hégémonie sur les technologies des drones, pourraient redessiner un équilibre des forces fragilisé par le passage d'un monde bipolaire fondé sur la dissuasion nucléaire à un monde multipolaire caractérisé par un enchevêtrement de zones d'influence. Les Etats-Unis déstabilisés par la perspective du passage de l'hyperpuissance à la puissance relative, trouvent dans les systèmes de drones un nouvel outil au service de leur hégémon, sur leurs alliés occidentaux d'une part, et d'autre part, sur le reste du monde.

Cette confiance aveugle dans la course à la technologie pourrait, à terme, être contrariée par la montée en puissance de systèmes de forces concurrents pouvant constituer à moyen ou long terme une menace sérieuse. Malgré des problèmes structurels graves, une économie reposant essentiellement sur l'exploitation des hydrocarbures, un secteur aéronautique en difficulté, la Russie conserve la maîtrise de certaines « technologies associées », indispensables à l'édification d'un système de drones permettant une projection de forces dans des zones d'intérêt périphériques.

Dans le domaine militaire, la République populaire de Chine (RPC) déploie ses efforts tous azimuts, y compris dans le domaine des drones, alors que déjà, elle est lancée dans une course effrénée à l'espace extra-atmosphérique à visées stratégiques. Le voisin indien s'en inquiète : à son tour il a annoncé renforcer sa R&D lui permettant de fabriquer ses propres drones. En conflit avec New Delhi et asservi au bon vouloir des Etats-Unis en matière de livraison d'équipements militaires, le Pakistan verrait d'un mauvais œil se creuser un déséquilibre stratégique trop profond avec l'Inde. Quant à l'Iran, il a annoncé en 2010, à grand renfort de propagande, la phase d'essais du drone de combat *Karrar*. Dans un monde multipolaire, cette « fuite en avant » technologique favorise une course aux armements conventionnels, non seulement pour s'équiper en systèmes de drones, mais aussi pour se protéger des drones adverses.

## A. LES INCIDENCES ECONOMIQUES DU SECTEUR DES DRONES

### La croissance estimée du marché

En dépit des difficultés budgétaires affectant les dépenses de défense aux Etats-Unis, des restrictions touchant l'Europe et du ralentissement de la croissance dans certains pays émergents, le marché des drones à l'échelle mondiale est évalué par les analystes à 94 milliards de dollars d'ici à 2021<sup>69</sup>.

En 2004, environ quarante-quatre Etats étaient dotés de drones, au moins soixante-seize en 2012, et, en 2013, le ministère de la défense britannique (MoD) estime que quatre-vingt pays auraient doté leurs forces armées de drones. Le MoD précise que parmi ceux-ci moins d'une douzaine détiendrait des appareils susceptibles d'être armés. Toujours selon la même source, cinquante pays développeraient pas moins de neuf cent différents drones dont une majorité de drones tactiques, y compris civils et commerciaux<sup>70</sup>.

Les chiffres sont particulièrement éloquentes aux Etats-Unis qui mènent en tête cette course aux systèmes de drones : en une décennie, le Pentagone est passé d'une cinquantaine de drones opérationnels à 7.000 unités de toutes tailles, y compris des drones de combat. Et le budget adopté par le Congrès en 2011 (année fiscale 2012) incluait 5 milliards de dollars pour la R&D et l'acquisition de systèmes de drones<sup>71</sup>. En 2013, le Pentagone avait déjà approuvé l'exportation de ces technologies à soixante-six gouvernements. De plus, les projections indiquent qu'en 2022, 62% de la R&D et 55% des dotations américaines devraient concerner ces systèmes<sup>72</sup>.

Il convient de préciser que l'acquisition de drones aux Etats-Unis ne concerne pas que les forces armées. A titre d'exemple, la CIA disposerait d'une flotte d'au moins trente drones, comptant des *Predator* et des *Reaper*. De même, le *Department of Homeland Security* déjà doté de neuf *Predator*, a réceptionné dix nouveaux exemplaires en septembre 2012<sup>73</sup>.

S'agissant des acquisitions récentes et futures (programmées) dans le monde, il convient d'en citer quelques unes, en-dehors de l'Europe :

- la Chine aurait vingt-cinq systèmes de drones différents en cours de développement ;
- en 2007, l'Inde a annoncé un plan de production de drones doté d'une enveloppe de 6 milliards de dollars sur 15 ans ;
- l'Iran aurait développé son système de drone bombardier *Karrar*, testé en 2009 et présenté le 22 août 2010 (avec une charge utile armée de 500 kg et un rayon d'action maximum de 1.000 km) ;
- l'Egypte et le Maroc ont acquis, en 2008, des *Skyeye R4E* de BAE Systems<sup>74</sup> ;
- la Corée du Sud, qui produit ses propres mini-drones, s'est équipée de *Harpy* israéliens ;

---

<sup>69</sup> Cf. Boyle, Michael J., « The costs and consequences of drone warfare », *International Affairs*, vol. 89, Issue 1, 2013, p. 22.

<sup>70</sup> Cf. Brooke-Holland, Louisa, *op. cit.*, p. 16-17.

<sup>71</sup> Cf. Southworth, Matt, Legislative Action Message (202)547-4343, Friends Committee on National Legislation, Washington, 2012 [<http://www.fcnl.org/>]

<sup>72</sup> Cf. Boyle, Michael J., *op. cit.*, p. 23.

<sup>73</sup> Cf. Southworth, Matt, *op. cit.*

<sup>74</sup> Cf. *ibid.*

- la force aérienne turque est dotée du TAI *Anka*, un drone MALE d'une autonomie de 24 heures pouvant emporter une charge utile de 200 kg, et permettant une liaison de transfert de données de 200 km (« nationalisé » sur la base de drones achetés à Israël en 2005, pour surveiller le Kurdistan irakien)<sup>75</sup>.
- l'Australie, qui cherche la plus grande « communalité » possible avec l'US Navy, s'est orientée en 2013 vers l'achat de sept *MQ-4C Triton* en version « surveillance maritime » (l'US Navy a exprimé un besoin pour 68 unités)<sup>76</sup>.

Ces premières données disparates s'inscrivent dans une tendance générale à l'acquisition des technologies des systèmes de drones, une tendance qu'il convient de présenter plus en détail à travers un état des forces en présence, tant sur le plan industriel qu'en termes de dotation.

### Un état des forces militaires et industrielles – hors Europe.

**Israël** – L'industrie aérorobotique israélienne a pris un ascendant certain dans le domaine des drones : citons parmi les principaux constructeurs, IAI Malat<sup>77</sup> (*Scout, Searcher, Harpy, Ranger, Eitan/Heron, Hunter, Bird-Eye, Skylark*), AAI avec les Etats-Unis (*RQ-2 Pioneer, RQ-7 Shadow*), Elbit Systems (*Slylark* ou *Silver Arrow, Hermes 90, Hermes 180, Hermes 450, Hermes 900, Hermes 1500*), EMIT (*Blue Horizon, Sparrow, Butterfly*), Aeronautics Defense (*Orbiter, Dominator, Aerostar*), Innocon (*Falcon, Mini Falcon, Falcon Eye, Micro Falcon*). De nombreuses sociétés israéliennes ont exporté leurs drones et/ou participé à des partenariats avec les Etats-Unis, le Royaume-Uni, la France, la Suisse, le Sri-Lanka, le Chili, la Colombie, le Mexique, Singapour, Chypre ou encore la Chine, la Turquie et la Russie.

#### Drone de reconnaissance **Searcher 2\***

Propulsion : **turbopropulsé**  
 Longueur : **5,85 m** ; Envergure : **8,54 m**  
 Masse à vide : **500 kg** ; Charge utile : **68 kg**  
 Vitesse max : **200 km/h** ; Autonomie : **18 h**  
 Altitude opérationnelle : **6.100 m**

\* Premier vol en 1998, le *Searcher 1* remontant à 1992.

Le drone de reconnaissance tactique *Heron* a été l'un des succès commerciaux à l'exportation de IAI, équipant les armées de l'Air de l'Azerbaïdjan, de l'Australie, du Canada (retrait en 2011), du Maroc, de l'Inde (50 unités), de l'Indonésie, de Singapour, de la Turquie (10 exemplaires), de la France (version EADS *Harfang*) et la Luftwaffe en Allemagne ; il a également été en dotation dans les marines en Equateur, en Inde et aux Etats-Unis, et dans les forces de police brésiliennes (15 unités) et mexicaines (3 exemplaires).

<sup>75</sup> Cf. notamment, *ibid.*, p. 8.

<sup>76</sup> Cf. « Le Triton teste sa voilure », *Air&Cosmos*, n° 2381, 8 novembre 2013, p. 6.

<sup>77</sup> Division Malat d'*Israeli Aircraft Industries*.

### Drone de reconnaissance **Heron\***

Propulsion : **turbopropulsé**  
Longueur : **8,5 m** ; Envergure : **16,60 m**  
Masse max : **1.150 kg** ; Charge utile : **250 kg**  
Vitesse max : **207 km/h** ; Rayon d'action : **350 km**  
Autonomie max : **52 h\*\*** ; Altitude opérationnelle : **10.000 m**

\* Premier vol en 1994. \*\* Record réalisé sans charge utile.

Dans le domaine des micro-DVT, l'Israélien IAI a développé un concept original à deux rotors en tandem, le *Ghost*, de 4 kg dont 500 gr de capteurs, ressemblant à un mini hélicoptère *Chinook*. Le système transportable dans un sac à dos, peut décoller et atterrir en mode automatique. Equipé de moteurs électriques, il est silencieux, stable et manoeuvrant, avec une endurance de 30 minutes<sup>78</sup>. Le même IAI s'est lancé dans la conversion de l'hélicoptère *Chetak* (version indienne de l'*Alouette III*) en drone naval appelé NRUAV (*Naval Rotary UAV* ou drone naval à voilure tournante), en coopération avec l'Indien HAL. Son endurance serait de 5 heures avec un radar à 360° et un pod optronique/infrarouge afin, par exemple, d'identifier des embarcations en mer ou de servir de relais de communication<sup>79</sup>.

Toujours au titre des coopérations, IAI a participé à la mise au point du *ADS-95 Ranger* avec la société suisse RUIG Aviation pour la surveillance des frontières du Tessin, et avec EADS sur le drone tactique de reconnaissance à voilure fixe *Harfang* utilisé par la France, tandis que Elbit Systems est partie prenante avec Thales dans le programme britannique *Watchkeeper* (programme anglo-français depuis juillet 2012). Les entreprises israéliennes seront encore et souvent citées dans les prochains développements tant elles ont participé à l'éclosion puis à la dissémination des technologies des systèmes de drones.

Le mini-drone armé *Harpy* d'IAI avec sa charge explosive de 32 kg a déjà été évoqué au titre desUCAV, bien que sa nature « kamikaze » ne réponde pas strictement à la définition des drones. Considérant qu'il ne comportait aucun équipement d'origine américaine, le *Harpy* a été exporté au Chili, en Corée du Sud, en Turquie, en Inde et même en Chine. En 2005, Israël dut refuser de moderniser les *Harpy* livrés à la Chine en 1994 de manière à réintégrer le programme de coopération du *Joint Strike Fighter*.

### Mini-drone de combat **Harpy**

Propulsion : **turbopropulsé**  
Longueur : **2,7 m** ; Envergure : **2,1 m**  
Vitesse max : **185 km/h** ; Charge utile : **32 kg**  
Rayon d'action : **500 km**

<sup>78</sup> Cf. Musquère, Anne, « Le 'mini-Chinook' d'IAI dévoilé », *Air&Cosmos*, n° 2279, 16 septembre 2011, p. 53.

<sup>79</sup> Cf. Musquère, Anne, « Drone hélicoptère israélo-indien », *Air&Cosmos*, n° 2130, 20 juin 2008, p. 19.

Le *Harop* armé d'IAI est un dérivé du *Harpy* (il est encore appelé *Harpy 2*). C'est un « drone kamikaze », un peu plus grand que son prédécesseur (longueur 2,5 m, envergure 3 m) et plus performant (rayon d'action 1.000 km, autonomie 6 heures), qui se jette sur sa cible avec 23 kg de munitions. A l'instar du *Harpy* armé, le *Harop* n'étant pas réutilisable, il contrevient à la stricte définition des drones.

La Turquie a été le premier client étranger à s'intéresser au futur *Harop* en 2005, tandis que la même année il échouait à convaincre le MoD britannique sous le nom de *White Hawk* (IAI-MBDA). Les négociations engagées par l'Inde en 2007 sur l'achat de 10 systèmes *Harop* aboutirent finalement en 2009 pour un montant de 100 millions de dollars.

La société israélienne Rafael a développé un micro-drone appelé *SkyLite* (6 kg, longueur 110 cm, envergure 150 cm) qui peut être tiré à partir d'un tube proche d'un lance-missile antichar et ressemble aux *SilentEyes* de Raytheon. En 2008, le *SkyLite* avait atteint l'altitude de 11.000 mètres. L'IAI Malat a également développé des micro-drones : le *BirdEye-500* de 5 kg, le *BirdEye-100* de 500 gr.

A l'heure actuelle, la flotte de l'IAF (*Israeli Defense Force*) serait constituée de vingt drones tactiques *Hermes 450*, de huit drones MALE *Heron* et au moins un *Heron-TP* et de plusieurs drones MALE *Hermes 900*. Tous les systèmes tactiques et MALE pourraient être potentiellement armés. En outre, les fantassins de Tsahal sont également dotés des mini-drones précités *Skylark* et *Skylite B*<sup>80</sup>.

**Etats-Unis d'Amérique** – Le rouleau compresseur de l'industrie américaine affiche clairement son ambition de dominer le marché, techniquement et économiquement. Les chiffres précités des programmes de recherche et d'acquisitions du DoD suffisent à illustrer cette volonté qui bénéficie largement au secteur privé : aux Etats-Unis où les drones sont désignés par la lettre Q depuis 1962, AAI (*RQ-2 Pioneer*, *RQ-7 Shadow*, *Aerosonde*), AeroVironment (*Puma*, *RQ-11 Raven*, *RQ-14 Dragon Eye*, *Wasp III*), Boeing (*YQM-94A Compass Cope B* (1973), *X-50* (2003), *Scan Eagle* (2004), *Phantom Eye* (2011)), Honeywell (*RQ-16 T-Hawk* (2006)), Lockheed Martin (*MQM-105 Aquila* (1980s), *RQ-170 Sentinel* (2009), *X-56*), Northrop Grumman depuis les années 1950 (*AQM-35*, *MQM-74A Chukar* (1964), *X-47B* (2013)), Vanguard Defense Industries (*ShadowHawk* (2010)), MTC Technologies (*Q-17 SpyHawk*), Teledyne Ryan (*BQM-145* (1992), *Scarab*), pour ne citer que quelques constructeurs, ont bénéficié de la richesse de l'expérience accumulée notamment par Ryan dans les années 1950-1960 (*AQM-34* et *BQM-34 Firebee* (1951), *Ryan Q-2*, *Ryan KDA*), North American dans les années 1950 (*MQM-42 Redhead-Roadrunner*), Beechcraft dans les années 1960 (*MQM-61 Cardinal*, *AQM-37 Jayhawk*)<sup>81</sup>, Fairchild (*SM-73 Bull Goose*, *AN-USD-5*), ou encore par Globe Aircraft Corporation dans les années 1940-1950 (*KD2G Firefly*, *KDG Snipe*, *KD4G Quail*, *KD5G*) et autres *Radioplane* de Reginald Denny dans les années 1930-1940 (*TDD-1*, *RP-1* à *RP-5*, *MQM-57 Falconer*). Les constructeurs sont innombrables (Aurora Flight Sciences, Insitu Pacific, etc.), et Bell comme Sikorsky sont lancés dans la course aux DVT et convertibles.

Il n'est pas étonnant que les constructeurs américains participent aussi à la « coopération internationale », non seulement avec Israël (partenaire privilégié eu égard à son degré d'excellence) mais aussi, par exemple, sur le programme *Euro Hawk* (Northrop Grumman/EADS) finalement abandonné suite au retrait unilatéral de l'Allemagne.

<sup>80</sup> Cf. Gros, Philippe, *op. cit.*, p. 4-5.

<sup>81</sup> En 1994, Raytheon a fusionné Beechcraft avec BAE dans la ligne des produits *Hawker*.

Aujourd'hui les militaires américains comptent la plus grande flotte de drones militaires opérationnels. Début 2013, les forces militaires des Etats-Unis étaient dotées de plus de 7.000 drones dont les 161 *MQ-1A* et *MQ-1B Predator* et les 54 *MQ-9 Reaper* précités de l'US Air Force. Cette même année (2013) l'US Air Force a commandé 24 drones de surveillance et de combat *MQ-9 Reaper* entièrement équipés pour un contrat de 378 millions de dollars dont la livraison devrait s'étaler jusqu'à l'été 2016<sup>82</sup>. Et dès 2011, le drone HALE stratégique *RQ-4 Global Hawk* de Northrop Grumman passait au standard Block 30 composé d'un capteur optronique jour/nuit à haute résolution et d'un radar SAR, qui fut déployé sur le théâtre d'opérations libyen avant le début des frappes de l'opération Harmattan (19 mars 2011), à partir de la base sicilienne de Sigonella. Cette nouvelle capacité permit de détecter des cibles mobiles au sol et de les identifier. Puis, le Block 30 a été utilisé depuis la base d'Andersen AFB à Guam, dans un environnement irradié suite au tsunami de Tohoku qui endommagea plusieurs centrales nucléaires japonaises (opération Tomodachi). En conséquence de la réception programmée de 31 unités Block 30 et en attendant le *Global Hawk* Block 40 (radar MP-Rtip à balayage électronique actif, capteur multirôle air-air/air-sol à très haute résolution), l'US Air Force a retiré du service, début 2011, l'intégralité de sa flotte initiale en Block 10, dont quatre appareils ont été confiés à la NASA et trois unités à la Navy<sup>83</sup>.

Pour sa part, l'US Army déjà pourvue de près de 4.000 drones tactiques portables *RQ-11 Raven* d'AeroVironment en avait commandé 1.000 exemplaires supplémentaires dès 2011 – ces derniers intègrent une liaison de données numérique (DDL). En outre, AeroVironment a remporté en mars 2012 un contrat portant sur la livraison de 325 systèmes *Puma AE RQ-20A* lancés à la main, au rayon d'action de 15 km et déjà en dotation auprès du SOCOM (Commandement des opérations spéciales)<sup>84</sup>. Dans la catégorie supérieure, le *RQ-7 Shadow* d'AAI en dotation dans l'Army depuis 1999, a connu une phase d'amélioration en 2004 (*RQ-7B*) alors que le corps des Marines souhaitait pouvoir disposer d'une version armée<sup>85</sup>.

Le mini-drone de reconnaissance *Desert Hawk* de Lockheed Martin, catapulté avec une corde à élastique, faisait partie du programme *Force Protection Airborne Surveillance System* (FPASS) de l'US Air Force. Equipé de trois caméras miniaturisées et d'un moteur électrique silencieux, il est entré en service opérationnel à partir de 2003 aux Etats-Unis et au Royaume-Uni (longueur 0,86 m, envergure 1,32 m, masse 3,2 kg, autonomie 1 heure). Depuis, l'US Air Force a remplacé ce système de drones par des *RQ-11B Raven*, tandis que les forces terrestres ont été dotées de *Desert Hawk III*.

Le *U.S. Naval Research Laboratory* (NRL) avait aussi conçu un drone portable de 2,25 kg et 1,14 mètre d'envergure, le *RQ-14 Dragon Eye*, très ressemblant au *RQ-11 Raven B*. La production du *Dragon Eye* ayant été confiée à AeroVironment en 2003, après plus de 1.000 exemplaires livrés au corps des Marines, le contrat a été soldé par la livraison de *Raven B*. Face à un besoin urgent des troupes en théâtre d'opérations, 36 mini-drones *Maveric* à voilure fixe de Piora Robotics devaient être livrés à l'US Army en décembre 2013 (« drone du capitaine », il affiche une heure d'autonomie)<sup>86</sup>.

---

<sup>82</sup> Cf. « L'US Air Force commande du Reaper pour 378 M\$ », *Air&Cosmos*, n° 2381, 8 novembre 2013, p. 10.

<sup>83</sup> Cf. Steuer, Guillaume, « Le Global Hawk au combat », *Air&Cosmos*, n° 2277, 2 septembre 2011, p. 36.

<sup>84</sup> Cf. Foucault, Charles, « L'US Army optimise ses systèmes sans pilote », *Air&Cosmos*, n° 2311, 4 mai 2012, p. 30.

<sup>85</sup> Cf. *ibid.*, p. 30.

<sup>86</sup> Cf. « Microdrones Maveric pour l'US Army », *Air&Cosmos*, n° 2384, 29 novembre 2013, p. 10.

S'agissant des DVT tactiques de reconnaissance, Northrop Grumman a mis au point le drone hélicoptère *Fire Scout* (6 heures d'autonomie, rayon d'action de 200 km), et Bell a conçu un « convertible » (autonomie de 5h30, rayon d'action de 600 km, vitesse maximale 370 km/h). Le 29 août 2011, le Pentagone a signé avec Northrop Grumman le contrat de support logistique du *MQ-8B Fire Scout*<sup>87</sup>. Ce premier membre de la famille des *Fire Scout* était dérivé du *Schweizer 333*. Son successeur, le *MQ-8C* a commencé ses essais en vol le 31 octobre 2013 en Californie. Cette fois, le *MQ-8C* repose sur un hélicoptère *Bell 407* « dronisé » capable d'emporter 1,2 tonne de charge utile et devant afficher une autonomie de 12 heures et un rayon d'action de 270 km. Destiné à être embarqué sur des navires de l'US Navy pour des missions de reconnaissance et de renseignement, le *MQ-8C Fire Scout* devrait être opérationnel entre 2014 et 2016 (un premier contrat porterait sur quatorze appareils, le besoin exprimé par l'US Navy s'élevant à une trentaine d'unités)<sup>88</sup>.

Le corps des Marines a également testé le convertible *Eagle Eye* en remplacement du drone *Pioneer*<sup>89</sup>. Le convertible *Eagle Eye TR918* de Bell a effectué son premier vol d'essai au Texas en janvier 2006. Il avait été sélectionné par les gardes-côtes américains dans le cadre du programme *Deepwater*, prévoyant d'acquérir jusqu'à 69 unités du convertible de Bell. Capable de réaliser des décollages et atterrissages verticaux, ses nacelles moteurs basculent vers l'avant afin d'atteindre une vitesse de croisière de 370 km/h et de repérer des cibles mobiles jusqu'à 110 miles nautiques de distance. Il peut rester sur zone pendant environ 4 heures, emporte un radar multimode pour la recherche d'objectifs avec un balayage de 120°. Un système de dialogue entre un transpondeur sur le drone et une unité de guidage sur le navire permet de calculer les positions et mouvements relatifs des deux véhicules pour un pontage sécurisé<sup>90</sup>.

Il ne faut pas négliger les sociétés de sécurité privée qui développent leurs propres solutions de systèmes de drones. Ainsi, la célèbre Blackwater (rebaptisée Xe en février 2009) a mis au point sur fonds propres le drone *Polar 400* destiné à la surveillance de la frontière américano-mexicaine.

S'agissant des micro-drones, dans les années 1990, la DARPA s'intéresse progressivement à l'utilité des *Micro Air Vehicles* (MAV) pouvant être intégrés dans le kit de survie des pilotes afin de faciliter leur récupération (*Search and Rescue*). Puis au début des années 2000, plusieurs initiatives s'inscrivent dans le cadre des directives de la DARPA : Lockheed Sanders présente une série de prototypes sous la dénomination *MicroStar* qui s'échelonnent de la combinaison d'« homme-fusée » à un nano-drone de cinq grammes conçu comme une balise désignant ses coordonnées ; AeroVironment et l'Université de Californie (UCLA) s'intéressent au biomimétisme à travers le programme *MicroBat Ornithopter* en étudiant le vol de petits oiseaux ; Lutronix Corporation reprend les études de l'*Hummingbird* de 15 cm pour développer son *Kolibri* de 300 g avec un rotor à chaque extrémité ; *Micro Craft* met au point le micro hélicoptère *Small Lift Augmented Ducted Fan (SLADF)* d'un

---

<sup>87</sup> Cf. « Contrat de support du MQ-8B pour Northrop Grumman », *Air&Cosmos*, n° 2277, 2 septembre 2011, p. 33.

<sup>88</sup> Cf. Carpel, Gabrielle, « Premier vol du MQ-8C de l'US Navy », *Air&Cosmos*, n° 2381, 8 novembre 2013, p. 20.

<sup>89</sup> En 2004, Bell avait signé un accord pour le développement d'un *Eagle Eye* « européenisé » avec Sagem et Rheinmetall Defence Electronics en espérant que l'Allemagne et la France se montrent intéressées. Cf. Musquère, Anne, « Premier vol du drone convertible Eagle Eye », *Air&Cosmos*, n° 2016, 3 février 2006, p. 22.

<sup>90</sup> Cf. *ibid.*, p. 22.

diamètre de 15 cm pour un poids de 1,8 kg dont les essais eurent lieu en 2000 ; finalement, AeroVironment adopte le formule de micro-drone électrique avec une petite hélice située sur le nez de son *Black Widow* télécommandé. Aucun de ces programmes ne donnant pleinement satisfaction, la DARPA dut augmenter les dimensions requises : AeroVironment prolonge alors le *Black Widow* par le démonstrateur *Wasp* (une aile rectangulaire à propulsion électrique d'une envergure de 33 cm pour un poids de 210 g), et en 2003, inaugure les essais du *Hornet* proche du précédent mais avec 38 cm d'envergure et surtout un système de propulsion (mélange oxygène-hydrogène) qui augmente son autonomie et ses capacités de pilotage automatique. Enfin, le micro-drone aéroporté *SilentEyes* de Raytheon (46 cm de long pour un diamètre de 7 cm) que sa voilure centrale permet de faire planer pendant près de 30 minutes en fonction de l'altitude de largage (une version équipée d'un moteur a été envisagée avant que le programme ne soit annulé).

Une autre formule consiste à projeter des micro-drones « à coups de canon » : le *Wide Area Surveillance Projectile (WASP)* – sans aucun lien avec le système précité d'AeroVironment – conçu par le Massachusetts Institute of technology (MIT), est dimensionné pour être tiré par un canon de 127 millimètres, les ailes se déployant pendant le vol de 15 minutes maximum pour atteindre une envergure de 95 cm. Deux exemplaires de ce *WASP* auraient été testés embarquant une petite caméra.

Toujours dans le domaine des micro-drones, Aeryon a développé le *Scout*, un quadricoptère de 1,3 kg, pouvant emporter 250 g de charge utile, avec une autonomie de 20 minutes. Conçu pour résister à un vent de 50 km/h, il est également proposé en version civile. Sur la base du *Scout*, le même constructeur a mis au point le *SkyRanger* aux performances accrues : une masse de 2,5 kg, liaison vidéo de 5 km, autonomie de 50 minutes, une vitesse max. de 65 km/h, une résistance jusqu'à 90 km/h de vent.

En septembre 2011, l'US Army a signé un contrat avec AeroVironment pour la fourniture de micro-drones *Switchblade* de 2,5 kg pouvant être transportés dans le packaging du fantassin et lancés avec un tube de 60 cm de long. Equipé d'une caméra, d'un moteur électrique, d'un GPS de navigation et d'une charge explosive, le *Switchblade* peut atteindre la vitesse de 80 km/h et voler pendant 40 minutes. Entré en service opérationnel en juin 2012, l'US Army utiliserait plusieurs versions d'un rayon d'action s'étalant de 5 à 40 kilomètres. L'US Army et l'Air Force sont encore dotées de micro-drones *Skate* d'Aurora Flight Sciences conçus pour des conditions climatiques difficiles, réceptionnés en mars 2013 et déployés en Afghanistan.

**Fédération de Russie** – L'Union soviétique avait développé des drones cibles et des drones de reconnaissance, dont le *Tu-143* dérivé du modèle 141 de Tupolev, qui fut fabriqué à partir des années 1970 et jusqu'en 1989. Drone de reconnaissance tactique de courte portée, transporté sur camion dans un « tube missile » inclinable équipé d'un rail de catapultage, le *Tu-143* a été utilisé par les Soviétiques en Afghanistan. Il a été exporté en Corée du Nord, en Ukraine, en Tchécoslovaquie (où il prend le nom de *VR3*), en Bulgarie, en Roumanie, en Syrie (utilisé en Israël et au Liban en 1982) et en Irak. S'il a connu des variantes (*Tu-243* et *Tu-300*), le *Tu-143* était encore utilisé comme engin cible par la Russie en 2011. Sans détailler toutes les caractéristiques des drones de l'Armée rouge, celle-ci a encore été dotée de *MBVK-137*, de *Poustelga*, de *Pchela*, d'*Albatros*, et même de *CL-289* de Canadair.

Aussi faut-il rappeler que la navette spatiale *Bourane* (« Tempête de neige ») a effectué son seul vol orbital, de manière entièrement automatisé (sans pilote ni équipage), le

15 novembre 1988. Officiellement, la génération *Bourane 2* devait être livrée à partir de 1991 et le premier vol habité avoir lieu un an plus tard. Ce programme aussi ambitieux que dispendieux – deux véhicules avait été construits pour un seul vol – a été enterré à la chute de l'Union soviétique<sup>91</sup>.

Drone de reconnaissance **Tu-143**

Propulsion : **turbojet**

Longueur : **8,06 m** ; Envergure : **2,24 m**

Masse au décollage : **1 ; 230 kg** ; Vitesse max : **950 km/h**

Rayon d'action : **200 km** ; Altitude opérationnelle : **5.000 m**

Mais la Russie a ensuite accumulé les retards : les constructeurs ayant survécu au délabrement des conglomérats industriels aéronautiques et de défense, tels que Tupolev, Sukhoï ou Yakovlev, se sont engagés dans la conception de plusieurs catégories de drones plus ou moins aboutis et performants. Le drone tactique à longue portée *Luch* de Vega Corporation (bureau d'études Luch) du système *Prokhodchik* destiné à des missions de reconnaissance dans un rayon de 250 km et de désignation de cibles aux missiles *Iskander*. Celui-ci doit être équipé d'une tourelle optronique *Son-730* avec des caméras jour-nuit, un radar d'observation latérale et un système de recueil électronique. Avec une endurance estimée à 18 heures, peut-être étendue à 30 heures, il pourrait emporter des armes légères et serait motorisé par un Rotax 914UL à pistons. Dans la catégorie des drones tactiques à moyenne portée, plus légers, Vega a également présenté le *Tipchak* de 70 kg pour un rayon d'action de 70 km, et le *Topchak-M* de 90 kg pour un rayon d'action de 120 km<sup>92</sup>. Dans la catégorie des drones tactiques portables, Vega propose encore le *Lastochka* de 3 kg au décollage avec un rayon d'action de 20 km, et le *Drozd* de 10 kg pour une portée de 40 km<sup>93</sup>.

Drone tactique **Prokhodchik** (démonstrateur Luch)

Propulsion : **turbopropulsé**

Envergure : **8,7 m** ; Longueur : **5,85 m**

Masse au décollage : **660 kg** ; Charge utile : **150 kg**

Rayon d'action : **250 km\*** ; Endurance max : **18 heures**

Vitesse de croisière : **160 km/h** ; Vitesse max : **270 km/h**

Altitude max. : **7.000 m**

\* Limité par les capacités de transmission.

<sup>91</sup> Deux navettes de la version 1.0 ont été assemblées, *Bourane* (1.01) et *Ptichka* (1.02), et stationnées sur le Cosmodrome de Baïkonour. La navette *Bourane* a été détruite suite à l'effondrement, le 12 mai 2002, du toit du hangar dans lequel elle se trouvait arrimée à un lanceur lourd *Energia* (l'incident a provoqué huit décès parmi les ouvriers du site). A propos de la navette *Bourane*, cf. La Cotardière, Philippe (de), « Au-delà de l'atmosphère » in *Petite histoire de la conquête de l'air et de l'espace*, Reynaud, Marie-Hélène, Facon, Patrick, et La Cotardière, Philippe (de), Références Larousse, Paris, Editions Larousse, 1990, p. 241.

<sup>92</sup> Cf. Butowski, Piotr, « La Russie expose ses drones », *Air&Cosmos*, n° 2279, 16 septembre 2011, p. 52.

<sup>93</sup> Cf. *ibid.*

Le 14 juin 2012, le président Vladimir Poutine a exprimé sa volonté de voir la Russie rattraper son retard dans le domaine des drones, intention suivie peu après par l'allocation d'une enveloppe de près de 10 milliards d'euros (400 milliards de roubles) à cette fin. Dès 2009, Moscou a passé commande de systèmes de drones israéliens : dix systèmes de mini-drones *Bird-Eye 400*, huit *I-View Mk150* et deux *Searcher 2* livrés en 2010. Ce rapprochement entre la division Malat de l'Israélien IAI avec le conglomérat Oboronprom a été renforcé en mars 2013 par un accord portant sur la construction d'une usine d'assemblage de *Bird-Eye* (rebaptisé *Zastava* – « poste »), et de *Searcher* (devenant le *Forpost* précité – « avant-poste ») pour un contrat de 400 millions de dollars. L'assemblage relève de l'UWCA (*Ural Works of Civil Aviation*) et les *Forpost* seront équipés de moteurs australiens *Jabiru 2200*<sup>94</sup>.

#### Drone tactique **Forpost**

Propulsion : **turbopropulsé**

Envergure : **8,55 m** ; Longueur : **5,85 m**

Masse au décollage : **454 kg** ; Charge utile : **100 kg**

Rayon d'action : **250 km\*** ; Endurance max : **17,5 heures**

Vitesse de croisière **148 km/h** ; Vitesse max : **204 km/h**

Altitude max. : **5.797 m**

\* Limité par les capacités de transmission.

Tenant à diversifier ses sources d'approvisionnement, Moscou s'est également déclaré intéressé par l'acquisition de deux drones *United 40* (Block 5) de Adcom Systems – ce serait les premières ventes, tant en interne qu'à l'export, de ce drone fabriqué aux Emirats arabes unis et disposant de quatre points d'attache pour des missiles air-sol.

Concernant les drones lourds, MALE et HALE, en versions ISR ouUCAV, le programme d'armement GPV-202 appelait de ses vœux la construction de trois systèmes : des drones de reconnaissance de moyenne portée et de longue portée, ainsi qu'un drone de combat. C'est ici le domaine des avionneurs Sukhoï, RSK MiG, Tupolev, Yakovlev et Myasichtchev, qui demeurent d'une grande discrétion sur les programmes les plus avancés. En 2003, Sukhoï a présenté une maquette du *Sonde-3*, proche du *Predator B*, alors que les *Sonde-1* et *Sonde-2* seraient plus proches du *Global Hawk*, et travaillerait sur des drones de combat de 10 à 20 tonnes. Puis en 2006, c'est au tour de Yakovlev de dévoiler la famille des *Proryv*, drones de reconnaissance et de combat de 10 tonnes environ. L'année suivante, MiG répliquait avec une maquette du *Skat* ou « Diamant volant », un démonstrateur aux lignes furtives. Enfin, Tupolev aurait entrepris la conception d'un système de drones de moyenne portée, tandis que Myasichtchev préparerait un drone de reconnaissance à haute altitude basé sur son avion *M-17RM*<sup>95</sup>. Autre annonce, celle de l'arrivée prochaine d'un drone de combat lourd (*Dozor-600*) en cours de développement chez Tranzas.

<sup>94</sup> Cf. notamment, Butowski, Piotr, « La Russie expose ses drones », *Air&Cosmos*, n° 2279, 16 septembre 2011, p. 52-53.

<sup>95</sup> Cf. Butowski, Piotr, « La Russie expose ses drones », *Air&Cosmos*, n° 2279, 16 septembre 2011, p. 53.

En attendant que les démonstrateurs aboutissent à une production en série, la Russie se console par la mise en service opérationnelle de mini-drones de conception autochtone : les drones ailerons *3SV* d'ENIX (Kazan) qui devraient être livrés aux troupes terrestres (17 systèmes avec 34 drones au rayon d'action de 25 km) avant la fin 2014 ; les *Orlan-10* à voilure fixe, au fuselage démontable (autonomie 18 heures, vitesse max 170 km/h, rayon d'action 600 km, altitude max 5.000 mètres) dont une centaine d'unités aurait été commandée par l'armée ; le *ZALA 421-02* à voilure tournante d'A-Level Aerosystems (Izhevsk), conçu pour la reconnaissance terrestre et maritime, la liaison par faisceau hertzien et la désignation d'objectifs (rayon d'action 50 km, autonomie 6 heures, altitude max 4.000 mètres) ; le *ZALA 421-08* (poids 1,7 kg, envergure 80 cm, rayon d'action 15 km, autonomie en vol 90 minutes, propulsion électrique, caméra couleur ou infrarouge, déjà utilisé par les services de sécurité intérieure pour l'arrestation de terroristes et d'opposants) ; le *ZALA 421-12* (poids 4 kg, charge utile 1 kg, envergure 1,6 m, autonomie 1 heure, rayon d'action 40 km, propulsion électrique, décollage et atterrissage automatiques, caméra vidéo ou infrarouge).

**Ukraine** – En Ukraine, un seul industriel fournit les forces armées nationales, le SIS (*Scientific Industrial Systems*) de Kharkov. Si les données relatives aux performances réelles des drones tactiques à voilure fixe conçus et livrés par le SIS à l'armée ukrainienne demeurent difficiles à vérifier, les modèles s'étagent du *A-3 Remez* de 10 kg à l'*A-10 Phoenix* de 750 kg qui semblent utiliser tous les mêmes capteurs et équipements de transmission<sup>96</sup>.

**Biélorussie** – La Biélorussie a dévoilé un drone tactique *Grif-1* en 2011, pesant 1.000 kg pour une charge utile de 30 kg, une endurance de 8 heures, et qui devait être produit en série à 25 unités. En outre, le bureau d'études Indela de Minsk aurait développé un DVT de 120 kg pour une endurance de 5 heures, ainsi qu'un autre drone hélicoptère de 200 kg, destinés, selon les déclarations officielles, au secteur de l'agriculture et non à la surveillance policière<sup>97</sup>.

**République populaire de Chine** – La Chine avait récupéré un *Firebee* qui s'était écrasé pendant les années 1960 comme elle a bénéficié des drones cibles Lavochkin reçus de l'Union soviétique. Dès lors, le développement des drones autochtones a commencé dans la seconde moitié des années 1960 puis s'est accéléré autour des années 1980 avec trois types de modèles : le *ChangKong-1* (CK-1), le *Wuzhen-5* (WZ-5) de photographie aérienne à haute altitude, et le mini-drone *D-4*.

En 1976, le *Nanjing Institute of Aeronautics* présente le CK-1, un drone à turbo réacteur développé à partir de l'engin cible *Lavochkiv 17* soviétique, lancé depuis un rail à catapulte (la version modernisée *CK-2* n'arrivera qu'en 1995). En parallèle, l'Institut aéronautique de Pékin (à présent « aéronautique et aérospatial » ou BUAA suivant l'acronyme anglais) développait le *Wuzhen-5* (WZ-5) inspiré des *AQM-34N Firebee* américains. Le *WZ-5* effectue son premier vol en 1981 et il faudra attendre une version modernisée, le *WZ-5A* prête en 1999. En Chine, les constructeurs appartiennent tous à l'Etat et sont souvent rattachés à des laboratoires de recherche universitaires : à cet égard citons encore la China Aerospace Science and Technology Corporation (CASC), la *Hebei Electric Power Reconnaissance Design Academy* ou le *Shaanxi Engine Design Institute*.

Par ailleurs, le Japon et Israël sont soupçonnés d'avoir vendu certains composants ou équipements en contravention des restrictions à l'exportation visant la RPC. Ainsi, IAI Malat

<sup>96</sup> Cf. Springer, Paul J., *Military Robots and Drones*, ABC-CLIO, LLC., Santa Barbara, 2013, p. 79.

<sup>97</sup> Cf. « Présentation de drones biélorusses », *Air&Cosmos*, n° 2279, 16 septembre 2011, p. 53.

a vendu des systèmes *Harpy* en 1994 et *Sparrow* en 2006. Et toujours en 2006, *Yamaha Motors* a fourni des *R-MAX* (le DVT utilisé par les Japonais en Irak) à la *Beijing Technology Company*.

#### Drone **Wuzhen-5**.

Propulsion : **turboréacteur**  
Envergure : **9,76 m** ; Longueur : **8,97 m**  
Masse à vide : **1.060 kg** ; Masse max : **1.700 kg**  
Vitesse max : **800 km/h** ; Altitude max. : **17.500 m**  
Endurance : **3 heures**

Dans le domaine des drones de reconnaissance légers de courte portée, c'est la *Xian ASN Technology Group Company* (dépendant de la *Northwest Polytechnic University*) qui a lancé la série des drones *ASN* : tout d'abord le *ASN-206*, présenté en 1994 et dont la production a commencé en 1996. Il s'agit d'un appareil catapulté sur rail de 6 mètres d'envergure, d'une longueur de 3,8 mètres, avec une masse au décollage de 222 kg dont 50 kg de charge utile, une vitesse maximale de 210 km/h, un rayon d'action de 150 km, une autonomie de 4 à 8 heures, volant à une altitude de 5.000 à 6.000 mètres. Les missions de reconnaissance de l'*ASN-206* englobent la surveillance du théâtre d'opérations, l'identification de cibles, la précision et la correction des tirs d'artillerie et la constatation des dommages. La version *ASN-207* aurait augmenté son rayon d'action jusqu'à 600 km, alors que la version baptisée *ASN-209* (appelée *Silver Eagle* dans la Marine chinoise) demeurerait limitée à 200 km de rayon d'action mais avec une autonomie de vol accrue à 10 heures. Le groupe *ASN* serait le plus important de la Chine continentale avec une production de plus de 1.500 unités livrées avant 2010 et une quarantaine de modèles – expérimentaux ou opérationnels. Il compterait pour près de 90% du marché chinois des drones militaires et a obtenu la certification ISO9001 en 2000. Enfin, dans le domaine des micro-drones du fantassin lancés à la main, le constructeur a conçu l'*ASN-15* de 6,5 kg pour une autonomie d'une heure.

Le *BZK-006* ou *WZ-6* développé à partir au cours des années 1990 par la *NorthWest Polytechnic University* sur la base de l'*ASN-206/207*, est un mini-drone de reconnaissance d'une longueur de 4,3 mètres, lancé par catapulte mécanique, dont l'autonomie atteindrait 12 heures . Il a été fièrement exhibé lors du défilé militaire des 60 ans de la RPC, en 2009.

S'agissant des drones MALE, le drone de surveillance maritime *WJ-600* à réacteur (3 à 5 heures d'autonomie) serait entré en service en 2005, et le drone de reconnaissance *BZK-005* (40 heures d'autonomie) serait en service au sein de l'Armée populaire depuis 2009. Ce dernier, révélé officiellement en 2006 au Salon international de Zhuhai, a été développé au début des années 2000 par le BUAA et Harbin Aviation Industrial Group (HAIG). Le *BZK-005* ressemble au *Heron* avec une masse de 1.250 kg et une charge utile de 150 kg, une endurance de 40 heures, une altitude opérationnelle de 8.000 mètres et une vitesse de croisière de 150 à 180 km/h. Ce serait un *BZK-005* qui aurait été repéré et suivi par des *F-15* japonais entre Okinawa et les îles Miyakojima, alors que le drone chinois effectuait une patrouille circulaire dont la trajectoire aurait violé la zone d'identification de défense aérienne proclamée par Tokyo en mer de Chine orientale. Egalement présenté au salon de Zhuhai en 2006, le drone MALE *BZK-007*, issu de la coopération entre la BUAA et la GAIC, aurait

effectué son premier vol en août 2005 avant d'entrer en service comme drone tactique de reconnaissance dans l'armée de Terre et la Marine chinoises (longueur 7,7 m, envergure 14,6 m, masse max. 750 kg, charge utile 70 kg, vitesse max. 240 km/h).

La montée en puissance de la Chine dans le secteur des drones répond à la fois à l'établissement, d'ici à 2015, de onze systèmes de drones tout au long de ses côtes, et à une logique volontariste visant à concurrencer une large gamme de drones américains :

- le *Yilong* (« Ptérodactyle ») d'Aviation Industry Corporation (AIC) et Chengdu Aircraft Corporation (CAC), un drone turbopropulsé proposé comme version « low cost » des *MQ-1 Predator A/B* et du *MQ-9 Reaper* américains (devrait avoisiner 1 million de dollars sur catalogue) ;
- le *Soar Dragon* ou *Soar Eagle* de Guizhou Aircraft Industry Corporation (GAIC) révélé au public en 2006, serait une réponse au drone HALE *Global Hawk* de Northrop Grumman. Le *Soar Dragon* est conçu comme un drone polyvalent de reconnaissance et d'attaque aéromaritime (air-mer) (envergure 24,86 m, longueur 14,33 m, masse au décollage 7.500 kg, charge utile 650 kg, rayon d'action 7.000 km (2.000 km en mission de combat), altitude opérationnelle 18.000 m, autonomie de 10 heures) ;
- le précédent drone polyvalent ne doit pas être confondu avec le *Xianglong* de Chengdu, appelé *Soaring Dragon* dont le concept a également été présenté en 2006. La confusion tient à ce qu'il s'agit aussi d'un drone HALE à réacteur proche du HALE de Guizhou mais qui est officiellement conçu pour des missions ISR ;
- la GAIC avait commencé, dès 1999, le développement du *Wuzhen-2000* (WZ-2000 dérivé du WZ-9), un démonstrateur de drone MALE polyvalent monoréacteur à aile delta pouvant emporter deux missiles air-sol (*KD2*) et deux bombes à guidage laser (*ZDI*). Les essais en vol ont débuté en décembre 2003. Puis, Guizhou Aviation a présenté une version améliorée, le biréacteur à aile delta en tandem *Wuzhen-2000B* (WZ-2000B ou *BZK-009*) qui aurait été testé à partir de 2005 et serait entrée en service en 2007 auprès du chef d'état-major de l'Armée populaire pour des missions de reconnaissance stratégiques – le CAC développerait une version proche (*Sky Wing*) dont le prototype aurait débuté ses essais en 2008 ;
- le concept de drone de combat furtif *Anjian* (*Dark Sword*) est présenté au *Zhuhai Airshow Shenyang* en 2006, puis au Salon du Bourget en 2007, comme un concept de drone de combat furtif supersonique développé par la Shenyang Aircraft Corporation (SAC) sous les auspices de la China Aviation Industry Corporation (CAIC) ;
- en 2008, c'est au tour du *Warrior Eagle*, un drone polyvalent de reconnaissance et d'attaque, d'être présenté au *Zhuhai Airshow Shenyang*, tandis que Xian Aircraft Company annonçait chercher à développer également un drone de combat ;
- en 2010, la China Aerospace Science and Industry Corporation (CASIC) a présenté en un drone à turboréacteur de surveillance maritime et de combat, le *WJ-600*, annonçant une probable mise en service en 2014.

**Drone Wuzhen (WZ-2000).**

Propulsion : **turboréacteur**

Envergure : **9,8 m** ; Longueur : **7,5 m**

Masse max. au décollage : **1.700 kg** ; Charge utile : **80 kg**

Vitesse de croisière : **800 km/h** ; Rayon d'action max : **2.400 km**

Rayon d'action au combat : **800 km**

Altitude : **17.900 m** ; Endurance : **3 heures**

Déjà évoqué à propos des UCAV, le *Li Jian* (« Épée chinoise ») présenté au salon de Zhuhai n'est pas sans rappeler le *X-47C* américain ou le *Neuron* européen. Il serait le fruit du bureau d'études de Shenyang Aircraft Corporation (SAC) avec Hongdu Aviation<sup>98</sup>.

**République de Chine** – Sur l'autre rive du détroit, le CSIST (*Chung-Shan Institute of Science & Technology*) de la petite République de Chine a présenté deux projets de drones : d'une part, le Cardinal, une réplique du *RQ-11 Raven* américain, et d'autre part, le *Chung Shyang*, un drone tactique comparable au *Hermes 450* israélien bientôt opérationnel dans l'armée de Terre taiwanaise. Par ailleurs, une maquette proche du *MQ-9 Reaper* a également été présentée dès 2011, ainsi que celle, plus hypothétique, d'un drone de combat à l'aérodynamique semblable à celle du *Neuron* avec toutefois un empennage en papillon<sup>99</sup>. Un autre constructeur, Aeroland, produit des drones cibles (*AL-20*, *AL-150*) pour les forces armées taiwanaises.

**Corée du Nord** – Avec toutes les précautions qui s'imposent à l'égard des informations concernant la réalité de ses équipements et de ses forces, le régime de Pyongyang devrait son expérience en matière de drones à l'acquisition de Yakovlev *Pchela* (1995) et antérieurement du drone de reconnaissance tactique à réacteur *DR63/M-141* de Tupolev.

**Corée du Sud** – C'est à partir de 1990 que Korean Aerospace Industries (KAI) lance le programme *Pijo* (oiseau volant) de drone léger de reconnaissance, dont le premier vol a lieu trois ans plus tard. Il est rebaptisé *Night Intruder (NI-100)*. Depuis, ce modèle a évolué avec la présentation en 2001 du *Night Intruder 300*, encore appelé *KRQ-101*, pouvant emporter 45 kg de charge utile pour un rayon d'action de 200 km – en dotation dans l'armée de Terre coréenne (le *NI-300*, en-dehors du renseignement, est équipé de capteurs de désignation de cibles). Le KAI est encore en charge du *KUS-11* attendu en 2015 et du *NI-11N*, nouvelle version du *Night Intruder*.

En août 2007, *Korean AirLines Aerospace Division* avait procédé à des essais en vol du prototype de drone de reconnaissance *KUS-7* préfigurant le drone MALE *KUS-9* destiné à l'armée de Terre et à la surveillance des frontières.

Cependant, la colonne vertébrale des capacités militaires est constituée par l'importation de drones, en particulier israéliens, à commencer par les *Harpy* intégrés à partir de 2003. La Marine coréenne, elle, a testé des *S-100* de Schiebel, de type *Camcopter*. Concernant la composante HALE des forces armées coréennes, Séoul a renoncé, en 2011, à acquérir quatre *Global Hawk* à cause de l'envolée des coûts du système.

Plusieurs entreprises se sont attaqués avec succès au segment des micro-drones et des drones dits « *Smart* », parmi lesquelles Microairrobot, Ucon Systems ou le KAI.

**Japon** – En lien avec des partenaires américains, Fuji Heavy Industries a « nationalisé » des drones cibles encore en service (*J-AQM-1* et *BQM-34AJ*) et développé le DVT FFOS (*Fuji Forward Flying Observation System*) en dotation dans certaines unités d'artillerie depuis 2004. De même Yamaha Motors a mis au point le *R-50* puis le *R-MAX* utilisé pour des applications civiles, notamment dans l'agriculture, puis déployé en Irak en 2005, et Kawasaki

<sup>98</sup> Cf. « Un drone de combat chinois fait son apparition », *Air&Cosmos*, n° 2359, 17 mai 2013, p. 6.

<sup>99</sup> Cf. Steuer, Guillaume, « Taiwan maintient ses ambitions face au voisin chinois », *Air&Cosmos*, n° 2276, 26 août 2011, p. 36.

fournit des drones militaires tactiques de reconnaissance (*KAQ-1*, *KAQ-5*) et la JAXA, l'administration de recherche spatiale nipponne, travaille sur un drone expérimental (*S3TD*).

Par ailleurs, Tokyo a déclaré son intérêt pour le *RQ-4 Global Hawk*, et en 2012 la défense japonaise a réceptionné deux systèmes *ScanEagle* d'Insitu Pacific pour mener des évaluations opérationnelles.

**Singapour** – L'armée de l'Air de Singapour s'était dotée de *Scout* dès 1994, remplacés ensuite par le système *Searcher* et, en 2007, d'une dizaine de *Hermes 450* d'IAI, puis, en 2012, des *Heron 1* à la place des *Searcher*. Les autorités militaires ont également acquis à partir de 2006 des mini-drones *Skylark* (Elbit) et *Bird-Eye* (IAI). La Marine singapourienne dispose à son tour d'un premier système *ScanEagle* en 2012. Enfin, Singapour s'est équipé des *Skyblade* de ST Aerospace en 2005 (*Skyblade 1*), 2006 (*Skyblade 2*), 2011 (*Skyblade 3*), et sans doute la quatrième version du modèle *Skyblade* dont le rayon d'action serait d'au moins 100 km avec une autonomie de 6 à 12 heures.

**Malaisie** – En 2001, le Composite Technology Research Malaysia (CTRM) a « dronisé » un *Eagle 150* appelé alors *Eagle ARV System*, puis a développé son drone de reconnaissance *Aludra* (SR-01, SR02) dont une version améliorée (*Aludra Mk2*) a été déployée à Bornéo à partir de 2008. Puis, CTRM et Adcom Systems (Abu-Dhabi) se sont lancés dans le développement d'un *Aludra* MALE de 500 kg pour un rayon d'action de 500 km et une autonomie de 30 heures. CTRM a encore mis au point des micro-drones (*Aludra SR-08*) et des DVT (*Intisar 100*, *Intisar 300*). Néanmoins, en avril 2012, la Malaisie a commandé en « leasing » un système *ScanEagle* à l'Américain Insitu Pacific.

**Indonésie** – Au début des années 2000, l'Indonésie s'est équipée de mini-drones *Fox AT1* de CAC Systèmes/EADS, retirés du service en 2006. A partir de 2007, l'agence nationale des technologies BPP Teknologi et PT Mandiri Mitra Muhibbah a conçu plusieurs modèles de drones cibles de tailles diverses (*Wulung*, *Pelatuk*, *Sriti*, *Alap-Alap...*), produits par PT Dirgantara Indonesia pour les forces armées et de sécurité du pays. Enfin, après plusieurs reports, Djakarta a commencé à percevoir ses premiers *Searcher 2*.

**Philippines** – A la fin des années 1990, la Filipino Company OB Mapua and Partners commence à travailler sur le développement du drone tactique *Assunta* qui effectue son premier vol en 2002, puis est affecté à la surveillance des mouvements rebelles. En 2001 déjà, les forces armées philippines avaient reçu le système de drones légers *Blue Horizon* d'EMIT et des *Sting I* et *II* du même fournisseur. Dans sa guerre contre les groupes terroristes tel Abu Sayaf, Manille recevrait l'appui de drones américains *MQ-1 Predator* et *RQ-5 Hunter*.

**Sri Lanka** – Colombo aurait utilisé des drones de reconnaissance dans sa guerre contre les Tigres tamouls, dont des *Scout* et des *Searcher 2* d'IAI. En outre, le Sri Lanka développe un mini-drone baptisé *Superstar*.

**Thaïlande** – Dans les années 1980, l'armée de l'Air thaïlandaise a acquis six *R4E-30 Sky Eye* de Developmental Sciences (devenu BAE Systems), puis des *Searcher* en 1992, utilisés principalement pour la surveillance des frontières. En 2008, ce sont des *Raven*

d'Aerovironment, ainsi que trois *Sapura Cyber Eye* malaisiens en 2009, qui sont intégrés dans les forces armées<sup>100</sup>.

**Inde** – Les militaires indiens auraient en dotation au moins 150 drones. Parmi ceux-ci, des *Searcher 1* et *Searcher 2* d'IAI dans l'armée de Terre et la Marine qui compte aussi des *Heron 1*. Et une trentaine de *Harpy* a été livrée à l'Inde à partir de 2005, auxquels s'ajoute une commande de l'armée de l'Air passée en 2009 (livraison à partir de 2011 pour une pleine opérationnalité en 2013). L'Inde attend aussi une quinzaine de drones *Heron TP* d'IAI en espérant pouvoir les intégrer dans ses forces en 2014.

Les forces indiennes utilisent également des drones autochtones, à commencer par le drone cible *Lakshya*, développé par la *Defence Research and Development Organisation* (DRDO) et Hindustan Aeronautics Limited (HAL) de Bangalore, dont une centaine d'unités aurait été livrée à partir de 1998, et le *Nishant* dont le premier vol remonte à 1995 et commandé à une dizaine d'exemplaires en 2005. De nombreux concepts de drones sont en cours de développement sous l'autorité de la DRDO : le *Lakshya-2*, le *Rustom I* (premiers vols d'essai en 2009 et 2010), le *Rustom H* qui sert de base au drone de combat *Rustom-II* ou encore le projet *AURA*.

Mini-drone de reconnaissance **Rustom-1\***

Propulsion : **turbopropulsé**  
Longueur : **5,12 m** ; Envergure : **7,9 m**  
Masse à vide : **720 kg** ; Charge utile : **95 kg**  
Vitesse max : **217 km/h** ; Rayon d'action : **250-350 km**  
Autonomie : **12 h** ; Altitude opérationnelle : **8.000 m**

\* Premier vol en novembre 2009.

Futur drone MALE **Rustom-H\***

Propulsion : **turbopropulsé**  
Longueur : **9,15 m** ; Envergure : **20,6 m**  
Masse à vide : **1.800 kg** ; Charge utile : **350 kg**  
Vitesse max : **217 km/h** ; Rayon d'action : **1.000 km**  
Autonomie : **24 h** ; Altitude opérationnelle : **10.600 m**

\* Premier vol prévu en 2014. Le *Rustom-2* devrait être dérivé du *H* et inspiré du *RQ-1 Predator*.

Le projet *AURA* vise à développer le futur drone MALE de combat de l'armée de l'Air indienne de 10 à 15 tonnes, pouvant emporter au moins deux missiles ou bombes guidées par laser et les capteurs nécessaires à l'identification et à la désignation de cibles. Son premier vol serait prévu en 2015 pour une capacité opérationnelle à l'horizon 2020.

<sup>100</sup> A propos des industries et des flottes des pays de la région Asie-Pacifique, cf. Martin, Guy, « Asian region UAV capability on the rise », 20 décembre 2012 [Consulté le 5 novembre 2013 sur : <http://www.defence-reviewasia.com/articles/195/Asian-region-UAV-capability-on-the-rise>].

**Pakistan** – Le Pakistan dispose d'une industrie relativement importante dans le domaine des drones de courte et de moyenne portées : Integrated Dynamics, East West Infiniti, les structures étatiques *Air Weapons Complex* and *Pakistan Aeronautical Complex* (drone *Falco* avec Selex Galileo), ou encore Satuma (*Surveillance and Target UnManned Aircraft*) qui a conçu le *Flamingo*, le *Jasoos* et le *Mukhbar* (une version courte portée du *Jasoos*). L'armée de Terre et la Marine pakistanaises sont équipées depuis 2007 du drone de reconnaissance tactique *Uqab* de Global Industrial and Defence Solutions. Enfin, la *National Engineering and Scientific Commission* a annoncé le programme de drone *Burraq* destiné à être armé de missiles guidés par laser.

En 2007, le Pakistan devint le premier client à l'exportation du mini-drone tactique de reconnaissance *Falco* de Selex ES. Les deux premiers exemplaires ont été réceptionnés en 2009, sur une commande de 25 unités dont une partie assemblée au Pakistan. Portant uniquement sur une version ISR, les *Falco* pakistanais ont été utilisés dans les zones tribales en missions de repérage. Le Pakistan a aussi décidé, en 2012, d'acheter huit nouveaux systèmes de mini-drones *Luna* d'EMT déjà opérationnels dans l'armée de Terre depuis 2006, et voudrait importer le système *RQ-7 Shadow*.

**Iran** – L'Iran dispose des mini-drones tactiques de reconnaissance *Ababil* (comparables au *Sperwer* de Sagem) avec un rayon d'action de 100 kilomètres et une vitesse de près de 300 km/h. Ce sont des *Ababil* qui auraient été utilisés par le Hezbollah pour mener des incursions dans l'espace aérien au nord d'Israël. Parmi les dérivés de ce modèle, l'*Ababil T* pourrait emporter une munition de 40 kg sous son fuselage. Une version à réacteur *Ababil Jet*, rebaptisée *Hadaf-1*, aurait effectué ses premiers essais en 2007, préfigurant le drone de combat *Karrar* (« Assaillant »), lui même annoncé en grandes pompes en 2010 (ressemblant au *V-1* allemand ou au *MQM-107* américain, il aurait un rayon d'action de 1.000 km tombant à 400 km en charge maximale, disposerait de cinq points d'attache sous voilure et ventraux, mais ne serait pas encore opérationnel).

Pendant la guerre Iran-Irak, Téhéran développe le *Mohajer 1*, un drone armé de six roquettes (type *RPG-7*). Les *Mohajer* sont fabriqués par Qods Aviation Industries. En 2006, le *Mohajer 4* aurait été capable d'emporter des armes à guidage laser (la version 5 serait en cours de développement) – information à prendre avec néanmoins beaucoup de précaution.

Puis en 2012, Téhéran a annoncé s'être doté du *Shahed 129*, le premier drone MALE iranien : rayon d'action de 2.000 km et 24 heures d'autonomie. Ne comptant pas s'arrêter en si bon chemin, la République islamique ne manque pas d'afficher ses intentions en matière de drones de combat : Farnas Aerospace aurait été investi de la mission de concevoir un drone polyvalent et un drone furtif d'attaque au sol. Et sans embarras, en 2013, Téhéran dévoile la maquette du drone polyvalent *Hemmaseh* (« Epopée ») et déclare que le *Sarir*, un drone furtif de longue endurance, devrait être opérationnel au cours de cette même année. Propagande ou réalité ?

**Emirats arabes unis** – Aux Emirats arabes unis, Adcom Systems sis à Abu Dhabi, a développé une gamme de drones cibles (*Yabhon GRN*), une série de mini-drones tactiques (*Yabhon R* et *H, Smart-Eye*) ainsi que le *United 40* dont le premier client serait la Russie.

**Egypte** – En 2012, le Caire a obtenu une licence pour fabriquer 12 *ASN-209* chinois (modèle précité de drone tactique de courte portée) modifiés par rapport à l'*ASN-206* (320 kg

de masse dont 50 kg de charge utile, 140 km/h de vitesse maximale, un rayon d'action de 200 km pour une autonomie de 10 heures). L'Égypte a également commandé auprès de TAI (Turkish Aerospace Industries) 10 exemplaires du drone *Anka-A*.

**Algérie** – L'Algérie annonce une capacité interne de conception et de fabrication de drones. D'abord, le drone léger de reconnaissance *Amel*, de courte portée (200 km), avec une autonomie de 6 heures, il pourrait atteindre en mission 3.500 mètres d'altitude et devait être déclaré opérationnel fin 2013-début 2014. Ensuite, Alger disposerait encore du petit drone de conception nationale, *Al Fajer L-10* : avec une envergure de 2,3 mètres, il pourrait voler à 7.000 mètres d'altitude pendant 36 heures en emportant une charge utile de 70 kg.

**Turquie** – La Turquie s'est lancée dans le développement et la fabrication de drones avec trois constructeurs, Bayraktar (*Çaldıran Tactical*, *Bayraktar Mini Drone*, *Malazgirt Mini DVT*), VESTEL (*Ari*, *Efe*, *Ege*, *Karayel Tactical*), et la très importante Turkish Aerospace Industries (TAI) (MALE *Anka-A* et *Anka-B* en version armée, les *Baykus*, *Pelikan*, *Gözcü Tactical* ou DVT moustique *Sivrisinek...*) associée un temps à EADS dans le projet *Talarion*.

Drone de reconnaissance **Anka-A\***

Propulsion : **turbopropulsé**  
Longueur : **8 m** ; Envergure : **17,3 m**  
Masse max : **1.600 kg** ; Vitesse max : **217 km/h**  
Rayon d'action : **4.896 km** ; Autonomie : **24 h**  
Altitude opérationnelle : **7.900 m**

\* Premier vol en décembre 2010, en dotation dans l'armée de l'Air turque en avril 2013

Le *Anka-A* devrait bientôt équiper les forces armées égyptiennes en vertu d'un contrat signé le 23 novembre 2012. Puis en avril 2013, l'Arabie saoudite aurait également exprimé son intérêt pour le drone *Anka-A*. Et la TAI a commencé les études sur le développement du *Anka-A+*, un HALE de combat de quatre tonnes.

**Afrique du Sud** – Denel Dynamics qui produit le drone de reconnaissance *Seeker*, préparerait un missile léger air-sol afin d'en équiper le *Seeker 2*. Il développe aussi le *Bateleur*, un drone MALE de reconnaissance.

**Canada** – Au Canada, la célèbre firme aéronautique Canadair (*CL-89*, *CL-227 Sentinel*, *CL-289*, *CL-327 Guardian*) assure depuis les années 1960 une expérience de très haute valeur dans la conception et la fabrication des drones tactiques de reconnaissance. Les forces canadiennes se sont également équipées de drones d'importation regroupés derrière le sigle CU : CU-162 (*Vindicator* de Meggitt), CU-161 (*Sperwer* de Sagem), CU-160 (*Eagle I* d'IAI-EADS), CU-170 (*Heron* d'IAI), etc.

**Australie** – L'Australie peut compter sur de proches fournisseurs étrangers. Ainsi, les forces australiennes disposent de *Skylark* d'Elbit Systems commandés en 2005 et utilisés au Timor oriental et en Irak. Auparavant, elles s'étaient équipées de systèmes *Avatar* en 2001 et d'*Aerosonde III* d'AAI, utilisés en 2003 lors de l'opération Anode (Iles Salomon), et ont été dotées de la gamme complète des *Searcher*. Puis en 2006, les militaires australiens reçoivent

des *ScanEagle* d'Insitu qu'ils utilisent en Irak et en Afghanistan. C'est ensuite à partir de 2009 que la Royal Australian Air Force a déployé des *Heron 1* d'IAI à Kandahar, en Afghanistan, rejoints en 2012 par des *RQ-7B Shadow* de AAI. Concernant la Navy australienne, des essais ont été récemment menés en mer avec des *ScanEagle*, des *Aerosonde* et des *Schiebel Camcopter*.

En 2018, Canberra retirera ses avions de patrouille maritime P-3 Orion du service. A cet égard, le dernier *Defence Capability Plan* prévoit l'acquisition de drones, notamment de drones HALE dont l'armée de l'Air voudrait au moins sept exemplaires à l'horizon 2019. Et comme cela a été évoqué, Canberra pourrait choisir des *MQ-4C Triton* américains – la version « marine » du *MQ-4 Global Hawk*<sup>101</sup>.

**Nouvelle-Zélande** – La Nouvelle-Zélande fait une utilisation mesurée des drones mais elle a forgée son expérience sur le théâtre afghan. Ainsi, elle a développé à partir de 2006 un drone portable lancé à la main appelé *Skycam Kahu*, qui aurait été utilisé en Afghanistan.

**Brésil** – Au Brésil, plusieurs constructeurs se sont lancés dans le développement de systèmes de drones : XMobots (*Apoema 1000B*, *Echar 20A*, *Nauru 500A...*), Embraer Defense and Security et AEL Systems (*Harpia systems*), Santos Lab Comercio e Industria Aerispatial Ltda (*Carcara* et *Carcara II*), Brvant (*Electron*, *Hornet H2*, *Proton...*), Avibras (*Avibras Falcao*), Flight Technologies (*FS-01 Watchdog*, *FS-02 AvantVision*, *FS-03 VTOL*, *FT-100 Horus*). L'armée de Terre et la Marine brésiliennes sont équipées de certains mini-drones tactiques, fiertés de l'industrie nationale quoique parfois inspirés de modèles étrangers.

**Colombie** – En Amérique latine, la Colombie s'essaie aussi à la conception de drones dont le *Navigator X2* conçu pour voler dans des conditions extrêmes (envergure 5 m, charge utile 25 kg, autonomie 4 heures).

### **Les principaux motoristes occidentaux**

Ils ne sont qu'une poignée d'industriels à se partager le marché de la motorisation des principaux drones militaires en dotation dans les armées occidentales. Les Américains Pratt&Whitney et Honeywell, le Britannique Rolls-Royce et l'Autrichien Rotax occupent le terrain de manière prépondérante.

La turbine Model 250 de Rolls-Royce équipe notamment le *RQ-8A Fire Scout* ou le démonstrateur *Mantis*. Son turboréacteur AE 3007H a été adopté par le *Global Hawk*, ce qui le positionne en concurrent direct sur le segment des drones HALE et MALE à réaction face à Pratt&Whitney. Dans la perspective des futurs drones de combat européens, Rolls-Royce en partenariat avec le Français Turbomeca a développé l'Adour Mk951 pour les démonstrateurs de drones de combat *Neuron* (Dassault) et *Taranis* (BAE).

De l'autre côté de l'Atlantique, Pratt&Whitney s'est positionné sur le marché des moteurs de drones turbopropulsés et turboréacteurs : son turbopropulseur PT6A équipe le *Eitan/Heron TP* d'IAI, son réacteur PW545B a été choisi pour le *Predator C-Avenger* et son F100-PW-220 (moteur des célèbres chasseurs *F-16* et *F-15*) est placé sur le démonstrateur *X-47B*. Un autre motoriste américain, Honeywell, participe pour une part non négligeable à la

---

<sup>101</sup> Cf. « Le Triton teste sa voilure », *Air&Cosmos*, n° 2381, 8 novembre 2013, p. 6.

propulsion des drones et non des moindres : en effet, c'est la turbine TP 331-10 qui équipe le *MQ-9 Reaper*.

Les moteurs à pistons sont dominés par l'Autrichien Rotax dont les modèles ont engrangé des succès commerciaux à hauteur de leurs prestigieux clients. Ainsi, le Rotax 914 a été privilégié par IAI pour les drones *Heron* et ses dérivés, mais aussi par General Atomics pour le célèbre *MQ-1 Predator A*. Quant au *Sperwer* de Sagem, il est équipé du Rotax 582<sup>102</sup>.

A terme, les moteurs à ondes de détonation pulsées (POD en anglais, PDE en français – précités à propos du programme *Vulcan*) pourraient intéresser la propulsion de drones militaires. Ainsi, les PDE aérobies seraient à l'étude depuis 2005 à Singapour dans le cadre d'une coopération entre le français MBDA et le laboratoire singapourien DSO<sup>103</sup>.

### Un drone, combien ça coûte ?

Un des arguments majeurs en faveur des drones concerne leurs coûts d'acquisition, de maintenance et d'utilisation. A cela s'ajoute l'absence de pilotes embarqués dont les coûts de formation et d'entraînement doivent être pris en compte, ce que les anglo-saxons appellent le « *cost-benefit analysis* ». Cependant, les chiffres pourraient à terme se révéler trompeurs concernant les drones MALE et HALE, ainsi que les futurs drones de combat.

L'achat d'un *Predator* ou d'un *Reaper* s'élève à environ 10,5 millions de dollars à l'unité, ce qui est peu onéreux comparé, par exemple, aux 150 millions de dollars qu'il faut déboursier pour un chasseur *F-22*<sup>104</sup>. L'acquisition d'un drone tactique de type MALE coûte environ 1,5 millions d'euros : à titre d'illustration, l'*Hermes 450* est facturé 2 millions de dollars, le *Hunter* 1,2 million de dollars, et le *Shadow*, plus petit, moins performant, 350 000 dollars<sup>105</sup>. Toutefois, le *Global Hawk* (HALE) atteignait tout même à sa sortie à 58 millions de dollars par exemplaire<sup>106</sup>. Surtout, il convient de préciser que le coût de l'aéronef équivaut seulement à 20-25% d'un système de drone complet. Le système *Global Hawk* reviendrait alors au moins aussi cher qu'un aéronef piloté « dernier cri » (la dernière commande de l'US Air Force pour trois exemplaires *RQ-4* livrables en 2015 s'élève à 114 millions de dollars)<sup>107</sup>.

Le coût de l'heure de vol plaide encore en faveur des systèmes de drones : le GAO (*Government Accounting Office*), l'équivalent américain de la Cour des comptes, relève qu'il serait dix-huit fois moins onéreux que celui d'un *F-35*. A cet égard, le *Department of Homeland Security* estime l'heure de vol d'un *Predator B* à 3.600 dollars alors qu'un avion de combat monoréacteur est évalué à 10.000 dollars l'heure, montant à 20.000 dollars pour un biréacteur<sup>108</sup>.

Dans son analyse des coûts, le rapport du GAO cité par l'étude de la Fondation pour la Recherche Stratégique, relève également qu'un « soldat » coûterait environ 4 millions de

---

<sup>102</sup> Cf. Julian, François, et, Musquère, Anne, « Propulsion : le talon d'Achille des drones en service », *Air&Cosmos*, n° 2278, 9 septembre 2011, p. 11.

<sup>103</sup> Cf. Musquère, Anne, « Des PDE pour les drones », *Air&Cosmos*, n° 2131, 27 juin 2008, p. 27.

<sup>104</sup> Cf. Boyle, Michael J., *op.cit.*, p. 22.

<sup>105</sup> Cf. notamment, Asencio, Michel, Gros, Philippe, et, Patry, Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 38.

<sup>106</sup> Cf. *ibid.*

<sup>107</sup> Cf. « Trois Global Hawk pour 114 M\$ », *Air&Cosmos*, n° 2383, 22 novembre 2013, p. 10.

<sup>108</sup> Cf. *ibid.*, p. 33-34. D'autres sources évaluent le coût de l'heure de vol d'un *Predator* ou d'un *Reaper* entre 2.500 et 3.500 dollars. Cf. Southworth, Matt, *op. cit.*

dollars par an contre 400.000 pour un système robotisé<sup>109</sup>. Cette acception strictement financière paraît peu pertinente et mérite d'être relativisée : en effet, un *MQ-9 Reaper* de l'US Air Force opérationnel en permanence, requiert la mobilisation de cent soixante-huit personnels entre les opérations de maintenance, les missions proprement dites et l'exploitation des données de renseignement. Et sur la base de Bagram, en Afghanistan, quarante personnes étaient affectées au déploiement des *Harfang* de reconnaissance français<sup>110</sup>.

La formation des pilotes de guerre embarqués à bord des avions de combat, leur entraînement régulier en conditions de vol réelles, participent à creuser le fossé financier avec les drones aériens. La formation des « opérateurs » de drones qui n'auront jamais à éprouver les contraintes d'un vol en altitude, se fait principalement en simulateur, et l'entraînement en situation de vol réelle ne mobilise qu'un à deux appareils dont le coût d'une heure de vol est réduite par rapport aux aéronefs pilotés<sup>111</sup>.

En outre, l'exploitation opérationnelle des drones, en termes financiers, diffère selon le type d'UAV et surtout de leur maturité. Les démonstrateurs et les systèmes intérimaires présentent des coûts plus élevés : ainsi, l'heure de vol d'un *Harfang* de l'Armée française avoisine 12.000 euros, ce qui est peu compétitif par comparaison à un *Mirage-2000* (monomoteur). De la même manière, l'heure de vol des DVT lourds, évaluée entre 8.000 et 9.000 euros, équivaut à celle d'un hélicoptère de combat *Tigre* de dernière génération<sup>112</sup>.

Concernant les drones MALE et HALE en particulier, ainsi que les drones de combat, les systèmes embarqués deviennent aussi lourds et encombrants qu'un équipage humain. Et un récent rapport précité de la Chambre des Communes du Royaume-Uni estime que si la tendance se confirme à l'avenir, le coût d'un système complexe de drones rejoindra celui d'un aéronef piloté<sup>113</sup>.

Enfin, le coût unitaire d'acquisition des mini-drones et des drones miniatures, micro et nano drones, demeure raisonnable en fonction de la technologie embarquée (quelques milliers de dollars pour les plus rustiques, quelques dizaines de milliers de dollars pour les plus sophistiqués). Leurs coûts d'exploitation sont également réduits mais leurs vulnérabilités plus importantes (faible autonomie, vitesse réduite, basse altitude).

## **B. L'EUROPE DANS LA « GUERRE DES DRONES »**

### **L'absence de budget intégré**

L'Europe accuse un certain retard dans la fabrication des drones. Pourtant, elle dispose d'une industrie de pointe particulièrement compétente tant dans l'aéronautique et l'électronique, que dans le secteur de l'armement. Mais il lui manque une « stratégie des moyens » intégrée et la politique d'investissements correspondante.

En prenant en compte l'ensemble des budgets de défense des Etats membres de l'Union européenne (UE), 9,8 milliards d'euros sont consacrés à la recherche et

---

<sup>109</sup> Cf. Asencio, Michel, Gros, Philippe, et, Patry, Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 35.

<sup>110</sup> Cf. *ibid.*, p. 38.

<sup>111</sup> Cf. *ibid.*, p. 35-36.

<sup>112</sup> Cf. *ibid.*, p. 38-39.

<sup>113</sup> Cf. Brooke-Holland, Louisa, *op. cit.*, p. 3.

développement (R&D), soit moins de 5% de l'effort de défense européen. Pire encore, dans le domaine de la R&T (recherche et technologie) ces chiffres sont divisés par quatre (un peu au-delà de 2 milliards d'euros, soit un peu plus de 1% des dépenses de défense de l'UE)<sup>114</sup>. L'Europe de la défense souffre d'un déficit de volonté politique et d'une division savamment entretenue par les Etats-Unis : à cet égard, il faut rappeler que sept pays compte pour 98% de l'effort de défense (France, Royaume-Uni, Italie, Allemagne, Suède, Espagne, Pays-Bas)<sup>115</sup>.

Certes, la création de l'Agence européenne de défense (AED), en 2003, doit servir à mobiliser les Etats européens au service d'objectifs capacitaires. La configuration d'une défense européenne « renforcée » emprunte la voie de la géométrie variable, de nature intergouvernementale : dès lors, faudrait-il espérer que faute d'une véritable mobilisation commune, l'Europe puisse s'inspirer du secteur spatial dans lequel, sous l'impulsion de quelques uns, elle s'est hissée sur le podium mondial et sur la plus haute marche dans certains segments ? Malheureusement, même l'Agence spatiale européenne (ASE/ESA) est aujourd'hui menacée d'intégration et de dilution dans les mécanismes communautaires qui, en matière de programmes spatiaux, ont démontré de graves faiblesses intrinsèques.

Alors que les Américains estiment que la recherche sur les systèmes de drones doit permettre de maîtriser au moins dix-sept technologies critiques sur les vingt-deux assurant l'indépendance d'une puissance globale, un grand nombre d'Etats européens préfèrent s'en remettre à une Amérique de plus en plus distante des problèmes européens. Pourtant, de manière générale, tant dans le secteur de la défense que dans celui des technologies spatiales, le ratio investissement/rendement est souvent plus favorable aux programmes européens (sans doute parce qu'ils sont plus modestes) qu'aux très dispendieux programmes américains. Mais les Etats-Unis composent à partir des faiblesses de l'Europe et le *National Intelligence Council* affirmait, en 2008, que l'Europe aurait fait peu de progrès vers une défense autonome d'ici 2025<sup>116</sup>.

L'expérience acquise en matière d'utilisation des systèmes de drones par les armées européennes est loin d'être négligeable. Sur le plan militaire, plusieurs pays se sont dotés de drones tactiques de reconnaissance, alors que seul un « club » restreint dispose ou disposera incessamment de drones de combat.

### Les orientations militaires nationales

Seules quelques exemples de flottes d'UAV seront présentés ici, renvoyant à l'étude de la Fondation pour la Recherche Stratégique qui détaillait, en 2010, la volonté d'acquisition des Etats-membres de l'UE.

**Royaume-Uni** – L'industrie britannique a bénéficié d'une longue expérience dans la mise au point de véhicules aériens téléguidés ainsi que de liens étroits avec les Etats-Unis (le Royaume-Uni a par exemple été équipé, dans les années 1960-1970, de Beechcraft *Model 1072*, engins cibles adaptés aux spécifications britanniques). Ainsi, les technologies de BAE

---

<sup>114</sup> Cf. Maulny, Jean-Pierre, Matelly, Sylvie, Liberti, Fabio, Coulon, Guillaume, et, Hertling, Caroline, *Mutualisation de la R&D dans le domaine de la défense en Europe*, EPS 2012-21, Rapport final, IRIS, mars 2013, p. 67.

<sup>115</sup> Cf. notamment, Grand, Camille, *L'Europe de la défense du Sommet de Saint-Malo à la présidence française de l'Union européenne : la naissance d'un acteur stratégique*, Question d'Europe n° 122, Fondation Robert Schuman, 22 décembre 2008, p. 8.

<sup>116</sup> A propos de cette dernière assertion, cf. *ibid.*, p. 9.

systems (*Watchkeeper*, *Taranis...*) ou QinetiQ (*Zephyr*, *Mercator*) ont suivi celles des « oiseaux cibles » conçus par de Havilland dès les années 1930 (*Queen Bee*), ML Aviation à partir des années 1950, Westland dans les années 1970, Meggitt dans les années 1980 ou la Gloster Aircraft Company (dépecée en 1961). Toutefois, les futurs drones de reconnaissance *Mantis* et *Watchkeeper* seront abordés au titre des coopérations transnationales européennes, en particulier celle dérivée de l'accord bilatéral avec la France, dit de Lancaster House.

Le Royaume-Uni est aussi, parmi les Etats européens, le plus impliqué dans l'acquisition et l'exploitation d'une grande variété de systèmes de drones. Car il est doté de plusieurs types de drones déployés notamment en Afghanistan : *MQ-9 Reaper*, *Hermes 450*, *RQ-11 Raven*, *Desert Hawk III*, *Black Hornet*, *Tarantula Hawk*<sup>117</sup>.

Le *Desert Hawk III* est un drone tactique de courte portée conçu pour fournir aux troupes au sol des images vidéos au-delà des obstacles naturelles. C'est un mini-drone portable de reconnaissance, un éclairateur efficace à voilure fixe<sup>118</sup>. Les soldats de sa Majesté ont également été dotés de DVT : hélicoptère miniature portant une caméra, le *Black Hornet* a été utilisé afin de vérifier la situation « derrière les murs » ou dans un périmètre urbain.

Le micro-drone de reconnaissance *Black Hornet* (appelé aussi *Black Hornet Nano*) de la société norvégienne Prox Dynamics AS, mesure 10 cm sur 2,5 cm. pour un poids de 16 g. Il ressemble à une hélicoptère miniature monorotor pouvant atteindre 35 km/h. Equipé d'une camera dont le flux vidéo porte sur 800 mètres, il peut soit être piloté à distance avec un ordinateur et un manche de console de jeux soit encore suivre un vol programmé à l'aide de coordonnées GPS pendant 30 minutes. Très utile aux fantassins pour des repérages de courte portée, la transmission vidéo et le vol automatisé par GPS ne sont pas adaptés à des missions à l'intérieur de bâtiments. Il est en dotation dans les forces armées britanniques (utilisé en Afghanistan par les forces britanniques, à commencer par la *Brigade Reconnaissance Force* stationnée à Camp Bastion) et norvégiennes. La première commande du MoD s'élevait à 160 unités pour environ 23,5 millions d'euros, et fin 2013, plus de 320 unités du *Black Hornet Nano* étaient en service au sein des forces britanniques.

**Mini-drone Raven (RQ-11) \***

Propulsion : **turbopropulsé**  
Longueur : **1,1 m** ; Envergure : **1,3 m**  
Masse à vide : **6,7 kg** ; Vitesse max : **95 km/h**  
Rayon d'action : **10 km** ; Autonomie : **60-90 min**  
Altitude max : **5.000 m**

\* Le « Corbeau » (*Raven*) du constructeur américain AeroVironment a effectué son premier vol en 2004. Fin 2011, les forces militaires américaines (US Army, USAF, Marines, JSOC) avait reçu 5.346 unités de ce modèle tandis qu'il a été exporté au Royaume-Uni, en Australie, en Italie, au Danemark, en Espagne, en Estonie, en République tchèque, au Pays-Bas, en Norvège, en Roumanie, au Pakistan, au Yémen, en Arabie saoudite, en Thaïlande, au Kenya ou encore en Colombie.

Mais une spécificité britannique tient en l'acquisition de drones de combat *MQ-9 Reaper*, dont les cinq premiers exemplaires, déployés en 2007 sur le territoire afghan, étaient

<sup>117</sup> Cf. Brooke-Holland, Louisa, *op. cit.*, p. 6.

<sup>118</sup> Cf. *ibid.*, p. 4.

pilotés depuis la base de Creech (AFB), au Nevada. A cet égard, il convient de signaler que les personnels de la Royal Air Force ont également été amenés à participer à des missions en Irak, en Afghanistan et en Libye – ce qui sera traité ultérieurement. Il reste à préciser ici que la flotte britannique de drones de combat a été augmentée de cinq nouveaux *Reaper* entre octobre 2012 et septembre 2013 – qui, cette fois, peuvent être télépilotés par le 13<sup>ème</sup> escadron de la RAF depuis une station de contrôle située à Waddington<sup>119</sup>.

Le MoD évalue le coût de déploiement de sa flotte de *MQ-9 Reaper*, missions et maintenance incluses, de 2007 et jusqu'au retrait prévu en 2015, à 506 millions de livres.

Cf. Brooke-Holland, Louisa, *Unmanned Aerial Vehicles (drones): an introduction*, International Affairs and Defence Section, House of Commons Library SN06493, 25 April 2013, p. 6.

De la même manière que la société Blackwater aux Etats-Unis, le groupe anglais de services et de conseils sur les marchés de la défense, QinetiQ, développe son propre drone, le *Zephyr*, ultra léger (53 kg), longue distance et à énergie solaire. Le *Zephyr*, destiné à l'observation et aux télécommunications, a battu le record d'endurance en vol en 2010 : 336 heures et 22 minutes, soit 14 jours entre le 9 et le 23 juillet. Le *QinetiQ Zephyr* déploie une envergure de 22,5 m et peut atteindre une altitude de 21 km.

En outre, s'il a déjà été fait mention des véhicules sous-marins automatisés de la Royal Navy (elle avait acquis deux exemplaires du *Remus 600* pour 11 millions de dollars), cette dernière cherche également à équiper ses porte-avions de drones. Des essais ont été menés avec un *Scan Eagle* sur la frégate HMS Sutherland, en 2005 et en 2006. Le *Scan Eagle*, qui n'exige pas de pistes, est déjà utilisé par l'US Navy et le corps des Marines, mais la Royal Navy n'avait pas encore arrêté sa décision, au printemps 2013, sur de futures acquisitions<sup>120</sup>.

**France** – En France, dans les années 1960, les premiers drones sont dérivés d'engins cibles servant à l'entraînement, tel que le *CT 20* rebaptisé *R 20* de Nord-Aviation. Mais les capacités de transmission étaient encore trop limitées pour rendre ce modèle réellement performant. La filière industrielle des engins pilotés à distance est née en France de ce pionnier, Nord Aviation. Elle s'est ensuite consolidée à travers les systèmes d'Aérospatiale et de Matra, puis a été réunie chez EADS qui regroupera d'autres acteurs tel que CAC Systèmes<sup>121</sup>.

L'armée de Terre dispose d'une composante de drones tactiques portables de courte portée depuis le début des années 1990 : il y eut les MART ou ALT (Avion léger télépiloté) utilisés par l'artillerie pendant la première guerre du Golfe (1991), puis, en 1992, les *CL-289 Piver* (Canadair/EADS)<sup>122</sup>, et deux ans plus tard les *Crécerelle* de Sagem Défense et

<sup>119</sup> Cf. Martin, Helen J., *op. cit.*, p. 1 ; Brooke-Holland, Louisa, *op. cit.*, p. 12.

<sup>120</sup> Cf. Brooke-Holland, Louisa, *op. cit.*, p. 9.

<sup>121</sup> Cf. Casamayou, Jean-Pierre, « Filière industrielle », *Air&Cosmos*, n° 2278, 9 septembre 2011, p. 4.

<sup>122</sup> L'armée de Terre française disposera de 54 exemplaires du *CL-289*, l'armée allemande jusqu'à une centaine d'unités livrée à partir de 1989 (drone tactique hypervélocité muni d'un moteur-fusée et d'un turboréacteur ; masse à vide 140 kg, masse max 300 kg ; vitesse max 720 km/h ; altitude max 1.200 m ; rayon d'action 200 km).

Sécurité<sup>123</sup>. En 1995, l'Armée française s'équipe encore de quatre *RQ-5 Hunter*, retirés du service en 2004.

Les *Crécerelle* étant retirés du service (2004), ils sont remplacés en 2005 par dix-huit *Sperwer* (baptisés « Système de drones tactiques intérimaire » – SDTI) de Sagem, dérivé du précédent *Crécerelle* (la version *Sperwer B* possiblement armée avec le missile « léger » israélien *Spike* s'est arrêtée à l'étude de faisabilité). Puis, le *Harfang* de l'armée de l'Air déjà mentionné à plusieurs reprises (anciennement « Système intérimaire de drone MALE » – SIDM), est utilisé depuis 2008 pour la reconnaissance et la désignation d'objectifs, notamment en Afghanistan. Ce dernier système de drones devait initialement être retiré du service en 2011, mais demeurait opérationnel lors de l'opération Serval au Mali, en 2013<sup>124</sup>.

Drone de reconnaissance tactique **Sperwer** \*

Propulsion : **turbopropulseur**  
Envergure : **4,2 m** ; Longueur : **3,5 m**  
Masse à vide : **275 kg** ; Masse max : **330 kg**  
Rayon d'action : **180 km** ; Endurance max : **36 heures**  
Vitesse de décrochage : **130 km/h** ; Vitesse max : **240 km/h**  
Altitude max. : **3.800 m**

\* Le *Sperwer* est le nom néerlandais de « faucon crécerelle » (dénomination du précédent drone de Sagem), les Pays-Bas ayant été les premiers à réceptionner ce modèle.

Il faut dire que les manœuvres des industriels, les réticences de l'armée de l'Air et l'inconséquence des décideurs politiques, ont retardé la définition des spécifications et la conception d'un drone polyvalent (ISR etUCAV) pourtant plus simple à développer qu'un avion de combat. Ce fiasco s'est sans doute fait au détriment de l'efficacité des troupes sur le terrain, obligeant à s'en remettre, comme en Libye (2011) ou au Mali (2013), aux données provenant d'UAV américains et britanniques.

Les drones ont été la principale victime de la loi de programmation militaire 2003-2008. Le déploiement du système SDTI de Sagem était attendu à l'automne 2008 au Kosovo puis en Afghanistan. Le système plus ancien et plus lourd, le Canadair *CL-289* précité, déployé au Tchad, était à bout de souffle. De fait, pendant la crise tchadienne de février 2008, c'est un *Transall* du Commandement des opérations spéciales qui a été le seul à fournir des images en temps réel<sup>125</sup>.

Et les autorités françaises tergiversent : pendant plusieurs années elles marquent leur intérêt pour le *Heron TP*, drone MALE de la division Malat d'IAI (drone *Eitan* en Israël) et de Dassault (dit *F-Heron TP* et rebaptisé *Voltigeur*)<sup>126</sup>. A décharge, il faut dire que le budget

<sup>123</sup> Le drone *Crécerelle* a équipé les armées des Pays-Bas, de la Suède, du Danemark et de la France (envergure 3,3 m ; longueur 2,4 m ; masse max 120 kg ; vitesse max 240 km/h ; altitude max 3.100 m ; autonomie 5 h).

<sup>124</sup> La France dispose de quatre exemplaires du *Harfang*, dont un exemplaire servant à fournir des pièces détachées aux trois unités restant opérationnelles.

<sup>125</sup> Cf. Bombeau, Bernard, « Renseignement : les urgences à traiter », *Air&Cosmos*, n° 2131, 27 juin 2008, p. 36-37.

<sup>126</sup> Cf. Steuer, Guillaume, « Les industriels de la défense sous pression », *Air&Cosmos*, n° 2317, 15 juin 2012, p. 14.

total d'acquisition de sept unités du *Héron TP* par la France avait été évalué à 620 millions d'euros, avoisinant le coût d'autant d'avions *Rafale*<sup>127</sup>. L'offre est finalement recalée en 2012 : un concurrent de taille vient de se déclarer.

Jusqu'en 2011, le *Reaper* connaissait un frein à l'export, puisqu'il ne pouvait intégrer que des capteurs américains laissant craindre une perte de souveraineté tant industrielle qu'opérationnelle. Le constructeur, Northrop Grumman, a finalement annoncé une nouvelle architecture développée avec Selex Galileo. Et les essais ont débuté dès décembre 2011 avec le *Seaspray 7500E* européen, ouvrant des perspectives nouvelles pour d'éventuels acheteurs<sup>128</sup>.

Drone MALE **Eitan** (Héron TP)\*

Propulsion : **turbopropulsé**  
Envergure : **26 m** ; Longueur : **14 m**  
Masse au décollage : **4.650 kg** ; Charge utile : **2.000 kg**  
Rayon d'action : **7.400 km** ; Endurance max : **36 heures**  
Vitesse max : **370 km/h** ; Altitude max. : **13.950 m**

\* *Le premier vol du IAI Eitan a eu lieu en 2004.*

Finalement, le Livre blanc sur la défense présenté en 2013 a fixé le niveau des forces à douze appareils de type MALE. Après l'annonce d'une première commande de deux *MQ-9 Reaper*, le contrat devrait porter sur un total de douze exemplaires (vecteurs) et huit stations-sol estimés à 1,14 milliard d'euros<sup>129</sup>.

<sup>127</sup> Cf. « Héron TP. Au prix d'un Rafale », *Air&Cosmos*, n° 2297, 27 janvier 2012, p. 8.

<sup>128</sup> Cf. Musquère, Anne, « Davantage de capacités pour le Reaper », *Air&Cosmos*, n° 2283, 14 octobre 2011, p. 17.

<sup>129</sup> Cf. notamment, *Défense et Sécurité Internationale-DSI*, n° 94, juillet-août 2013, p. 26-27.

### Les éléments de l'autorisation d'exportation à destination de la France.

Document du jeudi 17 juin de la *Defense Security Cooperation Agency* (DSCA) – cette agence du Pentagone informe le Congrès des demandes d'exportation d'armement et de tout transfert de technologies sensibles que ce dernier doit approuver.

- (x16) MQ-9 Reaper Remotely Piloted Aircraft (la commande ferme porterait sur 12 appareils)\*
  - (x8) Mobile Ground Control Stations (GCS)
  - (x48) Honeywell TPE331-10T Turboprop Engines (16 installed and 32 spares)
    - (x24) Satellite Earth Terminal Substations
    - (x40) Ku Band Link-Airborne Communication Systems
- (x40) General Atomics Lynx (exportable) Synthetic Aperture Radar/Ground Moving Target Indicator (SAR/GMTI) Systems
  - (x40) AN/DAS-1 Multi-Spectral Targeting Systems (MTS)-B
    - (x40) Ground Data Terminals
    - (x40) ARC-210 Radio Systems
  - (x40) Embedded Global Positioning System/Inertial Navigation Systems
  - (x48) AN/APX-119 and KIV-119 Identify Friend or Foe (IFF) Systems

\* L'autorisation du Congrès porte en fait sur seize appareils, pratique courante permettant d'augmenter la commande du client sans avoir à octroyer une nouvelle autorisation en termes identiques.

Les premiers *Reaper* français seront non armés avec une possibilité toutefois de modifications ultérieures permettant l'emport de missiles et/ou de bombes. En outre, ces premiers exemplaires ne disposeront pas de l'automatisation des phases de décollage et d'atterrissage. En effet, l'automatisation de ces fonctions (*MQ-9* au standard Block 5) semble être suspendue à la confirmation d'achat du lot suivant attendue en 2014. D'ici là, les « dronistes » français seront épaulés par des opérateurs américains jusqu'à ce que ces phases critiques soient parfaitement assimilées par les cadets<sup>130</sup>.

Si la sémantique s'acharne à considérer cette commande de *Reaper* comme partie des systèmes intérimaires, les industriels français et européens ont reçu un électrochoc avec cet achat de *MQ-9*. S'ils veulent se relancer dans la course aux systèmes de drones, ils doivent impérativement travailler en commun afin de répondre à un besoin programmé à l'horizon 2020-2025.

Les premiers opérateurs français sur *Reaper* sont d'ores et déjà en formation au Nouveau-Mexique. Les deux appareils commandés par la France en août 2013 devraient être réceptionnés en décembre de la même année et déployés sur la base de Niamey, au Niger<sup>131</sup>. Et les *MQ-9* devraient se révéler beaucoup moins chers à l'usage que les anciens *Harfang* dont le maintien en condition opérationnelle (MOC) a été d'autant plus coûteux que leur utilisation a été intensive<sup>132</sup>.

Le mini-drone DRAC (Drone de renseignement au contact) d'EADS est entré en service dans l'armée de Terre en 2007. En 2008, d'abord testé au Kosovo, il a été déployé en

<sup>130</sup> Cf. Steuer, Guillaume, « L'armée de l'Air à l'école du Reaper », *Air&Cosmos*, n° 2382, 15 novembre 2013, p. 36.

<sup>131</sup> Cf. « L'armée de l'Air à l'école du Reaper », *Air&Cosmos*, n° 2378, 18 octobre 2013, p. 7.

<sup>132</sup> Le contrat de maintien en condition opérationnelle (MCO) sur trois ans, porte sur un total de 2.100 heures de vol par an pour les deux premiers *MQ-9 Reaper* achetés par la France, et dans un premier temps, leur maintenance devrait être assurée par des contractants privés américains. Cf. Steuer, Guillaume, « L'armée de l'Air à l'école du Reaper », *op. cit.*, p. 36 ; « Drones. Reaper pas cher », *Air&Cosmos*, n° 2379, 25 octobre 2013, p. 3.

Afghanistan. En-dehors de multiples coopérations internationales, Thales a également développé en interne un mini drone ultra-léger et silencieux, le *Spy Arrow*, pesant moins d'un kilo (500 gr en version jour avec une portée de 2 km et 1.200 gr en version nuit avec une portée de 3 km et un capteur infrarouge « micro-bolométrique »), pour une vitesse de croisière de 50 à 100 km/h, une endurance d'une trentaine de minutes, pouvant voler à une altitude de 30 à 250 mètres. Lancé à la main, le *Spy Arrow* avait dès l'origine l'ambition de coûter moins de 100.000 euros<sup>133</sup>. En attendant le futur mini-drone *Spy Ranger*, le *Spy Arrow* a été utilisé pour le retrait des troupes françaises stationnées en Afghanistan (2012), avec en plus le mini-drone à voilure tournante *IT180-5* de la société française Infotron, rebaptisé *DROGEN* (DROne pour le GENie) et équipé d'une caméra stabilisée (optique de jour, capteur infrarouge ou double optique)<sup>134</sup>.

Mini-drone à voilure tournante **IT180-5 TH\***

Propulsion : **rotor contra rotatif** (moteur 2 temps de 46 cm<sup>3</sup>)

Diamètre du rotor : **1,8 m**

Masse à vide : **14 kg** ; Charge utile : **5 kg**

Rayon d'action : **10 km** ; Autonomie : **90 min**

Vitesse max : **90 km/h** ; Altitude max. : **3.000 m**

\* Le *IT180-5 EL* à motorisation électrique emporte une charge utile réduite à 3 kg avec une autonomie de 30 min.

Sur ce même créneau, à côté de ses partenariats avec Elbit, IAI ou Boeing, la société Thales s'était rapprochée de Honeywell à propos du micro-drone à rotors carénés MAV (*Micro Air vehicle*) destiné à servir « d'œil déporté » pour les forces blindées (système américain *Fres – Future Rapid Effect System*), notamment pour ouvrir la route aux convois en repérant les IED (engins explosifs improvisés). Avec un diamètre de 35 cm, une masse à vide de 7,3 kg, deux rotors contrarotatifs, une endurance de 50 minutes et 10 km de rayon d'action limité par la portée de ses moyens de communication, ce DVT développerait un volume sonore de 60 décibels le rendant inaudible à plus de 100 mètres<sup>135</sup>.

Il faut ajouter que le Commandement des opérations spéciales s'est doté de mini-drones *Skylark 1* et *1-LE* d'Elbit Systems à partir de 2007, puis de mini-drones *Wasp* d'AeroVironment en 2009.

En France, dans le domaine naval, la Marine teste des démonstrateurs DMT (Drone maritime tactique) à voilure tournante destiné aux transferts de ravitaillement ou de récupération, et le démonstrateur de reconnaissance DELE (Drone embarqué de longue endurance) à décollage et appontage automatisés depuis un porte-avions ou un chaland de débarquement, avec un rayon d'action de plus de 100 km et une autonomie de 12 heures.

<sup>133</sup> Cf. Musquère, Anne, « Thales dévoile le Spy Arrow », *Air&Cosmos*, n° 2130, 20 juin 2008, p. 19.

<sup>134</sup> Thales fournit le segment commande et Infotron Sarl, spécialisée dans les drones à décollage vertical, une station de commande conditionnée en tablette. Cf. Steuer, Guillaume, « Les industriels de la défense sous pression », *Air&Cosmos*, n° 2317, 15 juin 2012, p. 15.

<sup>135</sup> Cf. Musquère, Anne, « Le microdrone d'Honeywell intéresse Thales », *Air&Cosmos*, n° 2131, 27 juin 2008, p. 29.

La campagne d'essais du DMT *S-100* de type *Camcopter* de la société autrichienne Schiebel, équipé de la boule optronique *Agile II* (Thales) de surveillance maritime, a commencé en mai 2012 à bord du patrouilleur « l'Adroit » (cette campagne a été baptisée Serval). Le *S-100* s'inscrit dans le programme SDAM (Système de drone aérien pour la Marine) visant à acquérir des drones tactiques, dits drones aériens légers embarqués (DALE) à l'horizon 2020<sup>136</sup>. Le patrouilleur avait déjà reçu le *S-100* à son bord en novembre 2011, mais ce premier exemplaire s'est abîmé en mer au large du Libéria, le 21 août 2012.

Afin d'optimiser les capacités de surveillance maritime de ses futurs DALE, la Marine a décidé d'intégrer un second capteur (radar air-surface) en plus de la boule optronique<sup>137</sup>. En parallèle, toujours concernant les drones tactiques de surveillance littorale, Sagem poursuit les essais de sa nouvelle boule optronique (*Euroflir 410*) sur son *Patroller* optionnellement piloté ou télécommandé<sup>138</sup>.

**Allemagne** – Comme cela a été mentionné de manière parcellaire, l'Allemagne a doté son armée de drones tactiques de reconnaissance dont une centaine de *CL-289* (Canadair/EADS) dès 1989. Plus récemment, l'Armée allemande a incorporé l'*Aladin* et le *Luna X 2000* de EMT et le *KZO* de Rheinmetall (mini-drones tactiques de reconnaissance).

La gamme du constructeur EMT comprend plusieurs drones tactiques de reconnaissance : le mini-drone portable *Aladin* (*Abbildende Luftgestützte Aufklärungsdrohne im Nächstbereich*) a été utilisé par la Bundeswehr en Afghanistan. Equipé d'une caméra jour-nuit, ce drone portable peut être transporté en kit, assemblé rapidement et lancé à la main ou catapulté. La station de contrôle de 17 kg permet un vol radio-piloté ou programmé avec des coordonnées GPS. En 2006, les Pays-Bas s'équipèrent de dix vecteurs *Aladin* déployés en Afghanistan avant de leur préférer le *Raven B* d'AeroVironment.

#### Mini-drone portable **Aladin**

Propulsion : **moteur électrique (12 V), batterie lithium ion (14 V, 9 A)**

Longueur : **1,53 m** ; Envergure : **1,46 m**

Masse : **3,20 kg** ; Vitesse : **45-90 km/h**

Rayon d'action : **15 km** ; Autonomie : **30-60 min**

Le même constructeur EMT développe le démonstrateur d'aile volante *UAV X-13* conçu pour la reconnaissance et la désignation d'objectifs, pouvant être catapulté (terre-mer) et disposant d'un dispositif de lancement, d'approche et d'atterrissage automatisé (envergure 5,10 m, masse au décollage de 130 kg, vitesse max 100 km/h, altitude max 3.000 m, rayon d'action 200 km, autonomie de 6 heures). Parmi les mini-drones tactiques, il y a encore le *Luna* et le *Luna NG* tous deux turbopropulsés, et sur le segment des voilures tournantes EMT propose le petit *Museco* et le *Fancopter*.

<sup>136</sup> Cf. Steuer, Guillaume, « Le drone naval progresse avec Serval », *Air&Cosmos*, n° 2313, 18 mai 2012, p. 30.

<sup>137</sup> Cf. « Drone naval. Des nouveaux yeux pour Serval », *Air&Cosmos*, n° 2379, 25 octobre 2013, p. 3.

<sup>138</sup> Cf. Julian, François, « Optronique. Les atouts du made in France », *Air&Cosmos*, n° 2380, 1<sup>er</sup> novembre 2013, p. 18 ; Steuer, Guillaume, « Les industriels de la défense sous pression », *Air&Cosmos*, n° 2317, 15 juin 2012, p. 15.

En 2009, l'armée allemande a également déployé en Afghanistan trois drones *Heron I* d'IAI. Le contrat de *leasing* arrivant à expiration en 2014, Berlin devrait choisir un successeur entre le *Heron TP*, le *MQ-1 Predator* ou le *MQ-9 Reaper* en version ISR.

Parmi les projets soutenus par Berlin, le démonstrateur germano-espagnol *Barracuda* (EADS) a consisté à valider les technologies critiques de reconnaissance maritime et, à titre subsidiaire, des options de combat. C'est par l'intermédiaire d'EADS Cassidian que l'Allemagne a vocation à participer aux futurs drones polyvalents européens. Et Cassidian, en partenariat avec la DLR (le centre de recherche aérospatial allemand), a présenté au Salon du Bourget, en juin 2013, son nouveau démonstrateur technologique à voilure en carbone ultraléger *Sagitta* puis a annoncé, en novembre, la fabrication d'un prototype visant à « tester les technologies de l'avenir »<sup>139</sup>.

**Italie** – Dans les années 1960-1970, l'Italie avait reçu l'engin cible Beechcraft *Model 1088*, le *Short Stiletto* en dotation aux Etats-Unis et au Royaume-Uni. Plusieurs décennies plus tard, l'Italie fait encore partie du club très fermé des premières nations détentrices de *Predator* et/ou de *Reaper*. Certes, les *Predator A* livrés à l'Italie sont exclusivement destinés à des missions ISR, mais ils illustrent la relation de confiance très étroite qu'entretiennent les Etats-Unis avec un allié très loyal de l'Otan.

Cependant l'industrie aéronautique italienne n'entend pas être écartée de technologies au marché prometteur. Ainsi, Alenia Aeronautica a lancé le développement d'un drone MALE. Conçu à partir de 2005, le démonstrateur du *Sky-Y* a volé en Suède, à Vidsel, début 2008. Monomoteur d'une envergure de 9,9 mètres et d'une masse maximale au décollage de 1.200 kg, conçu pour voler à 8.000 mètres pendant plus de 12 heures, le *Sky-Y* et d'éventuelles versions dérivées (*Molynx* et *Black Lynx*) ont été développés sous financement interne<sup>140</sup>. Faute d'engagements financiers de la part des nations potentiellement intéressées, la R&D du *Sky-Y* permet à Alenia de démontrer ses capacités industrielles pour de futures alliances.

De même, un partenariat entre Piaggio Aereo et Selex ES (branche de Finmeccanica spécialisée dans les capteurs et l'électronique embarquée) propose un drone de reconnaissance à long rayon d'action, le *PIHH Hammerhead* : il pourrait atteindre un plafond de 14.000 mètres avec une endurance de 16 heures et une charge utile de 225 kg avec un rayon d'action de 8.000 km. Selon les déclarations des industriels concernés, le *PIHH* aurait d'ores et déjà achevé ses essais au sol et son prix viendrait concurrencer les modèles américains et israéliens comparables, tels que les *Hermes* d'Elbit Systems.

Sur le segment des mini-drones tactiques, Galileo Avionica (intégré dans Selex ES) a développé le *Falco* à partir de 2003. Il a été vendu au Pakistan en 2009, alors que le premier *Falco* sur les cinq exemplaires commandés par l'ONU a été livré début décembre 2013. La Jordanie et l'Arabie séoudite ont également décidé de s'équiper de *Falco* dont la production avoisinerait une cinquantaine d'exemplaires depuis son lancement. La version améliorée appelée *Falco Evo* (Evolution) avait achevé ses vols tests à l'été 2012. Le même Galileo Avionica avait également travaillé sur un micro-drone à voilure rétractable appelé *MALP* (*Miniature Air Launched Payload*) destiné à être largué par un drone *Falco* afin d'approcher et de transmettre des images de cibles dangereuses.

<sup>139</sup> Cf. « Cassidian lance la fabrication du Sagitta », *Air&Cosmos*, n° 2383, 22 novembre 2013, p. 15.

<sup>140</sup> Cf. Musquère, Anne, « Des drones Male multiples et polyvalents », *Air&Cosmos*, n° 2084, 29 juin 2007, p. 13.

Mini-drone **Falco\***

Propulsion : **turbopropulsé**

Envergure : **7,2 m** ; Longueur **5,25 m**

Masse max au décollage : **420 kg** ; Charge utile : **70 kg**

Rayon d'action : **200 km\*\*** ; Altitude opérationnelle : **6.500 m**

Vitesse max : **216 km/h**

\* Le *Falco* dispose de deux points d'attache sous voilure permettant d'emporter 70 kg de munitions.

\*\* Rayon d'action limité par la capacité de transmission.

Comme de nombreuses armées européennes, l'*Esercito* est notamment équipée de mini-drones de reconnaissance tactique *RQ-11 Raven* d'AeroVironment. Là encore, les constructeurs italiens ne sont pas en reste : l'hélicoptériste AgustaWestland a présenté en 2013 le *Project Zero*, une aile volante à rotors basculants (un convertible). Ce démonstrateur technologique n'a pas vocation à une fabrication en série mais à tester des matériaux composites et la « dronsiation » de futurs appareils<sup>141</sup>.

**Espagne** – L'Espagne avait commencé par faire voler des *Harpy* israéliens, puis des *Searcher Mk II* d'IAI-Malat déployés en Afghanistan en avril 2008 (contrat octroyé au consortium EADS Casa et IAI, en avril 2007). Misant sur un développement national, EADS Casa travaille depuis 2006 sur le développement d'un drone tactique à longue portée, l'*Atlante*, financé par le ministère de l'Industrie, en se basant sur le démonstrateur *Siva* (Système intégré de surveillance aérienne) – programme lancé à partir de 1998 par l'Institut national de technologies aéronautiques (INTA)<sup>142</sup>. Le *Siva* à aile droite et empennage papillon, dont le démonstrateur *Siva 1B* a réalisé plus de 80 vols, visait un engin catapulté d'une autonomie de 7 heures, pouvant voler à 4.000 mètres, avec une charge utile de 25 kg comprenant une caméra CCD et un capteur infrarouge, récupéré par parachute et airbags. L'armée de Terre espagnole avait exprimé un besoin d'une quinzaine d'appareils à l'horizon 2012-2014<sup>143</sup>. Cependant, dans le sillage de la crise financière et budgétaire qui accable Madrid, en 2013 l'Espagne était en cours de négociation avec IAI concernant l'acquisition de drone *Heron 1*.

En outre, présenté comme un mini-drone à usage « civilo-commercial », la société AeroVision Vehiculos Aereos de San Sebastian a mis au point un mini-drone d'observation à voilure fixe aux caractéristiques pouvant intéresser des missions de reconnaissance militaire de courte portée : envergure 3 m, longueur 1,2 m, 20 kg de masse au décollage pour une charge utile de 8 kg, altitude max 2.000 m, vitesse max 100 km/h, endurance 8 heures.

**Suède** – L'armée suédoise a acquis ses compétences en matière de drones auprès d'un constructeur français auquel elle achète le *Crécerelle* – qui devient *Ugglan*. Par la suite, Saab Aerosystems et CybAero développent leurs propres modèles de mini-drones tactiques de reconnaissance. Ainsi, Saab conçoit les démonstrateurs *Sharc* (*Swedish highly Advanced Research Configuration*) et le *FILUR* (*Flying Innovative Law-Observable Unmanned*

<sup>141</sup> Cf. Carpel, Gabrielle, « Project Zero : l'aéronef futuriste d'AW », *Air&Cosmos*, n° 2383, 22 novembre 2013, p. 28.

<sup>142</sup> Cf. Springer, Paul J., *op. cit.*, p. 80-81.

<sup>143</sup> Cf. Musquère, Anne, « L'Atlante, un drone pour l'Espagne », *Air&Cosmos*, n° 2130, 20 juin 2008, p. 29.

*Research*) : ces drones à voilure fixe testés respectivement à partir de 2002 et 2005 (le *FILUR* est capable d'emporter des munitions en soute pour la destruction des défenses anti-aériennes), et la participation aux essais de l'*Eagle* d'EADS en 2002, permettent au constructeur de rejoindre le projet transeuropéen *Neuron* (le MoU est signé avec Dassault en 2003 et un accord intergouvernemental en 2005). Et le constructeur suédois avait également lancé des études sur un drone HALE de 30 mètres d'envergure et d'une masse de 8 tonnes, le *Glanden*. En matière de DVT, Saab a développé le *RP6 Midget* (jamais entré en production) et le *Skeldar* de 95 kg avec une endurance de 5 heures et susceptible de mener des missions en complète autonomie. Le *Skeldar* reprend la structure aérodynamique de l'*APID55* (*Autonomous Probe for Industrial Data Acquisition*) de CybAero destiné à des missions tant civiles que militaires (ISR, guerre électronique, recherche et sauvetage)<sup>144</sup>.

**Norvège** – C'est la société norvégienne Prox Dynamics AS qui a développé le *Black Hornet Nano* précité : un poids de 16 grammes, une mensuration de 10 cm sur 2,5 cm. Dérivé du *PD-100 Personal Reconnaissance System* développé à partir de 2008, il emporte une caméra et son émetteur vidéo, un GPS et un ordinateur de bord. Les images sont transmises jusqu'à une distance de 800 mètres sur une tablette durcie résistant à des conditions extrêmes. Si certains commentaires ont pu douter des performances réels du *Black Hornet*, les forces britanniques en ont acquis plusieurs centaines utilisés comme éclaireurs en Afghanistan, l'Armée norvégienne étant également dotée de ce micro-drone militaire opérationnel.

Micro-drone « éclaireur » **Black Hornet Nano**

Propulsion : **monorotor électrique**  
Longueur : **10 cm** ; Hauteur : **2,5 cm**  
Masse : **16 g** ; Vitesse max : **35 km/h**  
Rayon d'action : **800 m** \*

\* Limité par la transmission du flux vidéo.

**Pays-Bas** – Les Pays-Bas se sont équipés de *Skylark* israéliens, d'*Aladin* allemands et de *Sperwer* français, qui ont tous participé à l'appui des troupes néerlandaises déployées en Afghanistan. Cependant, les Pays-Bas à travers une division d'EADS ont mis au point un petit véhicule cargo aérien autonome, le *SPADES*, capable de larguer par parachute une charge légère de fret (vivres, munitions, etc.) à moins de 100 mètres de sa cible<sup>145</sup>.

Le bataillon d'infanterie du Royal Netherlands Marine Corps, les Forces spéciales néerlandaises et les escadrons de reconnaissance sont dotés de mini-drones de courte portée *RQ-11 Raven* d'AeroVironment. Vingt-cinq systèmes *Raven* chacun pourvu de trois vecteurs aériens sont en service (165.000 euros l'unité), dont neuf se sont écrasés à cause de leur instabilité dans le vent et dans la pluie.

Afin de remplacer les *Sperwer* de Sagem (retirés du service en juin 2011), l'armée néerlandaise a décidé de s'équiper de deux systèmes *ScanEagle* américains, chaque système étant composé de trois vecteurs aériens. Les opérateurs des futurs *ScanEagle* s'entraînaient

<sup>144</sup> Cf. Springer, Paul J., *op. cit.*, p. 80.

<sup>145</sup> Cf. Springer, Paul J., *op. cit.*, p. 80.

dès le début 2012 aux Etats-Unis, alors que les systèmes devraient être pleinement opérationnels fin 2014.

Et le 21 novembre 2013, La Haye a annoncé son intention de se doter de quatre drones *MQ-9 Reaper* avant 2017. Avec une station-sol et une « station de décollage-atterrissage », il s'agit pour l'armée néerlandaise de soutenir un déploiement en opérations extérieures par une capacité ISR accrue, car il n'est pas prévu, dans un premier temps, d'armer les vecteurs<sup>146</sup>.

**Autriche** – L'Autriche dispose d'une industrie de renommée mondiale. D'abord avec le constructeur Schiebel (*Camcopter S-100*), et ensuite avec le motoriste Rotax, celui-la même qu'a choisi General Atomics pour équiper ses *Predator A*.

**Belgique** – La Belgique a acquis en 1998, six premiers drones *RQ-5 Hunter* avec deux stations-sol, augmentant ensuite sa flotte à dix-neuf exemplaires<sup>147</sup>. Ces drones de reconnaissance turbopropulsés de fabrication israélo-américaine (IAI et Northrop Grumman), ont une envergure de 8,9 m pour une longueur de 7 m et peuvent emporter une charge utile de 90 kg avec un rayon d'action de 260 km. Ils sont incorporés au sein de l'armée de l'Air, stationnés dans la province de Liège, et ont participé à de nombreuses missions : par exemple, six d'entre eux ont été déployés en Bosnie (2005) et quatre affectés aux opérations de l'Eufor-RDC (2006)<sup>148</sup>.

**Danemark** – Malgré un format relativement modeste, l'armée danoise a acquis en septembre 2007, douze *RQ-11 Raven* d'AeroVironment. Ceux-ci sont affectés au *Huntsmen Corps* et au Centre d'entraînement de l'artillerie.

**Pologne** – En Pologne, c'est l'Ecole polytechnique de Rzeszowska (PRz) à travers son programme « *Studenckie Koło Naukowe Lotników* » (SKNL) qui mène la plupart des études sur les drones (*PR-1 Szpion*, *PR-2 Gacek*, *PR-5 Wiewior*). La société Flytronic a produit les plates-formes de mini-drones *FlyEye*.

L'Armée polonaise déployée aux côtés des Américains sur le théâtre afghan a acquis une expérience importante en matière d'utilisation de drones de reconnaissance. Suivant le plan de modernisation annoncé en 2013, les forces polonaises devraient bénéficier, d'ici à 2020, d'un renouvellement de matériels portant sur 33,6 milliards d'euros qui ne pourra faire l'impasse sur les drones.

### Des coopérations transeuropéennes à géométrie variable

Les projets transeuropéens, c'est-à-dire impliquant une coopération européenne à géométrie variable, concernent différents types de drones militaires. Les difficultés budgétaires et surtout l'absence d'ambition stratégique ont récemment scellé le sort funeste de deux programmes de développement de drones MALE.

Ainsi, le programme du *RQ-4 Euro Hawk*, fondé sur une coopération américano-européenne entre Northrop Grumman et EADS, semble définitivement enterré suite à l'annu-

---

<sup>146</sup> Cf. Gaudin, Gérard, et Steuer, Guillaume, « La Haye sous influence américaine », *Air&Cosmos*, n° 2384, 29 novembre 2013, p. 31.

<sup>147</sup> Cf. Mekdour, Mehdi, *op. cit.*, p. 8.

<sup>148</sup> Cf. *ibid.*, p. 8-9.

lation de la participation de l'Allemagne, le 14 mai 2013 (quatre machines auraient dû être exploitées par la Luftwaffe pour des missions de renseignement électronique – SIGINT), faute d'arriver à faire certifier l'appareil par l'agence européenne de sécurité aérienne (*European Aviation Safety Agency – EASA*)<sup>149</sup>. Ce renoncement induit la perte des 500 millions d'euros déjà engagés par Berlin dans le programme<sup>150</sup>.

Le programme de démonstrateur de drone polyvalent (reconnaissance/combat) *Barracuda* d'EADS Cassidian était destiné, à l'origine, à remplacer les chasseurs bombardiers *Tornado* de la Bundeswehr. Le premier vol s'est déroulé le 2 avril 2006 près de Murcie en Espagne, mais le prototype s'est abîmé en mer lors d'un atterrissage en septembre 2006. D'une envergure de 7,22 m, d'une longueur de 8,25 m, d'une masse maxi-male au décollage de plus de 3.000 kg, le *Barracuda* est propulsé par un réacteur de Pratt & Whitney Canada. Depuis 2009, les essais en vol se déroulent à partir de la base militaire canadienne de Goose Bay. Au total, il comptabilise plus de 540 tests au sol et 13 tests en vol, ce qui permet alors à Cassidian d'étudier les aspects fondamentaux du vol télépilote/automatisé, y compris le développement de systèmes anti-collisions en vol de type TCAS. Mais la remise en cause des ambitions allemandes en matière de drones en 2013, a figé tous les projets dans lesquels Berlin était partie prenante.

Un projet européen baptisé *Talarion*, confié à EADS-Cassidian et regroupant l'Allemagne, la France et l'Espagne, avait déjà été reporté vers une éventuelle mise en service en 2025<sup>151</sup>. Il s'agissait de concevoir un drone MALE avant que le programme ne soit formellement abandonné pour des considérations financières<sup>152</sup>.

Ces projets avortés semblent favoriser les programmes tel que le *Watchkeeper* ou le *Mantis*, ou encore les *Neuron* et *Taranis* s'agissant des plates-formes d'un futur drone de combat, programmes dans lesquels le Royaume-Uni et la France devancent d'éventuelles coopérations renforcées élargies à d'autres partenaires européens.

Initié en 2003, le projet *Neuron* entend étudier la faisabilité d'un drone aérien MALE polyvalent à plate-forme furtive (signature radar et signature infrarouge), capable d'emporter des bombes à guidage laser de 250 kg. En 2005, six pays acceptent de participer au projet chapeauté par Dassault Aviation : l'Espagne, la France, la Grèce, l'Italie, la Suède et la Suisse.

La maîtrise d'œuvre du projet octroyée par la DGA à Dassault, pour un montant de 405 millions d'euros, permet de maintenir un niveau d'excellence technologique indispensable au développement de futurs aéronaves militaires<sup>153</sup>. Malgré une compétition fratricide entre géants industriels, l'UCAV-D *Neuron* a effectué son premier vol d'essai le 1<sup>er</sup> décembre 2012<sup>154</sup>. Puis la phase « industrielle » des essais en vol a repris le 7 octobre 2013, sur la base d'Istres. Elle devrait être suivie, à l'horizon 2014-2015, par une campagne d'essais en vol « étatiques »<sup>155</sup>.

---

<sup>149</sup> Cf. « Pas d'Euro Hawk pour Berlin », *Air&Cosmos*, n° 2359, 17 mai 2013, p. 6.

<sup>150</sup> Cf. *Défense et Sécurité Internationale-DSI*, n° 94, juillet-août 2013, p. 26.

<sup>151</sup> Cf. Mekdour, Mehdi, *op. cit.*, p. 4.

<sup>152</sup> Le développement du drone Male *Talarion* d'EADS, développé sur fonds propres (trois années d'étude de réduction des risques), avait été évalué à 1,2 milliard d'euros. Cf. Steuer, Guillaume, et, Musquère, Anne, « EADS veut sauver le soldat Talarion », *Air&Cosmos*, n° 2281, 30 septembre 2011, p. 31

<sup>153</sup> Cf. Reigneaud, Antonin, *op. cit.*, p. 25.

<sup>154</sup> Cf. Brooke-Holland, Louisa, *op. cit.*, p. 8.

<sup>155</sup> Cf. Steuer, Guillaume, « Retour en vol du Neuron », *Air&Cosmos*, n° 2380, 1<sup>er</sup> novembre 2013, p. 43.

Force est de constater l'absence de l'Allemagne et du Royaume-Uni au sein du consortium du projet *Neuron*. Toutefois, le succès d'un programme ambitieux dépend à la fois d'une stratégie industrielle réellement « intégrée » et opérationnelle, soutenue par une volonté politique pérenne.

Or, la configuration de cette coopération n'est peut-être pas encore « gelée » : en effet, les accords de Lancaster House, signés en 2010 entre la France et le Royaume-Uni, portant sur une coopération bilatérale renforcée dans le domaine de l'armement, se prolongent notamment vers une collaboration entre BAE et Dassault dans la conception de drones MALE. En ce sens, le Royaume-Uni et la France ont signé, en juillet 2012, deux mémorandums d'entente (MoU – *Memoranda of Understanding*) : le premier concerne la coopération sur le programme du drone de reconnaissance *Watchkeeper*, le second la conception d'un futur UCAS-D franco-britannique, appelé *Future Combat Air System Demonstrator* (FCAS-D)<sup>156</sup>.

Le premier programme, déjà très abouti, implique une coopération industrielle franco-britannique en collaboration avec l'Israélien Elbit Systems. Devant succéder aux drones *Hermes 450* en service dans l'Armée britannique depuis 2007, le *Watchkeeper* est un drone de reconnaissance conçu pour voler à 5.000 mètres d'altitude avec un rayon d'action de 200 km extensible avec des relais satellites (le programme se base sur les drones *Hermes 450* et *Hermes 180* d'Elbit Systems, devenus *WK 450* et *WK 180*). Equipé pour des missions ISR (caméras ultrasensibles, systèmes optroniques de suivi des mouvements, module laser), il n'est pas prévu d'en faire un drone armé (la charge utile « britannique » du *Watchkeeper* doit emporter une boule optronique et un radar)<sup>157</sup>. Le programme *Watchkeeper* a été confié à Thales, maître d'œuvre d'un consortium de six entreprises, avec un budget global de 1,2 milliard d'euros. Produit par U-TacS (*UAV Tactical Systems*) à Leicester, le premier vol du *Watchkeeper* (ou *WK-450*) a eu lieu au Pays de Galles, le 14 avril 2010. Il est utile de préciser que le capital de la société U-TacS se répartit entre Elbit Systems (51%) et Thales UK (49%) – Thales étant lui-même détenu par l'Etat français (27%) et Dassault Aviation (25,9%).

Pour remplacer ses *Sperwer* devant être retirés du service au plus tard en 2017, l'armée de Terre, en France, espère profiter du retour d'expérience des militaires britanniques dans le cadre du programme *Watchkeeper*. En 2011 déjà, le 61<sup>ème</sup> régiment d'artillerie de Chaumont et le 32<sup>ème</sup> régiment de la Royal Artillery de Larkhill ont fait l'objet d'un jumelage : des soldats britanniques ont assisté à des exercices avec des *Sperwer* et des mini-drones DRAC en mai 2012, puis des personnels français se sont rendus en Grande-Bretagne pour les essais du *Watchkeeper* et devaient se familiariser, courant 2013, avec la mise en œuvre du système. Enfin, deux de ces drones et une station-sol devraient être stationnés sur la base de Chaumont. Toutefois, de nouveaux retards ont encore repoussé la mise en service du *Watchkeeper* qui revêt une importance particulière en Grande-Bretagne, le MoD ayant engagé 800 millions de livres pour l'achat d'une cinquantaine de drones<sup>158</sup>. Certes, la *Military Aviation Authority* (MAA) a accordé à Thales UK le « certificat de type » au *Watchkeeper*. Néanmoins, la date de mise en service du drone dans la British Army restait en suspens à l'automne 2013<sup>159</sup>.

---

<sup>156</sup> A propos des MoU de juillet 2012, cf. Brooke-Holland, Louisa, *op. cit.*, p. 10.

<sup>157</sup> Cf. Steuer, Guillaume, « Les grandes ambitions françaises du *Watchkeeper* », *Air&Cosmos*, n° 2316, 8 juin 2012, p. 31.

<sup>158</sup> Cf. Steuer, Guillaume, *op. cit.*, p. 30-31.

<sup>159</sup> Cf. « *Watchkeeper* se rapproche de sa mise en service », *Air&Cosmos*, n° 2377, 11 octobre 2013, p. 6.

Le deuxième programme concerne le drone *Mantis*. Lancé en 2006 par BAE Systems, il s'agit d'un démonstrateur de drone MALE d'abord conçu pour des missions ISR<sup>160</sup>, qui, ensuite, pourrait mener à une version armée légère. Les partenaires de BAE sur le programme *Mantis* ont été choisis dans un cadre international débordant les frontières de l'Europe : Rolls-Royce, QinetiQ, GE Aviation, L3 Wescam, Meggitt, Lola, Raven, Corax et même l'indien Kingfisher y ont été associés. Toutefois, le MoD s'inquiétant de possibles dépassements budgétaires (il a déjà injecté 440 millions de livres), il n'excluait pas d'inviter EADS à participer au programme à condition que la France, l'Espace et/ou l'Italie montrent un intérêt réel pour le *Mantis*<sup>161</sup>. Mais en définitive, le démonstrateur *Mantis* aura surtout inspiré le projet de futur drone *Telemos* de BAE et Dassault, qui ressemble à un *MQ-1C Predator/Avenger*<sup>162</sup>. Suivant la formule et l'aérodynamique retenues, un futur drone MALE opérationnel pourrait être dérivé du *Telemos* à l'horizon 2020<sup>163</sup>.

Pendant que Dassault développe son *Neuron*, le MoD a révélé en octobre 2013 le lancement des essais en vol du démonstrateur du drone de combat furtif 100% britannique, nommé *Taranis*. Celui-ci est entré, à partir de juillet 2012, dans le cadre du FCAS-DPPP (*Demonstration Programme Preparation Phase*) franco-britannique qui fait du *Taranis* et du *Neuron* des « bancs d'essais technologiques »<sup>164</sup>. Ainsi, le contrat FCAS-DPP Phase 1 devrait être notifié en 2014 : il vise le développement des briques technologiques d'un futur démonstrateur commun (période 2014-2016). La deuxième phase concernera alors la fabrication et les essais en vol du démonstrateur (fabrication 2016-2018, essais autour de 2020) et pourrait être ouverte à d'autres partenaires européens<sup>165</sup>.

Dans la lignée des démonstrateurs *Neuron* et *Taranis*, le futur drone de combat franco-britannique – et peut-être européen – devrait être un monoréacteur à propulsion fiable et de faible consommation, doté de capteurs de nouvelle génération (une antenne radar multifonctions combinant une imagerie à très haute résolution, des applications de communication et de guerre électronique – Thales et Selex ES ont déjà présenté un projet de coopération). Ce futur drone de combat répond au calendrier de remplacement des *MQ-9* de la RAF dans le cadre du programme Scavenger (définition des besoins en drones ISR armés pour la période 2018-2030) et sans doute des prochains *Reaper* français<sup>166</sup>.

Concernant ensuite les drones à voilure tournante, EADS DS Military Air Systems, basé en Allemagne, a développé dans le plus grand secret, le démonstrateur *Sharc* (2,5 mètres de haut, 70 cm de diamètre, 1,20 mètres de hauteur, deux rotors contrarotatifs) dont le premier vol a eu lieu en juin 2007. Il affiche 190 kg de masse maximale au décollage emportant 60 kg de charge utile (capteurs optiques et infrarouges, ou un radar SAR). Mais quelle cohérence alors qu'EADS développe en même temps l'*Orka* (coopération entre la France et

---

<sup>160</sup> Encore appelées ISTAR (acquisition de renseignements, surveillance, acquisition d'objectifs et reconnaissance).

<sup>161</sup> A propos des programmes *Watchkeeper* et *Mantis*, cf. notamment, Brooke-Holland, Louisa, *op. cit.*, p. 10 ; cf. aussi, *L'astucieuse stratégie britannique autour de Watchkeeper et du Mantis*, 3 mai 2010, [page consultée le 26 septembre 2013 sur : <http://www.aeroplans.fr/Drones/Drones>].

<sup>162</sup> Cf. Bombeau, Bernard, « La PSDC, victime collatérale », *Air&Cosmos*, n° 2279, 16 septembre 2011, p. 43.

<sup>163</sup> Cf. Steuer, Guillaume, « Les industriels de la défense sous pression », *Air&Cosmos*, n° 2317, 15 juin 2012, p. 15.

<sup>164</sup> Cf. Steuer, Guillaume, « Drones de combat. Londres et Paris mènent la danse », *Air&Cosmos*, n° 2380, 1<sup>er</sup> novembre 2013, p. 42.

<sup>165</sup> Cf. *idib.*, p. 42-43.

<sup>166</sup> Cf. *idib.*, p. 43.

l'Allemagne) pouvant embarquer une charge optronique et un radar (150 kg de charge utile avec une endurance de 8 heures) pour un besoin affirmé des armées (surveillance côtière, lutte anti-surface, renseignement pour les troupes terrestres). En fait, le *Sharc* – à ne pas confondre avec le *Sharc* suédois à voilure fixe – se situait entre l'*Orka* et un autre DVT de très petite taille, le *Scorpio*, spécialisé dans l'appui aux troupes au sol dans un rayon de 10 km<sup>167</sup>. Et EADS développe aussi un micro-drone, le *Tracker* de 7,5 kg avec une envergure de 1,4 mètre et une autonomie d'une heure.

### ***L'Agence européenne de défense (AED)***

En Europe, *MQ-1 Predator* et *MQ-9 Reaper* équipent déjà l'Italie et le Royaume-Uni. Le *Reaper* doit entrer en dotation en France à partir de décembre 2013 et l'Allemagne et les Pays-Bas seraient sur les rangs pour d'éventuelles commandes. C'est pourquoi l'AED souhaitait mobiliser ce « club Reaper » dans le cadre de sa logique de « *pooling and sharing* » (mutualisation et partage).

Certes, il est peu probable de voir émerger des drones MALE européens avant au moins 2020-2025, d'autant que la *Common Staff Target* soumis aux ministres de la défense des Etats membres de l'AED, à la mi-novembre 2013, se limite encore à des objectifs définis en termes généraux devant permettre d'emporter un maximum d'adhésions. Finalement, le 19 novembre, sept Etats (Allemagne, France, Grèce, Espagne, Italie, Pays-Bas, Pologne) se sont engagés, d'une part, à développer la future génération de drones MALE européens, et d'autre part, à identifier, par l'intermédiaire de l'AED, les opportunités de coopération en matière de R&D (afin de maintenir la compétitivité de l'industrie européenne), comme à d'optimiser leurs activités d'entraînement (zone commune et formation), de logistique et de maintenance (soutien) ainsi qu'à assurer l'interopérabilité des flottes nationales (exploitation)<sup>168</sup>. Il faut ajouter qu'un second groupe comprenant l'Autriche, la Belgique, la République tchèque et le Royaume-Uni, préfère se tenir en retrait, prêt à investir au cas par cas en fonction des implications technologiques.

L'AED avait lancé, dès 2009, une étude des technologies « *Sense & Avoid* » pour des drones HALE (*Technology demonstration study on Sense & Avoid technologies for Long Endurance UAV*) aboutissant au projet Midcas (*Mid-Air Collision Avoidance System*) entre cinq pays (Allemagne, Espagne, France, Italie, Suède). Ce dernier projet coordonné par la Suède (Saab) entend faciliter la certification et l'intégration d'un futur drone MALE européen dans l'espace aérien (en coopération avec l'AESA et d'autres agences nationales de sécurité aéronautique dont la FAA), par la mise au point de technologies « voir et éviter »<sup>169</sup>.

### ***L'Organisation du traité de l'Atlantique nord (OTAN)***

A travers les structures de l'OTAN, dans le cadre de la « *Smart Defence Initiative* » (SDI) visant à améliorer les capacités militaires des alliés et face à leurs lacunes en matière de renseignement, les Etats-Unis organisent la « coopération » transatlantique dans le domaine des systèmes de drones. Parmi la vingtaine de projets de coopération de la SDI, l'Alliance atlantique poursuit son programme AGS (*Alliance Ground Surveillance*) de surveillance terrestre aéroportée dont les 13 membres initiaux (Bulgarie, République tchèque, Estonie,

<sup>167</sup> Cf. Musquère, Anne, « Le *Sharc* d'EADS prend son envol », *Air&Cosmos*, n° 2084, 29 juin 2007, p. 32.

<sup>168</sup> Cf. Steuer, Guillaume, « Drones : l'axe européen », *Air&Cosmos*, n° 2379, 25 octobre 2013, p. 36.

<sup>169</sup> Cf. Steuer, Guillaume, « Préparer la future génération de drones », entretien avec Claude-France Arnould, *Air&Cosmos*, n° 2379, 25 octobre 2013, p. 37.

Allemagne, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Norvège, Roumanie, Slovaquie, Etats-Unis) doivent acquérir une flotte de cinq drones stratégiques *RQ-4B Global Hawk* en version Block 40, qui seront enregistrés sous pavillon otanien et stationnés sur la base aérienne de Sigonella, en Sicile. Le programme d'acquisition signé en mai 2012, au Sommet de Chicago, devrait être opérationnel en 2017. L'achat des vecteurs de projection et des équipements associés représente un coût de plus d'1 milliard d'euros, le fonctionnement de l'AGS pendant les vingt prochaines années plus de 2 milliards d'euros<sup>170</sup>. La France et le Royaume-Uni devraient apporter un complément avec l'apport de leurs propres systèmes (le système *Sentinel* britannique a déjà été accepté par l'OTAN)<sup>171</sup>. Maintes fois retardée, l'AGS risque à présent de souffrir du retrait de l'Allemagne du programme *Euro Hawk* (dérivé du *RQ-4*) tenant au défaut de certification.

Sur le plan opérationnel, l'OTAN a lancé le programme avancé *System Concept and Integration* (SCI) qui élabore des concepts d'opérations conjointes utilisant à la fois drones et aéronefs pilotés. Et le chant des sirènes atlantistes résonne d'autant plus fort que les systèmes de drones ont vocation à perpétuer une sujétion technologique au sein de systèmes de forces complexes.

### C. LES INCIDENCES STRATEGIQUES DE L'INTEGRATION TECHNOLOGIQUE

Le plein rendement des systèmes de drones ne peut être atteint sans une intégration dans un ensemble plus vaste de systèmes interconnectés, notamment par le couplage avec les systèmes spatiaux et le maillage des systèmes de transmission de l'information, comme cela a déjà été mentionné. Cela implique une série de réflexion revêtant chacune une dimension stratégique majeure pour les Etats maîtrisant la technologie et/ou équipés de drones militaires :

- la première concerne l'interopérabilité des forces armées et la dépendance qu'elle induit vis-à-vis du partenaire le plus apte à maîtriser l'ensemble des segments nécessaires au déploiement et à l'utilisation opérationnelle des systèmes de drones ;
- les deux questions suivantes associent, d'une part, l'automatisation des systèmes de drones et, d'autre part, la sujétion des systèmes de drones à la guerre électronique ;
- toutes les trois gravitent autour d'une question centrale, celle du degré d'indépendance stratégique des forces militaires dotées de ces nouveaux moyens de projection que sont les drones.

En effet, les drones comme les autres plates-formes aériennes ou maritimes, sont une forme de projections de force<sup>172</sup>. Moyen de renseignement et moyen de projection, le « système drone » paraît particulièrement adapté aux conflits asymétriques en même temps qu'il participe à renforcer cette asymétrie entre les forces en présence. Ils peuvent se révéler particulièrement efficaces à la condition de disposer des relais de transmission et de navigation nécessaires à l'accomplissement de leurs missions en réduisant la boucle de décision entre la détection d'une cible et la frappe destinée à la neutraliser. Peu de pays disposent de capacités de transmission et de navigation assurant une couverture globale permanente (ou même à une échelle régionale), indépendante et fiable. Cela implique pour la plupart des Etats qui s'équipent de systèmes de drones une dépendance par rapport à des

<sup>170</sup> Cf. Gaudin, Gérard, et, Steuer, Guillaume, « L'Otan appelle à la coopération intelligente », *Air&Cosmos*, n° 2314, 25 mai 2012, p. 21.

<sup>171</sup> Cf. Brooke-Holland, Louisa, *op. cit.*, p. 18.

<sup>172</sup> Cf. Hazelton, Jacqueline L., « Drones : What Are They Good For ? », *Parameters* 42(4)/43(1), Winter-Spring 2013, p. 30.

systèmes « alliés ». Ainsi, l'interopérabilité devient un facteur essentiel, un multiplicateur de puissance (interopérabilité entre les systèmes d'un même pays et interopérabilité entre les forces alliées)<sup>173</sup>.

Conscient du rôle relatif que joue la dissuasion nucléaire en ce début de XXI<sup>e</sup> siècle, les Etats-Unis « ont trouvé un substitut pour maintenir leur influence sur leurs partenaires. Le recours systématique à la haute technologie leur offre cette opportunité et [...] l'interopérabilité prend une dimension nouvelle »<sup>174</sup>. Or, Washington sait qu'il domine dans le domaine du C3I, ce qui lui confère un indéniable « avantage comparatif ». En d'autres termes, l'interopérabilité sert à maintenir l'hégémonie américaine, car « *Ce qui compte, c'est de rester « compatibles » avec le partenaire américain [...] l'allié le plus puissant, qui est également le « mieux disant » technologique* »<sup>175</sup>. Et les systèmes de drones s'inscrivent dans cette logique.

Les facteurs de vulnérabilité ont été abordés précédemment, dont la très forte dépendance de l'« aérorobotique » vis-à-vis de l'électronique embarquée. Les grands prédateurs de drones, mises à part les défenses anti-aériennes conventionnelles, sont les mesures de nature électromagnétique visant à brouiller les transmissions ou à endommager les composants électroniques.

C'est pourquoi l'automatisation des systèmes de drones est sérieusement envisagée afin qu'ils puissent effectuer leurs missions sans assistance ni relais. L'automatisation s'accompagne nécessairement de contre-mesures électroniques (ECM) capables de résister aux brouilleurs. A l'heure actuelle, les drones ne sont pas encore complètement autonomes et les autorités politiques s'inquiètent des conséquences de cette automatisation. A ce titre, le gouvernement britannique, par la voix du ministre de la défense, conscient que le dysfonctionnement d'un système de drones pourrait se révéler désastreux, considère que quel que soit le degré d'automatisation, les drones doivent présenter le même niveau de sécurité, voire un niveau plus élevé, que celui exigé pour les avions de combat pilotés<sup>176</sup>. Ainsi, la « fuite en avant » technologique vers l'automatisation ou la robotisation complète des systèmes d'armes, tels que les drones, semble inéluctable.

Aux Etats-Unis, le Pentagone se prépare activement à l'automatisation en exprimant expressément la volonté de dominer le spectre électromagnétique et le cyberspace afin de contrer les brouillages adverses. Dans la vision stratégique américaine, les conflits de demain se mèneront et se gagneront dans les espaces électromagnétique et cybernétique qui convergent d'ores et déjà pour ne plus en faire qu'un seul<sup>177</sup>.

La « guerre des drones » est engagée ce qui implique de maîtriser non seulement les technologies aéronautiques, électroniques et optiques, mais encore le spectre électromagnétique et l'espace cybernétique. La montée en puissance progressive et méthodique des capacités militaires et spatiales chinoises laisse entrevoir, à terme, un concurrent de taille au moins à l'échelle régionale de l'Asie-Pacifique. En Russie où la rente pétrolière cache mal l'état de délabrement et les retards accumulés par l'industrie de défense – malgré les annonces d'investissements massifs dans les technologies militaires –, l'intérêt de

---

<sup>173</sup> Cf. Boyer, Yves, *op.cit.*, p. 712.

<sup>174</sup> *Ibid.*

<sup>175</sup> Cf. *ibid.*, p. 713.

<sup>176</sup> Cf. Brooke-Holland, Louisa, *op. cit.*, p. 16.

<sup>177</sup> Cf. Sheldon-Duplaix, Alexandre, « Le Laser naval, les drones et le futur de la marine américaine », *Défense et Sécurité Internationale-DSI*, n° 94, juillet-août 2013, p. 101.

développer une flotte aérienne composée de drones s'impose d'elle-même. Toutefois, la couverture réduite de systèmes hérités de l'Union soviétique, comme le *Glonass* par exemple, devrait limiter le déploiement et la projection des futurs systèmes de drones russes à des zones d'intérêt directement périphériques. Quant aux pays européens équipés de drones, ils resteront très majoritairement dépendants du bon vouloir des Etats-Unis, à moins de limiter leurs opérations à des zones militairement faibles, peu développées, peu structurées.

Mais surtout la prolifération des systèmes de drones induit un risque accru d'utilisation de la force armée dans des zones de conflictualité interétatique de voisinage, voire d'utilisations intra-étatiques par des Etats en proie à des dissensions internes. En effet, en-dehors de leurs missions d'espionnage, les drones armés peuvent remplir des opérations traditionnellement dévolues soit aux services secrets soit aux forces spéciales dans leur capacité à cibler un individu ou une infrastructure. En cela, l'utilisation des systèmes de drones pourrait fragiliser les relations internationales.

### 3. LE SEISME « JURIDICO-STRATEGIQUE » DE LA « GUERRE DES DRONES »

Le 3 novembre 2002, un drone *Predator MQ-1* rôde au-dessus du Yémen. En toute discrétion, il participe à une opération conjointe de la CIA (*Central Intelligence Agency*) et du JSCO (*Joint Special Operations Command*). Rebaptisé *MQ-1B*, il a été modifié et emporte deux missiles antichars *Hellfire*. Ayant repéré sa cible, il déclenche une frappe sur le véhicule d'Ali Al-Harithi, un terroriste suspecté d'avoir planifié l'attentat du 12 octobre 2000 contre l'*USS Cole*, à Aden. Cette frappe a été mentionnée précédemment au titre du « permis de tuer » accordé aux drones, mais parmi les cinq autres occupants du véhicule se trouvait un certain Ahmed Hijazi (encore nommé Kamal Derwish). Ce dernier, considéré comme appartenant à un groupe de soutien à Al-Qaïda, était un binational possédant la nationalité américaine.

Que faut-il retenir de cet exemple parmi d'autres ? Qu'aux Etats-Unis, la loi anti-terroriste serait supérieure au *Bill of Rights* accordant à tout citoyen Américain le droit à un procès équitable (en d'autres termes qui proscribit les exécutions extrajudiciaires – V<sup>e</sup> amendement) ? Que la nature extraterritoriale de ces frappes – qui ne sont pas uniquement le fait de drones – pourrait se passer de l'accord formelle et préalable des autorités nationales du territoire sur lequel elles ont lieu, alors même que les Etats-Unis ne sont pas en guerre contre ces Etats ?

#### A. LES « FRAPPES CIBLEES » A L'AMERICAINE

De 2002 à 2009, les frappes menées par les drones *MQ-1B Predator* et *MQ-9 Reaper* sont encore dans une « phase test ». Elles vont s'intensifier à partir de l'arrivée à la présidence des Etats-Unis de Barack Obama. Avant d'être nobélisé, le candidat Obama avait prévenu l'allié pakistanais : durant sa campagne, il affirmait que si Islamabad n'était pas capable de neutraliser Al-Qaïda, il agirait afin de protéger le peuple américain<sup>178</sup>. Dans la « guerre sans frontières » contre le terrorisme, les frappes de drones ont été engagées en Afghanistan, en Irak, au Pakistan, au Yémen et en Somalie.

Entre 2009 et fin 2012, ces frappes se sont intensifiées : elles auraient causé la mort de 2.128 personnes au Pakistan dont 102 civils, et 415 morts au Yémen, parmi lesquels 82 civils. Si le Congrès est périodiquement informé de ces chiffres, il reste difficile d'en vérifier la véracité (les rapports sur les résultats des frappes et les éventuels dommages collatéraux étant classifiés). Au Pakistan, les frappes se concentrent essentiellement sur les zones tribales à la frontière avec l'Afghanistan, territoires sur lesquels Islamabad a peu d'emprise et où se sont repliés de nombreux combattants talibans et/ou affiliés à Al-Qaïda<sup>179</sup>. Au Yémen, l'intensification des frappes correspond à l'inscription de l'AQPA (Al-Qaïda dans la péninsule arabique), en janvier 2010, sur la liste des organisations terroristes de l'administration américaine.

En parallèle, un travail minutieux a été entrepris par des associations visant à répertorier les annonces officielles et à les recouper avec les informations sur le terrain. D'une part, la *New America Foundation* a répertorié, entre juin 2004 et octobre 2012, 334 attaques

<sup>178</sup> Cf. Llenza, Michael S., « Targeted Killings in Pakistan: A Defense », *Global Security Studies*, vol. 2, Spring 2011, p. 49.

<sup>179</sup> Cf. *ibid.*, p. 48.

de drones (dont 288, soit 86%, menées sous l'Administration Obama). Celles-ci auraient fait entre 1.886 et 3.191 morts, ce qui équivaut à une moyenne de 5,6 à 9,5 décès par frappe. D'autre part, *The Bureau of Investigative Journalism* recoupant ses propres données sur les frappes au Pakistan pour la même période (juin 2004-octobre 2012) a recensé 346 frappes causant entre 2.570 et 3.337 morts, auxquels s'ajoutent de 1.232 à 1.366 blessés. La même association de journalistes a répertorié entre 40 et 50 frappes au Yémen, tuant entre 357 et 1.026 personnes, et de 3 à 9 frappes en Somalie causant entre 58 et 170 morts<sup>180</sup>. Pour finir de compliquer ce décompte, la CIA aurait procédé, cette fois entre 2002 et 2012, à 351 frappes de drones au Pakistan (48 sous G.W. Bush), à 53 frappes au Yémen (1 seule sous l'Administration Bush) et à 2 attaques menées par des drones en Somalie, uniquement sous l'ère Obama<sup>181</sup>.

La complexité de ces estimations tient aussi à la nécessité de distinguer les frappes de drones de celles effectuées avec d'autres vecteurs, comme au Yémen, le 17 décembre 2009, où c'est un missile tiré depuis un navire de l'US Navy qui touche le village d'Al-Maajala tuant 50 personnes, ou encore au printemps 2012, quand les forces américaines ont appuyé l'offensive militaire yéménite contre le groupe Ansar Al-Sharia en combinant des frappes de drones et d'avions de combat<sup>182</sup>.

Aux Etats-Unis, les « frappes ciblées » obéissent à un processus de décision appelé « *kill chain* ». Le président se trouve au dernier échelon de cette chaîne décisionnaire<sup>183</sup>. Chaque mardi, le président révise et approuve la « *kill list* ». En fait, il reçoit deux listes : la première est proposée par le JSOC qui dépend du Pentagone, c'est-à-dire de structures et de règles d'engagement militaires ; la seconde est présentée par la CIA, agence de renseignement civile qui ne répond pas aux mêmes « garde-fous », c'est-à-dire aux contraintes de l'usage de la force par des autorités militaires. En outre, la CIA confie l'exécution de certaines missions à des sous-traitants privés dont les salariés peuvent être autant des agents de maintenance, des interprètes images que des « télépilotes » (tels que ceux de la SAIC, une société privée d'armement, payés environ 250.000 dollars par an). Or, d'autres pays pourraient être tentés d'avoir recours à des opérateurs privés, ce qui revient à privatiser l'utilisation de capacités létales – pour ne pas parler de mercenariat –, ou à leurs agences de renseignement dont les opérations sont par définition secrètes.

L'administration américaine répète à longueur de temps quatre arguments en faveur de l'usage des drones :

- une efficacité accrue pour neutraliser les membres de groupes terroristes permettant d'éviter les pertes humaines civiles (dommages collatéraux) ;
- à l'appui de la précédente assertion, l'administration exhibe de très bons résultats pour éliminer des « cibles de haute valeur » (*high value targets*) ;
- que cette stratégie accentue la pression sur les organisations terroristes ;
- enfin, que les coûts d'utilisation plaident en faveur des frappes de drones (*cost-benefit analysis*)<sup>184</sup>.

<sup>180</sup> Cf. notamment Boyle, Michael J., *op. cit.*, p. 5.

<sup>181</sup> Cf. Tandler, Jaclyn, *Known and Unknowns : President Obama's Lethal Drone Doctrine*, Fondation pour la Recherche Stratégique, note n°07/13, avril 2013, p. 1.

<sup>182</sup> Cf. *La guerre des Etats-Unis au Yémen. Les attaques de drones*, Rapport au Rapporteur spécial sur la promotion et la protection des droits de l'homme et des libertés fondamentales dans la lutte antiterroriste, Fondation Alkarama, Genève, juin 2013, p. 4.

<sup>183</sup> A propos de la « *kill list* », cf. notamment, Tandler, Jaclyn, *op. cit.*, p. 2.

<sup>184</sup> Cf. notamment, Boyle, Michael J., *op. cit.*, p. 4.

Certes, les drones sont d'une efficacité redoutable comme en août 2010, au Sud Waziristan, dans les zones tribales pakistanaises : un *MQ-1B Predator* reconnaît Baitullah Mehsud sur le toit en terrasse d'une mairie dont son père est l'édile. Un missile *AGM-114 Hellfire* pulvérise Mehsud, le chef originel du *Tehrik-e-Taliban Pakistan* (TTP), soupçonné d'être responsable d'attaques terroristes en Afghanistan et au Pakistan, avec ses sept gardes du corps, un de ses lieutenants, sa femme, son oncle et ses beaux-parents<sup>185</sup>. Carton plein !

Estimant que les « frappes ciblées » étaient « légales, éthiques et précises », le président Obama a par ailleurs indiqué à propos des « *kill lists* », que la menace représentée par chacune des cibles proposées (par le Pentagone ou la CIA) devait être sérieuse et pas spéculative<sup>186</sup>. Ainsi, il semble que les cibles doivent être nominatives, autrement dit des terroristes connus pour planifier des attaques terroristes, les « *high-value targets* ». Or, cela devrait exclure les frappes dites « sur signatures » ciblant des groupes de personnes menant des activités terroristes mais dont l'identité n'est pas individuellement connue ou identifiée. Cependant, il est à présent admis que ces frappes peuvent prendre pour cibles des militants dont on ne connaît pas l'identité exacte mais qui constituent une menace imminente pour les intérêts des Etats-Unis par leur participation à des activités suspectes. Reste à savoir ce qui constitue une menace imminente<sup>187</sup> ?

Quoiqu'il en soit, la participation directe aux hostilités ne semble plus l'élément cardinal de la distinction entre militaires et civils. Il n'y aurait donc plus à prouver qu'une future cible humaine ait participé à tel ou tel acte, d'autant plus que les dossiers des « *kill lists* » sont classifiés ? Un chauffeur de pick-up au Waziristan représente-t-il une menace imminente<sup>188</sup> ?

En 2009, le directeur de la CIA, Léon Panetta, indiquait que si des femmes et des enfants étaient présents lors de l'identification d'une cible, la règle consistait à ne pas déclencher de frappes<sup>189</sup>. Mais le 30 septembre 2011, Anwar al-Awlaqi (Anwar bin Nasser bin Abdullah al-Awlaqi), imam d'origine yéménite mais de nationalité américaine et prédicateur de la filière yéménite d'Al-Qaïda, était pulvérisé dans la province d'Al-Jawf (Yémen) avec ses enfants et ses neveux, tous mineurs, par le tir d'un drone américain qui élimina également Samir Khan, un informaticien américain d'origine pakistanaise.

Les détracteurs des « frappes ciblées » dénoncent les effets pervers de ce mode opératoire. Avec ces « assassinats ciblés », pas de prisonniers, pas de procès obligeant à innocenter ou à condamner<sup>190</sup>. Dans les régimes parlementaires tendant à l'Etat de droit, le principe veut qu'aucune autorité judiciaire ne soit habilitée à prononcer une exécution sans procès. A cet égard, les « frappes ciblées » relèvent d'exécutions de nature extrajudiciaire. Par ailleurs, le survol des zones tribales par des drones, au Pakistan ou au Yémen, crée un sentiment de paranoïa parmi les terroristes mais aussi au sein des populations civiles qui sont en première ligne et craignent de se trouver au mauvais endroit au mauvais moment. En Afghanistan, par exemple, c'est une frappe de drone sur un convoi de véhicules dont les occupants ont été confondus avec des combattants insurgés, causant la mort de 23 civils, qui émut l'opinion

<sup>185</sup> Cf. notamment, Llenza, Michael S., *op. cit.*, p. 47.

<sup>186</sup> Cf. Brooke-Holland, Louisa, *op. cit.*, p. 17.

<sup>187</sup> A propos de la nature des cibles, cf. notamment, Tandler, Jaclyn, *op. cit.*, p. 2 ; Kramer, Cheri, « The Legality of Targeted Drone Attacks as U.S. Policy », *Santa Clara Journal of International Law*, vol. 9, Issue 2, 2011, p. 383 ; *La guerre des Etats-Unis au Yémen. Les attaques de drones*, *op. cit.*, p. 5.

<sup>188</sup> Cf. Kramer, Cheri, *op. cit.*, p. 386.

<sup>189</sup> Cf. Tandler, Jaclyn, *op. cit.*, p. 2.

<sup>190</sup> Cf. Boyle, Michael J., *op. cit.*, p. 25.

publique<sup>191</sup>. Et les populations sont encore la cible des représailles des terroristes car certaines frappes nécessitent du renseignement humain, des informateurs sur le terrain. De nombreux commentateurs remarquent encore que la stratégie des « assassinats ciblés » non seulement accentue le sentiment anti-américain et favorise le recrutement de combattants clamant vengeance, mais rend aussi la collecte d'informations et l'anticipation d'attaques terroristes moins efficaces<sup>192</sup>.

Ainsi, la critique considère que les « frappes ciblées » américaines laissent une série de questions en suspens :

- est-ce que l'utilisation des drones sert vraiment les intérêts américains ?
- les drones réussissent-ils vraiment à neutraliser les mouvements insurrectionnels ?
- les drones sont-ils partie d'une stratégie globale de lutte contre le terrorisme ou un simple vecteur de la guerre contre le terrorisme<sup>193</sup> ?

Les « frappes ciblées » à partir de drones ont également été employées par Israël lors de l'opération « Plomb durci » dans la bande de Gaza (2009). En un peu plus de trois semaines, 48 civils palestiniens auraient trouvé la mort – la prudence semble de mise eu égard au statut des « combattants » ou « membres » du Hamas. Au Soudan aussi, deux drones israéliens ont visé un convoi transportant de l'armement d'origine iranienne (notamment des missiles *Fajr-3*), tuant une cinquantaine de personnes<sup>194</sup>.

Le gouvernement britannique dont les premiers *Reaper* déployés en Afghanistan à partir de 2007 étaient pilotés par des personnels du 39<sup>ème</sup> escadron de la RAF depuis le Nevada, a admis avoir effectué des frappes air-sol avec ses UCAV à partir de 2008. Les drones de la RAF auraient officiellement utilisé 297 missiles *Hellfire* et 52 bombes guidées par laser (soit un total de 349 munitions utilisées)<sup>195</sup>. Le MoD a aussi dévoilé que des personnels de la RAF avaient piloté des drones de l'US Air Force en Afghanistan mais aussi en Irak et en Libye, précisant qu'au cours de ces opérations il ne s'agissait pas pour eux de mener des frappes<sup>196</sup>.

Plus récemment, le 25 octobre 2013, le Parlement britannique a rendu publique une enquête diligentée auprès d'industriels du secteur des drones et de l'armement, d'organismes institutionnels (MoD) et de centres de recherche. Il y est indiqué que les *MQ-9 Reaper* de la RAF totalisaient 50.000 heures de vol au 31 août 2013 (160.000 heures de vol en missions ISR pour toute la flotte britannique), et avaient largué depuis mai 2008, 418 munitions guidées (missiles *Hellfire* et bombes *GBU-12*)<sup>197</sup>. Cela signifierait qu'une soixantaine de munitions auraient été utilisées entre la fin 2012 et la fin août 2013.

Au Royaume-Uni comme aux Etats-Unis, la remise en cause des « frappes ciblées » a résulté de dommages collatéraux survenus en Afghanistan, le 25 mars 2011, lorsqu'un *Reaper* britannique visant deux pick-up tua deux insurgés mais aussi quatre civils et en blessa deux

---

<sup>191</sup> Cf. Mekdour, Mehdi, *op. cit.*, p. 9.

<sup>192</sup> Cf. Hazelton, Jacqueline L., *op. cit.*, p. 31 ; Boyle, Michael J., *op. cit.*, p. 20 et 21 ; Martin, Helen J., *op. cit.*, p. 2 ; Mekdour, Mehdi, *op. cit.*, p. 15.

<sup>193</sup> A ce titre, cf. notamment, Foust, Joshua, and Boyle, Ashley S., *The Strategic Context of Lethal Drones. A framework for discussion*, American Security Project, Perspective, August 16, 2012, 12 p.

<sup>194</sup> A propos des frappes israéliennes, cf. Mekdour, Mehdi, *op. cit.*, p. 9.

<sup>195</sup> Cf. Brooke-Holland, Louisa, *op. cit.*, p. 7 et 12.

<sup>196</sup> Cf. *ibid.*, p. 14.

<sup>197</sup> Cf. Steuer, Guillaume, « Drones Reaper. Le MoD britannique répond aux critiques », *Air&Cosmos*, n° 2380, 1<sup>er</sup> novembre 2013, p. 50.

autres. Mais suite à l'enquête menée par l'*International Security Assistance Force* (ISAF), le gouvernement britannique a assuré que les opérateurs du drone avaient respecté toutes les règles d'engagement et les procédures de tir propres à l'ISAF<sup>198</sup>. Par sécurité sans doute, dans le rapport précité du 25 octobre 2013, le MoD indique que les opérateurs des *Reaper* britanniques peuvent joindre par téléphone des conseillers juridiques 24h/24 et 365 jours par an<sup>199</sup>.

## B. LA THEORIE DE L'USAGE DE LA FORCE MALMENE

Les autorités militaires peuvent faire usage de la force dans des cas déterminés par le droit international public et dans le respect du droit international humanitaire, c'est-à-dire de règles énoncées par la Charte des Nations Unies et de celles énoncées par les conventions de Genève.

Ce sont les « frappes ciblées » et la « guerre anti-terroriste » qui sont ici en jeu – des actes unilatéraux –, alors que le vecteur, qu'il s'agisse d'un missile tiré depuis un navire ou à partir d'un drone, importe peu. En ce sens, le Rapporteur spécial des Nations Unies sur les exécutions arbitraires, Philip Alston, a affirmé en mai 2010 que les frappes de drones ne diffèrent pas de celles effectuées depuis ou avec un autre vecteur, et que la question juridique majeure consistait, comme pour tout type d'armement, à savoir si ces frappes sont conformes au droit international humanitaire – ou droit des conflits armés<sup>200</sup>. Certes, il existe encore des opérations secrètes à caractère coercitif et, le cas échéant, à caractère létal, mais qui, sans bases légales, peuvent être considérées comme une agression, un acte de guerre ou de terrorisme d'Etat par celui qui en est victime.

Si l'administration américaine a pu estimer se trouver dans une zone floue du droit international, il paraîtrait plus approprié qu'à l'instar des pilotes de chasse ou des frappes de missiles, les opérateurs de drones aient à respecter le droit des conflits armés<sup>201</sup>. Le problème est que leurs actes pourraient être assimilés à des crimes de guerre<sup>202</sup>. En d'autres termes, cela implique que l'opérateur puisse prendre ses décisions, conformément aux exigences posées par les conventions de Genève, sur la base des données et informations qu'il reçoit des capteurs. L'opérateur doit pouvoir :

- vérifier que les cibles sont militaires ou participent directement aux hostilités ;
- prendre toutes les précautions possibles pour minimiser les pertes civiles ;
- s'assurer que les attaques ne causent pas de dommages et pertes disproportionnées<sup>203</sup>.

**L'exercice de la légitime défense** – Les juristes du gouvernement américain invoquent deux bases légales de droit interne justifiant la légalité des frappes létales. D'une part, la Constitution américaine habilitant le président à protéger la nation contre toute menace imminente ou acte d'agression contre le territoire et/ou les intérêts américains. D'autre part, ils exhibent l'AUMF (*Authorization to Use Military Force*), une « résolution conjointe » adoptée par le Congrès trois jours après le 11 septembre 2001, qui confie au président la

<sup>198</sup> Cf. Brooke-Holland, Louisa, *op. cit.*, p. 12.

<sup>199</sup> Cf. Steuer, Guillaume, « Drones Reaper. Le MoD britannique répond aux critiques », *op. cit.*, p. 50.

<sup>200</sup> Cf. Brooke-Holland, Louisa, *op. cit.*, p. 15.

<sup>201</sup> Cf. Hazelton, Jacqueline L., *op. cit.*, p. 30.

<sup>202</sup> Cf. notamment, Llenza, Michael S., *op. cit.*, p. 50.

<sup>203</sup> Cf. Martin, Helen J., *op. cit.*, p. 2-3.

capacité d'utiliser tous les moyens coercitifs appropriés, y compris l'usage de la force, contre ceux qui ont planifié, décidé ou aidé à la réalisation des attentats de New York et de Washington. Cela a été interprété comme incluant les forces associées à Al-Qaïda<sup>204</sup>.

L'administration américaine se fonde également sur le principe de légitime défense de l'article 51 de la Charte des Nations Unies, une position réitérée en mars 2010 par le conseiller juridique du Département d'Etat devant l'ASIL (*American Society of International Law*) : il décrit l'Afghanistan comme une opération extérieure destinée à défaire Al-Qaïda et les groupes terroristes qui lui sont affiliés, ce qui englobe, parmi les co-belligérants, les membres d'AQAP au Yémen par exemple<sup>205</sup>.

Toutefois, invoquer le principe de légitime défense nécessite, en droit international, que l'acte d'agression soit caractérisé suivant l'avis de la Commission du droit international relatif à la notion d'« agression ». En outre, la légitime défense telle que prévue par le droit international emporte avec elle une série de conditions (conflit armé interétatique, contrôle du Conseil de sécurité, proportionnalité et nécessité de la riposte) loin d'être strictement établie dans le cadre de la guerre anti-terroriste.

La Charte des Nations Unies autorise l'usage de la force sous la responsabilité du Conseil de sécurité. Dans le cas d'espèce, la Résolution 1368 du Conseil (12 septembre 2001) a reconnu le droit de légitime défense afin de traduire devant la justice les auteurs, organisateurs et commanditaires des attaques terroristes mais, pas plus que la Résolution 1378 (28 septembre) sur la lutte contre le terrorisme, elle n'autorise à renverser le régime des talibans préalablement à l'intervention américaine en Afghanistan, en octobre 2001. En admettant une interprétation extensive visant les talibans au pouvoir à Kaboul, l'exercice du droit de légitime défense aurait dû s'achever avec la chute du régime et la désignation par la *Loya Jirga* d'urgence, en 2002, du président Hamid Karzaï. Aussi, les Etats-Unis continuent à utiliser la force uniquement parce que les autorités afghanes ont expressément demandé leur assistance. Mais considérant que l'ISAF demeure implantée en Afghanistan sur invitation du gouvernement local, il ne peut alors être question de légitime défense<sup>206</sup>.

Cela amène à s'interroger sur la nature du conflit : l'Administration Bush considérait déjà que la guerre globale contre la terreur n'était pas encadrée par le droit humanitaire car elle se trouvait dans une faille du droit international, c'est-à-dire entre un conflit international et un conflit non international<sup>207</sup>. Et l'Administration Obama s'est alignée sur la position de la Cour Suprême dans l'affaire *Hamdan v. Rumsfeld* en considérant qu'il s'agissait d'un conflit « non international »<sup>208</sup>. C'est là toute la difficulté de caractériser un conflit contre une organisation protéiforme, celle d'Al-Qaïda, et d'insurgés tels que les talibans.

En 2010, le Département d'Etat a précisé au Sous-Comité en charge des Affaires étrangères et de la Sécurité nationale de la Chambre des Représentants, que les Etats-Unis étaient engagés dans un conflit armé contre les terroristes et qu'ils pouvaient se défendre en utilisant la force conformément au droit de la guerre, incluant les « assassinats ciblés ». Mais

---

<sup>204</sup> Cf. Tandler, Jaclyn, *op. cit.*, p. 3.

<sup>205</sup> Cf. *Targeting Operations with Drone Technology: Humanitarian Law Implications*, Background Note for the American Society of International Law, Human Rights Institute, Columbia Law School, March 2011, p. 4-5.

<sup>206</sup> Cf. O'Connell, Mary Ellen, Short, Robert, and, Short, Marion, *Drones under International Law*, International Debate Series, Washington University Law, October 2010, p. 4.

<sup>207</sup> A propos de la nature du conflit, cf. notamment, Kramer, Cheri, *op. cit.*, p. 382.

<sup>208</sup> Cf. O'Connell, Mary Ellen, Short, Robert, and, Short, Marion, *op. cit.*, p. 5.

certaines spécialistes du droit international ont remis en cause la qualification de « conflit armé », notamment concernant les opérations au Pakistan, en rappelant que celle-ci exigeait au moins deux critères : la présence de groupes armés organisés et l'existence de combats intenses<sup>209</sup>. A cet égard, ils estiment que les attaques d'Al-Qaïda et des talibans étaient trop sporadiques et trop rarement effectuées avec le concours direct de l'Etat pakistanais pour que le conflit armé soit caractérisé<sup>210</sup>. En outre, ils rappellent que l'exercice de la légitime défense ne peut pas se fonder sur une éventuelle agression armée et que des présomptions ne suffisent pas<sup>211</sup>.

De même il convient de rappeler que lorsque des militants armés sont stationnés à une frontière, même longuement, et qu'ils mènent des incursions armées sur un territoire mitoyen, cela n'ouvre pas systématiquement le droit à la légitime défense de l'article 51 de la Charte. C'est alors à l'Etat victime de prendre toutes les mesures nécessaires pour défendre son territoire<sup>212</sup>. Mais en aucun cas celui-ci n'est autorisé à poursuivre des individus ou des groupes d'individus en-dehors de son territoire<sup>213</sup>. En fait, les Etats-Unis se comportent au Pakistan, au Yémen et en Somalie comme une force contre-insurrectionnelle<sup>214</sup>.

Cependant, les Etats-Unis ont une conception très large de la légitime défense, suivant une interprétation unilatérale qui s'étend à trois cas :

- la réaction à une agression armée ;
- l'usage de la force préventive contre une agression armée imminente ;
- la réaction à une menace permanente<sup>215</sup>.

Les défenseurs de cette acception de la légitime défense invoquent l'affaire du *Caroline* (1837) – ce navire ravitaillait des insurgés harassant les forces britanniques au Canada. Finalement, le *Caroline* fut coulé par les Anglais dans les eaux américaines. A l'époque, les deux nations considérèrent que les attaques répétées des insurgés ouvraient le droit de légitime défense conformément au droit international. Quant aux opérations menées au Pakistan ou au Yémen, les mêmes auteurs déterrent l'affaire de l'île Amélia, datant de 1817. Cet îlot sous souveraineté espagnole était infesté de pirates qui écumaient la Floride. Pour justifier l'occupation américaine de l'île, les Etats-Unis invoquèrent l'incapacité espagnole à contrôler sa possession<sup>216</sup>. Le Pakistan aurait-il failli à tout mettre en œuvre afin d'empêcher les terroristes à agir depuis son territoire ? En ce sens, le candidat Obama avait prévenu Islamabad.

Enfin, les contempteurs du droit international n'hésitent pas à citer, à l'appui de leur raisonnement, l'opinion divergente d'un juge de la CIJ, qui, en 2005, estimait que la définition de la légitime défense n'était plus adaptée à la pratique internationale. C'est ainsi que les Etats-Unis seraient fondés à se défendre contre des groupes armés non étatiques

---

<sup>209</sup> Cf. O'Connell, Mary Ellen, « The International Law of Drones », *The American Society of International Law*, vol. XIV, n°36, Novembre 12, 2010 [<http://www.asil.org/insights/volume/14/issue/37/international-law-drones>].

<sup>210</sup> Cf. Mekdour, Mehdi, *op. cit.*, p. 14.

<sup>211</sup> Cf. O'Connell, Mary Ellen, Short, Robert, and, Short, Marion, *op. cit.*, p. 5.

<sup>212</sup> Cf. CIJ, *Activités armées sur le territoire du Congo (Congo c. Ouganda)*, arrêt du 19 décembre 2005, *Rec. CIJ*, p. 301.

<sup>213</sup> Cf. O'Connell, Mary Ellen, Short, Robert, and, Short, Marion, *op. cit.*, p. 5-6.

<sup>214</sup> Cf. Boyle, Michael J., *op. cit.*, p. 19.

<sup>215</sup> Cf. notamment, Llenza, Michael S., « Targeted Killings in Pakistan: A Defense », *Global Security Studies*, vol. 2, Spring 2011, p. 52.

<sup>216</sup> Cf. *ibid.*, p. 51.

conformément à l'article 51 de la Charte des Nations Unies (le cœur du *jus ad bellum*)<sup>217</sup>. Les pourfendeurs de cette dilution du droit international notent que le droit interne des Etats-Unis cohabite avec le droit international depuis 200 ans sans que cela ait amoindri ou déprécié la souveraineté américaine<sup>218</sup>.

***Nécessité et proportionnalité*** – L'usage de la force dans le cadre de la légitime défense exige le respect de deux principes : le principe de proportionnalité et le principe de nécessité. Le premier implique que les pertes et les dommages infligés aux civils ne soient pas disproportionnés par rapport à la valeur des objectifs militaires, le second que le recours à la force soit justifié<sup>219</sup>.

L'administration américaine considère que les « frappes ciblées » répondent au principe de proportionnalité en ce qu'elles permettent de réduire l'étendue des dommages et le nombre de victimes collatérales<sup>220</sup>. Et les mêmes autorités n'hésitent pas à utiliser l'expression de « frappes chirurgicales » (en les comparant à un tir d'artillerie) et à préciser qu'elles n'infligent pas de souffrances inutiles (sans doute compte tenu de leur nature et de leur objectif, une élimination létale)<sup>221</sup>.

Pourtant, si les autorités américaines se félicitent d'avoir éliminé une vingtaine de chefs d'Al-Qaïda et considèrent avoir décapité l'organisation, des voix sceptiques comme des experts du contre-terrorisme s'interrogent sur la nécessité et la proportionnalité des frappes militaires qui déforment le droit de la guerre (*jus in bello*)<sup>222</sup>. D'abord, le recours aux drones contre des populations guerrières (où partir à la guerre est un honneur) démontre une faible détermination à engager des troupes au sol. Le ressentiment n'en est que plus grand. Ensuite, il paraît difficile de soutenir qu'une frappe faisant vingt, douze ou six victimes soit proportionnée par rapport à l'objectif de tuer une personne nommément désignée par une « *kill list* »<sup>223</sup>. D'ailleurs, les drones armés sont conçus pour des opérations militaires et non des opérations de police (*law enforcement*) qui utiliseraient des missiles *Hellfire* et des bombes de 250 kg à l'encontre du grand banditisme, même de criminels récidivistes<sup>224</sup>.

Certains défenseurs des « frappes ciblées » n'hésitent pas à se référer à la réussite du programme de frappes d'Israël à Gaza, obligeant les terroristes du Hamas à se terrer, à se couper de leurs contacts et de leur base. Mais l'Afghanistan, le Pakistan ou le Yémen ne sont pas Gaza, et lorsqu'un chef est éliminé ou empêché, d'autres prennent le relais. Ils expliquent sans détours que les services de sécurité israéliens travaillent main dans la main avec les médias afin de faire accepter cette stratégie par la population israélienne. Et l'auteur de conclure que les « frappes ciblées » sont les meilleurs expédients et une méthode « humanitaire » pour neutraliser les terroristes<sup>225</sup>.

---

<sup>217</sup> Cf. *ibid.*, p. 52.

<sup>218</sup> Cf. Kramer, Cheri, *op. cit.*, p. 396.

<sup>219</sup> Cf. O'Connell, Mary Ellen, Short, Robert, and, Short, Marion, *op. cit.*, p. 2.

<sup>220</sup> Cf. notamment, Tandler, Jaclyn, *op. cit.*, p. 4 ; Mekdour, Mehdi, *op. cit.*, p. 14.

<sup>221</sup> Cf. Kramer, Cheri, *op. cit.*, p. 389.

<sup>222</sup> Cf. *ibid.*, p. 395.

<sup>223</sup> Cf. O'Connell, Mary Ellen, Short, Robert, and, Short, Marion, *op. cit.*, p. 8.

<sup>224</sup> Cf. *ibid.*, p. 1-2.

<sup>225</sup> Cf. Llenza, Michael S., *op. cit.*, p. 55-56.

*Des frappes opportunistes* – Revenant à la question de l'étendue géographique de la guerre contre le terrorisme et dans ce cadre à l'accomplissement de « frappes ciblées », Jacqueline Hazelton, critique à l'égard des arguments du gouvernement américain, rappelle qu'il y a les territoires où les Etats-Unis sont en guerre et ceux où ils ne le sont pas, les territoires où Washington a la permission d'intervenir et ceux où il ne l'a pas – ou pas toujours<sup>226</sup>.

Au Pakistan, les Etats-Unis ont mené des opérations sur invitation du gouvernement. L'ancien président, Pervez Musharraf (2001-2008), a admis avoir donné son consentement à des frappes de drones, précisant que la cible devait être isolée. Et s'il est arrivé à plusieurs reprises que le Pakistan condamne des frappes menées dans les zones tribales, les câbles de WikiLeaks ont révélé que le Premier ministre, Youssouf Raza Gilani (2008-2012), protestait devant le parlement mais qu'en réalité, il se formalisait peu de ces frappes. Toujours en ce sens, le 12 novembre 2008, le président Asif Ali Zardari (2008-2013) déclarait que ce mode opératoire ne l'inquiétait pas<sup>227</sup>.

Pourtant, en mars 2012, le parlement pakistanais a expressément appelé à l'arrêt des frappes<sup>228</sup>. Puis, lors de sa récente visite à la Maison Blanche, le 23 octobre 2013, l'actuel Premier ministre pakistanais, Nawaz Sharif, a officiellement demandé au président Obama de faire cesser les frappes de drones<sup>229</sup>. Il faut dire que Nawaz Sharif s'est engagé à ouvrir un dialogue avec les talibans afin de restaurer la paix civile. Mais les Etats-Unis transigeront-ils sans obtenir de gages sur l'indéfectible loyauté des autorités pakistanaises, et en particulier de leurs services de renseignement intérieur, dans la guerre contre le terrorisme ?

Cette dernière question a reçu une réponse éclatante, le 31 octobre 2013 : après l'exécution précitée de Baitullah Mehsud, le chef des talibans au Pakistan, une nouvelle frappe menée par un drone américain près de Miranshah, au Waziristan du Nord, a éliminé son successeur, Hakimullah Mehsud. Cette fois, c'est le ministre de l'Intérieur, Nasir Ali Khan, qui est monté sur le front médiatique pour fustiger une violation de la souveraineté pakistanaise risquant de saboter les discussions de paix, lui-même relayé par le président afghan, Hamid Karzaï, estimant que le moment était « mal choisi »<sup>230</sup>.

Pourtant, d'autres sources affirment que les experts pakistanais reconnaissent que les opérations de ratissage des militaires d'Islamabad font plus de victimes collatérales et sont moins efficaces que les frappes de drones<sup>231</sup>. Par ailleurs, l'US Air Force dispose de la base de Shamsi, au cœur du Pakistan, à partir de laquelle sont menées des frappes sur l'Afghanistan. Enfin, il est pertinent de noter que jamais le Pakistan ne s'est plaint des drones américains devant le Conseil de sécurité ou l'Assemblée générale des Nations Unies<sup>232</sup>.

Au Yémen, les attaques terroristes contre des intérêts américains sont trop intermittentes pour invoquer la légitime défense. En fait, l'ex-président Ali Abdallah Saleh (1990-2012)

---

<sup>226</sup> Cf. Hazelton, Jacqueline L., *op. cit.*, p. 32.

<sup>227</sup> Cf. Dawood, Ahmed, « Rethinking Anti-Drone Legal Strategies: Questioning Pakistani and Yemeni "Consent" », *Yale Journal of International Affairs*, vol. 8, n° 2, Summer 2013, p. 6.

<sup>228</sup> Cf. Boyle, Michael J., *op. cit.*, p. 17.

<sup>229</sup> Cf. Saint-Hippolyte, Stanislas (de), « Pakistan : Nawaz Sharif demande à Obama la fin des frappes de drones », 24 octobre 2013 [<http://www.france24.com/fr/20131024-pakistan-etats-unis-drones-obama-sharif-obama>].

<sup>230</sup> Cf. « Au Pakistan, la mort du chef des talibans fragilise le pouvoir », *Le Monde*, 5 novembre 2013, p. 5.

<sup>231</sup> Cf. Llenza, Michael S., *op. cit.*, p. 54.

<sup>232</sup> Cf. Dawood, Ahmed, *op. cit.*, p. 6.

avait octroyé aux forces armées américaines, dès septembre 2009, un accès total au territoire yéménite pour des opérations anti-terroristes<sup>233</sup>. Puis au printemps 2012 – cela a déjà été mentionné – les forces américaines ont appuyé l’offensive militaire yéménite contre Ansar Al-Sharia avec des drones et des avions de combat, sous le mandat du nouveau président Abd al-Rab Mansour al-Hadi (mandat intérimaire en 2011, nomination définitive en 2012)<sup>234</sup>.

Mais les plus contestables sont les frappes menées en Somalie, courant 2006, car celles-ci l’ont été à la demande de l’Ethiopie. Cette fois, au regard du droit international, leur légalité paraît plus que douteuse.

Les détracteurs des « frappes ciblées » critiquent encore les contours flous des frontières de la guerre contre le terrorisme et des limites de ce mode opératoire en demandant pourquoi ne pas cibler, un jour ou l’autre, les terroristes abrités en Arabie Séoudite, en Egypte ou en Indonésie. Et s’il fallait éliminer le danger partout où il se trouve, alors pourquoi ne pas cibler les terroristes repliés en Allemagne, au Royaume-Uni, en France, en Belgique, au Canada, et même ceux implantés aux Etats-Unis. Ils réfutent l’argument selon lequel certains pays seraient moins capables que d’autres de faire face à la menace terroriste, car le droit international ne définit nulle part ce que sont les capacités d’un Etat fort et/ou d’un Etat faible<sup>235</sup>.

A nouveau les drones de la CIA et ceux d’opérateurs privés posent question quant au cadre juridique dans lequel ils opèrent, notamment en cas d’incidents. Le risque n’appartient pas à la fiction puisque des agents de la société Blackwater, employés en Afghanistan et au Pakistan, étaient chargés de fixer des bombes à guidage laser sur des drones. Or, une d’entre elles s’est détachée lors d’une mission, ne faisant semble-t-il aucun mort ni aucun blessé<sup>236</sup>. Qui serait responsable en cas de dommages ou de décès accidentels ?

La participation des personnels de la CIA est attestée au nord-ouest du Pakistan, au Yémen et en Somalie. Mais quel est le statut légal de la CIA dans un conflit armé ? Quelles sont les règles d’engagement de la CIA en droit humanitaire ? Quelle est encore la formation des personnels de l’Agence ? En droit, ces personnels demeurent dans une zone grise entre les membres des forces armées et des civils participant directement aux hostilités<sup>237</sup>. Les soldats sont soumis aux normes et usages du droit de la guerre et peuvent être poursuivis, le cas échéant, pour crimes de guerre. Les civils participant directement aux hostilités, eux, peuvent être poursuivis pour des infractions relevant du droit interne de leur pays (les Etats-Unis pour la CIA ou les employés de sociétés privées) ou d’autres pays (ayant été victimes de leurs « activités » ou de leurs « exactions »)<sup>238</sup>.

Quelle peut être la position du gouvernement de Sa Majesté dont les forces armées sont sans doute les plus proches de celles des Etats-Unis, au point d’avoir mené, elles aussi, des frappes de drones – au moins – en Afghanistan ? Comme cela a été évoqué, selon le gouvernement britannique, les règles morales, éthiques et juridiques des opérations menées par des drones sont les mêmes que celles existantes pour les avions de combat pilotés. Ceci

---

<sup>233</sup> Cf. *La guerre des Etats-Unis au Yémen. Les attaques de drones*, *op. cit.*, p. 3.

<sup>234</sup> Cf. Dawood, Ahmed, *op. cit.*, p. 4.

<sup>235</sup> Cf. O’Connell, Mary Ellen, Short, Robert, and, Short, Marion, *op. cit.*, p. 6.

<sup>236</sup> Cf. Mekdour, Mehdi, *op. cit.*, p. 9.

<sup>237</sup> Cf. *Targeting Operations with Drone Technology: Humanitarian Law Implications*, Background Note for the American Society of International Law, Human Rights Institute, Columbia Law School, March 2011, p. 28.

<sup>238</sup> Cf. *ibid.*, p. 29.

étant dit, le MoD perçoit tout de même la nécessité, à terme, d'adapter sa doctrine à l'intégration des drones dans de futurs engagements, leurs caractéristiques différant de celles des avions de combat précités<sup>239</sup>.

S'agissant des règles d'engagement des *MQ-9 Reaper* de la RAF, les autorités britanniques répètent leur partition, estimant qu'elles sont identiques à celles des avions de combat conventionnels<sup>240</sup>. Néanmoins, le Royaume-Uni avance que le plus grand problème éthique soulevé par les systèmes de drones tient dans le fait qu'ils rendent l'acte de tuer trop facile<sup>241</sup>. En d'autres termes, mener la guerre en limitant le nombre de morts dans son camp présente le risque de décourager la recherche d'une solution politique.

La France, qui percevra ces deux premiers *Reaper* en décembre 2013, certes non armés, et devrait les déployer sur des théâtres d'opérations en Afrique sub-saharienne, est confrontée d'ores et déjà au même questionnement anticipant la détention de drones de combat : peut-on respecter le droit international lors de « frappes ciblées » ? Comment justifier le principe de nécessité et respecter le principe de proportionnalité ? Dans quel cadre des « frappes létales » auront-elles lieu, en opérations extérieures de quelle nature (rétablissement ou maintien de la paix, légitime défense) ? Quelles modifications législatives faudra-t-il éventuellement apporter dans l'hypothèse d'une externalisation de certains segments des systèmes de drones ? La réflexion a été entamée au sein des cercles militaires en espérant que l'échelon politique prenne pleinement sa part dans l'intégration de ces nouveaux systèmes d'armes indispensables à la conduite des opérations et à la modernisation des armées.

### C. LES SOURCES DE TENSIONS INTERETATIQUES

Le 21 juin 2010, l'Américano-Pakistanaï, Faisal Shahzad, qui avait placé une bombe à Times Square, a avoué au juge de la cour fédérale de Manhattan qu'il voulait venger les frappes de drones en Irak et en Afghanistan, et notamment l'assassinat de Baitullah Mehsud en août 2009<sup>242</sup>. C'est un des effets pervers des « frappes ciblées » dans la guerre contre le terrorisme.

Parce que les drones de combat sont « télécommandés » parfois à des milliers de kilomètres du théâtre d'opérations, les frappes de drones sont considérées comme « l'arme du lâche », celle du « risque zéro », comparées par exemple au raid des Forces spéciales qui mit un terme à la cavale d'Oussama Ben Laden<sup>243</sup>. Cette désincarnation du combat se limitant à un tableau de commandes, cet éloignement entre l'homme et la machine favorise l'opacité des missions menées par les drones. En-dehors des milieux autorisés, combien d'Américains savent-ils que les drones de l'US Air Force ont fourni des renseignements aux militaires français déployés au Mali ? Combien de Français savent-ils que les *Harfang* de l'armée de l'Air ont surveillé de G8 à Evian (2003), les commémorations des 60 ans du débarquement en Normandie (2004), la visite du Pape à Lourdes (2008) ? Et les citoyens belges savent-ils que « leurs » *Hunter* ont participé à des missions au Congo ? C'est en ce sens que les drones sont aussi qualifiés d'« arme invisible » ou « discrète ».

---

<sup>239</sup> Cf. Brooke-Holland, Louisa, *op. cit.*, p. 14.

<sup>240</sup> Cf. *ibid.*, p. 11.

<sup>241</sup> Cf. *ibid.*, p. 14.

<sup>242</sup> Cf. Boyle, Michael J., *op. cit.*, p. 1.

<sup>243</sup> Cf. Hazelton, Jacqueline L., *op. cit.*, p. 31.

**Un possible effet « boomerang »** – A présent que les Etats-Unis se sont résolument engagés dans une stratégie incorporant des frappes menées avec des drones, certains experts s'interrogent sur les conséquences stratégiques de l'adoption de ce mode opératoire. A ce titre, Michael J. Boyle identifie cinq conséquences ou incidences (« *blowback* »)<sup>244</sup> qui pourraient affecter, à terme, les intérêts américains :

- d'abord, il prévient que d'autres pays pourraient utiliser des drones de manière incompatible avec les intérêts américains, voire les utiliser directement contre ces intérêts ;
- ensuite, il estime que la stabilité du système international se trouvera fragilisée par l'utilisation de drones pouvant mener des incursions dans le but d'éprouver la réaction et/ou de tester les défenses adverses (à cet égard, il convient de citer les drones du Hezbollah ayant pénétré l'espace aérien d'Israël, en octobre 2012, ou encore les incursions de bombardiers lourds et de drones chinois dans l'espace aérien des îles Senkaku, en 2013)<sup>245</sup>, ou à des fins d'espionnage (activités nucléaires de l'Iran), ce qui présente un risque d'escalade (mission d'espionnage confondue avec une attaque en cours) pouvant mener, le cas échéant, à un conflit ouvert ;
- puis, il met en exergue le risque d'accidents dont certains n'auront aucune conséquence, alors que d'autres pourraient exacerber les tensions : il fait directement référence au drone *RQ-11 Raven* de la CIA conçu pour la surveillance d'installations nucléaires qui s'est écrasé en Iran, en décembre 2011 ; non seulement ces avaries ont révélé ou confirmé l'existence d'un programme d'espionnage mais elles ont offert à la curiosité des ingénieurs iraniens des technologies sensibles « *made in U.S.* ». Les conséquences d'un accident pourraient se révéler plus graves encore dans l'hypothèse de drones nucléarisés ;
- il poursuit en déplorant une probable érosion des normes relatives à l'usage de la force dans les relations internationales, que de plus en plus de nations pourraient être amenées à méconnaître ;
- enfin, il pointe la fracture stratégique entre les Etats dotés de drones et des Etats non dotés, illustrée par l'usage de drones israéliens à Gaza, en novembre 2012, pour éliminer le chef du Hamas, Ahmed Jabari, et l'usage interne qui pourrait être fait de drones achetés par des dictatures, notamment afin de prévenir l'émergence de mouvements insurrectionnels (l'auteur de citer en exemple le peuple Ouïghour)<sup>246</sup>.

Comme cela a déjà été abordé, les « frappes ciblées » américaines contribuent à affaiblir la légitimité des gouvernements locaux qui doivent souvent faire face à la colère des populations contre ces agressions étrangères. Car pour que ces gouvernements, pakistanais ou yéménite, puissent convaincre leur propre peuple et rallier les populations tribales, ils doivent faire preuve de loyauté et de crédibilité envers ceux-ci<sup>247</sup>.

**L'accidentologie** – Des accidents peuvent affecter les drones, car leur fiabilité n'est pas à toutes épreuves. En effet, ils peuvent autant être l'objet d'avaries techniques (structure,

---

<sup>244</sup> Le terme « *blowback* » correspond à des incidences survenant longtemps après la réalisation d'un acte.

<sup>245</sup> A propos des tensions relatives aux îles Senkaku, cf. notamment, Pedroletti, Brice, « Pékin joue le durcissement et envoie des avions de chasse en mer de Chine », *Le Monde*, 2 décembre 2013, p. 4 ; Grandereau, Philippe, « Les relations Chine-Japon au bord du naufrage autour des îles Senkaku », *Libération*, 2-3 novembre 2013, p. 13.

<sup>246</sup> A propos des conséquences stratégiques pour les Etats-Unis, cf. Boyle, Michael J., *op. cit.*, pp. 23-26.

<sup>247</sup> Cf. *ibid.*, p. 14 et p. 16-17.

moteurs, perte des fonctions GPS, collisions...), victimes de leurs vulnérabilités (cyber-attaques), ou encore d'erreurs de « télépilotage »<sup>248</sup>.

Au début du XXI<sup>e</sup> siècle, le taux d'accident des UAV était encore cent fois plus élevé que celui des avions pilotés. Cependant, ce chiffre doit être relativisé puisque les technologies évoluant rapidement, les systèmes atteignent rapidement une maturité acceptable entre les premiers prototypes et les systèmes éprouvés et modernisés. Et le taux d'attrition décroît à chaque nouvelle génération, même s'il reste de trois à dix fois supérieur à celui des avions conventionnels<sup>249</sup>. Toutefois, si en 2002 l'US Air Force déplorait un taux d'accident pour le *Predator* de 32,8 pour 100.000 heures de vol, huit ans plus tard, alors que les *MQ-1 Predator A* et *B* sont devenus les « stars » incontestables de l'aéromodélisme de guerre, leur fiabilité serait comparable à celle d'un avion de combat *F-16*<sup>250</sup>.

Toujours sans prétendre à l'exhaustivité, en 2009, le drone tactique *Sperwer* de Sagem était victime d'une perte pour quarante vols, et l'*Hermes 450* d'Elbit Systems déplorait un appareil perdu pour 10.000 heures de vol. Un rapport fourni par le constructeur IAI sur « sa flotte » opérationnelle de drones détaille les principales causes de pertes sur un total de 120.000 heures de vol : commandes de vol (28%), motorisation (24%), erreurs humaines (22%), transmissions (11%), énergie (8%), divers dont givrage (7%)<sup>251</sup>.

Les avaries techniques des drones sont souvent dues aux défauts des moteurs, les variations de température et d'altitude raccourcissant la durée de vie de certaines pièces. A titre d'exemple, l'utilisation opérationnelle intense de drones sur des théâtres d'opérations aux contraintes particulièrement fortes a fait que les Rotax des *Harfang* français devaient partir en atelier toutes les 300 heures<sup>252</sup>.

Revenant au *Hermes 450*, onze d'entre eux se seraient abîmés en Afghanistan depuis 2007, alors que les Etats-Unis déclaraient avoir perdu seulement un *Reaper* suite à des problèmes mécaniques dans la même période (2007-2012). Mais encore une fois, les chiffres doivent être comparés au regard du type de modèle (tactique ou MALE/HALE) : quand l'US Air Force répertorie 79 accidents depuis 2010, ceux-ci doivent être rapportés à une flotte principalement constituée de drones MALE et HALE, alors l'US Army déplorait des pertes plus élevées concernant une flotte largement composée de drones tactiques plus vulnérables, dont 412 *Desert Hawk III* et 25 *T-Hawk* et *Black Hornet*, qui soit se sont écrasés soit ont été détruits (2007-2012)<sup>253</sup>.

Les accidents soulèvent une question de responsabilité civile concernant les drones (question substantielle en cas d'usage de drones en milieu urbain). Déjà, dans le cadre de la mission Eufor-RDC, deux des quatre *Hunter* de l'Armée belge déployés en RDC se sont écrasés causant un mort et deux blessés civils<sup>254</sup>.

---

<sup>248</sup> Cf. Martin, Helen J., *op. cit.*, p. 2.

<sup>249</sup> Cf. Asencio, Michel, Gros, Philippe, et, Patry, Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 38.

<sup>250</sup> Cf. *ibid.*, p. 36.

<sup>251</sup> Cf. *ibid.*, p. 37-38.

<sup>252</sup> Cf. Julian, François, et, Musquère, Anne, « Propulsion : le talon d'Achille des drones en service », *Air&Cosmos*, n° 2278, 9 septembre 2011, p. 12.

<sup>253</sup> Sur les 79 accidents répertoriés par l'US Air Force, des crash ont eu lieu aux Seychelles et à Djibouti, cf. Boyle, Michael J., *op. cit.*, p.24. A propos des chiffres 2007-2012, cf. Brooke-Holland, Louisa, *op. cit.*, p. 13.

<sup>254</sup> Cf. Mekdour, Mehdi, *op. cit.*, p. 9.

Les erreurs de tir et certains dommages collatéraux conjugués à un taux d'attrition relevant pour partie d'erreurs humaines, ont contraint les Etats-Unis à annoncer, en septembre 2012, le renforcement de la formation des opérateurs de drones<sup>255</sup>. Les études médicales ont révélé l'existence de stress important pendant les missions pouvant causer des « *burn-out* » et de conséquences post-traumatiques dues notamment à la vision précise des pertes sur le terrain<sup>256</sup>.

**La formation des opérateurs** – L'un des avantages des drones tient en l'absence de pilotes et d'équipages embarqués qui sont soumis à des limites physiologiques, ont un poids et occupent un certain volume<sup>257</sup>. La question qui se pose alors, puisque les drones n'embarquent ni pilote ni équipage, tient aux compétences requises pour devenir télé-opérateur de drone. En d'autres termes, il s'agit de savoir qui est le plus apte à piloter un drone, un ingénieur ou un pilote ?

La question est d'autant plus pertinente que les systèmes de drones s'inscrivent dans la logique de la robotique. Cela signifie, suivant le niveau d'automatisation des systèmes, que l'opérateur ne prend les commandes que pour effectuer des tâches précises. Or l'automatisation implique des boucles hiérarchiques de contrôle qui, plus l'automatisation est élevée, augmente le risque d'erreurs de programmation. Ainsi, l'opérateur doit travailler avec une intelligence artificielle ce qui nécessite une connaissance approfondie des procédures propres à l'automatisation des systèmes. Autrement dit, l'opérateur doit connaître les procédures lui permettant de contrôler mais aussi d'interférer avec la machine sans endommager ses fonctions automatiques<sup>258</sup>.

A côté des contraintes liées à l'automatisation, les capacités cognitives ont également été étudiées : les tâches cognitives de l'opérateur tiennent à la communication et au pilotage du drone – parfois uniquement sur le théâtre d'opérations. Concernant un drone MALE ou HALE, l'opérateur connaît une période de « sous-charge » cognitive jusqu'à arriver sur le théâtre, puis une phase de « surcharge » cognitive (le « *rush* ») pendant l'exécution de la mission proprement dite<sup>259</sup>. Mais quel que soit la phase, l'opérateur reçoit les informations de vol uniquement par des capteurs et des caméras.

L'ingénieur en aérospatiale maîtrise la mécanique et l'électronique. Il connaît le phénomène de latence des transferts de données, il analyse justement les signaux, ce qui lui permet de juger de la pertinence des informations transmises par les capteurs<sup>260</sup>. Par contre, il n'a pas d'expérience de vol et une capacité d'orientation, une représentation visio-spatiale, une évaluation des perturbations météorologiques plus faibles qu'un pilote de combat. Ce dernier, à l'inverse, peut être gêné par une vision restreinte, le fonctionnement de l'intelligence artificielle et l'impossibilité de vérifier lui-même les informations des capteurs<sup>261</sup>.

Pourtant, les *Reaper* de l'armée de l'Air française (affectés à l'escadron ED-1/33 « Belfort ») seront confiés à des aviateurs, appelés « dronistes ». Leur formation a débuté en

---

<sup>255</sup> Cf. Brooke-Holland, Louisa, *op. cit.*, p. 7.

<sup>256</sup> Cf. *ibid.*, p. 15.

<sup>257</sup> Cf. Asencio, Michel, Gros, Philippe, et, Patry, Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 33.

<sup>258</sup> Cf. Jauze, Christophe (dir.), *L'Opérateur d'un drone doit-il être un pilote ?*, Projet transdisciplinaire, Ecole Nationale Supérieure de Cognitive, Bordeaux, 2011, p. 3.

<sup>259</sup> Cf. *ibid.*, p. 5.

<sup>260</sup> Cf. *ibid.*, p. 7-8.

<sup>261</sup> Cf. *ibid.*, p. 6-7.

août 2013 sur la base d'Holloman (AFB), au Nouveau-Mexique, auprès du 49<sup>th</sup> Fighter Wing (l'« Académie du drone » responsable de la formation sur *MQ-1 Predator* et *MQ-9 Reaper* des opérateurs américains et étrangers).

La formation se compose d'une phase théorique et d'une phase pratique : la première est constituée de modules présentant le vecteur, sa structure, ses performances, ses contraintes et limites, ainsi que les systèmes du *Reaper*, leurs fonctions, leurs capacités selon le type de mission. La seconde porte sur la réalisation de trente missions, moitié sur simulateur moitié en vols réels. La complexité des missions va croissante et bénéficie d'infrastructures reconstituées au sol (villages, bâtiments, matériels) et même de figurants déployés sur le terrain afin de rendre les sessions vraisemblables. Les trois premiers binômes de « dronistes » français seront suivis par d'autres équipages sur la base d'Holloman. En effet, le *Reaper* mobilise six pilotes pour assurer une mission de vingt-quatre heures – contre trois sur *Harfang*<sup>262</sup>.

Le pilotage d'un drone n'est donc pas celui d'un jeu vidéo. Une formation adaptée est d'autant plus indispensable que l'« autorité partagée » ne dédouane pas l'opérateur de sa responsabilité morale et légale des actions engagées avec le drone<sup>263</sup>.

---

<sup>262</sup> Cf. Steuer, Guillaume, « L'armée de l'Air à l'école du Reaper », *op. cit.*, p. 35-36.

<sup>263</sup> Cf. Jauze, Christophe (dir.), *op. cit.*, p. 3.

## 4. LES DRONES DE LA « SOCIÉTÉ SÉCURITAIRE »

Les systèmes de drones semblent promis à répondre à une multiplication de besoins opérationnels. Ce moyen de surveillance facilement accessible intéresse un grand nombre de secteurs d'activité, à commencer par l'ordre public et la sécurité intérieure. Leur usage à des fins commerciales tend aussi à se banaliser dans des domaines aussi divers que l'audiovisuel ou le cinéma et la gestion des avalanches sur un domaine skiable. La prolifération pourrait encore venir des drones de loisir : faciles à acquérir et à maîtriser, mais pouvant être détournés d'un usage strictement récréatif, leur utilisation devra s'inscrire dans un cadre juridique adéquat, ce qui revient à se demander si les drones doivent s'intégrer au droit ou le droit s'adapter aux drones ?

### A. UNE PANOPLIE DE MISSIONS EXTRAORDINAIRES

Les utilisations civiles des drones sont nombreuses : surveillance des sites sensibles, des manifestations politiques, sportives ou religieuses, d'évènements tel que le G8 à Evian (2003) ou le processus électoral en Afrique du Sud, en 1994. Les drones permettent aussi d'effectuer des relevés cartographiques ou servent à l'évaluation des dommages et la recherche des survivants après une catastrophe naturelle (des mini-drones *Raven* ont été déployés à la Nouvelle-Orléans après l'ouragan Katrina, en 2005). Au Japon, le drone à voilure tournante *R-MAX* de Yamaha Motors sert depuis plus de 20 ans à l'épandage de pesticides comme à la surveillance des éruptions volcaniques<sup>264</sup>.

Les mini et micro-drones volant à basse altitude sont particulièrement adaptés à des activités de publicité aérienne, à la surveillance et au traitement des surfaces agricoles comme à la surveillance de troupeaux sur des domaines latifundiaires, à certaines mesures atmosphériques en couches basses (humidité, température, force du vent)<sup>265</sup>, à des activités de déminage (cartographie de terrains minés à faible profondeur par détection infrarouge)<sup>266</sup> ou encore à la surveillance d'ouvrages d'art, de caténaires ou de lignes électriques<sup>267</sup>.

Les drones MALE pourraient servir à des missions scientifiques, à la géodésie, à la surveillance d'infrastructures tels que les réseaux routiers ou les oléoducs, aux missions gouvernementales de police, des douanes, de surveillance maritime, de lutte contre la pollution, au transport de fret. Les drones HALE seraient mieux adaptés à la lutte contre les incendies de forêt dont les capteurs optiques et électromagnétiques, même à 20.000 mètres d'altitude pour ne pas gêner la circulation aérienne, peuvent détecter les départs de feu mais aussi les intrusions de véhicules dans des zones réglementées<sup>268</sup>. Les drones stratosphériques (prototype *Hélios* et projet *Eole* précités dans la première partie) sont voués à la radiodiffusion et aux télécommunications ou encore au lancement de micro et nano satellites.

---

<sup>264</sup> Cf. Brisset, Pascal, *op. cit.*, p. 9.

<sup>265</sup> Des essais ont été menés avec un *Carolo T1408*, rebaptisé *Meteorological MAV (M2AV)*.

<sup>266</sup> Ainsi, la société Fondmetal Technologie s'est intéressé au mini-drone à bas coût *Paparazzi* (projet privé de mini-drone à bas coût initié en 2003 comprenant le hardware et le software embarqué, la station-sol, les outils de développement) afin de réaliser une cartographie pour le déminage. L'objectif affiché étant de fabriquer un engin d'environ 15.000 euros accessible aux ONG humanitaires et aux pays en voie de développement. Cf. *ibid.*, p. 13 et p. 24.

<sup>267</sup> A propos du projet de mini-DVT appelé RIPL (*Robotic Inspection of Power Lines*), cf. *ibid.*, p. 14.

<sup>268</sup> Cf. Brisset, Pascal, *ibid.*, p. 13.

La filiale SNCF-Infra, chargée de la maintenance du réseau ferroviaire, a effectué une mission-test d'inspection du viaduc de Roquemaure, dans le Gard, avec un micro-drone quadrirotor (*HE190* à propulsion thermique de la société Helipse) équipé et mis en œuvre par la société Diadem d'Aix-en-Provence. Cela permettrait de remplacer à terme les lourdes machines utilisées jusqu'à présent mais qui impliquent la fermeture nocturne de la totalité de l'ouvrage. Des drones à propulsion électrique ont aussi été testés par la SNCF, tels que le *Nocadem* de 2,5 kg et le *MD4-1000* de 4 kg, qui envisage d'élargir l'utilisation de ces vecteurs à la surveillance des caténaires, à la détection d'obstacles, à la lutte contre le vol de métaux – à condition que l'autorité de l'aviation civile française (DGAC) autorise les vols de nuit, période pendant laquelle se déroule la majorité des vols et dégradations des matériels<sup>269</sup>. Les premières phases d'expérimentation devraient aboutir à un appel d'offres en 2014<sup>270</sup>.

#### Micro-drone **Helipse HE190**

Propulsion : **moteur thermique à deux temps (4ch), quadrirotor**

Diamètre rotor total : **1,90 m** ; Longueur : **2,25 m**

Masse à vide : **6-7 kg** ; Charge utile : **6 kg**

Autonomie : **1 h**

En France, les DVT sont encore une source de collaboration entre ETC Industries et le bureau d'études Isnav (*Hétel M01*). Pour sa part, l'Onera a lancé son programme *RESSAC* (Recherche et sauvetage par système autonome coopérant) visant à concevoir un drone de sauvetage en milieu hostile basé sur le *R-MAX* de Yamaha. En 2009 déjà, les pompiers ont testé le *Minirec*, un DVT conçu pour localiser des victimes dans un immeuble en feu<sup>271</sup>.

Une application plus surprenante des systèmes de drones se prépare au pied des Alpes. La PME grenobloise Delta Drone a lancé la fabrication de son Drone 2.0, un quadrimoteur électrique de moins de 4 kg pour une envergure de 1,20 mètres, doté d'une autonomie d'environ soixante minutes, embarquant des capteurs IR/TV et affichant une résistance accrue au froid et à l'humidité. Celui-ci pourrait à terme servir dans le secteur minier. Mais d'ores et déjà, Delta Drone a annoncé la fabrication d'une centaine d'exemplaires en 2013, commandée par plusieurs stations de ski afin d'assister les secouristes et les exploitants des domaines skiables (surveillance des risques d'avalanches, état des pistes, etc.). Le guidage étant semi-automatique, l'utilisateur se borne à donner des ordres de trajectographie alors que le drone peut appréhender son environnement de manière autonome<sup>272</sup>.

Le constructeur français Lehmann Aviation a développé une gamme intéressante de micro-drones à usage civil d'imagerie et de vidéo aériennes qui sont lancés à la main et atterrissent de manière automatisée. Les *LP960* pour la géodésie (2007), *LV580* de surveillance jour-nuit (2009), *LM450* d'imagerie oblique (2010), ont un même système de contrôle et des performances remarquables : navigation automatisée sur 5 km et pendant 30 à

<sup>269</sup> Cf. Devailly, Anne, « Des drones pour vérifier l'état des ponts dans le Gard », *Le Monde*, Supplément *Economie et Entreprise*, 7 novembre 2013, p. 5.

<sup>270</sup> Cf. Carpel, Gabrielle, « La SNCF se lance dans l'utilisation des drones », *Air&Cosmos*, n° 2382, 15 novembre 2013, p. 30.

<sup>271</sup> Cf. Vaunois, Nicolas, *op. cit.*, p.17.

<sup>272</sup> Cf. Julian, François, « Un nouveau minidrone pour la montagne », *Air&Cosmos*, n° 2310, 27 avril 2012, p. 32.

45 minutes, résistant à 45 km/h de vent et dans une amplitude de température allant de -25° à +60°C. La série des *L-A* entièrement automatisés a été présentée en 2012 (*LA100*, *LA200* et *LA300*) dont les fonctions sont commandées sur une tablette fonctionnant sous Windows.

La lutte contre l'immigration illégale (surveillance des frontières terrestres et maritimes) a recours à ces « espions de poche » bardés de caméras de haute précision. Aux Etats-Unis, la douane et les agents chargés de la protection des frontières se sont équipés de deux drones *Hermes 450*, acquis en 2004, avant de louer en 2005, un *Predator B* (version non armée). La dotation pouvait paraître inadaptée pour surveiller la frontière terrestre avec le Mexique, longue de 3.169 km. Mais à cette date la FAA (*Federal Aviation Administration*) n'autorisait le survol que de 555 km de cette frontière. Le dispositif s'étoffe peu à peu et en 2010, la surveillance des frontières dispose d'une flotte de cinq *Predator B*, dont une unité affectée à la frontière canadienne. La FAA ayant révisé sa position en juin 2010, les quatre autres *Predator* peuvent patrouiller du Texas à l'Arizona<sup>273</sup>.

Ailleurs, l'Autriche a adopté, dès 1998, le mini-drone *Fox* du Français CAC Systèmes, déployé le long de la frontière slovaque, la Suisse s'est dotée de l'*ADS 95 Ranger* dans la lutte contre la criminalité venue de France, et l'armée algérienne se fournit auprès de sociétés chinoises, allemandes et sud-africaines, pour contrôler les frontières sud du pays. Dans la lente montée en puissance de la protection des frontières de l'Union européenne, l'agence Frontex (chargée de la gestion de la coopération opérationnelle aux frontières extérieures) a mené une étude sur l'utilisation des drones dans la lutte contre l'immigration illégale, et la Commission européenne a décidé d'engager 244 millions d'euros dans le programme Eurosur de patrouille maritime en Méditerranée<sup>274</sup>.

Le risque tient à transformer des Etats démocratiques en régimes s'adonnant à l'« hypersurveillance ». En France, la police s'est dotée en 2008, à titre expérimental, d'un petit drone d'1 kg nommé *Elsa* (Engin léger de surveillance aérienne), chargé de surveiller les manifestations<sup>275</sup>. Dans les Etats dits « semi-démocratiques » telle que la Russie, les drones ont déjà été utilisés pour surveiller des manifestations pro-démocratiques<sup>276</sup>.

D'autres tâches de police pourraient à terme employer des nano-drones plus petits encore que les *Colibri* et *Libellule*<sup>277</sup> mentionnés au titre des concepts biomimétiques, afin d'anticiper la commission d'actes de terrorisme ou d'activités criminelles (braquages, narcotrafic,...). Et la recherche se poursuit dans le domaine des nano-drones : ainsi, un drone « bio-inspiré » de 25 mm et quelques grammes (*Micro Flying Insect*) est en cours de développement à l'Université de Berkeley.

Mais les drones, y compris militaires, peuvent servir des causes plus nobles, notamment la protection de l'environnement, comme les *Hunter* des forces belges qui participent à la chasse aux dégazages sauvages en mer du Nord, contrôlant plusieurs centaines de bâtiments chaque année (289 navires en 2009)<sup>278</sup>.

---

<sup>273</sup> Cf. Mekdour, Mehdi, *op. cit.*, p. 12.

<sup>274</sup> Cf. Boyle, Michael J., *op. cit.*, p. 26 ; Mekdour, Mehdi, *op. cit.*, p. 12.

<sup>275</sup> Cf. Vaunois, Nicolas, « Faut-il avoir peur des drones ? », *Volez !*, n°167, mars 2012, p.17.

<sup>276</sup> Cf. Boyle, Michael J., *op. cit.*, p. 27.

<sup>277</sup> Dès 2002, l'Onera a encouragé la recherche sur la sustentation « bio-inspirée » dans le cadre du programme REMANTA (*REsearch program on Microvehicle And New Technologies Application*).

<sup>278</sup> Cf. Mekdour, Mehdi, *op. cit.*, p. 11.

En 2007, l'ONU avait voulu recourir aux drones en appui de la Finul, au Sud Liban, mais l'initiative s'était attirée les foudres du Hezbollah estimant que les drones français serviraient d'espions à Israël. Mais en avril 2014, la Monusco déployée à l'est de la RDC devrait disposer de cinq drones *Falco* de Selex (livrés à partir de décembre 2013) qui seront stationnés à Goma. Les données récoltées par l'état-major de la Monusco serviront aux casques bleus afin de renforcer la protection des populations civiles contre les incursions et les exactions des groupes rebelles infiltrés depuis le Rwanda voisin (profitant de son fauteuil de membre non permanent du Conseil de sécurité, Kigali s'est opposé jusqu'au dernier moment au déploiement des *Falco* à sa frontière)<sup>279</sup>.

Quittant le strict champ du domaine aérien, les véhicules sous-marins automatisés trouvent également des usages civils : surveillance des zones maritimes, fourniture d'images haute définition des fonds marins, recherche d'épaves, de cargaisons perdues, de boîtes noires immergées, etc. Là aussi la R&D connaît une activité croissante : Thales Underwater Systems a lancé le programme *Asemar* de véhicule sous-marin autonome et intelligent pour l'exploration des fonds sous-marins aux performances ambitieuses (haute autonomie énergétique et décisionnelle, images haute résolution). Les premiers essais en mer ayant permis de vérifier les capacités du système, il pourrait être proposé en Australie et au Canada dans le cadre de futurs appels d'offres. De son côté, la filiale ACSA du groupe Alcen a développé un planeur sous-marin autonome, baptisé *SeaExplorer* : des démonstrateurs ont été testés en bassin en 2008, puis un prototype a effectué des essais en mer en 2010 ; sa vocation tenant à identifier les pollutions marines en mesurant les caractéristiques physico-chimiques de l'environnement, il embarque des modules de localisation et des capteurs adaptés à l'environnement marin ; silencieux, sa conception lui assurerait une endurance de plusieurs mois de navigation<sup>280</sup>.

Retour aux drones, forcément aériens... D'ores et déjà, leur prolifération ne s'arrête pas aux grands laboratoires de recherche et aux ingénieurs hyperqualifiés de l'aérospatiale. Leur usage récréatif identique à celui de l'aéromodélisme connaît lui aussi un surcroît d'intérêt auprès d'étudiants en robotique pouvant fabriquer une grosse araignée volante pour environ 300 dollars. Aux Etats-Unis les « *fly-in* » se multiplient autour de groupes de passionnés démontrant une ingéniosité remarquable. Et l'accès aux micro-drones de « surveillance », comme le célèbre *AR Parrot* (2.0/3.0) quadrirotor de petite taille pilotable depuis un « *smartphone* », jouit d'une distribution grand public, notamment par Internet<sup>281</sup>. Sur l'exemple de l'aéromodélisme n'importe qui peut se procurer des appareils plus ou moins discrets susceptibles de cartographier, de photographier, de filmer sa maison, son jardin, sa famille, mais aussi ses voisins (honne soit qui mal y pense). Le potentiel est énorme, y compris dans le secteur du transport léger que ce soit pour livrer des colis ou parachuter confettis et bonbons sur une fête d'anniversaire<sup>282</sup>.

---

<sup>279</sup> Cf. Geneste, Alexandra, « L'ONU étrenne ses premiers drones dans l'est de la RDC », *Le Monde*, 30 novembre 2013, p. 4.

<sup>280</sup> A propos de ces programmes d'exploration sous-marine, cf. *Les projets de R&D des pôles de compétitivité. Premières retombées technologiques et économiques*, Datar, Direction générale de la compétitivité de l'industrie et des services, juillet 2012, p. 72-73.

<sup>281</sup> L'*AR Parrot* est sustenté par quatre rotors indépendants disposés en croix, le contrôle étant assuré par la variation de la vitesse de rotation de chacun des rotors. A propos de la technique du « quadrirotor », cf. Brisset, Pascal, *ibid.*, p. 9.

<sup>282</sup> A propos de l'ingéniosité du « groupe des usagers de drones de la région de Washington », cf. Millot, Lorraine, « Drones de jeu », *Libération*, 13 mai 2013, p. 28-29.

Ici, l'inquiétude est double : elle concerne d'une part la protection de la sphère privée vis-à-vis des institutions publiques comme d'intrusions privées (individus et sociétés), et d'autre part, les détournements de ces technologies par le crime organisé ou des groupuscules terroristes. Or, en admettant que les organisations terroristes ne puissent produire que des drones possédant une endurance modeste et partiellement automatisés, les experts en armement rappellent que des munitions embarquant de faibles quantités d'agents chimiques ou biologiques pourraient causer d'importants préjudices<sup>283</sup>. Cependant, certains États soutenant des organisations criminelles ou terroristes seraient susceptibles de fournir des matériels miniaturisés à fort contenu technologique à leurs affidés (les drones du Hezbollah ont déjà été mentionnés).

Dans le but d'empêcher l'usage de drones à des fins de déstabilisation, les autorités publiques pourraient sans doute renforcer la coopération internationale en matière de transfert d'armement et de technologies sensibles. Mais cela sera largement insuffisant au regard de l'accessibilité à des technologies tendant à se banaliser. Le succès commercial du quadricopter *AR Parrot* précité de la société française Parrot SA, témoigne de l'accélération de cette tendance. Et les drones soulèvent d'autres problèmes de nature juridique.

## **B. LA NECESSITE D'INSCRIRE LES DRONES DANS UN CADRE JURIDIQUE NATIONAL ET INTERNATIONAL**

Sur le plan juridique, l'utilisation de drones dépend d'un ensemble de règles existantes recouvrant différentes disciplines du droit. Cependant, des adaptations pourraient se révéler utiles afin d'appréhender plus justement les caractéristiques techniques et les développements de ces machines « semi-automatisées », voire à l'avenir entièrement automatisées, comme aussi à encadrer l'utilisation des fonctions de la charge utile.

Domaines militaire et civil confondus, l'intégration des drones soulèvent des questions relatives aux procédures d'engagement sur un théâtre d'opérations, à la cohabitation avec les aéronefs pilotés en matière de navigation aérienne, à la conciliation des usages policiers avec les droits fondamentaux et les libertés publiques, aux restrictions tenant à la contre-prolifération et à la prévention d'éventuels détournements à des fins criminelles ou terroristes.

### **Les règles d'engagement de la « guerre semi-robotisée/robotisée »**

La pratique des « frappes ciblées » évoquée précédemment a mis en exergue la fragilité des fondements juridiques invoqués par les Etats-Unis pour mener la guerre contre le terrorisme et justifier, dans ce cadre, l'usage de la force contre des éléments insurgés. Non seulement, elle risque de favoriser l'essor de guerres et opérations préventives avec le risque de déstabilisation du système international mais aussi d'accentuer un sentiment anti-américain et anti-occidental.

Sur le plan opérationnel, les règles d'engagement et d'ouverture du feu devront être repensées concernant non pas les appareils télépilotés mais l'émergence de drones armés préprogrammés afin de mener des missions entièrement automatisées. De la même manière, la doctrine devra être adaptée dans l'hypothèse du passage d'un usage militaire en opération

---

<sup>283</sup> Cf. Brooke-Holland, Louisa, *op. cit.*, p. 18.

extérieure à un usage à caractère policier lors de missions de rétablissement ou de maintien de la paix sous mandat des Nations Unies.

Les drones de la CIA et surtout ceux relevant de l'externalisation de missions auprès d'opérateurs privés appellent des précisions quant au cadre juridique dans lequel ils opèrent, sauf à être qualifiés de « drones mercenaires ».

### Quel espace de navigation ?

Le principal problème relatif à la navigation des drones concerne leur intégration dans la circulation aérienne. D'une part, seuls les aéronefs équipés de systèmes permettant de « détecter et éviter » (*Sense and Avoid*) sont autorisés à emprunter les couloirs réservés aux vols commerciaux, conformément à la Convention de Chicago qui instaure un régime d'autorisations spéciales (article 8, intitulé *Aéronefs sans pilote* : « Aucun aéronef pouvant voler sans pilote ne peut survoler sans pilote le territoire d'un Etat contractant, sauf autorisation spéciale dudit Etat et conformément aux conditions de celle-ci. Chaque Etat contractant s'engage à faire en sorte que le vol d'un tel aéronef sans pilote dans des régions ouvertes aux aéronefs civils soit soumis à un contrôle qui permette d'éviter tout danger pour les aéronefs civils »)<sup>284</sup>. D'autre part, les réticences viennent des difficultés de transmissions directes entre les opérateurs de drones et les contrôleurs aériens de l'aviation civile, ou pire encore, de la perte de contact par l'opérateur au sol avec les fonctions automatisées de navigation d'un drone.

Dès lors, tant que les drones ne disposeront pas de dispositifs de détection et d'évitement fiables, redondants et certifiés, leur navigation demeurera cantonnée à des zones « ségréguées », c'est-à-dire des zones aériennes dans lesquelles les aéronefs civils ne sont pas autorisés à transiter et dont ils sont tenus à l'écart par le contrôle aérien. En d'autres termes, les drones militaires sont traités comme les autres types d'aéronefs militaires. Au Royaume-Uni, la réglementation de la *Civil Aviation Authority* (CAA) relative aux UAV (CAP 722 - *Unmanned Aircraft System Operations in United Kingdom Airspace*) ajoute au domaine de vol des drones militaires des zones dites « dangereuses » où la circulation aérienne est soumise à des risques, notamment à des menaces de nature coercitive<sup>285</sup>.

En fait, les drones militaires présentent peu de danger pour la navigation aérienne civile puisqu'ils évoluent dans les zones réglementées existantes (type R ou ZRT). En France par exemple, l'armée de Terre demande systématiquement une ZRT (zone réglementée temporaire) à l'occasion d'exercices impliquant le vol de drones tactiques. Concernant les drones MALE et HALE, ils décollent d'une zone militaire réglementée (zone R) pour gagner une haute altitude<sup>286</sup>.

La Commission européenne a financé plusieurs projets de nature exploratoire sur les drones, essentiellement dans le cadre du 5<sup>ème</sup> PCRD (Programme Cadre de Recherche et Développement – 1998-2002) : par exemple, USICO (*Unmanned Aerial Vehicle Safety Issues for Civil Operations*), une réflexion sur la certification d'aptitude à la navigation et à l'utilisation opérationnelle des drones, ou encore CAPECON (*Civil UAV Applications &*

---

<sup>284</sup> Cf. Convention relative à l'aviation civile internationale, signée à Chicago le 7 décembre 1944, *R.T.N.U.* vol. 15, p. 295.

<sup>285</sup> Cf. Brooke-Holland, Louisa, *op. cit.*, p. 10.

<sup>286</sup> Cf. Vaunois, Nicolas, *op. cit.*, p. 18-19.

*Economic Effectivity of Potential Configuration Solutions*) répertorient les applications potentielles des drones dans le domaine civil. Puis, le 6<sup>ème</sup> PCRD a pris le relais.

Le projet européen USICO (USICO10) a rassemblé, entre mai 2002 et avril 2004, un consortium d'entreprises et de centres de recherche européens dans le but d'accélérer le développement du marché des drones civils, à travers cinq thématiques de travail : les exigences des missions commerciales des drones, les règles et procédures de certification opérationnelle, les règles et procédures de navigabilité, l'intégration des drones dans l'espace aérien civil, la dissémination des résultats. Ces travaux ont abouti à des recommandations assez générales sur l'intégration des drones dans la circulation aérienne existante sans augmenter les risques pour les autres usagers ou sur des standards de navigabilité devant être similaires à ceux des aéronefs pilotés<sup>287</sup>.

Mais c'est en septembre 2002 qu'est créé le groupe de travail *JAA/Eurocontrol UAV Task Force* (UAV T-F) visant à répondre aux attentes de l'industrie européenne du drone en termes de régulation. Son rapport final, rendu en 2004, est intitulé « *A concept for european regulations for civil UAV* ». Là encore, il s'agit d'un ensemble de recommandations (annexe 1) qui exclut les missions militaires ou de police ainsi que les drones légers de moins de 150 kg (ces derniers devant être réglementés au niveau national)<sup>288</sup>.

Aux Etats-Unis, la FAA s'est donnée jusqu'à 2015 pour autoriser l'usage commercial des drones – ce qui ne concerne donc pas les drones militaires. En attendant, ils demeurent considérés comme des aéromodèles à usage récréatif pouvant voler à une altitude maximum de 122 mètres, exclusivement dans des zones non habitées et à la condition expresse de ne pas perdre de vue ledit objet volant. En Europe, l'AED a lancé, en 2009, le projet déjà évoqué *Midcas* visant à permettre la navigation des drones dans un espace aérien non ségrégué par le développement et l'intégration de technologies du « détecter et éviter »<sup>289</sup>.

Au niveau européen, seuls les aéronefs « non habités » de plus de 150 kg tombent dans le champ de la réglementation de l'EASA (l'agence européenne de sécurité aérienne), et doivent en conséquence disposer de documents de navigabilité établis par ladite agence. Dès lors, au niveau national, l'usage des drones pouvait-il s'inspirer de la réglementation relative à l'aéromodélisme (dont la compétence relève des autorités de l'aviation civile). En France, la Direction générale de l'Aviation civile (DGAC) définissait un aéromodèle comme « un objet radiocommandé ou non, motorisé ou non, sans pilote ni personne à bord », utilisé exclusivement à des fins de loisir ou de compétition (arrêté du 25 août 1986).

Finalement, un arrêté du 11 avril 2012 est venu abrogé la réglementation existante afin d'intégrer les drones et leurs applications qualifiées de « travail aérien » (photographie, vidéo, thermographie, relevés...)<sup>290</sup>. Les aéronefs sans pilote sont alors classés en sept catégories : les aéromodèles de loisir ou de compétition qu'ils soient propulsés ou captifs (catégorie A de moins de 25 kg et B supérieure à 25 kg) ; les engins captifs de moins de 25 kg utilisés pour un travail aérien (catégorie C)<sup>291</sup> ; les aéronefs participant à un travail aérien dont la masse au

<sup>287</sup> Cf. Brisset, Pascal, *op. cit.*, p. 16.

<sup>288</sup> Cf. *ibid.*, p. 17-18.

<sup>289</sup> Cf. Steuer, Guillaume, « Drones : l'axe européen », *Air&Cosmos*, n° 2379, 25 octobre 2013, p. 36.

<sup>290</sup> L'arrêté exclut du champ d'application de son dispositif les ballons libres, les fusées et les cerfs-volants (article 1<sup>er</sup>). Cf. arrêté du 11 avril 2012 « relatif à la conception des aéronefs civils qui circulent sans aucune personne à bord, aux conditions de leur emploi et sur les capacités requises des personnes qui les utilisent », *JORF* n° 0109 du 10 mai 2012, p. 8643.

<sup>291</sup> Un aéronef « captif » se comprend de tout engin relié au sol par tout moyen physique (article 2, al. 4).

décollage est inférieure à 2 kg (catégorie D), ceux qui n'appartiennent pas aux deux précédentes (C et D) présentant une masse inférieure à 25 kg, et par dérogation à 4 kg (catégorie E)<sup>292</sup> ; enfin les engins sans pilote d'une masse inférieure à 150 kg (F) ou supérieure à 150 kg (G).

Il faut comprendre de cette classification qu'il est interdit aux aéromodèles des catégories A et B d'effectuer de « travail aérien », que les catégories C, D et E sont utilisées pour l'imagerie aérienne (photo et vidéo), tandis que les aéronefs de classes F et G auraient un usage civil ou militaire (les drones de catégorie G devant se conformer aux exigences de l'AESA).

La réglementation de 2012 renforce les obligations administratives et le degré de formation des télépilotes : quelle que soit la catégorie précitée, les télépilotes doivent obtenir une licence de pilote privé (planeur ou ULM), le constructeur établir un niveau de compétences nécessaire au télépilote ainsi qu'un manuel d'activité particulière (MAP), et déposer une déclaration de conformité du matériel. L'arrêté distingue aussi trois types de pilotage : le vol à vue (l'engin devant rester à une distance horizontale inférieure à 100 mètres du pilote et en vue directe), le vol hors vue d'une distance supérieure à 100 mètres (pilotage par retour vidéo), le vol automatique dont les paramètres de navigation sont programmés avant le vol. Enfin, la réglementation prévoit encore quatre scénarios de navigation aérienne en fonction du pilotage : le vol à vue doit se dérouler hors zone peuplée (S1), le vol hors vue hors zone peuplée dans un rayon maximum de 1 km et à une altitude inférieure à 50 mètres (S2), le vol à proximité de personnes ou d'animaux ou en agglomération devant se dérouler en vue directe et à moins de 100 mètres de distance (S3), enfin tous les autres scénarios de vol qui ne relèvent pas du S2 sont en S4<sup>293</sup>.

Selon la catégorie et le scénario, des éléments de sécurité ont été rendus obligatoires. Ce sont des capteurs télémétriques, des limiteurs d'altitude, des dispositifs d'atterrissage d'urgence et de protection automatique des tiers au sol (limitant l'impact avec des parachutes et des airbags) qui concernent principalement les catégories D et E.

Outre les pièces déjà mentionnées (manuels, déclarations), quel que soit le type d'appareil utilisé et la zone de vol, l'exploitant professionnel de drones doit également fournir une déclaration annuelle d'activité et, le cas échéant, une déclaration de prises de vue aériennes, et encore souscrire une assurance. Toutefois, la capacité de vol en S3 requiert une autorisation préalable auprès de la préfecture ou auprès de la DGAC pour les S2 et S4. Enfin, l'arrêté exige un marquage d'identification de chaque aéronef télépilote sur sa structure (exploitant et domiciliation) et un retour vidéo servant à la navigation (vision frontale indépendante des capteurs de « travail aérien »)<sup>294</sup>.

En matière de transmission, la communauté de fréquences allouée pour l'utilisation des modèles réduits est à présent bien établie en Europe, grâce aux bandes 35 MHz (6 fréquences), 40 MHz (4) et 2,4 MGz. Suivant le pays, d'autres bandes ont pu être octroyées

---

<sup>292</sup> La masse totale au décollage correspond à la masse structurale et la charge emportée (article 4).

<sup>293</sup> En S4, le télépilote doit être titulaire d'une licence de pilote d'avion ou d'hélicoptère avec un minimum de 100 h de vol.

<sup>294</sup> Certains moteurs doivent disposer d'un dispositif d'arrêt à distance et les aéromodèles à réacteur (turbo ou pulso) doivent encore répondre à des règles spéciales d'allumage (emplacement au démarrage, remplissage et vidange des gaz ou du kérozène), s'assurer de la disponibilité d'un dispositif anti-incendie *in situ*, tandis que le port d'un casque anti-bruit et de gants haute température sont recommandés à l'usager.

(en France, en-dehors de la bande 2,4 MGz, 6 bandes allant de 26 à 72 MGz). Cependant, les aéromodélistes n'ont pas de garantie de protection en cas de brouillage sauf à obtenir un contrôle des agences ou administrations compétentes (Agence nationale des fréquences, en France) pour identifier la source de brouillage<sup>295</sup>.

Par rapport à 1986, l'administration semble avoir intégré l'usage des drones à condition qu'il ne représente pas une menace dans l'espace aérien et pour la sécurité au sol. Aussi faut-il considérer que le vol à vue (S1, S3) exclut le vol de nuit. Par contre, les menaces vis-à-vis des droits fondamentaux et des libertés publiques sont laissées sans doute à l'appréciation de la CNIL (Commission nationale informatique et libertés) et, le cas échéant, des tribunaux – dont la DGAC n'a pas à connaître.

### **La conciliation avec les droits fondamentaux et les libertés publiques**

Aux Etats-Unis, entre novembre 2006 et juin 2011, la FAA avait accordé une soixantaine de permis de navigation à des polices locales, à des agences fédérales ou encore à des universités<sup>296</sup>. Et la tendance est à l'inflation des demandes entre les vols d'essai et des missions de surveillance. Si les services luttant contre l'immigration illégale aux Etats-Unis ou en Europe ont déjà été évoqués, la surveillance s'étend à bien d'autres domaines d'intervention policière (sécurité routière, trafic de stupéfiants, constatation d'infractions, appui à la poursuite et à l'arrestation...).

Les inquiétudes portent sur le contrôle de la sphère privée puisque les caméras mobiles à grand angle embarquées par les drones peuvent couvrir un champ très large de surveillance et pénétrer ainsi dans des espaces privatifs au sol. Des comportements qui ne constituent pas une infraction s'ils ont lieu derrière les haies d'un jardin par exemple, pourraient-ils être dénoncés ou poursuivis – sous couvert d'une qualification existante –, voire à terme faire l'objet de lois liberticides, du fait de l'intégration des drones parmi les matériels de surveillance policière et/ou de l'essor des drones de loisir ? De la même manière, verra-t-on l'émergence de drones « paparazzi » ?

Les atteintes aux libertés civiles risquent également de se manifester par la surveillance aérienne de manifestations anti-institutionnelles par exemple, l'identification et le fichage des participants. A cet égard, il s'agira de veiller à une très stricte conformité des codes de sécurité intérieure avec les droits fondamentaux et les libertés publiques des citoyens.

Enfin, l'externalisation de missions de surveillance, par exemple de zones industrielles ou d'infrastructures ferroviaires, permet de décharger les effectifs de police de tâches organiquement dévolues à la force publique. Suivant une tendance lourde à la privatisation des services publics y compris de compétences régaliennes, les lois autorisent déjà des délégations contestables. Avec des drones de surveillance « privés », les risques seront élevés en matière de violation de la sphère privée, les garanties d'accès aux données peu élevées, la caractérisation d'une infraction laissée à l'appréciation de salariés du privé. Certes, ces derniers ne procéderont qu'à des constatations ce qui n'empêche pas d'éventuels abus comme une surveillance ciblée à des fins de chantage.

---

<sup>295</sup> Cf. [http://www.ffam.asso.fr/ct\\_frequences.htm](http://www.ffam.asso.fr/ct_frequences.htm)

<sup>296</sup> Cf. Boyle, Michael J., *op. cit.*, p. 26.

## La prévention d'éventuels détournements à des fins criminelles

Sur le plan international, la contre-prolifération des technologies de fabrication des drones relève de différents régimes imposant des restrictions à l'exportation de matériels sensibles. Parmi d'autres accords, le MTCR (1987) qui regroupe trente-quatre Etats, limite la prolifération des technologies missiles et balistiques, y compris de nature duale, et par ricochet, des drones en tant que vecteurs susceptibles d'embarquer des munitions de destruction massive. Et l'Arrangement de Wassenaar associant quarante et un Etats, émet des restrictions relatives à l'exportation de certaines armes conventionnelles. Mais face aux faiblesses techniques et juridiques des instruments de contre-prolifération (« actes concertés non-conventionnels »), face aussi aux impératifs financiers d'industriels naturellement voués à l'exportation de leurs productions, certaines ONG telle que *Human Rights Watch* plaident pour l'élaboration et l'adoption d'un traité d'interdiction du développement, de la fabrication et de l'usage d'armes entièrement autonomes<sup>297</sup>.

Au niveau national, la panoplie juridique offre des solutions préventives et répressives (pénalisation des infractions) qui pourraient, dans un avenir plus ou moins proche, être appliquées à l'utilisation de drones et surtout de leur charge utile (à titre d'exemple, l'inscription de drones, en particulier les nano-drones, dans la classification des bien sujets à une autorisation d'achat et de détention).

Dans le débat qui agite les Etats-Unis à propos de l'usage civil des drones, le patron de Google, Eric Schmidt, s'est expressément déclaré favorable à une interdiction de principe, considérant qu'il s'agit avant tout d'engins de guerre que des terroristes finiront par utiliser sur le territoire américain. Mais les défenseurs des drones ont immédiatement relevé, d'une part, que des terroristes avaient déjà utilisé la messagerie Gmail pour communiquer entre eux, sans qu'on pense à interdire les messageries Internet, et d'autre part, que depuis l'attentat de Boston, en avril 2013, commis avec une cocotte-minute, on n'a pas davantage interdit la vente d'autocuisseurs<sup>298</sup>.

\*

La robotique compte parmi les futurs moyens opérationnels des armées modernes. A cet égard, l'« aéromodélisme de guerre » se révèle à présent indispensable à la conduite des opérations militaires : les drones, s'ils ne sont pas encore complètement autonomes, présentent une polyvalence et une souplesse d'emploi supérieures à celles des avions de combat – bien que ces vecteurs soient complémentaires. En effet, les missions des drones MALE et HALE peuvent durer plus de vingt-quatre heures sans aucun ravitaillement, l'absence de personnels embarqués abolit les contraintes physiologiques subies par les pilotes en vol et préserve des pertes humaines.

Sur le plan opérationnel, les drones de reconnaissance assurent un ascendant tactique de premier ordre au bénéfice des troupes déployées sur le terrain ou au profit des tirs d'artillerie et des frappes aériennes, y compris depuis des drones de combat. Ainsi, ils réduisent la boucle de décision entre la détection d'une cible et la frappe. Toutefois, leur projection dépend de la capacité d'intégration dans un système C4I, ce qui induit une forte

<sup>297</sup> Cf. Brooke-Holland, Louisa, *op. cit.*, p. 19-20.

<sup>298</sup> Cf. Millot, Lorraine, « Drones de jeu », *Libération*, 13 mai 2013, p. 28-29.

dépendance à l'égard de capacités électroniques de transmission et de navigation, sécurisées et permanentes.

Multiplicateurs de puissance, les systèmes de drones, miniatures, tactiques, stratégiques, sont en passe de devenir une composante essentielle de la puissance militaire. Certes, l'automatisation des fonctions des systèmes de drones est encore partielle et l'état de la technique limite encore les missions de combat à des frappes air-sol, mais à terme les drones pourraient être pourvus de protocoles de combat aérien.

Les récents conflits en Irak et en Afghanistan ont favorisé un retour d'expérience massif permettant d'améliorer les spécifications des drones. Les « frappes ciblées » ont démontré l'efficacité du vecteur « drone », de ses capteurs et, le cas échéant, de son armement. Néanmoins, les esprits critiques doutent que des missiles *Hellfire* suffisent à gagner une guerre vécue par l'ennemi comme idéologique. Et mener la guerre à distance sans avoir à déployer de personnels comporte le risque de décourager la recherche d'une solution politique. Arme discrète pour ne pas dire secrète, le drone est l'arme par excellence de la « guerre préventive », acception discutable de la légitime défense.

La prolifération des drones miniaturisés intéresse encore des activités civiles : c'est ici le domaine des micro-drones auxquels semble impartie une vaste panoplie de missions de surveillance (frontières, zones urbaines, infrastructures routières ou ferroviaires, sites sensibles industriels, dégazages maritimes, mouvements de foule et manifestations, etc.), de sécurité civile (localisation des victimes, recherche et sauvetage, évaluation des dommages de catastrophes naturelles, etc.), d'études scientifiques (cartographie, météorologie, géodésie, vulcanologie, etc.) et de services commerciaux (sécurité privée, transport, publicité, etc.). Quant aux drones de loisir, ils sont accessibles dans le commerce pour quelques centaines d'euros. Leur usage et les données de leurs capteurs soulèvent d'ores et déjà des questions relatives aux libertés publiques et à la protection de la vie privée. Et ces drones peuvent aussi servir des intérêts criminels ou terroristes.

Les opinions publiques sont plus amusées par les démonstrations des micro-drones voltigeurs qu'elles ne s'émeuvent des « frappes ciblées » de nature extrajudiciaire et de leurs éventuels dommages collatéraux. Par contre, elles s'inquièteraient de la « dronisation » des vols de passagers commerciaux : une compagnie « *low cost* » imaginerait se passer de pilotes, un constructeur aéronautique se collerait au projet, obtiendrait les certifications nécessaires, et les autres transporteurs suivraient le vertueux modèle. La « dronisation » des aéronefs se heurterait-elle alors à un facteur psychologique ? La communication ne manquerait pourtant pas d'invoquer les avantages en matière de sécurité (sans pilotes, pas de détournements, pas d'erreur humaine) et de rappeler que le « bug » le 1<sup>er</sup> an 2000 n'a pas eu lieu.

**IERI**

**Institut Européen des Relations Internationales**

27/A Boulevard Charlemagne, 1000 Bruxelles

Tel : +32 (0)2.280.14.95

info@ieri.be

<http://www.ieri.be/fr>

Suivez-nous sur [Facebook](#) et [Twitter](#)