Les robots militaires: la réalité rejoint la fiction

La robotisation croissante des forces armées soulève des inquiétudes quant à l'opportunité de doter des systèmes autonomes de capacités létales. Cependant, la mise au point de machines entièrement autonomes et pilotées par l'intelligence artificielle (IA) reste une entreprise de longue haleine.

Par Dominika Kunertova

Le terme «robot» vient du mot *robota,* qui signifie «travail» ou «servitude». Il apparaît pour la première fois en 1920 dans la pièce *R.U.R.* de l'auteur tchèque Karel Čapek. Faisant écho au roman *Frankenstein* de Mary Shelley, écrit un siècle plus tôt, la dystopie de Čapek sur la production de masse, la dictature et le posthumanisme dépeint les robots non comme des dispositifs mécaniques, mais comme des organismes biologiques artificiels anthropoïdes capables de développer une conscience d'eux-mêmes et de ressentir des émotions humaines. De nos jours, les robots sont plutôt considérés comme des machines sans pilote, plus ou moins automatisées et dotées d'une autonomie croissante.

Des manifestants protestent contre les systèmes d'armes létales autonomes à la Porte de Brandebourg à Berlin en mars 2019. *Annegret Hilse / Reuters*

Des aspirateurs automatiques à la fabrication de produits industriels: alors qu'ils relevaient autrefois de la science-fiction, les robots font désormais partie de notre vie quotidienne. Dans le domaine militaire, les robots sont largement employés pour accomplir des missions fastidieuses et dangereuses. Des mines antipersonnel aux drones sophistiqués, dans l'espace ou les océans, ils évitent de mettre en danger la vie de leurs créateurs humains. Or, leur réputation pourrait se ternir au regard de leur autonomie grandissante, qui s'accompagne d'une réduction du contrôle humain sur ces machines aujourd'hui capables de tuer. L'utilisation de systèmes robotiques à des fins militaires doit-elle nous inquiéter? Si les robots militaires sont de plus en plus utilisés et interviendront de façon croissante en situation de combat, le mythe du robot tueur est encore loin de se concrétiser.

À l'origine, la plupart des robots étaient seulement dotés de capacités automatisées. Puis les progrès des technologies commerciales à double usage, telles que l'informatique et la communication, ont entraîné une évolution significative des logiciels qui «animent» les systèmes robotiques. L'intelligence artificielle (IA) et ses principales composantes, l'apprentissage automatique (algorithmes) et le *big data* (contenus numériques), sont la clé susceptible d'améliorer l'autonomie des robots sur le plan qualitatif. Cependant, les visions apocalyptiques de machines autonomes tendent à surestimer les possibilités des applications militaires de l'IA. Pour l'heure, l'intelligence artificielle n'est en mesure de prendre des décisions et d'agir de manière autonome que dans un champ étroitement défini.

© 2021 Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich

L'innovation technologique doit aller de pair avec l'innovation dans l'usage de la force. La robotisation des forces armées élargit le spectre et la fréquence des interactions entre humains et robots. Cela crée un problème de confiance dans la fiabilité et l'efficacité des robots inhérent aux vulnérabilités qui subsistent sur le plan des algorithmes et des données.

Au cours de la prochaine décennie, l'autonomie basée sur l'IA, l'accélération des puissances de calcul et le perfectionnement des capteurs continueront d'améliorer les performances fonctionnelles des systèmes robotiques existants et donneront naissance à de nouvelles fonctions de combat. On peut s'attendre à ce que les forces armées entrent à moyen et long terme dans l'ère de la robotique avec de nouveaux concepts opérationnels d'équipes hybrides homme-machine et des essaims de systèmes à faible coût mis en réseau avec efficacité. Cependant, les systèmes robotiques n'apporteront pas d'avantages au-delà du niveau tactique: les «*warbots*» de demain resteront inutiles sur le plan stratégique.

Automatique, automatisé, autonome

Quelle est la différence entre une machine automatique, automatisée et autonome?
Les systèmes **automatiques** réagissent de façon mécanique aux informations venues de l'extérieur. Généralement déclenchées par un fil-piège, les fonctions automatiques sont du type stimulus-réponse, à l'image des mines antipersonnel. Elles sont totalement incapables d'effectuer une distinction dans les informations qu'elles reçoivent.

Les systèmes **automatisés** exécutent des commandes dans un ordre chronologique préprogrammé grâce à des capteurs qui aident à séquencer l'action. Bien qu'ils aient un plus grand degré d'incertitude, ces systèmes sont limités par des algorithmes qui déterminent leurs règles de fonctionnement et leur comportement sur la base d'un éventail défini d'actions possibles, ce qui les rend prévisibles. Les calculs sont des exemples de fonctions automatisées.

Les systèmes **autonomes** sont capables de faire un choix entre plusieurs actions possibles sur la base des informations transmises par les capteurs. Ils peuvent également atteindre des objectifs en optimisant leur comportement selon un ensemble de paramètres. Bien qu'ils restent cantonnés à une gamme d'actions préprogrammées, ils peuvent évaluer de façon indépendante la marche à suivre afin de se conformer à l'intention énoncée au niveau supérieur. La plupart des experts s'accordent à dire que l'autonomie n'est pas dichotomique et qu'il est plus juste de parler de différents degrés d'autonomie. L'analyse de Scharre et Horowitz apporte des nuances intéressantes (voir lectures complémentaires). Selon eux, l'autonomie comporte trois dimensions: (a) la relation de commandement et de contrôle entre l'homme et la machine, (b) la sophistication de la machine et (c) les types de décisions ou de fonctions rendues autonomes. Cela signifie que a) sur le plan hiérarchique, les machines peuvent être semi-autonomes (humain dans la boucle), autonomes avec supervision humaine (humain sur la boucle) ou pleinement autonomes (humain hors de la boucle); b) sur le plan technique, on peut distinguer les fonctions automatiques et automatisées des fonctions autonomes et «intelligentes»; et c) sur le plan fonctionnel, la répartition de la prise de décision entre l'homme et la machine s'effectue selon la nature de la tâche sur la base des niveaux de risque et d'engagement. Cette compréhension globale aide à déterminer la place de l'humain par rapport à la boucle, et donc le degré d'autonomie de la machine.

Les robots militaires actuels

L'étude de la robotique militaire se heurte au casse-tête consistant à définir ce que l'on entend par «robot». Un système sans pilote n'est pas forcément autonome, car il peut être piloté à distance et reste alors sous le contrôle direct d'un opérateur humain. À la lumière de ce constat, certains experts sont parvenus à la conclusion que les véhicules aériens sans pilote (UAV, *unmanned aerial vehicles*), les véhicules terrestres sans pilote (UGV, *unmanned ground vehicles*) et les véhicules de surface/sous-marins sans pilote (USV et UUV, *unmanned surface/underwater vehicles*) n'étaient pas des robots. Pour d'autres, les systèmes basés sur l'IA constituent une toute nouvelle catégorie qui se distingue des systèmes robotiques. *Ad abstractum,* les robots ne sont pas nécessairement des machines mobiles en acier: ceux opérant dans le cyberespace, comme l'assistant vocal *Siri,* en sont l'illustration.

Alors qu'ils utilisent souvent les termes «automatique» et «automatisé» de façon interchangeable, les experts en robotique militaire ne sont pas tous d'accord sur la définition de l'autonomie. Beaucoup ont tendance à appréhender ces notions au regard du degré de «contrôle humain significatif». Il est important de noter que l'autonomie n'est pas un concept binaire mais un classificateur, car elle peut avoir des conséquences différentes en termes de tâches, de fonctions et de relations entre l'homme et la machine (voir encadré). Si les véhicules téléguidés sans pilote ne sont pas des robots, alors seuls les systèmes pleinement autonomes peuvent être désignés comme tels. Mais en fin de compte, cette distinction n'est d'aucune utilité pratique car il n'existe pas de machine entièrement autonome: les robots sont incapables d'agir en totale indépendance des directives des humains.

Les applications militaires des systèmes robotiques semblent déjà relever de la science-fiction. Pourtant, leur autonomie est limitée aux fonctions non critiques telles que la mobilité, l'interopérabilité, le renseignement, la surveillance et la reconnaissance (ISR *intelligence, surveillance, and reconnaissance*), la logistique et la maintenance. Les forces armées optent pour une machine dotée de fonctions autonomes lorsqu'il n'est pas essentiel que l'opérateur fasse preuve de capacités cognitives.

En ce qui concerne la mobilité peu ou pas supervisée, les machines peuvent effectuer des décollages et des atterrissages autonomes et naviguer avec des manœuvres préprogrammées, principalement lorsque la communication est difficile du fait des conditions météorologiques ou de la topographie, ou juste rendue impossible par un adversaire.

Au niveau du processus de ciblage, l'humain peut rester «dans la boucle» des systèmes automatisés de reconnaissance de cibles, par exemple lorsque la cible est trop rapide ou hors de portée visuelle pour l'opérateur, ou lorsque le système peut détecter, suivre, hiérarchiser et sélectionner les cibles de façon autonome mais que la décision d'engager la cible revient à un être humain. Certains systèmes peuvent aussi fonctionner avec la supervision d'humains «sur la boucle» et engager des cibles sans l'implication directe d'un opérateur humain. Cette configuration est toutefois limitée aux situations dans lesquelles la fenêtre de réponse serait trop courte pour que l'humain puisse agir, comme la protection de navires ou de troupes contre des projectiles en approche. Aucun système robotique capable d'engager des cibles avec l'humain «hors de la boucle» n'est encore opérationnel (voir lectures complémentaires).

La plupart des UAV militaires sont de petits drones qui assurent une surveillance tactique du terrain et transmettent des informations en temps réel, permettant aux troupes de «voir derrière la colline». La fonction première des drones de plus grande taille de la génération actuelle reste l'ISR. Ils effectuent généralement ces missions avec la supervision d'humains «sur la boucle». Les drones se sont également révélés utiles comme ravitailleurs. Les drones armés déployés ces vingt dernières années dans le cadre des opérations de frappe ne sont pas des robots tueurs. En l'occurrence,

© 2021 Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich

rien n'est plus étroitement suivi et commandé qu'un système sans pilote: une flotte de quatre MQ-9 Reapers requiert une équipe de deux cents personnes composée de pilotes, d'opérateurs de capteurs, d'analystes du renseignement et de juristes.

Les UGV déchargent les humains de tâches fastidieuses et dangereuses. Affectés à des fonctions de logistique, de formation, de protection de zone, de renseignement et de reconnaissance, ils fournissent un appui tactique important aux forces terrestres. Des UGV ont été adoptés pour le déminage des routes et des champs. La neutralisation des explosifs et munitions a par exemple été l'une des missions clés de ces petits robots terrestres en Irak et en Afghanistan. Les UGV peuvent également détecter des armes aux points de contrôle, inspecter l'intérieur des bâtiments, sécuriser des zones dans des périmètres connus tels que les camps militaires et les frontières, ou simplement transporter des équipements.

Les robots sous-marins se sont avérés utiles pour l'exploration océanique, la chasse aux mines et le déminage, et la reconnaissance environnementale clandestine. Les marines expérimentent actuellement des USV et des UUV de différentes tailles. Les plus petits peuvent être déployés à partir de navires et de sous-marins habités pour étendre leur portée opérationnelle, tandis que les plus gros peuvent partir directement du rivage pour effectuer des missions «pilotées».

Les «warbots» de demain

Les progrès réalisés dans l'analyse de *big data* et les algorithmes d'apprentissage automatique permettent de concevoir des robots militaires plus autonomes. L'IA joue un rôle crucial dans le commandement et le contrôle, l'ISR, la formation et la logistique (voir l'analyse no 251 du CSS). Associées à l'accélération des puissances de calcul et au perfectionnement des capteurs grâce à des technologies quantiques, ces évolutions amélioreront les fonctions existantes et permettront d'intégrer de nouveaux concepts dans les systèmes robotiques.

Les futurs drones voleront plus longtemps, plus vite, plus loin et pourront surveiller des zones plus étendues. Ils bénéficieront de meilleures capacités de sécurité automatisée et d'évitement des collisions. Les UGV deviendront de véritables mules robotiques et de gros USV multimissions s'intégreront pleinement aux opérations navales. Les futurs robots collecteront des données dans tous les domaines opérationnels, les traiteront et préserveront leur intégrité afin de générer des renseignements multisources. Ils analyseront les informations recueillies grâce à des logiciels embarqués. Si les robots actuels sont uniquement capables de reconnaître et évaluer des objets de grande taille, les fonctions autonomes relevant de la défense amélioreront la sensibilité des systèmes afin de différencier de plus petits objets, par exemple un drone d'un oiseau. Certains seront accessibles à faible coût: le développement de robots volants moins chers, plus simples et sacrifiables, tels que le XQ-58 Valkyrie, permettra de réaliser de l'ISR armé dans des espaces aériens contestés.

Le gain d'autonomie élargira la gamme de fonctions des systèmes robotiques aux missions de combat. Les futurs drones de combat seront capables de pénétrer les défenses aériennes de l'adversaire et d'opérer dans un espace aérien contesté. Encore loin des drones de combat pleinement autonomes, ces systèmes feront toutefois de loyaux ailiers (*loyal wingman*) au sein d'un nuage de combat aérien. Des drones d'ISR non armés ont déjà été utilisés pour permettre à d'autres systèmes d'armes d'effectuer des frappes létales. Alors que la guerre contre le terrorisme au début des années 2000 a facilité la dronification des frappes aériennes menées par les États-Unis et le Royaume-Uni, des drones armés français, russes, turcs et iraniens ont récemment fait leurs preuves au combat en Afrique, en Syrie, dans le Haut-Karabagh et au Yémen. De même, les UGV ne suscitent plus tant l'intérêt dans le cadre de la logistique que du combat. Si les premières expérimentations remontent au projet soviétique teletank (des tanks radiocommandés) dans les années 1930, il a fallu attendre une époque récente pour que des UGV armés modernes comme le MUTT *(Multi-Utility Tactical Transport)* et le THeMIS *(Tracked Hybrid Modular Infantry System),* démontrent leur capacité à projeter une puissance de combat avec des missiles antichars et à fournir un appui-feu direct.

L'homme et la machine s'associeront pour créer une capacité hybride d'ailiers robotiques semi-autonomes qui accompagneront les plateformes habitées afin d'élargir leurs possibilités, par exemple en emportant des charges utiles comme un magasin de missiles volant ou un «troisième œil» avec des capteurs supplémentaires. Les futurs projets européens de systèmes de combat aérien intègrent un volet consacré aux ailiers robotiques (voir l'analyse no 291 du CSS). Bien que la capacité à opérer en essaim grâce à l'IA soit encore hors de portée, le déploiement moins intelligent d'un ensemble de véhicules avec un contrôle commun constitue une innovation. Ce groupe coopératif de systèmes robotiques capable de s'auto-organiser de façon autonome pour accomplir une tâche offrira de nouvelles méthodes opérationnelles. Un pilote pourrait ainsi commander des essaims de drones volant devant l'avion habité pour effectuer une reconnaissance de zone. Ce fut l'objet de l'expérience Perdix menée par le Pentagone avec des microdrones de surveillance aérienne largués par des F/A-18 Super Hornets. L'essaimage au sol servira au convoyage et à la détection d'engins explosifs.

Et après, des robots tueurs?

La robotisation croissante des forces armées soulève des questions quant à l'opportunité de doter des systèmes autonomes de capacités létales. Les systèmes d'armes létales autonomes (SALA) désignent des armes pleinement autonomes, capables de sélectionner et d'engager des cibles en se basant essentiellement sur les données recueillies par les capteurs, sans contrôle humain. L'avènement des SALA entraînera-t-il une «robopocalypse»? Comment empêcher une telle guerre déshumanisée? Les universitaires, les juristes et les responsables politiques débattent âprement de ces sujets.

> La perspective d'armer des robots totalement autonomes laisse le secteur militaire sceptique.

La perspective d'armer des robots totalement autonomes laisse le secteur militaire sceptique: aucun commandant n'accepterait de déployer des machines qu'on sait capables de rompre la chaîne de commandement et d'exécuter des tâches sur la base de données corrompues. L'application de l'IA aux systèmes robotiques militaires se heurte à des limites majeures essentiellement dues, de façon paradoxale, au manque d'intelligence des machines actuelles.

Les performances des robots pilotés par IA dépendent des paramètres avec lesquels ils travaillent et des données dont ils se nourrissent. L'IA moderne repose en grande partie sur l'apprentissage automatique qui, grâce à des ordinateurs toujours plus puissants et à une meilleure disponibilité des données, conduit les systèmes à construire des modèles statistiques complexes du monde en se fondant sur un raisonnement probabiliste. Si ces algorithmes excellent dans la recherche de modèles de données,

© 2021 Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich

Lectures complémentaires

Michael C. Horowitz / Paul Scharre, "Meaningful Human Control in Weapon Systems: A Primer," *Center for a New American Security,* 2015.

Vincent Boulanin / Maaike Verbruggen, "Mapping the Development of Autonomy in Weapon Systems," *SIPRI,* 2017.

Arthur Holland Michel, "Known Unknowns: Data Issues and Military Autonomous Systems" *United Nations Institute for Disarmament Research,* 2021.

Kenneth Payne, *I, Warbot: The Dawn of Artificially Intelligent Conflict,* London: Hurst, 2021.

par exemple pour la reconnaissance d'images, le classement ou la traduction, ils ne sont pas en mesure de développer une compréhension plus large de la réalité, ni de porter des jugements. Cette IA étroite permet aux robots d'accomplir les tâches pour lesquelles ils ont été formés. Seules les machines dotées d'une IA générale seraient capables de penser par elles-mêmes et d'élaborer un plan d'action. Or, ce type d'IA n'existe pas encore. Les robots formés pour exécuter une tâche spécifique peuvent surpasser les humains, mais se trouveront totalement désemparés face à de nouveaux types de menaces. Et comme ils sont fabriqués par des êtres humains, les défauts et biais de conception ne sont pas exclus.

À partir de l'algorithme se pose la question des biais de données. La façon dont les données sont générées, collectées, traitées et analysées, qui a accès à ces données et métadonnées et qui les interprète: tous ces aspects ont leur importance. Les jeux de données indésirables altèrent les résultats et créent des biais dans l'algorithme d'apprentissage automatique. Les soldats pourraient avoir une confiance excessive dans les machines et acquérir un faux sentiment de sécurité, sans comprendre pleinement comment ces systèmes forment leurs jugements: c'est ce qu'on appelle le «biais d'automatisation». En se fiant trop aux robots, ils risquent de perdre confiance dans les capacités humaines à résoudre des problèmes. On peut alors se demander si un contrôle humain significatif (au sens non technique) est possible.

À la lumière de ces questions, il apparaît dangereux d'intégrer l'IA à des armes, pour des raisons non seulement éthiques et juridiques, mais aussi opérationnelles. Une pleine autonomie rendra les robots imprévisibles, voire indésirables, puisqu'ils seront susceptibles de rompre la chaîne de commandement et d'échapper à toute responsabilité ou redevabilité. La communauté épistémique de la Convention des Nations Unies sur certaines armes classiques débat des règles de gouvernance des SALA. Or, les démarches cherchant à limiter les conséquences non voulues des robots militaires pleinement autonomes et à interdire les SALA se heurtent à un obstacle essentiel: le fait que ces systèmes n'existent pas encore.

Pas de «roboapocalypse» en vue

À court terme, une plus grande autonomie améliorera les fonctionnalités et la sécurité des systèmes robotiques. À moyen et long terme, ces ailiers fourniront un appui opérationnel aux plateformes habitées. Il est toutefois peu probable que des armes pleinement autonomes à capacité létale soient mises en service à brève ou moyenne échéance, vu qu'elles seraient sûrement interdites. Il convient de nuancer les attentes quant à l'utilité militaire des robots autonomes. D'une part, ces systèmes ne sont pas en mesure d'élaborer des stratégies; d'autre part, ni leur puissance de calcul, ni leurs facultés supérieures de combat ne parviendront à rendre la guerre plus prévisible: dans le brouillard de la guerre, les armes autonomes sont impuissantes.

Si le niveau de sophistication des systèmes robotiques, leur éventail de tâches et leur degré de contrôle ou de surveillance par les humains varient, une chose est sûre: avec les progrès de l'IA et de l'apprentissage automatique, ils resteront présents au sein des forces armées et les interactions entre humains et robots s'intensifieront. Cette évolution évoque une autre œuvre littéraire dans laquelle est énoncé un ensemble de «lois». Si Čapek s'est attaché à décrire la relation entre humains et robots, Isaac Asimov a établi en 1942 des règles de comportement pour les robots. Ses trois lois de la robotique sont les suivantes: 1) les robots ne peuvent porter atteinte à des êtres humains, y compris en restant passifs; 2) les robots doivent obéir aux ordres des humains, sauf si de tels ordres sont en contradiction avec la première loi; et 3) les robots doivent protéger leur existence, à condition de respecter les deux autres lois.

Appliqués au domaine militaire, ces principes deviennent problématiques dès lors que des robots sont déployés sur un champ de bataille. La formulation d'une version des lois de la robotique adaptée au XXIe siècle se heurte au problème des définitions et des seuils (voir encadré avec sources). Par exemple, comment un robot peut-il faire la différence entre un combattant et un civil? Comment intégrer dans ses programmes des concepts humains tels que les souffrances inutiles? Plus important encore: pour que les robots puissent respecter des lois, l'IA doit encore faire des progrès substantiels.

L'IA est à la mode. Et c'est indéniable: elle suscitera des évolutions majeures dans la façon dont les forces armées mèneront les guerres. Pourtant, tout comme les armes hypersoniques et le boom des technologies de l'information en leur temps, l'IA ne révolutionnera pas les affaires militaires. Pour éviter de déployer prématurément ces systèmes et de leur confier des missions inappropriées, les forces armées doivent mesurer les limites générales qui marquent encore le domaine des robots. Car, pour reprendre le vieil adage de Georges Clemenceau, la guerre est une chose trop grave pour être confiée à des robots tueurs.

Voir le site thématique du CSS pour en savoir plus sur la doctrine militaire et l'acquisition d'armes.

Dominika Kunertova est Senior Researcher au Center for Security Studies (CSS) à l'ETH de Zurich.

Les **analyses de politique de sécurité** du CSS sont publiées par le Center for Security Studies (CSS) de l'ETH de Zürich. Le CSS est un centre de compétence en matière de politique de sécurité suisse et internationale. Deux analyses paraissent chaque mois en allemand, français et anglais.

Editeur: Fabien Merz
Révision linguistique: Névine Schepers
Layout et graphiques: Miriam Dahinden-Ganzoni

Feedback et commentaires: analysen@sipo.gess.ethz.ch
Plus d'éditions et abonnement: www.css.ethz.ch/cssanalysen

Parus précédemment:

Projets de chasseurs européens: un premier bilan No 291
Le changement climatique dans les Alpes suisses No 290
Irak: un passé toujours présent No 289
Le nationalisme chrétien contemporain aux États-Unis No 288
COVID-19: l'Allemagne repense sa protection civile No 287
L'Europe et le Traité sur l'interdiction des armes nucléaires No 286

© 2021 Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich
ISSN: 2296-0228; DOI: 10.3929/ethz-b-000508361