



PROMOTION *GÉNÉRAL GALLOIS*

2016 -2017

Le couple drone/avion de combat, quelle révolution pour le renseignement aérien ?



LCL Loïc Vial

Sous la direction de :

M^{me} Marie-Catherine Villatoux

Enseignant-chercheur CReA

Ecole de l'air – Salon de Provence

Résumé :

Les derniers théâtres d'opération ont consacré l'usage indispensable du drone dans les missions d'*Intelligence Surveillance and Reconnaissance (ISR)*. Ces qualités de persistance, de discrétion et le fait de réduire l'exposition de l'homme aux risques inhérents à tous conflits ont vu son nombre exploser au sein des principales armées des puissances mondiales.

Dans la lignée de la complémentarité fructueuse qui opère entre les drones et les avions de chasse dans le domaine du ciblage, peu de choses sont encore développées dans celui du renseignement. Or le tempo des opérations et le caractère de plus en plus fugace de la menace à traiter demandent que le renseignement transmis au décideur soit le plus précis possible et qu'il le soit le plus rapidement possible. Il apparaît alors que le couple drone/avion de combat puisse offrir une perspective intéressante.

A la lumière d'exemples récents, les études prospectives permettent d'envisager, à court terme, un approfondissement d'axes de travail dont l'exploration a débutée et de réfléchir à plus long terme sur des scénarii plus ambitieux.

Au-delà d'une véritable révolution dans le domaine du renseignement, le couple drone avion de combat s'inscrit dans une logique nouvelle d'exploitation de moyens aériens déployés basée sur la connectivité et le partage de l'information dans le but de raccourcir toujours plus la boucle de décision et d'augmenter l'efficience de l'action au profit de l'ensemble des acteurs impliqués.

Abstract :

The last areas of operations established the essential use of drones in ISR missions. Its capacities of persistence, discretion and the fact to reduce the exposure of man to the risk inherent in each conflict explain the rise of its number in the main world military forces.

Following the fruitful complementarity between drone and fighter aircraft in terms of targeting, few things have been implemented about intelligence so far.

Even so, operational tempos and the nature even more evanescent of the threat to deal with ask intelligence to be more and more accurate and reactive before being transmitted to authorities. It appears that the collaboration between drone and fighter aircraft should offer an interesting prospect.

In the light of recent examples, prospective studies can consider, in the short term, to go deeper in ideas already developed and to think of more ambitious long-term scenarios.

Beyond a true revolution in intelligence domain, the collaboration between drone and fighter aircraft is in line with a new rationale of using aerial means deployed based on the connectivity and the sharing of information in order to shorten the decision loop and to improve the efficiency of action for all the involved actors.

Introduction :

Dès le début de l'exploitation de la troisième dimension, la collecte de renseignements est apparue comme une mission présentant un intérêt majeur pour les armées. Les premiers vols avec appareils photographiques permettaient de préciser les positions d'artillerie de l'ennemi ou ses déploiements. La plus-value certaine apportée par le renseignement dans l'aide à la décision a poussé la technologie à améliorer les systèmes de collecte. Les capteurs sont ainsi passés d'appareils photos embarqués mis en œuvre par le pilote à bord à des dispositifs argentiques toujours plus sophistiqués avec une résolution grandissante permettant une reconnaissance puis une identification toujours plus fine. L'argentique a ensuite laissé place au numérique pour les capteurs les plus récents faisant entrer l'imagerie aérienne dans une nouvelle dimension en terme de précision et de quantités de données recueillies. Les évolutions récentes ont aussi permis de diversifier les types de capteurs en ne se focalisant pas exclusivement sur le renseignement d'origine image mais aussi sur le renseignement d'origine électromagnétique soulignant ainsi la complémentarité de ces composantes.

L'évolution n'a pas seulement marqué les capteurs mais aussi les vecteurs. Cantonnée aux seuls avions jusqu'après la Seconde guerre mondiale, l'avènement des satellites a tout d'abord permis de s'affranchir des contraintes de survol des espaces aériens et offert la possibilité d'atteindre n'importe quel point du globe. Plus récemment, les drones ont par leurs qualités intrinsèques offert de nouvelles possibilités en termes de recueil et de permanence.

La complexité du champ de bataille nécessite la prise en compte de variables toujours plus nombreuses pour le décideur et demande une connaissance toujours plus fine de la zone d'opérations avant le déclenchement d'une action. Ne disposant pas de pléthore de moyens à sa disposition, l'optimisation de ces derniers et leur complémentarité sont un impératif. Si le travail commun entre les avions de combat et les drones est aujourd'hui bien avancé en termes de ciblage d'armement (désignation laser, tirs de munitions), une telle collaboration dans le domaine du renseignement aérien pourrait-elle dégager des synergies permettant d'élaborer une doctrine d'emploi cohérente ?

Un état des lieux des différents atouts et faiblesses de chaque système permettra dans un premier temps de cerner les axes de collaboration possible en termes de renseignement. Ensuite, ces axes seront mis à profit pour étudier quelles mesures peuvent être prises rapidement pour optimiser l'emploi de ces systèmes sur les théâtres d'opérations actuels.

Enfin une dernière partie se penchera sur la prospective et explorera les missions communes qui pourraient mettre en œuvre une collaboration prolifique des drones et des avions de combat dans le domaine du renseignement.

1. Deux systèmes aux qualités intrinsèques complémentaires en termes de renseignement aérien

Consacré par le Livre Blanc de la défense nationale de 2008 comme fonction stratégique sous le terme « connaissance et anticipation »¹, le renseignement est l'un des outils indispensables du décideur. Garant de lui délivrer une situation la plus claire et la plus précise possible, il se base sur un ensemble de moyens techniques et humains qui doivent être mis en œuvre de manière cohérente et complémentaire.

a. Bref historique du renseignement aérien

i. Renseignement d'origine image

L'exploitation de la troisième dimension au début du XX^e siècle a immédiatement fait du renseignement une de ses premières missions. Elle offre en effet de nouveaux horizons pour le recueil d'informations. La fluidité du milieu permet de s'affranchir des obstacles et des frontières afin de pouvoir aller loin dans les lignes ennemies pour observer son dispositif et donc de pouvoir mieux anticiper sa manœuvre. La verticalité couplée à l'avancée technologique permet de se soustraire aux systèmes d'armes de courte portée ainsi qu'à toute l'artillerie anti aérienne sans obérer la qualité des informations recueillies.

La capacité de projection et la réactivité des vecteurs aériens permettent d'augmenter notablement la surface utile en termes de renseignement.

La composante satellitaire, qui permet d'atteindre n'importe quel point du globe sous réserve de conditions météorologiques favorables, assure en partie le volet stratégique du renseignement.

ii. Renseignement d'origine électromagnétique

Intégré de manière plus tardive sur le vecteur aérien, le renseignement d'origine électromagnétique a d'abord été utilisé sous son aspect électronique dans le conflit du Vietnam. Destiné à repérer les radars aéronautiques et les radars de conduite des systèmes sol-air, il a révolutionné le renseignement en « donnant vie » au renseignement image dans la mesure où il permettait à une image figée de donner le caractère opérationnel ou non d'un système.

¹ *Livre Blanc sur la défense et de la sécurité nationale*, Odile Jacob, La documentation française, 2008.

Il a lui aussi permis de donner une profondeur stratégique sans précédent avec l'avènement de satellites (démonstrateur Elisa puis constellation CERES en 2020) permettant d'obtenir une cartographie électromagnétique de zones jusque-là inconnues.

L'interception des communications *GSM*(*Global System for Mobile communications*) ou satellitaires contribuent également à apporter de la précision notamment dans le processus de ciblage.

L'évolution du renseignement est concomitante à l'évolution de l'environnement du champ de bataille et du tempo des opérations. Le suivi d'ordre de bataille d'armées régulières a laissé place à un renseignement immédiat qui doit être précis et transmis au plus vite à l'autorité responsable. Ce renseignement actionnable est au cœur de la manœuvre où il doit permettre de faire face à toute évolution de la menace qui n'avait pu être anticipée par la planification.

iii. Généralités sur les drones

Les premières mises en œuvre de drones remontent au conflit du Vietnam où les américains employèrent des drones *Firebee*² pour repérer les positions des systèmes sol-air nord vietnamiens. Employés aussi par les Israéliens lors de la Guerre du Kippour en 1973 afin de saturer les défenses anti aériennes dans le canal de Suez, son emploi va se généraliser dans les Balkans puis surtout en Afghanistan. Sa capacité à réaliser les missions 3d³ a été à l'origine de son succès mais les drones sont désormais des systèmes opérationnels à part entière (grâce à la miniaturisation des technologies, à l'amélioration des capteurs, à l'informatique ou encore aux transmissions de données plus fiables) capables de réaliser un large spectre de missions (reconnaissance, surveillance, désignation laser, frappes...) dont certaines sont irréalisables pour un équipage humain. Ils sont devenus incontournables dans les conflits modernes.

Le drone peut se définir de la manière suivante : « engin mobile terrestre, aérien ou naval, sans équipage embarqué, programmé ou télécommandé⁴ et réutilisable. Les drones militaires sont équipés de systèmes d'armes ou de recueils de renseignements. »⁵ Il ne faut cependant pas oublier que le drone n'est pas un système entièrement autonome mais que l'homme est

² *Firebee II* : BQM-34E/34T (*US Navy*), BQM-34F (*US Air Force*)

³ *dull, dirty and dangerous*

⁴ Les forces américaines utilisent l'acronyme *RPA* pour *Remotely Piloted Aircraft*. Les acronymes d'*Unmanned Aerial Vehicle*(*UAV*) ou d'*Unmanned Aerial System*(*UAS*) sont de plus en plus fréquemment utilisés dans l'OTAN.

⁵ *JO de la République française n° 0141* du 19 juin 2011, page 1496, texte n° 46.

bien présent dans sa mise en œuvre (que ce soit en terme de pilotage ou d'orientation des capteurs).

La classification des drones repose actuellement sur plusieurs familles :

- Les drones *HALE (High Altitude Long Endurance)* dont les caractéristiques principales sont :
 - o Une altitude de travail supérieure à 50000ft
 - o Une charge utile supérieure à 400kg
 - o Une endurance supérieure à 24heures

Ces systèmes ne sont à l'heure actuelle mis en œuvre que par les *USA* et dédiés à la reconnaissance d'une éloignée.

- Les drones *MALE (Medium Altitude Long Endurance)* :
 - o Une altitude de vol comprise entre 40 et 55000ft
 - o Une charge utile de 200 à 300kg en interne (400 à 600kg en externe)
 - o Une endurance supérieure à 18heures

Initialement dédiés aux missions de reconnaissance, ce type de drones s'est vu attribuer des capacités de traitement autonomes de cibles grâce à l'emport d'armement.

- Les drones tactiques :
 - o Une altitude de vol de 0 à 20000ft
 - o Une charge utile de 25 à 150kg
 - o Une endurance de 4 à 8 heures

b. Comparaison drone/aviation pilotée

i. En termes de persistance

Il s'agit sans doute là de l'évolution majeure apportée par les drones. L'aviation pilotée trouve une partie de ses limites dans son essence même : la présence humaine à bord. Les limites de cette dernière sont bien plus rapidement atteintes que celles de la technologie que ce soient en termes de température, de vibrations, d'accélération ou encore d'endurance.

L'avion de chasse était juste là capable d'assurer une permanence liée essentiellement à ses capacités d'emport en carburant ou aux limites physiologiques des pilotes⁶. Une mission de reconnaissance n'excède rarement que quelques heures et est consommatrice de moyens en ravitaillement en vol importants. Les *Lockheed U-2* américains assurent eux une autonomie d'une dizaine d'heures mais posent des contraintes importantes en termes de conditions de vol pour ses pilotes.

Le drone révolutionne complètement cet aspect contraignant et offre des capacités de travail sur zones bien plus importantes en s'affranchissant de moyens coûteux et complexes (ravitailleurs en vol et ses moyens de protection, FARP⁷...). Il permet ainsi de limiter la liberté d'action de l'ennemi sur le théâtre, de suivre les mouvements de ce dernier et d'assurer un soutien image et vidéo aux opérations planifiées. Le concept français d'emploi des drones *MALE* prévoit trois vecteurs par système (contre quatre pour les américains), ce qui permet d'assurer une persistance dans la troisième dimension avec un nombre réduit de moyens si nécessaire.

Cette dernière permet non seulement le traitement des cibles fugaces mais aussi de diminuer de manière significative les dommages collatéraux de part la résolution de ses capteurs.

ii. En termes de réactivité

Actuellement, les avions pilotés conservent quelques avantages. Ils sont tout d'abord plus rapides et manœuvrant que leurs homologues non pilotés permettant un spectre d'emploi plus important notamment en milieu non permissif.

La propulsion des chasseurs leur permet des vitesses de déplacement beaucoup plus importantes comparé aux drones (voir tableau⁸ ci-dessous).

⁶ A titre d'exemple, le *playtime* d'un Mirage 2000C peut aller de deux à sept heures de vol. Avec plusieurs ravitaillement en vol ce temps peut aller jusqu'à 10 heures.

⁷ *Forward Air Refuelling Point*

⁸ SOYER Alexandre, *La coopération Mirage 2000-C drone MALE dans les missions d'appui aérien*, 66 pages, EC02.005, 2016

| | Harfang | Reaper | Mirage 2000 C |
|---------------|-----------------|----------------|----------------------|
| | 90kts=1,5Nm/min | 240kts=4Nm/min | 600kts=10Nm/min |
| 50 Nm | 33 min | 13 min | 5 min |
| 100 Nm | 66 min | 25 min | 10 min |
| 200 Nm | 2 h 12 min | 50 min | 20 min |
| 300 Nm | 3 h 18 min | 1 h 40 min | 40 min |

Par ailleurs, le pilote étant à bord du vecteur, le risque de perdre celui-ci est très réduit contrairement aux drones où une perte de contact avec le vecteur reste possible entraînant une perte capacitaire et financière importante, sans oublier les aspects de confidentialité que cela va entraîner.

Ensuite, les aéronefs pilotés sont pleinement intégrés dans la circulation aérienne ce qui n'est pas encore le cas comme en témoigne la non possibilité pour les drones *MQ-9 Reaper* de l'armée de l'air de voler dans l'espace aérien européen.

Enfin les drones sont fortement dépendants pour le pilotage tout comme pour l'envoi des données collectés des moyens de communications. Une couverture satellitaire complète de la zone d'emploi tout comme une bande passante importante sont nécessaires. Cette forte dépendance entraîne une vulnérabilité dans le domaine électromagnétique car ils ne possèdent pas de système d'autoprotection ou de brouillage limitant une fois encore leur domaine d'emploi.

Le couple drone avion de combat assure une complémentarité réactivité permanence sur une zone donnée.

A la marge, la question de la discrétion peut apporter un élément en faveur de cette collaboration. La réactivité des aéronefs de combat se fait au détriment d'une faible discrétion sonore⁹. Les missions de *NTISR*¹⁰ se font à des niveaux de vol (entre *FL100* et *FL150*) où le bruit peut être détecté et l'effet de surprise annihilé. Le drone, quant à lui, est beaucoup plus discret ce qui est d'une importance capitale pour les missions de surveillance notamment en milieu désertique.

⁹ La signature des chasseurs est faible au dessus de 16000ft (campagne Centre d'Expériences Aériennes militaires réalisée aux EAU en 2010)

¹⁰ *Non Traditional Intelligence Surveillance and Reconnaissance*

La conception actuelle des drones ne diffère pas fondamentalement de celle des aéronefs pilotés. Les performances recherchées sont de plus en plus convergentes en termes de technicité pure ou de fiabilité. Elles devraient donc progressivement réduire l'écart en terme de complexité du système (conception et développement) et donc de maintien en condition opérationnelle qui est encore au désavantage de l'aéronef piloté.

iii. En termes de capteurs

Dédié exclusivement au renseignement d'origine image, les drones se voient maintenant dotée d'une panoplie complète de capteurs. En termes de ROIM, ils peuvent emporter des capteurs électrooptiques dans le domaine du visuel ou de l'infrarouge, et des caméras. Ils peuvent aussi emporter des capteurs pour effectuer de l'imagerie radar. Le drone *MQ-9 Reaper* mis en œuvre par l'Armée de l'air emporte ainsi la gamme complète de ces capteurs. Ces systèmes peuvent également emporter plusieurs charges utiles sous voilure démultipliant ainsi leurs capacités et permettant de mettre en œuvre un aspect multiscibles¹¹ et temps réel grâce à la FMV.

Mais l'avantage du drone c'est aussi de pouvoir emporter une capacité ROEM ce qui est déjà fait sur les drones américains et qui devraient être mis en œuvre en France dans les années à venir. Cette intégration de différents types de capteurs sur la même plateforme est une réelle plus value.

Cette modularité entraîne une flexibilité dans les modes d'actions permettant aux drones de s'intégrer pleinement dans une manœuvre multiscapteurs et de démultiplier les effets d'autres aéronefs dans une opération. Elle contribue en outre à l'économie des forces dans le cadre d'une opération. La tendance future sera certainement à la polyvalence des drones en en faisant tout à la fois des plates formes *ISR* et des vecteurs armés pour des raisons de coûts et d'efficacité. La différence avec des vecteurs pilotés n'en sera que plus ténue et la question des conséquences de l'emport de charges toujours plus lourdes sur l'endurance du système devra être étudiée avec le plus grand soin.

iv. En termes de raccourcissement de la boucle OODA

La première des conséquences de ces qualités intrinsèques des drones est qu'ils permettent un raccourcissement de la boucle observation orientation décision action. Là où un capteur avionné nécessitait de revenir se poser pour décharger les photos, les traiter puis les analyser avant de transmettre les résultats au chef pour décision, l'imagerie en temps réel ou la vidéo

¹¹ <https://www.army.mil/article/67838/>

permettent de raccourcir considérablement ces délais et de pouvoir traiter en particulier les menaces récentes dont la fugacité est une qualité première.

De plus, le concept d'emploi français permet d'avoir autour du coordinateur tactique (donc au plus proche de la mission) une véritable équipe renseignement capable d'analyser (analyse de niveau 1) en temps réel les informations et de pouvoir fournir des livrables (de type *snapshots*) utilisables immédiatement pour la conduite de la mission. C'est une différence notable avec les américains qui centralisent les informations recueillies par l'ensemble de leurs OPSAM¹² à travers le monde dans un centre unique de traitement du renseignement.

Là encore, la collaboration entre les deux plates formes permettrait d'accélérer notablement la boucle de décision.

Les deux systèmes dépendent énormément de flux de données qu'ils envoient ou reçoivent que ce soient pour les communications, la navigation ou l'*ISR* les rendant vulnérables aux perturbations électromagnétiques (brouillage) mais aussi aux attaques cybernétiques. L'automatisation envisagée pour les drones réduira cette vulnérabilité mais ne l'affranchira pas complètement ne serait-ce que pour la partie navigation.

c. Un exemple de coopération réussie : le ciblage

La première vraie combinaison opérationnelle avec un aéronef habité s'est faite dans le domaine du ciblage. Les premières expérimentations de l'emploi du *LASER* ont été réalisées en 1999 avec le système *Hunter* par l'Armée de l'air en vue des opérations dans le cadre du conflit au Kosovo. En effet, les qualités décrites précédemment ont été exploitées pour utiliser la permanence et la qualité des informations transmises par les drones avec la fulgurance et la puissance de feu des aéronefs pilotés. Le caractère fugace des cibles demandant une réponse immédiate, ces synergies dégagées ont ainsi pu permettre d'obtenir des résultats conséquents et de mettre à mal des organisations terroristes comme *Al Qaïda*. Le travail commun entre ces deux plate formes est devenu quasi quotidien, les drones assurant la désignation *LASER* ou l'extraction de coordonnées pour l'emploi d'armements guidés par les avions ou les hélicoptères. Ce concept permet au chef d'actionner les capteurs et les effecteurs (*sensor to shooter*) et de mener des actions cinétiques (après *PID*¹³ et *hostile intent* validé par la *FMV* du drone) ou non cinétiques (envoi de troupes au sol pour cadenasser la zone).

¹² Orbite Permanente de Surveillance Armée Multicapteurs

¹³ *Positive Identification*

Les américains ont très tôt poussé la collaboration entre plateforme pilotée et non pilotée en développant un concept appelé *MUM-T* pour *Manned-unmanned teaming*.

Dès 1997, *Boeing* a lancé une étude concernant l'emploi d'un hélicoptère *Apache Longbow* avec un *UAV* afin d'étudier en quoi cette association pourrait améliorer l'efficacité des missions d'attaque ou de reconnaissance. L'expérience en simulateur a été menée sur différents niveaux de contrôle de l'*UAV* par l'équipage¹⁴ :

- *Associated mode* : aucun contrôle de l'équipage qui bénéficiait simplement de la copie des senseurs dans le cockpit,
- *Dedicated mode* : le segment sol dirige les senseurs sur ordre de l'équipage de l'hélicoptère,
- *Coupled mode* : l'équipage a le contrôle total de l'*UAV* (navigation et senseurs)

Les premiers résultats obtenus ont tout de suite montré le potentiel d'une telle coopération permettant à l'hélicoptère de détecter des menaces au-delà des capacités offertes à ses capteurs internes tout en restant à distance de sécurité.

L'Armée américaine a déjà testé une association *Apache E*/ drone *RQ-7 Shadow* et *MQ-1 Gray Eagle* en 2014, avec la possibilité pour le pilote de l'hélicoptère de prendre le contrôle des capteurs du drone¹⁵. Si ce concept de « *manned-unmanned teaming* » est largement développé outre-atlantique depuis 2007, le succès de ce test a été de démontrer la faisabilité de mettre en place une liaison de données bidirectionnelle permettant non seulement l'envoi d'images et de vidéos du drone vers l'hélicoptère (L'*Apache* équipé d'une liaison de données *ISR* type *Video from Unmanned Aircraft Systems for Interoperability Teaming-Level 2 (VUIT-2)* est capable de recevoir la vidéo d'un drone mais aussi les flux de vidéos des pods de *targeting* des avions de combats dans la zone accroissant ainsi sa *SA*¹⁶) mais aussi la possibilité pour ce dernier de non seulement contrôler les différents capteurs mais aussi de prendre les commandes du drone.

¹⁴ KRAAY Anthony G., POULIOT Michelle L. and WALLACE William J., *Test and Evaluation of the Man-Machine Interface Between the Apache Longbow™ and an Unmanned Aerial Vehicle*, The Boeing Company, 1998, 8p.

¹⁵ HAWKINS Kari, *Unmanned aircraft soar with new capabilities for Apache teaming*, October 6, 2014 (https://www.army.mil/article/135412/Unmanned_aircraft_soar_with_new_capabilities_for_Apache_teaming/)

¹⁶ *Situational Awareness*

Les américains ont prouvé la maîtrise du concept lors de la bataille de *Sadr City* en Irak en 2008. Les israéliens l'ont aussi mis en œuvre lors de l'opération « Changement de direction » menée contre le *Hezbollah* entre le 12 juillet et le 14 août 2006 au Sud-Liban. Les drones *Searchers* et *Hermes 480* transmettaient aux hélicoptères *Apache* (équipés du système de liaisons *Givolit*) et aux avions de chasse les images temps réel et les coordonnées des SATCP ou des lance roquette du *Hezbollah* que les effecteurs pouvaient alors traiter avec efficacité.

Les avantages du concept du MUM teaming sont ainsi résumés: *“Manned-unmanned teaming already brings several assets to the battlefield, including improved air-ground integration, increased operational tempos, rapid development of situations when engaged, increased endurance allowing manned platforms to action real-time intelligence, increased lethality, increased survivability by reducing the unknown about enemy force disposition, persistent surveillance allowing manned aircraft to focus on high payoff targets and reliable combat information in real time”*¹⁷.

¹⁷ HAWKINS, op.cit.

2. Une collaboration qui permet de dégager des synergies à court terme

A l'image de ce qui est réalisé pour le ciblage et des résultats convaincants obtenus, il est maintenant intéressant d'étudier les coopérations qui sont ou qui pourraient être mises en place dans le domaine du renseignement.

a. Synergies opérationnelles

Un autre exemple de *M/UM teaming* réalisé par l'Army américaine consiste à faire coopérer avec des drones des avions *ISR* légers. Ce concept a été mis en œuvre par la *Task Force ODIN* en 2006 au sein de l'opération *OIF* avec pour but de traiter la menace *IED* en fournissant du renseignement temps réel aux unités supportées grâce aux nombreux capteurs jour/nuit embarqués et un liaison type *OSRVT*¹⁸. Equipée d'avions légers type *C-12* (connus aussi sous la désignation *MARSS*¹⁹) et de drones *MQ-12 Warrior Alpha*, cette *task force* a obtenu des résultats concrets qui ont poussé le *Department of Defense* américain à reproduire l'expérience en Afghanistan.

Là encore, les israéliens ont repris ce concept. Les *King Air 200T*, les *Heron TP* les *Heron I* israéliens ont aussi été utilisés conjointement lors de l'opération « Pilier de défense » menée à Gaza du 14 au 21 novembre 2012 pour assurer une couverture *ISR* de la zone d'action et une détection d'opportunité des tirs de roquette du Hamas²⁰.

Le contexte actuel et les réflexions sur le système de combat du futur mettent en opposition la question du développement d'un nouvel avion de combat (de sixième génération) aux coûts de recherche et de développement importants et la nécessité de réduire les budgets de la défense et de sécurité ; tout du moins de les maintenir à un niveau acceptable au regard des menaces qui pèsent sur nos intérêts. Une solution pour pallier à ce dilemme est donc d'utiliser des synergies entre les moyens actuels en en faisant de véritables multiplicateurs de force au service de tous les acteurs déployés sur un théâtre d'opération. La recherche de l'efficacité des forces par la complémentarité des moyens doit permettre de réduire les vulnérabilités et les moyens déployés.

Cela doit se traduire par des harmonisations technologiques (systèmes de communications afin d'échanger des données entre aéronefs mais aussi avec les segments sol, adaptation de

¹⁸ *One System Remote Video Transceiver*

¹⁹ *Multi-Mission Airborne Reconnaissance & Surveillance System*

²⁰ GROS Philippe, *Les drones armés israéliens : capacités, bilan de leur emploi et perspectives*, Fondation pour la recherche stratégique (recherche & documents n°9/2013), 2013, 41p.

l'interface homme-machine) mais aussi des innovations opérationnelles notamment en termes de doctrines d'emploi (permettre à l'avion ou au drone de jouer le rôle d'un relais de transmission pour envoyer les éléments recueillis ou traités en *line of sight (LOS)* ou en *beyond line of sight (BLOS)* si on est ambiance brouillée ou pas).

L'idée d'un couple avion de combat/drone serait d'en faire un système de capteur unique/global et non une simple superposition de capacité. Il pourrait être ainsi utilisé tant au niveau tactique, qu'opératif (taské par les structures renseignements de théâtre dans le cadre d'une *CJTF*²¹) voire stratégique pour la mise à jour de dossiers d'objectifs notamment.

Une telle association renforcerait :

- l'ubiquité de la puissance aérienne qui mêle capacité d'action et permanence. En effet, elle permet de traiter des menaces en assurant une couverture beaucoup plus importante du théâtre d'opération,
- L'agilité de la puissance aérienne ; les plates-formes multirôles et multicapteurs permettent aux moyens aériens de se mouvoir de manière rapide et décisive au travers des niveaux stratégique opératif et tactique mais aussi au travers de différents théâtres d'opération parfois au cours de la même mission,
- La concentration : permet d'assurer un effort ISR dans le temps et dans l'espace quand nécessaire.

Ainsi, ce couple offre une indéniable capacité d'influencer l'environnement opérationnel en assurant notamment un taux de revisite de certains points d'intérêts dans des délais très court renforçant encore la permanence sur zone. En somme, il permet de réduire les limitations principales de la puissance aérienne à savoir :

- qu'elle ne peut être permanente,
- qu'elle est limitée en termes de charges utiles,
- qu'un avion seul par la technologie qu'il emporte présente un coût important et qu'il faut donc mesurer les risques encourus à l'exposer à la menace,
- que la météo peut limiter l'emploi d'un type de capteurs.

Actuellement, il serait intéressant d'envoyer un avion de chasse en avance de phase sur un point à traiter afin d'y observer l'intérêt éventuel où la menace autour et de transmettre les

²¹ *Combined Joint Task Force*

informations au drone pour qu'il prenne le relais et suive en permanence l'objectif désigné. Les informations ou le renseignement seraient également être transmis au soldat sur le terrain (à l'instar de ce qui est fait avec le système *ROVER*²²) lui permettant ainsi de réduire le niveau de menace auquel il est soumis.

Néanmoins de cette association découlent plusieurs implications. Tout d'abord, l'interopérabilité des matériels doit donc être une priorité (tant en *hardware* qu'en *software*). Le système doit s'intégrer dans le *CAISR*²³ complexe. De plus, l'interface homme machine doit être étudiée et permettre de faciliter au mieux l'aide à la décision. Une fusion des capteurs drones et avion doit donner une *SA* la plus complète.

Ensuite l'entraînement et la formation des pilotes et des opérateurs doit être développée afin de les habituer à travailler en coopération et d'optimiser ce système de capteurs.

Enfin, l'intégration de ces nouvelles pratiques dans la chaîne de renseignement et plus largement dans la chaîne de commandement (notamment dans celle de planification et programmation des opérations aériennes) doit être prévue et jouée lors des exercices d'entraînement.

Exemple de l'opération Barkhane²⁴ :

L'exemple du théâtre Barkhane met en lumière l'état de la coopération actuelle entre l'avion de chasse et le drone. Les principales caractéristiques de cette opération sont les suivantes :

- Une *JOA*²⁵ très vaste (plus grande que l'Europe),
- Une menace fugace,
- Un environnement désertique

Elles rendent compliqué le traitement des objectifs et l'emploi de l'arme aérienne. Colocalisés sur la base aérienne projetée de Niamey, les drones de l'armée de l'air (Harfang et MQ-9 Reaper) et les Mirage 2000 C et 2000D travaillent donc en étroite coopération. Le couple offre permanence sur zone (offerte par le drone) et force de frappe (assurée par l'avion de chasse).

²² *Remote Operations Video Enhanced Receiver*

²³ *Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance.*

²⁴ Les éléments du paragraphe suivant sont tirés de SOYER Alexandre, *La coopération Mirage 2000-C drone MALE dans les missions d'appui aérien*, 66 pages, EC02.005, 2016

²⁵ *Joint Operation Area*

Les Mirage ne possèdent pas de capteurs renseignement en interne. Néanmoins, un ensemble de capteurs non dédiés est mis en œuvre par le pilote. Les jumelles à image stabilisée offre un confort visuel incomparable et permettent de distinguer du personnel et d'observer son activité au-delà de 10000ft sol. Les appareils photographiques numériques donnent de bons résultats dans les mêmes tranches d'altitude. Ils doivent cependant être réglés (notamment en termes de sensibilité) par le pilote. Enfin, l'œil du pilote fait office de capteur champ large et permet d'avoir une connaissance limitée de l'environnement sur 360° de jour comme de nuit (à l'aide d'un dispositif JVN²⁶) avec toutes les contraintes que cela peut comporter. Ces capteurs n'offrent cependant pas une toutes les garanties demandées par les opérations actuelles, en particulier ils ne possèdent pas une résolution leur permettant de toujours effectuer une *PID* (une des conditions nécessaire dans tout processus de ciblage). Afin de compenser cette faible résolution les chasseurs sont obligés de voler plus bas et donc de réduire leur discrétion ce qui permet à l'adversaire de se soustraire à la menace. Enfin, la détection et le suivi de cibles mobiles avec ses capteurs est très compliqué ; cette activité demandant un entraînement et une concentration souvent incompatible avec l'ensemble des autres actions devant être conduites par le pilote ou le NOSA²⁷. C'est au regard de ces remarques que la complémentarité du drone est avérée. Avec leur bonne résolution et leur capacité à observer sur 360°, ils pallient les problèmes rencontrés précédemment. Ajouter à cela, la capacité de corrélation des images issues de différentes parties du spectre²⁸ et la permanence sur zone permettant de réaliser du *BDA*²⁹, la pertinence d'une telle coopération trouve tout son sens.

Le second problème posé par l'étendue du théâtre réside dans les communications. Aucun des chasseurs présents (Mirage 2000C et D ; ne possèdent de moyens *SATCOM* (remarque qui pourrait être étendue aux Rafale qui ne possèdent pas tous une capacité *SATCOM*) ou *HF* rendant compliqué le travail dans les zones en limite de portée radio. Or dans le cas d'un processus d'*assessment* de *CDE*³⁰, il est nécessaire de contacter les autorités compétentes à savoir le *COMANFOR*³¹, le *JFACC*³² voire le *CPCO*³³ donc de garder le contact avec la

²⁶ Jumelles de vision nocturne

²⁷ Navigateur officier systèmes d'armes

²⁸ Le *MQ-9 Reaper* est par exemple équipé d'une caméra *LLTV* (*Low Light Television*) lui permettant en condition de faible luminosité de corréler des images à la fois en infra-rouge et en TV en amplification de lumière.

²⁹ *Battle Damage Assessment*

³⁰ *Collateral Damage Estimate*

³¹ Commandant de la Force

³² *Joint Force Air Component Command*

³³ Centre de Planification et de conduite des Opérations

chaîne C2 en toute circonstance. Le drone, équipé de la FMV et d'une capacité SATCOM, peut pallier ce manque.

La possibilité d'utiliser les moyens déjà en service montre tout l'intérêt d'une telle collaboration qui peut être mise en place rapidement moyennant quelques aménagements.

b. Synergies organisationnelles

Dans la foulée des synergies opérationnelles qui pourraient être dégagées, la mise en place de procédures organisationnelles pourraient être envisagées. En effet, l'effet demandé par une mission impose quasiment d'adapter pour chacune d'entre elle les capteurs à embarquer. Si l'aéronef piloté offre une souplesse toute relative dans la panoplie des capteurs mis à disposition, le drone quant à lui permet des combinaisons très intéressantes (capteurs optroniques dans différents domaines, capteurs électromagnétiques ou mix des deux types précédents) et une modularité certaine.

De plus, les capteurs *ISR* des deux types de plate forme demandent des moyens de communication importants dont les segments sol pourraient être mutualisés et optimisés. Actuellement, en ce qui concerne le drone, la bande passante est partagée entre les éléments de pilotage du vecteur et les éléments d'informations recueillis (vidéo, imagerie) par les charges utiles. Ces derniers en utilisent la quasi-totalité.

Il en va de même pour la ressource en analystes qui est très contrainte. L'exploitation des images étant très chronophage, une colocalisation des analystes est à privilégier dans tout déploiement afin de créer un pool commun d'analystes qui soient capables de gérer l'exploitation des informations recueillies par tel ou tel capteur.

Il est alors possible de pousser un peu plus loin cette réflexion et d'imaginer des organisations structurelles tels que des escadrons mixtes drones avions de chasse ou drones *ISR* léger (type *ALSR*³⁴) permanents dont les missions dédiées au renseignement devront être précisées par une doctrine. Dans de tels escadrons les pilotes pourraient être formés aux deux vecteurs et ainsi effectuer un quota d'heures sur chacun des appareils pour arriver à leur volume horaire annuel. Un travail sur simulateur permettrait de compléter l'entraînement des pilotes et opérateurs à ce type de coopération.

³⁴ Avion léger de surveillance et de reconnaissance

Des *task force* drones pourraient aussi être mises en place auprès d'autres escadrons comme les escadrons de transport afin de leur assurer un appui renseignement dans le cadre de missions de poser d'assaut ou de récupération de personnel.

L'*Army's Aviation Restructure Initiative* a par exemple décidé d'intégrer des drones *Shadow* et des hélicoptères *Apache* au sein de mêmes unités³⁵. Ainsi les *Heavy Attack Reconnaissance Squadron* pourraient être les précurseurs de ces unités mixtes apportant plus d'options et de flexibilité au commandeur dans l'emploi de ses moyens.

Les infrastructures nécessaires pour les drones sont moins contraignantes que pour les aéronefs pilotés.

c. Exemple de l'opération Harmattan

Lors de l'opération Harmattan qui dura de mars à fin octobre 2011, les Harfang ont été déployés auprès des Rafale à Sigonella en Sicile³⁶. C'était une première expérience de travail en commun de ces deux plateformes. Un centre de traitement commun *JODIC*³⁷ avait été, de plus, mis en place à leurs côtés.

Le colonel Sébastien Mazoyer rapporte« [...], le choix de colocaliser, sur la base de Sigonella, au sein d'un pôle français unique de renseignement, la composante avion, la composante drone et le centre interarmées du renseignement de théâtre, a permis de maximiser l'efficacité des moyens de surveillance, de reconnaissance et de renseignement français mis à la disposition de l'opération *Unified Protector* ». ³⁸

L'exigence du théâtre dans le suivi de la situation en appui de la manœuvre aérienne et la nécessité de disposer des informations en temps réel pour éviter les dommages collatéraux ont justifié du déploiement du drone aux côtés des chasseurs équipés du pod Reco NG. En effet, la manœuvre aérienne sans aucune coordination au sol, si ce n'est avec des forces hostiles au régime du président Khadafi dont les actions ne sont pas forcément inscrites dans une planification rigoureuse, demandait une combinaison poussée de tous les moyens renseignement et de leurs capteurs. La coordination dynamique de ces derniers se faisait via

³⁵ *The Army's 2013 Aviation Restructure Initiative*, RAND Arroyo Center, 2015, 60p.

³⁶ Les drones Harfang ont été déployés à compter du 18 août 2011

³⁷ *Joint Operational Deployed Intelligence Center*

³⁸ MAZOYER S. (colonel), De LESPINOIS J. (et al.), *Les drones aériens : passé, présent et avenir*, Paris, La documentation Française, 2013, p 245.

un *Chat* sécurisé permettant d'échanger des données entre personnes ayant le besoin d'en connaître de manière quasi instantanée.

La coopération entre les deux plates formes s'est à nouveau montrée fructueuse : « A ce titre, le regroupement d'aéronefs et de drones au sein d'un même escadron dédié en priorité au renseignement, permettrait de profiter des qualités de chaque capacité et de minimiser leurs faiblesses inhérentes, tout en favorisant de nouvelles synergies propices à l'efficacité opérationnelle »³⁹.

d. Aspects connexes

i. Pourquoi garder l'homme dans la boucle ?

Les progrès de la technologie, bien qu'ayant permis des avancées conséquentes dans bien des domaines ne permettent encore pas de pouvoir traiter de manière complètement autonome des cibles ni une navigation totalement autonome dans l'espace aérien en dehors de zones réservées à ce type de missions⁴⁰. Il ne s'agit pour le moment que d'avancées dans le domaine de l'automatisation car la machine n'est pas encore capable de remplacer le cerveau humain pour prendre une décision dans un environnement complexe où de multiples paramètres évoluent en temps réels. La présence de l'homme est encore indispensable dans la boucle afin de prendre les décisions adéquates.

La judiciarisation galopante dans les conflits modernes restreint le cadre des opérations militaires les enfermant dans un suivi strict des règles d'engagement et autres *caveats* qui nécessitent une identification positive avant tout emploi de l'armement et qui ne peut donc être réalisé seul par une machine. Il est encore inconcevable que l'une d'entre elles mette en œuvre de l'armement seule dans une zone habitée ou près de troupes amies dans le cadre de mission de CAS⁴¹.

Le domaine du renseignement est peut-être moins soumis à la contrainte pénale que le fait de délivrer de l'armement, néanmoins les aspects éthiques sont prégnants.

La nécessité de garder l'homme dans la boucle soulève le problème déjà développé des liaisons de communications entre les opérateurs du segment sol et le système en vol. Contraints par les bandes passantes et les zones de couverture, la mission conjointe avec un vecteur aérien piloté permettrait de réduire ces contraintes en faisant du pilote ou du

³⁹ *Id.*

⁴⁰ Les MQ-9 *Reaper* français ne sont pas encore autorisés à voler au dessus du territoire français.

⁴¹ *Close Air Support*

navigateur l'organe décisionnel de la mission et en permettant une allonge plus importante à la mission en utilisant l'une ou l'autre des plate forme comme relais de communications.

Le raccourcissement de la boucle OODA dont nous avons parlé précédemment a permis une notable avancée dans le traitement des cibles. Un des effets pervers de l'utilisation des drones réside dans le fait que le décideur ayant accès aux images vidéos en direct a tendance à prendre des décisions qui ne relèvent plus de son niveau (phénomène de *micromanagement*). Il peut ainsi prendre des décisions tactiques loin de ses préoccupations d'ordre opératif ou stratégique pour le déroulement de sa campagne. Les échelons subordonnés se trouvent alors déresponsabiliser. Une collaboration drones avions de combat permettrait donc de replacer l'homme au niveau tactique. Le pilote dans son avion aurait alors le contrôle du drone pour appliquer l'ordre hiérarchique voire prendre la responsabilité d'une décision tactique. Ainsi réaffecter une zone de travail pourrait se faire de manière beaucoup plus flexible ; le pilote pouvant directement commander au drone une réaffectation de zone sans avoir à passer par l'opérateur au sol et devoir lui expliquer en détail la requête.

Gageons que le développement de l'intelligence artificielle permettra des avancées dans ce domaine et permettra à ces systèmes d'atteindre un niveau d'autonomie qui ne peut être accepté aujourd'hui tant sur le plan éthique que juridique. A l'heure actuelle, celle du Big Data, la machine se doit d'être une aide pour traiter le flux ininterrompu d'informations recueillie par la multitude de capteurs présents sur un théâtre.

ii. La « réincarnation » du champ de bataille

L'avènement des appareils non pilotés a permis de réduire à néant l'exposition humaine sur le champ de bataille le préservant complètement du risque direct du feu adverse.

Le couple drone /avion de combat aurait aussi l'intérêt d'un point de vue éthique de « réincarner » le champ de bataille. Les problèmes liés à l'emploi d'une arme par une machine sans que l'homme ne soit vraiment présent sur le champ de bataille ont soulevé bien des polémiques. Sans compter les symptômes post traumatiques des opérateurs de drones qui géraient leurs machines au dessus de l'Afghanistan ou de l'Irak depuis le sol américain. La présence de l'avion plus proche du drone en mission permettrait de palier ces soucis sans pour autant exposer le pilote aux dangers présents.

L'équipage qui commanderait la mission renseignement ne serait ainsi pas ainsi coupé des problématiques de terrain ni insensible aux risques de la mission, n'entraînant pas une banalisation de l'action.

L'avènement de drones sur le champ de bataille a eu un impact culturel sur les sociétés. En effet, historiquement celles-ci cherchent à honorer des héros qui ont combattu et risquer leur vie pour défendre leurs congénères. Or une guerre où seuls seraient mis en œuvre des drones et autres robots ne permettraient pas cette identification. Redonner cette place au pilote en ne faisant de la machine qu'un prolongement et une aide à la décision est un axe intéressant. Il permettrait ainsi une transition vers un monde robotisé qui n'est pour l'heure peu accepté dans la pensée sociétale.

3. Une collaboration à développer sur le long terme

Cette partie ouvre sur une dimension plus prospective en essayant, au vu des innovations qui pourraient être entreprises tant en termes de renseignement que de capteurs ou de menaces, de montrer comment le couple drone avion de combat pourrait y répondre.

a. Evolution du renseignement

L'évolution du renseignement sera essentiellement marquée dans deux domaines :

- La technologie : avec l'avènement de nouveaux capteurs qui auront des capacités bien supérieures en termes de capacités (résolution, gamme de fréquences....) Leur miniaturisation permettra d'en emporter plus sur une même plate forme ou au contraire de réduire la taille de cette dernière et donc ouvrir vers d'autres capacités d'emploi. Les progrès dans le domaine des communications permettront certainement d'augmenter les débits d'information que ce soit en flux montant ou en flux descendant.
- L'analyse du renseignement : conséquence directe des avancées technologiques, la quantité d'informations à traiter sera plus importante. Néanmoins, les logiciels de traitement et les connaissances dans le domaine du *big data* auront sans doute progressé permettant à l'analyste d'affiner son travail et par conséquent d'optimiser l'emploi des capteurs tout en respectant les contraintes en termes de confidentialité des informations recueillies vis-à-vis de l'adversaire mais aussi vis-à-vis de partenaires dans le cadre d'une coalition.⁴²

b. Scenarii envisageables pour le couple drone/avion de combat à l'horizon 2025

Actuellement les études sur les évolutions possibles des chasseurs menées en France portent sur le Rafale et ses évolutions. Concernant les drones, trois catégories suscitent un intérêt particulier : le drone haute intensité (type nEUROn ou FCAS) capable d'évoluer en environnement permissif, ensuite le drone MALE (même concept que le *Reaper* ou le drone MALE européen) et avec une vision un peu plus innovante le micro drone (à l'image de ceux vendus dans le commerce), mais qui de façon surprenante, pourrait être le concept le plus accessible à plus court terme (dans un environnement permissif type BSS ou Chammal).

⁴² En effet, les capacités de nos senseurs comme la nature de nos objectifs peuvent être déduites des images ou des vidéos issues de nos capteurs et ainsi mettre à mal la cohérence de notre campagne. Cela implique donc de mettre en place des procédures afin de protéger ces informations mais aussi de partager le renseignement en accord avec les directives de la FIR (Fonction interarmées du renseignement).

Ce sont ces trois types de coopération qui sont envisageables : chasseur-drone de combat furtif, chasseur-drone MALE, chasseur-micro drone. Ce qui distingue ces trois modes c'est évidemment l'environnement selon qu'il soit permissif ou non.

i. Coopération chasseur/drone de combat

Dans ce cas il est intéressant de se demander s'il y aurait réellement une collaboration où si le drone serait autonome dans sa mission. En déclinant un peu et en forçant le trait de la coopération, ce serait dans un environnement très dégradé où le lien *SATCOM* ou *BLOS* ne serait plus disponible (de manière temporaire ou définitive), afin de relayer les commandes du drone vers le segment sol (qui pourrait être en métropole ou sur une base aérienne projetée) dans un environnement non permissif. Le chasseur serait alors utilisé en tant que télécommande⁴³. Il serait envisageable d'imaginer la place arrière d'un Rafale qui oriente les capteurs ou pilote le drone vu que la possibilité de le faire depuis une *GCS*⁴⁴ en *reach back* ne le permet pas en raison de l'interdiction de ses moyens *BLOS* dans cet environnement particulier. Le chasseur gère alors la mission du drone. Ces concepts commencent à être étudiés mais il y a encore très peu de retour ni sur leur pertinence, ni sur leurs limites, ni sur leur utilité.

Rien pour l'instant n'a été testé en France en termes de contrôle à distance du drone. Si l'on considère le cas du démonstrateur nEUROn, ce dernier n'a pas de capteurs et c'est une télécommande *LOS* à partir d'une station sol. Les essais n'intègrent pas encore du *BLOS* pour piloter le nEUROn. Le retard par rapport aux américains est conséquent.

D'un point de vue technique, il est raisonnable de penser à l'avènement de drones hypersoniques dans les décennies à venir. Ceux-ci permettant de se rendre de manière très rapide sur une zone pré définie ou sur une zone d'intérêt soudaine. Une transmission à une patrouille d'avion de chasse permet ensuite d'avoir une meilleure idée de l'objectif. Leur qualité de furtivité et d'autoprotection seront-elles aussi certainement améliorées entraînant une utilisation de ce couple dans des milieux non permissifs.

Le couple pourrait aussi être envisagé dans le concept de *penetrating ISR*. Les menaces aujourd'hui mettent en œuvre de stratégies d'*A2/AD*⁴⁵ de plus en plus perfectionnées rendant l'espace de moins en moins permissifs. Dans un environnement où la supériorité aérienne ne

⁴³ Dans ce cas, le chasseur ne serait pas forcément relais de communications. Cette fonction pourrait être réalisée par des ballons, des drones *HALE* mais à ce moment là il n'y a plus de chasseur dans la boucle.

⁴⁴ *Ground Control Station*

⁴⁵ *Anti access aera denial* : anti accès – interdiction de zone

sera pas acquise du tout, il est concevable d'envoyer des drones (moins coûteux et moins perfectionnés) afin de repérer d'éventuelles cibles fixes ou mobiles à traiter. Une fois celles-ci identifiées, les coordonnées pourront être transmises à l'aéronef habité resté à distance de sécurité le protégeant ainsi tout en ayant un Pk ⁴⁶ toujours élevé. Perdre un drone sera certainement mieux accepté et moins coûteux qu'une mission de *CSAR*⁴⁷ qui engagera un nombre conséquent de moyens et d'hommes dans un environnement où la menace sera très élevée.

ii. Coopération chasseur/drone *MALE*

Le deuxième concept qui consisterait à faire travailler ensemble chasseur et drone *MALE* (à poursuivre et développer ce qui se fait déjà aujourd'hui comme vu précédemment) donne lieu à plus de réflexions et de travaux. Mais, là encore, plus qu'une véritable collaboration, c'est en termes d'homogénéisation des capteurs que la réflexion est menée. L'utilisation de ces plates-formes ne doit pas se résumer à la somme de deux moyens aux missions bien différenciées mais de systèmes travaillant en complète synergie. L'idée est au développement de capteurs champ large sur le drone (aujourd'hui ce sont plus des capteurs champ étroit qui l'équipent si ce n'est le *GMTI*⁴⁸) et de développer parallèlement des systèmes d'automatisation du traitement des données à l'intérieur du chasseur, de la GCS voire du drone. Ainsi à partir de données champ large il serait possible de recueillir de la matière exploitable afin d'orienter ensuite un capteur pointé pour réaliser une identification fine ou de l'AI. Ceci fait défaut aujourd'hui sur le drone et sur le Rafale. Sur ce dernier, certes du recueil champ large peut être effectué dans une certaine limite (via le *GMTI*), mais la contrainte majeure est le temps nécessaire pour exploiter une toute petite partie de ce qui a été recueilli. En effet, l'interprétation reste humaine. Elle est encore relativement peu assistée et surtout, pas du tout en temps réel. Pour le drone, en caricaturant un peu, c'est de l'interprétation de données obtenues par des capteurs champ étroit et en temps réel (en raison de la *FMV*). Cependant, l'observation se fait sur une zone très réduite avec aucune garantie de ne pas passer à côté de quelque chose de très important en dehors de cette zone d'observation sans jamais en entendre parler. L'idée c'est de rapprocher les deux plates formes pour ne pas avoir un avion avec des capteurs champs large et un drone avec des capteurs champ étroit mais plutôt de les utiliser dans le même esprit en ajoutant de l'assistance et de l'automatisation pour se rapprocher du temps réel (diminuer le temps nécessaire entre le recueil et l'utilisation

⁴⁶ *Probability of kill.*

⁴⁷ *Combat Search and Rescue*

⁴⁸ *Ground Mobile Target Indicator*

ou l'exploitation utile des données recueillies). Ce sont plus des orientations communes qui sont données aux programmes ou au développement des capteurs drone ou Rafale qu'une coopération véritable du chasseur et du drone *MALE*.

En matière de travail commun, il est possible d'imaginer, en poussant la réflexion plus loin, un système d'optimisation des ressources qui seront toujours comptées. Sur une zone de recherche définie par le *Command and control* (C2) où sont déployés x moyens (dont des chasseurs et des drones), ce système d'optimisation permettrait que tous les capteurs ne regardent pas au même endroit. Il répartirait les zones de recherche en fonction des objets à y trouver (si l'on considère les activités d'un groupe terroriste : tout ce qui peut ressembler à un convoi de véhicules, à un camp de tentes, à des mouvements de terrain qui pourraient être liés à des caches d'armes, à des traces de véhicules qui n'existaient pas quelques temps auparavant...), des capteurs disponibles, des temps de présence, des conditions d'environnement (météo notamment).

Aujourd'hui cela n'existe pas, une partie de la zone est confiée au Rafale, l'autre au drone et ils vont fonctionner tous les deux sur le même principe avec leurs capteurs pointés et faire leur orbite de recherche chacun de leur côté sans qu'une fonction de coordination, de répartition ou d'optimisation de la tâche de recherche ne soit mise en œuvre entre les différents moyens. En 2025-2030, la répartition géographique se fera un peu de la même manière dans la zone mais la capacité de recueil de données sera plus importante avec l'utilisation plus courante de capteurs champ large et la capacité de les interpréter se fera aussi plus rapidement grâce au traitement automatique. Cette automatisation se traduira dans un premier temps par des algorithmes de reconnaissance de formes où une base de données capitalisera les images optiques ou radars des différents objets. Le système sera alors capable de ressortir toutes les anomalies qui ressemblent à l'objet considéré. En y adjoignant une intelligence artificielle, et en lui mentionnant les occurrences qui correspondent effectivement à l'objet recherché, le système finira par « apprendre » et sera alors capable de présenter avec un taux d'erreur de plus en plus faible les ensembles de pixels utiles sur une fauchée donnée en quelques secondes.

En ce qui concerne les capteurs ROEM, il est difficile de détecter l'émission d'un boîtier loin d'une borne *GSM*. Le concept qui paraît le plus crédible est de disposer de beaucoup de récepteurs à répartir sur le théâtre. Ce seraient plus des micro-charges avionnées non seulement sur les chasseurs, les drones mais aussi sur tout ce qui vole (ALSR, Transall

Gabriel ou son successeur, voire même sur les avions de transport tactique) afin de jouer le rôle de sonnettes permettant d'augmenter la probabilité d'intercepter ce que l'on recherche.

En ce qui concerne la V/UHF il est possible de faire de la goniométrie en n'étant pas immédiatement à proximité. Un mode de coopération est alors possible dans ce cas là, sous réserve que les capteurs du drone et du chasseur soient de même nature. Or aujourd'hui les détecteurs *ELINT* du Rafale sont dédiés à son autoprotection et sont donc orientés système d'armes (systèmes sol-air et air-air qui risquent de le menacer) et ne vont pas chercher dans les bandes de fréquence qui intéressent l'*ISR*. Aucune évolution n'est aujourd'hui prévue sur le Rafale car cela nécessiterait la mise en place d'antennes complètement nouvelles et de changer la structure de l'avion. La pertinence du concept serait difficile à justifier au vu des coûts que cela engendrerait. Les charges ROEM prévues pour les drones le sont pour l'instant exclusivement pour les missions drones afin de permettre de réaliser de l'analyse de réseaux et des interceptions discursives GSM, SATCOM et V/UHF.

Technologiquement, rien ne s'oppose à l'heure actuelle à ce qu'un échange de données soit possible entre le Rafale et le drone. Aujourd'hui, les antennes permettant de créer le tuyau (en considérant que leur positionnement autorise ces échanges) existent mais pas le hardware qui permet de recevoir une image dans le cockpit. Néanmoins, des études sont menées dans ce domaine⁴⁹ dont les résultats peuvent être transposés aux échanges entre drone et Rafale. Il sera ainsi envisageable qu'un Rafale en mission de *NTISR* équipé du pod TALIOS puisse transmettre des éléments au drone afin que celui-ci pointe ses capteurs sur l'objet recherché.

iii. Coopération chasseur/microdrone

Le troisième concept, qui n'est pas très étudié, est la coopération chasseur-microdrone. Ce concept beaucoup moins ambitieux que celui évoqué avec le drone de combat furtif, mais paraît plus viable à l'horizon 2025 car plus de capteurs champ large seront à disposition des forces tout comme des systèmes automatiques de détection d'objets d'intérêt.

Il présente peu d'intérêt pour les industriels qui sont structurés pour travailler sur des projets très particuliers dans une stratégie de développement de l'entreprise. Mais il paraît néanmoins viable à court terme pour des coûts raisonnables.

Dans cette hypothèse, le Rafale serait à même d'éjecter un ou plusieurs drones qui lui serviraient de capteurs déportés afin de réaliser une identification sur un objectif que ses capteurs embarqués ne lui permettraient pas de faire. En effet, combinés au capteurs champ

⁴⁹ Typiquement un échange entre deux Rafale des images de leur pods TALIOS, pod proposé par Thalès.

large qui permettront d'une part une couverture de zone beaucoup plus importante et d'autre part une identification des points d'intérêts beaucoup plus fine, ce concept pourrait apporter une réponse intéressante notamment en milieu permissif. Le microdrone serait alors envoyé pour obtenir une image avec une résolution très pointue d'un objet d'intérêt identifié là où le capteurs embarqués seraient en limite de travail d'autant plus qu'aucune troupe au sol ne serait présente.

Les drones utilisés, type drones du commerce, ont désormais des télécommandes dont la portée avoisine les 10km avec des capteurs jour nuit très performants pour des prix très abordables. Ceci pourrait être compatible avec un concept « consommable » où après son utilisation, le drone serait crashé. Il faudrait simplement travailler sur l'intégration de ce capteur déporté sur un système existant comme le Rafale. Plusieurs niveaux seraient envisageables (de pas d'intégration à une intégration complète). Bien entendu les coûts et les temps de développement ne seraient pas les mêmes en fonction du niveau choisi. Néanmoins afin de rendre le concept crédible, il est possible d'envisager une intégration à minima en utilisant des moyens existants pour larguer les microdrones comme les lance leurres ou d'autres systèmes qui sont ouverts en termes de configuration d'emport et d'éjection et qui permettrait d'encapsuler un ou plusieurs drones. Une fois ejectés, il serait nécessaire de développer un système de séparation et de stabilisation des drones tout comme une liaison de communications pour le pilotage et le transfert de données entre les plates formes.

c. L'enjeu de la connectivité

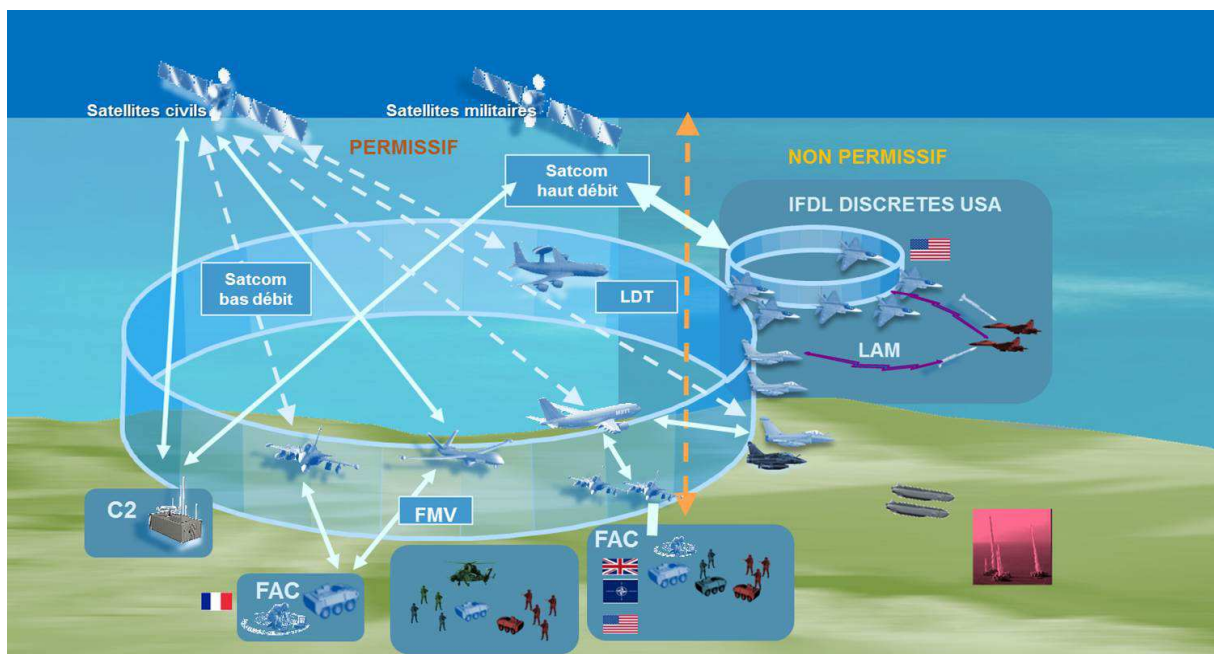
Le chef d'état major de l'Armée de l'air Denis Mercier s'exprimait ainsi lors d'une allocution le 4 mai 2015 intitulée « Drones : un changement de paradigme pour les opérations » : « Comprenez bien, le système de combat aérien futur, ce n'est ni un drone, ni un avion avec pilote à bord. Le mot-clef est bien « système ». J'irai plus loin, le système de combat aérien futur, c'est un « *combat cloud* », véritable système de systèmes intégrant des senseurs et des effecteurs de différente nature et de différentes générations. Drones ou Rafale seront tour à tour senseurs ou effecteurs, suivant leur rôle attribué en temps réel depuis un noyau *C4ISTAR* ».

Cette citation montre tout l'intérêt porté à la connectivité des systèmes qui sera la véritable révolution en matière d'opérations et plus particulièrement en apportant une plus value certaine à la manœuvre aérienne. Elle le sera d'autant plus dans le domaine du

renseignement ; un renseignement qui devra être toujours plus actionnable, c'est-à-dire toujours plus précis et réactif.

Cette nouvelle architecture sera articulée autour d'effecteurs et de contributeurs à la manœuvre *ISR*. Ces derniers seront de deux ordres : les contributeurs de plein droit (capteurs *ISR* dédiés) et les contributeurs d'opportunité (plates formes capables de mener des opérations de *NTISR*). La notion de services y sera centrale. Il ne s'agira plus de liaison point à point entre deux moyens définis mais bien d'un ensemble de services mis à disposition de l'ensemble des acteurs de la manœuvre sur des réseaux.

Auparavant, la logique était un service pour un système dédié. Dorénavant, la liaison entre deux moyens pourra, par exemple, se construire de plusieurs manières : en liaison *SATCOM* directe ou par rebonds *LOS* successifs selon les moyens opérationnels. Le service sera matérialisé par des couches de transport disponibles avec le niveau de sécurité idoine qui permettront de s'adapter de la manière la plus flexible et réactive au besoin.



d. Exemples de missions militaires/civiles qui pourraient être réalisées par le couple drone/avion de chasse

Ce paragraphe final laisse place à des propositions de missions qui pourraient être réalisées par le couple drone/avion de combat (et par extension avec tout type d'aéronef) dans le domaine militaire comme dans le domaine civil. Cette liste n'est bien entendu pas exhaustive, le champ de collaboration n'en étant encore qu'à ses balbutiements.

Dans le cadre de missions militaires :

Des drones spatiaux pourraient offrir en terme de permanence et de couverture des capacités inégalées et permettre ainsi de veiller sur un théâtre d'opération afin d'envoyer des avions de reconnaissance traiter différents objectifs dans une zone définie. Ceci offrirait une capacité de rafraîchissement du renseignement meilleure que celle offerte aujourd'hui par les satellites dédiés.

Ceci serait aussi valable dans le domaine de la surveillance maritime. Là encore, les étendues, que ce soit en surface où sous le niveau de la mer, sont immenses et ne permettent pas à des avions de les couvrir sans dépenser un potentiel énorme. Les drones pourraient ainsi faire une surveillance à grande échelle afin ensuite d'envoyer des avions de patrouille maritime ou des avions de reconnaissances réaliser une identification plus fine des bâtiments concernés.

Dans le domaine de la posture permanente de sûreté, un maillage de l'espace aérien national par des drones pourrait être envisagé. La réactivité des avions en alerte bénéficieraient de leur persistance élevée pour mener à bien les mesures actives de sûreté aérienne.

La mission CSAR est une mission exigeante qui demande une préparation rigoureuse et une exécution qui ne souffre d'aucun à peu près. Un drone, en avance de phase des moyens dédiés ou en surveillance sur la zone d'éjection, permettrait d'assurer un niveau de sécurité conséquent.

Les progrès de l'intelligence artificielle permettront certainement d'assurer une coordination et une répartition des tâches bien meilleures. Il sera alors envisageable de sortir d'une pure relation maître esclave entre l'homme et la machine. Selon les circonstances, l'un ou l'autre pourra prendre le rôle de chef de mission en vue de son accomplissement.

Dans le cadre de missions civiles :

Dans le domaine interministériel, l'utilisation du couple avion/drone pourrait trouver des applications intéressantes.

A l'image du domaine militaire, une coopération en milieu maritime dans le cadre de la recherche de réfugiés ou de débris lors d'un *crash* avion est possible pour les mêmes raisons que précédemment.

En ce qui concerne le contrôle aux frontières, le couple pourrait intervenir dans un concept de frontières intelligentes où l'avion par sa vitesse pourrait assurer une *line search* le long d'une

frontière et repérer les points d'intérêt afin d'y envoyer ensuite des drones qui contrôleraient de manière permanente ces points et identifieraient les différents trafics.

La principale contrainte qui devra être levée dans ce type de missions sera l'intégration des drones dans un espace aérien non ségrégué. Les fonctions d'anti collision, la mise en place d'un cadre juridique encadrant ces emplois, la disponibilité des fréquences sont autant de domaines qui sont pour l'heure encore à l'état de réflexion.

Conclusion

L'évolution du renseignement sur ces dernières décennies a été conséquente. D'une dimension essentiellement stratégique autour du suivi d'ordres de bataille pendant la Guerre froide à une dimension tactique caractérisée par le suivi de cibles mouvantes et fugaces sur les derniers théâtres d'intervention, ses méthodes de recueil, d'analyse et d'emploi ont mis en lumière de nouvelles contraintes et de nouveaux processus.

Les drones, qui sont désormais devenus des acteurs incontournables dans les opérations actuelles, présentent des caractéristiques (persistance, capteurs, discrétion, exposition au risque....) qui viennent en faire un complément idéal de l'avion de chasse (réactivité, force de frappe, pilote dans le cockpit...). Le couple drone/avion de chasse trouve donc toute sa place pour répondre aux nouveaux défis du renseignement.

Les exemples étudiés (Harmattan, Barkhane notamment) ont montré toute la plus value qu'une telle coopération pouvait apporter à la conduite d'une opération. Ces axes de travail pourraient, à court terme, et moyennant quelques aménagements d'ordre technique, doctrinaux ou organisationnels répondre de façon plus adaptée aux contraintes.

Les scénarii prospectifs laissent à penser que la coopération drone/avion de chasse n'est pas occultée dans un contexte toujours plus prégnant d'optimisation des moyens. Que ce soit avec un drone de combat aux capacités très proches de celles d'un chasseur moderne, avec un drone MALE au cœur d'un projet européen ou avec un microdrone qui peut se trouver dans le commerce, les réflexions nourrissent les états-majors.

Il est cependant un peu présomptueux de parler de révolution dans le domaine du renseignement tant ces travaux s'inscrivent dans une approche plus globale de partage de l'information basée sur la connectivité des différents moyens mis en œuvre dans le cadre d'une opération. La coopération drone avion/de chasse n'est qu'une partie d'un nouveau système de forces où le raisonnement en terme de plate forme est dépassé au profit d'une logique réseau centrée.

L'avènement de systèmes complètement autonomes n'est pas encore à l'ordre du jour. Drones et avions de chasse constitueront encore dans les décennies à venir la colonne vertébrale des moyens d'action sur les théâtres conflictuels et devront donc trouver au gré des évolutions technologique et doctrinales de nouveaux processus qui répondront aux défis futurs du renseignement.

Éléments de bibliographie

ADVISORY GROUP FOR AEROSPACE RESEARCH & DEVELOPMENT, *System Design Considerations for Unmanned Tactical Aircraft (UTA)*, Mission Systems Panel 8th Symposium, Octobre 1997, 271p.

CALHOUN Paul (Major,USAF), *DARPA Emerging Technologies*, Strategic Studies Quarterly, Fall 2016, 24p.

CHAMAGNE R. (colonel), *L'art de la guerre aérienne*, L'esprit du Livre, 2007, 222p.

CHAMAYOU, Grégoire, *Théorie du drone*, La fabrique édition, Paris, 2013,363p.

CHAN Jing Yi (LTA), *Manned-Unmanned Teaming—An Analysis Of UAVs And Their Interoperability With Manned Aircraft*, Pointer (Journal of the Singapore Armed Forces), Mars 2016, 11p.

Concept of Operations for Drones, EASA, 24 juillet 2015.

D'AIMAZIN d'ARES, Jean-Christophe, *Drones : acteurs incontournables de notre avenir ?*, Esprit du Livre Editions, 2011.

CHAUPRADE Lionel, *Les drones aériens*, Toulouse, Cépaduès, 2014, 150p.

GROS Philippe, *Les drones armés israéliens : capacités, bilan de leur emploi et perspectives*, Fondation pour la recherche stratégique (recherche & documents n°9/2013), 2013, 41p.

HAWKINS Kari, *Unmanned aircraft soar with new capabilities for Apache teaming*, October 6, 2014

(https://www.army.mil/article/135412/Unmanned_aircraft_soar_with_new_capabilities_for_Apache_teaming/)

JAIMES Aldo, KOTA Srinath, GOMEZ Jose, *An approach to surveillance an area using swarm of fixed wing and quad-rotor unmanned aerial vehicles UAV(s)*, Autonomous Control Engineering Lab University of Texas (San Antonio), 6p.

KRAAY Anthony G., POULIOT Michelle L. and WALLACE William J., *Test and Evaluation of the Man-Machine Interface Between the Apache Longbow™ and an Unmanned Aerial Vehicle*, The Boeing Company, 1998, 8p.

LATOUR X., ROCHE J-J. (et al.), *Les drones : enjeux opérationnels, juridiques, sociaux et éthiques*, Penser les Ailes Françaises n°29, 2013.

MAC GREW Timothy M., *Thesis : Army aviation addressing battlefield anomalies in real time with the teaming and collaboration of manned and unmannes aircraft*, Naval Postgraduate School, december 2009, 84p.

MASSIE Andrew (Wing Commander), *Autonomy and the Future Force*, Strategic Studies Quarterly, Summer 2016, 14p.

MAZOYER S. (colonel), De LESPINOIS J. (et al.), *Les drones aériens : passé, présent et avenir*, Paris, La documentation Française, 2013, 706p.

SCOTT William B., *Unmanned Aerial Vehicles : Commentary*, Aviation Week & Space Technology. 7/8/2002, Vol. 157 Issue 2, p54. 2p.

SOYER Alexandre, *La coopération Mirage 2000-C drone MALE dans les missions d'appui aérien*, 66 pages, EC02.005, 2016

SWEETMAN Bill, "Fighters Without Pilots", popular science, vol. 251, n°5, novembre 1997, 183 pages.

The Army's 2013 Aviation Restructure Initiative, RAND Arroyo Center, 2015, 60p.

UHRMANN Johann, STRENZKE Ruben & SCHULTE Axel, *Task-based guidance of multiple detached unmanned sensor platforms in military helicopter operations*, Universität der Bundeswehr München, GERMANY, 6p.

US department of defense, *Unmanned Systems Integrated Roadmap FY2013-2038*, 168p.

United States Air Force Unmanned Aircraft Systems Flight Plan 2009-2047, 18 mai 2009, 82p.

ZUBELDIA, Océane, *Histoire des drones*, Perrin, Paris, 2012.