



2. LES DIFFÉRENTES POPULATIONS HUMAINES se distinguent notamment par la couleur de la peau. La répartition des gènes conférant une peau claire résulte en partie d'une adaptation à la faible exposition aux rayons ultraviolets du soleil, dans les latitudes élevées.

tion sur chaque gène impliqué dans la taille est faible. Comme la sélection agissant sur tout gène individuel est faible, les adaptations polygéniques ne se présentent pas comme un signal classique de sélection dans les études du génome. Ainsi, il est possible que les génomes humains aient subi récemment plus de changements adaptatifs que ne peuvent en identifier les scientifiques en recherchant des signes de balayage sélectif.

L'homme évolue toujours

Il est difficile d'observer la sélection naturelle en train de modeler les populations actuelles. Cependant, les quelques variants de gènes qui procurent une certaine protection contre des maladies infectieuses y seraient soumis, car les individus qui en sont dotés ont plus de chances de survivre et d'avoir une descendance que ceux qui en sont dépourvus.

Ainsi, un variant génétique qui protège de la forme à *Plasmodium vivax* du paludisme est devenu omniprésent en Afrique subsaharienne. De même, des mutations atténuant l'infection par le VIH, le virus du sida, pourraient se répandre en quelques centaines d'années dans toute l'Afrique subsaharienne si ce virus devait persister. Toutefois, comme le VIH évolue plus vite que l'homme, nous en viendrons plus probablement à bout grâce à la technologie, par exemple sous la forme d'un vaccin.

Dans les pays industrialisés, les pressions de sélection les plus fortes agiraient sur les gènes qui modifient le nombre d'enfants auquel on peut donner naissance. En 2009, Stephen Stearns et ses collègues de l'Université Yale ont identifié six caractères morphologiques et physiologiques qui, chez les femmes, sont associés à un nombre d'enfants plus élevé. Les femmes sont légèrement plus petites et plus corpulentes que la moyenne et sont ménopausées plus tard.

En conséquence, si l'environnement reste stable, ces caractères devraient se répandre sous l'action de la sélection naturelle : l'âge moyen à la ménopause augmenterait alors d'environ un an dans les dix prochaines générations, soit 200 ans. Il est aussi plausible que les variations génétiques influençant le comportement sexuel, voire l'utilisation de contraceptifs, soient soumises à la sélection, bien que l'on ignore jusqu'à quel point les gènes changent de tels comportements complexes.

Cependant, les changements adaptatifs majeurs nécessitent des conditions stables pendant des millénaires, et évoluent bien plus lentement que la vitesse à laquelle nous modifions notre culture, notre technologie et notre environnement. Dans 5000 ans, le milieu de l'homme sera sans aucun doute différent. En revanche, en l'absence d'ingénierie génomique à grande échelle, les individus seront probablement, pour l'essentiel, toujours les mêmes. ■

✓ BIBLIOGRAPHIE

P. C. Sabeti *et al.*, **Positive natural selection in the human lineage**, *Science*, vol. 312, pp. 1614-1620, 2006.

S. A. Tishkoff *et al.*, **Convergent adaptation of human lactase persistence in Africa and Europe**, *Nature Genetics*, vol. 39, pp. 31-40, 2007.

G. Coop *et al.*, **The role of geography in human adaptation**, *PLoS Genetics*, vol. 5, e1000500, 2009.

X. Yi *et al.*, **Sequencing of 50 human exomes reveals adaptation to high altitude**, *Science*, vol. 329, pp. 75-78, 2010.

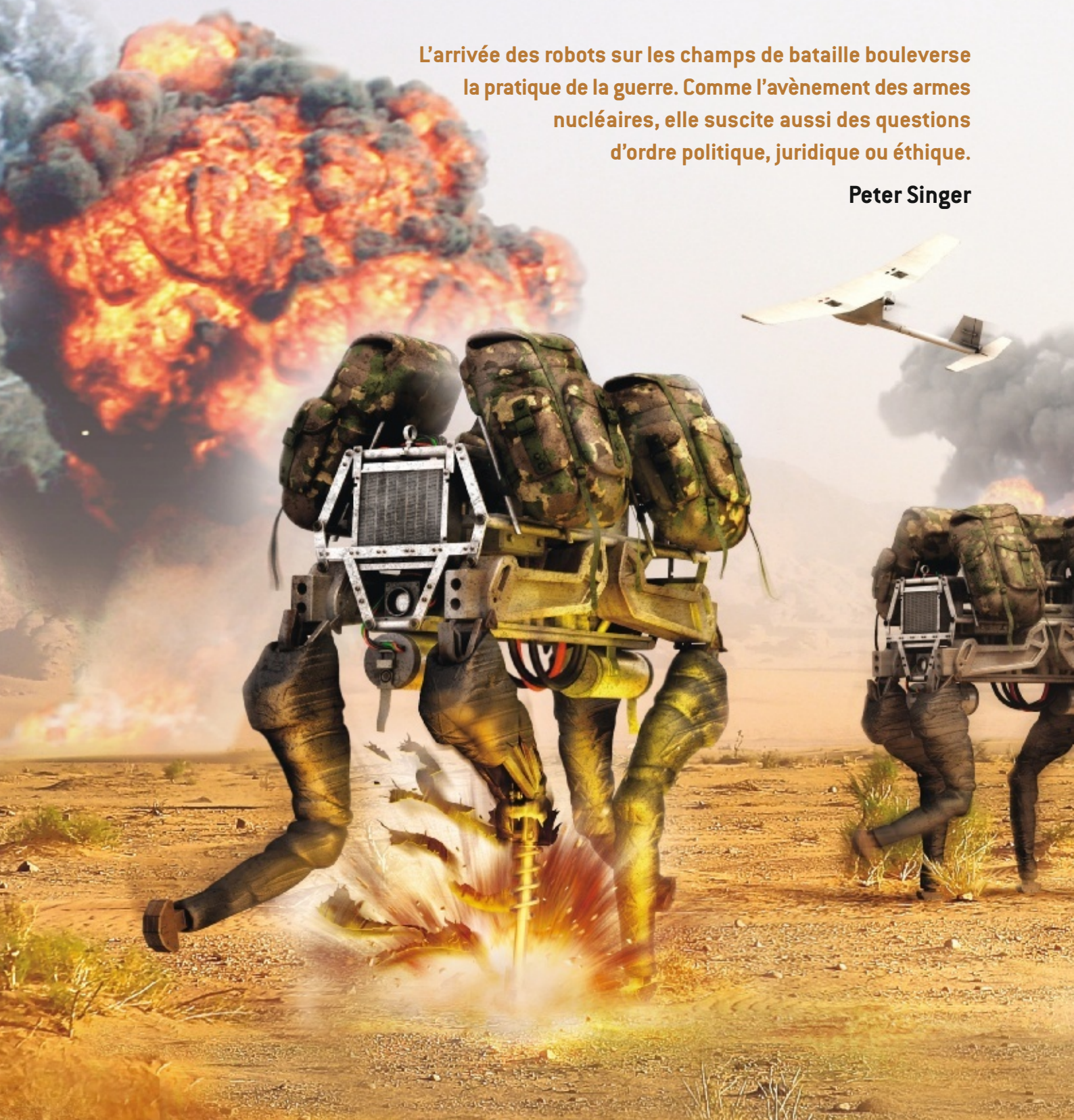
S. C. Stearns *et al.*, **Measuring selection in contemporary human populations**, *Nature Rev. Genet.*, vol. 11, pp. 611-622, 2010.

Robotique

La guerre des machines

L'arrivée des robots sur les champs de bataille bouleverse la pratique de la guerre. Comme l'avènement des armes nucléaires, elle suscite aussi des questions d'ordre politique, juridique ou éthique.

Peter Singer





L'histoire du robot militaire est liée à celle de l'AUVSI. L'Association internationale pour les systèmes de véhicules sans pilotes (en anglais *Association for Unmanned Vehicle Systems International* ou AUVSI) naît au début des années 1970 après l'utilisation des premiers drones de reconnaissance durant la guerre du Viêt-nam. Quelques ingénieurs, chercheurs et officiers américains la fondent alors pour convaincre le Pentagone et le public de l'intérêt d'employer sur un champ de bataille des machines autonomes.

Au début, l'AUVSI n'était qu'un obscur cercle de réflexion, qui se réunissait une ou deux fois par an pour discuter de questions techniques, créer des liens et échanger des on-dit. Toutefois, cette association a connu au cours des années 2000

une expansion fulgurante. Elle compte aujourd'hui 6 000 membres travaillant dans 1 500 entreprises et organismes répartis dans 55 pays.

Cette croissance est à mettre en parallèle avec l'un des changements les plus profonds dans les pratiques de la guerre depuis l'invention de la poudre ou des avions : l'essor de l'utilisation de robots, par les plus puissantes armées du monde, a été étonnamment rapide.

Quelques exemples illustreront ici les capacités militaires créées par l'arrivée des robots de première génération sur les champs de bataille. Nous mettrons ensuite en lumière les tendances qui se dessinent dans la génération suivante, avant d'évoquer les implications politiques et éthiques de la robotisation de la guerre.

L'ESSENTIEL

✓ Autrefois rejetés par le Pentagone, les robots militaires ont été introduits en nombre dans les guerres menées par les États-Unis au Proche-Orient depuis 2000.

✓ D'abord seulement aériens, les robots se sont multipliés au sol, sur les mers et dans les airs à mesure qu'augmentait leur diversité.

✓ Désormais admis, ils changent radicalement la conduite de la guerre, tout en soulevant les mêmes questions politiques et éthiques que les grandes innovations militaires antérieures.

Joe Zeff Design, © Getty Images/Mansour Ali Photography

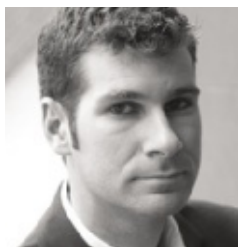


1. DANS LES GUERRES MODERNES, on voit de plus en plus de robots commandés à distance pour approvisionner les soldats au front, observer le champ de bataille ou procéder à des tirs.



2. CE DRONE PORTABLE, le *ScanEagle*, qui intègre une caméra de surveillance, est capable de survoler des zones isolées. Il a été couramment utilisé par les Marines américains dans la province iraquienne d'Al Anbar.

L'AUTEUR



Peter SINGER est spécialiste de questions militaires. Il dirige le groupe de réflexion *21st Century Defense Initiative* (Initiative pour la défense au XXI^e siècle) à la *Brookings Institution*, un centre de recherche en sciences sociales et politiques basé à Washington, aux États-Unis.

En 2003, alors que l'armée américaine progressait du Koweït vers Bagdad, pas un seul robot ne l'accompagnait. Elle emploie aujourd'hui 7 000 avions sans pilote et quelque 12 000 véhicules « automatiques ». Ces robots assurent des missions allant de la recherche de tireurs embusqués au bombardement de repaires d'al-Qaïda au Pakistan.

Ce sont les attentats du 11 septembre 2001 qui ont rendu prioritaire pour le Pentagone le développement de capacités à observer, repérer, puis frapper des cibles sans mettre en danger les militaires. Toute une série de nouvelles techniques, dont la géolocalisation par satellite (GPS), les progrès de la commande à distance et des interfaces homme-machine (jeux vidéo) ont rendu les robots utilisables et efficaces sur les champs de bataille.

Mais qu'entend-on par robot ? Très connoté par la science-fiction, le terme suggère une sorte de machine anthropoïde imitant le comportement des hommes. Un robot est en fait un système construit selon le principe « détecter-penser-agir ». Cela signifie que des capteurs embarqués nourrissent de données des processeurs où des intelligences artificielles (des programmes) prennent des décisions, qui sont ensuite traduites en instructions transmises à des actionneurs. Contrairement aux idées reçues, les robots sont de formes et tailles très diverses.

De fait, les jeunes Américains qui s'engagent aujourd'hui dans l'armée sont, dès leur incorporation, confrontés aux systèmes automatiques les plus divers. Pour apprendre à servir une arme (la manipuler correctement), ils utilisent par exemple des logiciels d'entraînement virtuel. Ils se familiariseront parfois avec le TALON, un petit robot conçu pour désamorcer des bombes ou observer le paysage par-delà une crête, à moins que leurs instructeurs ne les initient à l'usage du *PackBot*. Quand le prototype de ce petit robot démineur sur chenille, de la taille d'une tondeuse à gazon, fut testé sur le terrain au début de la campagne d'Afghanistan, en 2001, les soldats l'apprécièrent tellement qu'ils refusèrent de le rendre à la fin des essais... Depuis, *iRobot*, son constructeur, a vendu des milliers d'exemplaires du *PackBot*.

Si une jeune recrue intègre la marine, il pourra lui arriver de servir sur un contre-torpilleur de classe *Aegis* ou sur une frégate côtière de type LCS (de l'anglais *Littoral Combat Ship*). Ces deux types de bâti-

ment accueillent tout un ensemble de systèmes robotiques, depuis les hélicoptères sans pilote *Fire Scout* jusqu'à des bateaux à moteur sentinelles *Protector*.

Si une recrue fait carrière dans les sous-marins, elle pourra se retrouver au poste de pilotage d'un REMUS (*Remote Environmental Monitoring Unit System*) ; développé par l'Institut océanographique de Woods Hole, ce robot qui a une forme de torpille détecte les mines et surveille les côtes hostiles.

Engagée dans l'armée de l'air, une recrue en viendra peut-être à piloter au-dessus de l'Asie centrale des drones *Predator* ou *Global Hawk*, ce qu'elle pourra faire sans quitter les États-Unis...

Trois tendances pour la guerre robotisée

Les recruteurs de l'armée américaine présentent souvent ces nouveaux moyens techniques comme la réalisation d'idées de science-fiction. Il ne s'agit pourtant que des robots-soldats de première génération, c'est-à-dire d'un avant-goût de ce qui adviendra. Trois tendances nouvelles de la guerre robotisée se dégagent de l'examen des systèmes qui se préparent dans les entreprises et les laboratoires.

La première est que la guerre se livrera désormais à plusieurs échelles. En effet, dès lors qu'il n'y a plus de pilote à bord de machines, on peut leur donner des formes et des tailles très diverses. Tout se passe en fait comme aux débuts de l'industrie automobile, quand l'idée que les automobiles n'étaient que des charrettes sans chevaux a progressivement disparu à mesure que les constructeurs multipliaient les formes et les systèmes. De même, l'idée que les robots ne seraient que des machines comme les autres, à ce détail près qu'elles sont sans pilote, s'efface devant la variété de leurs configurations.

Comme on pouvait s'y attendre, certains des nouveaux robots imitent les animaux. Le *BigDog* de la Société *Boston Dynamics*, par exemple, est une sorte de mule mécanique conçue pour porter du matériel. D'autres robots sont aussi biomimétiques, mais de formes hybrides, tel le robot de surveillance doté de pattes et d'ailes inventé à la *Naval Postgraduate School*. En cours de développement, le *ChemBot*, créé par l'Université de Chicago et par la Société *iRobot*, est pour sa part conçu pour changer de forme afin de pouvoir se

glisser dans un trou de mur. Il existe aussi des robots miniaturisés longs de quelques millimètres et pesant quelques grammes. Un drone d'observation construit par la Société *AeroVironment* pour le combat urbain ressemble ainsi à un colibri qui ferait du sur-place au-dessus d'une cible.

Selon certains chercheurs, les nanorobots, c'est-à-dire des structures de quelques milliardièmes de mètre, deviendront banals d'ici quelques décennies. Au combat, ces nanomachines pourraient former des essaims de « poussières intelligentes » détectant les ennemis, ou agissant au niveau cellulaire pour réparer des blessures... ou en infliger.

La possibilité de déployer des systèmes sans avoir à prendre en compte les limites physiologiques humaines a aussi des conséquences à l'autre extrémité, celle

des grandes tailles. Ainsi, *High Altitude Airship*, de la Société *Lockheed Martin*, est un dirigeable sans pilote conçu pour voler à plus de 19 800 mètres d'altitude pendant plus d'un mois tout en transportant un radar de la taille d'un terrain de football.

La deuxième nouvelle tendance dans la robotisation de la guerre est le remplacement et l'appui des soldats dans nombre de leurs rôles habituels. *QuinetiQ North America*, le constructeur du TALON évoqué plus haut, a introduit en 2007 le robot mitrailleur et lance-grenades MAARS, qui peut aussi remplacer une sentinelle ou un tireur embusqué. Outre ce genre de rôle offensif, il existe aussi des robots médicaux, tel le « véhicule robotisé d'extraction » du Service des matériels de recherche médicale de l'armée américaine (*US Army Medical Research and Materiel*

Command). Il est conçu pour mettre les soldats blessés à l'abri, puis leur administrer les premiers soins.

Une autonomie accrue

La troisième nouvelle tendance perceptible dans la robotisation de la guerre découle du fait que la croissance incessante de la puissance de calcul confère aux robots des capacités de décision toujours plus grandes. Ceux qui entament une carrière militaire connaîtront sans doute avant la fin de leur service des robots un milliard de fois plus efficaces que les robots d'aujourd'hui ! S'agissant d'armement moderne, la notion d'« intelligence » est devenue un critère essentiel. Les avions sans pilote de la série *Predator*, par exemple, étaient à l'origine des machines télécommandées ; ce

ANATOMIE D'UN ROBOT DE PROCHAINE GÉNÉRATION

Les performances des robots militaires en cours de développement dépasseront largement celles des humains et des machines ordinaires. Ainsi, le système *BigDog*, sorte de quadrupède mécanique, peut se déplacer sur les terrains

les plus accidentés, boueux ou enneigés, inaccessibles aux véhicules à roues ou à chenilles. Il peut transporter des centaines de kilogrammes de munitions ou de tout autre ravitaillement ou équipement.

Système de géolocalisation

La position du robot est connue en permanence grâce à un système de géolocalisation (GPS) embarqué.

Ordinateur

Les données fournies par les capteurs servent à calculer la vitesse et l'accélération, et à commander les actionneurs afin de mouvoir les pattes de la façon la plus appropriée.

Moteur et système hydraulique

Un moteur actionne la pompe qui met sous pression l'huile dans les systèmes hydrauliques, de façon à mouvoir les actionneurs.

Yeux électroniques

Un lidar (radar à courte portée utilisant un rayon laser) ainsi qu'un système de vision balayent les environs immédiats.

Capteur de force

Servovalve

Capteur de position

Actionneur

Capteurs et actionneurs

L'ordinateur de bord reçoit, transmises par les capteurs, les données de position de la patte et des forces qu'elle subit. À partir de ces informations, il calcule l'ordre à envoyer à une servovalve qui s'ouvre et laisse l'huile entrer dans l'actionneur (un cylindre avec des pistons). L'actionneur met ainsi la patte dans la position requise.



Robot

3. UN SOLDAT JETTE UN PACKBOT à travers une fenêtre avant de se mettre à l'abri. Les caméras vidéo du robot lui permettront d'explorer les lieux.

sont aujourd'hui des systèmes autonomes, capables de décoller et d'atterrir tout seuls, et de traquer jusqu'à 12 cibles. Leur logiciel de reconnaissance est par exemple capable de remonter des empreintes jusqu'à celui qui les a créées...

Ces capacités impressionnantes n'empêchent pas l'armée américaine de réclamer toujours plus de performances, puisqu'elle est actuellement sur le point de remplacer les *Predators* déployés depuis 1995 par une nouvelle génération de drones.

Le développement de l'autonomie des robots soulève la question des tâches qu'il convient ou non de sous-traiter aux machines. Les décisions de déploiement devront être prises non seulement en fonction de l'efficacité militaire des robots, mais aussi des conséquences opérationnelles, politiques, légales, éthiques du déplacement de la prise de décision du poste de commandement humain vers un système automatique.

Dans un avenir proche, le plus probable est que les robots deviendront une sorte d'auxiliaires de combat. Des équipes mixtes d'hommes et de machines travailleront ensemble, chacun faisant ce qu'il sait faire le mieux. Le soldat dirigera l'attaque sans y participer sur le terrain; même aux ordres, le robot-soldat aura par ailleurs assez d'autonomie pour réagir aux changements de circonstances.

Ces premières perspectives ne fournissent en fait qu'une faible indication de la direction prise par la robotique militaire et de ses conséquences dans les guerres futures. Comment pourrait-on en

effet se représenter de façon réaliste les conséquences de l'introduction de la poudre sur la guerre en se contentant de décrire son comportement chimique et ses conséquences quant à l'allongement de la trajectoire des projectiles? Comme la poudre en son temps, les robots sont l'une de ces inventions qui modifient radicalement les règles du jeu. Comme chaque fois qu'une rupture s'est produite dans la conduite de la guerre, ces nouveaux systèmes techniques ne donneront pas d'avantage décisif à l'un des camps. Les robots entraîneront plutôt de vastes restructurations de l'activité guerrière, non seulement sur le champ de bataille, mais aussi chez les militaires, voire dans la société.

L'avantage donné au camp pionnier n'est que temporaire

Un parallèle historique entre ce qui se passe aujourd'hui et ce qui se passait avant la Première Guerre mondiale est sans doute éclairant à ce propos. De nouveaux moyens techniques, qui, quelques années auparavant, relevaient de romans d'anticipation, ont alors été introduits, puis utilisés de plus en plus souvent dans les combats.

C'est la nouvelle *Les Cuirassés de terre* de H. G. Wells, parue en 1903, qui a poussé le premier lord de l'amirauté Winston Churchill à accélérer le développement du char d'assaut. C'est dans une nouvelle

diale, mais les militaires allemands les avaient déjà surpassés au début de la Seconde Guerre mondiale: en mettant en œuvre la tactique de la guerre éclair – *Blitzkrieg* –, ils ont montré au monde comment exploiter le plein potentiel de la cavalerie blindée.

L'arrivée des chars d'assaut, des avions et des sous-marins n'a pas seulement changé la donne opérationnelle. Elle a aussi posé tout un ensemble de questions politiques, morales et légales. Les États-Unis sont par exemple entrés en guerre contre l'Allemagne pendant la Première Guerre mondiale parce qu'ils n'avaient pas la même appréciation que les Allemands de l'utilisation légale des sous-marins (à cause du torpillage du paquebot *Lusitania*, puis de la reprise par les Allemands de la guerre sous-marine à outrance). Pouvait-on couler des navires marchands sans avertissement? C'est cette entrée en guerre qui a donné aux États-Unis leur statut de grande puissance.

De même, les avions, qui se sont révélés si utiles pour repérer et attaquer des troupes, ont aussi bombardé les populations civiles.

Les mêmes processus semblent en cours avec la robotique militaire. Dans les États démocratiques, l'entrée en guerre a longtemps signifié un engagement sérieux, pour lequel il fallait obtenir l'approbation du grand public, puisqu'il s'agissait d'une entreprise mettant en danger la vie des citoyens, voire la survie de l'État. Avec des systèmes automatiques, les dirigeants ont moins de difficultés à obte-

LE SOLDAT DIRIGERA L'ATTAQUE

sans y participer sur le terrain. Même aux ordres, le robot-soldat aura par ailleurs assez d'autonomie pour réagir...

de A. A. Milne, le créateur de *Winnie l'ourson*, qu'a été lancée pour la première fois l'idée d'utiliser des avions pour combattre, tandis qu'Arthur Conan Doyle dans sa nouvelle de 1914 *Danger!* et Jules Verne dans son roman de 1869 *Vingt mille lieues sous les mers* ont introduit la notion de sous-marins armés.

Cependant, depuis que la guerre existe, chaque fois qu'un camp a utilisé une arme nouvelle, l'avantage a été de courte durée. Les militaires britanniques furent les pionniers de l'utilisation du char d'assaut pendant la Première Guerre mon-

nir l'accord des citoyens; aux États-Unis, cet effet était perceptible dès la fin de la conscription, en 1979.

L'augmentation de la distance entre le combattant humain et le théâtre du conflit pourrait bien rendre les guerres plus faciles à déclencher, et pourrait aussi modifier notre façon de les envisager. Les États-Unis ont par exemple effectué plus de 130 frappes aériennes au Pakistan au moyen de drones *Predator* et *Reaper*, plus que le nombre total de frappes de bombardiers classiques au début de la guerre du Kosovo il y a une dizaine d'années.

Toutefois, contrairement à ce qui s'était passé pour la guerre du Kosovo, ces nouvelles frappes aériennes n'ont donné lieu à aucun débat au Congrès et n'ont eu que peu d'échos dans la presse. De fait, les États-Unis sont en train de livrer au Pakistan ce que nous aurions autrefois appelé une « guerre », mais sans débat public préalable. Ce conflit n'est même pas considéré comme une guerre, parce qu'il ne coûte pas de vies américaines... Or ces frappes ont été très efficaces, puisqu'elles ont entraîné la mort d'une quarantaine de chefs d'*al-Qaida*, de talibans ou de groupes alliés, et cela sans risques pour des soldats ou des pilotes américains. Pour autant, ces frappes soulèvent des questions qui restent sans réponses.

Quel est par exemple l'effet de la robotique militaire sur la « guerre des idées » prônée du côté américain pour contrer le recrutement et la propagande terroristes ? En d'autres termes, comment et pourquoi nos efforts pour agir avec précision sont-ils si mal perçus et compris aux antipodes ? Alors que, dans nos médias, nous qualifions les frappes des drones de « précises » et « sans pertes », elles conduisent l'un des principaux journaux pakistanais à traiter les États-Unis de « principale bête noire » et de « bouc émissaire universel ». *Drone* est malheureusement devenu un mot courant en ourdou, et il apparaît aussi dans des chansons de rock écrites pour accuser les États-Unis de ne pas combattre dans l'honneur.

Faire la guerre sans en avoir l'air

La question devient plus complexe encore quand il s'agit de juger les responsabilités en cas de bavures. Le nombre estimé des victimes civiles est compris entre 200 et 1 000. Beaucoup de ces incidents se sont déroulés là où se trouvaient des chefs terroristes. Où passe la ligne entre les civils et les cibles ?

Aujourd'hui, le sens de l'expression « partir à la guerre » a aussi changé du point de vue des soldats. L'éventualité de ne pas en revenir était toujours associée à l'idée de guerre. Achille et Ulysse ont pris la mer pour combattre Troie, mon grand-père s'est embarqué pour combattre les Japonais après l'attaque de Pearl Harbor. La guerre robotique change cette logique millénaire.

Un nombre croissant de « combattants » se lèvent le matin, se rasent, puis

embrassent femme et enfants après le petit-déjeuner avant de prendre le volant pour aller « combattre » devant des écrans un ennemi qui se trouve à 11 000 kilomètres d'eux. À la fin de leur journée de « guerre », ils laissent les commandes de leur robot à un collègue et rentrent chez eux. Comme m'a dit un officier de l'armée de l'air américaine : « En 20 minutes, on se retrouve à table en train de bavarder avec les enfants. » Finalement, la partie la plus dangereuse de la journée d'un tel combattant est le trajet en voiture qui le conduit au front virtuel !

Cette coupure avec le champ de bataille conduit aussi à une nouvelle répartition des rôles, ce qui entraîne nombre de nouveaux problèmes pour le militaire. D'abord, son identité change : de jeunes recrues accomplissent désormais

DES ROBOTS DE TOUTES SORTES

Au sol comme dans les airs, de grandes ou de petites machines se chargent de plus en plus souvent des tâches accomplies jusque-là par les soldats.

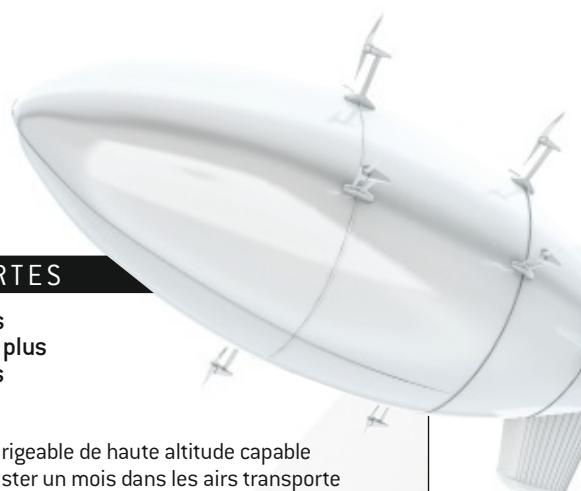


Un drone oiseau-mouche mesurant quelques centimètres bat des ailes pour rester en vol stationnaire et scruter la scène avec ses caméras.

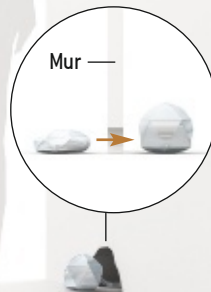
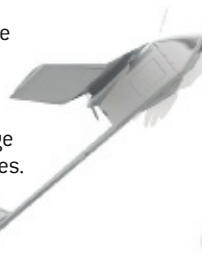
Le drone espion *Raven* a été très utilisé par l'infanterie américaine en Iraq. De la taille d'un oiseau, il peut être lancé à la main et résiste en général sans dommage à environ 200 atterrissages.



Le MAARS est un robot mitrailleur et lance-grenades de 160 kilogrammes, qui peut remplacer une sentinelle ou un tireur embusqué.



Un dirigeable de haute altitude capable de rester un mois dans les airs transporte un radar de la taille d'un terrain de football.

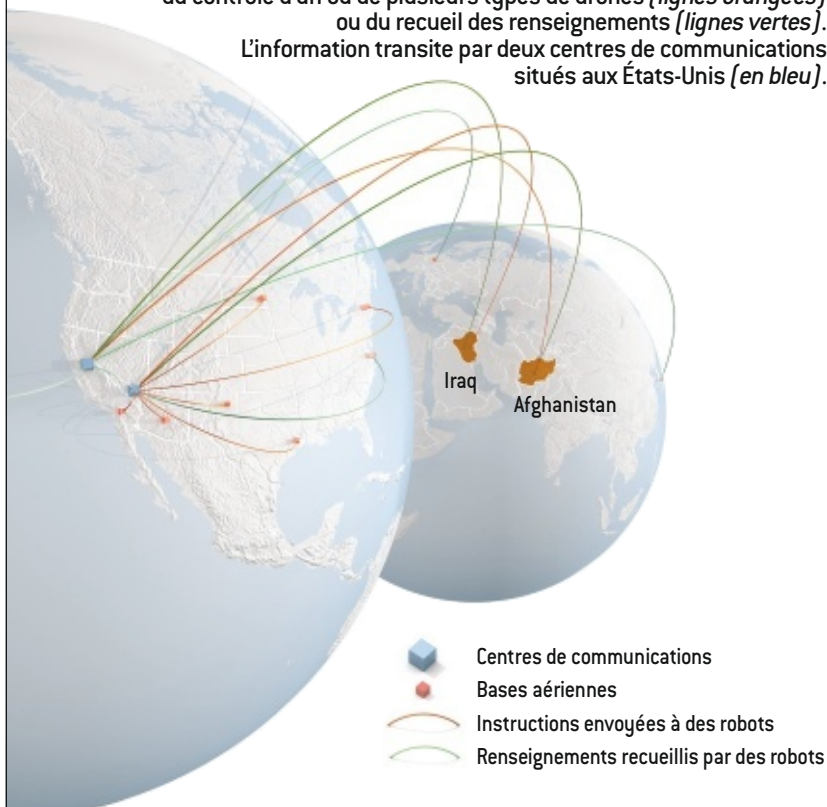


Le *Chembot* ressemble à une masse informe de la taille de la paume de la main ; il est capable d'adopter la forme nécessaire pour passer dans un trou et voir ce qui se passe de l'autre côté du mur.

UNE GUERRE AÉRIENNE TÉLÉCOMMANDÉE

Le réseau de communications de l'armée de l'air américaine permet à des militaires situés aux États-Unis ou sur des bases à l'étranger de contrôler des drones offensifs (porte-missiles) et des drones d'observation sur les théâtres d'opérations irakiens et afghans. Chaque base est responsable du contrôle d'un ou de plusieurs types de drones (*lignes orangées*) ou du recueil des renseignements (*lignes vertes*).

L'information transite par deux centres de communications situés aux États-Unis (*en bleu*).



Bryan Christie design

réagir assez vite pour détruire roquettes et missiles incidents. L'homme fait certes partie du processus de décision, mais surtout à l'étape initiale de la programmation du robot. Pendant le fonctionnement proprement dit de la machine, l'opérateur n'exerce qu'un pouvoir de veto, et l'initiative de bloquer une décision automatique doit être prise en une demi-seconde; or peu de personnes sont en mesure de remettre en cause aussi vite le jugement de la machine, qu'elles tendent à considérer comme plus sûr que le leur.

De nombreux observateurs affirment que l'automatisation réduira le nombre d'erreurs et garantira une meilleure application des règles de la guerre, comme si le déroulement d'une guerre pouvait être assimilé à l'exécution d'un programme par un processeur.

Notre vision de la guerre est en pleine mutation

Cette vision des choses ne tient pas compte de la complexité du théâtre des opérations. Un système automatique a beau être capable de repérer un homme portant une *Kalachnikov* à un kilomètre, et de déduire de la signature thermique de son arme s'il s'en est servi récemment, il lui sera tout aussi difficile qu'à un soldat humain de savoir si cet homme est un ennemi, un membre d'une milice alliée ou un simple commerçant contraint de s'armer pour se protéger.

Toute la technologie du monde ne dissipera jamais le caractère trouble de la guerre, contrairement à ce qu'ont cru un moment Donald Rumsfeld, l'ancien secrétaire d'État à la Défense américain, et les partisans du « champ de bataille numérique ». Ainsi, on raconte que le système C-RAM, pourtant perfectionné, prit un jour un hélicoptère américain pour cible à cause d'une erreur de programmation. Heureusement, personne ne fut blessé.

Ce ne fut hélas pas le cas en 2007, lorsqu'un canon antiaérien automatique sud-africain de 35 millimètres se mit à tirer à l'horizontale au cours d'un exercice et ne s'arrêta qu'une fois à court de munitions. Cet accident dû à un « problème logiciel » fit neuf victimes. De tels incidents soulèvent d'importantes questions légales. Qui est responsable? Quel cadre légal guide la réflexion? Ces cas illus-

des tâches autrefois dévolues aux seuls officiers supérieurs; le guerrier d'autrefois devient de plus en plus souvent un technicien. Ensuite, c'est la nature de son engagement qui change radicalement: certes, les opérateurs à distance semblent jouer à des jeux vidéo, mais ils subissent une intense pression psychologique, puisque des vies au sol dépendent de la qualité d'exécution de leurs missions. Les officiers supérieurs le disent: s'il est très différent de celui d'une unité de combat au sol, le commandement d'une unité de combat à distance est parfois plus difficile encore.

Chaque fois qu'une étape est franchie dans le caractère meurtrier et l'autonomie des armements, le rôle humain dans le circuit de prise de décision militaire diminue. Le rythme de la guerre est devenu tel, que seuls des systèmes comme le C-RAM (*Counter-Rocket Artillery and Mortar*), une sorte de robot R2-D2 de la *Guerre des étoiles* auquel on aurait attaché une mitrailleuse de 20 millimètres, sont capables de

✓ BIBLIOGRAPHIE

Bombs away, *The Economist*, *Technology Quarterly*, p. 13, 4 mars 2010.

P. W. Singer, *Wired for War: The Robotics Revolution and Conflict in the 21st Century*, Penguin, 2009.

Entretien avec P. W. Singer, *Robotique et adversaires irréguliers: du bricolage à la bataille des narrations*, *Défense et Sécurité Internationale*, hors-série n° 10; en ligne sur: www.dsi-presse.com/?p=2662

P. W. Singer, *The Regulation of New Warfare*, en ligne sur: www.brookings.edu/opinions/2010/0227_defense_regulations_singer.aspx

trent une fois de plus le fait que la technique progresse souvent plus vite que nos structures sociales. Comment concilier les lois de la guerre du XX^e siècle avec la réalité d'aujourd'hui ?

Notre vision de la guerre, nos définitions de celle-ci, de sa conduite, nos avis sur qui doit combattre, etc., tout cela est en pleine mutation sous la pression des possibilités immenses de la robotique. L'humanité a déjà connu de pareilles étapes. Souvent, nous avons du mal à intégrer et à comprendre de nouvelles techniques que quelque temps plus tard nous trouvons normales, alors que nous les trouvons étranges et inacceptables au départ. Une bonne illustration de ce phénomène est cet aristocrate français du XV^e siècle selon qui les mousquets étaient des outils de meurtrier, qu'un soldat qui se respecte ne peut utiliser. « Seuls les lâches, écrivit-il, n'oseraient regarder en face les hommes qu'ils abattent à distance avec leurs maudites balles. »

Nous avons « progressé » depuis, mais la même chose se produit avec la

robotique. Maîtriser ces technologies se révélera beaucoup plus facile que résoudre les dilemmes d'ordre moral que posent ces machines. C'est pourquoi, d'après certains chercheurs, les développements de la robotique sont à rapprocher non pas de l'avènement du pistolet

années 1940, les pères actuels des robots poursuivent leurs travaux parce qu'ils sont militairement utiles, très lucratifs et à la pointe de la science. Comme l'aurait dit Einstein : « Si nous savions ce que nous faisons, cela ne s'appellerait plus de la recherche, n'est-ce pas ? »

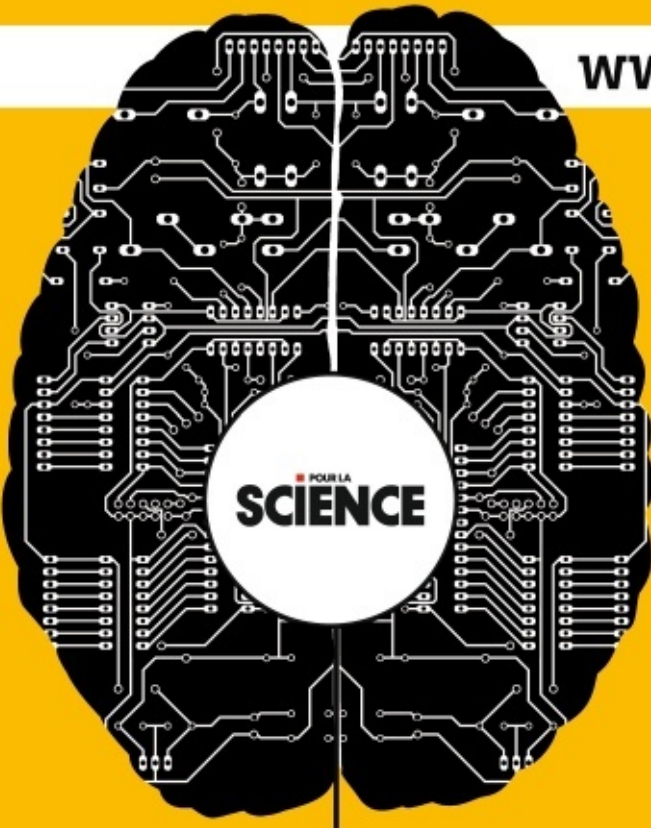
UN ARISTOCRATE FRANÇAIS DU XV^e SIÈCLE

disait à propos des mousquets : « Seuls les lâches n'oseraient regarder en face les hommes qu'ils abattent à distance avec leurs maudites balles. »

ou de l'avion, mais plutôt de celui de la bombe atomique.

Nous sommes en train de créer un nouveau type de machines qui, certes, repoussent les frontières de la technologie, mais suscitent tant de préoccupations que nous pourrions en venir à déplorer l'invention des robots, comme certains ont déploré celle des ogives nucléaires. Comme les constructeurs de la première bombe atomique dans les

La morale de l'histoire est que ce qui n'était que des scénarios de science-fiction doit aujourd'hui être discuté sérieusement, et pas seulement au Pentagone. L'histoire des robots militaires est d'importance non seulement dans les laboratoires, dans les rencontres professionnelles et sur les champs de bataille concernés, mais pour l'humanité toute entière. Depuis des millénaires, l'homme avait le monopole de la guerre ; ce monopole a pris fin. ■



www.pourlascience.fr

**Restez en contact
avec l'actualité scientifique.**

Retrouvez Pour la Science partout sur le web :

-  Rejoignez-nous sur Facebook
<http://bit.ly/pls-facebook>
-  Suivez-nous sur Twitter
<http://twitter.com/PourLaScience>
-  Abonnez-vous à nos flux RSS
<http://bit.ly/pls-rss>
-  Recevez nos lettres d'information
<http://bit.ly/pls-newsletters>
-  Visitez notre site Internet
<http://www.pourlascience.fr>

L'artisanat textile au Proche-Orient ancien

Cécile Michel

L'artisanat textile mésopotamien a laissé peu de traces matérielles. Néanmoins, leur étude et l'examen des textes cunéiformes révèlent l'importance de la production textile et des fonctions sociales attachées aux vêtements.

« Je te regarde, Enkidou, tu es comme un dieu. Pourquoi parcours-tu la steppe avec les bêtes sauvages ? Viens, je veux te conduire à Ourouk [...]. Les suggestions de la femme pénétrèrent son cœur. Elle ôta ses vêtements, de l'un, elle le vêtit, de l'autre elle se couvrit. »

Épopée de Gilgamesh,
début du II^e millénaire avant notre ère.

Enkidou, l'homme sauvage, fut créé par les dieux pour limiter les abus de Gilgamesh, roi tyrannique d'Ourouk. Il allait nu dans la steppe quand on lui envoya une prostituée pour l'appivoiser. Ayant accompli sa mission, celle-ci, avant de l'amener à la civilisation, lui apprit à se vêtir. Ainsi, l'épopée de Gilgamesh – de même que d'autres compositions littéraires sumériennes et akkadiennes – a gardé la mémoire de l'homme à l'état sauvage, c'est-à-dire non vêtu.

Comme nous allons le voir, les civilisations du Proche-Orient sont aussi celles qui ont fait passer le vêtement de son rôle de seconde peau protectrice au... prêt-à-porter. En chemin, elles ont inventé la production à grande échelle de fils et de tissus, le commerce et l'industrie du textile, et créé le vêtement aux fonctions

multiples que nous connaissons. À l'origine, le vêtement avait pour rôle fondamental de protéger le corps de la chaleur, du froid et du vent ; il s'est sans doute peu à peu substitué aux peaux dont se vêtaient les hommes préhistoriques. Quand ? Les empreintes de textiles trouvées en certains sites du Paléolithique supérieur, il y a près de 30 000 ans, par exemple à Pavlov en République tchèque, prouvent que les hommes de cette époque savaient créer des fils solides en fibres végétales et connaissaient les gestes de base du tissage.

Des traces indirectes et surtout des textes

Au Proche-Orient ancien, vaste région qui s'étend de l'Anatolie à l'Iran et du golfe Arabo-Persique au Kurdistan, l'apparition du vêtement a été concomitante du développement de l'agriculture et de l'élevage, à partir du IX^e millénaire avant notre ère.

Malheureusement, l'artisanat du textile, tout comme la vannerie, à laquelle il est fortement apparenté, a laissé très peu de traces dans cette région dont le climat est défavorable à la conservation des matériaux organiques. Les vestiges les plus anciens se présentent sous la forme d'as-

semblages, réalisés à l'aiguille, de fibres végétales pour confectionner des filets de pêche ou de portage.

Les premières traces de toile tissée, sous forme d'empreintes, ont été découvertes à Jarmo, dans les piémonts du Zagros central (montagnes situées à la frontière Iraq-Iran). Elles datent du VII^e millénaire. Le tissage sur métier ne serait ainsi pas antérieur à cette époque. Mais nos connaissances sur la question devraient progresser : depuis quelques années, les sites du Proche-Orient ancien, et surtout les sépultures, font l'objet de fouilles plus minutieuses, permettant de déceler les microrestes organiques. Önan Tunca, de l'Université de Liège, a ainsi recueilli en 2008 et 2009, à Chagar Bazar en Syrie, une douzaine de minuscules échantillons de textiles.

Toutefois, il faut bien constater à ce stade une quasi-absence de sources archéologiques directes, à savoir de restes de tissus. Les spécialistes compensent ce manque

1. LA FILEUSE, œuvre aujourd'hui conservée au musée du Louvre, provient d'un bas-relief découvert à Suse, l'une des principales villes du pays d'Élam, voisin de la Mésopotamie. Ce bas-relief date de la période néo-élamite (VIII^e-VI^e siècles avant notre ère).