

Archived Content

Information identified as archived on the Web is for reference, research or record-keeping purposes. It has not been altered or updated after the date of archiving. Web pages that are archived on the Web are not subject to the Government of Canada Web Standards.

As per the [Communications Policy of the Government of Canada](#), you can request alternate formats on the "[Contact Us](#)" page.

Information archivée dans le Web

Information archivée dans le Web à des fins de consultation, de recherche ou de tenue de documents. Cette dernière n'a aucunement été modifiée ni mise à jour depuis sa date de mise en archive. Les pages archivées dans le Web ne sont pas assujetties aux normes qui s'appliquent aux sites Web du gouvernement du Canada.

Conformément à la [Politique de communication du gouvernement du Canada](#), vous pouvez demander de recevoir cette information dans tout autre format de rechange à la page « [Contactez-nous](#) ».

CANADIAN FORCES COLLEGE / COLLÈGE DES FORCES CANADIENNES
JCSP 33 / PCEMI 33

EXERCISE/EXERCICE NEW HORIZONS

Les opérations aériennes du futur

By/par MAJ Bertrand CADOUR

This paper was written by a student attending the Canadian Forces College in fulfilment of one of the requirements of the Course of Studies. The paper is a scholastic document, and thus contains facts and opinions that the author alone considered appropriate and correct for the subject. It does not necessarily reflect the policy or the opinion of any agency, including the Government of Canada and the Canadian Department of National Defence. This paper may not be released, quoted or copied except with the express permission of the Canadian Department of National Defence

La présente étude a été rédigée par un stagiaire du Collège des Forces canadiennes pour satisfaire à l'une des exigences du cours. L'étude est un document qui se rapporte au cours et contient donc des faits et des opinions que seul l'auteur considère appropriés et convenables au sujet. Elle ne reflète pas nécessairement la politique ou l'opinion d'un organisme quelconque, y compris le gouvernement du Canada et le ministère de la Défense nationale du Canada. Il est défendu de diffuser, de citer ou de reproduire cette étude sans la permission expresse du ministère de la Défense nationale.

Introduction

Depuis le premier vol autopropulsé des frères Wright en décembre 1903¹, le monde aéronautique a connu une évolution considérable qu'il convient de qualifier d'exponentielle. Dans ce cadre, les applications militaires ont la plupart du temps précédé les innovations civiles. La supériorité technologique s'est révélée décisive dans de nombreuses batailles. Depuis la première guerre mondiale à nos jours, des avions biplans aux chasseurs les plus modernes, voire les drones de combat ou Unmanned Combat Aircraft Vehicle (UCAV), l'innovation technologique a permis de réaliser des progrès considérables dans la conduite des opérations aériennes. C'est dans le cadre de ces évolutions scientifiques que l'apparition de l'automatisation des tâches a conduit l'homme à confier de nombreuses responsabilités à la machine. Aujourd'hui, l'utilisation croissante des drones² dans les campagnes aériennes récentes amène donc à s'interroger sur le fait de savoir si la machine a vocation à supplanter l'homme dans l'accomplissement des opérations aériennes, tout particulièrement par le recours aux drones de combat. Le débat est parfois vif entre d'un côté les partisans du tout automatique et de l'autre les promoteurs du vecteur piloté, tant les enjeux industriels et doctrinaux sont de taille.

Cependant, la question n'est pas encore définitivement tranchée et cet essai aura pour but de montrer que l'homme et la machine ont vocation à coexister pour aboutir à une efficacité maximale dans le déroulement des opérations aériennes. C'est pourquoi une réflexion doctrinale doit être conduite afin de rechercher une synergie optimale lors de la

¹ Herodote, " Premiers vols des frères Wright" ; accessible à <http://www.herodote.net/dossiers/evenement.php5?jour=19031217>; Internet, consulté le 22 février 2007.

² Dans cet essai, les termes drone ou UAV(Unmanned Aerial Vehicle) sont employés pour désigner les vecteurs aériens non pilotés. Les termes UCAV(Unmanned Combat Aircraft Vehicle) ou drones de combat sont employés pour désigner les vecteurs aériens non pilotés capables de délivrer de l'armement.

répartition des rôles entre les avions de chasse traditionnels et les UCAV en cours de développement.

Après avoir considéré les évolutions techniques et doctrinales qui ont soulevé ces interrogations, il sera démontré que le niveau de développement technologique actuel ne permet pas encore de s'affranchir complètement de la présence humaine lors de l'exécution d'opérations aériennes. Enfin, nous montrerons que les engagements aériens futurs ont tout intérêt à s'appuyer sur la répartition des tâches entre l'homme et la machine, tout en considérant ce que cela implique concernant les programmes d'armement à venir, notamment au niveau européen.

Les cinquante dernières années ont permis d'assister à des développements technologiques considérables et dans le même temps, d'importantes évolutions doctrinales ont modifié le déroulement global des opérations militaires. Ces nouveaux paramètres ont suscité la controverse sur la répartition des rôles entre l'homme et la machine.

Après l'avènement de la révolution industrielle, le 20^{ème} siècle a vraiment constitué un tremplin pour l'évolution technologique. Des domaines aussi variés que l'automatisation, la miniaturisation, la numérisation ou encore les transmissions de données ont permis d'accroître considérablement l'autonomie des machines, la présence de l'homme étant utilisée principalement pour vérifier le bon fonctionnement. L'aéronautique a pleinement bénéficié de ces évolutions. Ainsi, les avions de ligne modernes ne nécessitent en pratique aucune intervention humaine du décollage à l'atterrissage. Il suffit au pilote de rentrer les données du vol dans le Flight Management System qui est ensuite capable de gérer la totalité des trajectoires désirées. Outre ces développements, l'utilisation du Global Positioning System(GPS) depuis la première guerre du Golfe permettant un positionnement précis a

conféré une autonomie totale à certains systèmes³. Les avions sans pilote ont également bénéficié de ces avancées et c'est ainsi que le rôle des UAV(Unmanned Aircraft Vehicle) s'est accru. Ce concept n'est pas complètement nouveau et Israël est l'un des premiers pays à avoir employé des avions sans pilote lors de la Guerre du Kippour en 1973⁴. Devant les pertes considérables infligées à son aviation tournée vers l'offensive, le maintien des capacités d'observation grâce à des petits appareils autonomes était devenu primordial. Aujourd'hui, les UAV sont tout à fait capables de conduire des missions variées en parfaite autonomie sans présence humaine à bord. Ces missions militaires sont pour l'instant restées cantonnées à des missions d'observation, de renseignement, de transmission ou encore de guerre électronique⁵. La délivrance d'armement par des drones reste encore exceptionnelle et l'exemple le plus connu demeure le raid dans le désert du Yémen en 2003. A cette occasion, un drone Predator a ouvert le feu sur une cible terroriste dans le cadre d'un raccourcissement de la boucle observation, orientation, décision, action (OODA)⁶.

Outre ces évolutions techniques, la révolution doctrinale a également contribué à soulever la question du tout automatique. En effet, les champs de bataille des dix dernières années, auxquels ont été confrontées nos sociétés occidentales, ne ressemblent en rien à ceux des deux guerres principales du siècle dernier, les plus meurtrières de l'Histoire. Les pertes en vies humaines sont devenues un sujet extrêmement sensible et c'est ainsi qu'est né le concept zéro mort issu de la révolution dans les affaires militaires apparu dans les années 90 : " Elle

³ Geocities, "Historique du système GPS"; accessible à <http://www.geocities.com/gps4tpe/historique.htm>; Internet; consulté le 14 février 2007.

⁴ Délégation Générale pour l'Armement, " L'historique des drones"; accessible à http://www.defense.gouv.fr/dga/dossiers/drone_dhistoire_lhistorique_des_drones; Internet ; consulté le 12 janvier 2007.

⁵ Délégation Générale pour l'Armement, "Les drones d'aujourd'hui et de demain" ; accessible à http://www.defense.gouv.fr/dga/dossiers/animations_flash_sur_les_drones_aujourd'hui_et_demain; Internet ; consulté le 15 janvier 2007.

⁶ Global security, "MQ-1B armed Predator" ; accessible à <http://www.globalsecurity.org/intell/systems/armed-predator.htm>; Internet ; consulté le 06 février 2007.

reflète d'une part la volonté politique de mener la guerre avec " zéro mort " dans son propre camp, et d'autre part la capacité à faire profiter le champ de bataille terrestre de la course technologique aux armements qu'avait constituée, dans les années 1980, la fameuse Initiative de défense stratégique."⁷ La guerre devait devenir propre. Cela signifiait la nécessité de limiter au strict minimum le nombre de victimes. Il est donc logique de considérer cette question lors de la conception des nouveaux matériels, ainsi qu'au cours de la réflexion sur leur emploi potentiel. La meilleure solution pour s'approcher de l'objectif "zéro mort" consiste de toute évidence à limiter la présence de l'homme au sein de la machine dans les zones à risque.

Ajouté à cela, le survol des territoires ennemis par des vecteurs pilotés comporte le danger de les voir se faire abattre et l'équipage capturé. Le cas du pilote de Jaguar britannique abattu en Irak en 1991 et utilisé par Saddam Hussein comme outil de propagande est révélateur des conséquences que cela peut engendrer. La France a également été confronté directement à ce type de situation lorsque le binôme pilote-navigateur d'un Mirage 2000 a été emprisonné par les serbes en août 1995. Les deux officiers français ont servi de monnaie d'échange après environ quatre mois de détention. Outre la sensibilité de l'opinion publique face à ce genre de situation, rendant la position des pouvoirs politiques difficile, elle nécessite également la mise sur pied d'opérations de recherche et sauvetage au combat (CSAR), afin de récupérer au plus tôt les équipages abattus avant qu'ils ne tombent entre les mains de l'ennemi. Ces missions sont souvent complexes et fort coûteuses et peu de nations possèdent la panoplie complète de moyens nécessaires pour les mener à bien. La pression à la fois politique et médiatique milite donc pour une limitation de la présence humaine au sein des machines lorsque cela est possible, ou que le danger devient trop important.

⁷ Colonel Dominique Andrey , *Le rôle potentiel de la fortification face à la " révolution dans les affaires militaires"* ; accessible à http://www.asmem.ch/Web/Textes/Fort_et_RMA.htm; Internet; consulté le 27 février 2007.

L'étude des accidents aéronautiques est également un facteur qui a contribué à soulever le débat. La responsabilité est en effet imputée la plupart du temps à l'homme en cas d'accident ou d'incident aéronautique. Les analyses de l'ensemble des événements dans le domaine aéronautique montrent que dans la plupart des cas, les actions humaines sont un facteur déclenchant des problèmes qui surgissent⁸. La dimension humaine est donc le maillon faible car un individu peut parfois avoir des réactions imprévisibles sous l'effet du stress ou de la fatigue, ce qui est souvent le cas lors d'opérations aériennes militaires.

Enfin, les partisans des UCAV arguent que ces derniers présentent de nombreux avantages opérationnels par rapport aux systèmes habités. Au cours de la conception des avions de combat, la place accordée à l'homme tant en matière d'espace que de poids est un facteur limitatif pour la charge utile disponible. Dans le cas des drones, les marges de sécurité traditionnelles utilisées pour la conception d'un avion de combat peuvent être réduites car il n'y a plus de vie humaine directement menacée. La diminution des contraintes conduit alors directement à une réduction de la masse structurelle de l'appareil, ce qui permet d'avoir des véhicules de taille réduite. Cela confère des avantages opérationnels conséquents car des vecteurs de taille plus petite possèdent une signature infra-rouge et une surface équivalente radar inférieure, ce qui les rend plus difficilement détectable par les radars ennemis. Leur espoir de survie est donc théoriquement supérieur à celui d'un avion. Il est encore accru par l'absence de cockpit, ce qui diminue la signature radar. L'homme est aussi limité par sa capacité à supporter les facteurs de charge. Le corps humain n'est pas conçu pour "take 6, 8 or 12 times the normal force of gravity and its responses to this assault, from impaired vision to loss of consciousness, can prove fatal if they occur in the air."⁹ Il peut en effet supporter des

⁸ Germain Chambot, *La sécurité aérienne et le 3ème millénaire* ; accessible à <http://www.cindynics.org/iec-lettre33-chambost.htm>; Internet ; consulté le 27 février 2007.

⁹ Warren E. Leary, High-Tech Suits Help Pilots Avoid Gravity's Perils, *New York Times*, 22 août 2000 ; accessible à http://dustbunny.physics.indiana.edu/%7Edzierba/hp221_2000/NYT/NYT6.html; Internet; consulté le 12 mars 2007.

accélérations verticales largement inférieures à ce que peut supporter un vaisseau inhabité. Cela a pour effet de limiter la manoeuvrabilité, notamment lors de la phase finale de délivrance de l'armement.¹⁰ Il est donc permis de penser que se passer de l'homme au sein des vecteurs aériens serait un gage de progrès et de rationalisation. L'espace dédié à la charge utile se verrait alors accorder une place largement plus importante. Tous ces paramètres combinés avec l'absence de risque de perte d'un pilote confèrent aux pouvoirs politiques et militaire un éventail élargi d'options coercitives.

L'ensemble des éléments abordés ci-dessus montre donc que la question du maintien des vecteurs pilotés se pose véritablement. En revanche, il semble aujourd'hui prématuré d'affirmer que les progrès technologiques réalisés jusqu'à présent permettent de se passer encore complètement de la présence humaine à bord des vecteurs aériens comme vont le démontrer les lignes ci-dessous.

Lorsque une machine est destinée à fonctionner de manière autonome, indépendamment de la présence de l'homme, le recours à l'intelligence artificielle est devenu monnaie courante. Ce terme, utilisé la première fois par John Mac Carthy en 1956, est défini par l'un de ses créateurs, Marvin Lee Minsky, comme étant " la construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains car elles demandent des processus mentaux de haut niveau tels que : l'apprentissage perceptuel, l'organisation de la mémoire et le raisonnement

¹⁰ Robert E. Chapman, " Unmanned Combat Air Vehicles; Dawn of a New Age", *Aerospace Power Journal*, été 2002; accessible à <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj02/sum02/chapman.html>; Internet; consulté le 13 janvier 2007.

critique.”¹¹ Cette définition montre bien que le cerveau de l’homme demeure plus efficace que la machine pour l’exécution de certaines tâches.

Même si l’intelligence artificielle a effectué des progrès considérables et a permis de produire des robots de plus en plus sophistiqués, les capacités du cerveau humain demeurent encore largement supérieures aux facultés des automates les plus élaborés. L’évolution technologique actuelle montre cependant que la capacité de calcul des microprocesseurs est multipliée par deux chaque année. Les progrès sur l’architecture des matériels et des programmes combinée à l’augmentation continue de la puissance des microprocesseurs, montrent aussi que la machine du vingt et unième siècle sera apte à simuler de nombreux aspects de l’intelligence humaine tels que le langage, la faculté d’apprendre, de s’adapter à des paramètres variables, de prendre des décisions. En dépit de tous ces progrès, cela ne permet pas encore d’atteindre les milliards d’opération permises par le cerveau humain. Cette situation est renforcée par le fait qu’il est possible d’éduquer l’intelligence humaine et que la machine ne pourra exercer la capacité de discernement à un niveau comparable. Les défis à surmonter pour concevoir des appareils totalement autonomes restent donc de taille. Quoiqu’il en soit, l’intelligence artificielle existera dans la plupart des objets qui seront à notre portée. Ces objets intelligents utilisés dans notre environnement quotidien modifieront de manière fondamentale la relation homme-machine¹², Cette transformation de la relation impactera également directement l’aéronautique ou les automates sont omniprésents. Il convient donc d’anticiper cet état de fait.

Outre les difficultés techniques persistantes relatives à la conception des machines intelligentes, le tout automatique peut également se transformer rapidement en faiblesse.

¹¹ Combinatoires, “ Définition de l’Intelligence artificielle” ; accessible à <http://www.combinatoires.org/?q=taxonomy/term/2>; Internet ; consulté le 03 mars 2007.

¹² François Ossama, “ Réflexion sur l’intelligence artificielle” ; accessible à <http://www.riddac.org/francoisossama/articles-et-communications/tic/reflexion-sur-lintelligence-artificielle/>; Internet ; consulté le 15 avril 2007.

L'exécution d'une mission nécessite en effet une programmation préalable précise et sophistiquée qu'il est ensuite difficile de modifier en cours de mission. Même si les ingénieurs et autres programmeurs s'efforcent de considérer toutes les hypothèses possibles et inimaginables lors de l'initialisation des données de la mission, envisager la totalité des imprévus demeure du domaine de l'utopie. De plus, aucune machine n'est certifiée fiable à 100%, y compris par les industriels eux mêmes. A ces contraintes de programmation s'ajoute l'environnement souvent hostile et d'une complexité maximale qui, dans la plupart des cas, constitueront le terrain d'évolution des UCAV lors d'opérations réelles. Le moindre grain de sable présent dans les rouages peut donc rapidement conduire à un enchaînement fatal, conduisant à la perte de la machine. Dans ce genre de situations, le jugement humain et l'utilisation de ses capacités intellectuelles, renforcée par un entraînement de qualité, confère à ce dernier un avantage indiscutable. L'homme pourra plus facilement ramener son appareil à bon port alors qu'un incident technique conduira à la perte irrémédiable d'un drone. Même s'il semble que le coût de possession d'un drone soit inférieur à celui d'un vecteur piloté lorsqu'on ajoute toutes les composantes financières, y compris le coût de formation des pilotes qui représente une part non négligeable, une perte de ces appareils en grand nombre pourrait rapidement se transformer en gouffre financier. Cependant, en dépit d'accidents plus fréquents pour les drones, "the current UAV accident rate (the rate at which the aircraft are lost or damaged) is 100 times that of manned aircraft"¹³, l'avantage financier demeure de leur côté par rapport aux avions de chasse. Au cours des dernières années, le prix élevé des chasseurs a conduit notamment la France à revoir à la baisse ses ambitions pour la commande de Rafales, dont le prix unitaire est estimé à 67 millions de dollars US.¹⁴ Le coût d'un drone

¹³United States Foreign Affairs, Defense and Trade Division, Report for Congress, "Unmanned Air Vehicles, Background Issues for Congress"; accessible à <http://www.fas.org/irp/crs/RL31872.pdf>; Internet; consulté le 25 mars 2007.

¹⁴Techno science, "Dassault Rafale"; accessible à <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=7916>; Internet, consulté le 28 mars 2007.

de combat sera largement inférieur et est estimé à 10 millions de dollars US pour le X45 américain.¹⁵

Il apparaît donc nécessaire de se pencher sur l'évolution actuelle des drones et de constater l'état de maturité des différents programmes en développement pour constater qu'en dépit des contraintes présentées ci-dessus, l'évolution paraît désormais inéluctable et que le vecteur piloté est appelé à partager de plus en plus les rôles avec les drones. Cette vision est partagée par Charles L. Barry, consultant de la défense à Washington, et Elihu Zimet, de l'Office of Naval Research qui écrivaient en 2001: " les drones de combat sont susceptibles de devenir l'une des technologies qui transformeront le plus radicalement les opérations militaires traditionnelles dans tout l'éventail des combats, depuis le maintien de la paix jusqu'aux guerres régionales."¹⁶

Les Etats-Unis, en tant que première puissance mondiale militaire, se sont très rapidement intéressés aux drones, et maintenant aux drones de combat. Le besoin en UCAV est également le résultat des leçons tirées des conflits récents. Ainsi, lors de l'analyse de l'opération Allied Forces conduite en 1999 au dessus du Kosovo, le Général Short a fait remarquer que les capacités en SEAD (Suppression of Enemy Air Defence) étaient notoirement insuffisantes¹⁷. Les autorités américaines ont alors vu dans les UCAV une des possibilités s'offrant à eux pour remédier à cette carence notoire. L'état d'avancement actuel des programmes permettra aux américains de disposer d'un éventail complet de drones capables de remplir une grande variété de missions. Outre les drones conventionnels utilisés pour les missions d'observation, les programmes en cours comportent également le

¹⁵ Global security, "X-45 UCAV " ; accessible à <http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/x-45.htm>; Internet ; consulté le 19 mars 2007.

¹⁶ Charles L. Barry and Elihu Zimet, UCAVs – Technological, Policy, and Operational Challenges, *Defense Horizons*, No. 3, octobre 2001, 1.

¹⁷ Lt Gen Michael Short, "Lessons learned from allied forces and implications for the Quadriennial Defense Review", *DFI International Aerospace Power Seminar Series*, Washington, D.C., 14 novembre 2000.

développement d'une panoplie complète de drones de combat avec notamment le X45.¹⁸

L'objectif affiché est de disposer de ce vecteur pleinement opérationnel en 2010. Le premier essai du X45 date de mai 2002 en dépit des pertes de 5 Predators lors du conflit en Afghanistan en 2001. Le X-45 est conçu pour voler en "meute", chacun des appareils étant capable d'emporter jusqu'à 1 500 kg de bombes guidées. Boeing a mis en oeuvre ces essais de drones courant 2003. L'US Air Force devrait pour sa part intégrer le premier exemplaire de cet avion robot courant 2008.

Si les américains ont pris l'initiative dans le domaine des UCAV, comme dans de nombreux domaines liés à l'industrie d'armement, l'Europe n'est pas restée inactive et la France joue un rôle primordial pour parvenir à acquérir cette capacité dans un contexte multinational. Ainsi, un rapport publié par le Sénat français insiste sur le rôle primordial que les drones sont appelés à jouer lors des campagnes militaires futures.¹⁹ La dernière partie de ce document est d'ailleurs consacré à l'émergence des drones de combat et plébiscite le démonstrateur Neuron.²⁰ En effet, préalablement à la publication de ce rapport, le programme expérimental de drone de combat Neuron a été présenté et initié lors du Salon aéronautique du Bourget en 2003. La firme Dassault s'est vu confiée la réalisation d'un démonstrateur technique et bénéficie pour cela d'un budget d'environ 400 millions d'euros. Selon Pierre Moschetti, manager UCAV au service des programmes aéronautiques (SPAé) de la Délégation Générale pour l'Armement (DGA), "L'Ucav ne préjuge pas des programmes d'équipement ultérieurs mais contribuera à faire progresser la réflexion sur la faisabilité et

¹⁸ Global security, "X-45 UCAV" ; accessible à <http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/x-45.htm>; Internet ; consulté le 19 mars 2007.

¹⁹ *Rapport d'information n° 215 (2005-2006)* de M. Philippe Nogrix et Mme Maryse Bergé-Lavigne, fait au nom de la commission des affaires étrangères du Sénat, déposé le 22 février 2006 ; accessible à , <http://www.senat.fr/rap/r05-215/r05-2151.pdf>; consulté le 02 février 2007.

²⁰ Délégation Générale pour l'Armement , "Le démonstrateur technologique européen NEURON" ; accessible à <http://www.defense.gouv.fr/dga/layout/set/popup/content/view/full/58979>; Internet; consulté le 12 janvier 2007.

l'emploi d'un système d'avion de combat sans pilote."²¹ Les objectifs techniques de ce démonstrateur visent à étudier la furtivité, l'emport et le tir d'armement air-sol depuis une soude, le contrôle du vol depuis une station sol, l'intégration de technologies susceptibles réduire le coût. Pour mieux y parvenir, même si ce démonstrateur est dans son principe une initiative française, sa réalisation a été ouverte aux compétences européennes. C'est ainsi que cinq pays (Suède, Grèce, Italie, Espagne et Suisse) ont rejoint ce démonstrateur. Les premiers vols de l'Ucav sont prévus pour 2010. Dans ce contexte, l'investissement financier français représentait, à mi-2004, le quart de l'ensemble des investissements européens dans le domaine des drones. Malgré un budget drones en forte croissance (multiplication par 10 en 10 ans), il ne correspondra, à l'horizon 2010, qu'à moins de 1% du budget total d'équipement militaire. A cette même date, " les Américains, dont le financement du Département de la Défense pour le développement, l'achat et l'utilisation des drones prévoit d'être, lui aussi, multiplié par 10 en dix ans, dépenseront 16 fois plus que nous [l'Europe]. "²² Le fossé qui sépare les deux côtés de l'Atlantique en terme d'investissement est donc largement mesurable. Quoiqu'il en soit, si l'Europe veut se doter d'une capacité crédible dans ce domaine, cela ne pourra se faire sans effort financier conséquent. Si le lancement du démonstrateur Neuron constitue un premier pas, les programmes futurs nécessiteront des investissements importants qu'un pays européen à lui seul ne pourra consentir. L'Europe a donc tout intérêt à suivre le chemin tracé par le programme de l'Airbus militaire A400M qui est sur la voie du succès. La création récente de l'Agence Européenne de Défense²³ est un pas supplémentaire vers la mise en commun des ressources financières pour construire une industrie de défense européenne forte, capable de

²¹ Délégation Générale pour l'Armement, " Demain des drones de combat ? " ; accessible à http://www.defense.gouv.fr/dga/dossiers/demain_des_drones_de_combat; Internet ; consulté le 14 avril 2007.

²² Office National d'Etudes et Recherches Aérospatiales, "Les drones dans le monde"; accessible à <http://www.onera.fr/conferences/drones/drones-usa-europe-projets.php>; Internet ; consulté le 22 mars 2007.

²³ Agences de l'union européenne, "Agence européenne de défense"; accessible à http://europa.eu/agencies/security_agencies/eda/index_fr.htm; Internet ; consulté le 03 avril 2007.

résister à la prédominance américaine. Or, une industrie d'armement autonome constitue un des aspects de la souveraineté et de l'indépendance qu'il convient de préserver.

L'avènement du drone du combat est donc pratiquement inéluctable mais il ne pourra pas à lui seul couvrir l'ensemble des tâches qui incombent à l'arme aérienne lors d'un engagement des forces armées. Il est donc nécessaire de mener une réflexion doctrinale qui permettra d'assigner les tâches en tenant compte de différents paramètres.

L'évolution doctrinale progressive et les avancées technologiques militent pour que l'entrée en service des drones de combat devienne une réalité en dépit de difficultés subsistantes. Il apparaît cependant que la cohabitation avec les vecteurs pilotés soit encore d'actualité pour une période relativement longue. Il convient donc de rechercher une répartition des rôles optimales entre les deux types de vecteur permettant de remplir les missions assignées à l'arme aérienne tout en minimisant les risques d'exposition des équipages.

Les embûches qui se présentent sur la voie conduisant à l'avènement des UCAV sont encore nombreuses. Il en résulte la nécessité d'accomplir un travail conséquent avant d'être autorisé à les employer en toutes circonstances. En plus de la conception et du développement proprement dit des UCAV et de l'armement associé abordés plus tôt dans cet essai, les difficultés pratiques et juridiques liées à l'emploi des drones de combat sont communes avec celles des « drones classiques ». Tout d'abord, l'ensemble de ces vecteurs évolueront au sein de l'espace aérien ou évolueront nombre d'autres objets volants. Le critère commun de tous ces aéronefs est de disposer d'un certificat de navigabilité. C'est pourquoi la mise en place d'une

autorité de certification des drones apparaît indispensable afin d'assurer un niveau de sécurité optimal. Les Etats-Unis comme l'Europe travaillent en ce sens afin de permettre aux drones d'évoluer dans la totalité de l'espace aérien au milieu des autres usagers. Les Etats-Unis ont publié un rapport intitulé ACCESS 5 destiné à permettre aux drones d'évoluer sous plan de vol entre le niveau de vol 180 et le niveau de vol 400 . Cette tranche de niveaux, approximativement entre 6000 mètres et 12000 mètres d'altitude, correspond à celle où évoluent la plupart des avions de ligne. Le but ultime est donc une intégration totale des drones à la circulation aérienne. De leur côté, sept industriels européens impliqués dans le développement des drones travaillent en collaboration avec l'Agence Européenne pour la Sécurité Aérienne(AESA). Leurs efforts se sont réunis en 2004 pour établir une stratégie commune concernant la certification des drones. Les autorités françaises sont également impliquées dans le processus et en début d'année 2005, la Délégation Générale pour l'Armement (DGA) et le Centre d'essai en Vol (CEV) ont rédigé en langue anglaise un code de navigabilité sur les drones, baptisé USAR (UAV System Airworthiness Requirements)²⁴. Cet ensemble d'exigences pour les drones est très détaillé et couvre tous les aspects pouvant mettre en jeu la sécurité. Il s'appliquera aux futurs systèmes militaires de drones à voilure fixe de plus de 150 kg qui seront certifiés par les autorités techniques de la DGA.²⁵ En plus des problèmes déjà évoqués ci-dessus, il aborde également la question des allocations de fréquence et de la protection contre le brouillage intentionnel. En effet, une augmentation significative de la bande passante, essentiellement par le biais de satellites de télécommunications, sera nécessaire pour un emploi massif des UCAV lors d'opérations

²⁴ SAE, "UAV System Airworthiness Requirements "; accessible à <http://www.sae.org/servlets/aerostd/downloadFiles.do?comtID=TEAG10&resourceID=20515>; Internet ; consulté le 31mars 2007.

²⁵ Maryse Bergé-Lavigne et Philippe Nogrix ; *Rapport d'information n° 215 (2005-2006)*, fait au nom de la commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées du Sénat, 22 février 2006 ; accessible à <http://www.senat.fr/rap/r05-215/r05-2151.pdf>; Internet ; consulté le 02 février 2007.

militaires.²⁶ Il est également vital que le système de communication soit résistant au brouillage.²⁷ Sans un système fiable dans ce domaine, le réseau peut rapidement devenir inutilisable. Dans le pire des cas, l'utilisation des drones pourrait se retourner contre ses propres forces en cas de prise de contrôle par la partie adverse. Il est donc essentiel que l'ensemble de ces travaux aboutissent afin d'éviter des contraintes majeures d'utilisation de l'espace aérien. L'accès sera d'autant plus aisé que les vecteurs utilisés auront fait l'objet d'un processus de certification analogue aux autres utilisateurs.

La question de la législation représente également un sujet primordial attendant à la mise en œuvre de drones. Dans le cas où un vecteur non piloté, qui plus est armé dans le cas des drones de combat, viendrait à s'écraser au sol ou à rentrer en collision avec un autre aéronef, il est probable que cela puisse causer des dommages à un tiers. Il est donc nécessaire de déterminer où se situe la responsabilité, au sens juridique du terme. Il conviendra de s'interroger à propos de l'implication de l'opérateur qui pourra se situer parfois à des milliers de kilomètres du point d'impact. Les missiles de croisière frappent également leur cible à plusieurs centaines de kilomètres de l'endroit où le lancement est effectué. La livraison d'armement à des distances éloignées de celui qui appuie sur le bouton existe donc déjà. Mais la différence est cependant considérable dans le cas d'un drone de combat, car l'opérateur sera chargé lui-même d'identifier les cibles et d'autoriser le tir. Il sera donc impératif que les militaires amenés à utiliser cet armement suivent une formation éthique et soient conscients des exigences en matière de loi sur les conflits armés.

²⁶Lt Col Kurt A. Klausner, UASF, "Command and Control of Air Forces Requires Significant Attention to Bandwidth" *Air and Space Power Journal*, Winter 2002 ; accessible à <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj02/win02/klausner.html>; Internet; consulté le 22 mars 2007.

²⁷John A. Tirpak, "UCAVs Move Toward Feasibility," *Journal of the Air Force Association*, Vol. 82, No. 3, March 1999, accessible à <http://www.afa.org/magazine/march1999/0399ucavs.asp>; Internet; consulté le 22 mars 2007.

Une fois ces difficultés résolues, les contributions potentielles des drones de combat lors d'une campagne aérienne pourront être multiples et peuvent se décliner de la façon suivante. Tout d'abord, ils peuvent être utilisés dès le début d'une campagne dans le cadre de missions DEAD ou SEAD (destruction or suppression of enemy air defence). La destruction d'éléments intégrés dans le dispositif général de défense aérienne est un élément clé dans le succès global d'une campagne aérienne. Cela permet de créer un environnement favorable pour les opérations aériennes qui suivent. De plus, les UCAV représentent des moyens supplémentaires qui peuvent être utilisés en complément des avions de pénétration dans la profondeur pour s'attaquer aux éventuels centres de gravité de l'ennemi. Cet emploi potentiel est d'ailleurs clairement envisagé par le rapport issu de la Commission des Affaires Etrangères du Sénat français²⁸ :

Il semble probable que ces engins seront utilisés en complémentarité des avions pilotés, pour effectuer des missions de suppression des défenses ennemies (SEAD : Suppression of Enemy Air Defence) et d'attaque sur des cibles très défendues, lors des combats brefs mais de haute intensité qui caractérisent les affrontements militaires actuels, et à venir. Ils facilitent l'évaluation des dommages infligés à l'ennemi (BDA : Battle Damage Assessment).

Si les UCAV présentent des avantages dans certains domaines, l'homme demeure encore un acteur efficace pour l'exécution de certaines missions. Tout d'abord, la présence d'un homme à bord d'un vecteur piloté est un facteur rassurant qui permet de s'affranchir d'une éventuelle défaillance technique de la machine. Entre la décision d'ouvrir le feu décidé par le commandement et la prise de décision effective d'utilisation de l'armement, l'ultime rempart est constitué par le pilote. D'une part, ses facultés de jugement peuvent lui permettre d'exercer son discernement dans une situation donnée. Il doit notamment identifier sa cible,

²⁸ Maryse Bergé-Lavigne et Philippe Nogrix ; *Rapport d'information n° 215 (2005-2006)*, fait au nom de la commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées du Sénat, 22 février 2006 ; accessible à <http://www.senat.fr/rap/r05-215/r05-2151.pdf>; Internet ; consulté le 02 février 2007.

la plupart du temps par des moyens redondants permettant de limiter le risque d'erreur. L'ensemble des engagements militaires sont également soumis à des règles d'engagement parfois très complexes. Le catalogue de ces règles nécessite une appropriation préalable à l'accomplissement de la mission et le cerveau humain est le plus apte à intégrer l'ensemble de ces données. A chaque instant, l'homme peut interrompre le cycle de tir et il est incontestable qu'il dispose d'un avantage considérable par rapport à la machine : il est capable de réfléchir avant d'agir. Si cet handicap peut être compensé par la présence au sol de forces spéciales assistées par des contrôleurs avancés parfaitement capables de désigner un objectif, cela semble difficile à mettre en oeuvre à grande échelle lors d'une opération majeure.

Cependant , les réticences des sociétés occidentales à accepter la perte de vies humaines imposent aux politiques de chercher à limiter au minimum l'exposition des troupes. Aujourd'hui, les dispositifs de défense aérienne sont, la plupart du temps, complètement intégrés et très efficaces. Ils s'appuient sur un maillage étroit très difficile à contourner. C'est pourquoi, dans le cadre des opérations aériennes, il pourrait être nécessaire de redistribuer les rôles et de rechercher une collaboration maximale entre les hommes et la machine. On peut par exemple imaginer le scénario suivant pour les raids aériens du futur. Ils seraient composés d'un vecteur habité dont le pilote serait à la tête d'une patrouille d'UCAV. Les moyens de communication mis en place lui permettraient de diriger la manœuvre et d'être, en dernier ressort, l'autorité d'ouverture du feu après identification de l'objectif. Cela permettrait au pilote de rester en retrait des zones à forte défense aérienne intégrée et d'éviter ainsi d'être soumis à une menace trop importante. Le Colonel Régis Chamagne voit donc les opérations aériennes du futur s'orienter autour de plusieurs lignes directrices dont la suivante :

« ...développement des drones de combat pour les intégrer systématiquement dans les premières vagues d'assaut, en plus des missiles de croisière. Dans un premier temps télé-

pilotés, ils pourront devenir auto-pilotés en réseau ou hybrides. »²⁹ Mais, quel que soit le mode d'action envisagé, l'homme sera toujours présent dans le processus. L'utilisation des drones aujourd'hui et demain nécessitera en effet l'utilisation d'une station au sol ou en vol où un opérateur sera en charge de la bonne gestion de la mission.

Les ressources financières ne sont pourtant pas illimitées et les contraintes budgétaires devront également être prises en compte lors du choix des futurs programmes d'armement. Ainsi, pour la France, à l'heure où les Rafales de l'Armée de l'Air opèrent pour la première fois au dessus du théâtre afghan, la réflexion à propos des équipements futurs a déjà commencé. La durée de vie opérationnelle d'un avion de combat est en effet d'environ 30 ans et le développement du Rafale a nécessité presque 20 ans. Les études et les investissements pour déterminer quel sera, ou quels seront, les systèmes de combat aérien du futur doivent donc débiter dès maintenant afin de construire un outil de défense pertinent et cohérent.

Conclusion

En ce début de vingt et unième siècle, l'automatisation des tâches est devenue un facteur prépondérant pour l'emploi de nombreux systèmes d'armes. Au cœur des avions de combat, l'ensemble des données fournies par de puissants ordinateurs de bord sont à la disposition de l'équipage afin de l'aider dans ses prises de décision. L'être humain demeure donc un maillon essentiel de la chaîne de commandement. La décision de délivrer l'armement est toujours autorisée par l'homme en dernier ressort, qui s'appuie sur ses capacités intellectuelles et sa faculté de jugement pour limiter au minimum nécessaire l'emploi de la force.

que les progrès à venir dans le domaine de l'intelligence artificielle permettront une totale autonomie de la machine. Il convient donc d'optimiser la cohabitation entre le vecteur piloté et les UCAV dans le souci d'offrir aux décideurs une panoplie complète permettant d'atteindre les objectifs recherchés lors d'une opération militaire. Les pistes de cohabitation présentées ci-dessus peuvent constituer des points de départ afin de définir de manière aussi précise que possible le rôle de chacun des éléments. Le risque majeur existant consisterait à vouloir se doter de drones de combat sans réflexion préalable à leur emploi. Il serait en effet pernicieux de croire qu'ils accompliront à eux seuls l'ensemble des missions très exigeantes d'une campagne aérienne. Le développement de tels systèmes doit donc s'inscrire dans le cadre d'une réflexion doctrinale permettant aux forces aériennes qui s'engagent sur cette voie de conserver une cohérence opérationnelle globale. Les défis à relever pour y parvenir sont encore nombreux. Au-delà de la question doctrinale, ils sont également d'ordre technique, juridique et financier.

La France a décidé en collaboration avec plusieurs pays européens de lancer un programme de démonstrateur technologique Neuron afin de d'étudier la faisabilité des drones de combat. Le coût d'acquisition de tels matériels sera quoiqu'il en soit prohibitif et la recherche de partenariat au niveau européen constitue la solution la plus pragmatique pour que la France parvienne à se doter de cette capacité, probablement dans le cadre d'un partenariat multinational.

Bibliographie

Agences de l'union européenne, "Agence européenne de défense"; accessible à http://europa.eu/agencies/security_agencies/eda/index_fr.htm; Internet ; consulté le 03 avril 2007.

Andrey, Col. Dominique, *Le rôle potentiel de la fortification face à la " révolution dans les affaires militaires"*; accessible à http://www.asmem.ch/Web/Textes/Fort_et_RMA.htm; Internet; consulté le 27 février 2007.

Barry Charles L., Zimet Elihu, "UCAVs – Technological, Policy, and Operational Challenges", *Defense Horizons*, N°3, octobre 2001, 1.

Bergé-Lavigne Maryse, Nogrix Philippe ; *Rapport d'information n° 215 (2005-2006)*, fait au nom de la commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées du Sénat, 22 février 2006 ; accessible à <http://www.senat.fr/rap/r05-215/r05-2151.pdf>; Internet; consulté le 02 février 2007.

Chamagne, Col Régis, *L'art de la guerre aérienne*, Paris :L'esprit du livre, 2004.

Chambot, Germain; *La sécurité aérienne et le 3eme millénaire* ; accessible à <http://www.cindynics.org/iec-lettre33-chambost.htm>; Internet, consulté le 27 février 2007.

Chapman, Robert E., " Unmanned Combat Air Vehicles; Dawn of a New Age", *Aerospace Power Journal*, été 2002; accessible à <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj02/sum02/chapman.html>; Internet; consulté le 13 janvier 2007.

Combinatoires, "Définition de l'Intelligence artificielle"; accessible à <http://www.combinatoires.org/?q=taxonomy/term/2>; Internet ; consulté le 03 mars 2007.

Délégation Générale pour l'Armement, " Demain des drones de combat ? " ; accessible à http://www.defense.gouv.fr/dga/dossiers/demain_des_drones_de_combat; Internet ; consulté le 14 avril 2007.

Délégation Générale pour l'Armement ; "Le démonstrateur technologique européen NEURON "; accessible à <http://www.defense.gouv.fr/dga/layout/set/popup/content/view/full/58979>; Internet; consulté le 12 janvier 2007.

Délégation Générale pour l'Armement, "Les drones d'aujourd'hui et de demain" ; accessible à http://www.defense.gouv.fr/dga/dossiers/animations_flash_sur_les_drones_aujourd'hui_et_de_main; Internet ; consulté le 15 janvier 2007.

Délégation Générale pour l'Armement, " L'historique des drones"; accessible à http://www.defense.gouv.fr/dga/dossiers/drone_dhistoire_lhistorique_des_drones; Internet ; consulté le 12 janvier 2007.

Geocities, “ Historique du système GPS” ; accessible à <http://www.geocities.com/gps4tpe/historique.htm>; Internet; consulté le 14 février 2007.

Global security, “MQ-1B armed Predator” ; accessible à <http://www.globalsecurity.org/intell/systems/armed-predator.htm>; Internet ; consulté le 06 février 2007.

Global security, “X-45 UCAV ” ; accessible à <http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/x-45.htm>; Internet ; consulté le 19 mars 2007.

Herodote, “ Premiers vols des frères Wright” ; accessible à <http://www.herodote.net/dossiers/evenement.php5?jour=19031217>; Internet ; consulté le 22 février 2007.

Klausner, Lt Col Kurt A. , “Command and Control of Air Forces Requires Significant Attention to Bandwidth” *Air and Space Power Journal*, Winter 2002 ; accessible à <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj02/win02/klausner.html>; Internet; consulté le 22 mars 2007.

Leary, Warren E., High-Tech Suits Help Pilots Avoid Gravity’s Perils, extrait du *New York Times* 22 août 2000 ; accessible à http://dustbunny.physics.indiana.edu/%7Edzierba/hp221_2000/NYT/NYT6.html; Internet; consulté le 12 mars 2007.

Office National d'Etudes et Recherches Aérospatiales, “Les drones dans le monde”; accessible à <http://www.onera.fr/conferences/drones/drones-usa-europe-projets.php>; Internet ; consulté le 22 mars 2007.

Ossama, François, “ Réflexion sur l’intelligence artificielle” ; accessible à <http://www.riddac.org/francoisossama/articles-et-communications/tic/reflexion-sur-lintelligence-artificielle/>; Internet ; consulté le 15 avril 2007.

SAE, “UAV System Airworthiness Requirements ”; accessible à <http://www.sae.org/servlets/aerostd/downloadFiles.do?comtID=TEAG10&resourceID=20515>; Internet ; consulté le 31 mars 2007.

Short, Lt Gen Michael, “Lessons learned from allied forces and implications for the Quadriennial Defense Review”, *DFI International Aerospace Power Seminar Series*, Washington, D.C., 14 novembre 2000.

Techno science, “Dassault Rafale” ; accessible à <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=7916>; Internet, consulté le 28 mars 2007.

Tirpak, John A., “UCAVs Move Toward Feasibility”, *Journal of the Air Force Association*, Vol. 82, No. 3, March 1999, accessible à <http://www.afa.org/magazine/march1999/0399ucavs.asp>; Internet; consulté le 22 mars 2007.

United States Foreign Affairs, Defense and Trade Division, Report for Congress, “ Unmanned Air Vehicles, Background Issues for Congress ” ; accessible à <http://www.fas.org/irp/crs/RL31872.pdf>; Internet; consulté le 25 mars 2007.