



De la communication à la symbiose : matrice pour les robots militaires

Recherches & Documents

N°02/2021

Dylan Rieutord

Directeur du Pôle Armées de l'Institut d'Etudes de Géopolitique Appliquée (IEGA)

Janvier 2021

SOMMAIRE

DE LA COMMUNICATION A LA SYMBIOSE : MATRICE POUR LES ROBOTS MILITAIRES	1
INTRODUCTION	1
1. LA COMMUNICATION : LA QUESTION DE L'ETABLISSEMENT DU LIEN	5
2. LA COLLABORATION : L'INTEGRATION DE L'AUXILIAIRE AU CENTRE	8
3. LA SYNERGIE : LE ROBOT AU CŒUR DE L'ACTION	10
4. LA SYMBIOSE : LES PREMIERS PAS DE L'HOMME-MACHINE.....	13
CONCLUSION.....	16

De la communication à la symbiose : matrice pour les robots militaires

Introduction

Le monde semble clivé et en proie à des difficultés de conceptualisation et de cadre d'emploi pour l'utilisation des robots terrestres militaires¹, en particulier pour le cas des systèmes d'arme létaux autonomes (SALA). A titre d'exemple nous citerons là plusieurs définitions de l'autonomie qui ne placent pas le curseur au même niveau. Pour le Comité international de la Croix rouge, l'autonomie décisionnelle est la suivante : « *Autonomous Weapon Systems are defined as any weapon system with autonomy in the critical functions of target selection and target engagement. That is, a weapon system that can select (i.e. detect and identify) and attack (i.e. use force against, neutralize, damage or destroy) targets without human intervention* »². Un groupe industriel français envisage l'autonomie comme un mode s'étalant sur sept niveaux différents : « *La téléopération filaire, la téléopération sans fil, la téléopération avancée, une semi-autonomie supervisée avec planification externe, la semi-autonomie supervisée avec planification locale, la semi-autonomie non supervisée avec gestion des dangers, et l'accomplissement de missions basiques* »³. Pour le SIPRI, l'autonomie pourrait être vue comme « *the ability of a machine to execute a task, or tasks, without human input, using interactions of computer programming with the environment. An autonomous system is, by extension, usually understood as a system – whether hardware or software – that, once activated, can perform some tasks or functions on its own* »⁴. Enfin, nous donnerons une définition américaine, issue du CNAS, distinguant trois types d'autonomie : les opérations semi autonomes, l'autonomie supervisée au cours de l'opération, et l'autonomie totale dans ces mêmes opérations⁵. Le premier type d'autonomie permet à la machine d'effectuer une tâche, en s'arrêtant juste avant le déclenchement de l'action afin de l'exécuter avec l'approbation de l'opérateur. On parle alors de « *human in the loop* ». La seconde forme d'autonomie permet au robot d'exécuter sa tâche sous supervision humaine, mais sans que l'opérateur donne une approbation formelle

¹ JEANGENE VILMER, Jean-Baptiste. « Terminator Ethics : faut-il interdire les 'robots tueurs' ? », *Politique étrangère*, n° 4, hiver 2014, pp. 151-167.

² DAVISON, Neil, *A Legal Perspective: Autonomous Weapon Systems under International Humanitarian Law*, International Committee of the Red Cross, avril 2016, 14 p.

³ Intervention d'un responsable de Nexter lors du colloque « Téléopération – Automatisation – Autonomie en robotique militaire : de quoi parle-t-on ? », CREC, Paris, 8 décembre 2016.

⁴ BOULANIN, Vincent, VERBRUGGEN, Maaïke, *Mapping the Development of Autonomy in Weapon Systems*, SIPRI, novembre 2017, p.19.

⁵ SCHARRE, Paul, *Autonomous Weapons and Operational Risk*, CNAS, février 2016, p. 9.

supplémentaire. Dans ce cas-là, on parle de « *human on the loop* ». Le dernier type d'autonomie délègue l'exécution de la tâche au robot, l'opérateur ne peut pas intervenir, même s'il supervise la tâche exécutée, il ne pourra intervenir même en cas de panne du robot ou d'échec dans la réalisation de la tâche. On parle alors de « *human out the loop* »⁶.

En dépit d'un échec pour l'instant normatif en raison de blocages et malgré les avancées réelles dans le débat, que l'on doit en partie aux réunions d'experts dans le cadre de la Convention sur les armes classiques, sous l'égide des Nations unies (CCAC) depuis 2014, notamment sur la question de l'autonomie décisionnelle accordée⁷, la rapide croissance de la recherche et développement⁸ ou de l'utilisation sur le champ de bataille ou en exercice de systèmes automatisés ou munis d'algorithmes de plus en plus élaborés pour délester l'opérateur du contrôle de certaines actions⁹ montrent que la technologie est une force qui se diffuse dans toutes les strates de l'humanité au fur et à mesure que le temps s'écoule. La position des États n'est d'ailleurs pas franche pour certains¹⁰ et évolue même au regard de l'entrée dans le spectre capacitaire de robots toujours plus autonomes. Ainsi, nous sommes amenés à intégrer activement ces « golems » pour certains¹¹, prothèses pour d'autres, au sein de nos forces pour au moins contrer ceux d'en face lorsque la technologie est supérieure ou égale, ou pour limiter la perte humaine lorsqu'elle demeure défaillante mais que le tireur au bout du fusil demeure toujours mortel. Le débat éthique sur les robots tueurs est le produit de biais cognitifs qui font dévier le débat pourtant nécessaire. L'automatisation n'est pas nouvelle. Déjà présente sous la forme de missiles antimissiles, comme, par exemple, le système autonome américain Phalanx Centurion Weapon System¹² (dans sa version terrestre LPWS pour *Land-Based Phalanx Weapon System*) ou suivant le modèle de l'Iron Dome israélien¹³, elle se révèle novatrice dès lors qu'elle est implantée dans un corps capable d'interagir en temps réel avec son environnement. Au final, un corps matériel non organique qui en 2020 simulerait encore au mieux certains aspects d'un comportement humain. Les concepts d'emploi des robots utilisés aujourd'hui sont quasiment inexistantes, lorsque l'on analyse les tâches assignées, un comportement humain n'est pas nécessaire. Nous pouvons tout à fait imaginer plusieurs intelligences à coder en fonction du besoin. Par exemple, le robot sentinelle à la frontière coréenne n'a pas réellement besoin d'une intelligence humaine, mais plutôt d'une intelligence froide, dénuée

⁶ Ce dernier type d'autonomie n'implique cependant pas une absence totale d'intervention de l'humain. C'est en effet l'opérateur qui, avant le commencement de la mission, précise à la machine les règles d'engagement et détermine les cibles.

⁷ Les tentatives pour codifier les mesures dans lesquelles pourraient être employés les systèmes d'armes autonomes piétinent. Depuis 2010, sous l'impulsion de Sharkley, des voix opposées s'élèvent, une coalition d'ONG voit le jour en 2012 sous l'égide de Human Rights Watch, renforcée par des lettres ouvertes en 2015 et 2018 publiées en vue d'interdire les armes autonomes. En 2013 fut créée la CCAC avec depuis 2016 une réunion annuelle d'experts gouvernementaux pour statuer sur la question. Les États-Unis et la Russie y mettent un grand frein.

⁸ WALKER, Jon, « [Military Robotics Innovation, Comparing the US to other Major Powers](#) », emerj.com, 22 novembre 2019.

⁹ Les robots américains au Moyen-Orient et en Afghanistan, les robots russes en Syrie, le robot estonien au Mali par exemple.

¹⁰ La France et la Chine par exemple s'interdisent pour l'une et n'envisagent pas pour l'autre l'utilisation de robots autonomes, mais ne défendent pas pour autant un traité d'interdiction préventive. La Chine investit d'ailleurs massivement dans la recherche et développement des robots militaires.

¹¹ MUNIER, Brigitte, *Robots. Le mythe du Golem et la peur des machines*, Editions de la Différence, Paris, 2011.

¹² « [Centurion C-RAM Counter-Rocket, Artillery and Mortar Weapon System](#) », *Army Recognition*, 31 août 2020.

¹³ [Iron Dome Air Defence Missile System](#), www.army-technology.com

de toutes pollutions humaines pour être le plus efficace dans sa tâche. Les besoins que les robots pourront satisfaire évolueront nécessairement avec et parallèlement aux niveaux d'autonomie. C'est dans ce cadre que nous pourrions envisager des comportements de plus en plus humains. Or nous avons trop tendance à vouloir dupliquer nos affects tels quels sur ces robots, créant ainsi des peurs et des psychoses alors que la question fondamentale est celle du « but » injecté dans le programme. Un robot militaire doit se différencier d'un robot à vocation sociale ou de divertissement. Il doit avoir été conçu en intégrant une large interface homme-machine pour saisir le plus d'information possible issue de l'humain. De nombreux travaux sont en cours aujourd'hui pour une interaction vocale basée sur ce qui se fait avec les assistants vocaux civils mais adaptée au milieu opérationnel et à la spécificité militaire. Il reste que la communication non verbale et les déductions ne sont pas à la portée des robots d'aujourd'hui. Si le débat divise tellement, c'est en raison de la portée philosophique, politique de la problématique. Accorder la *licence to kill* à un robot créerait un précédent à toute transformation transhumaine¹⁴ voire posthumaine¹⁵. Afin de faire évoluer le débat, qui semble figé sur la question de l'éthique et donc de la responsabilité pénale de la faute, une conséquence de la prégnance contemporaine de ce que l'on appelle la *lawfare*¹⁶, nous proposons ici une feuille de route concernant l'intégration progressive que nous devrions faire suivre aux robots afin qu'ils remplissent un rôle tactique, stratégique réfléchi, utile et conforme à notre vision de la guerre.

L'idée selon laquelle les robots vont progressivement remplacer l'humain sur le champ de bataille est une certitude. Les discours politiques ou des communiqués militaires, tels que ceux d'un colonel russe disant « *que dans la prochaine décennie les plateformes téléopérées et les robots compteront pour 30 % de la puissance de combat russe* »¹⁷, ou d'un colonel israélien disant qu'il faut « *penser le peloton robotisé* »¹⁸, vont dans ce sens. C'est la volonté des Etats-Unis depuis la *Revolution in military affairs* (RMA) et la guerre du Golfe avec le concept de guerre propre, chirurgicale, portée au plus loin, téléopérée pour éloigner, accessoirement, les journalistes, et l'idée de conduire une guerre de moins en moins risquée pour l'être humain, dans laquelle la mort ne serait pas supprimée du champ de bataille, mais où la perte alliée serait réduite à son maximum¹⁹. La chose militaire, devenant aux yeux de la société civile de plus en plus conditionnelle et soumise à débat, demeure pourtant essentielle et nécessaire. Les orientations stratégiques sont donc claires pour certains, floues et évolutives pour d'autres. Ce qui n'est pas encore clairement défini – la part du remplacement humain au profit de la machine, les délais que cela prendra, le rôle confié au robot selon le degré d'autonomie décisionnelle atteint – alimente les fantasmes, les

¹⁴ Le transhumanisme est un ensemble de techniques et de réflexions visant à améliorer les capacités humaines, qu'elles soient physiques ou mentales, *via* un usage avancé de nanotechnologies et de biotechnologies.

¹⁵ Le posthumanisme, stade ultime du transhumanisme, permettrait d'abord de prévenir ou de guérir toutes les maladies, et aboutirait ensuite à la création d'une espèce posthumaine faite d'êtres hybrides qui associeraient un corps pouvant vivre jusqu'à 150 ans sans véritable maladie et un ordinateur hypersophistiqué à la place du cerveau.

¹⁶ ESTEVE, Adrien, « Le 'lawfare' ou les usages stratégiques du droit » in PELOPIDAS, Benoît, RAMEL, Frédéric (dir.), *L'enjeu mondial : guerres et conflits armés au XXIe siècle*, Presses de Sciences Po, 2018.

¹⁷ RIEUTORD, Dylan, *Les robots terrestres parmi les hommes*, L'Harmattan, Paris, décembre 2017, p. 40.

¹⁸ *Ibid.*, p.39.

¹⁹ D'ailleurs, le concept qui fit éclore la nécessité des robots utilitaires, *Dull Dirty Dangerous*, les 3D, relève de cette logique d'écarter l'Homme de toute tâche dangereuse, nocive ou ennuyeuse pour son intégrité physique et morale.

démonstrations de force détournées²⁰, et entretient donc la course à l'armement et à la recherche. Que ce soit dans une logique d'économie de vie humaine, non apte à concurrencer biologiquement les capacités robotiques de calcul, de force, de présence, de puissance de feu, ou dans une logique de meilleure répartition et gestion de la ressource humaine pour faire la différence dans la conduite de la paix, dans l'après-choc, nous pensons qu'il y aura toujours une nécessaire continuité entre le robot et l'homme. Rappelons qu'étymologiquement le robot désigne un serviteur...

Le lien filaire va peu à peu disparaître au profit de l'onde pour déboucher sur une intégration future par la machine de l'homme (voie du mecha²¹), ou par une relative acceptation de la machine par l'homme (soldat augmenté, cyborg). Les deux voies seront exploitées et seront mises en application en fonction de cultures stratégiques et de perceptions culturelles, pour des buts stratégiques militaires clairs appelant à privilégier tel ou tel moyen. Les sociétés modernes seront plus enclines à accepter la technologie dans l'organisme humain, *a contrario* de sociétés plus traditionnelles et moins portées sur ces aspects technologiques qui privilégieront une forme d'enveloppe externe à mi-chemin entre l'exosquelette et la plateforme blindée. Pour autant, et le Japon le démontre dans son quotidien, des sociétés peuvent être traditionnelles et technophiles, intégrant en leur sein la nouveauté technologique.

C'est pourquoi nous proposons ici une feuille de route matricielle des robots militaires, en considérant tout d'abord le temps de la communication, puis le temps de la collaboration. Celui-ci amènera à terme la synergie qui aboutira à la symbiose. Il ne faut cependant pas voir ces étapes comme des périodes artificielles et chronologiquement bornées. Ces processus évolutifs sont toujours en cours de maturation, et participent de l'amélioration globale de la relation homme-machine. C'est pourquoi ce fil guide doit être appréhendé au gré des mouvements de flux et de reflux des technologies et de leur acceptation dans les mentalités, et ne doit pas être pris comme proposant des bornes immuables et ségrégatives de la précédente ou suivante²². Par exemple, la collaboration enchâsse les acquis techniques du stade de la communication mais ce dernier poursuit néanmoins son optimisation et son renouvellement *via* certaines avancées, ce même lorsque la pleine collaboration serait atteinte. Même chose pour la synergie, qui englobe la collaboration et la communication, celles-ci continuant à proposer des solutions nouvelles, voire optimales, pour aboutir à la symbiose, qui, elle, marquera un coup d'arrêt à l'avancée technologique à proprement parler. Il s'agira dès lors d'optimisation ponctuelle, de maintenance et de corrections.

²⁰ Pensons, par exemple, aux festivals chinois montrant les essais de drones en parades lumineuses toujours plus nombreux et plus chorégraphiés, démontrant avec soin le seuil capacitaire technologique dont la Chine est capable.

²¹ Sur la notion du mecha, lire RIEUTORD, Dylan, « Blitzdaten et mecha, quand l'imaginaire rencontre le nécessaire », *DSI*, n° 133, janvier-février 2018, pp. 80-85, et, du même auteur, « Le robot idéal », *S'engager par la plume*, vol. 2, juin 2018, pp.117-126.

²² Pour aller plus loin sur ce sujet, voir RIEUTORD, Dylan, « La théorie des cycles de vie d'un système d'arme appliquée à la robotique », *Revue de Défense nationale*, mai 2018, pp. 45-51.

1. La communication : la question de l'établissement du lien

La communication doit être envisagée selon la nature du lien. Celui-ci peut être créé à partir de différentes technologies (cuivre, fibre optique, ondes), mais peut être différent selon le milieu, la distance, la nature des données échangées, et les spécificités géographiques du milieu dans lequel on opère. Le lien conditionnera les capacités offertes et permises, les risques qui lui seront soumis, et représente *de facto* la première brique qui a été posée lors de la Seconde Guerre mondiale, charnière dans l'histoire de la robotique militaire.

Ce sont les Allemands, *via* l'aide d'un ingénieur français (malgré lui), et les Soviétiques qui incrémentèrent la robotique en tant que *proxy*²³, ou en tant que prothèse humaine au sens propre puisqu'ils sont utilisés en tant que robots kamikazes ou en déport de sens. Le *proxy* (nous pouvons même aller jusqu'au terme de « substitut »²⁴ pour reprendre une formule de Rickli et Krieg) remplit donc ce rôle de dispositif artificiel remplaçant un membre ou un organe. Sans la technique et la technologie, ce rôle était originellement dévolu à et reste encore une prérogative de l'être humain. Daesh, selon une étude intitulée *Terrorist and Insurgent Teleoperated Sniper Rifles and Machine Guns*²⁵, a repris ce procédé pour économiser des vies dans ses rangs lors des batailles en Syrie ou en Irak. En utilisant davantage les drones munis de grenades ou d'explosifs et en mettant en œuvre des armements automatisés ou téléopérés, le but est bien de faire glisser la figure du kamikaze humain vers un vecteur inerte capable de produire autant de dégâts²⁶. En 2017, l'Etat islamique annonça avoir créé l'*Unmanned Aircraft of the Mujahedeen*, une unité dévolue aux drones piégés et drones modifiés pour mener des attaques. S'ensuivit une campagne médiatique relayée par le bulletin d'information *al-Naba* décrivant les drones comme « *une nouvelle source d'horreur pour les apostats* »²⁷. Enfin, des conversations étudiées par le groupe SITE sur Télégram ont montré qu'après les avions, « *il y a encore de nombreuses surprises* »²⁸, et l'étude de Bunker nous le prouve. Ce qui était considéré comme le missile du pauvre devient peu accessible à moindre coût, et nous parlons de vie humaine, en raison de la technologie duale qui se démocratise de plus en plus. Le défi de ce glissement pour un groupe terroriste consiste à justifier le discours symbolique et ne pas laisser flétrir la figure du martyr²⁹. A l'époque de la Seconde Guerre mondiale, le lien était physique, il s'agissait d'un câble en cuivre, qui permettait un contrôle sommaire sur une courte distance. Soumis

²³ Les mini-chars allemands Goliath qui, dans leurs premières versions (le Goliath E), fonctionnaient avec deux batteries électriques, les versions postérieures appelées Goliath V fonctionnaient avec du gazole et permettaient des capacités plus importantes. Les Soviétiques avaient mis au point le char TT26. Les deux robots étaient téléopérés au moyen de câbles téléphoniques, ils avaient pour tâche de démolir, d'exploser à distance ou de fournir un appui-feu. Avec une innovation tactique, les Allemands les ont utilisés pour des tâches qu'ils n'avaient pas prévues au départ, notamment lors de la bataille de Koursk, pour « déminer » le terrain préalablement.

²⁴ KRIEG, Andreas, RICKLI, Jean-Marc, *Surrogate Warfare, the Transformation of War in the Twenty-first Century*, Georgetown University Press, 1^{er} juin 2019.

²⁵ BUNKER, Robert J., KESHARVAZ, Alma, *Terrorist and Insurgent Teleoperated Sniper Rifles and Machine Guns*, FMSO, 2016, 43 p.

²⁶ Pour une remarquable étude sur la question, voir SCHNOEBELEN, Benoît, *La balistique du martyr, Comprendre le terrorisme suicide*, Editions de l'Ecole de Guerre, mai 2020, 220 p.

²⁷ WARRICK, Joby, « [Use of Weaponized Drones by ISIS Spurs Terrorism Fears](#) », *Washington Post*, 21 février 2017.

²⁸ *Ibid.*

²⁹ CHAMAYOU, Grégoire, « [Drone et kamikaze, jeu de miroirs](#) », *Le monde diplomatique*, avril 2013, p. 3.

aux aléas de la technique encore fragile, comme les faux contacts, les risques de câbles endommagés physiquement, les limites intrinsèques des câbles étaient réelles. Aujourd'hui la technique s'est perfectionnée et les liens filaires, souvent en fibre optique, bien qu'extrêmement délicats, ne souffrent plus des dysfonctionnements occasionnés au début. Mais cela ne vaut que pour le milieu terrestre. Pour les milieux qualifiés de fluides, comme le marin et l'aérien (entendons fluide comme caractéristique d'un milieu dépourvu de obstacles entravant le déplacement ou dans une moindre mesure la communication comme le bâti ou les tunnels, qui limitent la propagation des ondes), la communication se faisait majoritairement par la voie des ondes. Initialement, dans ces milieux, le rôle dévolu aux systèmes relevait de la simple observation, ce qui d'une part permettait de couper le cordon entre l'opérateur et la machine, et d'autre part résolvait le problème technique de l'époque sur la longueur de câble et le suivi de l'engin nécessaire depuis une position fixe sur un autre milieu. Pour ce qui est du milieu marin, plusieurs options sont possibles et toujours utilisées. Les ROV (*Remotely Operated Vehicles*) sont reliés à un navire hôte par un lien physique, comprenant des câbles d'énergie et des câbles de communication. C'est le miroir de la téléopération terrestre. Pour ce qui est des AUV (*Autonomous Underwater Vehicles*), les sous-marins autonomes principalement, ils n'ont aucun contact, *a fortiori* dans les profondeurs. L'eau déforme les signaux, de sorte que les moyens de communication habituels, notamment le GPS, le mobile (3G, 4G), le wifi, les signaux radar n'offrent pas de solution satisfaisante. Il s'agit donc de robots automatisés car toute leur trajectoire et leur mission sont mises au préalable sur logiciel, la remontée d'information se produit lorsqu'ils reviennent à la surface. Nous pouvons cependant mentionner un projet potentiellement révolutionnaire, un wifi optique marin. Il s'agit d'un projet français appelé Lamparo³⁰, qui permettrait une communication à haut débit entre un drone marin et son vaisseau de surface mère ou entre différents AUV. Pour le domaine aérien, la communication satellite est première. Mais le lien radio offre un complément parfois nécessaire comme pour la mise en l'air ou les opérations de récupération du drone, ou en mode dégradé pour le contrôle de la plateforme. Le lien radio peut aller, pour le cas du *Reaper*, à deux cents kilomètres³¹. Grâce au satellite, une meilleure communication est possible bien que coûteuse et soumise cependant à la météo et au brouillage. Le brouillage peut s'appliquer sur n'importe quel type de communication, à l'échelle satellitaire sa portée et ses conséquences peuvent en revanche être potentiellement stratégiques. Depuis les années 1990, les drones aériens et maritimes ont pour objectif des missions de reconnaissance ou de surveillance, le retour vidéo ou image était donc impératif, à la différence des premiers engins téléopérés, tous milieux confondus, qui servaient en tant qu'arme, comme le Goliath, que munition déportée comme les dispositifs marins filoguidés utilisés pour déclencher les mines maritimes, ou que déclencheur de système comme au Royaume-Uni dans les années 1920-1930, où des avions téléguidés servaient pour l'entraînement à la DCA et aux pilotes de chasse ou comme lors de la Guerre du Vietnam et du Kippour, où les engins téléguidés servaient à épuiser les batteries de défense anti-aériennes. Une nouvelle technologie est en cours d'étude pour permettre la communication entre des systèmes robotiques marins et aériens, appelée « communication acoustique translationnelle RF » (TARF)³². Le MIT travaille depuis 2018 sur la question, ce qui ferait évoluer la communication en collaboration (voir *infra*).

³⁰ GROIZELEAU, Vincent, « [Drones : Un consortium français parvient à développer un Wifi sous-marin](#) », *Mer et Marine*, 29 novembre 2013.

³¹ SARTRE, Patrice. « Drones de guerre », *Études*, tome 419, n° 11, 2013, pp. 439-448.

³² MATHESON, Rob, « [Wireless Communication Breaks through Water-air Barrier](#) », *MIT News*, 22 août 2018.

En tout état de cause, la prolongation des sens humains rendue possible reste pondérée par la longueur du câble ou la puissance du rayonnement émise vers le récepteur. Pour ce qui est du domaine terrestre relatif à notre époque, cette communication instaure un lien entre le robot et son opérateur fonctionnel mais limité dans le temps (batterie énergétique faible), dans l'espace, et dans ses applications. Utilisé ponctuellement, principalement pour des tâches de reconnaissance, d'acquisition d'objectif ou de détection et de neutralisation d'engin explosif, le lien ne permet pas d'exploiter d'autres capacités. Bien sûr, la plateforme étend la portée utile puisqu'elle se transforme elle-même en capteur, mais elle n'a aucune prise sur son réel et est complètement dépendante de son opérateur. La prise qu'elle a sur son environnement au moyen d'un bras articulé ou d'un autre effecteur reste la prérogative et la prothèse de son opérateur. Dans les autres milieux, l'espionnage, la surveillance, la reconnaissance, la frappe par missile, le transport et le largage de fourniture sont possibles en raison de l'affranchissement de la limite physique due au câble dans le domaine terrestre. Pour autant, nous restons toujours limités en termes d'emploi du fait de conditions extérieures et de longévité précédemment évoquées.

Plus problématique est la question de la neutralisation de ces machines. La communication est plus sensible en raison de l'interception et du brouillage, eux-mêmes plus susceptibles d'être mis en place aujourd'hui que le coupage de câble, puisque l'on peut aller plus loin donc au plus près des positions ennemies ou inconnues et dans des zones soumises à un contrôle du spectre électromagnétique ou présentant le caractère d'espace conflictuel pour le contrôle des ondes. Le contrôle des drones est alors un enjeu opérationnel majeur. Les brouillages ont déjà montré la problématique du lien opérateur-base avec le drone ou le robot soumis aux interférences du *jamming* ou du *spoofing*. En Syrie, par exemple, les brouilleurs russes Silok³³ ont réellement perturbé les opérations américaines en créant des erreurs de trajectoire pour de petits drones de reconnaissance (*jamming*). Autre exemple, l'Iran et son brouilleur Avtobaza (de conception russe) auraient pris le contrôle d'un drone américain en 2011 (*spoofing*). Le conflit dans le Donbass ne manque pas d'intérêt du point de vue de la guerre électronique, se révélant un laboratoire de test pour les nouveaux équipements russes dans la perturbation des liaisons opérateur-machine et plus largement des communications.

Le temps de la communication pourrait s'étaler de la période 1939-1945 aux années 2020. Aujourd'hui, un glissement technologique est notable. L'utilisation des liens est de moins en moins physique. Si la fibre optique est encore présente, les ondes radio, Bluetooth ou wifi voire satellites deviennent peu à peu les fils invisibles qui tirent la marionnette. Mais parallèlement à cette distanciation acquise par la suppression du cordon ombilical, l'intégration d'algorithmes et une forme d'intelligence artificielle injectée dans le fonctionnement propre de la plateforme amène un tout autre champ du possible, par la collaboration.

³³ AXE, David, « [How Russia is Messing with the Air Force's Drone Radio Links](#) », *The National Interest*, 19 mars 2020.

2. La collaboration : l'intégration de l'auxiliaire au centre

Naturellement, une fois la communication rendue possible, il y a interaction et donc collaboration, puisque l'outil a été conçu pour aider son utilisateur. Jusqu'ici limitée par la physique du câble ou les écueils dus au brouillage, la technologie s'est perfectionnée et certaines plateformes maîtrisent complètement leur spectre capacitaire en surpassant certaines limites éprouvées.. La collaboration, pour le robot, peut se voir comme la combinaison interarmes dans une manœuvre. Sur le court terme les robots sont appelés à intégrer les différentes armes existantes et à « autonomiser » et « droniser » les unités en place. En ce sens, ils participeront non plus ponctuellement à des missions uniques mais ils peuvent être amenés à évoluer sur une manœuvre plus complexe puisqu'ils permettront un spectre capacitaire plus étendu dans leurs fonctions. Les Etats-Unis, peu avares en concepts, en rendent compte par le MUM-T pour *man-unmanned teaming*³⁴. Sur le long terme, il est envisageable que des unités humaines puissent faire appel à des batteries de robots ou des sections robotisées spécialisées pour appuyer ou soutenir une manœuvre. La semi-autonomie, appelée aussi autonomie supervisée (où des suites de codes préprogrammés permettent au robot de suivre un itinéraire, d'automatiser certaines fonctions, comme, par exemple, l'acquisition de cible avec engagement sous contrôle opérateur) est le niveau seuil à rejoindre pour atteindre cette finalité. En ce sens, il ne s'agit plus d'une prothèse que l'on peut déporter pour gagner en supériorité informationnelle ponctuellement, ou d'une munition que l'on utilise une fois. En tant que capteur semi autonome, le robot devient ainsi un compagnon augmentant la puissance du combattant tout en permettant une palette de nouvelles tactiques, tant offensives que défensives. L'opérateur n'a plus à rester excentré pour s'occuper du pilotage de la plateforme mais peut prendre part directement à l'action en intégrant le robot. C'est là le but du MUM-T américain. Le lien, qui est alors sous forme d'ondes, peut être perturbé comme pour la communication, et est particulièrement limité en milieu urbain, ce qui représente un défi technologique pour assurer une couverture permanente étanche, résiliente et globale aux forces en présence afin de tirer pleinement parti des nouveaux outils à leur disposition. Généralement supervisés depuis des plateformes habitées situées en arrière de quelques kilomètres, les robots montrent de nombreuses qualités et possibilités en opération. C'est le cas du Themis estonien au Mali³⁵, qui fait état de qualités indéniables. Les robots russes, en dépit de leurs désastreuses expériences syriennes, ont permis un retour d'expérience formateur et précieux pour leurs opérateurs, la chaîne industrielle, mais également pour toute la chaîne de commandement, qui travaille sur les cadres d'emploi des robots en opération. Ce gain d'expérience est un avantage considérable sur les autres pays. Les Russes auraient déjà corrigé les problèmes rencontrés³⁶. Les capacités que l'on attend d'un robot collaboratif vont bien au-delà de la simple « vision » ou de la fonction déminage. Par conséquent, il doit répondre présent aux contraintes d'une manœuvre pouvant être longue, fulgurante, ou mise en sommeil pour un

³⁴ La Russie a réalisé, en septembre 2019, un exercice avec un drone Hunter S-70 Okhotnik et un Su-57. En février 2020, les Etats-Unis ont également réussi un exercice mettant en œuvre deux EA-18 Growler, pilotés à partir d'un modèle similaire habité. C'est bien ce que l'on appelle du combat collaboratif homme-machine.

³⁵ GAIN, Nathan, « [Un an d'expérimentation au Mali pour le robot Themis](#) », forcesoperations.com, 2 mai 2020 ; LAGNEAU, Laurent, « [Le robot terrestre estonien Themis est capable de tout faire... même remorquer un VBCI](#) », opex360.com, 13 mai 2020.

³⁶ ATHERTON, Kelsey D., « [Russia Eager to Prove Recent Conflicts Improved its Robots](#) », *Defense News*, 27 juin 2019.

temps. Ajoutons qu'il peut être également amené à jouer un rôle majeur sur les missions d'appui, de soutien, mais également dans toute la préparation opérationnelle. Si les missions défensives avantagent clairement les robots, notamment pour la permanence de la surveillance, comme la tourelle Aegis à la frontière coréenne, ou les robots de garde de sites de lancement balistiques russes, comme le Taifun-M, l'aspect offensif nécessite encore des améliorations en termes de mobilité. De plus, les masques du milieu terrestre limitent encore aujourd'hui l'intérêt des plateformes. Mais cela suppose également de durer dans le temps. L'autonomie énergétique *via* l'hydrogène ou l'électrique ou par un mélange hybride s'avère donc nécessaire, les batteries n'étant plus suffisantes pour tenir la charge dans la durée de l'action. En effet, la plupart des batteries permettent aux robots une autonomie de deux à six heures en moyenne, ce qui amène à les utiliser de façon très brève et ponctuelle. Le Themis, par exemple, alliant un moteur diesel et un moteur électrique basé sur des batteries lithium-ion et des ultracondensateurs au graphène³⁷, en est la déclinaison prometteuse. Sa capacité énergétique est décuplée. En mode électrique, il a une autonomie de trente minutes à une heure trente. En mode hybride, son autonomie passe à huit-dix heures. Les nombreux tests réalisés dans les armées du monde entier semblent ouvrir la voie à ce type de robots empruntant une forme d'énergie hybride pour durer. Au travers d'exercices militaires en Estonie, au Royaume-Uni, aux Pays-Bas et même d'opérations extérieures, le modèle hybride semble s'imposer, créer des émules dans les autres systèmes robotiques du monde, et il démontre la collaboration homme-machine. Pour ce qui est des autres milieux, nous pourrions imaginer une opération menée par des éléments terrestres appuyés par des frappes aériennes intégralement menées par des drones. De nos jours, pas une seule opération ne se déroule sans l'appui image offert par un drone, c'est donc bien de la collaboration.

Cette dernière décuple les possibilités et permet de reproduire tout ce que nous sommes actuellement capables de réaliser en termes de manœuvre en intégrant un pion robotique dans l'échiquier. En contrepartie, la collaboration rend de plus en plus cruciales les notions de cybersécurité et de lien opérateur-robot car le feu reste toujours, à ce stade, une prérogative humaine. Nous sommes en 2020, au cœur des réflexions pour la collaboration robotisée et l'équipe homme-machine, qui sera l'apanage des années 2020 à 2035. Le programme SCORPION français prévoit l'arrivée de robots au sein d'unités en vue de contribuer à la manœuvre entre 2022 et 2025. Mais dans un premier temps il ne devrait s'agir que de robots capteurs pour le renseignement de contact. Si le programme est actuellement dans sa première phase (dotation des nouveaux matériels et modernisation), nous voyons tout de même la dotation de robots capteurs issus de la gamme Nerva³⁸, ce qui montre que le déploiement respecte les délais. Il est probable que des robots pensés pour le combat collaboratif, plus imposants, soient intégrés dans les prochaines étapes du programme, comme le robot Optio X-20 de Nexter, dans la décennie à venir et après. Les projets pour mettre en place des robots de combat au sein des armées sont pléthore à l'échelle internationale³⁹. Pour un universitaire lié à l'armée chinoise les robots pourraient

³⁷ HOGUIN, Sophie, « [Et si l'avenir du graphène était ailleurs ?](#) », *Techniques de l'ingénieur*, 28 mars 2017.

³⁸ « [La Direction générale de l'armement réceptionne les premiers micro-robots terrestres du programme Scorpion](#) », Armée de Terre, 30 janvier 2020.

³⁹ Si l'on reprend l'exemple de la campagne irakienne au début des années 2000, les robots constituaient la quatrième force américaine en présence aux côtés des forces spéciales, de l'armée régulière et des compagnies privées (voir MALIS, Christian, « Horizon 2030 : réflexions prospectives sur le combat terrestre », *Revue Défense Nationale*, mars 2015, p. 105).

être intégrés comme des « *mechanized paratroopers that can land in a hostile environment and conduct search and rescue, surveillance, and explosive ordnance disposal (EOD) missions, as well as transmit video back to command centers and even conduct combat operations with personnel* »⁴⁰. De la production en chaîne⁴¹ à la rédaction de cadre d'emploi⁴² en passant par la dotation en unités⁴³, les robots arrivent peu à peu et gagnent du terrain dans les fonctions de soutien et d'appui comme les robots sherpas servant de mules ou de convois autonomes, de robots munitionnaires artilleurs ou bien encore de robots du génie pour aménager le territoire, et de plus en plus dans la mêlée. Milrem Robotics, déjà champion européen, propose également un robot de combat à destination des forces mécanisées de l'OTAN⁴⁴. Les plus optimistes visent 2030, voire avant, comme date charnière pour réaliser des « chocs robotisés », mais nous pouvons estimer qu'avec les retards technologiques, les procédures de tests et de retours d'expérience et les surcoûts engendrés, un délai de cinq ans supplémentaires n'est pas irréaliste et est même plus que probable.

Le passage de la collaboration à la synergie est rendu possible grâce à ce que nous appelons la télédéportation. Mais une autre technologie est susceptible d'apporter la synergie, appelée « transfert ». Elle duplique la visée humaine sur la visée du robot avec vraisemblablement un système de verrouillage de la part de l'opérateur pour déclencher le feu de la machine. La technologie est de conception russe.

3. La synergie : le robot au cœur de l'action

La synergie résulte d'une maturité suffisante dans la collaboration pour donner naissance à une multi-action agile et souple. Elle pourrait être rapportée au multi-domaines et à l'action interarmées. La synergie donne la capacité d'appeler un essaim, de mener un appui feu par drone avec un dégagement par UGV (*Unmanned Ground Vehicle*). De la même manière, nous pourrions imaginer des sous-marins robotisés pouvant se transformer en torpille kamikaze en appui d'un bombardement aérien par drone. Autre exemple, et ils ne manquent pas, le transport de troupes par robots sous-marins, pouvant également transporter des robots amphibies. La synergie suppose un degré d'autonomie relatif. Elle peut s'atteindre par deux voies. La télédéportation ou l'autonomisation du robot. La télédéportation a été mise à l'œuvre par une technologie civile, que l'on doit à l'enseigne Toyota⁴⁵, qui a démontré

⁴⁰ ALDERMAN, Daniel, ATHA, Katie, DEPENDAHL, Caleb, FRANCIS, Edward, Dr. MULVENON, James, RAGLAND-LUCE, Ann Leigh, RAY, Jonathan, *China's Industrial and Military Robotics Development*, Defense Group Inc., octobre 2016, pp. 52-53.

⁴¹ « [Turkey's Unmanned 'Mini-Tank' to Enter Serial Production](#) », *Defense World*, 11 mai 2020.

⁴² La Russie devait publier au cours de l'année 2020 un document officiel quant à la doctrine d'emploi de systèmes robotisés, mais celle-ci n'a pas encore été rendue publique (au 15 janvier 2021).

⁴³ Les armées française, américaine, russe, européennes, australienne, coréenne, iranienne, turque, indienne mettent en service des systèmes robotiques téléopérés ou semi-autonomes. Cette liste n'est pas exhaustive.

⁴⁴ ESCHTEL, Tamir, « Milrem Robotics Introduces a 12-ton Robotic Vehicle for Mechanized, Armored Warfare », *Defense Update*, 25 mai 2020.

⁴⁵ ACKERMAN, Evan, « [Toyota Gets back into Humanoid Robots with New T-HR3](#) », *IEEE Spectrum*, 22 novembre 2017.

qu'un opérateur humain, chez lui, depuis une plateforme spéciale pouvait piloter à distance un robot comme s'il était devenu le robot. La plateforme est composée d'un casque de réalité virtuelle répliquant la vision, de gants spéciaux munis de capteurs renvoyant le toucher et la force émise par le robot et/ou par son opérateur pour un contrôle optimal ainsi que d'autres capteurs⁴⁶. Cette technologie mérite que l'on se penche sur son application militaire. Tout d'abord, d'un point de vue durabilité, les opérations pourraient être grandement facilitées par une gestion télédéportée de la maintenance, de la santé. Pensons par exemple à une panne ou à un blessé, avec une impossibilité d'évacuation immédiate. Des réserves de compétences humaines restées en « arrière » pourraient alors, *via* des avatars pris sous la forme de kits rapidement et facilement mis en œuvre par des soldats, sous le feu ou en environnement contraignant, opérer directement sur la panne ou le blessé en toute sécurité. Un soldat ou un binôme pourraient mettre en œuvre facilement un robot qui, une fois en marche, serait piloté comme un drone actuel à plusieurs milliers de kilomètres mais surtout employé par un spécialiste, qu'il soit soignant ou dans la maintenance, pour réaliser des tâches sensibles en environnement contraint. Ainsi, le couple robotique interface homme-machine serait un marqueur déterminant pour cette étape. Nous pourrions conclure que le poids du kit serait un fardeau à ajouter au soldat, mais puisque l'on part du principe que la collaboration est toujours active et est englobée dans la synergie, une mule s'assurera de l'acheminement du kit en suivant le convoi ou le groupe de façon autonome, ou le kit pourrait être acheminé par drone ponctuellement et rapidement à l'aide d'un bouton lançant la procédure pressé par un soldat. De plus, imaginons la plus-value et le gain de temps sur les gestes à effectuer en cas d'environnements contaminés ou non propices pour l'homme. Par la télédéportation, l'assistance, le soutien, le suivi deviennent possibles en tous temps et tous lieux pour le plus grand bénéfice du combattant. L'aspect énergétique n'est plus problématique dans la mesure où la plateforme accueillant le spécialiste serait branchée en environnement ami, sûr, et donc alimentée de façon continue. On parle de synergie puisque le savoir de l'homme, par la dextérité de la machine, répondant à la volonté humaine, sera mis au service de l'utilisateur, usager, client, victime, équipier. Nous pourrions décliner la même chose dans les autres éléments, en conférant la vision d'un drone, ou d'un drone sous-marin avec possibilité d'intervention sur le déplacement ou l'action à donner par un poste de pilotage déporté. La synergie apporte donc un saut qualitatif dans les actions réalisables par les robots. L'interface homme-machine est la technologie clé pour ce stade. La réversibilité du contrôle humain sur la machine et son contrôle pour des tâches précises et sensibles sont dimensionnants pour la synergie. Une sensation de liberté d'action et de contrôle serait atteinte notamment par la disparition du joystick au profit du corps et des sens humains. Le robot ne serait plus un simple déport mais un réceptacle et un multiplicateur. L'analyse en temps réel, ou une analyse fine d'un point particulier ou d'un objectif nécessitant une approche spéciale, seraient par exemple facilitées. Des projets et prototypes sont déjà en cours pour le pilotage et le contrôle de flottes de robots, tous milieux confondus par les gestes⁴⁷, la voix⁴⁸, ou la

⁴⁶ *Ibid.*

⁴⁷ Notamment par un bracelet porté, mais il existe également des systèmes permettant un contrôle au poignet par un autre module externe (MULLING, Tobias, NAZIR, Bushra, SATHIRANAYAYANAN, Mithileysh, « Controlling a Robot Using a Wearable Device (MYO) », *IJEDR*, vol. 3, n° 3, 2015).

⁴⁸ Le projet MINOTAUR (*Multi-Modal Interface for Natural Operator Teaming with Autonomous Robots*), contrat passé par l'Armée américaine avec la société Charles River Analytics en 2016, développe une interface permettant une synergie entre le combattant humain et le robot sur le champ de bataille en le contrôlant par la voix et le geste (voir PECK, Michael, « [Army Awards Contract for Controlling Robots](#) », *C4ISRNET*, 15 novembre 2016).

pensée⁴⁹. La synergie atteindra un autre niveau puisque l'homme contrôlera les faits et gestes de ces outils, qui ne sont déjà plus, à ce stade, une prothèse humaine mais bien des extensions armées capables de mettre en œuvre la volonté de leur opérateur. Ainsi, la synergie évacue complètement la problématique du robot tueur puisqu'elle reste entièrement dépendante de l'homme, en tout cas sous la forme télédéportée.

Pour ce qui est de la synergie par l'intermédiaire de robots qui seraient autonomes, il faudrait intégrer la fonctionnalité permettant de reprendre le contrôle manuel à tout moment comme une assurance. C'est là la différence entre le « *out of the loop* » et le « *off the loop* » pour maximiser une action, ou prendre des décisions sensibles en environnement difficile. Penser que le robot puisse se tromper de cible ou mal analyser son environnement est réducteur. A l'instar du robot russe Marker⁵⁰, qui est le premier à mettre en place le transfert, on pourrait dupliquer la visée humaine sur celle du robot. Ainsi, mon robot ne vise que ce que moi, tireur, ai identifié et verrouillé comme étant un objectif à détruire. En conservant la qualité des capteurs du robot bien plus robustes que la vision humaine, nous pourrions imaginer que sur l'élément de protection du soldat, ce dernier puisse indiquer à son robot, par le biais d'une commande, tel ou tel objectif avec quelle action à mener, et si le robot a toute latitude pour exécuter la tâche ou si un besoin en précision est nécessaire avant de faire feu dans le cas d'une destruction d'objectif. La responsabilité reste alors humaine malgré l'autonomie du robot. Ces robots dits autonomes ne le sont donc toujours pas complètement. Naturellement, plus la matrice robotique progresse sur son axe, plus la question de la sécurité de la communication et du lien entre l'humain et le robot devient fondamentale, sinon vitale. En compromettant, en paralysant, voire en retournant le robot contre ses « maîtres », l'ennemi pourrait infliger peut-être encore plus de dégâts qu'en visant des cibles humaines, en contrôlant des « ordinateurs ». La synergie nécessite au moins une autonomie complète en termes de mouvement de la part du robot, en termes de captation de l'information et d'exécution des ordres. Si cela paraît simple, c'est un vrai défi technologique. La synergie va voir naître une montée de l'anthropomorphisme⁵¹, en faisant comme l'humain, pour l'humain, il faut être humain, s'en rapprocher tout au moins. L'intégration des robots dans les rangs militaires est, en 2020, plus que marginale, même si certaines unités spécialisées américaines ont développé, comme le montre Singer dans son ouvrage *Wired for War*, une place toute particulière aux robots démineurs. A travers l'anthropomorphisme, la gestion, le contrôle, et l'acceptation du robot seront galvanisés pour offrir une expérience utilisateur propre à la synergie et au niveau suivant du lien homme-machine, la symbiose. La limite et le danger de l'anthropomorphisme résident dans le risque pour l'homme de se perdre véritablement dans la machine. Par un effet de transfert, l'humain pourrait développer des névroses ou des syndromes psychologiques liés à la machine réceptacle. Les opérateurs de drones sont, par exemple, touchés par les syndromes post-traumatiques. Certains soldats, décrits également par Singer, montraient des SPT similaires lorsque leur robot démineur était détruit. D'autres ont milité pour récompenser d'une médaille des robots rentrant de mission, et il ne s'agissait ici que de

⁴⁹ Les Russes et les Chinois y travaillent, notamment par des casques spécifiques. Pour le cas russe, voir PIERACCINI, Federico, « [Russian Military Scientists Develop Mind Controlled Drone](#) », *Russia Insider*, 22 janvier 2016 ; pour le cas chinois, voir « [The Robots Republic of China](#) », *i-HLS*, 20 août 2015.

⁵⁰ ATHERTON, Kelsey D., « [Russian System Uses Infantry to Spot for Robots](#) », C4ISRNET, 3 mars 2019.

⁵¹ LAGNEAU, Laurent, « [L'entreprise française ECA Dynamics planche sur un robot humanoïde à vocation militaire](#) », www.opex360.com, 6 décembre 2015.

robots démineurs. L'affect et l'empathie pour la figure anthropomorphique pourraient à terme conduire à un affaissement du seuil de vigilance, à une forme d'hybris en raison d'un sentiment d'immortalité dans la machine, voire, pire, à des comportements dangereux pour sauver un robot. La communication multipliait les petites plateformes de type capteur ressemblant plus à des jouets télécommandés qu'à l'image populaire du robot. La collaboration a mis dans les esprits des plateformes bien souvent similaires à des engins blindés ou des véhicules existants dans lesquels on a purement supprimé la composante humaine. Ce qui n'empêche pas la collaboration et *a fortiori* la synergie de s'intéresser particulièrement au zoomorphisme⁵² et à l'anthropomorphisme, en particulier à travers la figure humanoïde. Les technologies ne sont pas encore assez matures mais il ne serait pas surprenant de voir apparaître, en 2030-2045, des éléments bipèdes, animaux⁵³, ou encore plus exotiques. Pensons en effet aux robots polymorphes⁵⁴ : capables de s'agréger par centaines ou milliers, comme des fourmis ou des rats, ils pourraient très bien fabriquer des structures *hinc et nunc* telles qu'un pont ou autre. La synergie serait encore à l'œuvre dans les moyens employés. Enfin, comme pour la collaboration mais de façon accrue, l'autonomie énergétique est un impératif pour la synergie. Les différentes options, énergie électrique, hybride, fuel, les nouvelles formes d'énergie, sont envisageables mais cela doit être durable. Cette synergie suppose en effet une autonomie allant de vingt-quatre à soixante-douze heures minimum pour être efficiente.

4. La symbiose : les premiers pas de l'homme-machine

La symbiose dans sa définition littéraire aura substitué aux câbles de la communication, aux ondes de la collaboration, et à la proximité physique simulée de la synergie la proximité homme-machine. A travers un homme robotisé ou une machine humanisée, la symbiose est possible. Nous considérons que le point de départ d'une forme de symbiose homme-machine ne se fera pas avant 2050, précisément en raison de la feuille de route que nous venons de proposer. L'accroissement de la présence des robots sur le champ de bataille, particulièrement au moment du choc, va amener l'humain à gagner en protection dans un premier temps, puisqu'il ne lui sera pas possible de contrer les tirs, de détecter, de réagir face à des robots distants de plusieurs dizaines de kilomètres minimum. Mais en gagnant en protection⁵⁵, l'humain va se rendre compte qu'il sera toujours submergé par la vitesse de l'information et les frictions générées par les robots eux-mêmes⁵⁶. Il n'aura donc pas d'autre choix que de s'augmenter une première fois, et de continuer à s'augmenter à mesure que

⁵² CIMINO, Valentin, « [Biomimétisme : des robots aquatiques s'inspirent des calmars](#) », *Siècle digital*, 1^{er} juillet 2019.

⁵³ Les Chinois utilisent par exemple des drones pigeons pour surveiller la population. De nombreux prototypes grâce aux nanotechnologies et à la miniaturisation s'orientent vers des robots insectes. Les Israéliens utilisent un robot Snake, sous la forme d'un serpent, pour investir les tunnels creusés par le Hezbollah.

⁵⁴ Appelé robot origami, ce projet est prometteur et permettrait de révolutionner certaines constructions (ZAFFAGNI, Marc, « [Les premiers robots origami arrivent](#) », *Futura Sciences*, 13 août 2014).

⁵⁵ Cet équilibre entre les notions de mobilité, de protection et de puissance de feu a guidé l'évolution de la technologie dans la guerre et a fait l'objet d'un ouvrage écrit par SANTONI, Pierre, *Triangle tactique : décrypter la bataille terrestre*, Éditions Pierre de Taillac, 2019, 172 p.

⁵⁶ Elles sont au nombre de trois. La machine peut mal interpréter ce qu'elle perçoit vis-à-vis de la machine ennemie (première possibilité) ou de l'ennemi (deuxième possibilité). La liaison entre la machine alliée et l'opérateur peut également être mise à mal (troisième possibilité).

les robots eux-mêmes vont devenir de plus en plus performants suivant la loi de Moore. Il reste qu'à moyen terme – et les discours politiques et militaires des Etats-Unis, de la Chine ou la Russie le montrent –, la place de l'homme au cœur du champ de bataille est vouée à être progressivement mise en arrière, dans les bases protégées, appelées aussi FOB, ou en deuxième rideau, avant de disparaître complètement sur le très long terme, et selon les sphères technophiles les plus farfelues, de l'espace de bataille. Pour l'humain qui devra et souhaitera s'augmenter, deux voies seront sûrement ouvertes selon les travaux déjà en cours en termes de recherche et développement⁵⁷. Rappelons qu'un cycle de politique de défense dure environ une quarantaine d'années. Nous parlons donc d'un temps postérieur à l'ère SCORPION si l'on prend le cas français, qui aboutirait à l'année 2060. Or, si l'on prend en compte l'amélioration des technologies au fil du temps, les retards et surcoûts économiques engendrés par les programmes et les tâtonnements, les problèmes potentiels en approvisionnement, la moyenne retomberait bien aux alentours de 2050.

L'homme ou la femme pourrait éventuellement occuper un robot qui lui procure protection, capacité de détection, et puissance pour répondre à des robots adverses. Ainsi, la synergie des deux intelligences ferait naître la symbiose. Cette capacité qu'offre le mecha aux combattants de tous sexes, nous l'appelons le pouvoir égalisateur du combattant. Il n'y aurait plus de limites ou contraintes d'emploi pour n'importe quel profil physique ou biologique dans l'exercice des armes et même, de l'action guerrière. L'aspect psychologique en revanche demeurera une contrainte et deviendra peut-être encore plus un marquant pour l'orientation dans les spécialités.

Ils pourraient tout aussi bien accueillir dans leur intégrité propre, par le biais des nanotechnologies, et des acquis transhumanistes alors possibles mais surtout acceptés par la société et l'individu lui-même, des modules capables de les augmenter à la façon d'un cyborg. Nous ne posons pas la question de savoir si c'est souhaitable et positif. Nous interrogeons plutôt la capacité des sociétés à accepter et surtout encadrer ces éléments qui fracturent le rapport à la vie dans une société, en tout cas en Occident. La société occidentale s'individualise de plus en plus, a la liberté pour maître et le culte de la performance. L'augmentation risque de relever davantage d'un choix purement personnel que d'une ligne défendue par un gouvernement. Pour les Américains, cela ne fait pas de doute : l'armée sera composée de cyborgs en 2050⁵⁸. Nous considérons pour notre part que l'augmentation est le tatouage du futur. Nous verrons que de nombreuses autres questions éthiques et sociétales se poseront très prochainement dans les débats des décennies à venir. Pour ce qui est des craintes éthiques quant aux robots tueurs, nous pensons qu'une nouvelle fois la question est maladroite. Dans la mesure où l'homme enchâsserait un robot, ou un homme qui s'augmenterait par la technologie resterait maître du feu, le robot tueur de type Terminator est un fantôme issu précisément d'un esprit irrationnel qui est le propre de l'homme, alors que la machine ne peut être que « rationnelle ». Il est vrai cependant de dire que les fantasmes changent au gré des époques et des réalisations ou non de ces derniers au

⁵⁷ Les exosquelettes représentent dans leur future application le point de dislocation dans les deux voies que nous prévoyons. Si l'exosquelette continue à se développer selon les modèles Talos, Hercule, Ratnik, Guardian XO, Ogmios, il finira inévitablement par se transformer peu à peu en une forme mecha. Si l'exosquelette, notamment par les avancées des biotechnologies et des nanotechnologies comme les tissus intelligents, devient non plus un exosquelette mais un endosquelette, alors nous nous rapprocherions davantage du soldat augmenté/cyborg.

⁵⁸ *Cyborg Soldier 2050: Human/Machine Fusion and the Implications for the Future of the DoD*, US Army Combat Capabilities Development Command Chemical Biological Center, octobre 2019, 42 p.

cours de l'Histoire et que nous ne savons pas aujourd'hui quel sera le fantasme populaire en 2040 sur l'arme opérationnelle en 2080. Si une machine peut tuer toute seule par elle-même, cela résultera du code, injecté par l'homme et pour l'homme, en raison d'une volonté assumée à la base, ou d'un piratage en vue de causer des dégâts. Donc si la peur du robot tueur doit être avérée, elle doit être précisée, et c'est sous l'angle du piratage et du lien opérateur-robot qu'il convient de l'appréhender, et non pas sous l'angle de l'autonomie décisionnelle. Si des travaux portent sur les capacités d'apprentissage des machines, la peur du dépassement humain ne doit pas être vue comme un motif de proscription préemptive mais comme un élément moteur dans l'encadrement de ces recherches. Concernant la sécurité du lien opérateur-robot en phase de symbiose, cela sera le début d'une nouvelle facette du piratage, le biohacking⁵⁹, et qui sévit déjà à un stade embryonnaire faute de « ressource », l'homme connecté. L'objectif peut être personnel et sans incidences autres que pour l'intégrité propre de l'intéressé. Des hackers tentent par exemple de s'« augmenter » par le système d'édition génomique CRISPR-Cas9⁶⁰ ou par l'implant de composants au sein de leur corps⁶¹. En revanche, l'objectif pourrait être aussi de nuire. En ce sens, plus l'humain sera connecté, plus il sera une cible. L'exemple d'un hack possible d'une pompe à insuline connectée envers une personne diabétique peut donner des idées à bon nombre d'acteurs du secteur de la sécurité-défense avec des conséquences létales.

En fonction des cultures stratégiques et du rapport culturel à la vie et aux progrès technologiques, nous pensons que les deux options (le mecha et le soldat augmenté) seront utilisées. Alors que les Américains ou les Asiatiques privilégieront potentiellement la voie du cyborg pour leur appétence technologiste et leur lien quotidien avec la technologie, les autres Occidentaux, l'Afrique et le Moyen-Orient privilégieront peut-être le mecha pour des raisons éthiques, pour le rapport au corps ou leur réticence vis-à-vis de la technologie. Les deux options peuvent d'ailleurs coexister et collaborer ensemble. Ce serait non plus une symbiose mais un syncrétisme, une forme de stade ultime dans la relation homme-machine, la technique ayant réussi le défi d'unir deux entités normalement incompatibles, fusionnées soit dans la machine, soit dans le corps humain pour agir ensemble. A mi-chemin entre les armes traditionnelles et les unités spéciales, les mecha pourraient être déclinés en plusieurs classes. Selon un rapport savant issu du triangle tactique, certains seraient plutôt légers et agiles, faits pour le combat de haute intensité en environnement urbain, d'autres plus imposants, plus lents et lourds, seraient là pour un appui feu et une posture défensive. D'autres encore seraient munis de canons dans le dos pour permettre une artillerie mobile et nous pourrions développer des classes de mecha pour plusieurs types de missions. Le gain économique se situerait dans la rationalisation et surtout la polyvalence de grands modèles industriels en créant des plateformes selon trois critères (léger, moyen, lourd), en les équipant de modules et d'effecteurs en fonction des besoins de la mission, tous étant réversibles, un peu comme sur le modèle du nouveau prototype du robot de combat de Milrem Robotics. La « guerre mosaïque »⁶² prendra alors son sens plein et l'écueil du zoo

⁵⁹ Le biohacking est l'art de détourner un système biologique pour atteindre un objectif. Il peut être offensif ou non.

⁶⁰ RAY, Marie-Céline, « [Biohacking : il modifie son ADN pour être plus musclé](#) », *Futura Sciences*, 28 novembre 2017.

⁶¹ « ['Biohacking' et transhumanisme : des Russes expérimentent avec leur corps](#) », *Sciences et Avenir*, 18 février 2020.

⁶² Pour une explication du concept originel, lire DABILA, Anthony, « La guerre mosaïque : antidote à la surenchère technologique ? », *Revue Défense Nationale*, vol. 826, n° 1, 2020, pp. 94-100.

robotique ou des innombrables déclinaisons d'une même capacité sera évité. Lorsque l'opérateur ne serait pas dans le mecha, ce dernier redescendrait au niveau de la synergie en étant le parfait compagnon décuplant les facultés du soldat. Bijoux technologiques sans être pour autant un fantasme d'ingénieur, le mecha contrôlerait lui-même une mini-flotte de robots marsupiaux aéroterrestres pour compléter son panel de compétences. Ainsi un groupe de mechas pourrait être l'équivalent aujourd'hui d'une section, huit robots compteraient donc en fait une trentaine de plateformes. Très vite, des espaces denses ou plus diffus seraient saturés d'unités par un retour de la masse. Ils seraient pourvus de capacités d'emports diverses, mais pour l'heure, la source d'énergie la plus apte à alimenter les prototypes mentionnés ci-dessus reste inconnue. C'est donc une potentielle voie pour la recherche et au développement que nous devrions explorer.

Pour la voie du cyborg ou du soldat augmenté, il s'agirait davantage d'une combinaison qui pourrait revêtir le soldat, une forme de robot cosmétique, sous la forme d'une combinaison qui serait une deuxième peau et qui se connecterait aux éléments organiques du soldat opérateur pour décupler ses sens et ses capacités. La prospective comporte des limites et nous ne voudrions pas tomber dans la science-fiction. Mais à regarder deux fois, la réalité est en train de la rattraper sur de nombreux sujets et technologies. Il convient d'envisager toutes les possibilités, il y aura toujours un acteur qui se lancera dans le projet jugé le plus fou pour vaincre.

Malgré les réticences dans certaines sphères militaires, il faut bien comprendre que la robotique va envahir le quotidien de chacun et nos sociétés. Le textile, l'automobile, le médical, l'agroalimentaire ont déjà acté cette évolution. De même que chacun possède aujourd'hui un véhicule, un téléphone ou un ordinateur, chacun possèdera un type de robot. Qu'il soit assistant, divertissant, professionnel, l'internet des objets va exploser par ce nouveau type de compagnonnage. L'armée les adoptera de l'arrière vers l'avant, c'est-à-dire en premier lieu pour des tâches de soutien, puis d'appui avant de les accepter dans la mêlée.

Conclusion

L'intégration des robots dans les armées et la relation homme-machine, que l'on traduit le plus souvent par l'interface homme-machine, sont des processus évolutifs qui ne pourront être stoppés. Nous avons montré les grands rendez-vous à ne pas rater pour garder la pleine maîtrise sur ce processus et l'orienter selon une stratégie qui ressemble à nos valeurs. La faculté de l'homme à transposer ses peurs vers un être inanimé a été également mise en relief. Elle ne doit pas condamner des travaux nécessaires pour maintenir une capacité militaire forte et respectueuse de ses soldats sous prétexte de peurs projetées. En revanche, des travaux concrets doivent être menés dès aujourd'hui pour répondre à la question du lien opérateur-machine car nous avons vu qu'aujourd'hui comme demain, la sécurisation de ce lien sera l'enjeu fondamental, pour conserver l'homme au cœur de la décision et de l'action.

Les opinions exprimées ici n'engagent que la responsabilité de leur auteur.