

Université Robert Schuman
Institut d'Études Politiques de Strasbourg

**La robotisation des armées
occidentales modernes**
Enjeux et perspectives

Stéphane LEFÈVRE

Sous la direction de Madame Justine FAURE

Soutenu en mai 2008

L'Université Robert Schuman n'entend donner aucune approbation ou improbation aux opinions émises dans ce mémoire. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leur auteur.

Remerciements

Je souhaite ici adresser mes remerciements à toutes les personnes qui m'ont apporté leur aide et leur soutien, et ont ainsi contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Tout d'abord, Madame Justine FAURE, directrice de ce mémoire, pour ses conseils avisés et sa disponibilité tout au long de l'année.

Monsieur Valentin PICARD, pour ses précieux conseils et son soutien inconditionnel.

Je tiens également à remercier mes parents et amis pour leur relecture attentive, ainsi que leur soutien de chaque instant.

Enfin, je remercie tous ceux qui, d'une façon ou d'une autre, m'ont apporté leur aide et leur soutien au cours de la rédaction de ce mémoire.

Sommaire

Acronymesp.5

Introductionp.8

PARTIE I : Aux origines de la robotique militaire

Chapitre 1 : Des origines historiques lointainesp.20

Chapitre 2 : Les différentes motivations du développement de la robotique militaire...p.39

PARTIE II : Les aspects militaires

Chapitre 1 : La grande variété des systèmes automatisés et leurs spécificitésp.58

Chapitre 2 : Intégrer les robots au sein des systèmes de combat.....p.82

PARTIE III : Les questions éthiques soulevées par la robotique militaire

Chapitre 1 : Les interrogations à court-termep.101

Chapitre 2 : Vers une guerre permanente et déshumanisée ?p.117

Conclusion p.126

Annexes p.133

Acronymes

4GW	Fourth Generation, Warfare
AATD	Aviation Applied Technology Directorate
AED	Agence européenne de défense
AINS	Autonomous Intelligent Network and Systems
AITRU	Air Instrumentation and Test Requirement Unit (Etats-Unis)
AMUST	Airborne Manned-Unmanned System Technology
ANIMAT	Anima-material
ARL	Army Research Laboratory (Etats-Unis)
ARTILECT	Artificial Intellect
ARV	Armed Robotic Vehicle
ASW	Anti-Submarine warfare
BCT	Brigade Combat Team
BDA	Battle Damage Assessment
BLEEX	Berkeley Lower Extremity Exoskeleton
BOA	Bulle opérationnelle aéroterrestre
CEAM	Centre d'expérimentations aériennes militaires (France)
CEV	Centre d'essais en vol (France)
CIA	Central Intelligence Agency
C4ISR	Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance
COCOM	Combatant commanders
CURV	Cable-controlled Undersea Vehicle
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency (Etats-Unis)
DIRCAM	Direction de la circulation aérienne militaire (France)
DGA	Délégation générale pour l'armement (France)
EADS	European Aeronautic Defence and Space Company (Europe)
FCS	Future Combat System
FUSE	Family of Unmanned Systems Experiment
HALE	High Altitude Long Endurance

IED	Improvised Explosive Device
IA	Intelligence artificielle
IAI	Israel Aerospace Industries (Israël)
J-UCAS	Joint Unmanned Combat Air Systems
MIW/MCM	Mine warfare/mine counter measures
MALE	Medium Altitude Long Endurance
MAV	Micro-Aerial Vehicle
MIT	Massachusetts Institute of technology (Etats-Unis)
MULE	Multifunctional Utility Logistics and Equipement
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NBCR	Nuclear, Biological, Chemical and Radiological
NCW	Network Centric Warfare
NTIC	Nouvelles technologies de l'information et de la communication
NREC	National Robotics Engineering Center (Etats-Unis)
NRL	Naval Research Laboratory (Etats-Unis)
NUGAS	Networked Unmanned Ground-Air Sensor
ONERA	Office national d'études et recherches aérospatiales (France)
ONR	Office of Naval Research (Etats-Unis)
OODA	Observe, Orient, Decide and Act
OTAN	Organisation du Traité de l'Atlantique Nord
PGM	Precision guided munition
REDCAR	Remote Detection Challenge and Response
RAM	Révolution dans les affaires militaires
RMA	Revolution in Military Affairs
SDTI	Système de drone tactique intermédiaire
SIDM	Système intérimaire de drones de Moyenne Altitude Longue Endurance
SPAWAR	Space and Naval Warfare Center (Etats-Unis)
SWARM	Smart Warfighting Array of Reconfigurable Modules
SWARMS	Scalable sWarms of Autonomous Robots and Mobile Sensors
SYRANO	Système Robotisé d'Acquisition et de Neutralisation d'Objectifs
TACOM	Tank-Automotive and Armaments Command (Etats-Unis)
TCS	Tactical Control System
TOV	TeleOperated Vehicle

UAV	Unmanned Aerial Vehicle
UCAV	Unmanned Combat Aerial Vehicle
UGCV	Unmanned Ground Combat Vehicle
UGV	Unmanned Ground Vehicle
UMS	Unmanned Maritime Systems
USAR	UAV Systems Airworthiness Requirements
USV	Unmanned Space Vehicle
USV	Unmanned Surface Vehicle (ou Vessel)
USV	Unmanned Security Vehicle
UUV	Unmanned Undersea Vehicle
VTOL	Vertical Take-Off and Landing
WEAR	Wearable Energetically Autonomous Robot

INTRODUCTION

« Notre objectif n'est pas de mener un combat équitable. Notre objectif est de toujours gagner »¹. C'est en ces mots que s'est exprimé le Général Robert Elder, commandant de la 8th Air Force des Etats-Unis, au cours de la septième conférence annuelle sur l'intégration C4ISR (commandement, contrôle, communications, informatique, renseignement, surveillance et reconnaissance)². Cette affirmation résume l'état d'esprit des états-majors américains, et plus largement occidentaux, quant à la justification du développement de la robotique militaire. Ce processus qui consiste à remplacer l'homme par des machines pour certaines missions sur le terrain n'est pas isolé ; il s'insère aujourd'hui dans le contexte global de modernisation des armées occidentales. Afin de mieux appréhender la robotisation militaire, il convient de définir en premier lieu un certain nombre de concepts.

Avant toute chose, il est intéressant de noter que face aux mutations de la guerre, les stratèges et spécialistes peinent à s'entendre sur l'importance ou la manière d'appréhender ces mutations. En 1989, des officiers militaires américains réunis autour du stratège William S. Lind publient un article intitulé *The Changing Face of War : Into the Fourth Generation*³ (*Le visage changeant de la guerre : vers la [guerre de] quatrième génération*), qui définit le concept, aujourd'hui controversé⁴, de *guerre de quatrième génération*. Selon ces spécialistes, l'histoire de la guerre moderne se découpe en quatre générations. « La guerre de première génération reflète les tactiques de l'ère du mousquet à canon lisse, les tactiques de la ligne et de la colonne »⁵, qui ont connu leur apogée pendant les guerres napoléoniennes. La deuxième génération se caractérise essentiellement par l'utilisation massive de l'artillerie et se résume dans la maxime « l'artillerie conquiert, l'infanterie occupe » : le meilleur exemple est naturellement celui de la Première Guerre mondiale. La guerre de troisième génération, quant à elle, change

¹ <<http://www.dnmgconferences.com/07c4isr/3119348.html>>

² C4ISR (acronyme de l'anglais Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance) : « Les programmes C4ISR intègrent des données et des sources d'information pour accroître la connaissance de la situation et fournir du soutien de commandement et contrôle ainsi que de l'aide à la décision à tous les niveaux de commande ».

(<<http://www.lockheedmartin.com/canada/corebusiness/c4isr.html>>).

³ LIND William S. et al., « The Changing Face of War : Into the Fourth Generation », *Marine Corps Gazette*, octobre 1989, <http://www.d-n-i.net/fcs/4th_gen_war_gazette.htm>, dernier accès le 2 avril 2008

⁴ Certains auteurs affirment en effet que ce type de guerre asymétrique opposant une puissance militaire conventionnelle à des acteurs non-étatique existe depuis longtemps et s'assimile aux concepts de terrorisme ou de guerre civile. C'est le cas, par exemple, de Colin S. GRAY dans son livre *Another Bloody Century : Future Warfare*.

⁵ Ibid.

plus radicalement. Cette génération, c'est celle du *Blitzkrieg* allemand de la Seconde Guerre mondiale : elle ne se fonde pas sur la guerre d'usure, mais sur d'habiles manœuvres alliant surprise et rapidité¹. Elle consiste ainsi à contourner puis encercler l'ennemi afin d'anéantir sa puissance de feu, plutôt que de l'attaquer de front pour le détruire. Enfin, « dans la guerre de quatrième génération, l'Etat perd le monopole de la guerre »². Cette dernière génération (4GW, *4th Generation Warfare*), apparue pendant la Guerre Froide et la décolonisation, oppose des acteurs non-étatiques à des puissances militaires conventionnelles. William S. Lind va plus loin que ça, en affirmant qu'elle oppose directement des cultures différentes³, validant ainsi la thèse de Samuel Huntington sur le « choc des civilisations »⁴. Dans sa thèse, il explique ainsi que s'opposent, dans une guerre totalement asymétrique, les pays développés adeptes des nouvelles technologies et des groupes transnationaux ou infranationaux. Selon lui, les nouvelles technologies sont souvent utilisées à mauvais escient par les puissances étatiques. C'est bien entendu ce dernier aspect, qui s'inscrit dans le débat plus large du rôle de la technologie dans la guerre, qui nous intéresse. Les robots militaires représentent naturellement un progrès technologique majeur et offrent un avantage sur l'ennemi à plusieurs titres. Cependant, cet atout doit pouvoir être utilisé de manière efficace sur le terrain et s'adapter au contexte d'un conflit.

Qu'on parle de guerre de quatrième génération, de guérilla ou de guerre asymétrique, il est évident que la guerre prend un nouveau visage. La guerre telle qu'on la connaissait à l'époque de Clausewitz, où d'immenses armées se heurtaient de plein fouet sur le champ de bataille, est révolue. « L'évolution récente des technologies militaires – désignée quelquefois sous le vocable de "révolution dans les affaires militaires" - favorise la formation de petites armées professionnelles dotées d'armements

¹ LIND William S., « Understanding Fourth Generation War », 2004, dernier accès le 11 mars 2008, <http://www.antiwar.com/lind/index.php?articleid=1702>

² Ibid.

³ LIND William S. et al., « The Changing Face of War : Into the Fourth Generation », op. cit.

⁴ Samuel P. Huntington, professeur de sciences politiques à l'université de Harvard, développe dans son ouvrage controversé *The Clash of Civilizations and the Remaking of World Order (Le choc des civilisations et le nouvel ordre mondial, 1996)* une théorie selon laquelle les relations internationales, après la chute de l'Union soviétique, s'orienteront vers un choc violent entre les différentes civilisations et cultures mondiales.

et d'équipement hautement perfectionnés¹ ». Cette notion de *Révolution dans les affaires militaires* (RAM ou RMA en anglais, *Revolution in Military Affairs*) est apparue aux Etats-Unis au début des années 90, pendant la guerre du Golfe. Elle synthétise les mutations de la pensée stratégique américaines, induite par de nombreuses évolutions technologiques : l'observation par satellite, l'utilisation de drones de reconnaissance, d'avions furtifs ou de *precision guided munitions* (plus connues sous l'acronyme PGM, appelées « *bombes intelligentes* » en France).

La RAM se fonde sur quatre postulats : 1) « Il faut désormais penser le monde sans penser des acteurs fixes ayant des intérêts linéaires », mais comme « un environnement chaotique des Etats-Unis » où ces derniers doivent imposer un nouveau leadership. 2) « Le rôle essentiel des stratégies est de déceler les conditions initiales de perturbations [...] pour les maîtriser à un stade précoce ». 3) Il faut entériner un retour aux théories de Sun Tzu, « c'est-à-dire une définition mantique de l'art de la guerre, qui permet l'intervention préemptive et la victoire sans combats ». 4) La guerre de l'information remplace la guerre de manœuvre. Ces quatre postulats doivent être complétés par quatre principes stratégiques qui en découlent : 1) « La supériorité absolue dans le domaine de l'information (*information dominance*) doit être atteinte et conservée ». 2) « La synergie interarmes (*synergy*) » doit être la norme et la mésentente traditionnelle entre Air, Sol et Mer doit être éradiquée. 3) Le combat à distance doit se systématiser. 4) « Le recalage de la Défense sur les performances informatiques supérieures de l'industrie civile ». Ces postulats et principes stratégiques s'inscrivent également dans le concept de *guerre réseau-centrée* (*network-centric warfare*), qui a pour but de mettre à profit toutes les capacités des systèmes d'information et de réseaux disponibles pour coordonner les actions sur le terrain. Dans le cadre de la guerre en réseau, les drones jouent un rôle important dans la collection d'information et comme relais de communication.

D'un point de vue moins théorique, la robotisation de l'armée américaine s'inscrit dans le processus de *Transformation* et plus particulièrement dans le cadre du *Future Combat Systems* (FCS). Ce programme, qui a pour objectif de former l'essentiel des

¹ MONTBRIAL Thierry de, KLEIN Jean *et al.* (dir.), *Dictionnaire de stratégie*, Paris, Presses Universitaires de France, 2006, pp. 448-455. Toutes les citations de ce paragraphe et du paragraphe suivant sont tirées de l'article « Révolution dans les affaires militaires (concept américain de) » de cet ouvrage.

troupes américaines d'ici 2015-2020, prévoit effectivement la mise en service de robots militaires terrestres (*Unmanned Ground Vehicles*, UGV) et de drones de reconnaissance. Au sein de ces différents programmes de l'armée américaine, dont on trouve dans une moindre mesure des équivalents en Europe, les robots militaires occupent ainsi une place centrale. Pour cette raison, les robots, terrestres comme maritimes, mais surtout les drones (avions sans pilotes) retiennent de plus en plus l'attention des spécialistes.

On note cependant que la bibliographie relative à la robotisation militaire demeure relativement modeste en comparaison à l'importance du phénomène. Cela est particulièrement vrai en France, où seul l'ouvrage de Jean-Jacques Cécile, *La guerre des robots : les révolutions militaires de demain*¹, offre un panorama relativement complet de la question. Un premier chapitre traite de manière approfondie les aspects historiques de la robotisation, tandis que les sept chapitres suivants abordent les différentes formes de la robotisation militaire, ainsi que leur intégration au sein des systèmes de combat. Publié en 2006, cet ouvrage a également l'avantage d'offrir une information actualisée, ce qui est essentiel dans un domaine en constante évolution et mutation comme la robotique militaire. C'est d'ailleurs sur ce point que réside la faiblesse du recueil *Quel avenir pour les drones ? Avions sans pilote*². Cet ouvrage rassemble les interventions de différents experts lors d'une conférence sur les drones organisée au Sénat, à Paris, le 10 janvier 1997 à l'initiative du club « Participation et Progrès ». Si l'état des lieux du développement des drones présenté dans ces lignes est d'ores et déjà obsolète, les réflexions sur leur avenir ne le sont pas.

En ce qui concerne la bibliographie anglo-saxonne, elle s'avère beaucoup plus riche et offre un degré de précision bien plus important. Par souci d'efficacité, les ouvrages retenus pour la bibliographie sont assez généraux, ils traitent soit des drones comme l'ouvrage de l'ancien aviateur de l'*US Air Force* Laurence R. "Nuke" Newcome³, soit de la robotisation militaire dans sa globalité, comme le succinct *Military Robots*⁴ des éditions *Scholastic*. Si le panorama offert par ces ouvrages d'un point de vue technique

¹ CECILE Jean-Jacques, *La guerre des robots : les révolutions militaires de demain*, Paris, Ellipses, 2006.

² PASCALLON Pierre *et al.* (dir.), *Quel avenir pour les drones ? Avions sans pilote*, Paris, Editions de l'Harmattan, 1998.

³ NEWCOME Laurence R., *Unmanned Aviation : A Brief History of Unmanned Aerial Vehicles*, Reston, American Institute of Aeronautics and Astronautics Inc., 2004.

⁴ WHITE Steve, *Military Robots*, Washington, Scholastic Library Publishing, 2007.

est relativement exhaustif, il faut se pencher sur d'autres publications pour obtenir une analyse du phénomène de robotisation des armées. C'est alors au sein des ouvrages de stratégie ou d'études militaires que l'on peut trouver des chapitres abordant ce sujet de manière plus analytique. L'ouvrage *Strategy in the Contemporary World (La stratégie dans le monde contemporain)*, co-rédigé par une équipe de quatre chercheurs américains, est un manuel de stratégie qui traite autant du rôle des forces militaires terrestres, que du débat sur les armes de destructions massives ou des différentes approches de la dissuasion nucléaire. Mais c'est ici le chapitre 10, intitulé « Technology and Warfare »¹ (Technologie et guerre) qui retient notre attention. Celui-ci offre en effet un aperçu des discussions qui ont lieu au sein des états-majors entre les technophiles et les technophobes. L'issue d'un tel débat influence naturellement sur la place qui sera accordée à la robotique militaire au sein des armées de demain. De la même manière, Colin S. Gray, dans son livre *Another Bloody Century*², insère la problématique de la robotisation des armées dans une réflexion plus générale sur l'avenir de la guerre. Dans un esprit différent, Christopher Coker, dans *The Future of War*³, prend du recul par rapport au phénomène de robotisation militaire et met en perspective la littérature de science-fiction avec les avancées technologiques réelles afin d'en tirer d'éventuelles conséquences. Comme on le voit, la littérature anglo-saxonne sur le sujet est plutôt variée et hétéroclite ; ce qui permet d'aborder la question de la robotisation des armées sous des angles divers. Toutefois il s'avère nécessaire de compléter les informations référencées dans ces différents ouvrages par l'apport d'éléments actualisés, fournis par les articles de périodiques.

Ainsi est-il important de signaler l'existence des nombreux articles de presse spécialisée relatif aux robots militaires, et plus particulièrement aux drones. Un magazine comme *Air et cosmos*, par exemple, permet de suivre l'actualité de l'aviation non-piloté. Actualité qu'il est absolument nécessaire de connaître dans le cadre d'un travail sur les drones, domaine en perpétuelle évolution. Mais l'apport le plus intéressant est probablement celui fourni par le magazine bimestriel français, publié en version bilingue franco-anglaise, *Technologie & Armement*. Cette publication du groupe de

¹ COHEN Eliot, « Technology and Warfare » in BAYLIS John *et al.*, *Strategy in the Contemporary World*, New York, Oxford University Press, 2002, pp. 235-252

² GRAY Colin S., *Another Bloody Century: Future Warfare*, London, Weidenfeld & Nicolson, 2005.

³ COKER Christopher, *The Future of War*, Carlton, Blackwell Publishing, 2004.

presse français *Areion Group* offre un certain nombre d'articles relatifs à la robotisation militaire, mais également aux rapports entre guerre et technologie. A ce titre, on peut citer les travaux de Joseph Henrotin, rédacteur en chef de *Technologie & Armement* et politologue spécialisé dans les questions de défense. Le magazine *Défense et Sécurité Internationale*, également publié par *Areion Group*, complète également ce panorama de la presse spécialisée.

Mais dans le cadre d'un travail portant sur un sujet encore peu traité, l'étude des sources gouvernementales et industrielles est essentielle. C'est pour cette raison, que l'outil internet s'est avéré très précieux. Des sites internet comme celui de la *Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)*¹, le laboratoire de recherche de l'armée américaine, se sont avérés être une source d'informations fondamentale, du moins en ce qui concerne les objectifs et les projets des organismes officiels. Ainsi, tous les laboratoires militaires et composants de l'armée américaine mettent de nombreux documents à disposition du public sur leur page internet. C'est, par exemple, le cas du *Department of Defense*² qui a mis en ligne son *Unmanned Systems Roadmap 2007-2032*³, véritable feuille de route de l'armée américaine en ce qui concerne les systèmes robotisés pour les vingt-cinq années à venir. En ce qui concerne la France, le site de la *Délégation générale pour l'armement (DGA)*⁴ offre un important nombre de publications tant sur des systèmes spécifiques, comme le système de drone tactique intermédiaire (SDTI), que sur des questions de réflexion stratégique, comme le concept de bulle opérationnelle aéroterrestre (BOA). Internet permet également d'accéder à de nombreux rapports parlementaires ou comptes-rendus gouvernementaux, comme le dossier *La politique de recherche à la DGA*⁵ ou le compte-rendu du Sénat sur *Le rôle des drones dans les armées*⁶.

¹ <<http://www.darpa.mil/>>

² <<http://www.defenselink.mil/>>

³ Feuille de route de l'armée américaine en matière de systèmes automatisés sur la période 2007-2032, United-States Department of Defense, publié le 18 décembre 2007, « *Unmanned systems Roadmap 2007-2032* », <<http://www.acq.osd.mil/usd/Unmanned%20Systems%20Roadmap.2007-2032.pdf>>, dernier accès le 24 mars 2008.

⁴ <www.defense.gouv.fr/dga/>

⁵ *Ibid.*

⁶ Rapport d'information du Sénat fait au nom de la commission des Affaires étrangères, de la défense et des forces armées, Session ordinaire de 2005-2006, « *Le rôle des drones dans les armées* ».

On peut ainsi constater que la bibliographie et les sources relatives à la robotique militaire sont assez diffuses et permettent difficilement une appréciation globale du phénomène. En outre, aucun ouvrage ne fait véritablement référence en la matière. Par conséquent, ce mémoire ambitionne d'opérer une synthèse relativement complète de l'ensemble des documents consultés. L'objectif étant de produire un texte en langue française à la fois concis et actualisé sur le sujet de la robotisation des armées dans le monde occidental. L'apport de ce travail réside particulièrement dans sa quatrième partie, portant sur les questions d'éthique relatives à la robotique militaire. En effet, c'est un aspect souvent éludé par les spécialistes, particulièrement au sein de la communauté des chercheurs francophones, alors qu'il est primordial de trouver des réponses à certaines interrogations avant de poursuivre le développement de ces technologies. « Science sans conscience n'est que ruine de l'âme » affirmait Rabelais : il ne fait pas de doute que c'est dans l'application militaire des découvertes scientifiques que les risques sont les plus grands pour la société. Il est donc du devoir de la communauté militaire, mais également scientifique, politique et industrielle, de réfléchir à ces questions d'éthique et de fixer des limites au développement des robots militaires. La problématique centrale de ce mémoire s'articule ainsi autour des enjeux et des perspectives d'avenir de la robotique militaire, observés à travers le prisme de l'éthique.

Afin d'affiner cette étude de la robotisation militaire, il convient de circonscrire notre sujet de manière claire. Par robotisation des armées on entend ainsi la tendance au remplacement des acteurs humains par des robots, dans des tâches réputées pénibles ou dangereuses. Le terme « *robot* » est issu du tchèque « *robota* »¹, qui signifie « *travail obligatoire* » ou « *corvée* », il s'agit d'un « mécanisme automatique pouvant se substituer à l'homme pour effectuer certaines opérations et capable d'en modifier de lui-même le cycle et d'exercer un certain choix »². C'est pourquoi on exclura de notre étude tout ce qui concerne l'équipement robotisé du fantassin, qui ne relève pas à proprement parler de la robotique, mais plutôt de l'informatique. Notre étude portera donc essentiellement sur trois types de robots. Tout d'abord, les avions sans pilotes, aussi appelés « *drones* » ou « *unmanned aerial vehicles* » (UAV) dans les pays anglo-saxons et au sein de la communauté scientifique et militaire, c'est-à-dire « véhicule aérien non-

¹ Le terme est utilisé pour la première fois en 1920 par l'auteur tchèque Karel Čapek dans sa pièce de théâtre de science-fiction *R. U. R. - Rossum's Universal Robots* (en tchèque *Rossumovi univerzální roboti*).

² Le Petit Robert, Paris, Dictionnaires Le Robert, 2002.

habité ». Nous excluons de notre analyse les satellites spatiaux, qui ne relèvent pas à proprement parler de la robotique et qu'il serait difficile d'inclure dans notre étude. Bien que moins avancés que les drones, les robots et véhicules sans pilote terrestres occuperont quant à eux une place importante dans ce travail. Enfin, il importe de prendre en compte les véhicules automatisés évoluant en milieu maritime, qui occupent une place de plus en plus importante dans les armées modernes occidentales.

En ce qui concerne le choix de la délimitation géographique, il est d'ordre logique et pratique. Logique tout d'abord, car les pays occidentaux sont les leaders incontestables dans le domaine de la robotique militaire. Pratique également, car les programmes menés par des pays comme la Chine, la Russie ou l'Inde, sont marginaux. Les prendre en compte dans cette analyse, ne feraient qu'alourdir les développements et empêcher une approche véritablement analytique du phénomène. Ce mémoire se concentre donc sur les pays occidentaux, essentiellement les Etats-Unis et les pays européens (la France et la Grande-Bretagne notamment), qui sont à la tête des principaux programmes de robotique militaire. Il est important de noter que ce travail intègre également Israël dans le monde occidental ; cela se justifie tant par l'histoire, que par le contexte géopolitique de ce pays. Cette assimilation est essentielle, dans le sens où Israël est aujourd'hui le seul pays non-européen à pouvoir véritablement rivaliser avec les Etats-Unis dans le domaine de la robotique militaire. Ces considérations établies, le sujet est alors plus facile à appréhender. On s'attachera dans ce mémoire à le traiter de manière non pas chronologique, mais analytique, en dissociant les aspects militaires et technologiques des aspects politiques et industriels. Ce qui est intéressant dans une approche de ce type, c'est d'une part de dresser un état-des-lieux relativement complet de l'état de la robotisation des armées occidentales en 2008, mais également de s'interroger sur l'existence même de robots militaires. Après avoir mis à jour les motivations qui se cachent derrière ce phénomène, il faudra dégager les principaux débats et problèmes qu'il soulève. Car l'intérêt du sujet réside également dans le fait que le développement de la robotique militaire est un sujet sensible et hautement controversé.

Comme dit précédemment, la démarche purement historique est trop factuelle, trop descriptive, pour être appliquée à un sujet aussi actuel et délicat que la robotisation des armées. Néanmoins, la connaissance du passé permettant de mieux appréhender les

questions contemporaines, la première partie de ce mémoire sera consacrée à un exposé historique de la robotisation militaire. Les trois parties suivantes s'articuleront de manière dialectique autour des motivations et des enjeux militaires, puis industriels et politiques, avant d'en arriver aux questions d'éthique et de morale, qui découlent conséquemment des considérations précédentes.

La première partie, donc, se divise en deux chapitres. Le premier sera consacré à des rappels historiques, mettant en avant les grands événements qui ont jalonné le développement de la robotique militaire depuis les premières expérimentations de Nikola Tesla à la fin du XIXe siècle jusqu'à la première guerre du Golfe et ses conséquences. Le second chapitre s'appliquera à répertorier les différentes motivations à l'origine du développement de robots militaires. Le premier motif avancé est naturellement celui d'épargner des vies humaines, les militaires et les industriels mettant en avant les avantages des robots par rapport aux êtres humains. Les avantages économiques inhérents à ce processus seront également mis en avant. Mais ce chapitre développera également les perspectives nouvelles offertes par la robotisation militaire aux niveaux tactiques et stratégiques.

En se fondant sur ces principaux facteurs de développement, on observera dans une seconde partie les aspects militaires de l'automatisation des armées occidentales. Le premier chapitre de cette deuxième partie référencera les différents systèmes automatisés (que sont les drones, les robots terrestres et les robots maritimes) en développant leurs spécificités. Le second chapitre soulèvera quant à lui la question essentielle de l'intégration des robots au sein des systèmes de combat en s'appuyant sur deux exemples : le projet américain de *Future Combat Systems* (FCS) et le concept français de *bulle opérationnelle aéroterrestre* (BOA).

La troisième partie, enfin, se concentrera sur les questions d'éthique soulevées par la robotisation des armées. Le premier chapitre de cette dernière partie sera consacré aux questions qui nécessiteront des réponses sur le court terme. Les débats sur l'utilité des évolutions technologiques dans la stratégie militaire donneront lieu à une première section, la question de l'autonomie des systèmes automatisés constituera la seconde section. Le second chapitre de cette partie appréhendera les questions d'éthique avec plus

de recul et s'interrogera principalement sur la remise en cause de la nature de la guerre et sur sa banalisation, en s'appuyant sur des exemples de projets récents et sujets à controverses.

PARTIE I

**AUX ORIGINES DE LA
ROBOTIQUE MILITAIRE**

Chapitre 1

Des origines historiques lointaines

Bien que l'utilisation des robots et drones dans les armées occidentales ne soit pas encore systématique, il faut savoir que la volonté de remplacer des soldats par des machines n'est pas nouvelle. Mais avant même de penser à la mise en œuvre de robots, encore faut-il les inventer. En 1738 déjà, Jacques de Vaucanson présente à l'Académie royale des sciences un canard mécanique qui émerveille l'assistance, à commencer par Voltaire qui déclare :

« Le hardi Vaucanson rival de Prométhée,
Semblait, de la nature imitant les ressorts,
Prendre le feu des cieux pour animer les corps »¹.

Mais il faudra attendre la seconde moitié du XIXe siècle, et l'avènement de sciences comme l'électrotechnique², pour que de véritables avancées en matière de systèmes automatisés voient le jour.

Section 1 : les prémices de la robotique militaire

A/ L'ère des pionniers

Le plus célèbre et le plus important précurseur de la robotique est incontestablement le scientifique serbe Nikola Tesla. Né à Smiljan³ en 1856, Nikola Tesla entre à l'école polytechnique de Graz, en Autriche, en 1876. Encouragé par son professeur de mathématique, il développe alors un projet de machine volante inhabitée.

¹ GUILLOT Agnès et MEYER Jean-Arcady, *Des robots doués de vie ?*, Paris, Le Pommier, 2004, p. 5.

² L'électrotechnique est la science qui traite de « l'application des lois de la physique à la production, au traitement, au transport et à l'utilisation de l'énergie électrique » (définition du Petit Larousse 2008).

³ Village aujourd'hui situé en Croatie.

«Cependant, quand un autre de ses professeurs ridiculise son idée de transmettre l'électricité sur de longues distances grâce au courant alternatif, il abandonne ses études [...] et part vivre comme un ermite dans les montagnes boisées près de chez lui, durant quelques mois »¹. Il intègre finalement une agence européenne de produits électriques ouverte à Paris par Thomas Edison. C'est là qu'il se familiarise avec le domaine de l'ingénierie électrique, ainsi qu'avec la langue anglaise. En 1884, il part finalement pour New York où son projet de courant alternatif (dénigré par Thomas Edison) trouve écho auprès de l'ingénieur et entrepreneur George Westinghouse. C'est ainsi que commence véritablement l'électrification de New York et le début d'une vie fastueuse pour Nikola Tesla.

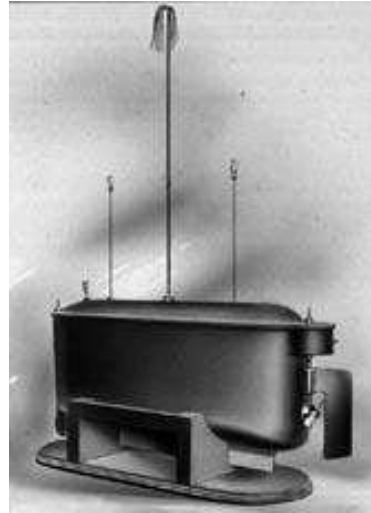
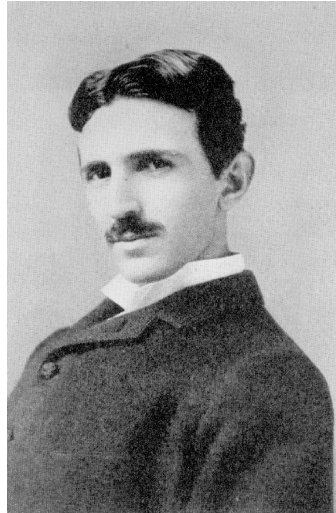
Entre 1890 et 1898, Tesla rédige plus de 400 articles pour des revues scientifiques comme *Electrical Engineer* ou *Electrical Review*. Cependant, en 1898, le magazine *Electrical Review* refuse de publier un de ses articles « dans lequel il prétend qu'il peut inventer un avion contrôlé à distance »², sous prétexte que celui-ci est trop fantaisiste. Quelques mois plus tard, alors que la guerre hispano-américaine vient d'éclater, l'inventeur met au point un prototype de modèle réduit de bateau de plus d'un mètre de long³ qu'il appelle « *Teleautomaton* » et qu'il présente lors de *l'Electronical Exhibition* au *Madison Square Garden*. Grâce à un système d'ondes radio, il peut faire avancer, tourner ou arrêter son véhicule. Le public et la presse ne sont pas convaincus et il faut attendre 1912 pour que l'armée le contacte pour lui proposer d'élaborer une torpille radiocommandée. Elle est alors testée en mer entre 1914 et 1916, mais faute de résultats satisfaisants, le projet est finalement abandonné. Il faut néanmoins noter qu'à la fin du XIXe siècle, « Tesla n'est pas la seule personne à développer des armes contrôlées à distance »⁴. On peut citer le projet de torpille guidée par câbles de l'inventeur irlandais Louis Brennan en 1888 ou encore la bombe aérienne à propulsion de l'officier d'artillerie français René Lorin, souvent considérée comme l'ancêtre de la fusée allemande V1.

¹ NEWCOME Laurence R., *Unmanned Aviation : A Brief History of Unmanned Aerial Vehicles*, Reston, American Institute of Aeronautics and Astronautics Inc., 2004, p. 11.

² *Ibid.*

³ La plupart des unités de mesure évoquées dans ce chapitre sont converties à partir d'unités de mesures anglo-saxonnes (*feet, miles, pounds...*).

⁴ NEWCOME Laurence R., *op. cit.*, p. 13 et suivantes. Toutes les citations de ce paragraphe et des deux paragraphes suivants sont tirées de cet ouvrage.



Photos 1 et 2. Nikola Tesla et son *Teleautomaton*

Bien que les premiers essais en matière de systèmes automatisés se fassent en milieu maritime, il faut noter qu'en ce début de XXe siècle l'engouement pour l'aviation naissante va mobiliser la communauté des inventeurs. Rappelons que l'ingénieur français Clément Ader effectue un vol erratique sur une distance d'environ 200 mètres devant des officiels du ministère de la Guerre, le 14 octobre 1897. Plus de six ans après, les frères Wright revendiquent le premier vol d'un aéronef plus lourd que l'air contrôlé, le 17 décembre 1903. Le 12 novembre 1906, c'est alors le Brésilien Alberto Santos-Dumont qui remporte le premier prix Archdeacon de l'aéroclub de France, à Bagatelle.

A cette époque, un inventeur américain va alors marquer un jalon dans l'histoire de l'aviation sans pilote. Elmer Sperry, né en 1860 à Cortland, dans l'Etat de New York, s'inspire des travaux de Peter Cooper Hewitt pour développer en 1909 un gyrostabilisateur pour avion. Le but de cet appareil est « d'améliorer la sécurité en vol, en offrant au pilote souffrant de vertiges ou de désorientation un réglage mécanique de l'orientation des ailes ». Néanmoins en créant cet appareil, Sperry « vient également à bout d'un obstacle majeur de l'aviation inhabitée : stabiliser le vol en l'absence de l'intervention d'un pilote ». Le premier prototype s'avérant très lourd et peu efficace, Sperry tente d'améliorer son invention entre 1911 et 1912. Encouragé par le pionnier de l'aviation Glenn Hammond Curtiss, il présente son projet à l'*U.S. Navy* et l'*U.S. Army*, mais les essais effectués ne sont pas concluants. Il faut attendre une compétition aéronautique à Bezons, près de Paris, le 18 juin 1914 pour que le fils d'Elmer Sperry,

Lawrence, parvienne à effectuer un vol sur l'hydravion gyrostabilisé de Glenn Curtiss. En franchissant la Seine, il lève les mains lors du premier passage au-dessus de la foule et, lors du second passage, « abandonne une fois de plus les commandes alors que son mécanicien, Emile Cachin, monte sur une des ailes ». Elmer et Lawrence Sperry remportent la compétition, ainsi que les 15.000 francs accordés aux vainqueurs. Mais leur joie est de courte durée : deux semaines plus tard, la Première Guerre mondiale éclate.

B/ La Première Guerre mondiale et l'entre-deux guerres : premières expérimentations

La Première Guerre mondiale, de par son intensité et sa durée exceptionnelle, est un laboratoire idéal pour toute sorte de nouveaux armements. Les avions sont utilisés pour la première fois à des fins militaires, tandis que les expérimentations pour élaborer des bombes radiocommandées se poursuivent :

« Les technologies indispensables étant globalement équivalentes, il n'est nullement surprenant que le développement des drones [soit] initialement confondu avec celui des versions rudimentaires des missiles modernes. Lors de la Première Guerre mondiale pourtant, le mot « missile » n'[est] pas encore entré dans les mœurs et l'on [parle] plutôt de « torpille volante radiocommandée » ; c'est un engin de ce type qu'[essaye] notamment de mettre au point Archibald Montgomery Low, officier du *Royal Flying Corp Experimental Work* britannique »¹.

Les problèmes techniques, notamment relatifs à la propulsion, sont rapidement résolus, mais le premier prototype de torpille qui vit le jour en 1916 ne vola jamais. L'année suivante, un nouveau prototype est élaboré selon une conception sensiblement différente. Malheureusement, les pluies torrentielles qui s'abattent sur l'Angleterre le jour du vol inaugural noient le moteur. Les quatre essais qui suivent s'avèrent également des échecs et les britanniques abandonnent alors leur première tentative d'engins aériens

¹ CECILE Jean-Jacques, *La guerre des robots : les révolutions militaires de demain*, Paris, Ellipses, 2006, p. 9.

radiocommandés. Mais ces travaux furent repris après la guerre et « couronnés des succès le 3 septembre 1924 »¹.

Aux Etats-Unis, les travaux d'Elmer Sperry attirent l'attention de Peter Cooper Hewitt, qui lui fait une offre de 3 000 \$ pour codévelopper une « bombe volante sans pilote »² en se fondant sur les travaux de Nikola Tesla. Sperry accepte la proposition de Hewitt et en septembre 1916, un premier prototype d'avion sans pilote guidé à distance est présenté au Lieutenant T.S. Wilkinson de l'*U.S. Navy*. « Bien que Wilkinson rapporte à ses supérieurs que le système de Sperry ne dispose pas de la précision requise pour atteindre un navire en mer, la *Navy* recommande par la suite (en mai 1917) des améliorations supplémentaires, accorde 200 000 \$ à Sperry pour les réaliser et lui fournit cinq hydravions Curtiss N-9 pour ses expérimentations »³. Ce programme de torpille aérienne comprend deux phases : la construction d'une torpille autonome, suivi de l'élaboration d'un modèle contrôlable à distance par radio, via un avion piloté. Ces torpilles auraient alors eu pour mission de s'attaquer aux U-boats allemands ainsi qu'à certains dépôts de munitions, à des distances supérieures à 160 kilomètres. Le premier prototype opérationnel de ce qui est souvent considéré comme le premier UAV⁴ de l'histoire est livré en six exemplaires en octobre 1917 (cf. photo 3). Son poids à vide est de 230 kilos, sa portée de 80 kilomètres, sa vitesse maximum de 145 km/h et il peut emporter une charge utile (bombe) de plus de 450 kilos⁵. Six tests sont effectués, mais le système de lancement des appareils pose problème : catapulte, glissoir fait de câbles électriques ou système de lancement via une automobile, les Curtiss N-9 s'écrasent toujours avant même d'avoir pu parcourir une centaine de mètres. Il faut attendre le 6 mars 1918 pour qu'un vol expérimental se solde finalement par un succès, grâce à un système de catapulte. Le 17 octobre de la même année, alors que le problème du système de lancement est enfin réglé, a lieu le dernier vol expérimental. Le N-9 décolle correctement, mais le contact est rompu avec l'appareil et celui-ci disparaît à l'horizon. On ne le retrouvera jamais. L'armistice est signé le 11 novembre et la *Navy* retire la

¹ *Ibid.*, p. 10.

² NEWCOME Laurence R., *op. cit.*, p. 16.

³ *Ibid.*, p. 18.

⁴ Rappelons que l'acronyme anglo-saxon UAV signifie littéralement *Unarmed Aerial Vehicle*, soit véhicule aérien inhabité. Il s'agit du terme le plus fréquemment employé dans les pays anglo-saxon pour désigner un avion sans pilote. Ces initiales sont également reprises au sein de la communauté de spécialistes en aéronautique quelque soit leur langue maternelle.

⁵ NEWCOME Laurence R., *op. cit.*, p. 18.

responsabilité du projet à Sperry et Hewitt, pour le confier aux firmes *Witteman-Lewis* et *Ford Instrument Company*.

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Photo d'un Curtiss N-9 radioguidé conçu par Elmer Sperry sur son rail de lancement

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteur.

Il est possible de consulter cette photo dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

Les premières expériences en matière d'avions sans pilotes menées pendant la Première Guerre mondiale se sont soldées par des échecs. Elles ont néanmoins lancé un concept qui allait être exploité pendant l'entre-deux guerres, « ainsi qu'en témoigne le vol autonome, en mai 1930, d'un Curtiss B-2 au-dessus de la ville de Sacramento. Un peu avant la Seconde Guerre mondiale, un regain d'intérêt envers ce domaine technologique [est] observé outre-Atlantique »¹. C'est d'ailleurs en 1936 que le mot « drone » est utilisé pour la première fois dans le cadre d'un rapport rédigé par l'officier responsable du programme.

Mais cette période voit également le développement des premiers concepts de drones navals². Ce sont les Soviétiques qui, en 1934, lancent le projet APSS (acronyme russe signifiant *sous-marin autonome à vocation spéciale*) : il s'agit d'un sous-marin radiocommandé équipé d'une charge explosive de 500 kilos. Deux prototypes sont ainsi

¹ CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, pp. 10-11.

² Le mot « drone » est initialement utilisé pour désigner un avion sans pilote, mais il arrive que, par extension, le terme s'applique aux robots maritimes ou terrestres. On parle alors de drone naval ou drone maritime (voire drone sous-marin) et, plus rarement, de drone terrestre.

construits entre 1935 et 1936 dans une usine située à Leningrad. « Un rapport officiel sur le projet APSS explique que le problème du contrôle à distance du sous-marin est loin d'être résolu »¹ et les deux prototypes sont démantelés la même année. Mais un second projet prend le pas sur le premier : le *Projet APL* baptisé *Pigmei* (Pygmée). « Envisagé à l'origine comme un engin léger radiocommandé à partir d'un avion, le *Pigmei* [est] finalement converti en sous-marin classique embarquant un homme d'équipage »². Un seul *Pigmei* est finalement produit, mais ne sera jamais mis en œuvre : il est capturé par les Allemands à l'été 1942 et ne sera jamais retrouvé par la suite.

Enfin, on peut citer au cours de la Première Guerre mondiale, les premières tentatives de création d'un robot terrestre. Dès 1915, Messieurs Aubriot et Gabet, ingénieurs français, proposent un projet de plate-forme sur chenilles « capable de porter 200 kilos d'explosifs dans les tranchées adverses »³. En 1918, Elmer E. Wichersham, ingénieur à la *Caterpillar Tractor Company*, élabore alors les plans d'un engin de démolition semblable qui est rapidement surnommé « Torpille terrestre »⁴. Commandé via des câbles électriques, ce véhicule doit être acheminé vers une cible sur laquelle elle fait alors sauter une charge explosive. Ces deux engins ne seront cependant jamais utilisés sur le champ de bataille. Après la guerre, l'*US Naval Research Laboratory* se penche quant à lui sur un projet d'*Electric Dog* (chien électrique) : « Le contrôle à distance de l'engin, prototype visant à défricher les technologies plutôt qu'à donner naissance à un système opérationnel, était limité à quatre ordres de base : marche avant, marche arrière, virage à droite et virage à gauche ». En France, trois véhicules filoguidés ou radioguidés capables de transporter des charges explosives sont conçus entre 1937 et 1940 : une version du char FT-17 téléopérée, le *Véhicule P* (du patronyme du capitaine Pommelot, développeur de l'engin) et l'*Engin K*, également dénommé VP-38. Ces trois véhicules, ancêtres des UGV (*Unmanned Ground Vehicles*, véhicules terrestre inhabités), sont commandés en importantes quantités, mais avec l'arrivée de la Seconde Guerre mondiale, aucun des contrats ne sera respecté.

¹ STRELBITSKY Konstantin, « *Pigmei Vanished Without a Trace* », février 1999, dernier accès le 6 avril 2008, <<http://milparade.udm.ru/31/066.htm>>

² CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 15.

³ CARBONEL J.C., « Le bestiaire extraordinaire de l'armée française : torpille terrestre », 2005, dernier accès le 6 avril 2008,

<http://modelarchives.free.fr/Bestiaire/Torptter_P/index.html>.

⁴ CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 27. Toutes les citations de ce paragraphe sont tirées de cet ouvrage.

C/ La Seconde Guerre mondiale : le baptême du feu

La Seconde Guerre mondiale offre aux différentes armées l'occasion de perfectionner les armements élaborés au cours des dernières décennies. S'il faut attendre la fin de la guerre pour voir la mise en œuvre de drones, des robots maritimes de surface sont élaborés dès le début du conflit par les nazis. Il convient alors d'évoquer un programme allemand qui a vu le jour dès la Première Guerre mondiale. En effet, au début du conflit, la marine de guerre impériale a assigné une série de navires légers (14,9 mètres de long, 202,5 kilos d'explosif) et rapides (30 nœuds, soit 56 km/h), référencés FL-7, à la défense de ses côtes¹. Le succès des FL-7 fut néanmoins mitigé en raison de leur autonomie, limitée par le câble électrique de 80 kilomètres qui les reliait à leur contrôleur. Le concept est pourtant repris au cours du second conflit mondial, à travers les embarcations rapides *Linse* (lentille) :

« [Elles] opérèrent en escadrilles composées de canots explosifs mêlés à des canots de commandement ce, de la manière suivante : "Les 'Lentilles' progressaient de manière serrée, les buts à atteindre étant répartis à l'avance juste avant l'assaut. C'est le canot de commandement qui donnerait le 'top' avant que les embarcations ne foncent sur leurs cibles à pleine puissance. A quelques centaines de mètres du but, les pilotes devraient se jeter à l'eau, munis d'une ceinture de sauvetage, après avoir soigneusement visé le but. Quant au 'canot de commandement', il assurerait la suite, notamment l'importante opération de téléguidage des *Linsen* privées de pilotes jusqu'à leurs objectifs. Une petite boîte noire fonctionnant sur ondes ultracourtes permettait chaque 'lentille' de corriger éventuellement sa trajectoire en fonction des changements de route de l'adversaire." »²

Ce type d'embarcation est repris par les Italiens, ainsi que par les Japonais. Ces derniers en font cependant un usage sensiblement différent : « Très vite, les engins [sont] utilisés de manière suicidaire alors que théoriquement, telle n'[est] pas leur finalité, l'éjection du pilote [...] au dernier moment restant possible »³. Le seul véritable canot automatique construits par les Japonais est alors le *Isu-Go* : il s'agit d'une embarcation

¹ *Ibid*, p. 16.

² *Ibid*, p. 17.

³ CECILE Jean-Jacques, citant BERTRAND Michel, *Commandos de la mer – Sous-marins de poche, torpilles humaines et hommes-grenouilles 1914-1945*, Paris, Editions Maritimes & d'Outre-mer, 1985

fluviale contrôlée à distance et ayant vocation à détruire des obstacles ou répandre un manteau de fumée¹. On retrouve également des tentatives de véhicules du même genre chez les ingénieurs canadiens avec la production d'une torpille de surface (USV pour *Unmanned Surface Vehicle*) référencée COMOX. De leur côté, les Américains développent différents prototypes de barges de débarquement équipées de roquettes. Mais très peu d'informations nous sont parvenues aujourd'hui à ce sujet, à tel point qu'il est impossible de déterminer si l'un de ces véhicules peut être considéré comme un USV.

En ce qui concerne les robots terrestres, là encore les Allemands sont précurseurs dans le domaine. En 1940, un prototype de *l'Engin K* est repêché dans la Seine et inspirera les ingénieurs du Reich pour trois engins : le *Goliath*, le *NSU Springer* et le *B-IV*. Le plus célèbre de ces trois véhicules reste le *Goliath* (cf. photo 4) :

« Le *Goliath* [est] un robot terrestre à télécommande filaire de faibles dimensions ayant l'aspect extérieur d'un char miniature, sa longueur ayant culminé à 1,63 mètres dans sa version la plus évoluée. Propulsé soit par deux moteurs électriques *Bosch* soit par un moteur thermique *Zündapp*, il [peut] emporter une charge explosive de 60, 75 ou 100 kilos en fonction de la version. »²

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Photo de 3 robots Goliath allemands tombés aux mains de soldats anglais en 1944

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteur.

Il est possible de consulter cette photo dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

¹ SAHARA Akira, « Imperial Japanese Army Special Weapons PAGE », 2006, dernier accès le 6 avril 2008, <<http://uk.geocities.com/sadakichi09/army/IJSW.htm#I-Go>>.

² CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, pp. 28-29.

Produit à un prix modique par la société *Borgward*, l'engin est pourtant peu utilisé : en janvier 1945, 3797 des 5000 exemplaires produits restent inutilisés. Deux raisons principales expliquent cela. D'une part la vulnérabilité du *Goliath* aux tirs d'armes légères, d'autre part sa conception pour une utilisation offensive, « alors que les Allemands en [sont] réduits à la défensive lorsque le robot [atteint] sa maturité ». Cet engin est tout de même utilisé avec un certain succès à Sevastopol, lors du soulèvement de Varsovie ou encore pendant le débarquement en Normandie. Le *NSU Springer* vient palier aux faiblesses du *Goliath*. Plus lourd (2,4 tonnes contre 430 kilos pour la *Goliath*) et plus rapide (42 km/h contre 10 km/h), l'engin peut emporter jusqu'à 300 kilos d'explosifs. 460 *NSU Springer* devaient être produits avant mai 1945, mais la production est abandonnée à la fin de l'année 1944 : seuls 50 engins sont assemblés¹. Quant au *Borgward B-IV*, il s'agit d'un véhicule de taille importante, destiné à déposer 500 kilos d'explosifs à proximité de sa cible avant de se retirer. *NSU Springer* et *Borgward B-IV* sont tout deux équipés d'un système de pilotage radiocommandé. Il faut noter qu'un équivalent japonais du *Goliath*, agissant sur un rayon de 1000 mètres, a été mis au point : le *I-Go*².

Comme nous l'avons vu précédemment, c'est à la fin de la Deuxième Guerre mondiale que les drones font véritablement leur entrée sur le champ de bataille. C'est effectivement en septembre 1944 que le *Special Task Air Group 1* utilise dans le Pacifique des « drones d'assaut » équipés d'une bombe de 906 kilos et radiocommandés par un pilote installé dans un bombardier-torpilleur monomoteur *Grumman Avenger* d'accompagnement. « A partir de cette époque donc, tous les sous-ensembles permettant de concevoir un drone de reconnaissance moderne [existent] même si l'ont doit par ailleurs reconnaître que les technologies, parce que balbutiantes, [obligent] les ingénieurs à développer des systèmes lourds et volumineux »³. On note cependant, que dans l'immédiat après-guerre ce n'est pas tant la mission de reconnaissance qui va orienter les développements des drones, mais la projection du feu nucléaire.

¹ *Ibid.*

² SAHARA Akira, *op. cit.*

³ CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p.12.

Section 2 : L'essor de la robotique militaire depuis 1945

A/ Le développement des drones pendant la Guerre froide

« Une des prémisses de la Guerre froide [est] l'idée que la prochaine guerre pourrait être atomique, et cela [mène] à la conclusion que les missions de reconnaissance dans un environnement de combat post-nucléaire serait suicidaire pour l'équipage en raison des radiations résiduelles »¹. Cette vision des choses est rapidement validée par la suite : en effet, les pilotes partis en reconnaissance sur le lieu des essais atomiques américain de 1946, dans l'atoll de Bikini, développent des maladies dues aux radiations. C'est ainsi que, la même année, est lancée l'opération *Remote*, confiée à l'*Air Instrumentation and Test Requirement Unit* (AITRU) rattaché au *1st Experimental Guided Missile Group*. Dans le cadre de cette opération, « il est demandé aux drones aériens de traverser le nuage nocif des explosions atomiques, pour rapporter des échantillons de l'atmosphère »². C'est ainsi que sur les 22 bombardiers B-17G de l'AITRU, 17 sont dronisés³, tandis que les cinq autres embarquent les systèmes de radiocommandes. Le 5 août 1946, un B-17 de commandement, quatre B-17 de radiocommande et deux drones décollent pour un vol expérimental. Celui-ci est jugé concluant et initie alors les différents projets qui vont conduire au développement des premiers missiles de croisière américains dans les années 1950.

« Il [faut] finalement attendre 1955 pour que le drone de reconnaissance [gagne] ses lettres de noblesses en se différenciant des avatars de "torpilles volantes radiocommandées", des drones d'assaut ou des cibles pour artillerie antiaérienne »⁴. Cette année-là, la société américaine *Radioplane* (qui deviendra *Northrop Ventura* par la suite) modifie une des ses cibles volantes OQ-19 pour en faire un drone de

¹ NEWCOME Laurence R., *op. cit.*, p. 71

² CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 12.

³ Le néologisme « droniser » est un verbe qui désigne la transformation d'un véhicule piloté en véhicule sans-pilote grâce aux technologies de la robotique.

⁴ CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, pp. 13-14.

reconnaissance équipé d'une caméra et récupérable par parachute. L'armée américaine acquiert alors 1 445 exemplaires de cet engin¹, baptisé RP-71 par son constructeur, pour en faire le drone de surveillance SD-1 (SD est alors interprété comme l'acronyme de « Surveillance Drone ») du système AN/USD1. Les deux versions du SD-1 deviennent respectivement le MQM-57A et le MQM-57B en juin 1963 et restent en service jusqu'à la moitié des années 1970². Le RP-99 est conçu en 1962 par *Northrop Ventura*, mais n'est pas acheté par les forces américaines. Le concept est néanmoins vendu à la *Manufacture Belge de Lampes et de Matériel Électronique SA* (MBLE) qui le développe sous le nom de drone de reconnaissance *Epervier* et effectue un premier vol en 1965³. L'Armée de terre belge achète le système en 1974 et le met en service l'année suivante.

Dans les années 1960, deux événements vont soulever la question de la protection de la vie des pilotes. Le 1^{er} mai 1960, tout d'abord, le pilote Francis Gary Powers « est abattu alors qu'il [survole] l'Union soviétique à bord de son avion de reconnaissance stratégique à haute-altitude U-2 *Dragon Lady* »⁴. Les Soviétiques opèrent d'une manière spécifique, en tirant une salve de quatorze missiles sol-air SA-2, « pourtant incapables d'atteindre l'altitude à laquelle [évolue] l'appareil »⁵, qui explosent simultanément et créent une onde de choc qui endommage les stabilisateurs horizontaux de l'appareil. Le second événement a lieu en le 27 octobre 1962, pendant « la crise des fusées », lorsqu'un U-2 est abattu par un SA-2 alors qu'il est en mission de reconnaissance au-dessus de Cuba.

Pendant la guerre du Viêtnam, le Viêt-Cong utilise alors la même tactique que les Soviétiques en opérant de « véritables tirs de barrage avec des missiles SA-2 à l'endroit où les bombardiers stratégiques B-52 viraient de bord après avoir accompli leur mission »⁶. La solution des avions sans-pilote s'impose d'elle-même et les différentes versions du *Ryan AQM-34 Firebee*⁷ sont aussitôt mises à profit pour des missions d'exploration. D'août 1964 à juin 1975, les drones accomplissent plus de 3.000 missions

¹ *Ibid.*

² PARSCH Andreas, « *Northrop (Radioplane) SD-1/MQM-57 Falconer* », 2007, dernier accès le 14 avril 2008, <<http://www.designation-systems.net/dusrm/m-57.html>>.

³ NEWCOME Laurence R., *op. cit.*, p. 61.

⁴ CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, pp. 20-21.

⁵ *Ibid.*

⁶ *Ibid.*

⁷ NEWCOME Laurence R., *op. cit.*, p. 83.

pendant la guerre du Viêtnam, avec un taux de perte inférieur à 10%¹. C'est autant de vies de pilotes qui sont épargnées. Mais les Américains ne sont pas les seuls à développer ce type de technologie pendant la Guerre froide. En effet, dès la Guerre du Kippour, en 1973, « de nombreux commandants israéliens [comprennent] la nécessité d'un système de reconnaissance "au-delà de l'horizon" »². C'est ainsi que sont conçus les drones *Mastiff*, conçus par *Tadiran Electronics*, et *Scout*, développés par *Israel Aerospace Industry*. Ils passeront leur baptême du feu lors de l'invasion du Liban par les forces armées israéliennes en 1982, dans le cadre de l'opération « Paix en Galilée ». Les Israéliens envoient alors ces drones de reconnaissance plusieurs mois avant l'invasion pour identifier les radars surface-air syriens. Pendant l'attaque, les UAV jouaient alors le rôle de leurres pour tromper les radars ennemis ou de plateformes de renseignement.

Ces expériences témoignent du développement de drones tactiques pendant la Guerre froide, mais il est également important de signaler l'apparition de drones stratégiques intervenant sur des théâtres plus larges qu'un simple champ de bataille. Le 10 octobre 1962, la Central Intelligence Agency (CIA) donne son feu vert au programme *Tagboard* visant à droniser des SR-71 *Blackbird*. Cet avion, capable de voler à une altitude de 25.000 mètres à Mach 3, est le premier avion furtif³ de l'histoire à avoir volé. Le 22 décembre 1964, le premier vol d'un D-21 (SR-71 *Blackbird* dronisé) emporté par un M-21 (SR-71 *Blackbird* porteur) a lieu, suivi par un premier essai de séparation le 5 mars 1966. Alors que les premiers tests sont plutôt concluants, un drame intervient le 30 juillet 1966 : un M-21 percute un D-21 qu'il vient de larguer et s'écrase dans l'océan Pacifique. Les deux pilotes réussissent à s'éjecter, mais l'un d'entre eux se noie. « A la suite de cet accident, l'utilisation du SR-71 [est] écartée au profit du bombardier stratégique B-52H *Stratofortress* et le programme y [gagne] une nouvelle dénomination : *Senior Bowl* »⁴. Le premier vol expérimental du 9 novembre 1969 se solde par un échec ; il en va de même pour les vols suivants et le programme est finalement abandonné en juillet 1971. Mais l'US Air Force n'abandonne pas ses projets de drones furtifs pour

¹ CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 21.

² YENNE Bill, *Attack of the Drones*, St. Paul, Zenith Press, 2004, p. 35.

³ « La furtivité est l'ensemble des techniques et technologies utilisées pour réduire les émissions dans une direction donnée ou dans toutes les directions et donc rendre l'engin moins détectable, classifiable ou identifiable. On parle généralement de réduction ou banalisation de la signature d'une cible. » (définition Techno-science.net, < <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=1527>>).

⁴ CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 24 et suivantes.

autant. Le programme *Senior Prom* aurait, selon certaines informations récentes, abouti à la production de petits drones furtifs chargés « de survoler le territoire des pays appartenant au pacte de Varsovie »¹. Des engins de ce type auraient également été envoyés à Bagdad pendant la Guerre du Golfe et en Corée du Nord.

B/ La robotique militaire maritime et terrestre peine à trouver sa voie

Bien que le développement des UAV soit privilégié pendant la Guerre froide, les Américains n'abandonnent pas pour autant le développement de robots sous-marins. En effet, le *Cable-controlled Undersea Vehicle* (CURV) est conçu au début des années 1960 pour la récupération d'armements perdus en mers. En 1966, le CURV connaît alors son heure de gloire. Le 17 janvier 1966, lors d'une opération de ravitaillement en vol, un bombardier nucléaire américain B-52 percute un ravitailleur KC-135 et sombre en mer au large des côtes espagnoles, emportant avec lui son chargement de quatre bombes thermonucléaires B-28. Alors que trois des quatre bombes atomiques sont récupérées rapidement, la quatrième gît à 850 mètres de profondeur. C'est là qu'intervient le CURV qui, après deux mois d'opération, parvient finalement à remonter la bombe à la surface². Suite à ce succès, diverses versions évoluées du CURV sont mises en service, lui permettant de descendre de plus en plus bas. En 1973, le CURV III [est utilisé] pour secourir les deux membres d'équipage du sous-marin *Pisces III* qui venait de sombrer au large de l'Irlande »³. Dans les années 1970, sont également développés les *Snoopy Vehicles*⁴ et les *Submersible Cable-Actuated Teleoperator* (SCAT)⁵, robots d'exploration sous-marine de taille plus modeste que le CURV. Par la suite, le SCAT est également adapté pour les missions MIW/MCM (mine warfare/mine counter measures), c'est-à-dire les missions de lutte contre les mines sous-marines.

¹ *Ibid.*

² CURV, Site internet du SPAWAR, 1998, dernier accès le 14 avril 2008, <<http://www.nosc.mil/robots/undersea/curv/curv.html>>.

³ *Ibid.*

⁴ Snoopy, Site internet du SPAWAR, 1998, dernier accès le 14 avril 2008, <<http://www.nosc.mil/robots/undersea/snoopy/snoopy.html>>.

⁵ SCAT, Site internet du SPAWAR, 1998, dernier accès le 14 avril 2008, <<http://www.nosc.mil/robots/undersea/scat/scat.html>>.

En ce qui concerne la robotique militaire terrestre, il faut attendre les années 1980 pour que l'armée américaine s'intéresse de nouveau au développement d'UGV, avec l'élaboration de deux robots de reconnaissance terrestre : le *Ground Surveillance Robot* (GSR) et l'*Advanced Teleoperator Technology* (ATT) *Dune Buggy*¹. Mais les deux projets sont abandonnés en 1986. Cependant, de 1985 à 1989, un projet de *TeleOperated Vehicle* (TOV)² voit le jour. Ce véhicule tout-terrain dronisé est alors conçu pour remplir des missions de reconnaissance, surveillance et acquisition de cible. Bien qu'il n'entre jamais en service, il permet de développer des technologies essentielles dans la fabrication de robots terrestres.

C/ La révélation de la Guerre du Golfe et les années 1990

Quand l'opération *Desert Storm* (*Tempête du Désert*) est lancée en janvier 1990, les forces armées américaines emploient de manière significative trois types de drones aériens de reconnaissance : le *Sentinel*, le *Pioneer* (cf. photo 5) et le *Pointer*. Ce dernier est principalement utilisé par l'*United States Marine Corps* et par les parachutistes de la *82nd Airborne Division*. « Décrit comme un UAV "transportable dans un sac-à-dos, lançable à la main", le *Pointer* est facile à utiliser et requiert un entraînement minimal de l'opérateur du fait qu'il emploie un système d'augmentation de la stabilité »³. Cependant, du fait de ses caractéristiques inadaptées au terrain (faible endurance, vitesse peu élevée), il est employé de manière marginale. « Le *Pioneer* est quant à lui [mis] en œuvre par le *Surveillance, Reconnaissance and Intelligence Group* (SRIG, groupe de surveillance, de reconnaissance et de renseignement) rattaché à la 1^e Force expéditionnaire du Corps des Marines »⁴. Ce drone est développé conjointement par la firme israélienne *Israel Aerospace Industry* et la société américaine *AAI Corporation*. Les images captées par le RQ-1 *Pioneer* sont enregistrées sur des bandes vidéo et permettent de localiser des cibles ou d'alimenter les bases de données cartographiques qui servent à programmer les vols des missiles de croisière *Tomahawk*. « Bien que d'ampleur limitée, cette expérience [a]

¹ GSR, Site internet du SPAWAR, 1998, dernier accès le 14 avril 2008, <<http://www.nosc.mil/robots/land/gsr/gsr.html>>.

² TOV, Site internet du SPAWAR, 1998, dernier accès le 14 avril 2008, <<http://www.nosc.mil/robots/land/tov/tov.html>>.

³ YENNE Bill, *op. cit.*, p. 38.

⁴ CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 34 et suivantes. Toutes les citations de ce paragraphe et du paragraphe suivant sont tirées de cet ouvrage.

cependant pour conséquence de susciter une prise de conscience quant aux possibilités offertes par de tels engins ».

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Photo d'un drone Pioneer

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteur.

Il est possible de consulter cette photo dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

Photo 5. Un drone *Pioneer*

Dans les années 1990, des programmes de développement accéléré ACTD (*Advanced Concept Technology Demonstration*) sont initiés et aboutissent à la création du drone RQ-1 *Predator*. Inspiré du drone *Gnat 750*, le *Predator* est conçu par *General Atomics Aeronautical Systems* et vole pour la première fois le 3 juillet 1994. Ce drone, pouvant voler 60 heures d'affilée à près de 800 kilomètres de sa base, est mis sous le contrôle opérationnel de l'US Air Force qui crée alors le *11th Reconnaissance Squadron* (11^e escadron de reconnaissance) le 29 juillet 1995. Entre juillet et novembre 1995, trois RQ-1 *Predator* sont utilisés dans le cadre de l'opération *Nomad Vigil* en Bosnie. Mais en raison des conditions météo, le drone doit voler plus bas que prévu et devient alors plus vulnérable.

« Pour avoir voulu épargner la vie des pilotes embarqués dans les avions de reconnaissance, les Américains [redécouvrent] dans les Balkans que la guerre des robots [est] avant tout une guerre d'attrition.. [...] Une autre leçon [est] tirée de ces premiers engagements : acquérir l'information, c'est très bien mais cela ne sert à rien si celle-ci n'est pas rapidement mise à la disposition des unités qui en ont besoin. »¹

C'est ainsi qu'en 1996 un système favorisant la dissémination de l'imagerie fait son apparition : la *Rapid Targeting Capability* (capacité de ciblage rapide) permet ainsi la réception en temps réel de la vidéo captée par un *Predator*. Rapidement, la CIA voit dans

le RQ-1 *Predator* un potentiel militaire qui va au-delà de la simple reconnaissance. C'est ainsi qu'en 2001, des missiles anti-char AGM-114 *Hellfire* sont installés sur des *Predator*. On assiste alors à la véritable naissance des drones aériens de combats (les *Unmanned Combat Aerial Vehicles* ou UCAV). «Le RQ-1 *Predator* (R pour reconnaissance) [est] donc promptement promu au rang de MQ-1 *Predator* (M pour multirôles) ».

Outre le programme *Predator*, l'armée américaine poursuit le développement de programmes de drones stratégiques. Ainsi, le programme *Dark Star* (cf. photo 6), développé par *Lockheed Martin*, élabore un drone chargé d'évoluer derrière les lignes ennemies afin de fournir en temps quasi-réel un renseignement d'opportunité¹. D'une envergure de 21 mètres, pour une longueur de 4,57 mètres, l'engin n'a cependant un rayon d'action que de 920 kilomètres et une faible vitesse de croisière de 460 km/h. Son premier vol expérimental se solde par un échec en avril 1996, le second vol n'a lieu qu'en juin 1998. Le programme est alors abandonné en 1999, en raison de son coût élevé. Dans la lignée du *Dark Star*, un autre programme « dont le développement [est] une conséquence directe des leçons tirées de la Guerre du Golfe »², est lancé par l'armée américaine. Le *Global Hawk* est l'exemple parfait d'un drone de type *High Altitude, Longue Endurance* (HALE), c'est-à-dire haute altitude, longue endurance. Le *Global Hawk* est alors mis en œuvre pendant l'opération *Enduring Freedom* en Afghanistan, en 2001, et pendant l'invasion de l'Irak en 2003, où il procure à lui-seul l'imagerie de plus de 55% de cible militaires pendant la phase initial du conflit. Le dernier RQ-4 *Global Hawk* est finalement remis au *12th Reconnaissance Squadron* en juin 2006. De nombreuses améliorations techniques, permettent désormais au drone d'augmenter la portée de ses caméras embarquées ou de « déterminer lui-même son itinéraire de retour même lorsque la prise en compte d'objectifs d'opportunité impose une modification du plan de vol initial alors que la mission est en cours de déroulement ». Cela n'empêche pas l'armée américaine de préparer le successeur du *Global Hawk* : le *SensorCraft*, dont le programme de développement doit commencer entre 2009 et 2013, afin d'obtenir un engin opérationnel en 2017. Le succès du *Global Hawk* a amené le développement d'autres drone HALE, comme le *Mariner* aux Etats-Unis ou le *Heron TP* en Israël. En

¹ *Ibid*, p. 26.

² *Ibid*, p. 38-39. Toutes les citations de ce paragraphe sont tirées de l'ouvrage précédemment cité.

France, Aerospatiale-Matra a élaboré un concept de drone HALE dénommé *Hale Surveillance System*, mais le projet a avorté.

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Photo du Dark Star : un projet non-abouti d'aile volante sans-pilote de l'armée américaine

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteur.

Il est possible de consulter cette photo dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

Du point de vue de la robotique terrestre, il faut attendre la guerre en Afghanistan de 2001 pour que de véritables programmes soient de nouveau initiés. L'enjeu pour les officiers américains est alors de pouvoir investir les installations sous-terraines des Talibans et d'Al Qaida, tout en minimisant les pertes humaines. C'est ainsi que quatre robots, baptisés *PackBot* sont achetés par l'armée américaine auprès de la société *iRobot*¹ afin de mener des missions d'exploration, de reconnaissance et de déminage. Ces petits véhicules sur chenilles, évoluent à une vitesse de 13 km/h et peuvent se déplacer dans des escaliers ou sous l'eau jusqu'à trois mètres de profondeur. « Il peut tomber d'une hauteur de deux mètres sur du béton armé et continuer sa route. Les soldats [peuvent] jeter le *PackBot* par une fenêtre quand ils ont besoin d'inspecter un bâtiment dangereux »². Le robot *Talon* de *Foster Miller* et l'*Urbot (Urban Robot)* de l'*US Army Engineer School* sont également mis en service en Afghanistan. En Europe, le projet français SYRANO (*Système robotisé d'acquisition pour la neutralisation d'objectifs*) est initié par *Thales*, *Sagem*, le GIAT (groupement industriel des armements terrestres) et *Cap-Gemini* en 1993. Ce projet permet de développer des technologies nécessaires à la fabrication de robots militaires terrestres et défriche le domaine des tactiques d'emploi. « EADS développe pour sa part un « drone terrestre » baptisé *Mose* qui se présente comme un

¹ *I, Robot* est un cycle de science-fiction composé de neuf nouvelles écrites par l'écrivain russe, naturalisé américain, Isaac Asimov et publié 1950.

² WHITE Steve, *Military Robots*, Washington, Scholastic Library Publishing, 2007, p. 16.

engin léger autonome à six roues capable d'effectuer des missions de reconnaissance, de surveillance et d'attaque dans la limite cependant de ses faibles capacités d'emport »¹. Israël enfin développe de nombreux projets de robots terrestres de surveillance (*Unmanned Security Vehicle* ou USV) comme le *M-Guard*.

Enfin, le domaine des robots maritimes de surface et sous-marin tarde à se développer. Entre 1992 et 1994, les Américains mettent au point le *Sea Owl* pour des missions de sécurité navale et de protection des ports, ou encore le *Spartan Scout* dans le cadre de la détection de produits chimiques ou radiologiques². Ce second USV (*Unmanned Surface Vessel*, soit navire non-habité de surface) pourrait être utilisé à terme comme engin de combat, équipé de missile d'artillerie surface-surface, et intégrer le programme de *Future Combat Systems*. Mais d'autres nombreux projets de drones sous-marins miniatures sont également élaborés pour les forces spéciales de l'armée américaine. En Israël, la société *Rafael* développe en partenariat avec *Aeronautics Defense Systems* un USV équivalent au *Spartan Scout* : le *Protector*³. Celui-ci pourrait même remplacer des navires de patrouille rapides à l'avenir. Peu d'autres pays s'intéressent à ce genre de drones, en raison des écueils technologiques et des coûts de développement.

Ainsi, dans les années 1990 et 2000, de nombreux projets de drones et robots militaires fleurissent dans les pays occidentaux. Les Etats-Unis restent leaders sur le marché, concurrencés par Israël ; mais l'Europe se lance également dans la course. On dénombre aujourd'hui des centaines de drones et robots en activité dans différentes armées. Maintenant qu'ils font partie intégrante de la plupart des armées occidentales, il convient de définir quelles sont les motivations à l'origine du développement des ces machines : motivations d'ordre politique, économique et militaire.

¹ CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 107.

² *Ibid*, p. 140 et suivantes.

³ *Ibid*.

Chapitre 2

Les motivations de la robotique militaire

Quand Nikola Tesla élabore les plans de son *Teleautomaton* ou qu'Elmer Sperry développe un avion à pilotage automatique, c'est principalement l'émulation intellectuelle et la curiosité scientifique qui guident leurs pas. Ce n'est qu'avec l'évolution de ces machines que les militaires et les politiques vont trouver un intérêt véritable au développement de la robotique. Très vite l'intérêt grandit pour les drones et autres véhicules pilotés à distance. Les avantages qu'ils présentent deviennent plus concrets pour les politiques et les industriels, tandis que les militaires commencent à édicter des doctrines d'utilisation pour ces soldats du futur.

Section 1 : des motivations éthique et économique

A/ Épargner des vies humaines

Quelques années après l'engagement des Etats-Unis dans la guerre du Viêtnam, ce conflit est contesté et dénoncé par une importante partie de la population américaine ; certains n'hésitant pas à le qualifier « d'impérialiste » ou « d'illégitime ». Le 15 avril 1967, entre 100.000 et 200.000 personnes défilent contre la guerre à New York, tandis qu'en avril 1968 des étudiants occupent le campus de l'Université de Columbia. Lorsque le Traité de Paris est signé le 27 janvier 1973, près de 58.000 soldats américains ont perdu leur vie au Viêtnam. Après les pertes élevées de soldats américains au cours de la Seconde Guerre mondiale et de la Guerre de Corée (cf. tableau 1), les victimes du Viêtnam vont encore plus marquer les esprits. Le traumatisme est immense aux Etats-Unis et le concept de « *guerre propre* »¹ fait son apparition, avant d'atteindre son apogée

¹ GRESH Alain, « Une guerre si propre », février 2001, dernier accès le 24 mars 2008, <<http://www.monde-diplomatique.fr/2001/02/GRESH/14780>>.

pendant la Guerre du Golfe en 1990. En vertu de ce principe, une guerre doit ainsi faire le moins de morts possible. Pour atteindre cet objectif ambitieux, les stratégies doivent être revues et s'appuyer sur les avancées technologiques. Rapidement ce concept va évoluer vers sa version extrême : la « *guerre zéro mort* ». Cette vision des choses est particulièrement vraie aux Etats-Unis, où l'on constate « la faible légitimité de l'Etat par rapport au citoyen »¹. Dans l'imaginaire collectif de la société individualiste américaine, le soldat est un citoyen qui se bat pour la liberté, qui se sacrifie pour une cause juste : l'Etat doit donc apporter des justifications suffisantes à cet engagement exceptionnel. « si les intérêts vitaux du pays ne sont pas en jeu, la mort au combat d'un seul soldat est une faute grave des pouvoirs publics qui ont abusé de la disponibilité des citoyens et les ont trompés »². « Les responsables du Pentagone et les contractants militaires affirment que l'idéal absolu d'une guerre sans hommes est un combat sans pertes. En attendant, ils ont pour but de confier autant de missions sales, difficiles, ennuyeuses ou dangereuses que possible aux robots, afin de préserver les esprits et les corps des Américains envoyés au combat »³. En réalité, cette foi dans la technologie remonte à la Guerre de Sécession qui est souvent considérée comme la première guerre industrielle de l'Histoire. Celle-ci a d'ailleurs beaucoup marqué les esprits aux Etats-Unis, ayant causée la mort de près de 600 000 Américains dans les deux camps, soit autant de pertes que ce que les Etats-Unis ont pu essuyer au cours de tous les conflits du XXe siècle.

Première Guerre mondiale	Seconde Guerre mondiale	Guerre de Corée	Guerre du Viêtnam	Guerre du Golfe	Guerre d'Afghanistan	Guerre en Irak	TOTAL
116 708	407 316	54 246	58 168	293	487	4076 ⁴	641 255

Tableau 1. Nombre des soldats américains morts au combat au cours des principaux conflits depuis 1914⁵

¹ VAISSE Justin, « "Je ne savais pas les Américains un peuple si guerrier" : Les Etats-Unis entre zéro mort, jacksonisme et maintien de l'ordre », 2003, dernier accès le 18 avril 2008, <http://www.vaisse.net/BiblioJustin/Livres/BiblioJustin-Unpeuplesiguerrier_mai2000.htm>.

² *Ibid.*

³ WEINER Tim, « New Model Army Soldier Rolls Closer to Battle », New York Times, 16 février 2005, dernier accès le 16 avril 2008 (traduction française du site www.armees.com), <<http://www.nytimes.com/2005/02/16/technology/16robots.htm>>.

⁴ Chiffre arrêté au 13 mai 2008, source : <<http://icasualties.org/oif/>>.

⁵ Source : <http://www.historyguy.com/american_war_casualties.html>.

Cette notion de *guerre zéro mort* s'inscrit de manière plus globale dans « le fait que, dans la civilisation occidentale, l'idée de la mort est de moins en moins bien accepté »¹. Avec la mondialisation et l'exportation des valeurs anglo-saxonnes inspirées du protestantisme, on a tendance à vouloir cacher la mort et à en faire un tabou. De moins en moins de personnes se rendent aux enterrements ou au cimetière, les cortèges funéraires se font rares ; on est face à une conception escamotée de la mort. Ce qui rend l'idée de la mort supportable dans les sociétés occidentales aujourd'hui, ce sont les progrès de la médecine et l'accompagnement médical des malades en fin de vie. C'est pourquoi les victimes de la guerre, par conséquent des morts violentes, sont très mal acceptées par l'opinion publique. Ainsi, pendant les premiers mois du conflit irakien en 2003, l'administration américaine interdit aux médias de filmer ou photographier les cercueils des soldats américains rapatriés depuis le Golfe. La mort apparaît donc comme un tabou des sociétés occidentales modernes, « contrairement à ce qu'on observe dans d'autres civilisations, par exemple l'Islam ou l'Hindouisme ». Il est également important de noter que dans nos sociétés occidentales, la mort est dissimulée. Si autrefois on décédait chez soi auprès des siens, désormais le dernier souffle est souvent rendu dans une chambre d'hôpital, à l'abri des regards. En revanche la guerre est quant à elle de plus en plus médiatisée. « L'omniprésence des médias, et surtout de la télévision, sur la plupart des théâtres d'opération » confronte les téléspectateurs à la réalité de la guerre et entraîne « des réactions émotives, voire irrationnelles, qui jouent un rôle important dans la mesure où elles se répercutent jusqu'au niveau des décideurs politiques : ceux-ci ne peuvent pas ne pas tenir compte de ce que pense l'opinion publique ».

Naturellement la technologie permet de mettre en œuvre ce principe de *zéro mort* à plusieurs niveaux. Tout d'abord, les programmes de guidage à distance et l'utilisation de missiles ou de bombardements aériens permettent de ne pas envoyer de soldats directement sur le terrain. Mais ces types de frappes préliminaires ne sont, bien entendu, pas suffisantes pour mener une guerre : les avions de chasse doivent intervenir pour détruire des cibles précises, l'infanterie doit occuper le terrain, des soldats intervenir pour sécuriser un bâtiment, etc. C'est dans le cadre de ces missions dangereuses ou pénibles

¹ PASCALLON Pierre *et al.* (dir.), *Quel avenir pour les drones ? Avions sans pilote*, Paris, Editions de l'Harmattan, 1998, p. 135 et suivantes. Toutes les citations de ce paragraphe sont tirées de cet ouvrage.

que des robots peuvent intervenir. Steve White, ancien officier de l'*US Navy*, explique ainsi dans son ouvrage *Military Robots* :

« Le métier de soldat est dangereux. C'est une bonne chose que de nos jours, la technologie puisse le rendre plus sûr. Les robots peuvent accomplir des travaux dangereux comme déminer, désamorcer des bombes ou observe l'ennemi. Ces missions étaient auparavant la tâche d'hommes et de femmes, mais désormais des machines de haute-technologie prennent ces risques à leur place. En fait, il se pourrait que dans peu de temps les robots mènent effectivement les combats sur le champ de bataille. »¹

Les robots et drones aériens permettent donc de remplacer les humains dans les missions inutilement dangereuses. Ainsi, pendant la guerre du Viêtnam, « les Américains estiment que l'emploi des "Firebee" a permis d'épargner la vie de 1500 pilotes »². Si des engins non-pilotés sont parfois sacrifiés à la place d'êtres humains, les robots ne suffisent cependant pas à réduire de manière significative les victimes au cours des conflits contemporains (cf. tableau 1). « Même si le "zéro mort" n'est pas réaliste [...], ces technologies permettent [néanmoins] de mener des opérations à la fois plus efficaces et plus économes en vies alliées »³, car naturellement la réduction des victimes ne concerne pas les forces ennemies.

Ainsi, l'utilisation de machines permet de réduire les pertes humaines dans le cadre de certaines missions comme le déminage. Mais c'est avec le développement de robots de combat à proprement parler que la réduction du nombre de victimes humaines prendra une plus grande importance. Dans tous les cas, il existe un certain nombre d'avantages de la machine sur l'homme et l'utilisation de robots devient alors un atout considérable si la technologie est maîtrisée.

¹ WHITE Steve, *op. cit.*, p. 9.

² PASCALLON Pierre *et al.* (dir.), *op. cit.* p. 25.

³ *Ibid*, p. 138.

B/ Quand la machine supplante l'homme : l'argument de l'efficacité

Si le remplacement d'êtres humains par des robots dans le but de sauver des vies s'opère de plus en plus souvent, c'est justement parce que ces machines sont de plus en plus performantes. Comme nous le montre l'histoire, les premiers engins radioguidés, peu fiables du fait d'une technologie encore balbutiante, ne se voient jamais confier de véritables responsabilités. Tout au plus, ces machines servent d'armes d'appoint, le champ de bataille devenant alors un véritable terrain d'expérimentation. Mais à l'aube du XXI^e siècle, la robotique produit des engins relativement fiables et capables d'accomplir des missions précises. Dans certains cas de figures, une machine peut aujourd'hui être plus efficace qu'un opérateur humain : c'est donc suivre le bon sens que d'effectuer une substitution dans ce genre de cas.

Un rapport du Sénat de 2006 portant sur « Le rôle des drones dans les armées » rappelle que le rôle de satellites comme des drones aériens est de « s'affranchir des contraintes inhérentes à l'avion piloté, qui tiennent, pour l'essentiel, aux dangers pesant sur la vie de l'équipage et aux limites physiques de ce dernier, tout en bénéficiant des atouts spécifiques au renseignement aériens »¹. Les limites physiques évoquées ici sont le principal atout objectif des robots sur les hommes, sachant qu'un UAV ou UGV n'a besoin pour fonctionner que de son carburant et d'un ordre de mission. Un soldat a besoin de se nourrir, de boire et de se reposer pour être efficace. De plus, dans certaines circonstances les caractéristiques physiques d'un robot lui donnent un avantage par rapport à la morphologie d'un homme : un robot miniature peut par exemple s'insinuer dans des fentes et accéder à des espaces inaccessibles aux hommes. Ainsi, le *PackBot* de la société *iRobot* est utilisé après les attentats du 11 septembre 2001 pour aider à la recherche des victimes dans les décombres. Sur le champ de bataille, un être humain peut être également soumis à une pression psychologique forte, qui va le pousser à agir irrationnellement. La peur, l'angoisse, la panique, sont des sentiments qu'une machine n'éprouve pas. Dans un article du *New York Times*, ces aspects sont évoqués en des termes très directs par un officier américain :

¹ Rapport d'information du Sénat fait au nom de la commission des Affaires étrangères, de la défense et des forces armées, Session ordinaire de 2005-2006, « *Le rôle des drones dans les armées* ».

« “Ils n’ont jamais faim”, s’enthousiasme Gordon Johnson, du *Joint Forces Command* (commandement interarmes) du Pentagone. “Ils ne connaissent pas la peur, ils n’oublient pas les ordres, ils s’en foutent si le type d’à côté vient de se faire descendre. Est-ce qu’ils feront du meilleur boulot que les humains ? Oui.” Les robots de combat sont en marche. [...] Les responsables de la planification en sont sûrs : les soldats robots penseront, verront et réagiront de plus en plus comme des êtres humains. »¹

Ce dernier point est important, car c’est en effet sur ce point que les robots militaires d’aujourd’hui pèchent un peu. Bien que les progrès réalisés en matière d’intelligence artificielle ces dernières années soient énormes, il semble qu’aucun ordinateur ne soit prêt à concurrencer un cerveau humain. « L’ordinateur électronique contemporain, conçu comme un automate déterministe à nombre fini d’états, sera peut-être à jamais incapable de simuler notre cerveau [...] ou le comportement de notre système nerveux central »². En raison d’un raisonnement binaire et d’une programmation imparfaite, les robots s’avèrent moins efficaces que les humains dès qu’une situation exige un minimum d’analyse, d’interprétation et de prise de décision. C’est d’ailleurs pour ça que les robots sont aujourd’hui contrôlés à distance dans la plupart des cas. La question de l’autonomie des systèmes, et les questions éthiques qu’elle soulève, seront étudiées en détails dans la quatrième partie de ce mémoire.

Les robots permettent ainsi d’épargner des vies humaines et s’avèrent parfois plus efficace que des soldats, grâce à leur endurance et leurs caractéristiques physiques. Mais il est important de signaler également les motivations économiques qui se cachent derrière le développement de la robotique militaire.

C/ Des avantages économiques non-négligeables

Quand Louis XII demande au Maréchal Trivulce ce qu’il faut pour mener une guerre avec succès, celui-ci lui répond : « Trois choses sont absolument nécessaires,

¹ WEINER Tim, « New Model Army Soldier Rolls Closer to Battle », New York Times, 16 février 2005, dernier accès le 16 avril 2008,

< <http://www.nytimes.com/2005/02/16/technology/16robots.htm>>.

² GANASCIA Jean-Gabriel, *L’intelligence artificielle*, Paris, Le Cavalier Bleu, 2007, p. 59.

premièrement de l'argent, secondement de l'argent, troisièmement de l'argent ». « Rien n'est plus coûteux qu'une guerre »¹. Comme souvent, les intérêts économiques jouent un rôle important dans le développement des nouvelles technologies, particulièrement quand cela touche au domaine militaire. Dans ce domaine, il faut distinguer les bénéfices de la robotisation en termes d'économies réalisées par les armées d'une part et en terme de contrats lucratifs pour les industriels d'autre part.

Dans leur livre *The Three Trillion Dollar War : The True Cost of the Iraq Conflict*² (La guerre qui coûte trois billions de dollars : le véritable coût du conflit en Iraq), Joseph Stiglitz, Prix Nobel d'économie, et Linda Bilmes, professeur à l'Université de Harvard, accusent l'administration Bush de s'être fourvoyée sur le coût de la guerre en Irak. Alors que les chiffres officiels avancés par le gouvernement américain ne dépassent pas les 500 milliards de dollars, les deux universitaire expliquent que si cette guerre se poursuit jusqu'en 2010, elle pourrait coûter jusqu'à 3 000 milliards de dollars³. Sur cette somme, 336 milliards sont déjà dépensés, 389 milliards de frais de fonctionnement sont prévus pour les opérations futures et près de 127 milliards seront affectés pour les indemnités et pensions des anciens combattants. Comme on le voit, un soldat coûte cher : uniforme, nourriture, logement, solde de bases, primes, retraites, pensions pour invalidité, etc. A côté de cela, un robot coûte bien moins cher : son prix de production, son entretien et son éventuel carburant. Les chiffres parlent d'eux-mêmes :

« En fait, l'argent pourrait bien compter davantage que la morale. Aujourd'hui, le Pentagone doit à ses soldats 653 milliards de dollars (c'est le montant prévisionnel de leurs retraites), qu'il n'est pas en mesure de payer. Contrairement aux vieux soldats, les robots, eux, disparaissent. De la signature du contrat d'engagement jusqu'à sa mise en terre, un soldat coûte actuellement environ 4 millions de dollars, et ces frais ne cessent d'augmenter, selon une étude du Pentagone. Les robots de combat devraient coûter dix fois moins. »⁴

En ce qui concerne les avions, il faut savoir que l'habitacle représente une importante partie du prix de l'avion. « La réduction des coûts financiers de conception, notamment en vertu de la disparition de toute structure d'accueil du pilote (jugée

¹ MONTBRIAL Thierry de, KLEIN Jean *et al.* (dir.), *op. cit.*, p. 206.

² STIGLITZ Joseph et BILMES Linda, *The Three Trillion Dollar War : The True Cost of the Iraq Conflict*, New York, W.W. Norton, 2008.

³ Tous les chiffres énoncés dans ce paragraphe sont tirés de l'ouvrage *The Three Trillion Dollar War : The True Cost of the Iraq Conflict* de Joseph Stiglitz et Linda Bilmes.

⁴ WEINER Tim, *op. cit.*

généralement très complexe »¹ est ainsi un avantage des drones sur les avions pilotés. L'utilisation systématique de robots dans certains cas de figure permettrait donc aux armées de faire des économies ou, du moins, d'investir de manière plus efficace : dix robots sont plus redoutables sur le terrain qu'un seul soldat. A condition qu'un seul robot soit aussi efficace qu'un homme, ce qui n'est pas encore le cas à l'heure actuelle.

La deuxième considération économique à prendre en compte concerne les opportunités offertes par la robotisation des armées aux industriels des secteurs de l'armement, de l'aéronautique et de la robotique. Le secteur militaire a en effet toujours offert des contrats très lucratifs à ces différentes industries. En France, la société *Dassault Aviation* fait en 2006 un chiffre d'affaire de 3,30 milliards d'euros², quand *Sagem Défense Sécurité* (filiale du groupe *Safran*) atteint les 1,4 milliards d'euros³. Le groupe industriel européen *EADS* draine pour sa part un chiffre d'affaire de 39,1 milliards d'euros⁴ en 2007, se plaçant ainsi en leader européen de l'industrie de défense, mais également en deuxième position mondiale derrière *Boeing*. En observant les chiffres, on se rend compte que le secteur de la défense draine des sommes d'argent considérables (cf. tableau 2). Les leaders dans ce domaine ont par exemple des chiffres d'affaire supérieurs à ceux des sociétés leaders dans le domaine pharmaceutique ou dans le bâtiment et travaux publics. L'intégration de plus en plus importante des évolutions technologiques permet ainsi la signature de contrats encore plus importants. A titre d'exemple, le projet de *Future Combat Systems* (FCS) américain, « d'une valeur de 127 milliards de dollars, représente ainsi le plus gros contrat militaire jamais signé dans l'histoire des Etats-Unis »⁵. En Europe, la DGA a notifié à *Dassault Aviation* le contrat du seul drone *nEUROn* pour 405 millions d'euros⁶ (près de 646 millions de dollars). Quant à l'entreprise *Thales*, elle a d'écorché un contrat de 900 millions d'euros dans le cadre de la réalisation du drone *Watchkeeper* pour l'armée britannique. L'intérêt économique de la robotisation militaire est donc une réalité très concrète et les industriels ne cessent des promouvoir l'intérêt de ces nouveaux systèmes.

¹ DE NEVE Alain, « L'Europe des drones en marche », 2005, dernier accès le 1^{er} février 2008, <<http://www.admiroutes.asso.fr/larevue/2005/67/drones.htm>>.

² Source : <<http://www.dassault-aviation.com/>>.

³ Source : <<http://www.sagem-ds.com/fra/site.php>>.

⁴ Source : <<http://www.eads.com/1024/fr/eads/eads.html>>.

⁵ WEINER Tim, *op. cit.*

⁶ PROMÉ Jean-Louis, « *Neuron* en phase de définition. Dassault veut préparer un successeur européen à son Rafale », *Technologie & Armement*, juin-juillet 2007, n°6, pp. 62-65.

Le tableau ci-dessous présente les chiffres d'affaires et profits annuels des entreprises leaders dans le secteur de la défense. Ces chiffres sont comparés avec ceux des entreprises leaders des domaines du bâtiment et du raffinage pétrolier, afin de mettre en avant la relative importance du secteur de la défense.

Secteur d'activité	Rang	Entreprise	Chiffre d'affaire 2007 (en milliards de dollars)	Profits
Aéronautique, aérospatiale et défense	1	<u>Boeing</u>	61,53	2,215
	2	<u>EADS</u>	49,475	124
	3	<u>United Technologies</u>	47,829	3,732
	4	<u>Lockheed Martin</u>	39,62	2,529
	5	<u>Honeywell International</u>	31,367	2,083
	6	<u>Northrop Grumman</u>	30,304	1,542
Bâtiment et travaux publics	1	<u>Bouygues</u>	33,693	1,563
	2	<u>Vinci</u>	32,681	1,593
	3	<u>China Railway Engineering</u>	20,52	142
	4	<u>Hochtief</u>	19,457	111
	5	<u>China Railway Construction</u>	18,735	70
	6	<u>China State Construction</u>	18,163	281
Raffinage pétrolier	1	<u>Exxon Mobil</u>	347,254	39,5
	2	<u>Royal Dutch Shell</u>	318,845	25,442
	3	<u>BP</u>	274,316	22
	4	<u>Chevron</u>	200,567	17,138
	5	<u>ConocoPhillips</u>	172,451	15,55
	6	<u>Total</u>	168,356	14,764

Tableau 2. Chiffres d'affaires et profits annuels (en milliards de dollars) des entreprises leaders dans le secteur de la défense et comparaison avec les entreprises leaders des domaines du bâtiment et du raffinage pétrolier¹

Le tableau 2 nous permet de constater qu'à l'exception d'EADS, les plus grandes firmes dans le domaine de la défense sont américaines. Cela n'a rien d'étonnant quand on connaît l'importance du budget des forces armées de la première puissance militaire

¹ Source : < <http://money.cnn.com/magazines/fortune/global500/2007/industries/>>.

mondiale. En 1998, le budget militaire des Etats-Unis s'élève à 265 milliards de dollars, en 2002 ce chiffre monte à 343 milliards de dollars et, en 2006, à 528,7 milliards de dollars. Inutile de préciser qu'il s'agit ici d'un marché très prometteur pour les industriels. Il est intéressant de se pencher sur les contrats décrochés par les grandes entreprises de défense américaine auprès du Pentagone. *Lockheed Martin*, qui avait déjà remporté le contrat *Joint Strike Fighter*¹ en 2001, a contracté avec l'armée américaine pour un montant de presque vingt et un milliards de dollars en 2004. *Boeing*, responsable entre-autre du développement de l'UCAV X-45 et des drones du *Future Combat Systems* (FCS), fait plus d'un quart de son chiffre d'affaire grâce au Pentagone, avec dix-sept milliards de dollars de contrat. Pour sa part, *Northrop Grumman*, développeur du drone HALE *Global Hawk*, du drone de combat X-47 *Pegasus* ou encore du drone *Fire Scout*, signe pour près de douze milliards de dollars de contrats. Viennent ensuite des firmes comme *General Dynamics*, *Raytheon* ou encore l'entreprise britannique *BAE Systems*, développeur de l'*Armed Robotic Vehicle* du FCS. Les drones sont aujourd'hui commandés en quantités importantes par l'armée américaine, de plus ils nécessitent la maîtrise de technologies très précises et souvent coûteuses. Cela explique les chiffres d'affaires faramineux réalisés par les entreprises produisant des UAV. Mais les entreprises se focalisant uniquement sur la robotique terrestre ou maritime tirent également profit du phénomène de robotisation des armées, à l'image des entreprises américaines *iRobot* et *Boston Dynamics*, ou de la firme britannique *QinetiQ* qui a fait près d'un milliard d'euros de chiffre d'affaire en 2004².

En Europe, de nombreuses firmes développent des drones et des robots, particulièrement en France et au Royaume-Uni, mais également en Allemagne, Pays-Bas, Suède, Espagne, Italie ou Grèce. Ce paysage industriel morcelé ne facilite pas le développement de projets importants et c'est naturellement la coopération entre différentes firmes qui permet d'établir des programmes véritablement novateurs. Nous

¹ Ce programme visant à développer un avion de chasse qui remplacerait progressivement le F-16 (entre-autre) avait opposé *Boeing* et *Lockheed Martin*. C'est finalement cette dernière firme qui avait remporté le contrat et lancé la production du F-35 *Lightning II*, avion au prix unitaire de 79 millions de dollars. *Lockheed Martin* est également en charge de la production d'un chasseur complémentaire du F-35 : le F-22 *Raptor*. Ce dernier est considéré aujourd'hui comme le chasseur aérien le plus perfectionné et le plus performant de sa catégorie ; mais il s'agit également de l'avion de combat le plus cher de tous les temps avec un prix unitaire de 120 millions de dollars.

² Les chiffres cités dans ce passage sont tirés du site internet du *Arms Trade Resource Center* : <http://www.worldpolicy.org/projects/arms/reports/Top102005Report.html>.

l'avons vu précédemment avec le programme *nEUROn* impliquant six pays, mais citons également le projet d'*Advanced UAV* proposé par la firme européenne EADS. Cette dernière société reste un des leaders dans le domaine des drones au niveau européen et assure une visibilité mondiale à l'Europe du fait de son important chiffre d'affaire. Seul le Royaume-Uni a tendance à faire cavalier seul dans ces domaines, préférant éventuellement coopérer avec les Etats-Unis, bien que ceux-ci soient plutôt réticents en matière de transferts de technologies. Les firmes israéliennes, au contraire, participent à plusieurs programmes de coopération. Le projet français SIDM a, par exemple, été développé avec la firme *Israel Aerospace Industries*.

En sus de toutes ces motivations éthiques et économiques, la robotisation des armées a naturellement des motivations d'ordre militaire. Les officiers ont en effet des nombreuses missions à confier aux drones et aux robots. Ces motivations d'ordre tactique et stratégique. Vont être ici déclinées sous la forme des différents types de missions que les militaires confient, ou voudraient confier, à ces différents types d'engins.

Section 2 : des motivations militaires : une myriade de missions à confier aux robots

A/ Des missions d'observation, de renseignement et de surveillance

Un rapport de la DGA sur la guerre aéroterrestre en réseau rappelle que les conflits actuels « se déroulent loin de nos frontières, exigent une grande mobilité des forces et demandent une étroite coordination interarmées et interalliés »¹. Dans ce cadre, la mise en œuvre des nouvelles technologies de l'information et le traitement rapide des données sont essentiels à la bonne conduite de la guerre. La guerre en réseau (*Network Centric Warfare* en anglais, plus connu sous l'acronyme NCW) et la numérisation du champ de bataille s'imposent d'elles-mêmes dans les armées modernes. L'objet de cette

¹ Dossier de presse de la DGA, 22 octobre 2003, « La DGA présente le combat aéroterrestre en réseau », pp. 4-5.

numérisation du champ de bataille « est d'avantage centré sur la mise en relations de données de tous horizons, en vue de l'élaboration d'une synthèse d'informations permettant une prise de décision rapide et appropriée »¹.

En France, le concept de guerre en réseau est appliqué dans le cadre du projet de bulle opérationnelle aéroterrestre (BOA) « constituée de fantassins, de blindés, de robots terrestres et de drones reliés par un réseau et collaborant pour élaborer les situations tactiques, se protéger, se déplacer et optimiser leurs tirs »². Dans le contexte de ce programme, les drones jouent un rôle essentiel dans les missions de reconnaissance : on les envoie en observation sur les théâtres d'opération, parfois dans des zones trop dangereuses pour se permettre d'envoyer un avion piloté, pour collecter des informations qui permettront alors d'élaborer des stratégies plus adaptées à la situation.

« Pourquoi la mission de reconnaissance aérienne a-t-elle été la première à avoir été confié à des engins aériens sans pilote ? Parce qu'elle est très certainement la plus simple à automatiser. Pas de comportement complexe à programmer, pas d'armement de bord à gérer, peu de variantes comportementales à sérier en fonction des diverses hypothèses de mission, non : dans sa forme la plus épurée, une mission de reconnaissance se limite à aller d'un point à un autre, à prendre quelques photos et à revenir »³.

L'armée américaine a tout de suite compris le potentiel des drones en matière de reconnaissance. Aujourd'hui, le drone HALE *Global Hawk* permet de mener des missions d'observation et de surveillance stratégique sur de très longues distances. D'une envergure de 35 mètres (supérieure à celle d'un *Boeing 737*), il peut voler pendant plus de 41 heures et parcourir une distance de 25 000 kilomètres sans ravitaillement. Grâce à une liaison de données satellitaire, il peut transmettre son imagerie en temps réel d'un bout à l'autre du globe. Un *Global Hawk* seul peut surveiller une zone de près de 140 000 kilomètres carrés, soit l'équivalent d'environ un quart du territoire français.

Les drones permettent ainsi de photographier ou filmer un terrain lors d'une mission de reconnaissance, mais les robots terrestres sont aussi concernés par ce type de mission. Comme on l'a vu précédemment, les *PackBots* de l'armée américaine ont été

¹ *Ibid.*

² *Ibid.*, p. 29.

³ CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 33.

envoyés en éclairage dans les grottes en Afghanistan. Equipés d'une petite caméra, ils permettent ainsi aux soldats de savoir si le champ est libre ou pas. Dans le même esprit, le MDARS, développé par le *Space and Naval Warfare Center* (SPAWAR, « centre de guerre navale et spatiale ») de San Diego en Californie, est un petit véhicule tout-terrain automatisé transportant deux robots avec lui. Le premier de ces robots est *l'Urbot*, un petit véhicule à chenille programmé pour l'exploration des zones dangereuses, le second est *l'iSTAR*, un petit drone hélicoptère idéal pour la reconnaissance en milieu urbain. Le *Robart III*, quant à lui, est un véritable robot à l'aspect plus ou moins anthropomorphe, « il s'agit d'une plate-forme de démonstration » associant un robot maître [...] et une demi-douzaine d'esclaves arachnéens qui se dispersent à la commande, pour observer et prendre des mesures avant de le rejoindre »¹. En France, trois engins de la firme ECA sont chargés de devenir les « microvéhicules d'éclairage »² des troupes d'élite *Félin*.

Dans le même esprit que les missions de reconnaissance, on peut également évoquer les missions de constatation des dégâts, également appelées *Battle Damage Assessment* (BDA) *missions* aux Etats-Unis et au Royaume-Uni. Cela consiste pour un drone ou un robot terrestre à se rendre sur le terrain, afin de constater l'efficacité d'un tir d'artillerie ou de prendre connaissance des pertes alliées lors d'un affrontement avec l'ennemi.

B/ Des missions de plus en plus diverses

De nombreux projets germent dans l'esprit des militaires quant à l'utilisation des robots et des drones. Si les missions de reconnaissance se sont imposées dans un premier temps, les évolutions technologiques permettent aujourd'hui de confier aux machines de missions de plus en plus diversifiées. Cette partie expose les principales missions aujourd'hui confiées aux robots. Nous verrons successivement les missions de déminage, les missions logistiques et les missions de relais de communication.

¹ GUISEL Jean, « Les robots du champ de bataille », *Le Point*, 21 mars 2003, n° 1592, pp. 46-47.

² TANGUY Jean-Marc, « Dans les labos de la Défense : Lutte anti-IEP et supercombattants Félin », *Raids*, janvier 2008, n°260, pp. 44-50.

Outre la mission de reconnaissance, le potentiel des robots terrestres en matière de déminage et de désamorçage de bombes a très rapidement séduit les militaires. Cette mission, parfois extrêmement dangereuse, peut ainsi être confiée à une machine plutôt qu'à un être humain, qui risquerait sa vie inutilement. Ainsi, le *Talon* est utilisé en Afghanistan et en Irak par les soldats américains pour éliminer les explosifs qui longent souvent les routes. « L'opérateur humain utilise le bras mécanique du *Talon* pour emmener les grenades et les bombes dans un endroit où ils pourront être détruit en sécurité »¹. Toujours dans cet esprit de confier aux robots des missions dangereuses, d'autres *Talon* se voient également confier des missions de détection d'émanations toxiques ou de radiations dangereuses.

La volonté de confier aux robots du matériel à transporter est relativement récente. Aucun robot n'est aujourd'hui chargé d'une telle mission de logistique, mais les Américains travaillent sur un projet de ce type. Dans un premier temps, c'est le projet de robot MULE (*Multifunctional Utility Logistics and Equipement*, c'est à dire multifonction utilitaire, logistique et équipement) qui a focalisé l'attention des Américains. Il s'agit d'un UGV évoluant sur six roues et chargé de transporter les sacs à dos des fantassins. Ce robot, dans ses différentes versions, équipera l'armée américaine à hauteur de 1200 engins. Mais rapidement, « les militaires américains ont jugé que la mise en service du MULE [...] ne constituait qu'un pis-aller : le châssis à roues de l'engin ne lui permettra pas de suivre les fantassins en terrain difficile, montagneux par exemple »². C'est pourquoi le *Tank-Automotive and Armaments Command* (TACOM) a demandé à la société *Boston Dynamics* de mettre au point un robot capable d'évoluer en terrain accidenté. Le résultat proposé par la société est le *BigDog* (grand chien), un robot équipé de quatre pattes mécaniques et « capable d'enjamber les obstacles verticaux de faible hauteur »³. Il existe également des projets de drones aériens de transport de matériel ou de troupes. Cependant, c'est surtout dans le domaine civil que cette idée trouve écho, comme en témoigne le projet IFATS (*Innovative Future Air Transport System*, système novateur de transport aérien futur) impliquant entre-autre EADS, l'ONERA, la firme

¹ WHITE Steve, *op. cit.*, p. 23.

² CECILE Jean-Jacques, « Les écueils technologiques de la robotique terrestre militaire », *Technologie & Armement*, juillet-septembre 2006, n°2, pp. 48-49.

³ *Ibid.*

israélienne IAI et de nombreux centres de recherche¹. Il s'agit ici de mettre au point un avion de ligne civil, entièrement automatisés et sans pilote humain à bord. Les écueils techniques étant nombreux, le projet suscite encore de nombreuses interrogations.

En matière de drones, les missions de relais de communication s'insèrent dans le prolongement des missions de reconnaissance. Les drones doivent bien entendu retransmettre, si possible en temps réel, les informations qu'ils captent pendant leur vol, mais ils peuvent également servir de relais radio entre différentes entités sur le terrain. Le SIDM (Système intérimaire de drones de Moyenne Altitude Longue Endurance) français par exemple, permet ainsi de « servir de relais de communications pour les forces engagées sur un théâtre »². En complément de ce rôle, les drones peuvent également jouer le rôle inverse, c'est-à-dire celui de brouilleur des communications ennemies.

Pour tendre à l'exhaustivité, on peut enfin signaler les missions d'écoute des signaux électromagnétiques et de détection de missiles balistiques. Mais de plus en plus, les militaires souhaitent confier aux robots et aux drones de véritables missions de combats.

C/ Des missions combat et de support au combat

Sur le champ de bataille, l'objectif à long terme est de pouvoir confier la mission la plus dangereuse aux robots et aux drones : le combat. Mais avant même d'évoquer ce type de mission, précisons qu'il existe également ce qu'on appelle des opérations de soutien au combat. Cela consiste essentiellement à désigner une cible ennemie et à l'illuminer par laser, afin de permettre aux unités sur place de la repérer pour l'abattre. Cela rentre, entre autre, dans les fonctions du drone français SIDM qui « [a] la capacité de réaliser des désignations et des illuminations de cibles par laser au profit d'autres

¹ Site de l'ONERA, « Automatiser le transport aérien : une utopie ? », 2005, dernier accès le 20 avril 2008, < <http://www.onera.fr/vo-programme/2005-02.php>>.

² LIMOUSIN Céline (Lieutenant), « Le SIDM, pourquoi il séduit ! », *Air actualités*, décembre-janvier 2008, n° 607, pp. 22-31.

systèmes d'armes »¹. Ce système d'identification des cibles permet ainsi d'augmenter la précision des tirs et de multiplier les chances d'annihiler un ennemi. On réduit de la sorte les possibilités de représailles de la part, par exemple, d'un char ennemi qui n'aurait pas été atteint par un tir de missile, faute de précision. L'illumination de cibles par laser, au même titre que les armes de précisions, participe également à réduire les risques de dommages collatéraux. A en croire le général israélien Reuven Benkler, ancien commandant en second des forces terrestres israéliennes, la désignation de cibles par des drones va devenir de plus en plus fréquente. Il affirme que bientôt « tout soldat au sol sera en mesure d'illuminer une cible tout seul. Et le drone sera équipé de ce qu'il faut pour profiter de cette illumination. L'UAV est en passe de devenir la menace la plus redoutable »² sur ce que l'officier israélien appelle « le champ de bataille vide », où l'ennemi, fondu parmi la population, ne se « mue en guerrier » qu'à certains moments de la journée. Cependant, le véritable objectif à long terme est d'utiliser les drones et les robots comme véritables guerriers.

En ce qui concerne les drones, les tentatives d'armement d'un engin volant inhabité remonte à la fin de la guerre du Viêtnam, quand des missiles AGM-65 *Maverick* sont installés sur des *Firebee*. Dans les années 1980, un drone SkyEye est à son tour armé pour intervenir en Amérique centrale. Mais aucune de ces deux tentatives ne sont mises en œuvre et il faut attendre les années 2000 pour voir un RQ-1 *Predator* de l'armée américaine être équipé de missiles et s'en servir. Mais rapidement, les militaires américains se penchent sur le développement d'un véritable drone de combat. A l'été 2001, le général John Jumper, chef d'état-major de l'*US Air Force* à l'époque, affirme « je ne pense pas qu'il y ait de doute là-dessus, les UCAV [*Unmanned Combat Aerial Vehicles*]³ seront bientôt une réalité et il faudra retravailler les concepts d'opération pour les y inclure »⁴. Ses propos prophétiques et le *Reaper* devient, moins de six ans plus tard, le premier UCAV opérationnel. « Nous sommes passés d'une utilisation primaire des UAV pour des missions de renseignement, de surveillance et de reconnaissance avant

¹ LIMOUSIN Céline (Lieutenant), *op. cit.*

² HENROTIN Joseph, « Les rôles que peuvent jouer les drones sur le « champ de bataille vide » - Interview du Général Reuven Benkler », *DSI*, septembre 2007, n°29, pp. 88-89

³ Véhicule aérien de combat inhabité.

⁴ YENNE Bill, *op. cit.*, p. 105.

l'opération *Iraqi Freedom*, à un véritable rôle de traqueur et de tueur avec le *Reaper* »¹ explique le général Teed Michael Moseley, successeur de John Jumper. *Reaper*² est le nom choisi pour le drone MQ-9, adapté à partir de la plate-forme du MQ-1 *Predator*. Cet UAV peut être équipé de quatorze missiles *Hellfire II* anti-char ou embarquer des PGM (munitions intelligentes), telles que les bombes GBU-12 ou GBU-38. L'autonomie du MQ-9 *Reaper* est de quatorze heures et sa vitesse maximale de 480 km/h. L'appareil effectue son premier vol opérationnel en octobre 2007 et, cinq mois plus tard, il a déjà seize attaques à son actif. Les principaux projets d'UCAV des Etats-Unis sont actuellement celui de drone X-45 de *Boeing* (lancé en 1998) et celui de drone X-47 *Pegasus* du groupe *Northrop Grumman* (lancé en 2001). Les deux s'inscrivent dans le cadre du projet *Joint Unmanned Combat Air Systems* (système commun de combat aérien) de la DARPA.

Naturellement, les militaires espèrent également pouvoir confier des missions de combat à des robots terrestres. En mai 2007, six prototypes d'un robot référencé TUGV (*Tactical Unmanned Ground Vehicle*, véhicule terrestre tactique inhabité) *Gladiator* sont remis à l'*US Marine Corps* à des fins d'évaluation. Ce véhicule sur chenilles de 725 kilos peut être équipé d'une mitrailleuse M249 ou M240G, utilisant respectivement des cartouches de 5,56 et 7,62 millimètres de diamètre. Autant dire que les chances de survie d'un soldat pris pour cible par un *Gladiator* tendent vers zéro. Cet extrait d'un article du *New York Times* nous montre bien que la volonté de transformer des robots en machine à tuer est bien réelle chez les militaires et chercheurs américains :

« Bart Everett, directeur technique de la robotique au Centre des systèmes de guerre navale et spatiale de San Diego, a pour ambition personnelle de créer "un robot de type androïde capable d'accompagner un soldat et de se charger de beaucoup de tâches qui incombent aujourd'hui aux hommes". Un prototype, d'une hauteur de 1,20 m, doté d'un œil unique et d'une arme en guise de bras, était récemment visible dans un atelier du centre. Il présente son arme, vise et tire sur une boîte de soda, prouvant qu'il est capable de traquer et de tuer. Ce chasseur-tueur représente l'une des cinq catégories en développement au centre de San Diego. »³

¹ GIZMO Aero, « U.S. Air Force's first hunter-killer UAV named Reaper », 2006, dernier accès le 17 avril 2008, <<http://www.gizmag.com/go/6149/>>.

² En anglais, « The Reaper » signifie « La Faucheuse », en référence à l'incarnation de la mort.

³ WEINER Tim, *op. cit.*

Cette première partie nous a permis de prendre connaissance de l'histoire de la robotique militaire et d'étudier les différentes motivations qui poussent aujourd'hui les politiques, les industriels et les militaires à développer des engins de ce type. Il s'agit désormais de nous pencher sur les aspects purement militaires et techniques de la robotisation des armées occidentales modernes.

PARTIE II

**LES ASPECTS MILITAIRES
DE LA ROBOTISATION
DES ARMÉES**

Chapitre 1

La grande variété des systèmes automatisés et leurs spécificités

Il serait possible de classifier les systèmes automatisés en fonction des missions qu'ils leur sont confiées. Ainsi, une première catégorie regrouperait les drones et robots destinés aux missions de reconnaissance, une seconde les engins à vocation de déminage et ainsi de suite. Néanmoins, cette approche n'est pas pertinente. Les robots militaires se caractérisent en effet souvent par leur polyvalence et leur capacité à s'adapter à différents types de mission. En témoigne le SIDM français, qui peut effectuer tant des missions de reconnaissance, que d'illumination de cible ou de brouillage des communications ennemies. La classification des systèmes automatisés adoptée dans cette partie est donc la classification classique, chaque engin étant classé en fonction du milieu dans lequel il évolue : air, terre ou mer. Les drones aériens étant aujourd'hui les systèmes robotisés les plus développés, la partie les concernant sera, par voie de conséquence, la plus importante. Voyons maintenant quelles sont actuellement les spécificités de ces différentes formes de robotisation, en nous appuyant sur des exemples concrets.

Pour un complément d'informations technique sur les principaux drones et robots militaires, le lecteur est invité à se référer à l'annexe 1.

Section 1 : les drones aériens s'imposent comme les systèmes automatisés les plus perfectionnés

A/ Les drones de reconnaissance tactiques et stratégiques sont opérationnels

Comme on l'a vu dans la partie précédente, les premiers véhicules automatisés utilisés de manière efficace sur le terrain sont les drones *Firebee* pendant la guerre du

Viêtnam la mission de reconnaissance. Suit alors la mise en œuvre des drones israéliens pendant la guerre du Yom Kippour et l'invasion du Liban en 1982, mais surtout l'utilisation des *Sentinel*, *Pointer* et *Pioneer* par les Américains pendant l'opération *Desert Storm* en 1991. Mais entre l'avion, gyrostabilisé d'Elmer Sperry piloté en 1914 et les drones élaborés dans les années 1990, un grand chemin a été parcouru. Nous tenterons d'abord de définir précisément ce qu'on entend par « drone » ou « UAV » (*unmanned aerial vehicle*) aujourd'hui. Ensuite, nous illustrerons nos propos en évoquant différents types de drones actuellement en service dans des armées occidentales.

Aux yeux de la législation française, un drone est « un aérodyne sans équipage, télépiloté ou programmé, utilisé pour des missions diverses » (arrêté interministériel du 5 octobre 1985)¹. Cette définition rappelle qu'un drone est un aérodyne, c'est-à-dire un aéronef plus lourd que l'air, par opposition aux aérostats plus légers que l'air, comme la montgolfière. Elle met également en avant l'aspect utilitaire des drones. Cependant cette définition ne précise pas le fait qu'un drone n'est qu'un élément intégré à un système plus complexe. Le site de l'ONERA (Office national d'études et recherches aérospatiales)² précise ainsi que « le drone n'est en fait qu'un des éléments d'un système, conçu et déployé pour assurer une ou plusieurs missions. C'est la raison pour laquelle les spécialistes parlent de "systèmes de drones" »³. Un système de drones est ainsi composé de deux segments : le segment aérien et le segment au sol. Le segment aérien, tout d'abord, est constitué de trois éléments : 1. « un ou plusieurs aérodynes porteurs constitués d'une cellule, d'un propulseur, d'un dispositif de guidage et de pilotage »⁴ ; 2. d'une charge utile, composée de différents capteurs (électro-optique, infrarouge, etc.) pour recueillir des images ou des vidéos, d'un système radar et d'équipements spécialisés destinés à certaines missions (brouilleurs, émetteur laser, etc.) ; 3. d'une chaîne de liaisons de données (liaison satellitaire, radio, etc.) qui relie l'aérodyne et le segment au sol, afin de transmettre les ordres venant de l'opérateur au sol à l'UAV, mais également

¹ PASCALLON Pierre *et al.* (dir.), *Quel avenir pour les drones ? Avions sans pilote*, Paris, Editions de l'Harmattan, 1998, p. 19.

² L'ONERA est un établissement public à caractère industriel et commercial. Avec plus de 2.000 employés, il s'agit du premier acteur français de la recherche et développement aéronautique, spatiale et de défense. L'ONERA organise tous les ans un concours de drones miniatures en partenariat avec la DGA.

³ Site internet de l'ONERA, « Conférence : mieux connaître les drones », 2005, dernier accès le 19 avril, <<http://www.onera.fr/conferences/drones/>>.

⁴ PASCALLON Pierre *et al.* (dir.), *op. cit.*, p. 20. Toutes les citations de la fin de ce paragraphe sont tirées de cet ouvrage.

de « connaître la position de l'aérodyne, son état de fonctionnement et celui de ses charges utiles, et bien sûr de transmettre au sol les informations recueillies par les capteurs ». Le second segment qui compose un système de drones est donc le système au sol. Celui-ci se compose en général de trois éléments : 1. une station de contrôle qui permet de piloter l'engin à distance et de recueillir les informations qu'il capte ; 2. « un ensemble d'équipements de mise en œuvre et de soutien de l'aérodyne et de ses charges utiles » qui permet de vérifier le bon état de l'appareil avant le décollage ; 3. une équipe de mise en œuvre, composée de personnels hautement qualifiés qui contrôlent le drone depuis le sol.

Il est utile de compléter cette définition, en précisant qu'un drone se caractérise également par son côté « réutilisable ». Qu'il rentre à sa base pour se poser ou qu'il déploie un parachute, un drone est toujours récupéré après sa mission pour être réemployé. Cela le distingue, entre autre, des missiles. Enfin, en ce qui concerne la forme d'un UAV, il n'y pas de règle en la matière. On observe effectivement une multiplicité des formules aérodynamiques, allant de la forme d'un aéronef classique, comme le *Global Hawk* américain, à celle d'un hélicoptère ou d'un missile (c'est le cas du drone CL-289 de la firme canadienne *Canadair*). En France, la société *Tecknissolar-Seni* a développé un drone à décollage et atterrissage vertical baptisé *Buteo* et « dont la forme n'est pas sans rappeler celle que l'imagerie d'Epinal confère aux soucoupes volantes »¹. Dans le domaine des formes originales, on peut également citer le drone Ka-137 de la société russe *Kamov* qui se présente sous la forme d'une sphère surmontée de deux rotors contrarotatifs² (cf. photos 7 et 8).

¹ CECILE Jean-Jacques, *La guerre des robots : les révolutions militaires de demain*, Paris, Ellipses, 2006, p. 58.

² « Se dit de pièces, d'organes qui tournent en sens inverse l'un de l'autre » (définition du Petit Larousse 2008).

Photos de drones aux formes atypiques : le Ka-137 de kamov et le CL-289 de canadair

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteur.

Il est possible de consulter ces photos dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

Maintenant que nous avons défini ce qu'était un système de drone, il s'agit de classifier les différents types de drones selon leurs caractéristiques techniques. La typologie présentée ici se fonde sur celles proposées par le site internet de la DGA¹, par le site internet de l'ONERA² et par le magazine *Air Actualités*³. Nous dégagerons ainsi cinq familles de drones : les « drones longue endurance », les « drones tactiques », les « les drones hélicoptères », les « drones miniatures » et les « drones de combat ». Les deux premières familles évoquées, les drones stratégiques de longue endurance et les drones tactiques, seront traités dans cette partie. Ils constituent effectivement la grande majorité des systèmes aujourd'hui en service au sein des armées occidentales. Les drones hélicoptères, les drones miniatures et les drones de combat seront traité dans la partie suivante, car ils sont pour la plupart encore à l'état de projets.

Ainsi, les drones de longue endurance ont un rôle stratégique, ils participent à « des missions d'observation, principalement par radar, sur divers théâtres d'opérations ». De taille relativement importante, ils décollent et atterrissent sur des pistes classiques, à la manière d'avions pilotés. On distingue deux catégories de drones stratégiques : les drones MALE et les drones HALE. Les drones MALE (moyenne

¹ Site de la DGA, « Les drones : une grande famille », 2008, dernier accès le 19 avril 2008, <<http://www.defense.gouv.fr/dga/layout/set/popup/content/view/full/31519>>.

² Site internet de l'ONERA, « Conférence : mieux connaître les drones », 2005, dernier accès le 19 avril, <<http://209.85.135.104/search?q=cache:RXzn2exnhncJ:www.onera.fr/conferences/drones/drones-usa-europe-projets.php>>.

³ LIMOUSIN Céline (Lieutenant), « Le SIDM, pourquoi il séduit ! », *Air actualités*, décembre-janvier 2008, n° 607, pp. 22-31.

altitude, longue endurance, soit *Medium Altitude Long Endurance* en anglais) tout d'abord remplissent des missions de « renseignement image et électromagnétique, [de] brouillage radars et communications, [de] relais de communications, [d'] acquisition et désignation d'objectifs ». Ils disposent d'une endurance de vingt à quarante heures, d'un rayon d'action pouvant aller jusqu'à 1 000 kilomètres et d'une altitude de travail de 15 000 mètres. On peut citer comme exemple, le fameux drone *Predator* (cf. photo 9) de l'armée américaine qui remplit de nombreuses missions en Afghanistan ou en Irak. En France, le SIDM (Système intermédiaire de drone MALE) d'EADS et d'IAI (*Israel Aerospace Industries*), a vocation à devenir le drone MALE de l'armée de l'air, en remplacement des drones *Hunter*. De son côté, l'*Israel Air Force* a récemment été doté de l'UAV *Heron* (baptisé *Shoval*). Ce drone de plus d'une tonne, agissant dans un rayon de 1.000 kilomètres et disposant d'une autonomie de quarante heures, est également référencé dans la famille des drones MALE¹. Le *Heron*, construit par IAI, a d'ailleurs servi de base à la construction du SIDM français. Dans un contexte de coopération européenne, le projet *EuroMALE* visait à réaliser un drone MALE d'une portée 4 500 kilomètres pour une endurance de vingt-quatre heures, mais suite à de nombreux déboires le projet n'est plus d'actualité. EADS a alors proposé une alternative à ce projet avec l'*Advanced UAV*, un drone MALE ayant des caractéristiques similaires à l'*EuroMALE*, en coopération avec l'Espagne et l'Allemagne².

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Photo d'un drone Predator

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteur.

Il est possible de consulter cette photo dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

¹ ESHEL David (colonel), « L'UAV heron (*Shoval*) », *Technologie & Armement*, juin-juillet 2007, n°6, pp. 66-68.

² LIMOUSIN Céline (Lieutenant), « La préparation du futur drone », *Air actualités*, décembre-janvier 2008, n° 607, pp. 38-39.

La seconde catégorie des drones de longue endurance est celle des drones HALE (haute altitude, longue endurance, soit *High Altitude, Long Endurance* en anglais). Agissant dans un rayon d'action de plus de 1 000 kilomètres, à une altitude de travail pouvant aller jusqu'à 20 000 mètres, leur endurance varie entre huit et quarante heures. L'exemple le plus connu de drone HALE étant le *Global Hawk* (cf. photo 10) américain de *Northrop Grumman*, dont nous avons déjà évoqué les caractéristiques précédemment. En raison des coûts de développement très élevés des drones HALE, peu de pays en dehors des Etats-Unis peuvent se procurer de tels engins. Citons néanmoins l'initiative allemande *EuroHawk* en partenariat avec EADS, qui vise à l'élaboration d'un drone HALE européen, mais peine à trouver des soutiens en Europe¹.

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Photo du drone HALE Global Hawk

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteur.

Il est possible de consulter cette photo dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

La seconde famille des drones de reconnaissance opérationnels est celle des drones tactiques. On peut alors distinguer les drones à court rayon d'action d'une part et ceux à moyen rayon d'action d'autre part. Les drones TCP (très courte portée) sont parfois surnommés « drones du capitaine » et visent à « voir de l'autre côté de la colline »², c'est-à-dire à quelques kilomètres. Généralement à voilure fixe, ils font rarement plus de deux mètres et ne pèsent que quelques kilos. Bien qu'évoluant à vitesse réduite, ils ont plusieurs avantages : ils peuvent généralement être pliés pour le transport

¹ Rapport d'information du Sénat fait au nom de la commission des Affaires étrangères, de la défense et des forces armées, Session ordinaire de 2005-2006, « *Le rôle des drones dans les armées* ».

² Site internet de l'ONERA, « Conférence : mieux connaître les drones », 2005, dernier accès le 19 avril, <http://209.85.135.104/search?q=cache:SR0cM6SED_IJ:www.onera.fr/conferences/drones/categories-de-drones.php>.

en sac-à-dos, sont lançables à la main, silencieux et transmettent leurs informations en temps réel. De plus, leur coût de fabrication et d'entretien est relativement peu élevé. On peut citer l'exemple du drone DRAC (drone de renseignement au contact), développé par EADS, qui ne pèse qu'une douzaine de kilos et peut intervenir dans un rayon de dix kilomètres, pour une autonomie de cinquante minutes¹. La mise en œuvre du DRAC par un fantassin ne demande qu'une dizaine de minutes. La deuxième catégorie des drones tactiques est celle des drones à moyen rayon d'action, les plus répandus à l'heure actuelle. On distingue ceux de vitesse lente (jusqu'à 200 km/h) et ceux de vitesse rapide (jusqu'à 700 km/h). « Avec une masse au décollage qui reste inférieure à une tonne, leur rayon d'action s'étend de 30 à 500 km, leur altitude de vol, de 200 à 5.000 mètres, et leur endurance, de 2 à 8 heures »². Cette catégorie peut être illustrée par deux drones mis en œuvre par l'armée française : le CL-289 qui évolue à une vitesse de 700 km/h et le *Crécerelle* qui se déplace à moins de 150 km/h. Le drone SDTI (Système de drones tactiques intérimaires) de *Sagem* (cf. photo 11), évolution du drone *Crécerelle*, entre également dans cette catégorie.

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Photo d'un drone Sperwer (référencé SDTI ai sein de l'armée française) lancé depuis une catapulte

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteur.

Il est possible de consulter cette photo dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

¹ Site de la DGA, « Le drone de reconnaissance au contact (DRA)C », 2006, dernier accès le 19 avril 2008, <http://www.defense.gouv.fr/dga/dossiers/le_drone_de_reconnaissance_au_contact_drac>.

² Site internet de l'ONERA, « Conférence : mieux connaître les drones », 2005, dernier accès le 19 avril, <http://209.85.135.104/search?q=cache:SR0cM6SED_IJ:www.onera.fr/conferences/drones/categories-de-drones.php>.

Il convient maintenant d'analyser les trois familles de drones qui attirent de plus en plus l'attention des militaires : les drones hélicoptères, les drones miniatures et les drones de combat.

B/ De nouveaux types d'UAV en développement

En complément des drones de longue endurance et des drones tactiques, les militaires espèrent maintenant développer des drones adaptés à des missions encore plus variées et plus précises.

La troisième famille de drones évoquée plus haut est celle des drones hélicoptères, aussi appelés drones à voilure tournante ou VTOL UAV (*Vertical Take-Off and Landing UAV*). L'intérêt de ce type de drone est qu'il peut décoller et atterrir sur des surfaces de petites dimensions, comme des plateformes de navires. On distingue d'ailleurs parmi les VTOL UAV, la catégorie des drones maritimes tactiques, qui répond à des critères particuliers. Ces engins doivent d'une part jouir d'une autonomie importante, les surfaces à parcourir en milieu maritime étant plus importantes qu'en milieu terrestre, mais également être capables d'apponer dans des conditions difficiles. En effet un drone de ce type doit pouvoir apponer en toute circonstance, malgré les bourrasques de vents et l'instabilité de l'étroite plateforme d'un navire, soumis aux effets du tangage et du roulis. Aux Etats-Unis, le drone *Fire Scout* (cf. photo 12), développé par *Northrop Grumman*, équipe l'*US Navy* depuis le début de l'année 2008. Ce drone VTOL, dérivé du biplace *Schweizer 333* de *Schweizer Aircraft*, « peut atteindre la vitesse de 230 km/h, avec un rayon d'action de 200 kilomètres »¹ et dispose d'une autonomie de cinq heures. Initialement prévu pour des missions de renseignement, il peut toutefois être équipé de quatre lance-roquettes de 70 mm ou de missiles lasers *Hellfire*. En France, trois projets sélectionnés par la DGA sont en concurrence pour équiper l'Armée de terre et la marine : le *Little Bird* de *Boeing* et *Thales*, l'*Eagle Eye* proposé par *Sagem* en association à *Bell Helicopter* et, enfin, le drone *Orka* de *Vertivision* en cotraitance avec *EADS Defence Systems*.

¹ HUNTER-ROUSSELLE Arnaud, « Drones à toute voilure », *Armées d'aujourd'hui*, septembre 2007, n°323, pp.52-54.

Photo d'un drone Five Scout qui s'apprête à apponter sur l'USS Nashville

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteur.

Il est possible de consulter cette photo dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

Vient ensuite la famille des drones miniatures, qui attire de plus en plus l'attention des militaires et des ingénieurs, malgré les difficultés techniques que pose leur mise en œuvre. D'une envergure de moins de cinquante centimètres et d'un poids très faible, ces drones ont vocation à mener des missions de « reconnaissance d'un itinéraire, [d']évaluation de dommages ou [d']observation d'une cible fixe »¹. En milieu urbain, de tels engins peuvent même pénétrer dans un bâtiment et fournir des images en direct, afin de préparer un éventuel assaut ou une mission de sauvetage. Il est également prévu que ces drones de petite taille soient intégrés aux blindés de reconnaissance. Ceux-ci, jusqu'ici, ne disposait comme unique moyen de reconnaissance que d'une paire de jumelles à la disposition de l'équipage. Le drone *Bee*, de la société polonaise *Obrum*, par exemple, a été conçu spécifiquement pour ce genre de mission. « De la même manière, la version Leclerc 2015 du char de bataille français sera susceptible d'emporter des drones légers destinés à l'acquisition des cibles à longue distance »².

Si la taille d'un drone miniature est inférieure à quinze centimètres, on parle de micro-drone. Ceux-ci ont généralement une autonomie de vingt minutes, un rayon d'action d'une quinzaine de kilomètres et peuvent se déplacer jusqu'à 50 km/h. Dans le cas d'un UAV de quelques centimètres d'envergure seulement, on parle alors de nano-drones. « Ces machines font toutefois appel à des technologies très ambitieuses de par la

¹ Site internet de l'ONERA, « Conférence : mieux connaître les drones », 2005, dernier accès le 19 avril, <http://209.85.135.104/search?q=cache:SR0cM6SED_IJ:www.onera.fr/conferences/drones/categories-de-drones.php>.

² CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 50.

miniaturisation demandée et ce, dans tous les domaines : aérodynamique complexe (à faible nombre de Reynolds), source d'énergie à haut rendement, propulseurs ultra-légers, micro systèmes... »¹. De plus, ces drones miniatures sont destinés à évoluer en milieu urbain, « là où les longues avenues, les rues ainsi que les structures bâties induisent des courants aériens parfois violents »² qui peuvent mettre en péril des appareils aussi fragiles. La société *AeroVironment* montre très tôt son attachement à ces projets de MAV (*Micro-Aerial Vehicles*, micro véhicule aérien) proposés par la DARPA. Le 2 mars 1999, un micro-drone dénommé *Black Widow* (veuve noire), produit par cette société, effectue un vol de vingt-deux minutes. En 2003, soit moins de cinq ans après, le *Wasp* (guêpe), un drone de trente-cinq centimètres d'envergure, vole pendant près d'une heure et quarante-sept minutes. Aujourd'hui, le *Wasp III*, dernier né de la génération des drones WASP (cf. photo 13 et 14), peut se déplacer à trois cent mètres d'altitude et, malgré sa taille réduite, emporter deux caméras couleurs, ainsi qu'une caméra infrarouge³. De son côté ; *Lockheed Martin* tente également de développer quelques projets de drones miniatures, comme le *MicroStar*. Mais les ingénieurs de la firme américaine finissent par déclarer irréaliste l'idée de vouloir stabiliser un drone de quinze centimètres d'envergure et préfèrent se pencher sur le *Desert Hawk*, un drone tactique d'un mètre trente deux de long. En Allemagne, la société *Dornier* développe un drone d'une trentaine de centimètres d'envergure, pesant deux cents grammes, qui est finalement testé en juin 1999. En termes de nano-drones, on peut citer le projet de *Robofly* de l'Université de Berkeley, aux Etats-Unis. Cet appareil, ayant l'apparence d'une mouche, produit près de cent quatre vingt battements d'aile à la minute et emporte un gyroscope d'un millimètre de diamètre. Pour sa part, le *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) développe un nano-drone en « fibre de carbone de treize millimètres de longueur, muni de huit pattes en acier inoxydable de cinq centimètre chacune actionnées par des déclencheurs piézo-électriques ». Ce drone sera destiné à détecter une éventuelle présence de toxines dans les approvisionnements d'eau.

¹Site internet de l'ONERA, « Conférence : mieux connaître les drones », 2005, dernier accès le 19 avril, <http://209.85.135.104/search?q=cache:SR0cM6SED_IJ:www.onera.fr/conferences/drones/categories-de-drones.php>.

² CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 179.

³ MUSQUERE Anne, « Microdrone, maxi-performances », *Air & Cosmos*, 25 janvier 2008, n°2109, p. 36

Photos du micro-drone WASP I et du WASP III

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteur.

Il est possible de consulter ces photos dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

Enfin, la dernière famille de drones en développement est celle des drones de combat ou UCAV (*Unmanned Combat Aerial Vehicle*). Ces drones ont vocation à mener des missions offensives contre des cibles terrestres et, à plus long terme, contre des cibles aériennes. La charge utile d'un UCAV est composé d'armements, essentiellement des missiles air-sol. Malgré l'élaboration du MQ-9 *Reaper* aux Etats-Unis, de tels drones ne sont pas encore véritablement opérationnels :

« Ces engins doivent être capables d'identifier et de désigner des cibles, avec la capacité d'être réorientés en vol à partir d'informations obtenues en temps réel sur l'évolution de la situation au sol, pour des tirs d'opportunité. Ils doivent également disposer d'une certaine autonomie pour la poursuite des cibles, et être capables de manœuvres de dégagement après le tir. Ces ambitions relèvent encore actuellement de la prospective industrielle et opérationnelle. »¹

Une difficulté majeure réside également dans la place à accorder à l'homme dans la boucle OODA (*Observe, Orient, Decide and Act*, c'est-à-dire observer, orienter, décider et agir)². Ce concept-clé de la stratégie militaire moderne conçoit le processus de décision en quatre étapes (cf. figure 1).

¹ Site internet de l'ONERA, « Conférence : mieux connaître les drones », 2005, dernier accès le 19 avril, <http://209.85.135.104/search?q=cache:SR0cM6SED_IJ:www.onera.fr/conferences/drones/categories-de-drones.php>.

² Le concept de boucle OODA (*OODA loop* en anglais) a été développé par le colonel John Boyd (1927-1997). Inspiré par les idées d'harmonie et de fluidité de l'action préconisées par Sun Tzu dans son *Art de la guerre*, John Boyd explique que le processus de décision intervient dans un cycle d'observation, d'orientation, de décision et d'action. En stratégie militaire, le but est d'accélérer autant que possible cette boucle OODA afin d'acquiescer un avantage sur l'ennemi.

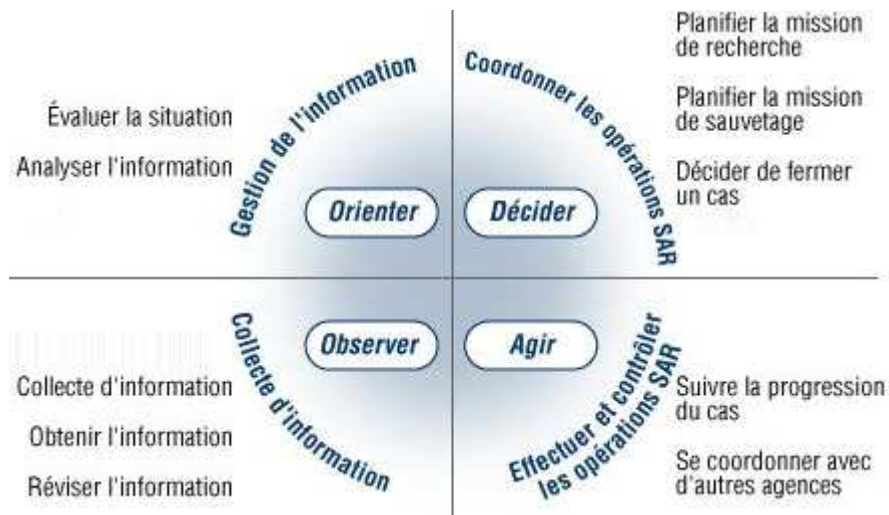


Figure 1. La boucle OODA¹

A l'heure actuelle, il est prévu que l'homme reste dans la boucle décisionnelle depuis un poste de commande au sol ou à bord d'un avion AWAC, afin d'ordonner la mise à feu ou, éventuellement, d'abandonner en urgence une mission qui devient trop dangereuse. A l'heure actuelle, les projets de drones de combat connus sont ceux de l'armée américaine. Les projets X-45 de *Boeing* et X-47 *Pegasus* de *Northrop Grumman*, développés dans le cadre du programme J-UCAS (*Joint Unmanned Combat Air Systems*, systèmes aériens de combat inhabités interarmes), illustrent parfaitement le développement de ces nouveaux types de drones. On peut également mentionner le fait qu'en réponse à l'armement du drone *Predator* par l'*US Air Force*, l'*US Army* a décidé d'équiper des drones RQ-5 *Hunter*² de missiles *Viper Strike*. Les *Hunter* ainsi armés seront notamment mis en œuvre par les forces spéciales dans le cadre d'opérations nécessitant des frappes de précisions, afin d'éviter les dommages collatéraux. En Europe, les projets d'UCAV s'avèrent trop coûteux pour n'être le fruit que d'un seul pays. « Le 8 février 2006 *Dassault Aviation* s'est vu notifier par la DGA, agissant au nom de l'ensemble des autorités étatiques des pays partenaires, le contrat *nEUROn* »³. Impliquant la France, la Suède, l'Italie, l'Espagne, la Suisse et la Grèce, le projet *nEUROn* (cf. photo 15) s'élève à 405 millions d'euros hors taxe et concerne la création d'un démonstrateur de drone de combat furtif (armements air-sol uniquement), ainsi

¹ Source : < http://www.valcartier.drdc-rddc.gc.ca/f/sr/architecture_f.asp>.

² « *Hunter* » signifie « chasseur », « *viper strike* » pourrait se traduire par « la frappe de la vipère ».

³ PROMÉ Jean-Louis, « *Neuron* en phase de définition. Dassault veut préparer un successeur européen à son Rafale », *Technologie & Armement*, juin-juillet 2007, n°6, pp. 62-65.

qu'une campagne d'essais de vol. *Dassault Aviation* remplit le rôle de maître d'œuvre industriel et de concepteur global de l'appareil, mais de nombreuses entreprises européennes interviennent également dans la conception de l'appareil : *Thalès* (France), *Alenia* (Italie), *Saab* (Suède), *Ruag* (Suisse), *EAB* (Grèce) et *EADS Casa* (Europe). Ce drone devrait avoir la forme d'une aile volante, assez proche de celle du bombardier furtif américain B-2, et être capable d'emporter deux bombes de deux cent cinquante kilos en soute. Mais ce démonstrateur, qui devrait être livré fin 2010, n'a pas vocation à entrer en service : son véritable objectif est de faire progresser les industriels européens dans une quarantaine de secteurs cruciaux pour des développements technologiques futurs. Cela concerne particulièrement le domaine de la furtivité ; le *nEUROn* devra en effet avoir « une signature radar et infrarouge similaire à celle de la minuscule pointe extrême du cône de nez d'un *Mirage 2000*. Un objectif ambitieux destiné à faire progresser l'Europe dans un domaine où les Etats-Unis se relèvent fort peu communicants »¹.

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Photo d'une vue d'artiste du drone de combat furtif européen nEUROn

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteur.

Il est possible de consulter cette photo dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

¹ *Ibid.*

Section 2 : Les robots terrestres

A/ Des missions diverses pour un avenir certain

« Entrés sous les drapeaux par le biais de la neutralisation des engins explosifs et autres munitions abandonnées, les robots terrestres sont promis à l’envahissement graduel de l’ensemble du champ de bataille : on y assiste actuellement à une extension sans cesse croissante »¹. Les robots militaires terrestres remplissent aujourd’hui principalement des missions de reconnaissance et de déminage, mais à l’avenir les militaires comptent bien envoyer des robots au front. Nous allons donc étudier les différents types de robots terrestres aujourd’hui en opération dans les armées occidentales, avant de faire un point sur les avancées technologiques en matière de robotisation terrestre.

Les premiers UGV (*Unmanned Ground Vehicles*) qui interviennent en Afghanistan ont vocation à mener des missions d’exploration dans des grottes à la recherche de caches d’Al Qaida. Ce type de robots va rapidement évoluer de manière à pouvoir également à remplir des missions de déminage ou de neutralisation d’IED (*Improvised Explosive Device*, c’est-à-dire des explosifs artisanaux). Ces deux fonctions d’exploration et de déminage peuvent être effectuées par les mêmes engins et ne nécessitent que quelques adaptations à partir d’une même plate-forme. La plupart de ces robots se présentent aujourd’hui sous la forme de petits engins montés sur chenilles et munis de capteurs et caméras, ou de pinces montées sur des bras articulés, dans le cadre des missions de déminage. Les robots *PackBot*, *Talon* et *Urbot* (cf. photos 16 et 17) mis en service dans l’armée américaine sont de bons exemples de ce type d’UGV. Les évolutions technologiques permettent aujourd’hui à certains de ces robots de pouvoir être lancé par une vitre, afin d’explorer un bâtiment. Les américains parlent dans ce cas de *Throwbots* (robots lançables), à l’instar du *Thoughtbot* et du *Scout*, « cylindriques, munis de roues aux deux extrémités, ayant de manière générique une longueur de 13,5 cm, un

¹ CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 87.

diamètre du corps principal de 5,6 cm pour un poids de 226 grammes »¹. Ces deux prototypes peuvent être jetés à une distance de quinze mètres et peuvent se déplacer à une vitesse de 1,6 km/h pendant environ une heure. Le *Dragon Runner*, mis en œuvre dans les forces armées américaines et israéliennes, est également une bonne illustration des dernières avancées technologiques en matière d'UGV de reconnaissance. Ce petit véhicule compact, de trente huit centimètres de long pour un peu plus de sept kilos, est transportable dans un sac-à-dos et peut tomber de plus de quatre mètres de hauteur, tout en restant opérationnel. Ses concepteurs ont, par ailleurs, trouvé un moyen de le rendre efficace dans toutes les circonstances : « L'engin est de conception symétrique et n'a donc pas de plancher ou de toit à proprement parler ; quant à l'image vidéo, elle est le cas échéant automatiquement renversée »².

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Photos du Talon de Foster Miller et du PackBot d'iRobot

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteur.

Il est possible de consulter ces photos dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

Comme on l'a vu auparavant, les projets de robots terrestres de combat, appelés *unmanned ground combat vehicle* (UGCV, véhicule terrestre inhabité de combat) aux Etats-Unis, commencent également à prendre de l'importance. Aux Etats-Unis, le *Tactical Unmanned Ground Vehicle* (TUGV) *Gladiator*, armé d'une mitrailleuse, a vocation à opérer des missions de reconnaissance en milieu hostile et de prévenir les soldats des dangers qui les attendent. Une doctrine d'emploi plus précise doit être rédigée

¹ *Ibid*, p. 91.

² *Ibid*.

par les responsables de l'*US Marine Corps* en charge d'évaluer le véhicule. De manière plus ambitieuse, l'entreprise *BAE Systems* développe un projet d'*Armed Robotic Demonstrator* (ARD), qui est présenté aux autorités militaires américaines en octobre 2005. Equipé de nombreux éléments du véhicule de combat d'infanterie M2/M3 Bradley, l'ARD a vocation à le remplacer au fur et à mesure des évolutions technologiques des sous-ensembles robotisée.

« À horizon 2025, l'armée américaine espère posséder, en sus des UVG autonomes, de véritables robots guerriers capables de prendre part aux combats. Il s'agira d'une gamme de blindés rapides de 2 à 10 tonnes. Il est déjà prévu de les équiper de fusils à longue portée, de mitrailleuses, de lance-grenades et de missiles à guidage électronique. Ils ne seront pas programmés pour une mission précise. Ils devront être capables de patrouiller dans une zone hostile et d'analyser des situations complexes. S'ils repèrent une unité ennemie, ils se placeront eux-mêmes en embuscade et transmettront les informations au QG. Là, des officiers décideront de la suite des événements. Si les robots reçoivent l'ordre d'attaquer, ils se chargeront eux-mêmes de sélectionner les cibles prioritaires et déclencheront les tirs. »¹

D'autres types de robots, comme la MULE logistique ou la *SpyBowl d'Exavision*, sont également en passe d'être mis en œuvre sur les champs de bataille. La *SpyBowl* relève pour sa part de ce qu'on qualifie de « capteurs abandonnés » ; il s'agit d'une sphère d'un kilo, lançable à la main comme une grenade, et qui capte des images grâce à quatre caméras couvrant 360°².

Malgré toutes les prouesses technologiques opérées dans le domaine de la robotisation militaire terrestre, certains aspects techniques posent encore problème et ralentissent le développement de ces armées du futur. Nous allons donc nous intéresser dans la partie suivante aux différents écueils technologiques qui ralentissent aujourd'hui le développement de la robotique militaire.

¹ TREGOUET René, « Les robots d'intervention et de combat vont changer la nature des conflits », 2005, dernier accès le 1e février 2008, <http://www.tregouet.org/edito.php3?id_article=421>.

² TANGUY Jean-Marc, « Dans les labos de la Défense : Lutte anti-IED et supercombattants Félin », *Raids*, janvier 2008, n°260, pp. 44-50.

B/ Des difficultés technologiques parfois difficile à surmonter

Les écueils technologiques de la robotique terrestre sont « nombreux et diversifiés »¹. Nous allons ici exposer brièvement ces problèmes, avant d'exposer des alternatives découvertes récemment par les ingénieurs militaires européens ou américains.

L'une des principales difficultés réside dans « l'aptitude des robots à se diriger de manière autonome sur de longues distances »². Pour stimuler la recherche et permettre la découverte de nouveaux moyens de propulsion adaptés, la DARPA organise chaque année une course baptisée *Grand Challenge*. Cette course particulière se déroule sur plusieurs centaines de kilomètres à travers les terrains variés du désert de Mojave, au sud de la Californie, et voit s'affronter divers engins non-pilotés. La première édition est plutôt désastreuse : une centaine de dossiers est déposé, quinze sont retenus pour prendre le départ de la course, mais aucun véhicule ne franchit la ligne d'arrivée. Effectivement, le meilleur robot ne parcourt qu'une douzaine de kilomètres. La deuxième édition est plus intéressante et cinq véhicules sur vingt-trois franchissent la ligne d'arrivée. Dans tous les cas, les militaires comme les ingénieurs prennent conscience des difficultés pour un véhicule autonome à se déplacer sur des terrains difficiles sur de longues distances. De plus, le *Grand Challenge* ne permet pas de confronter ces engins à des conditions vraiment difficiles, comme la présence d'êtres humains sur la route, un trafic routier important ou encore de mauvaises conditions météorologiques. D'autres problèmes viennent s'ajouter à cela, comme l'impossibilité pour un robot de capter les ondes satellitaires GPS à l'intérieur d'un tunnel. Des convois entièrement automatisés ne feront donc pas leur apparition sur les routes avant de nombreuses années.

Un autre problème majeur se présente aux ingénieurs en matière de robotique terrestre. Dans le cadre du projet *BigDog* de la société américaine *Boston Dynamics*, les ingénieurs ont rencontré un problème paradoxal : « l'engin est destiné à suivre les humains comme leur ombre, il faut donc enseigner au robot un comportement humain. [...] Un fantassin de chair et de sang effectue ainsi intuitivement des choix de

¹ CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 101 et suivantes.

² *Ibid.*

compromis entre vitesse de progression, la difficulté présentée par la nature du terrain et la charge portée : le robot devra faire de même »¹. Cette tâche est naturellement très complexe et l'intelligence artificielle est loin de pouvoir reproduire l'activité du cerveau humain. L'obstacle tient également « à la *combinatoire*, autrement dit, au nombre faramineux des possibles qu'il faudrait parcourir, si l'on devait procéder à une énumération exhaustive de tous les théorèmes ou de toutes les parties d'échecs »², mais également de toutes les situations pouvant se présenter sur le terrain. *L'Army Research Laboratory* (ARL), le laboratoire de recherche de l'Armée de terre américaine, se penche principalement sur les capacités des robots terrestres à mener des missions de reconnaissance d'itinéraire. Cette mission est déjà difficile en soi. Il est plutôt facile d'apprendre à un robot d'éviter un mur ou de suivre une route, mais la tâche se complexifie quand il faut lui faire contourner un piéton, s'arrêter à un panneau stop ou encore établir un itinéraire optimal. On constate ainsi que « les drones terrestres tactiques (*Tactical Unmanned Ground Vehicle*, TUGV) restent en retard sur leurs homologues marins ou aériens. En effet, l'environnement terrestre militaire est beaucoup plus complexe que les milieux homogènes que sont l'eau et l'air »³.

Malgré toutes ces difficultés, les ingénieurs parviennent toutefois à élaborer des modèles de robots de plus en plus perfectionnés. Afin de développer des engins automatisés capables d'évoluer dans différents milieux, les laboratoires de recherche ont souvent recours au biomimétisme, c'est-à-dire à l'imitation d'espèces vivantes. On parle alors d'*ANIMAT* (*anima-material*, animal matériel). Le *Snakebot* du *University College London*, par exemple est un projet de robot de reconnaissance qui peut ramper à la manière d'un serpent. « Cet engin est doté d'une intelligence artificielle lui permettant de continuer à fonctionner même lorsque endommagé »⁴. Aux Etats-Unis, un robot du même type, baptisé *OmniTread*, est développé par le *College of Engineering* de l'Université du Michigan. En parallèle du biomimétisme, les scientifiques sont parfois tentés d'employer de véritables animaux comme base d'un mécanisme plus complexe.

¹ CECILE Jean-Jacques, « Les écueils technologiques de la robotique terrestre militaire », *Technologie & Armement*, juillet-septembre 2006, n°2, pp. 48-49.

² GANASCIA Jean-Gabriel, *L'intelligence artificielle*, Paris, Le Cavalier Bleu, 2007.

³ VELUT Jean-Louis (Chef d'escadron), « La robotisation terrestre, un défi technologique et humain », 2004, dernier accès le 2 février 2008,

<<http://www.checkpoint-online.ch/CheckPoint/Materiel/Mat0038-RobotisationTerrestre.html>>

⁴ CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 100. Toutes les informations évoquées dans ce paragraphe sont tirées de cet ouvrage.

On parle parfois d'organismes cybernétiques¹ ou de bio-robots pour décrire ce genre de créatures robotisées. En France, L'Ecole d'application de l'infanterie a, par exemple, tenté d'équiper des chiens de caméras et de micros miniaturisés. Aux Etats-Unis, des expérimentations visent à équiper des cafards, insectes robustes, de détecteurs de substance chimiques ou encore de doter des abeilles de puces électroniques qui leur permettraient de détecter des engins explosifs.

Toujours dans le domaine des organismes cybernétiques, on peut citer l'exemple des exosquelettes. En avril 2001, la DARPA a notifié la société SARCOS d'un contrat visant à développer « une nouvelle classe de systèmes militaires conçus pour améliorer les performances individuelles du soldat »². En a résulté l'élaboration du *Wearable Energetically Autonomous Robot* (WEAR, robot endossable énergétiquement autonome). Dans la même optique, l'*University of California Berkeley* a développé un prototype d'exosquelette dans le cadre du programme *Exoskeletons for Human Performance Augmentation* (EHPA, cf. photo 18). Cette armature robotisée dans laquelle doit se glisser le soldat devrait permettre à son utilisateur d'être mieux protégé des projectiles adverses et d'emporter plus d'équipement, sans que sa mobilité ne soit entravée. L'exosquelette doit effectivement décupler les forces du soldat en lui permettant de soulever des charges très lourdes presque sans efforts. Ainsi le *Berkeley Lower Extremity Exoskeleton* (BLEEX) doit-il permettre au soldat de porter l'exosquelette de 45 kilos ainsi qu'un sac à dos de 32 kilos, en faisant le même effort que s'il portait un objet d'un peu plus de deux kilos. La principale difficulté de ces projets réside dans l'élaboration d'une source d'énergie fiable, capable de faire fonctionner l'exosquelette pour une durée d'environ mille heures.

¹ La cybernétique (du grec *Κυβερνητική*, kubernêtikê : pilotage d'un navire), est la science qui étudie « les processus de commande et de communication chez les êtres vivants, dans les machines et les systèmes sociologiques et économiques » (définition du Petit Larousse 2008). Dans les années 1960, les scientifiques américains Manfred E. Clynes et Nathan S. Kline en 1960 ont popularisé le mot « cyborg » (contraction de *cybernetic organism*), en se référant au concept d'un humain « amélioré », insistant sur la nécessité d'une relation intime entre l'humain et la machine, à l'heure des débuts de l'exploration spatiale. Il est aujourd'hui communément accepté que les termes d'« organisme cybernétique » ou de « cyborg » fassent référence au fruit de la fusion entre un organisme vivant et une machine.

² CECILE Jean-Jacques, citant « Wearable robotics », *Jane's International Defence Review*, avril 2001, p. 27.

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Photo de l'EHPA de l'Université de Berkeley qui permet de soulever des charges extrêmement lourdes sans trop d'effort

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteur.

Il est possible de consulter cette photo dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

Section 3 : L'essor récent de la robotique maritime militaire

A/ Le rôle des robots maritimes de surface

Comme on l'a vu précédemment, les premiers pas en matière d'engins automatisés ont été réalisés par Nikola Tesla et son *Teleautomaton*. Cependant, les robots maritimes ont eu plus de mal à se développer que leurs congénères aériens ou même terrestres. Mais les recherches effectuées ces dernières années nous montrent que cette tendance est en train de disparaître et de plus en plus d'UMS (*Unmanned Maritime Systems*, systèmes maritimes inhabités) sont développés. On distingue alors les UUV (*Unmanned Undersea Vehicle*, véhicule sous-marin inhabité) et les USV (*Unmanned Surface Vehicle –ou Vessel-*, véhicule –ou vaisseau- de surface inhabité). C'est à l'essor de ce dernier type de véhicule que se consacre cette partie.

Les drones maritimes de surface ont longtemps été employés comme cibles d'entraînement pour les canonnières de navires militaires. C'est le cas, par exemple, de la *Mobile Ship Target* (MST) ou du QST-33 et du QST-35, actuellement en service dans l'*US Navy*. Mais c'est véritablement au milieu des années 1990 que l'intérêt des armées occidentales pour les drones maritimes renaît, quand l'*Office of Naval Research* (ONR) lance une série d'évaluations concernant l'USV *Sea Owl Mk II*, chargé de mener « des

missions de sécurité navale, de surveillance des ports ainsi que d'interception à la mer »¹. En 2002, le projet *Spartan Scout* est initié, co-développé par l'*US Navy* et la Marine nationale française ; c'est ainsi que le RHIB (*Rigid-hull inflatable boat*, bateau gonflable à coque rigide) voit le jour. Cet USV est chargé de mener des missions de lutte anti-sous-marine (ASW, *Anti-Submarine Warfare*) ou de détection de substances chimiques et radiologiques. Ces robots sont conçus de telle manière, qu'ils peuvent être équipés de modules interchangeables en fonction des missions à accomplir. Il est prévu qu'une des versions du *Spartan Scout* soient équipées de missiles surface-surface *Loitering Attack Missile* (LAM) ou *Precision Attack Missile* (PAM) afin d'accomplir des missions offensives : il s'agit du projet *Non-Line of Sight Launching System* (NLOS-LS, système de lancement hors ligne de mire).

Un nouveau type de robots maritimes est également en développement. Il s'agit d'USV chargés de remplir des missions de surveillance des voies maritimes, à la manière des vedettes de garde-côtes. C'est par exemple le cas du drone *Ghost Guard* de la société *Marine Robotics Vessels International* (MRVI) ou encore celui du *Protector* (cf. photo 19) de la firme israélienne *Rafael*. Le *Protector* mesure neuf mètres de long, peut se déplacer à la vitesse de quarante nœuds et dispose d'un certain degré d'autonomie, lui permettant, par exemple, « d'éviter automatiquement les obstacles rencontrés, l'engin étant équipé d'un radar »². Equipé d'une mitrailleuse de 7,62 ou 12,7 mm, ainsi que d'un système de haut-parleurs et de micros, il peut, tout comme le *Ghost Guard*, aborder un navire afin de se renseigner sur les intentions de l'équipage d'un navire suspect. Cet objectif de protection du milieu maritime reste primordial, comme le rappelle l'attaque du navire de luxe français *Ponant* au large des côtes somaliennes, au début du mois d'avril 2008.

¹ CECILE Jean-Jacques citant SCOTT Richard, « Nobody at the helm », *Janes's Defence Weekly*, 4 août 2004, pp. 26-29.

² HENROTIN Joseph, « Le drone naval *Protector* », *Technologie & Armement*, octobre-novembre 2007, n°8, pp. 81-82

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Photo de l'USV Protector de la société Rafael

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteur.

Il est possible de consulter cette photo dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

Enfin, peut-on signaler le développement, aux Etats-Unis, de robots maritimes chargés de servir au sein des forces spéciales. C'est le cas de l'UROC (*Unmanned Reconnaissance and Observation Craft*, embarcation inhabitée de reconnaissance et d'observation), développé en 2001 et chargé de missions de reconnaissance. Ici, l'objectif est naturellement de minimiser autant que possible la taille du robot afin de pouvoir l'utiliser en milieu fluvial, voire marécageux.

B/ Les drones maritimes sous-marins offrent de nouvelles perspectives

A l'origine, on l'a vu précédemment, les premiers robots sous-marins opérationnels avaient surtout vocation à effectuer des opérations de récupération et d'exploration sous-marine. Aujourd'hui, les drones sous-marins ont particulièrement vocation à servir de véhicule porteur de drones. Il est cependant important de noter l'existence de nombreux projets de petits engins amphibies, élaboré par biomimétisme, ayant pour mission de mener des opérations de reconnaissance discrètes.

En janvier 2003, la campagne d'évaluation *Giant Shadow* de l'*US Navy* met en œuvre le sous-marin USS Florida dans le cadre d'une mission de reconnaissance à proximité d'une île suspectée d'abriter un groupe terroriste développant des armes chimiques. Le sous-marin est alors chargé de lancer un drone *ScanEagle*, ainsi qu'un UUV en mission de reconnaissance. Cependant le lancement du drone aérien est effectué

grâce à un système de lancement installé sur la plage, afin de ne pas prendre de risque. Face à ces faux-semblants, trois projets viennent apporter des initiatives. Tout d'abord, le groupe *Northrop Grumman* propose un système permettant à un sous-marin de lancer des drones aériens, même si ceux-ci ne sont pas conçus pour une utilisation subaquatique à la base. *Kollmorgen-Optical* a, pour sa part, développé un *Submarine Organic UAV* capable d'être replié et logé dans un mât de lancement. Enfin, *Lockheed Martin* élabore un drone polyvalent dénommé *Cormorant*. Cet UAV d'une envergure de presque cinq mètres pour un poids de plus de quatre tonnes est furtif et « conçu pour être lancé et récupéré depuis un sous-marin »¹. De plus, le *Cormorant* devrait être capable d'être équipé d'armes et donc de mener de missions offensives. Ce drone est, en outre, amené à être récupéré par un UUV chargé de le ramener jusqu'au submersible. On remarque que tous les projets évoqués ici sont d'origine américaine, cela s'explique par le fait que le milieu sous-marin étant particulièrement difficile à pénétrer, le développement d'UUV revient trop cher pour beaucoup de pays. On peut cependant noter quelques projets d'industriels européens, comme le SMX-22 de la Direction des constructions navales française ou le projet de sous-marin *Viking* de la firme suédoise *Kockums*, capable de mettre en œuvre des UUV. Mais intéressons nous à présent aux petits robots de reconnaissance sous-marins.

En l'an 2000, la CIA a développé un robot sous forme de poisson, surnommé « Charlie le poisson-chat robotisé » (*robotic catfish Charlie*). « Ce drone naval était si réaliste qu'un scientifique consulté par *l'Associated Press* a estimé qu'il pouvait très bien être avalé tout cru par un prédateur naturel »². Son objectif était de collecter des échantillons d'eau à proximité d'infrastructures suspectées d'abriter des centres de recherche d'armements nucléaires ou chimiques, mais la CIA n'a pas communiqué d'informations précises à ce sujet et *Charlie* a été retiré du service pour être exposé au *CIA Museum*. Trois ans plus tard, en 2003, le biologiste Joseph Ayers présente son *RoboLobster* (homard robotisé, cf. photo 20). Cet engin, qui s'inspire dans sa totalité de son équivalent biologique, « est unique parce qu'il est "un des premiers robots jamais

¹ CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 148.

² CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 134. Toutes les informations évoquées dans ce paragraphe sont tirées de cet ouvrage.

construits à se servir de muscles artificiels" affirme Ayers »¹. Rapidement, l'invention a inspiré l'*US Navy*, qui a vu dans ce homard mécanique des opportunités intéressantes en matière de reconnaissance sous-marine. Enfin, peut-on également évoquer le *Surf Zone Crawler* de *Foster-Miller Incorporated*, développé sous maîtrise d'œuvre de l'*Office of Naval Research* (bureau de recherche technologique de la marine américaine). D'une portée de treize kilomètres, pour une autonomie de quatre à six heures, l'engin à vocation à ratisser de larges zones sous-marines en coopération avec d'autres UUV du même type. Les missions menées par ces meutes de robots sont essentiellement des missions de reconnaissance ou de détection de substances NBCR (*Nuclear, Biological, Chemical and Radiological* ; nucléaire, biologique, chimique et biologique). Notons, que « les projets visant à faire collaborer de multiples robots entre eux ne se limitent pas aux zones côtières : la coopération automatique entre engins regroupés en essaim constitue [...] un des domaines de développement technologique les plus dynamiques »². C'est ce que nous allons voir, entre autre, dans le second chapitre.

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Photo du Robolobster de Joseph Ayers

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteur.

Il est possible de consulter cette photo dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

¹ NELSON Jen, « Robolobster wins coolest award », *The Northeastern News*, mars 2003, Dernier accès le 25 avril 2008, <<http://media.www.nu-news.com/media/storage/paper600/news/2003/12/03/News/Robolobster.Wins.coolest.Award-570523.shtml>>.

² CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 99.

Chapitre 2

Intégrer les robots au sein des systèmes de combat

Dans *L'Art de la Guerre*, le stratège chinois Sun Tzu déclarait déjà : « Normalement, lorsqu'il est fait usage de la force armée, le général [...] rassemble les troupes et mobilise la population. Il fait de l'armée un tout homogène et harmonieux et l'installe dans son camp »¹. Cette nécessité de faire de l'armée un tout homogène et harmonieux se manifeste aujourd'hui dans le cadre de l'intégration des robots militaires au sein des systèmes de combat. A l'origine, drones et robots se greffaient aux systèmes de combat déjà opérationnels, sans que se pose la question de leur intégration à ces mêmes systèmes. « Il est désormais admis comme une évidence que le contrôle des engins doit pouvoir être délégué et qu'ils doivent apprendre à collaborer en meutes, quel que soit par ailleurs leur milieu d'évolution »². Nous allons voir dans ce chapitre, différents aspects de cette intégration programmée.

Section 1 : certification et intégration des drones : étapes nécessaires avant l'opérationnalité complète

A/ Les enjeux de la certification des drones et de leur insertion dans l'espace aérien

Avant même d'envisager une intégration des drones au sein des systèmes de combat, faut-il se poser la question de leur insertion dans le milieu aérien. Relatons ici un incident survenu le 24 octobre 2003 : un Mig-21 en mission de routine percute un drone *Heron* : c'est la première fois dans l'histoire qu'un tel évènement se produit.

¹ TZU Sun, *L'art de la guerre*, Paris, Flammarion, 1972 (réédition).

² CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 155.

« Aujourd'hui, les drones ne sont [effectivement] autorisés à voler que dans un espace aérien militaire ou dans certaines zones réservées, ce qui limite leur domaine d'applications »¹. Actuellement, aucune réglementation sur la certification des drones n'existe au niveau international, à l'exception peut-être de l'évasif article huit de la convention de Chicago, relative à l'aviation civile internationale, qui stipule : « Chaque Etat s'engage à ce que le vol des drones ne représente aucun danger pour les aéronefs civils »². Insérer des avions sans pilote à la circulation aérienne générale s'avère en réalité plus délicat qu'il n'y paraît de prime abord. Mais comme l'affirme le général Jean-Paul Palomeros, major-général de l'armée de l'Air : « Il faut qu'il y ait une agence, un service qui soit responsable de la coordination dans la 3^e dimension. [...] Il faut que tous ces drones soient intégrés dans un plan d'ensemble et aient les systèmes d'identification nécessaires pour que l'ont puisse assurer cette déconfliction. C'est un impératif pour la sécurité des vols [...] comme pour l'efficacité de l'ensemble »³.

En 2005, la DGA, les industriels de l'aéronautique et l'Agence européenne de la sécurité aérienne se concertent afin d'établir un projet de « code de la navigabilité » qui aboutit finalement, le 9 mai 2007, au code USAR (*UAV systems airworthiness requirements*, exigences de navigabilité des systèmes de drones). Ce code s'applique aux systèmes de drones « avion » de plus de cent cinquante kilos et doit être ratifié par les membres de l'OTAN. En ce qui concerne la certification applicables aux drones militaires, c'est le centre d'essais en vol (CEV) d'Istres qui s'est chargé de l'élaborer. La certification USAR est novatrice sur le plan international et elle a été adoptée comme une norme OTAN, référencée *Stanag 4671*, le 9 mai 2007.

Pour sa part, la direction de la circulation aérienne militaire (Dircam), basée à Taverny, est à l'origine de l'instruction provisoire (n° 2250/DIRCAM) entrée en vigueur le 19 janvier 2004, concernant l'intégration des drones à l'espace aérien général. Les drones ne sont actuellement autorisés à évoluer que dans des espaces aériens ségrégués, du fait que « ces engins ne disposent pas encore des équipements techniques (certifiés)

¹ LIMOUSIN Céline (Lieutenant), « La certification des drones, un enjeu pour la défense », *Air actualités*, décembre-janvier 2008, n° 607, pp. 34-37.

² *Ibid.*

³ HENROTIN Joseph, « Drones : quelles évolutions en perspective ? », *Technologie & Armement*, août-septembre 2007, n°7, pp. 56-61.

capables de remplacer l'œil du pilote pour appliquer la règle "voir et éviter" ». Il faut donc attendre que les technologies permettent aux drones de jouir d'un même niveau de sécurité que les aéronefs pilotés avant d'établir des règles permettant à ces deux types d'aérodynes d'évoluer dans le même espace aérien. Le 16 février 2006, l'Agence européenne de défense (AED) réunit différents industriels européens pour mener une étude sur la fonction « voir et éviter », afin de déterminer le niveau d'avancée des technologies en la matière. Cette étude, menée sous maîtrise d'œuvre de *Sagem Défense Sécurité*, avec l'ONERA, la firme espagnole *Espelsa* et l'entreprise néerlandais TNO, prévoit qu'un « système opérationnel certifié pourrait être disponible en 2015 »¹. Aucune évolution technologique n'est apparemment nécessaire et les drones doivent seulement être équipés de capteurs non coopératifs (radar et capteurs infrarouges), ainsi que d'un interrogateur de transpondeur. Le véritable problème réside dans la définition des « rôles, interactions et responsabilités des différents acteurs (pilotes, contrôleurs...) » : le groupe de travail *Eurocae WG73* est chargé de travailler sur cette question. En ce qui concerne l'interface homme-machine, il faudra attendre 2011 avant de déterminer quelle fréquence radio sera éventuellement accordée aux drones. Soulignons enfin, que le 8 janvier 2008, l'AED confie au consortium *Air4ALL* (regroupant treize sociétés européennes), « la tâche de développer une feuille de route détaillée pour l'insertion des drones dans le trafic aérien à l'horizon 2015 »².

Le 1^e août 2007, un arrêté interministériel définit « les conditions d'insertion et d'évolution des aéronefs civils ou militaires non habités dans l'espace aérien français »³. Les textes officiels permettant l'insertion des drones dans l'espace aérien sont ainsi nécessaires à la mise en œuvre efficace de ces systèmes. Il convient maintenant de s'intéresser à leur intégration aux systèmes de combat à proprement parler.

Pour un complément d'informations sur la réglementation existante en matière de certification et de circulation aérienne des drones, le lecteur est invité à se référer à l'annexe 2.

¹ MUSQUERE Anne, « Objectif 2015 pour l'insertion des drones », *Air & Cosmos*, 11 janvier 2008, n°2107, p. 29. Toutes les citations et informations apparaissant dans la suite de ce paragraphe sont tirées de ce même article.

² *Ibid.*

³ LIMOUSIN Céline (Lieutenant), « La certification des drones, un enjeu pour la défense », *op. cit.*

B/ L'intégration des drones aux systèmes de combat

A l'heure actuelle, les drones de combat sont contrôlés depuis un segment sol et remplissent principalement des missions de reconnaissance aérienne. Ces informations sont ensuite mises au profit d'unités aériennes, terrestres ou navales, pour les aider dans l'accomplissement de leur mission. Cependant, l'objectif des officiers occidentaux à moyen terme est d'intégrer les drones aux systèmes de combat, afin que leurs capacités opérationnelles soient directement mises en œuvre sur le terrain. « Désormais la puissance ne découle plus seulement du nombre de plates-formes terrestres, navales, ou aériennes mais de la qualité de leur intégration dans un grand ensemble considéré comme un système de systèmes »¹. L'une des questions essentielles de l'intégration des drones est celle de la délégation du contrôle.

« En décembre 2003 pour la première fois dans l'histoire, un contrôle de niveau cinq² a été établi par un avion de patrouille maritime P-3C *Orion* américain équipé d'un *Tactical Control System* (TCS)³ sur un drone à voilure tournante *Fire Scout* »⁴. Dans ce contexte, l'UAV ne dépend plus d'une base au sol, mais agit en interaction directe avec un avion piloté sur le champ de bataille. Déléguer le contrôle à un appareil piloté permet de rendre le drone plus efficace et de lui confier des tâches plus adaptées :

« Il s'agit d'améliorer la capacité de survie de la plate-forme habitée, de diminuer le temps nécessaire aux opérations de ciblage, d'améliorer la connaissance de la situation tactique ainsi que l'acquisition des données relatives à l'évaluation des dégâts après bombardement et enfin de jouer le rôle de relais de communication au profit d'un groupe de combat naval. »⁵

¹ Dossier de presse de la DGA, 22 octobre 2003, « La DGA présente le combat aéroterrestre en réseau ».

² C'est-à-dire un « contrôle total des fonctionnalités du drone y compris dans les phases de décollage et d'atterrissage ».

³ Système de contrôle tactique.

⁴ CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 156. Toutes les citations de cette partie, sauf indication contraire, sont tirées de cet ouvrage.

⁵ CECILE Jean-Jacques, citant « NAVAIR Demonstrates Control of UAV Highest Level », *US Naval Air Systems Command*, 22 décembre 2003. Ces propos sont tenus par le capitaine Steve Eastburg, manager de programme en ce qui concerne les avions de surveillance maritime au sein du Commandement naval des systèmes aériens.

La question du contrôle oscille actuellement entre deux solutions : développer une parfaite compatibilité entre drones et stations de pilotage, ou « le développement d'engins propriétaires ».

Dans le cas des engins propriétaires, il s'agit de robots emportés et directement mis en œuvre par un avion piloté. C'est par exemple le cas du drone *Coyote*, qui est lancé à partir d'un logement cylindrique installé sur le fuselage d'un avion P-3C *Orion*, un peu à la manière d'un missile. Sachant que le P-3C *Orion* peut embarquer jusqu'à quatre-vingt quatre logements de ce type, les avantages d'un tel concept apparaissent évidents. Le problème de ce genre de projet réside dans le fait que les drones doivent s'adapter aux contraintes technologiques posées par l'engin propriétaire. Dans le cas du P-3C *Orion*, il faut noter que les tubes cylindriques servent à l'origine à stocker des bouées acoustiques et que l'appareil ne dispose d'aucun moyen de récupérer un drone. Sachant que chaque engin coûte près de dix mille dollars, cette solution peut vite s'avérer onéreuse. Néanmoins cette solution « permet, généralement à court terme et à moindre coût, de raccourcir la boucle OODA ». Cet impératif prend tout son sens quand il s'agit de frapper rapidement une cible fugace. En Russie, les ingénieurs de la *Splav State Research and Production Association* « ont intégré un drone dans une roquette cargo ; pesant 42 kilos, l'engin peut assurer, pendant 20 à 30 minutes à une altitude allant de 200 à 600 mètres, la surveillance d'une cible située à une distance qu'il est capable de couvrir en 4 minutes ». Le nombre de roquettes nécessaires pour abattre une cible pourrait ainsi être réduit de près de 25%. Aux Etats-Unis, le *Wing Store UAV* (WSUAV) lançable depuis un panier de roquettes M260/M261 installé sur un hélicoptère d'attaque devrait, de la même manière, servir d'éclaireur au profit de l'engin propriétaire.

La technique de la compatibilité complète s'avère elle aussi complexe à mettre en œuvre. Aux Etats-Unis, le programme *Airborne Manned-Unmanned System Technology* (AMUST, technologie relative à un système aéroporté mêlant engins habités et engins inhabités), initié par l'*US Army*, vise à coupler un drone *Hunter* à un hélicoptère d'attaque AH-64D *Apache Longbow*. Il est également prévu d'étendre ce principe expérimenté avec les *Apache*, aux avions de combat F/A-18 de l'*US Navy*. On peut noter au passage que le principe de coopération entre les différentes armes (ici l'Armée de terre et l'*US Navy*) préconisé par le concept de RAM (Révolution dans les affaires militaires)

est mis en œuvre dans le cadre des programmes de modernisation de l'armée américaine. De l'autre côté de l'Atlantique, en France, « une étude a été initiée au sein de l'Aviation légère de l'Armée de terre (ALAT), étude qui pourrait être à l'origine d'une implication de l'ALAT dans le domaine des engins sans pilote ».

Enfin, peut-on signaler que la « question du contrôle se pose également dès lors que l'on désire assurer une gestion interarmées de l'emploi des engins ». Ainsi une station de contrôle de l'Armée de terre doit-elle pouvoir prendre le contrôle d'un drone habituellement contrôlé par l'armée de l'Air. Cet objectif a été expérimenté aux Etats-Unis en 2003, dans le cadre du programme *Forward Look*, impliquant des drones comme le *Predator* (US Air Force), le *Shadow* (US Army) et le *ScanEagle* (US Navy).

Section 2 : La coopération entre systèmes robotisés

A/ La nécessaire collaboration entre les différents systèmes automatisés

Dans les années 1990, alors que la robotique militaire commence à vraiment se développer, la plupart des robots sont surajoutés aux systèmes de combat déjà en place et considérés comme une sorte de « bonus ». Désormais, les militaires veulent faire de ces robots un élément à part entière d'un ensemble complexe de différents systèmes d'armes. Pour devenir un véritable avantage face à l'ennemi, ces robots doivent être intégrés aux systèmes de combat et agir en interaction avec les autres unités sur le champ de bataille. A ce propos, la feuille de route de l'armée américaine en matière de systèmes automatisés pour la période 2007-2032 définit comme premier objectif : « Améliorer l'efficacité des COCOM¹ et la coalition des systèmes inhabités, à travers une intégration améliorée et la collaboration des services interarmes »².

¹ COCOM (*Combatant Commander*) : nouvelle désignation du grade de *Commander-in-Chief*.

² Feuille de route de l'armée américaine en matière de systèmes automatisés sur la période 2007-2032, United-States Department of Defense, publié le 18 décembre 2007, « *Unmanned systems Roadmap 2007-2032* », <<http://www.acq.osd.mil/usd/Unmanned%20Systems%20Roadmap.2007-2032.pdf>>, dernier accès le 24 mars 2008.

Un premier objectif est bien entendu de faire coopérer des robots en milieu homogène. On retiendra comme définition de l'expression « milieu homogène » : « un milieu dans lequel évoluent des robots retenant tous un même mode déplacement, que celui-ci soit aérien, terrestre ou naval »¹. Comme nous l'avons vu précédemment, le principal problème en milieu aérien est d'intégrer les drones dans un espace aérien où évoluent déjà des aéronefs pilotés. C'est pourquoi l'*US Army Aviation Applied Technology Directorate* (AATD, administration de la technologie expérimental aéronautique) a initié l'*Unmanned Autonomous Collaborative Operations Program*. Celui-ci permet ainsi aux drones de s'éviter en vol, mais également de se partager les objectifs au cours d'une mission commune ou de les redéfinir en cas de destruction d'un des appareils. Dans le même contexte, le programme SWARM (*Smart Warfighting Array of Reconfigurable Modules*, panoplie de combat intelligente composée de modules reconfigurables) a pour objectif de créer des drones capables de coopérer dans des missions de reconnaissance. Lancés depuis un hélicoptère *Black Hawk*, les drones partent en éclaireur : le premier drone détecte un objet suspect, le second est chargé de prendre une photo de la cible éventuelle grâce à une caméra infrarouge et le dernier retransmet alors les informations collectés à un destroyer de l'*US Navy*. Les drones tiennent le navire informés du déplacement de la cible en temps réel, jusqu'à ce que la décision d'ouvrir le feu soit prise.

En milieu terrestre, « l'*US Air Force* a fait un premier pas vers la constitution de meutes de robots coopératifs en évaluant trois engins terrestres complémentaires pour surveiller et protéger les enceintes de ses bases aériennes : c'est le programme *Remote Detection Challenge and Response* (REDCAR) ». Trois robots sont chargés de détecter une intrusion dans le périmètre de la base et faire intervenir, si besoin est, un robot armé *Scout*. Ce dernier est alors capable de faire des sommations en cinquante sept langues différentes ou, si l'individu se montre récalcitrant, de se servir de son fusil d'assaut M16A2 télécommandé.

¹ CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 162 et suivantes. Toutes les citations de cette partie, sauf indication contraire, sont tirées de cet ouvrage.

Concernant l'intégration de robots en milieux hétérogènes, les Etats-Unis sont une fois de plus leaders. Le programme SWARMS (*Scalable sWarms of Autonomous Robots and Mobile Sensors*, essaim d'échelles variables de robots autonomes et de senseurs mobiles) a ainsi pour vocation de « développer des essaims de robots susceptibles d'être déployés à grande échelle sur terre et dans les airs »¹. Mais ce projet ambitieux s'avère difficile à réaliser et à mettre en œuvre. Faire communiquer entre eux un nombre élevé de robots, sans leader désigné, et les faire évoluer dans un milieu hostile s'avère effectivement une tâche complexe. C'est alors le comportement de certains animaux qui sert de modèle : meutes de loup, essaims d'abeille... Comme on peut le remarquer, le principe défini par Carl von Clausewitz selon lequel « la première loi de la stratégie et la plus simple est [de] *concentrer ses forces* »² n'est pas totalement caduc. L'Armée de terre américaine développe pour sa part de nombreux programmes allant dans le même sens, comme le *Family of Unmanned Systems Experiment* (FUSE, expérience d'une famille de systèmes inhabités) ou le *Networked Unmanned Ground-Air Sensor* (NUGAS) de l'*Army Research Laboratory* (ARL). Le projet NUGAS, par exemple, envisage de mettre en œuvre des drones afin de reconnaître l'itinéraire d'un convoi, tandis que les UGV impliqués interviendront en présence d'objets suspects indétectables depuis le ciel. « C'est là un exemple emblématique qui démontre que les capacités de l'ensemble pris comme un tout sont supérieurs à la somme des capacités de chaque robot pris individuellement »³.

Toujours dans le cadre de la coopération entre robots, il est important de signaler le rôle des UMS (*Unmanned Maritime Systems*) lanceurs de drones. En ce qui concerne le lancement de drones à partir du pont d'un navire, il est probable qu'à moyen terme, seuls des drones de petites tailles soient concernés, comme le *Pointer* américain. L'inconvénient étant la faible autonomie de ce type d'engins. Il existe cependant une alternative : lancer et récupérer un UAV à partir d'un USV (*Unmanned Surface Vehicle*). C'est l'objectif que s'est fixé l'*Office of Naval Research* avec les prototypes d'USS-LS (LS pour *Low Speed*, basse vitesse) et d'USS-HS (HS pour *High Speed*, haute vitesse). Ces deux sous-marins devraient être capables d'embarquer quatre drones qu'ils seront

¹ JPB, « Le projet SWARMS », 2005, dernier accès le 26 avril 2008, <www.automatesintelligents.com>.

² CLAUSEWITZ Carl von, *De la guerre*, Paris, Perrin, 2006 (réédition), p. 208.

³ CECILE Jean-Jacques, citant TIRON « Army Plans to Network Ground Robots and Unmanned Aircrafts », *National Defense Magazine*, mai 2004.

chargés de lancer et de récupérer, mais également d'entretenir, de recharger en carburant. Les USV propriétaires pourront également actualiser les paramètres de mission des drones et récupérer les données que ceux-ci ont collectées. Dans ce type de programme, « les principales difficultés apparaissent être de trois ordres : les systèmes devront être tolérants aux fortes vibrations, pouvoir opérer durablement dans un environnement maritime corrosif et rester opérationnels même par mer très formée ».

Tous ces programmes d'intégration des robots et drones aux systèmes de combat montre l'ampleur prise par la robotisation militaire au sein des armées occidentales, particulièrement aux Etats-Unis. Cependant, il convient d'appuyer sur le rôle central joué par les réseaux de communication.

B/ Le principe de la guerre en réseau et le rôle des réseaux de communication et de transmission

Le principe de guerre en réseau (*Network Centric Warfare*, NCW) évoqué précédemment joue un rôle central dans le développement de la robotique militaire. Dans le cadre de la NCW, tous les acteurs du champ de bataille sont en relation direct entre eux, mais ils sont également en liaison permanente avec les décideurs militaires. On passe ainsi d'un système où chaque plate-forme joue un rôle autonome à un système où tout est basé sur l'interdépendance (cf. figure 2) : à chaque instant, chaque acteur doit pouvoir être informé des dernières décisions prises ou des dernières informations collectées. Ce n'est pas un hasard si on parle parfois de « combat info-centré » : la collecte d'informations en temps réel permet de maintenir un avantage stratégique sur l'ennemi et pour cela, il faut disposer de réseaux de communications et de transmission importants.

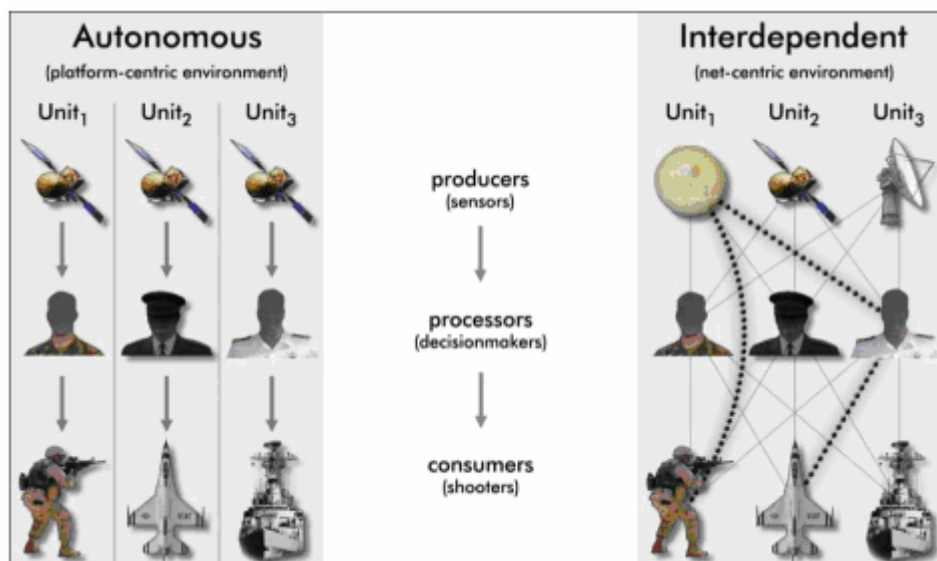


Figure 2. La guerre en réseau et le principe de l'interdépendance¹

L'Office of Naval Research dirige le programme *Autonomous Intelligent Network and Systems* (AINS, réseaux et systèmes autonomes intelligents) dont l'une des composantes vise à « livrer clé en main un réseau de transmission de données apte à prendre en compte drones aériens ainsi que robots terrestres et qui soit capable d'adapter automatiquement sa propre configuration dans un contexte caractérisé par une situation en évolution rapide »². La difficulté est réelle, sachant que le réseau devra être suffisamment autonome et intelligent pour connecter entre elles des milliers de plateformes inhabitées, sachant que certains véhicules se déplaceront plus vite que le son. Un responsable militaire ne pourra pas suivre des centaines, voire des milliers des robots sur ses écrans de contrôle et décider ce que chacun d'entre eux devra faire, d'où la nécessité de mettre l'intégralité des systèmes inhabités en réseau entre-eux.

En France, la DGA et l'Armée de terre ont pris conscience du rôle central joué par les nouvelles technologies de l'information et la communication (NTIC). En 2004, le système de radio permettant aux différents systèmes militaires de communiquer entre eux passe en haut-débit, avec jusqu'à 1 mégabit de débit par seconde. Ce nouveau réseau de

¹ Source : <<http://taosecurity.blogspot.com/2006/10/thoughts-from-iatf-meeting.html>>.

² CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 174 et suivantes.

communications offre ainsi « une capacité au moins 50 fois supérieure aux systèmes [précédents] »¹.

Tous ces éléments relatifs à l'intégration des robots militaires au sein des systèmes de combat commencent à être mis en œuvre au sein des armées occidentales. Nous illustrerons cette tendance en présentant le programme de *Future Combat System* (FCS) de l'armée américaine, ainsi que le projet de *bulle opérationnelle aéroterrestre* (BOA) développé en France.

Section 3 : L'exemple du *Future Combat System* américain et du concept de *bulle opérationnelle aéroterrestre* français

A/ Le *Future Combat System* tente de révolutionner l'armée américaine

Traditionnellement, la modernisation des armées se fait par étapes successives : un char obsolète est remplacé par un modèle plus récent, un avion de chasse vieillissant se voit progressivement substituer une version améliorée, etc. Mais le *Future Combat System* (FCS), issu des réflexions menées dans le cadre de la RAM et de la *Transformation*, vient révolutionner cette conception et propose de remplacer tout un ensemble d'unités et d'équipements intégrés de l'*US Army*. Très soutenu à ses débuts par l'ex-secrétaire à la Défense Donald Rumsfeld et le général Eric Shinseki (ex-chef d'état-major de l'*US Army*), le FCS a d'ambitieux objectifs :

« Le FCS (Future Combat System ou système de combat futur) constitue un concept futuriste [...] visant à permettre aux forces terrestres américaines d'appréhender de manière globale le champ de bataille terrestre et, *via* divers sous-programmes complémentaires, à lui fournir des moyens de combat et d'observation (pilotés ou robotisés) ou de soutien (réseaux de communication et de commandement liant et gérant l'ensemble des outils de combat), propres à lui assurer une indéniable supériorité tactique sur tout adversaire potentiel. »²

¹ Dossier de presse de la DGA, 6 juin 2002, « Projet BOA (Bulle Opérationnelle Aéroterrestre) », p. 25.

² PROME Jean-Louis, « *Future Combat System* : un JTRS bien trop ambitieux ? », DSI, septembre 2007, n°29, pp. 82-87.

Cependant, toute une série d'évènement fait prendre du retard au FCS. La guerre en Afghanistan et l'intervention américaine en Irak, mais également l'ouragan Katrina, constituent des gouffres financiers pour l'administration américaine qui doit effectuer des coupes de budgets. Bien que multiplié par deux entre 1998 et 2006 (passant ainsi de 265 milliards de dollars à près de 529 milliards¹), le budget militaire des Etats-Unis est prioritairement investi dans l'effort de guerre en Afghanistan et en Irak. En novembre 2003 déjà, le général John Caldwell, adjoint militaire de l'assistant au secrétaire de l'Armée de terre américaine pour les acquisitions, décide d'aménager l'effort technologique FCS en produisant « sur le court terme des sous-ensembles améliorés directement transposables aux chars M1 *Abrams* et blindés d'infanterie M2/M3 *Bradley* en service »². En 2005, l'avenir du FCS semble vraiment compromis en raison de coûts jugés trop élevés, de technologies mal maîtrisées et d'un manque d'encadrement du projet par des experts. A la fin de cette même année, le programme est restructuré et la première *Brigade Combat Team* (BCT) entièrement équipée devrait être opérationnelle pour 2014. Malgré ses déboires, le *Future Combat System* reste donc toujours d'actualité et il est intéressant de constater qu'il est le premier programme de cette ampleur à accorder autant d'importance aux robots et aux drones (cf. figure 3).

Le schéma qui suit présente donc les différentes composantes du *Future Combat System* américain. On observe que la part des engins robotisés est très importante. Face aux huit modèles de blindés habités, on trouve quatre types de drones, six versions de robots terrestres et une série de senseurs abandonnés. Les différentes plates-formes de cette architecture complexe sont constamment reliés les uns aux autres via un système robuste de moyens de communication et de réseaux de transmission.

¹ Source : Radio France International, <www.rfi.fr>.

² CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 113.

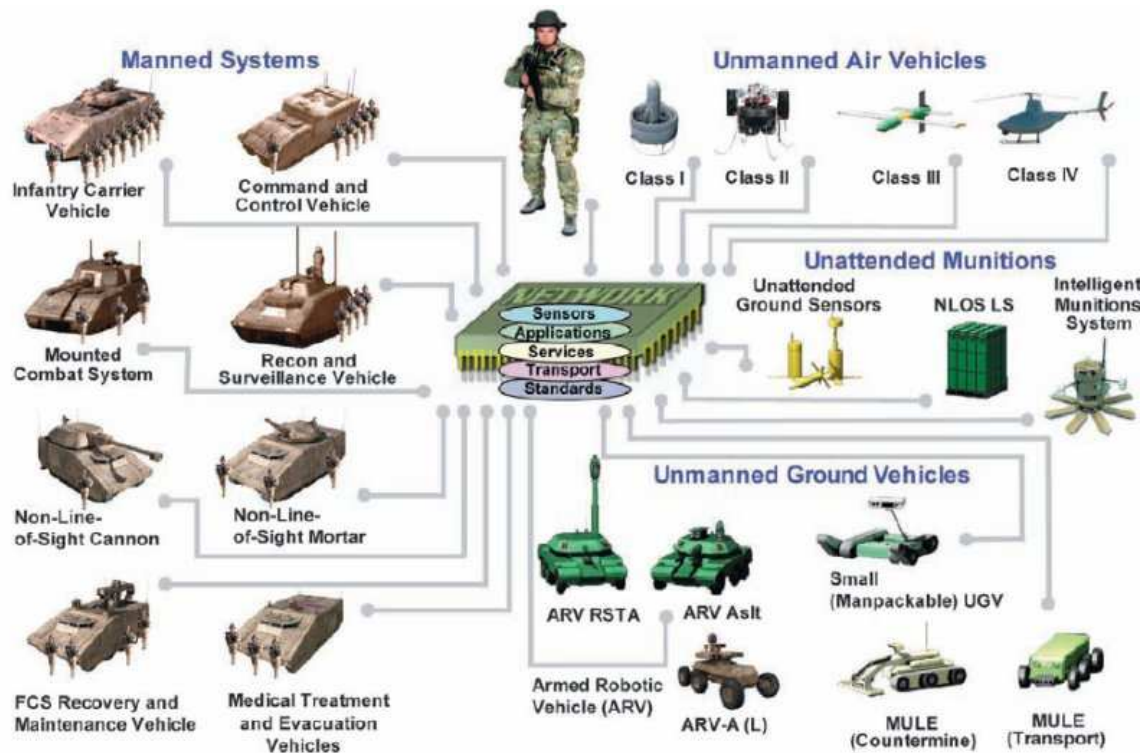


Figure 3. Les différents composants du *Future Combat System*¹

D'un point de vue terrestre, le FCS intègre principalement six robots : le *Soldier/Small Unmanned Ground Vehicle* (SUGV), deux versions de l'*Armed Robotic Vehicle* (ARV), ainsi que trois versions du *Multifunction Utility Logistics and Equipment* (MULE). Avec un poids inférieur à quatorze kilos, le SUGV doit remplir le rôle de robot de reconnaissance et d'exploration d'infrastructures souterraines. Il pourra également détruire des portes à l'aide d'un lance-grenade ou servir de sentinelle. Précisons que chaque FCS, de la taille d'une brigade, comprendra jusqu'à 1 800 exemplaires du SUGV, ce qui montre l'ampleur du projet. Le MULE, développé conjointement par *Lockheed Martin*, *Rod Millen Special Vehicles* et *BAE Systems*, est un engin évoluant sur six roues, capable de franchir de nombreux obstacles et gués. Cet UGV aura vocation à transporter une partie de l'équipement du fantassin, ce qui facilitera grandement sa mobilité : un soldat en opération en Afghanistan ou en Irak peut effectivement avoir à emporter jusqu'à 48 kilos de matériel avec lui. Mais le MULE permettra également de recharger les batteries de certains équipements individuels, de fournir des senseurs de vision nocturne ou même de générer de l'eau potable grâce à un ingénieux système de récupération de l'hydrogène présent dans les gaz d'échappement couplés à de l'oxygène.

¹ Source : <www.globalsecurity.org>.

Il est existera également une version de combat du MULE, équipé d'un canon automatique à tir rapide, voire de missiles antichar *Javelin*. Enfin la dernière version du MULE sera chargée des missions MIW/MCM (déminage). Cet UGV devrait être produit à 1 200 exemplaires, mais les dix-neuf premiers prototypes ne devraient être livrés que d'ici 2010-2011. Enfin, le troisième robot du FCS est l'UGCV (*Unmanned Ground Combat Vehicle*, véhicule terrestre inhabité de combat) l'*Armed Robotic Vehicle* (ARV) de BAE Systems. Décliné en deux versions, l'ARV aura vocation à devenir « un engin d'appui direct équipé d'une tourelle capable de tirer des missiles et dotée d'un canon automatique à tir rapide »¹. Cet UGCV remplira des missions aussi diverses que la reconnaissance, l'appui direct, le déploiement de senseurs abandonnés, l'évaluation de dommages après bombardement (BDA, *Battle Damage Assessment*) ou encore l'acquisition de cibles. 700 blindés de ce type doivent être acquis par l'armée américaine.

Concernant les drones aérien du FCS, quatre classes d'UAV seront mises en œuvre. En mars 2005, la DARPA a choisi *Boeing* et *Science Applications International Corporation* pour réaliser le *Micro Air Vehicle* (MAV) *Honeywell* qui constituera le drone de classe un du FCS. Ce petit drone à voilure tournante ne volera pas à une altitude de plus de cent cinquante mètres et mènera des missions de reconnaissance. Les drones de classe deux et trois, pour leur part, font l'objet d'une vive compétition entre différents industriels. Mais le drone de classe quatre est déjà choisi : il s'agit du MQ-8B *Fire Scout* de *Northrop Grumman* et *Schweizer Aircraft*. Cette version améliorée du RQ-8A est équipée d'un rotor à quatre pales au lieu de trois, ce qui lui assure une meilleure autonomie et une capacité d'emport plus importante.

Alors que le FCS n'est pas encore opérationnel, certains problèmes se posent déjà. Concernant le SUGV par exemple : outre quelques défauts techniques qui restent encore à régler, un délicat problème se pose. L'utilisation de ce type robot à vocation à se généraliser, cependant un soldat pris sous le feu de l'ennemi sera-t-il incité à sortir la console de commande du SUGV pour l'envoyer en reconnaissance ? L'exercice *Urban Warrior* qui s'est déroulé en mars 1999 à Oakland en Californie a montré que « nombre de *Marines* furent fictivement tués alors qu'ils étaient occupés à se servir de leurs

¹ *Ibid.*, p. 122.

équipements informatiques individuels »¹. De plus la lueur de l'écran de contrôle aurait permis de faciliter leur repérage par les soldats ennemis. Le taux de perte humaine aurait été supérieur de 15% par rapport au taux moyen de combat urbain de ces dernières années. Paradoxal quand on sait que l'insertion des robots sur le champ de bataille est motivé par la volonté de protéger des vies humaines. Quant au MULE, son rôle est de suivre les soldats partout, mais comme on l'a vu précédemment, sa conception pose déjà des difficultés. Le *BigDog* développé par *Boston Dynamics* et ses pattes mécaniques pourrait d'ores et déjà prendre la succession du MULE et de ses six roues inadaptées.

Si le *Future Combat Systems* parvient à se maintenir, drones et robots joueront un rôle de premier plan sur le champ de bataille d'ici 2015. Cependant, beaucoup de spécialiste craignent d'autres retards et réductions de budgets. « Au final, bien que le FCS soit essentiel pour l'*Army*, l'avenir de ce dernier semble largement compromis » affirme Joesph Henrotin, « à plus de 300 milliards [...], les choix effectués pourraient s'avérer tellement coûteux qu'ils seraient susceptibles d'impacter l'aptitude au combat de l'*US Army* »².

B/ Le concept BOA intègre drones et robots

La bulle opérationnelle aéroterrestre (BOA) est un concept imaginé par la Délégation générale pour l'armement (DGA) à la fin des années 1990, en collaboration étroite avec l'Armée de terre. Il impliquera de nombreux industriels et laboratoires de recherche, tout en restant ouvert à une éventuelle coopération européenne ou internationale. Contrairement au *Future Combat System*, le projet BOA ne prévoit pas un remplacement massif des véhicules et équipements en service : il s'agit plutôt d'adapter les plates-formes déjà existantes et de les compléter avec des nouveaux systèmes plus performants, comme des drones. Cela tient principalement d'une question de financement : le FCS américain mobilise près de 300 milliards de dollars (près de 200 milliards d'euros), le projet BOA français représente un investissement de 60 millions

¹ *Ibid*, p. 117.

² HENROTIN Joseph, « FCS : le combat du futur selon l'*US Army* », *Technologie & Armement*, avril-mai 2007, n°5, pp. 46-47.

d'euros. Le projet BOA reste cependant dans la même veine que le *Future Combat System*, en s'inscrivant dans le cadre de la guerre réseau-centrée : « Son efficacité reposera sur la complémentarité de moyens qui fonctionnent en synergie »¹. On se rappelle d'ailleurs que la synergie interarmes est un des quatre principes stratégiques qui fonde la *Revolution in Military Affairs* américaine. Le projet BOA devrait être opérationnel d'ici 2025.

Pour bien appréhender le concept de BOA il faut avant tout raisonner en termes de systèmes et de sous-systèmes. Le dossier de presse de la DGA sur la bulle opérationnelle aéroterrestre explique ce principe :

« Un système (avion, voiture, char) est constitué d'un nombre important de composants élémentaires et de sous-systèmes. Lors de la conception, les choix effectués sur les différents composants sont interdépendants : un composant (un poste de radio) nécessite pour son fonctionnement la présence d'un autre composant (une antenne) [...]. Il y a donc une nécessité technique de penser à la bonne intégration des différents composants pour en faire un système cohérent. Les performances globales d'un système sont bien évidemment liées aux performances individuelles des différents composants. »

Ce raisonnement en terme de « systèmes » est donc nécessaire et d'autant plus important que la présence de drones et de robots est envisagées sur le champ de bataille.

Comme dans le FCS américain, la bulle opérationnelle aéroterrestre se fonde sur un ensemble de blindés légers dont le poids n'excède pas les vingt tonnes. En France, ce sont surtout des engins déjà en service qui vont être modernisés. Ainsi, les blindés ATF et C130 vont-ils adopter un nouveau blindage (en composites, aluminium ou titane), ainsi que des brouilleurs de capteurs de vision et désignation ennemis. Il est envisagé d'utiliser des drones « fiables et possédant un bon niveau d'autonomie décisionnelle » pour partir en reconnaissance sur le champ de bataille et détecter des cibles pour les chars d'assaut. Un aspect important de BOA est également l'objectif de protection des unités. Pour cela, la DGA prévoit trois pistes de réflexion : réduire le risque d'être détecté par l'ennemi, réduire le risque d'être atteint par celui-ci et, enfin, réduire le risque de perte ou de blessure des occupants des véhicules. Dans le premier cas, il y a fort à parier que les

¹ Dossier de presse de la DGA, 6 juin 2002, « Projet BOA (Bulle Opérationnelle Aéroterrestre) ». Sauf indication contraire, toutes les citations et informations de cette partie sont tirées de ce document.

travaux sur la furtivité effectués dans le cadre du programme *nEUROn* seront mis à profit afin de réduire la signature électromagnétique des engins. La possibilité d'utiliser des leurres est également évoquée, cette mission pouvant éventuellement être remplie par des robots. En ce qui concerne l'objectif de réduction des risques d'être atteint par un projectile ennemi, certaines technologies à développer sont souvent proches de celles mises à profit pour les robots ou les drones : détection d'éclairement laser, brouillage infrarouge et électromagnétique, développement des communications, traitement et fusion de l'information, miniaturisation...

Pour rentrer plus directement dans le sujet qui nous intéresse, notons que la bulle opérationnelle aéroterrestre envisage « l'utilisation de systèmes autonomes tels que les drones et robots, en coopération avec des véhicules blindés ou des fantassins », il s'agit même de « l'évolution la plus spectaculaire mais aussi la plus ambitieuse du système BOA ». Trois spécificités sont mises en avant : la nécessaire miniaturisation des drones et robots, leur simplicité d'emploi et leur fiabilité. Les drones doivent permettre aux véhicules « d'engager l'adversaire hors de sa vue directe », ce sont donc des drones tactiques de très court portée qui sont probablement évoqués ici. Mais la DGA évoque également la possibilité de faire évoluer des drones en essaim et même de coordonner hommes et robots. Ce sont ici des drones miniatures qui doivent être mis en œuvre, particulièrement pour permettre « une plus grande visibilité en milieu urbain ». Un grand nombre de missions pourrait être confié à ces drones : recherche d'individus égarés ou pris en otages, désignation d'objectif, leurre radar, reconnaissance NBCR, relais de transmission, assistance au déminage, mais également missions d'attaque. Les systèmes de drones tactiques intermédiaires (SDTI) et les systèmes intérimaires de drones de Moyenne Altitude Longue Endurance (SIDM) seront probablement intégrés au projet de bulle opérationnelle aéroterrestre. Le SIDM est un drone MALE de 16,6 mètres d'envergure pour un poids de 1,2 tonnes, doté d'une autonomie de vingt heures. Les images qu'il capte, à près de 25.000 mètres d'altitude, sont envoyées via une liaison satellitaire de jour comme de nuit. Fruit d'une coopération entre EADS et l'entreprise israélienne IAI, le SIDM a volé pour la première fois en septembre 2006. Ce n'est qu'en 2007 qu'il a été transféré au centre d'expérimentations aériennes militaires (CEAM) de

Mont-de-Marsan, afin d'être soumis à une série d'évaluation avant sa mise en service effective au deuxième semestre 2008¹.

Concernant les UGV, « la DGA cherche à exploiter le potentiel offert par les robots. En effet, grâce à la multitude des travaux qui leur sont consacrés tant dans le domaine civil [...] que militaire, ce potentiel augmente ». Des chars lourds télécommandés AMX 30 B2DT et *bouteur* D9 doivent être mis en œuvre pour des missions de déminage. Mais le projet central de la DGA en matière de robotisation terrestre est probablement le projet SYRANO (Système Robotisé d'Acquisition et de Neutralisation d'Objectifs), qui a vocation à désigner des cibles au profit d'autres unités. En parallèle de ces deux principaux postes de recherche, la DGA travaille également sur des projets de robots terrestres miniatures qui pourraient s'avérer très utiles en milieu urbain. Des sites d'essais de zone urbaine ont même été créés afin de tester ces UGV en conditions réelles. « Les robots devront bien sûr communiquer avec les autres composantes militaires » et c'est pourquoi une attention toute particulière est apportée à l'amélioration des réseaux de communication hertzienne. Dans le cadre de BOA, la DGA va principalement lancer des études sur les thèmes de la souplesse d'utilisation, de l'autonomie décisionnelle et du commandement des systèmes collectifs ».

On a vu dans cette partie que la robotique militaire offre un large éventail de véhicules sans-pilote et de robots capables d'effectuer différents types de missions. De formes et de tailles diverses, ces engins sont capables d'évoluer dans les airs, sur terre ou même en milieu maritime. L'enjeu stratégique principal est naturellement de les intégrer aux systèmes de combat, afin d'exploiter au maximum leur potentiel opérationnel. Cependant, il est important de se pencher sur les dangers de la robotisation militaire, ainsi sur les questions éthiques qu'elle soulève. Ce sont ces aspects qui sont traités dans la troisième partie de ce travail.

¹ LIMOUSIN Céline (Lieutenant), « Le SIDM, pourquoi il séduit ! », *Air actualités*, décembre-janvier 2008, n° 607, pp. 22-31.

PARTIE III

**LES QUESTIONS ÉTHIQUES
SOULEVÉES PAR LA
ROBOTIQUE MILITAIRE**

Chapitre 1

Les interrogations à court terme

« Il est hélas devenu évident aujourd'hui que notre technologie a dépassé notre humanité » affirmait Albert Einstein en pleine Guerre froide. Bien que le contexte ait changé, cette phrase conserve toute sa pertinence aujourd'hui. A l'aube du XXI^e siècle, la technologie joue un rôle toujours plus important et les Occidentaux voient en elle une sorte de *deus ex machina*, capable de dénouer toute sorte de situations dramatiques. Les ordinateurs et internet envahissent désormais tant le quotidien professionnel que la vie privée, en Europe, on compte plus de 670 millions d'abonnés au téléphone portable, dans les usines, les ouvriers sont de plus en plus assistés -voire remplacés- par des robots industriels... Le phénomène de robotisation s'inscrit naturellement dans cette tendance générale de confiance quasi-absolue dans le progrès technologique. Mais dans le domaine militaire, les implications et les enjeux de la technologie sont naturellement plus délicats que dans la société civile. C'est pourquoi, avant de nous pencher à proprement parler sur les questions éthiques, il est important de prendre connaissance des débats relatifs à la place de la technologie dans la guerre.

Section 1 : Guerre et technologie : un investissement profitable ?

A/ Les débats entre technophiles et technophobes

Martin Heidegger affirmait que « l'essence de la technologie n'est pas technologique », mais qu'elle réside dans l'utilisation qu'en fait l'homme. Dans l'Antiquité, l'homme se sert de ce que lui prodigue la nature afin de développer ses technologies. « Aucune violence n'est faite à la nature elle-même. La nature est cosmique. Elle fait partie du plan divin »¹. S'attaquer à la nature c'est offenser dieu et remettre en question sa propre humanité. Mais très rapidement, ce rapport à la nature change : avec

¹ COKER Christopher, *The Future of War*, Carlton, Blackwell Publishing, 2004, p. 20.

l'invention du moulin à vent, vers l'an 600 en Perse, l'homme développe une volonté de dompter la nature. Néanmoins, si l'homme exploite le vent, il n'en demeure pas moins dépendant de son souffle. Avec les révolutions industrielles du XIXe siècle, ce rapport à la nature change : l'homme exploite la nature tant qu'il peut et tente même de la dompter. Les cycles des saisons ne sont plus respectés dans l'agriculture, tandis que l'homme lui-même devient une ressource. « L'homme à son tour devient un objet, et non plus un sujet, de la technologie »¹. C'est cet encadrement du monde, alors perçu comme une réserve permanente, que Heidegger caractérise de « désenchantement du monde moderne ». Dans le cadre de la guerre, le rôle de la technologie peut être perçu de deux manières différentes : soit elle déshumanise la guerre, soit elle permet de mener une guerre plus « propre ». Quoiqu'il en soit, l'application militaire de la technologie suscite depuis longtemps de vifs débats.

S'il est aujourd'hui admis que la technologie est un élément essentiel des opérations militaires, il existe néanmoins un débat « quant à l'importance relative de la technologie par rapport à d'autres facteurs comme l'entraînement ou la morale, pour remporter la victoire lors d'une bataille »². Certains spécialistes s'interrogent également quant à savoir pourquoi telles technologies sont intégrées aux systèmes de combat, tandis que d'autres sont mises à l'écart pour des raisons parfois obscures. De la même manière, la pérennité de certaines technologies est pointée du doigt : malgré des coûts de développement et de production parfois très élevés, certains véhicules ou équipements de pointe deviennent rapidement obsolètes. Avec la Révolution dans les affaires militaires (RAM) menées aux Etats-Unis, et qui inspire dans une certaine mesure les autres armées occidentales, certains experts pensent même que la manière de mener la guerre³ va être transformée.

¹ *Ibid.*, p. 21.

² COHEN Eliot, « Technology and Warfare » in BAYLIS John *et al.*, *Strategy in the Contemporary World*, New York, Oxford University Press, 2002, p. 235.

³ Ce que les Anglo-Saxons appellent « *way of war* » est un concept qui englobe les traditions militaires d'un groupe armé (étatique ou non), son rapport à la guerre et à la technologie, sa conception de la stratégie. Dans son ouvrage *The New Western Way of War*, Martin Shaw décrit par exemple comment les Occidentaux ont progressivement adopté un nouveau « *way of war* », fondé entre-autre sur un transfert du risque vers les populations civiles, depuis la guerre du Viêtnam. (SHAW Martin, *The New Western Way of War*, Cambridge, Polity Press, 2005).

Beaucoup de militaires et d'ingénieurs sont convaincus que posséder le char d'assaut léger le plus perfectionné est un facteur indéniable de supériorité tactique. De la même manière, le grand public est souvent fasciné par les prouesses accomplies par les blindés ou les avions de chasse de dernière génération. Cependant, nombreux sont les spécialistes, particulièrement les historiens militaires, à remettre en cause l'importance de la technologie dans la guerre. Malheureusement, ce débat entre partisans et opposants à la technologie, respectivement surnommés « technophiles » et « technophobes », n'advient que rarement au niveau stratégique.

Avant de nous pencher sur les débats qui alimentent les cercles militaires, penchons-nous d'abord sur quelques aspects du concept de technologie. « Considérons comme point de départ, la question : "D'où vient la technologie militaire ?". Nous concevons souvent la technologie comme quelque chose de prédéterminé »¹ : il n'en est rien. Il existe une métaphore selon laquelle les découvertes technologiques seraient toutes dissimulées derrière des portes et les scientifiques n'auraient qu'à trouver les clés adéquates pour accéder à ces technologies. Cette façon de concevoir l'innovation technologique est contestée par certains spécialistes qui affirment que ce processus n'est pas aussi simple. Selon eux, les nouvelles technologies sont souvent élaborées en réponse aux défauts des technologies existantes, mais elles peuvent également être le fruit de considérations non-rationnelles, comme l'esthétique par exemple. L'élaboration de certains ordinateurs est, par exemple, guidée tant par la nécessité d'améliorer les composants internes que par la volonté d'offrir un produit esthétique. « Ces différentes théories nous offrent diverses explications quant à savoir comment certaines innovations surviennent, tandis que d'autres échouent à voir le jour »². On peut ainsi s'interroger sur les raisons qui ont fait que les Etats-Unis ont mis près de trente ans, depuis les succès des *Firebee* pendant la guerre du Viêtnam, à intégrer les UAV à leurs forces armées. Plusieurs explications sont possibles : l'immaturité des technologies (théorie selon laquelle les progrès technologiques ne seraient que le fruit de la patience et qu'il faut seulement trouver des solutions qui existent déjà : métaphore des portes et des clés), l'absence de missions nécessitant l'intervention d'UAV (importance du contexte),

¹ COHEN Eliot, *op. cit.*, p. 236 et suivantes. Sauf indication contraire, toutes les citations et informations de cette partie sont tirées de cet ouvrage.

l'inexistence de faiblesses ou de défaillances dans les technologies utilisées à l'époque ou encore le rejet de cette nouvelle technologie par des pilotes hostiles au principe de l'aviation non-pilotée (explication non-rationnelle : peur, méfiance). Bien qu'aucune des ces explications ne soit entièrement satisfaisante, cet exemple nous invite à nous interroger sur les conditions préliminaires au développement des technologies militaires.

A ce propos, il est important de mettre en avant le fait qu'il existe différentes cultures technologiques selon les pays. Ainsi les Américains privilégient-ils des chasseurs aériens ayant une longue autonomie afin de pouvoir agir sur des théâtres d'opérations distants de leur territoire national. Les Israéliens, au contraire, préféreront des appareils privilégiant le blindage à la portée. Afin de mieux se rendre compte de l'influence du facteur national sur les choix technologiques, il est intéressant de se pencher sur les compromis effectués par les ingénieurs militaires. Prenons l'exemple d'un char d'assaut, dont les trois principales caractéristiques sont le blindage, la vitesse et la puissance de feu. Les ingénieurs sont toujours amenés à faire des compromis : en privilégiant le blindage du véhicule, la vitesse sera conséquemment réduite ; en revanche réduire le calibre du canon permet de gagner en vitesse, mais aux dépens de la puissance de feu. Ainsi, le char M1 *Abrams* américain est-il réputé pour sa rapidité, tandis que le char *Merkava* israélien accorde une priorité certaine à la protection de l'équipage du véhicule, mais se déplace à 55 km/h contre 90 km/h pour le *Abrams*.

Historiquement, on observe de nombreux sauts technologiques qui ont changé la face de la guerre. C'est le cas, par exemple du développement du fusil, du chemin de fer et du télégraphe, au milieu du XIXe siècle ; ou encore l'utilisation de l'avion, du lance-flamme et des mitrailleuses pendant la Première Guerre mondiale. Dans les années 1970, des théoriciens soviétiques annonçaient déjà une « révolution dans les affaires militaires », avec le développement du radar et des munitions de précision. D'après-eux, les Etats-Unis seraient les principaux développeurs de ces technologies, aux dépens de l'URSS. Un ensemble de nouvelles technologies fut effectivement mis en œuvre en 1991, avec la Guerre du Golfe et en 2001, avec l'intervention en Afghanistan. L'utilisation de PGM (*Precision Guided Munitions*), de drones et de divers systèmes de renseignement, appréhendés comme un système de systèmes, devenait selon l'Amiral William Owens, vice-président de l'état-major interarmes américain de 1994 à 1996, « l'ultime potentiel

des nouvelles technologies, si ce n'est leur véritable achèvement ». Beaucoup prirent le contre-pied de cette position, affirmant que ces évolutions technologiques n'étaient que de la poudre aux yeux et que le « brouillard de guerre » évoqué par Clausewitz subsisterait, quelques puissent être les progrès technologiques développés par les militaires. Pour reprendre les mots du grand stratège prussien :

« La guerre est le royaume de l'incertitude ; à la guerre, les trois quarts des événements sur lesquels repose l'action sont plongés dans le brouillard d'une incertitude plus ou moins profonde. C'est là qu'il y a besoin d'un intellect pénétrant et subtil pour discerner la vérité à la seule aune de son pouvoir de jugement. »¹

Ainsi, selon les opposants à la technologie toute-puissante, seul l'intuition et le discernement de l'esprit humain peuvent véritablement influencer sur le cours d'une bataille. Le développement des réseaux de communications et l'apparition du concept de guerre réseau-centrée, tendent à mettre à mal ce point de vue, mais les récents conflits viennent nuancer ce constat. En effet, malgré l'utilisation de drones pour collecter des renseignements et la mise en œuvre de NTIC, l'armée américaine peine à imposer son autorité en Afghanistan ou en Irak. En fait, si les nouvelles technologies permettent d'être redoutablement efficace dans les missions offensives, elles apparaissent beaucoup moins adaptées quand il s'agit de maintenir la paix civile, de reconstruire un pays ou de faire face à des ennemis qui se fondent dans la population civile. On en revient aux théories sur la guerre de quatrième génération, où la technologie est souvent utilisée à mauvais escient. D'après William S. Lind, les nouvelles technologies sont à double tranchant : bien que fruit d'une évolution, elles sont également porteuses de nouvelles faiblesses. « Le développement de la robotique, des véhicule télécommandé [...] et de l'intelligence artificielle, peut offrir un potentiel de tactiques radicalement nouvelles. En contrepartie, une dépendance accrue à de telles technologies peut ouvrir la porte à de nouvelles vulnérabilités, comme la vulnérabilité aux virus informatiques »².

En réalité, le débat quant à savoir si une révolution dans les affaires militaires a véritablement eu lieu reste ouvert. Depuis le Viêtnam, les Etats-Unis et ses alliés n'ont

¹ CLAUSEWITZ Carl von, *De la guerre*, Paris, Perrin, 2006 (réédition), p. 78.

² LIND William S. et al., « The Changing Face of War : Into the Fourth Generation », Marine Corps Gazette, octobre 1989, dernier accès le 2 avril 2008, <http://www.d-n-i.net/fcs/4th_gen_war_gazette.htm>.

été impliqué que dans des conflits de basse intensité ou contre des ennemis qui ne pouvaient rivaliser ni par le nombre, ni par la technologie : conflits en ex-Yougoslavie, intervention en Afghanistan, etc. Ainsi, « il est possible qu'une révolution dans les affaires militaires ait bien eu lieu, mais il faudrait un plus grand nombre de preuves réunies au cours d'un conflit bien plus important pour que cela devienne manifeste ». Ce qui reste une réalité, c'est que les armées occidentales font actuellement face à de nombreux développements technologiques et doivent réussir à les intégrer de manière efficace, particulièrement dans le domaine des communications et de la collecte d'informations. Avec le développement de la transmission d'informations électronique en temps réel, des communications radio longue-portée ou encore des moyens de collecte de renseignements (comme les UAV de reconnaissance), participe à rendre le champ de bataille de plus en plus interactif. C'est peut-être là que réside la véritable révolution technologique des armées occidentales.

B/ La difficile conciliation entre technologie et stratégie

Qu'on soit technophobe ou technophile, « il est aujourd'hui devenu trivial d'indiquer que la technologie est devenue essentielle à la réalisation des opérations militaires »¹. Les débats portant sur l'impact de la technologie sur les conflits armés émergent dès la fin du XIXe siècle. Pendant la Guerre froide, le rapport à la technologie va néanmoins être bouleversé par le fait nucléaire. « Autant l'aviation et la marine étaient dépendantes des techniques, autant la stratégie nucléaire dépendait, pour sa réalisation – et sa conceptualisation- [...] de la technologie ». Il est donc important de conceptualiser les différences entre la technique et la technologie. La première n'est qu'une notion neutre, qui désigne un ensemble de méthodes propre à un art ou une science. La technologie, pour sa part, est la science des techniques, ou dit différemment « un discours sur les techniques (elle combine *Technê* et *Logos*) et constitue l'intégration dans le champ des activités humaines de la technique, comme la vision qu'on peut lui porter, ses apprentissages ou ses représentations ». Néanmoins, il est impossible de nier le lien de

¹ HENROTIN Joseph, « Technologie et stratégie, une philosophie à écrire », *Technologie & Armement*, février-mars 2007, n°4, pp.28-31. Toutes les citations et informations qui suivent sont également tirées de cet article.

filiation entre technologie et technique et il en découle d'ailleurs des débats entre décideurs militaires et politiques, qui ont souvent tendance à opérer une dichotomie qui n'a pas lieu d'être entre technologie et stratégie.

« La majeure partie des publications sur la RMA montre ainsi une opposition entre technique et stratégie, avec pour objectif que l'une ou l'autre permette d'obtenir la victoire ou le succès en opération ». Cependant, les faits empiriques nous montrent clairement que les deux domaines sont étroitement liés et doivent être pensés en termes réciproques. La conception du drone *Predator*, par exemple, est le fruit d'un ensemble d'interactions entre des acteurs militaires, politiques et industriels, inspirés par l'expérience du passé. Initialement utilisé pour palier à la difficulté de collecter des renseignements fiables sans prendre de risque, il a par la suite évolué vers des missions de brouillage ou de relais de communication. Mais rapidement, la tournure des événements en Irak a fait comprendre l'intérêt de disposer de drones armés et c'est ainsi que le RQ-1 *Predator* a été armé de missiles *Hellfire* pour devenir le MQ-1. La technologie évolue par rapport au contexte dans lequel elle est employée et en fonction des choix stratégiques opérés par les militaires. Cela explique pourquoi les équipements les plus évolués technologiquement ne sont pas toujours privilégiés : un appareil peu coûteux –et qui peut donc être produit en masse- pourra être privilégié à un engin plus évolué, mais qui coûtera trop cher pour être produit en de nombreux exemplaires.

Aujourd'hui, alors que coexistent une culture stratégique comme une culture technologique, l'objectif est de lier les deux en essayant de « stratégiser la technique ». Car aussi efficace puisse être la technologie dans certaines situations, elle n'en reste pas moins dépendante de la décision politique. En France, la technologie est perçue comme « une extension de l'homme, voire de la stratégie » : dans cette vision clausewitzienne, le politique donne sens au militaire. Au contraire, les Etats-Unis sont plutôt adeptes de la vision du stratège Antoine de Jomini, où les univers du politique et du militaire sont distincts, le premier se contentant de donner mandat au second pour agir. Mais si la tactique relève du militaire, la définition d'objectifs stratégiques, elle, est indissociable de la politique ; c'est pourquoi cette conception américaine de la technologie est gênante. « Les solutions américaines continuent [ainsi] de valoriser la technologie au détriment de

la réflexion stratégique »¹. L'*US Air Force*, en adoptant le F-22 *Raptor* comme nouvel avion de chasse au sein de sa flotte, a dû réduire drastiquement le nombre de ses commandes en raison du prix de l'appareil. Or, si les compétences de cet avion sont largement supérieures aux autres chasseurs du même type, cela ne suffit pas à compenser des effectifs plus réduits.

Le meilleur moyen de concilier évolutions technologiques et stratégie consiste à élaborer des plates-formes disposant d'un bon potentiel d'évolution. Une approche capacitaire doit alors être privilégiée à une approche fonctionnelle. Le fonctionnalisme technologique est une approche subjective qui nécessite « une définition précise des missions et fonctions que le système aura à remplir », qu'il s'agisse de la fonction générique (« drone de reconnaissance longue-portée et de support au combat ») ou d'objectifs plus précis (« capacité de tirer deux missiles sur des cibles mobiles grâce à des désignateurs laser »). Mais les matériels élaborés en vertu de cette approche ont généralement un faible potentiel d'évolution. L'approche capacitaire, au contraire, se fonde sur l'environnement dans lequel évoluera la plate-forme et offre généralement une place centrale à l'évolutivité. Les chars *Merkava* israélien, le drone américain *Predator* ou encore le chasseur français *Rafale* sont de bons exemples de l'effectivité de cette démarche capacitaire. Leur plate-forme est relativement modulable et ils ont su s'adapter aux changements de contextes. Naturellement rien n'est jamais garanti, et l'efficacité d'un système dépend d'un nombre considérable de facteurs : environnement, formation des opérateurs, capacités matérielles de l'ennemi, stratégie et tactiques adoptées par celui-ci, etc. La technologie est incontestablement un atout du point de vue tactique, mais qu'en est-il réellement au niveau stratégique ? On pourrait conclure cette réflexion sur la place de la technologie dans la guerre sur cette réflexion du politologue belge, spécialisé dans les questions de défense, Joseph Henrotin :

« C'est sans doute là le dernier des paradoxes de cette surmodernité dans laquelle nous entrons : à force d'accélération des techniques comme du temps, à force de chercher des certitudes tellement aléatoires, nous risquons fort bien de perdre l'instinct, le "coup d'œil" et le génie clausewitzien qui seront indispensables demain pour compenser la faiblesse des technologies d'aujourd'hui. »

¹ HENROTIN Joseph, « Innovations stratégiques et innovations technologiques : la symbiose inaboutie », *Technologie & Armement*, août-septembre 2007, n°7, pp. 16-21. Toutes les citations et informations du paragraphe suivant sont également tirées de cet article.

Section 2 : La question centrale de l'autonomie des systèmes automatisés

A/ Quelle autonomie pour quelles missions ?

La question de l'autonomie des systèmes est à la base des interrogations éthiques de la robotique. Cette question reste toutefois très technique, et c'est pourquoi les premiers paragraphes de cette partie porteront sur des aspects plutôt fonctionnels.

Le développement des robots et drones militaires s'inscrit naturellement dans les débats généraux relatifs à la place de la technologie dans les opérations militaires. Cependant, ceux-ci soulèvent des interrogations beaucoup plus délicates, dans le sens où ils sont des outils disposant d'un certain degré d'autonomie. Un char d'assaut ou un bombardier aérien sans pilote à bord sont totalement inopérants. De la même manière, une mitrailleuse n'ouvrira le feu sur un soldat ennemi qu'à condition que le soldat presse la détente. Tous les équipements et armements militaires classiques sont ainsi opérables mécaniquement et dépendent entièrement de l'intervention d'un opérateur humain. Bien entendu, c'est encore largement le cas des robots actuels. Les UGV comme le *Talon* ou le *PackBot* sont tous télécommandés à distance, par un opérateur humain muni d'un ordinateur. Quant aux drones, ils sont tous dépendants de leur segment au sol. On observe cependant que, depuis la Guerre du Golfe, le développement de la robotique militaire a pris des proportions considérables en Occident. Les questions relatives à l'autonomie des systèmes robotisés est ainsi récurrente et prend de plus en plus d'ampleur, tant chez les industriels que chez les militaires. En témoigne les ambitieux objectifs de la feuille de route de l'armée américaine en matière de systèmes automatisés pour la période 2007-2032¹. Nous allons voir ici quelles sont les implications de cette interrogation centrale.

¹ Feuille de route de l'armée américaine en matière de systèmes automatisés sur la période 2007-2032, United-States Department of Defense, publié le 18 décembre 2007, « *Unmanned systems Roadmap 2007-2032* », <<http://www.acq.osd.mil/usd/Unmanned%20Systems%20Roadmap.2007-2032.pdf>>, dernier accès le 24 mars 2008.

Aujourd'hui, « les petites et moyennes entreprises innovantes développant des drones n'ont pas les moyens de développer une avionique utilisant des techniques avancées d'acquisition, de traitement de l'information et de décision autonome »¹. Faire évoluer les drones, ou les robots terrestres, vers plus d'autonomie est un pari risqué, du fait de la complexité des technologies à maîtriser. Seuls les Etats-Unis peuvent se permettre d'engager de l'argent dans une telle entreprise. Mais les industriels occidentaux, se contentent aujourd'hui d'améliorer l'équipement des drones, sans pour autant développer leur autonomie. C'est du côté des laboratoires de recherches que se font les principaux travaux portant sur l'amélioration des capacités d'autonomie des systèmes automatisés. « Ces projets cherchent [...] à démontrer la performance d'algorithmes pour le contrôle automatique du vol, la reconnaissance de formes et l'atterrissage automatique sur terrain bien connu ». C'est effectivement la fonction de déplacement qui est la première à devoir être automatisée, avant « de réaliser les fonctions d'autonomie décisionnelle à bord des drones et les fonctions d'aide à l'opérateur au sol »².

On a vu que les drones et les robots ont été mis en service afin de remplir des missions en milieu hostile. Mais ces systèmes disposent-ils de capacités décisionnelles suffisamment développées pour qu'on puisse réellement leur faire confiance ? Permettre à un drone de décoller automatiquement, de se rendre de manière autonome sur le lieu d'opération et de rentrer par lui-même à sa base est une chose. Lui demander d'effectuer un certain nombre de tâches sur le terrain et d'interagir avec d'autres acteurs, en parfaite autonomie, en est une autre. Mais cela fait partie des projets des armées occidentales, particulièrement aux Etats-Unis. Ainsi, John Bare, directeur du *National Robotics Engineering Center* (NREC) du *Carnegie Mellon University Robotics Institute*, affirme : « Dans cinq à dix ans, nous devrions voir des robots travailler aux côtés de nos troupes pour les protéger et les aider dans certaines tâches »³. Naturellement, « il ne s'agit pas d'autonomie complète de décision, mais de toute façon, dans des contextes interdisant les

¹ FABIANI Patrick, « L'autonomie décisionnelle des systèmes de drones : pour demain ? », 2002, dernier accès le 3 mai 2008, < http://www.cert.fr/dcsd/RESSAC/pres_senat.pdf>.

² *Ibid.*

³ CCNews, « Unmanned Ground Vehicle », 2006, dernier accès le 2 février 2008, < <http://www.ccnmag.com/news.php?id=4215>>.

communications, le drone doit se débrouiller seul pour retrouver le contact ou ne pas mettre en au danger la sécurité des personnes sol »¹. Améliorer l'autonomie d'un robot permet ainsi de mieux l'intégrer dans un système de combat, en permettant à son opérateur d'interagir avec lui, plutôt que de le téléguider en permanence. En 1998, dans le cadre d'un programme de la DGA, l'ONERA a réussi « une des premières intégrations réussies d'un système autonome et temps réel de conduite de vol et de navigation autonome complètement embarqué sur un drone hélicoptère »². Il s'agit du drone VTOL *Vigilant*, dont on peut prendre connaissance du niveau d'autonomie sur la figure 4.

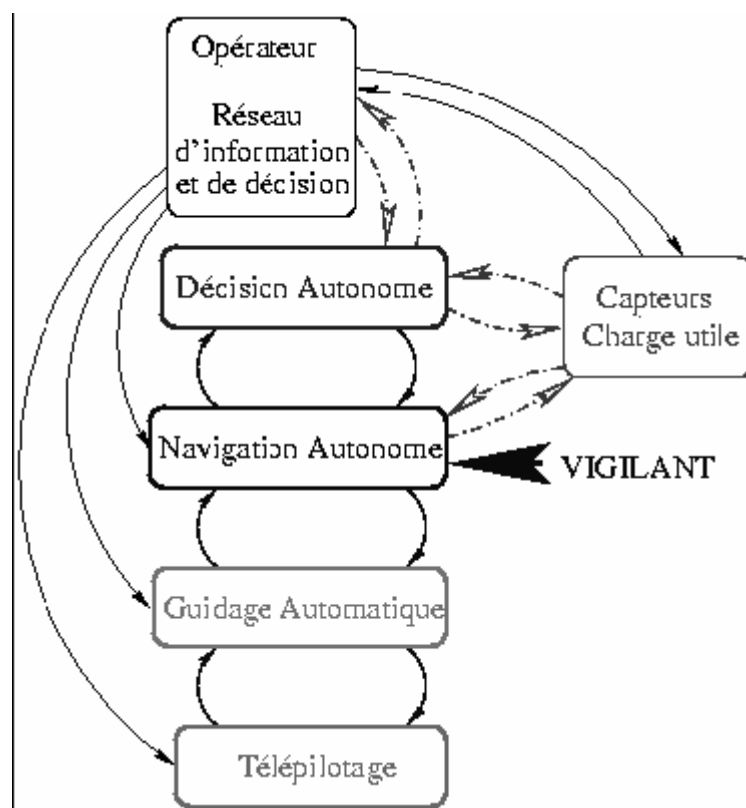


Figure 4. Niveaux d'autonomie des systèmes de drones et drone hélicoptère *Vigilant*³

Disposer de drones et de robots autonomes est avantageux pour plusieurs raisons. Cela permet tout d'abord de palier à certaines défaillances techniques : en cas de rupture de liaison entre l'opérateur et la machine, cette dernière pourra continuer à demeurer opérante. Mais des robots autonomes ont aussi l'avantage de pouvoir agir conjointement

¹ FABIANI Patrick, *op. cit.*

² *Ibid.*

³ Source : <www.onera.fr>.

avec les soldats humains, plutôt que d'être simplement télé-opérés. En fait, à partir d'un certain degré d'autonomie, on peut dire que la machine devient un véritable « acteur » de la bataille et pas seulement un simple « outil ». Naturellement cette autonomisation des systèmes automatisés n'est pas sans risques et de nombreuses questions éthiques doivent être soulevées. Aussi autonome puisse être un robot, il ne faut jamais oublier qu'il ne dispose ni du discernement, ni de l'intelligence d'un opérateur humain. Peut-on, ainsi, permettre à un robot de prendre la décision de faire sauter une porte, alors qu'il se peut que des soldats alliés ou des civils se cachent derrière ? Peut-on mettre la vie de soldats en dangers entre les mains d'un robot ? Prenons l'exemple d'un navire qui sombre en mer pendant au cours d'une violente tempête. Compte tenu des conditions météo difficiles et des risques inhérents à ce genre de mission, on décide d'envoyer un drone pour sauver les rescapés du naufrage. L'enjeu est ici de permettre au drone de se rendre seul sur le lieu du drame, mais également d'hélicoptère les survivants, sans les blesser et en prenant en compte divers facteurs comme le courant marin ou la force du vent qui déstabilise l'appareil. Un tel scénario est aujourd'hui inenvisageable : le risque que le contact radio avec le drone soit interrompu à cause des conditions météorologiques est trop grand ; de plus, aucun UAV n'est actuellement capable de discerner des hommes et de leur porter secours sans intervention humaine. Dans le cadre du projet RESSAC, qui pourrait à l'avenir impliquer des acteurs universitaires britanniques et suédois, l'ONERA vise à développer « l'autonomie de contrôle du vol et de conduite de mission, d'acquisition et de traitement d'information [et] de décision embarquée »¹. Le principal domaine d'application envisagé pour ces évolutions est justement celui des missions de type recherche et sauvetage.

Mais la question la plus sensible de l'autonomisation des robots militaires concerne plus particulièrement l'autorisation d'ouvrir le feu. En effet, est-il éthiquement envisageable qu'une machine fasse feu sur un être humain de par sa propre volonté ?

¹ FABIANI Patrick, *op. cit.*

B/ La délicate question de l'autorisation d'ouvrir le feu

On a vu que la question de l'autonomie des systèmes automatisés pouvait soulever certains problèmes, mais le plus délicat d'entre eux est celui relatif à l'ouverture du feu. Est-il, en effet, concevable qu'un robot décide par lui-même de faire feu sur un ennemi ? Compte tenu de l'avancé des technologies actuelles, la question ne se pose pas encore expressément dans les milieux industriels et militaires. Mais sachant qu'il vaut mieux prévenir que guérir, il n'est pas trop tôt pour s'interroger sur les conséquences de l'arrivée éventuelle de « robots tueurs ». Cet extrait d'un article du *New York Times* résume la question en des termes simples :

« Mais, alors que les premiers robots de combat sont envoyés en Irak, le rôle de la machine en tant qu'engin de mort reste à l'écart du débat public. “Les juristes m'assurent que rien n'interdit que des robots prennent des décisions dont dépend la vie ou la mort”, constate Johnson, qui dirige les programmes de robotique au centre de recherches interarmes de Suffolk, en Virginie. “On m'a demandé ce qui se passerait si un robot détruisait un bus scolaire plutôt qu'un char garé à côté. Nous ne laisserons jamais une telle décision au soin d'un robot avant d'être certains qu'il soit en mesure de la prendre.” Mais confier des prises de décision potentiellement meurtrières à des machines nécessite une grande foi dans la technologie, alors que la technologie, pour beaucoup, est surtout source de méfiance. »¹

Concernant la question de savoir si un robot peut s'impliquer dans une guerre humaine, au point d'ouvrir le feu par lui-même, nous y reviendrons dans le second chapitre de cette partie. Intéressons nous ici à la question centrale de la responsabilité. Imaginons qu'un robot décide d'ouvrir le feu, mais abat un bus scolaire au lieu d'un véhicule de convoi ennemi. A qui incombe la responsabilité de ces victimes ? Au robot lui-même ? Au commandant qui dirigeait la mission ? Au concepteur qui a programmé la machine ? La question reste ouverte et il appartient tant aux militaires qu'aux ingénieurs et aux juristes, de trouver une réponse juridiquement et moralement acceptable. Une des pistes de réflexion pour l'élaboration d'un code qui encadrerait les actions offensives des robots militaires peut être trouvée dans la littérature de science-fiction.

¹ WEINER Tim, « New Model Army Soldier Rolls Closer to Battle », *New York Times*, 16 février 2005, dernier accès le 16 avril 2008, < <http://www.nytimes.com/2005/02/16/technology/16robots.htm>>, traduction française du site <www.armees.com>.

Dans son recueil de nouvelles *I, Robot*, l'écrivain américain Isaac Asimov énonce une série de trois lois qui viennent encadrer le comportement des robots, afin de les rendre inoffensifs pour les humains. Ces trois « lois de la robotique » sont les premières du genre à avoir été énoncées et ont inspiré tous les écrivains de science fiction par la suite. Elles sont d'une telle pertinence, que la Corée du Sud a même décidé de s'en inspirer directement pour réaliser un code éthique de la robotique¹. Ces trois lois sont énoncées comme suit :

« Première Loi : Un robot ne doit pas porter atteinte à un être humain ni, en restant passif, laisser cet être humain exposé au danger.

Deuxième Loi : Un robot doit obéir aux ordres donnés par un être humain sauf si de tels ordres entrent en contradiction avec la *Première Loi*.

Troisième Loi : Un robot doit chercher à protéger son existence dans la mesure où cette protection n'entre pas en contradiction avec la *Première Loi* ou la *Deuxième Loi*. »

Le problème, c'est que ces lois sont supposées s'appliquer dans le cadre de la robotique civile. Elles pourraient s'appliquer aux robots militaires, mais dans une certaine mesure seulement. On comprend bien que la première loi postulant qu'un robot ne peut pas porter atteinte à un être humain est difficilement applicable à une machine militaire équipée d'une arme à feu. En fait, la condition de départ pour l'application de ces lois dans le domaine militaire est d'opérer une distinction entre humain allié et humain ennemi. Mais inculquer une telle distinction à une machine s'avère particulièrement complexe. Les progrès de l'intelligence artificielle ont beau être phénoménaux, un robot n'éprouvera probablement jamais de sentiment et ne sera jamais doté d'une intuition comparable à celle de l'homme. Il apparaît aujourd'hui inconcevable d'imaginer un *Gladiator*, équipé de sa mitrailleuse M240G, abattre un ennemi blessé, alors qu'un soldat doué de raison aurait pu le faire prisonnier.

Ces questions relatives à la place de la technologie dans la guerre ou à l'autonomie des systèmes automatisés sont d'actualité et nécessitent des éclaircissements rapidement. Mais la robotique militaire entraîne des implications encore plus préoccupantes, qui

¹ ABC News Online, « South Korea works on ethical code for robots », mars 2008, dernier accès le 3 mai 2008, < <http://www.abc.net.au/news/newsitems/200703/s1866001.htm>>.

surgiront sur le long terme. Paradoxalement, ce sont les fondements même de la guerre qui sont remis en question par le développement de robots militaires et, aujourd'hui, peu de spécialistes semblent s'en préoccuper.

Chapitre 2

Vers une guerre permanente et déshumanisée ?

A l'heure actuelle, les robots militaires intervenant dans les armées occidentales se contentent de mener des missions relativement simples à programmer comme la reconnaissance ou le rôle de relais de communication. Cependant, les militaires aspirent de plus en plus à faire des drones et des robots de véritables armes de combat, comme en témoigne le développement d'engins tels que l'UCAV *Reaper* ou l'UGV *Gladiator*. Ces évolutions technologiques se font à une vitesse telle, que les doctrines d'emploi ne suivent pas toujours et les questions d'éthiques sont éludées. Une déclaration d'un aviateur américain lors d'une conférence sur les drones de combat illustre bien ce problème : « Tout le monde est d'accord pour dire que les UCAV sont la réponse. Finalement, il nous reste juste à trouver quelle est la question ! »¹. Le progrès avance vite ; trop vite. Les projets de drones et robots se multiplient, les industriels proposent régulièrement de nouveaux modèles, les ingénieurs militaires innovent constamment et, finalement, les réflexions stratégiques et éthiques n'ont pas le temps d'intégrer toutes ces nouvelles avancées. Dans un domaine comme celui des opérations militaires, cela pourrait avoir des conséquences dramatiques. C'est pourquoi il est important que la communauté scientifique et militaire se mobilise pour dégager des consensus sur certaines interrogations éthiques et encadrer le développement de ce nouveau type de matériel militaire. Nous nous intéresserons d'abord à quelques projets récents qui provoquent une certaine polémique, en établissant un parallèle avec des concepts mis en avant dans la littérature d'anticipation. Nous nous interrogerons dans la seconde section sur un risque plus théorique et plus subtil, mais tout aussi grave : le risque de banalisation et de déshumanisation de la guerre.

¹ CECILE Jean-Jacques, citant SWEETMAN Bill, « Revolution or curiosity ? UCAVs wait for a mission statement », *Jane's International Defence Review*, décembre 2005, pp. 46-51.

Section 1 : Dangers et dérives de la robotique militaire

A/ Des projets sujets à controverse

A l'heure où le budget militaire des Etats-Unis explose, les laboratoires de recherche de l'armée américaine et les industriels ne cessent de multiplier les programmes de robotique. Le contexte du *Future Combat System* participe également à cette émulation scientifique, en proposant d'intégrer des UAV et des UGV aux nouveaux systèmes de combat de l'*US Army*. Cependant, tous les projets développés à l'heure actuelle ne sont pas anodins et certains doivent retenir notre attention. Qu'il s'agisse de robots armés, poussant la miniaturisation à l'extrême ou de projets de développement d'hommes-bioniques, tous risquent de bouleverser les milieux militaires et scientifiques. Pour le meilleur, comme pour le pire.

Commençons par nous intéresser aux projets de drones miniatures développés de part et d'autre de l'Atlantique nord. On l'a vu précédemment, la DARPA s'est fixée des objectifs très exigeants en matière de miniaturisation des drones, à tel point que de nombreux industriels ont préféré se pencher sur d'autres domaines de recherche. Pourtant, les ingénieurs américains nous réservent une fois de plus de belles surprises. Le *Naval Research Laboratory* (NRL), par exemple, travaille sur de nombreux projets classifiés de nano-drones. C'est le cas du drone *Samara*, un nano-drone à la configuration très particulière. « Tout juste sait-on que le nano-drone en question retient une configuration aérodynamique très particulière qui le fait ressembler à une samare, ce fruit sec à une seule graine produit par les érables, les frênes ou ormes et qui, muni d'un seul appendice asymétrique, tombe en tourbillonnant »¹. Dans la même veine, le *Biplane Insectoid Travel Engine* (moteur insectoïde biplan de déplacement) ou *BITE-Wing*, est un drone miniature qui s'inspire de la constitution d'un insecte. Cantonnés à des missions de surveillance ou d'espionnage, ce genre de drones est naturellement très efficace et il est normal que les militaires souhaitent les mettre en œuvre. Cependant, le risque existe que de tels engins soient utilisés à des fins moralement répréhensibles, en étant par exemple

¹ CECILE Jean-Jacques, *La guerre des robots : les révolutions militaires de demain*, Paris, Ellipses, 2006, p.186.

utilisés pour surveiller des personnes suspectés de terrorisme dans leurs moindres faits et gestes. Est-il moralement acceptable qu'une personne puisse être surveillée, où qu'elle se trouve et à chaque instant ? Le débat est ici le même que celui qui avait été lancé par l'adoption du *USA PATRIOT Act* de l'administration Bush le 26 octobre 2001 : entre sécurité collective et respect des libertés individuelles, il faut trouver un juste équilibre. Un autre risque est celui de voir se généraliser l'emploi de nano-drone dans des opérations d'élimination de cibles vivantes. Ce rôle a déjà été assigné au nano-drone *Bionic Hornet* (frelon bionique), développé par l'armée israélienne, qui est chargé de traquer, filmer et éliminer un ennemi, qui se fond parmi la population civile. Ce concept est déjà difficile à accepter d'un point de vue éthique, dans le sens où il ne laisse aucune chance à l'individu pris pour cible : celui-ci n'a pas la possibilité de se défendre ou même de se rendre. Mais ce n'est pas tout : « Le problème avec ce type d'arme, c'est que les insurgés et les terroristes peuvent s'en servir aussi »¹. Il suffirait qu'un groupe de terroristes mettent la main sur des plans ou des prototypes de tels engins pour voir une nuée de nano-drones tueurs investir une base militaire ou, pire, une station de métro. Ce scénario n'apparaît pas si fantasque, quand on sait par exemple que le Hezbollah a déjà utilisé un drone de reconnaissance *Mirsad-1* lors du dernier conflit au Liban et que le mouvement terroriste posséderait jusqu'à neuf drones, probablement de fabrication iranienne².

A côté des ces projets de drones miniatures, on peut citer l'exemple du projet de *Chemical Robot* (robot chimique) de la DARPA. En juillet 2007, le laboratoire militaire américain lance effectivement un appel au développement d'un robot liquide, capable de s'infiltrer dans des interstices de petites tailles. Sur la site internet de la DARPA, on peut lire :

« Le *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) recherche des propositions innovantes pour développer des *Chemical Robots* (*ChemBots*) : des objets souples, flexibles, mobiles, capables d'identifier et de s'insinuer dans des ouvertures plus petites que leurs dimensions structurelles statiques ; de reconstituer

¹ Der Spiegel, « Israel Looks at the Next Generation of Warfare », novembre 2006, dernier accès le 4 mai 2008, < <http://www.spiegel.de/international/0,1518,449171,00.html>>.

² Le Monde, « Le Hezbollah utilise de drones et vise un effet psychologique », août 2006, dernier accès le 4 mai 2008, < http://www.lemonde.fr/la-crise-au-proche-orient/article/2006/08/11/le-hezbollah-utilise-des-drones-et-vise-un-effet-psychologique_802876_734511.html>.

leurs taille, forme et fonctionnalités après la traversée. [...] Ils doivent être capables de transporter des charges de taille respectable et de mener à bien des missions. »¹

L'annonce donne pour exemple les pieuvres ou certains insectes, qui ont la capacité de compresser leur corps pour se faufiler dans de petites ouvertures. Sur le site du *New Scientist*, on évoque l'utilisation « d'alliages à mémoire de forme, de polymères électroactifs ou même de substances rhéologiques »² pour élaborer un tel robot. Mais là encore, les perspectives envisagées par un tel dispositif peuvent inquiéter. L'idée d'un *ChemBot* capable de s'insinuer partout laisse pantois, et on est en droit de se demander à quelles dérives pourraient mener l'élaboration d'un robot chimique équipé, par exemple, d'un fusil mitrailleur. La perspective de voir une armée de T-1000, le robot liquide du film *Terminator 2*, envahir le champ de bataille fait froid dans le dos. Heureusement, les avancées technologiques actuelles étant ce qu'elles sont, un scénario aussi sombre reste du domaine de la science-fiction.

Dans le domaine des organismes cybernétiques, on a vu précédemment que les Etats-Unis développaient des programmes d'exosquelettes. Mais il ne s'agit pas là des seules avancées technologiques qui vont dans le sens du développement d'un homme bionique. Certains scientifiques cherchent effectivement un substitut plus performant aux simples ordinateurs qui guident les machines. Ainsi, en octobre 2004, Thomas DeMarse, professeur d'ingénierie biomédicale à l'Université de Floride, est-il parvenu à créer une sorte de cerveau artificiel à partir de cellules neuronales de rat. Après avoir prélevé 25 000 neurones sur un cerveau de rat, ce chercheur les a plongés « dans un bouillon de culture où étaient par ailleurs immergés 60 électrodes miniaturisées »³. Peu à peu, les cellules nerveuses se ont reconfigurées autour des électrodes, créant ainsi une sorte de cerveau artificiel. Lors d'expérimentation, Thomas DeMarse a branché les électrodes à un ordinateur, permettant la circulation des informations dans les deux sens, et a lancé un programme de simulateur de vol d'un chasseur F-22 *Raptor*. Le simulateur de vol a alors envoyé des informations sur les techniques de vol et le cerveau artificiel les a assimilées, puis appliquées, comme l'aurait fait un cerveau humain. « Si nous pouvons dégager les

¹ Site de la DARPA, mars 2007, dernier accès le 4 mai 2008, <[www. http://www.darpa.mil/baa/baa07-21mod2.html](http://www.darpa.mil/baa/baa07-21mod2.html)>.

² KNIGHT Will, « Squeeze bots », 2007, dernier accès le 1^{er} février 2008, <<http://www.newscientist.com/blog/technology/2007/04/squeeze-bots.html>>.

³ CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 199.

règles qui régissent la manière dont ces réseaux neuronaux établissent des calculs comme la reconnaissance de formes, nous pourrions les appliquer à la création d'un nouveau système informatique »¹ assure Thomas DeMarse. Cette expérience visant à expérimenter de nouvelles formes d'intelligence artificielle n'est pas isolée. Ainsi Mandayam Srinivasan du MIT est-il parvenu à « commander un bras robotisé en implantant des électrodes dans un cerveau de singe »².

Ces inventions sont toutes révolutionnaires dans leur domaine. Cependant, en mettant des technologies trop évoluées -et pas toujours maîtrisées- au service d'ambitions guerrières, on participe à l'escalade de la violence. Ces nano-drones tueurs et autres exosquelettes se situent à la frontière de la science-fiction ; ils fascinent autant qu'ils inquiètent. Quels peuvent bien être les risques de tels développements technologiques ? Comme élément de réponse, on peut se pencher sur quelques scénarios pessimistes développés par la littérature d'anticipation. Certaines œuvres s'avèrent effectivement très proches de la réalité actuelle.

B/ Quand la réalité rejoint la fiction : les mises en garde de la littérature d'anticipation

Isaac Asimov affirme qu'« on peut définir la science-fiction comme la branche de la littérature qui se soucie des réponses de l'être humain aux progrès de la science et de la technologie ». Ce type de littérature est véritablement apparu au XIXe siècle, porté par les révolutions industrielles et des auteurs pionniers comme Jules Verne et H.G. Wells. La science-fiction a acquis ses lettres de noblesses au XXe siècle, grâce à des écrivains comme Howard P. Lovecraft, Isaac Asimov, Ray Bradbury, Philip K. Dick ou encore Arthur C. Clarke. Les robots sont bien entendu un des thèmes de prédilection de la littérature d'anticipation et, bien souvent, ces créatures d'acier ne tiennent pas leurs promesses.

¹ GRAMLING Carolyn, « UF scientist: "Brain" in a dish acts as autopilot, living computer », octobre 2004, dernier accès le 4 mai 2008, <http://www.eurekalert.org/pub_releases/2004-10/uof-us102104.php>.

² CECILE, Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 200.

Dans une nouvelle publiée en 1951¹, l'auteur britannique Arthur C. Clarke décrit une guerre futuriste opposant deux factions inégalement développées. Le premier camp dispose d'équipements plutôt anciens, tandis que le camp ennemi est en possession d'armes de dernière génération et de technologies très avancées. Cependant, ces équipements modernes ne sont pas maîtrisés et le camp supérieur technologiquement connaît de nombreux déboires. C'est finalement le premier camp qui remporte la guerre, grâce à une armée supérieure en nombre et privilégiant la stratégie plutôt que la technologie.

Philip K. Dick publie en 1953, une nouvelle intitulée *Second Variety*² (*Nouveau Modèle* en français), où il décrit un monde apocalyptique, ravagé par une guerre ayant opposée l'Union soviétique aux Nations Unies. Alors que l'Union soviétique est sur le point de remporter la victoire, les techniciens du camp occidental mettent au point un robot militaire redoutable : la *Griffe* (*Claw* en anglais). Décrit comme une sphère de métal hérissée de lames, le robot décime le camp soviétique et amène les deux protagonistes à négocier la paix. Mais, entre temps, les robots prennent le contrôle de leurs usines de production et se lancent dans la production de nouveaux modèles plus évolués, généralement humanoïdes. Un groupe d'émissaires des Nations Unies qui tentent alors de rejoindre le quartier général soviétique, va être confronté aux différents modèles de ces nouvelles *Griffes*, qui n'ont désormais qu'un seul objectif : éliminer toute forme de vie humaine. La nouvelle se termine de manière pessimiste, avec la disparition programmée de l'espèce humaine. Néanmoins, l'auteur met en avant un fait intéressant : à force d'évolutions, les machines en sont arrivées à imiter leurs créateurs et une guerre généralisée entre les différents modèles de robots semble se profiler. Le thème de la révolte des machines est récurrent en science fiction, mais en l'état actuel des technologies, il y a peu de chance qu'un robot dispose de suffisamment d'autonomie pour se retourner contre son créateur. Néanmoins, compte tenu de la rapidité avec laquelle les technologies évoluent (la création du cerveau artificiel de Thomas DeMarse le confirme), il est important de regarder vers l'avenir. A cet égard, les thèses d'Hugo Garis sont intéressantes.

¹ CLARKE Arthur C., « Superiority », in *Expedition to Earth*, New York, Harcourt, 1970.

² DICK Philip K., « Second Variety », in *Minority Report et autres nouvelles*, Paris, Gallimard, 2002 (édition française).

Chercheur spécialisé dans le domaine de l'intelligence artificielle, le scientifique britannique Hugo de Garis est connu pour ses théories insolites sur l'évolution de la robotique. « Selon lui, les machines deviendront bientôt si rapides et si petites que le rythme de leurs pulsations et leur densité excéderont ceux de notre propre cerveau »¹. Selon lui, ces robots miniatures et extrêmement intelligents, qu'il appelle « *artilects* » (contraction d'*artificial intellects*, intellect artificiels), proliféreront et finiront par imposer leur domination sur les humains. Dans son livre *The Artilect War*, Hugo de Garis s'inspire de la réaction des Indiens d'Amérique face à la colonisation espagnole et prédit que les humains se diviseront d'ici quelques décennies en deux camps : les « Terrans », partisans de l'ancien monde où régnaient les humains, et les « Cosmistes », « aspirant à voir se réaliser l'esprit au-delà d'eux-mêmes, grâce aux machines qu'ils auront créées, même si l'humanité devait s'y trouver condamné »². Bien que décrié par la quasi-totalité de la communauté scientifique, Hugo de Garis ne change pas d'opinion et ses théories commencent à trouver des échos. En 1998, déjà, des scientifiques de l'université de Davos, en Suisse, avaient dénoncé les dangers de la robotique. Ces mises en garde avaient été déclenchées par un robot de leur propre création, capable d'apprendre de son environnement : sans intervention humaine, il pouvait comprendre en quelques minutes qu'il ne faut pas rentrer dans une barrière, mais la contourner. « Dans une dizaine d'années, [ces scientifiques] prédisent qu'une machine similaire mais plus avancée, équipée d'une intelligence artificielle, sera aussi intelligente que les humains. Peu de temps après, disent-ils, les objets créés par les hommes pourrait devenir bien plus intelligent que leurs créateurs et être capable de prendre le dessus »³. Kevin Warwick, éminent professeur de cybernétique et de robotique, affirmait à l'époque « je ne vois pas pourquoi les machines ne pourraient pas être plus intelligentes que les humains d'ici les vingt ou trente prochaines années, et c'est une énorme menace »⁴.

Danger potentiel ou affabulations de scientifiques ? Quoi qu'il en soit, la question doit être posée. Alors que les premiers robots armés américains sont envoyés en Irak, il

¹ GANASCIA Jean-Gabriel, *L'intelligence artificielle*, Paris, Le Cavalier Bleu, 2007, p. 103 et suivantes.

² *Ibid.*

³ KELLY Patricia, « Swiss scientists warn of Robot Armageddon », février 1998, dernier accès le 4 mai 2008.

⁴ *Ibid.*

est important de se pencher sur certaines problématiques, comme celles de l'autonomie des machines, de la miniaturisation ou de l'intelligence artificielle. Les recherches actuelles « [ouvrent] la voie au développement du « robot ultime » susceptible de combiner ce que les technologies ont de meilleur à ce que les espèces vivantes ont de plus performant. Ces robots seront ce que les utilisateurs, les politiciens, les militaires ainsi que les actionnaires en feront »¹. Mais, une fois ces risques canalisés, la robotique militaire sera-t-elle pour autant éthiquement acceptable ?

Section 2 : Le risque de banalisation du phénomène guerre

A/ Détourner l'attention du public

Le développement des médias et des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) ont activement participé à remodeler l'image de la guerre. L'omniprésence des médias sur les théâtres d'opérations confronte le public à la réalité des conflits et à ses conséquences, souvent dramatiques, pour les soldats comme pour les populations civiles. Des conflits comme l'intervention en Afghanistan en 2001 ou la guerre en Irak ont été à la une de la presse écrite et des journaux télévisés pendant des mois. « Or pour [l'opinion publique] le spectacle d'un *boy* mort est un spectacle insoutenable, surtout si on a le sentiment que l'intérêt national n'est pas directement en cause, ce qui est le cas pour la plupart des opérations auxquelles les Occidentaux ont été récemment mêlés »². A l'opposé, la destruction d'un robot au front ne déchaîne pas les passions : il ne s'agit que d'un amas de métal et des puces électronique, justement chargé de remplacer l'homme dans le cadre de missions dangereuses. Mais à l'heure où la robotisation militaire s'amplifie en Occident, cette indifférence pour la machine pourrait avoir des conséquences graves sur la perception de la guerre par le public.

Il n'a jamais été question de remplacer systématiquement l'homme par la machine sur le terrain. Dans le cadre de certaines missions, l'intelligence humaine restera

¹ CECILE Jean-Jacques, *op. cit.*, p. 200.

² PASCALLON Pierre *et al.* (dir.), *Quel avenir pour les drones ? Avions sans pilote*, Paris, Editions de l'Harmattan, 1998, p. 136.

toujours essentielle et les robots « auront pour mission d'accroître considérablement l'efficacité des combattants, et de les rendre beaucoup moins vulnérables »¹. Cependant, dans le cadre de missions relativement simples, mais dangereuses, les robots auront parfois vocation à véritablement remplacer l'homme. Dans le cadre du désamorçage de mines ou d'IED, par exemple, le *Talon* ou le *PackBot* prennent les risques pour les humains. Quand il s'agit de détruire une cible précise, l'armée américaine peut désormais se reposer sur un MQ-9 Reaper armé de missiles anti-char AGM-114 *Hellfire* ou de bombes à guidage laser GBU-12 *Paveway II*. Avec le développement des nano-drones, un terroriste pourra être assassiné chez lui sans qu'un commando ne soit envoyé sur place. Les robots sont amenés à prendre les risques à la place des hommes dans un nombre croissant de missions. La « guerre propre » est-elle en passe de devenir une réalité ? Naturellement pas. Deux conséquences peuvent être tirées de ce transfert de risque vers les machines.

Tout d'abord, la guerre risque de devenir un phénomène « oublié » par le débat public. En envoyant des machines combattre pour les hommes, et face à la diminution sensible des soldats morts au combat, l'intérêt du public pour les conflits futurs risque de diminuer. Les conflits perdant de leur dimension humaine seront moins médiatisés et l'opposition au phénomène guerre perdra de son sens, du fait que les vies humaines ne sont plus exposées au danger. Militaires et politiques se sentiront alors confortés dans leur mission et pourraient se permettre de multiplier les opérations militaires, avec l'aval implicite d'un public désintéressé du phénomène guerre.

L'autre risque est que la robotisation des armées occidentales ne mène à des conflits asymétriques. Car même si, à l'avenir, le nombre de victimes dans les rangs des armées occidentales aura sans doute tendance à diminuer, qu'en sera-t-il pour les factions adverses ? Quand les militaires parlent de « guerre zéro mort », cet objectif ne concerne bien entendu que leur propre camp. Alors que l'Occident met ses soldats à l'abri du danger, ses adversaires se retrouvent en position de faiblesse stratégique avérée. Le risque est de voir apparaître une sorte de « club » des nations adeptes de la robotique militaires tout comme on parle de « club des nations nucléaires ». La guerre des robots risque alors

¹ TREGOUET René, « Les robots d'intervention et de combat vont changer la nature des conflits », 2005, dernier accès le 1e février 2008, <http://www.tregouet.org/edito.php3?id_article=421>.

de se faire au détriment des pays les moins avancées, en imposant une supériorité militaire occidentale qui pourrait être considérée comme illégitime. A cet égard, la guerre en Afghanistan nous donne un bon exemple. Ce conflit illustre parfaitement le concept de guerre de quatrième génération : d'une part, une coalition d'armées conventionnelles fondant sa stratégie sur sa supériorité technologique, de l'autre, un ennemi fondu dans la population civile. C'est en Afghanistan, que des robots terrestres ont été utilisés, conjointement à des drones aériens. Cette guerre peut ainsi être considérée, à certains égards, comme la première guerre doublement asymétrique. Asymétrique, d'abord, dans son opposition entre une armée étatique conventionnelle et des groupuscules infra-étatiques, elle est également asymétrique sa confrontation entre une armée humaine et une armée mêlant soldats et robots. Cette situation peut être gênante, dans le contexte d'une guerre juste, surtout au regard des chiffres : 736 morts du côté de la coalition, entre 7 000 et 14 000 victimes dans les rangs des civils afghans. Qu'une guerre se fasse au détriment des soldats ennemis est une chose, mais quand ce sont les populations civiles qui sont touchées, le problème devient plus grave. Les nations adeptes de la robotique militaire ne risquent-elles pas d'adopter une vision manichéenne des conflits armés ? D'une part, les forces alliées, qu'il faut protéger coûte que coûte, d'autre part, un ennemi qui doit être éliminé à tout prix. La distinction entre civil et militaire perdant alors de son sens pour les décideurs militaires et politiques occidentaux. Les nations les plus riches et les plus modernes risquent de se refermer sur elles, laissant des robots dénués de subtilité mener leur guerre contre des peuples sous-développés.

B/ les robots doivent-ils mener la guerre des hommes ?

Ainsi la robotisation des armées occidentales risque t-elle d'aboutir au développement d'un nouveau type de guerre asymétrique, opposant des « puissances robotisées » à des forces armées conventionnelles. Dans ce contexte, comment juger, par exemple, des crimes de guerre commis par des machines ? Le véritable risque est de voir, sur le long terme, la guerre se déshumaniser. En envoyant des machines prendre les risques à leur place et se sacrifier dans des missions dangereuses, la guerre perd de son sens. « Sans sacrifice, la guerre a toujours été considérée comme moralement discutable

[...] Sans sacrifice ou volonté de risquer sa propre vie, la guerre ne peut pas être "sacré", et si elle ne peut pas l'être elle ne peut pas être éthique. Les mots "sacré" et "sacrifice" sont intimement liés »¹.

« Le jour où des robots pourront s'engager dans des processus parallèles, la nature de la guerre va véritablement changer, instrumentalement et existentiellement autant que métaphysiquement, car son utilisation va rendre obsolète le concept de sacrifice »². La guerre risque de se banaliser, de devenir un exercice neutre, dénué de tout sentiment humain. Alors que l'ennemi est redéfini comme n'étant un ensemble d'algorithmes, le soldat humain qui supervise les opérations ne risque-t-il pas d'adopter lui aussi la même vision des choses ? Les robots militaires sont, par essence, conçus pour tuer. En tant que machines, ils ne disposent d'aucune expérience extérieure à leur vocation militaire. Un soldat humain, au contraire, a assimilé dans sa vie civile tout un ensemble de « codes éthiques, de tabous ou de convention, appris en dehors de la culture militaire (spécialement ceux appris dans son enfance) ». En remplaçant l'homme par la machine, on dénature le phénomène guerre à proprement parler. Cet affrontement qui opposait initialement des êtres humains, doués de sentiments et aspirant paradoxalement à la paix, risque de devenir le lieu d'affrontement de machines programmées, dont l'objectif ultime sera inéluctablement le même pour chacune d'entre-elles : la guerre. Après « l'art pour l'art », l'homme invente « la guerre pour la guerre ».

« S'il y a un principe éthique essentiel et constant dans la théologie chrétienne, c'est bien celui de l'obligation du règlement pacifique des différends internationaux »³. Alors que l'aspiration ultime de l'humanité devrait être la paix, la robotisation des armées tend, comme on l'a vu, à pérenniser la guerre. Après avoir envahi les milieux aériens, terrestres et maritimes, les robots évolueront demain dans l'espace. *Boeing*, dans le cadre d'un projet de la DARPA et de la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*, Administration nationale de l'aéronautique et de l'espace), travaille déjà sur un prototype de véhicule spatial inhabité (USV, *Unmanned Space Vehicle*) : le X-37 (cf. photo 21). Celui-ci devrait effectuer son premier vol expérimental dans le courant de

¹ COKER Christopher, *The Future of War*, Carlton, Blackwell Publishing, 2004, p. 130.

² COKER Christopher, *op. cit.*, p. 133.

³ MONTBRIAL Thierry de, KLEIN Jean *et al.* (dir.), *Dictionnaire de stratégie*, Paris, Presses Universitaires de France, 2006, p. 228.

l'année fiscale 2008. La guerre robotisée envahit ainsi tous les domaines et à vocation à se généraliser. Les Etats-Unis, en tête de ce mouvement de robotisation militaire, risquent d'entrer dans un modèle de guerre permanente (un peu à l'image d'Israël), banalisée et déshumanisée. Cette banalisation de la guerre est dangereuse et chacun doit garder à l'esprit les noires prémonitions de George Orwell dans *1984*. Ce roman met effectivement en scène un gouvernement totalitaire qui met à profit le contexte d'une guerre permanente pour contrôler la population et asservir la société.

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Photo du projet de drone spatial X-37

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteur.

Il est possible de consulter cette photo dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

Bien que ces considérations puissent apparaître très théoriques, voire fantaisistes, en l'état actuel des choses, ces débats éthiques ne doivent pas être éludés :

« Il reste cependant que ces systèmes d'armes robotisées poseront de sérieux problèmes éthiques car il faudra bien décider de quelle capacité d'autonomie ils disposeront sur le terrain en matière de destruction et d'élimination des ennemis. Dans quelles circonstances et jusqu'où acceptera-t-on de conférer à des machines le pouvoir de tuer ? Tel est le redoutable débat éthique et démocratique qui va s'ouvrir au cours de ces prochaines années si nous voulons utiliser pleinement les potentialités de ces robots de guerre pour défendre notre civilisation et nos concitoyens des nouvelles formes de barbarie qui nous menacent. »¹

Le débat doit impliquer tant les militaires, que les scientifiques et la société civile. Naturellement, les industriels seront les moins enclins à s'engager dans ce débat, alors qu'ils sont parmi les premiers concernés. Leur responsabilité est grande, leur influence également. Mais il appartiendra aux politiques de prendre les décisions adéquates et de définir, avec les militaires, une sorte de charte éthique de la robotique militaire, en se

¹ TREGOUET René, *op. cit.*

préservant de toute influence extérieure néfaste. Comme l'affirmait le Président Dwight Eisenhower lors de ses vœux d'adieu en 1961 : « Au sein des gouvernements, nous devons nous prémunir de l'influence illégitime du complexe militaro-industriel, que celle-ci soit recherchée ou non. La possibilité d'un transfert désastreux du pouvoir existe et demeurera »¹.

¹ Source : discours d'adieu du Président Eisenhower, 17 janvier 1961, dernier accès le 5 mai 2008, <<http://hypo.ge.ch/www/cliotexte/html/discours.eisenhower.html>>

CONCLUSION

La robotisation militaire s'inscrit dans le prolongement de la logique de guerre occidentale. De l'arc au fusil d'assaut M-16, ou de la catapulte romaine aux canons d'artillerie moderne, les armées occidentales ont toujours fait reposer une importante part de leur stratégie sur les évolutions technologiques. C'est bien entendu au XIXe siècle, dans les cadres des révolutions industrielles, que cette tendance s'est véritablement affirmée. La Première Guerre mondiale, en instituant la guerre de position, se fonde sur toute une série d'armements nouveaux pour l'époque : la mitrailleuse, le lance-flamme, le gaz sarin, l'avion, le char d'assaut, etc. Une vingtaine d'année plus tard, la Seconde Guerre mondiale mettra en scène la plupart de ces inventions dans des versions évoluées. La fin de ce conflit verra également la création de deux armes qui viendront bouleverser la stratégie militaire classique : le missile balistique (les fusées V2 allemandes) et la bombe atomique (avec les bombardements américains d'Hiroshima et Nagasaki). Pendant la Guerre Froide, la course aux armements nucléaires monopolise une importante partie des budgets militaires occidentaux et aucune évolution technologique remarquable n'est à noter. Il faut ainsi attendre la Guerre du Golfe pour que les Etats-Unis mettent en œuvre une série de nouvelles technologies. Parmi elles, les drones marquent particulièrement les esprits. Dans les années 1990, les avions pilotés vont devenir un des principaux axes de développement des laboratoires militaires américains, bientôt suivis par les robots terrestres et maritimes. Ce processus s'insère naturellement dans le cadre de la réduction des effectifs militaires (du fait de la professionnalisation de la plupart des armées occidentales) et du développement du concept de guerre en réseau. Mais cette robotisation porte en elle une caractéristique importante, qui la démarque des autres évolutions technologiques : elle a tendance à désengager l'homme de la guerre. Ce désengagement n'est d'ailleurs pas une conséquence de la robotisation, il s'agit plutôt de son objectif principal.

Quand Nikola Tesla ou Elmer Sperry développent leurs engins radiocommandés, ils sont guidés par l'audace et la curiosité scientifique. Mais les motivations du développement de la robotique militaire moderne sont plus rationnelles : la volonté de réduire coûte que coûte le nombre de morts au combat d'une part, celle d'acquiescer un avantage tactique sur l'adversaire de l'autre. Dans une société occidentale qui rend la mort taboue, l'arrivée de ces esclaves mécaniques tombe à pic. En désengageant l'homme des missions dangereuses, les militaires légitiment leur action et humanisent la

guerre aux yeux du public. Mais vouloir faire croire à une humanisation de la guerre grâce à des robots est un paradoxe qui ne peut convaincre très longtemps un expert averti. On a pu observer, qu'au contraire, la multiplication de machines sur le champ de bataille entraîne trois conséquences principales. Premièrement, la guerre se déshumanise, dans le sens où les sentiments humains, l'intuition ou même le doute disparaissent du champ de bataille, pour laisser la place aux froids réflexes de systèmes automatisés. Deuxièmement, la guerre perd son statut de moyen, pour devenir une fin en soi : les machines sont programmées pour déminer, traquer une cible ou tuer. Elles le feront automatiquement sans savoir dans quelle stratégie s'inscrivent ces actions. Troisièmement, la guerre tend à se banaliser et donc à se pérenniser dans le temps : les robots, machines reproductibles à l'infini seront toujours présentes, quelque soit l'environnement, pour combattre. L'état actuel des technologies ne permet pas encore de voir évoluer des hordes d'appareils automatisés sur le champ de bataille, comme on peut en voir dans le cinéma d'anticipation. Les armées de robots de *La Guerre des Etoiles* relèvent encore du domaine de la science-fiction, mais pour combien de temps ? Les considérations stratégiques et éthiques de la robotisation militaire attirent déjà l'intérêt des spécialistes :

« La présence d'engins inhabités dans l'espace de bataille [...] bouleversera la donne du combat classique. Elle participera à l'obtention de la supériorité tactique. Mais elle modifiera surtout le rapport traditionnel du soldat avec son arme et par conséquent, de l'homme avec la guerre. »¹

Mais où en est-on réellement à l'heure actuelle ? Les Etats-Unis restent les leaders mondiaux en matière de robotique militaire. En ce qui concerne les drones aériens, les différentes versions du *Predator* de *General Atomics* démontrent quotidiennement les capacités opérationnelles de ce type d'engin. Quant au RQ-4 *Global Hawk*, il s'agit indubitablement du drone en service le plus perfectionné jamais construit, permettant de balayer une zone de 137 200 km². L'Australie envisage d'ailleurs d'acquérir des exemplaire du *Global Hawk*, tandis que l'Europe envisage de développer une version modifiée de cet UAV : l'*Euro Hawk*. En ce qui concerne les drones de combat (ouUCAV), les Etats-Unis sont également les seuls à pouvoir véritablement

¹ VELUT Jean-Louis (Chef d'escadron), « La robotisation terrestre, un défi technologique et humain », 2004, dernier accès le 2 février 2008, <<http://www.checkpoint-online.ch/CheckPoint/Materiel/Mat0038-RobotisationTerrestre.html>>.

financer des projets concrets, comme le X-45 de *Boeing* ou le X-47 de *Northrop Grumman*. En matière de robotisation terrestre, les Etats-Unis sont également les principaux développeurs de robots de déminage et d'exploration, comme le *PackBot* ou le *Talon*. Mais l'armée américaine est également en passe de mettre en œuvre les premiers véritables robots de combat terrestre comme l'*Armed Robotic Vehicle* (ARV) ou le *Gladiator*.

Israël est souvent considéré comme l'un des principaux producteurs de drones à l'échelle mondiale. A juste titre : le *Pioneer*, le *Hunter* ou le *Heron TP* (pour ne citer qu'eux), de fabrication israélienne, sont parmi les drones les plus répandus au monde. Il s'avère effectivement que « sur le plan industriel, deux pays, Israël et les Etats-Unis, sont nettement en avance pour les drones tactiques et de longue endurance »¹. *Israel Aerospace Industries* (IAI), qui produit les trois modèles de drones évoqués plus haut, est le premier employeur du pays, avec plus de 40.000 employés. La situation géopolitique d'Israël n'est évidemment pas sans rapport avec cette maîtrise du domaine des UAV, et plus généralement de l'armement.

La situation de l'Europe est plus délicate, dans le sens où il existe un potentiel important qui n'est pas encore véritablement exploité. « L'industrie européenne dispose de compétences nombreuses, dans tous les secteurs clés ; ainsi, les systèmes sont développés par Thalès, EADS, BAE Systems, Sagem, Ericsson, Alenia, les plateformes par EADS, Dassault, SAAB, Alenia et les stations sol par Thalès, EADS, Sagem »². Cependant, on observe que ces industries se contentent souvent de nombreux projets, disparates et peu ambitieux. Sachant qu'il existe autant de budgets militaires nationaux que d'Etats-membres, il apparaît que la coopération entre les différentes armées et les différents industriels est la seule solution viable sur le long terme. C'est ainsi qu'est né le projet *nEUROn*, impliquant six Etats européens, sous la maîtrise d'œuvre de *Dassault*. Un seul Etat européen joue aujourd'hui la carte de l'indépendance : le Royaume-Uni, traditionnel allié des Etats-Unis et généralement hostile aux projets fédératifs du continent. Seulement, les différences entre cultures industrielles américaines et

¹ IsraelValley, « Drones : Israël et les Etats-Unis, sont nettement en avance pour les drones tactiques », 2006, dernier accès le 1^e février 2008, <<http://www.israelvalley.com/news/2006/05/12/1701>>.

² *Ibid.*

européennes pourraient avoir raison de ces partenariats parfois coûteux pour les Britanniques :

« Il importe de souligner que la culture technologique britannique reste profondément européenne en ce sens que le MoD¹ préfère, de loin, adopter une approche de prospective dite *Top-Down* où les recherches scientifiques et industrielles visent, avant tout, à répondre à un besoin opérationnel strictement défini et cohérent dans son expression institutionnelle [...]. Cette philosophie cadre mal avec la démarche technologique qui est celle des Etats-Unis, de type *Bottom-Up*, laissant, de surcroît, une large place à l'initiative industrielle privée en vue de maximiser les chances d'aboutir à des ruptures technologiques et stratégiques majeures. L'approche américaine, bien que novatrice, implique des dépenses pharaoniques et des prises de risques considérables. »².

Notons que si les nations occidentales sont, de loin, leaders incontestés en matière de systèmes automatisés, d'autres pays commencent à développer des projets similaires. « Selon des estimations américaines, quelque 32 pays développeraient ou construiraient actuellement en série plus de 250 modèles de drones différents, 80 de ceux-ci étant exploités par 41 nations, essentiellement dans le domaine militaire »³. L'Inde, le Pakistan ou encore Singapour commencent ainsi à développer des UAV militaires et civils. En 2007, l'Iran a produit son premier micro-drone en 2007, tandis que la Chine présentait son projet de drone de combat *An Jian (épée noire)*. « Conceptualisé par la division Shengyang Aircraft Research Institute du groupe industriel AVIC I (China Aviation Industry Corporation I), l'*An Jian* serait un démonstrateur de drone de combat furtif supersonique capable d'opérer à basse altitude et disposant d'une très grande agilité »⁴. Faut-il voir cette généralisation de la robotisation militaire comme un rééquilibrage au niveau international ou comme une escalade de la violence ? Les questions restent ouvertes.

En fin de compte, on se rend compte « que la guerre est une histoire sans conclusion »⁵. Loin d'être un phénomène qui tend à disparaître, la guerre est un phénomène qui tend à se pérenniser dans le temps et à devenir une constante. Avec la

¹ *Ministry of Defence*

² DE NEVE Alain, « La difficile fédération des efforts européens dans le domaine des démonstrateurs technologiques de drones de combat », 2005, dernier accès le 1^{er} février, <<http://www.rmes.be/C2005-99.htm>>.

³ Site internet de l'ONERA, « Conférence : mieux connaître les drones », 2005, dernier accès le 19 avril, <<http://www.onera.fr/conferences/drones/>>.

⁴ Aéro contact, « Bourget 2007 : la Chine présente son mystérieux drone de combat », juin 2007, dernier accès le 6 mai 2008, <http://www.aerocontact.com/news/ac_news_art.php?ID=04442>.

⁵ GRAY Colin S., *Another Bloody Century: Future Warfare*, Londres, Weidenfeld & Nicolson, 2005, p. 373.

robotisation militaire, les hommes essaient de se détacher de la réalité des conflits en confiant les missions sales à des machines. Ces esclaves d'acier risquent néanmoins de participer à un processus de banalisation de ces guerres que l'on voudrait pourtant oublier. Non content de combattre sur la terre, dans les airs et sur les mers, l'homme risque bientôt d'envahir l'espace. Le projet de drone spatial X-37 de Boeing n'est pas le seul exemple ; la DARPA garde encore le silence sur des projets d'USV, baptisés X-41 et X-42. Que nous réservent le complexe militaro-industriel et les militaires américains ? Après les drones de combat, à quand les drones spatiaux de combat ? A vouloir trop faire confiance à la technologie, les militaires et les ingénieurs risquent d'asservir l'homme à la machine. Alors qu'elles envahissent déjà notre quotidien, elles combattront demain pour notre salut. Ou notre perte ?

L'important est finalement que, militaires, scientifiques, politiques et industriels gardent toujours à l'esprit cette phrase pleine de sagesse d'Albert Einstein : « L'homme et sa sécurité doivent constituer la première préoccupation de toute aventure technologique ».

ANNEXES

- **Annexe n°1** : Fiches techniques des principaux drones et robots
- **Annexe n° 2** : Réglementation existante en matière de certification et de circulation aérienne des drones.

Annexe 1

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Annexe 1 : Fiches techniques des principaux drones et robots

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteurs.

Il est possible de consulter ces annexes dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Annexe 1 : Fiches techniques des principaux drones et robots

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteurs.

Il est possible de consulter ces annexes dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Annexe 1 : Fiches techniques des principaux drones et robots

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteurs.

Il est possible de consulter ces annexes dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Annexe 1 : Fiches techniques des principaux drones et robots

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteurs.

Il est possible de consulter ces annexes dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Annexe 1 : Fiches techniques des principaux drones et robots

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteurs.

Il est possible de consulter ces annexes dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Annexe 1 : Fiches techniques des principaux drones et robots

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteurs.

Il est possible de consulter ces annexes dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Annexe 1 : Fiches techniques des principaux drones et robots

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteurs.

Il est possible de consulter ces annexes dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Annexe 1 : Fiches techniques des principaux drones et robots

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteurs.

Il est possible de consulter ces annexes dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Annexe 1 : Fiches techniques des principaux drones et robots

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteurs.

Il est possible de consulter ces annexes dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Annexe 1 : Fiches techniques des principaux drones et robots

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteurs.

Il est possible de consulter ces annexes dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Annexe 1 : Fiches techniques des principaux drones et robots

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteurs.

Il est possible de consulter ces annexes dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Annexe 1 : Fiches techniques des principaux drones et robots

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteurs.

Il est possible de consulter ces annexes dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Annexe 1 : Fiches techniques des principaux drones et robots

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteurs.

Il est possible de consulter ces annexes dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Annexe 1 : Fiches techniques des principaux drones et robots

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteurs.

Il est possible de consulter ces annexes dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Annexe 1 : Fiches techniques des principaux drones et robots

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteurs.

Il est possible de consulter ces annexes dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

[Signalement bibliographique rajouté
par : URS – SICD]

**Annexe 1 : Fiches techniques des
principaux drones et robots**

La publication présentée ici dans la
thèse est soumise à des droits
d'auteurs.

Il est possible de consulter ces
annexes dans le mémoire sous forme
papier à la Bibliothèque de l'IEP :
caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Annexe 1 : Fiches techniques des principaux drones et robots

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteurs.

Il est possible de consulter ces annexes dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Annexe 1 : Fiches techniques des principaux drones et robots

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteurs.

Il est possible de consulter ces annexes dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Annexe 1 : Fiches techniques des principaux drones et robots

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteurs.

Il est possible de consulter ces annexes dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Annexe 1 : Fiches techniques des principaux drones et robots

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteurs.

Il est possible de consulter ces annexes dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Annexe 1 : Fiches techniques des principaux drones et robots

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteurs.

Il est possible de consulter ces annexes dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

[Signalement bibliographique rajouté par : URS – SICD]

Annexe 1 : Fiches techniques des principaux drones et robots

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits d'auteurs.

Il est possible de consulter ces annexes dans le mémoire sous forme papier à la Bibliothèque de l'IEP : caroline.saur@urs.u-strasbg.fr

Annexe 2

Réglementation existante en matière de certification et de circulation aérienne des drones¹

Aucune réglementation sur la certification et sur la circulation aérienne des drones n'existe au niveau international actuellement.

Étude des documents militaires français relatifs aux vols de drones « Défense »

1 - Réglementation des vols de drones en CAM

Avec l'arrivée dans les forces de systèmes de drones plus performants et à long rayon d'action, il était urgent pour la Défense de combler le vide réglementaire existant sur la circulation aérienne des vols d'aéronefs sans pilote à bord. La DIRCAM, chargée d'établir la réglementation en matière de circulation aérienne pour la Défense^{14(c)}, par délégation du général commandant la défense aérienne, a décidé de rédiger une instruction provisoire relative aux vols de drones en circulation aérienne militaire (CAM).

Cette instruction a été transmise pour accord à l'aviation civile qui n'a formulée aucune objection pour sa mise en application.

L'instruction provisoire n°2250/DIRCAM est mise en vigueur depuis le 19 janvier 2004 sur l'ensemble du territoire métropolitain. Elle constitue la réglementation militaire indispensable pour les besoins d'entraînement et l'insertion des drones « Défense » dans les espaces aériens gérés par les organismes de la Défense.

Cette instruction s'attache à garantir la sécurité vis à vis de l'ensemble des usagers de l'espace aérien, ainsi que pour les populations survolées par la mise en place de mesures adaptées.

¹ Source : Rapport d'information du Sénat fait au nom de la commission des Affaires étrangères, de la défense et des forces armées, Session ordinaire de 2005-2006, « *Le rôle des drones dans les armées* ».

Les vols de drones se dérouleront dans des espaces aériens qui permettront une ségrégation dans le temps ou dans l'espace entre les drones et les autres usagers puisque la cohabitation de ces deux activités aériennes n'est pas aujourd'hui réalisable en appliquant la règle « voir et éviter ».

2 - Règlement de navigabilité des drones « Défense »

En début d'année 2005, la DGA et le CEV ont rédigé en anglais un code de navigabilité sur les drones, baptisé USAR (UAV System Airworthiness Requirements). 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. C'est une avancée décisive en matière de certification des drones, puisque bien qu'étant un document militaire, il peut être appliqué aux drones civils. Il a déjà été présenté à l'OTAN pour servir de base aux travaux menés sur les drones. Le code de navigabilité a également été proposé à l'EASA (Agence européenne de la sécurité aérienne) organisme compétent actuellement dans le domaine de la certification mais dont le pouvoir s'étendra à la sécurité du transport aérien civil. USAR pourrait devenir le document de référence pour la certification des systèmes de drones civils.

3 - Réglementation relative aux vols de drones en France

La réglementation française relative à l'insertion et la gestion des drones dans l'espace aérien est en cours d'élaboration entre experts civils et militaires (DGAC et Défense). Elle devrait se concrétiser par la promulgation d'un arrêté interministériel.

Dans l'attente de cette réglementation, la pratique systématique consiste à définir un espace spécifique dévolu aux activités de drones et garantissant une ségrégation totale (dans le temps ou dans l'espace) avec les autres circulations aériennes, quelque soit le statut ou la classe de l'espace considéré.

Les espaces permanents ou temporaires sont créés conformément aux procédures en vigueur (instruction par le CRG/BEP15 géographiquement compétent, prise du texte réglementaire, diffusion de l'information aéronautique, protocole de gestion si nécessaire, consignes opérationnelles).

Cette pratique garantit la sécurité requise pour une activité aérienne nouvelle et d'expérience limitée pour l'aviation civile.

Malgré un certain nombre d'études menées depuis plusieurs années au niveau national et international, aucun texte militaire et civil ne permet aujourd'hui de réglementer efficacement l'accès des drones à l'espace aérien. Tous les pays sont confrontés à la problématique du « voir et éviter ». Des dispositions réglementaires nationales ont été prises par certains pays (Royaume-Uni, la Suède, la France...) pour faire voler leurs drones dans des espaces aériens où la ségrégation vis à vis des autres usagers est réalisable.

Au niveau national, la DIRCAM représente la France dans les instances nationales et internationales traitant de circulation aérienne du temps de paix et notamment celle liée aux drones.

Au niveau international, l'agence Eurocontrol est considérée par une majorité d'Etats comme la seule entité capable d'élaborer une réglementation commune pour la navigation aérienne en temps de paix. Elle complète le travail de l'OACI dans la zone paneuropéenne et intègre la dimension militaire. L'agence peut élaborer des textes harmonisés pour la circulation aérienne militaire (CAM) avec la participation des experts militaires d'Eurocontrol, des experts militaires nationaux ainsi que des organismes de navigation aérienne concernés.

En janvier 2004, il a été demandé au MILHAG16 d'élaborer une réglementation commune sur l'accession des drones à l'espace aérien. Un groupe de travail a été créé, en avril 2004, ayant pour mandat de rédiger des spécifications « Eurocontrol » pour l'utilisation des drones en CAM, en dehors des espaces aériens ségrégués. Les nations participant aux travaux sont le Royaume-Uni, l'Allemagne, les Pays-Bas, l'Italie, la Suède, la Suisse, la Belgique, la Grèce et la France. Avant de valider le projet réalisé, le dossier fait actuellement l'objet d'une étude de sécurité.

Pour sa part, l'OTAN étudie les besoins de l'Alliance en matière de drones au travers du groupe Air 7 (AG/7) et du sous-groupe FINAS (Flight in Non-segregated Airspace). Ce dernier a été chargé en 2004, sur une période de 5 ans, de traiter :

- la navigabilité et la certification des drones,
- la qualification des opérateurs de drones,
- l'insertion des drones dans la circulation aérienne en participant aux travaux menés par Eurocontrol.

L'avancée technologique et les études lancées sur les drones en 2004 (travaux Eurocontrol, OTAN et le plan américain « Access 5 »), laissent penser que les conditions actuelles d'accès des drones à l'espace aérien vont évoluer et s'assouplir.

L'instruction « drones » de la DIRCAM est un règlement destiné à évoluer au fil de l'expérience acquise et de l'arrivée de nouveaux systèmes dans les Forces armées. C'est pourquoi, suite à la dotation prochaine de l'Armée de terre en minidrones, ce document a fait l'objet d'un amendement pour les intégrer. L'instruction est revue systématiquement tous les 4 mois pour prendre en compte et répondre aux besoins des utilisateurs Défense.

L'arrêté interministériel relatif aux vols de drones en France nous apportera l'assise réglementaire tant attendue par les industriels et les utilisateurs de ces systèmes.

Ceci devrait permettre d'attendre les textes européens qui définiront le règlement de certification et les règles de circulation aérienne applicables aux drones.

4 – Le code USAR (norme OTAN Stanag 4671)

Le code USAR (*UAV systems airworthiness requirements*, exigences de navigabilité des systèmes de drones) a été élaboré par la DGA, les industriels de l'aéronautique et l'Agence européenne de la sécurité aérienne entre 2005 et 2007. Il s'agit du premier code européen de navigabilité des drones.

Ce code a été adopté comme une norme OTAN, référencée *Stanag 4671*, la même année.

SOURCES ET BIBLIOGRAPHIE

SOURCES

Documents officiels

Dossier de presse de la DGA, 22 octobre 2003, « La DGA présente le combat aéroterrestre en réseau ».

Dossier de presse de la DGA, 6 juin 2002, « Projet BOA (Bulle Opérationnelle Aéroterrestre) ».

Rapport d'information du Sénat fait au nom de la commission des Affaires étrangères, de la défense et des forces armées, Session ordinaire de 2005-2006, « *Le rôle des drones dans les armées* ».

Feuille de route de l'armée américaine en matière de systèmes automatisés sur la période 2007-2032, United-States Department of Defense, publié le 18 décembre 2007, « *Unmanned systems Roadmap 2007-2032* », <<http://www.acq.osd.mil/usd/Unmanned%20Systems%20Roadmap.2007-2032.pdf>>, dernier accès le 24 mars 2008.

Sites Internet officiels

<http://www.defense.gouv.fr/> : site du ministère de la défense français.

<http://www.onera.fr/> : Office national d'études et recherches aérospatiales, établissement public, premier acteur français de la R&D aéronautique, spatiale et de défense.

<http://www.defenselink.mil/> : site du ministère de la défense américain.

<http://www.army.mil/> : site de l'armée de terre américaine.

<http://www.af.mil/> : site de l'US Air Force.

<http://www.darpa.mil/> : site de la *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA), laboratoire de recherche de l'armée américaine.

<http://enterprise.spawar.navy.mil/> : site du Space and Naval Warfare Command Systems (SPAWAR), membre de la Naval Acquisition Enterprise (NAE), laboratoire de développement technologique de la marine américaine.

<http://www.mod.uk/> : site du ministère de la défense britannique.

<http://www.nato.int/> : site de l'Organisation du Traité de l'Atlantique Nord (OTAN).

<http://www.globalsecurity.org/> : site internet public américain, traitant des questions aérospatiales, de défense, de renseignement, de sécurité intérieure et portant sur les armes de destruction massive.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages

- Stratégie

CLAUSEWITZ Carl von, *De la guerre*, Paris, Perrin, 2006 (réédition).

COHEN Eliot, « Technology and Warfare » in BAYLIS John *et al.*, *Strategy in the Contemporary World*, New York, Oxford University Press, 2002, pp. 235-252.

MONTBRIAL Thierry de, KLEIN Jean *et al.* (dir.), *Dictionnaire de stratégie*, Paris, Presses Universitaires de France, 2006.

TZU Sun, *L'art de la guerre*, Paris, Flammarion, 1972 (réédition).

- Réflexion sur la guerre

BOUTHOU L Gaston, *Le phénomène guerre*, Paris, édition Payot & Rivages, 2006.

COKER Christopher, *The Future of War*, Carlton, Blackwell Publishing, 2004.

GRAY Colin S., *Another Bloody Century: Future Warfare*, Londres, Weidenfeld & Nicolson, 2005.

SHAW Martin, *The New Western Way of War*, Cambridge, Polity Press, 2005.

- Robotique, intelligence artificielle et robotisation militaire

CECILE Jean-Jacques, *La guerre des robots : les révolutions militaires de demain*, Paris, Ellipses, 2006.

GANASCIA Jean-Gabriel, *L'intelligence artificielle*, Paris, Le Cavalier Bleu, 2007.

GUILLOT Agnès et MEYER Jean-Arcady, *Des robots doués de vie ?*, Paris, Le Pommier, 2004.

NEWCOME Laurence R., *Unmanned Aviation: A Brief History of Unmanned Aerial Vehicles*, Reston, American Institute of Aeronautics and Astronautics Inc., 2004.

PASCALLON Pierre *et al.* (dir.), *Quel avenir pour les drones ? Avions sans pilote*, Paris, Editions de l'Harmattan, 1998.

WHITE Steve, *Military Robots*, Washington, Scholastic Library Publishing, 2007.

YENNE Bill, *Attack of the Drones*, St. Paul, Zenith Press, 2004.

Périodiques

- Drones aériens

COOPER Scott, « Airpower and the Coercive Use of Force », *The Washington Quarterly*, automne 2001, n°24, pp. 81-93.

ESHEL David (colonel), « L'UAV heron (Shoval) », *Technologie & Armement*, juin-juillet 2007, n°6, pp. 66-68.

HENROTIN Joseph, « Drones : quelles évolutions en perspective ? », *Technologie & Armement*, août-septembre 2007, n°7, pp. 56-61.

HENROTIN Joseph, « Les rôles que peuvent jouer les drones sur le « champ de bataille vide » - Interview du Général Reuven Benkler », *DSI*, septembre 2007, n°29, pp. 88-89.

HUNTER-ROUSSELLE Arnaud, « Drones à toute voile », *Armées d'aujourd'hui*, septembre 2007, n°323, pp.52-54.

KLEITZ Herman, « Vers une redéfinition des drones Hale ? », *Technologie & Armement*, février-mars 2007, n°4, pp. 56-63.

LIMOUSIN Céline (Lieutenant), « La certification des drones, un enjeu pour la défense », *Air actualités*, décembre-janvier 2008, n° 607, pp. 34-37.

LIMOUSIN Céline (Lieutenant), « La préparation du futur drone », *Air actualités*, décembre-janvier 2008, n° 607, pp. 38-39.

LIMOUSIN Céline (Lieutenant), « Le SIDM, pourquoi il séduit ! », *Air actualités*, décembre-janvier 2008, n° 607, pp. 22-31.

LIMOUSIN Céline (Lieutenant), « Les secrets du drone », *Air actualités*, décembre-janvier 2008, n° 607, pp. 32-34.

MUSQUERE Anne, « Microdrone, maxi-performances », *Air & Cosmos*, 25 janvier 2008, n°2109, p. 36.

MUSQUERE Anne, « Objectif 2015 pour l'insertion des drones », *Air & Cosmos*, 11 janvier 2008, n°2107, p. 29.

PEDRON Olivier, « Drones et nanotechnologies : un marché de défense prometteur ? », *Technologie & Armement*, février-mars 2007, n°4, pp. 52-54.

PROME Jean-Louis, « Neuron en phase de définition. Dassault veut préparer un successeur européen à son Rafale », *Technologie & Armement*, juin-juillet 2007, n°6, pp. 62-65.

- Robots terrestres

CECILE Jean-Jacques, « Les écueils technologiques de la robotique terrestre militaire », *Technologie & Armement*, juillet-septembre 2006, n°2, pp. 48-49.

DE NEVE Alain, « Quel avenir pour la robotique militaire terrestre ? », *Technologie & Armement*, juillet-septembre 2006, n°2, pp. 44-47.

GUISNEL Jean, « Les robots du champ de bataille », *Le Point*, 21 mars 2003, n° 1592, pp. 46-47.

PROME Jean-Louis, « *Future Combat System* : un JTRS bien trop ambitieux ? », *DSI*, septembre 2007, n°29, pp. 82-87.

TANGUY Jean-Marc, « Dans les labos de la Défense : Lutte anti-IED et supercombattants Félin », *Raids*, janvier 2008, n°260, pp. 44-50.

- Robots maritimes

HENROTIN Joseph, « Le drone naval *Protector* », *Technologie & Armement*, octobre-novembre 2007, n°8, pp. 81-82.

- Débats technologiques et stratégiques

HENROTIN Joseph, « FCS : le combat du futur selon l'US Army », *Technologie & Armement*, avril-mai 2007, n°5, pp. 46-47.

HENROTIN Joseph, « Innovations stratégiques et innovations technologiques : la symbiose inaboutie », *Technologie & Armement*, août-septembre 2007, n°7, pp. 16-21.

HENROTIN Joseph, « La *Transformation* va-t-elle favoriser la convergence des modèles symétriques et asymétriques ? – Interview du Général Guy Hubin », *DSI*, avril 2007, n°25, pp. 49-53.

HENROTIN Joseph, « Science, recherche et défense : quelques options », *Technologie & Armement*, février-mars 2007, n°4, pp. 22-25.

HENROTIN Joseph, « Technologie et stratégie, une philosophie à écrire », *Technologie & Armement*, février-mars 2007, n°4, pp.28-31.

Sites Internet

- Généralités

<http://www.ihedn.fr/portail/cerems> : site du centre études et de recherches militaire.

The Association for Unmanned Vehicle Systems International (AUVSI), <http://www.auvsi.org/> : plus grande organisation au monde consacrée à l'évolution de la communauté des véhicules sans pilotes. AUVSI regroupe des membres de gouvernements, d'organisations diverses, d'industries et de la communauté académique, afin de développer et promouvoir les systèmes sans pilotes.

<http://www.army-technology.com/> : site internet géré par SPG Media PLC, spécialisé dans la technologie militaire.

<http://www.isrjournal.com/> : site internet sur la guerre en réseau.

<http://www.armees.com/> : site d'actualité orienté sur les questions de défense et de sécurité.

<http://www.checkpoint-online.ch/> : site d'information militaire suisse.

- *Drones aériens*

Aéro contact, « Bourget 2007 : la Chine présente son mystérieux drone de combat », juin 2007, dernier accès le 6 mai 2008, <http://www.aerocontact.com/news/ac_news_art.php?ID=04442>.

ASSAYAH Dan, « Drones : Israël va transférer ses secrets à EADS et Dassault Aviation pour la "maîtrise totale du véhicule aérien" », 2006, dernier accès le 1^e février 2008, <<http://www.israelvalley.com/news/2006/04/18/1244/>>.

DE NEVE Alain, « L'Europe des drones en marche », 2005, dernier accès le 1^e février 2008, <<http://www.admiroutes.asso.fr/larevue/2005/67/drones.htm>>.

DE NEVE Alain, « La difficile fédération des efforts européens dans le domaine des démonstrateurs technologiques de drones de combat », 2005, dernier accès le 1^e février, <<http://www.rmes.be/C2005-99.htm>>.

Der Spiegel, « Israel Looks at the Next Generation of Warfare », novembre 2006, dernier accès le 4 mai 2008, <<http://www.spiegel.de/international/0,1518,449171,00.html>>.

DGA, « Euro UAV : le plus grand rassemblement européen de drones », 2005, dernier accès le 1^e février 2008, <<http://www.spyworld-actu.com/spip.php?article1223>>.

FABIANI Patrick, « L'autonomie décisionnelle des systèmes de drones : pour demain ? », 2002, dernier accès le 3 mai 2008, <http://www.cert.fr/dcsd/RESSAC/pres_senat.pdf>.

GIZMO Aero, « U.S. Air Force's first hunter-killer UAV named Reaper », 2006, dernier accès le 17 avril 2008, <<http://www.gizmag.com/go/6149/>>.

IsraelValley, « Drones : Israël et les Etats-Unis, sont nettement en avance pour les drones tactiques », 2006, dernier accès le 1^e février 2008, <<http://www.israelvalley.com/news/2006/05/12/1701>>.

Le Monde, « Le Hezbollah utilise de drones et vise un effet psychologique », août 2006, dernier accès le 4 mai 2008, <http://www.lemonde.fr/la-crise-au-proche-orient/article/2006/08/11/le-hezbollah-utilise-des-drones-et-vise-un-effet-psychologique_802876_734511.html>.

- Robots terrestres

ABC News Online, « South Korea works on ethical code for robots », mars 2008, dernier accès le 3 mai 2008, <<http://www.abc.net.au/news/newsitems/200703/s1866001.htm>>.

CCNews, « Unmanned Ground Vehicle », 2006, dernier accès le 2 février 2008, <<http://www.ccnmag.com/news.php?id=4215>>.

JPB, « Le projet SWARMS », 2005, dernier accès le 26 avril 2008, <www.automatesintelligents.com>.

KNIGHT Will, « Squeeze bots », 2007, dernier accès le 1^e février 2008, <<http://www.newscientist.com/blog/technology/2007/04/squeeze-bots.html>>.

TREGOUET René, « Les robots d'intervention et de combat vont changer la nature des conflits », 2005, dernier accès le 1^e février 2008, <http://www.tregouet.org/edito.php3?id_article=421>.

VANTRAN K.L., « Reconnaissance Scouts of the Future », 2004, dernier accès le 1^e février 2008, <<http://usmilitary.about.com/cs/armyweapons/a/unmanvehicle.htm>>.

VELUT Jean-Louis (Chef d'escadron), « La robotisation terrestre, un défi technologique et humain », 2004, dernier accès le 2 février 2008, <<http://www.checkpoint-online.ch/Checkpoint/Materiel/Mat0038-RobotisationTerrestre.html>>.

WEINER Tim, « New Model Army Soldier Rolls Closer to Battle », New York Times, 16 février 2005, dernier accès le 16 avril 2008, <<http://www.nytimes.com/2005/02/16/technology/16robots.htm>>.

- Robots maritimes

NELSON Jen, « Robolobster wins coolest award », The Northeastern News, mars 2003, Dernier accès le 25 avril 2008, <<http://media.www.nu-news.com/media/storage/paper600/news/2003/12/03/News/>>

Robolobster.Wins.coolest.Award-570523.shtml>.

- *Histoire de la robotique militaire*

CARBONEL J.C., « Le bestiaire extraordinaire de l'armée française : torpille terrestre », 2005, dernier accès le 6 avril 2008, <http://modelarchives.free.fr/Bestiaire/Torptter_P/index.html>.

PARSCH Andreas, « Northrop (Radioplane) SD-1/MQM-57 *Falconer* », 2007, dernier accès le 14 avril 2008, <<http://www.designation-systems.net/dusrm/m-57.html>>.

SAHARA Akira, « Imperial Japanese Army Special Weapons PAGE », 2006, dernier accès le 6 avril 2008, <<http://uk.geocities.com/sadakichi09/army/IJSW.htm#I-Go>>.

STRELBITSKY Konstantin, « Pigei Vanished Without a Trace », février 1999, dernier accès le 6 avril 2008, <<http://milparade.udm.ru/31/066.htm>>.

- *Divers*

GRESH Alain, « Une guerre si propre, février 2001, dernier accès le 24 mars 2008, <<http://www.monde-diplomatique.fr/2001/02/GRESH/14780>>.

GRAMLING Carolyn, « UF scientist: "Brain" in a dish acts as autopilot, living computer », octobre 2004, dernier accès le 4 mai 2008, <http://www.eurekalert.org/pub_releases/2004-10/uof-us102104.php>.

GRESH Alain, « Une guerre si propre, février 2001, dernier accès le 24 mars 2008, <<http://www.monde-diplomatique.fr/2001/02/GRESH/14780>>.

KELLY Patricia, « Swiss scientists warn of Robot Armageddon », février 1998, dernier accès le 4 mai 2008.

LIND William S., « Understanding Fourth Generation War », 2004, dernier accès le 11 mars 2008, <<http://www.antiwar.com/lind/index.php?articleid=1702>>.

LIND William S. et al., « The Changing Face of War : Into the Fourth Generation », Marine Corps Gazette, octobre 1989, dernier accès le 2 avril 2008, <http://www.d-n-i.net/fcs/4th_gen_war_gazette.htm>.

Ouvrages de fiction

CLARKE Arthur C., « Superiority », in *Expedition to Earth*, New York, Harcourt, 1970.

DICK Philip K., « Second Variety », in *Minority Report et autres nouvelles*, Paris, Gallimard, 2002 (édition française).

ASIMOV Isaac, *I-Robot*, Paris, Gallimard, 1967 (édition française).

Table des matières

Acronymes.....p.5

Introductionp.8

PARTIE I : Aux origines de la robotique militaire

Chapitre 1 : Des origines historiques lointainesp.20

Section I - Les prémices robotique militaire

A/ L'ère des pionniersp.20

B/ La Première Guerre mondiale et l'entre-deux guerres..... p.23

C/ La Seconde Guerre mondiale : le baptême du feup.27

Section II – La robotique militaire prend son essor

A/ Le développement des drones pendant la Guerre froidep.29

B/ La robotique militaire et maritime peine à trouver sa voie.....p.32

C/ La révélation de la Guerre du Golfe et les années 1990.....p.33

Chapitre 2 : Les différentes motivations du développement de la robotique militaire p.38

Section I – Des motivations éthiques et économiques

A/ Epargner des vies humainesp.39

B/ Quand la machine supplante l'homme : l'argument de l'efficacité.....p.43

C/ Des avantages économiques non-négligeablesp.44

Section II – Des motivations militaires : une myriade des missions à confier aux robots

A/ Des missions de surveillance et de renseignement.....p.49

B/ Des missions de plus en plus diversesp.51

C/ Des missions de combat et de support au combatp.53

PARTIE II : Les aspects militaires

Chapitre 1 : La grande variété des systèmes automatisés et leurs spécificités p.58

Section I – Les drones aériens s’imposent comme les systèmes automatisés les plus perfectionnés

- A/ Les drones de reconnaissance tactiques et stratégiques sont opérationnels p.58
- B/ De nouveaux types d’UAV en développement..... p.65

Section II – Les robots militaires terrestres

- A/ Des missions diverses pour un avenir certain..... p.71
- B/ Des difficultés technologiques parfois difficiles à surmonter p.74

Section III – L’essor récent de la robotique maritime militaire

- A/ Le rôle des robots maritimes de surface p.77
- B/ Les drones maritimes sous-marins ouvrent de nouvelles perspectives p.79

Chapitre 2 : Intégrer les robots au sein des systèmes de combat p.822

Section I – certification et intégration des drones : étapes nécessaires avant l’opérationnalité complète

- A/ Enjeux de la certification des drones et leur insertion dans l’espace aérien..... p.82
- B/ L’intégration des drones aux systèmes de combat..... p.85

Section II - Faire évoluer les robots et les autres acteurs du champ de bataille dans un « milieu homogène »

- A/ La nécessaire coopération entre systèmes robotisés.....p.87
- B/ Le principe de la guerre en réseau et le rôle des réseaux de communication et de transmission.....p.90

Section III – L’exemple du *Future Combat System* américain et du concept de *bulle opérationnelle aéroterrestre* français

- A/ Le Future Combat System tente de révolutionner l’armée américainep.92
- B/ Le concept BOA intègre drones et robots.....p.96

PARTIE III : Les questions éthiques soulevées par la robotisation militaire

Chapitre 1 : Les interrogations à court-terme	p.101
Section I – Guerre et technologie : un investissement profitable ?	
A/ Les débats entre technophiles et technophobes	p.101
B/ La difficile conciliation entre technologie et stratégie	p.106
Section II – La question centrale de l'autonomie des systèmes automatisés	
A/ Quelle autonomie pour quelles missions ?	p.109
B/ La délicate question de l'autorisation d'ouvrir le feu	p.113
Chapitre 2 : Vers une guerre permanente et déshumanisée ?	p.117
Section I – Dangers et dérives de la robotique militaire	
A/ Des projets sujets à controverse.....	p.116
B/ Quand la réalité rejoint la fiction : les mises en garde de la littérature d'anticipation	p.120
Section II – Le risque de banalisation du phénomène guerre	
A/ Détourner l'attention du public.....	p.123
B/ Les robots doivent-ils mener la guerre des hommes ?.....	p.125
Conclusion	p.129
Annexes	p.135
Sources et bibliographie	p.170