

Nouvelles frontières de la militarisation de l'espace

L'exploitation de l'espace repose de plus en plus sur les innovations du secteur privé. L'Ukraine a montré qu'une nation pratiquement dépourvue de capacités spatiales pouvait tirer parti d'infrastructures commerciales tierces pour le combat. Le recours massif à des acteurs commerciaux pour apporter un soutien vital aux opérations militaires ukrainiennes semble ouvrir une nouvelle ère de militarisation de l'espace faisant une place de plus en plus large au secteur privé.

Par Sarah Wiedemar

L'utilisation civile de l'espace est toujours allée de pair avec son utilisation militaire. Pendant la guerre froide, le lancement de Spoutnik 1 par l'Union soviétique en 1957 et la mise en orbite d'Explorer 1 par les États-Unis en 1958 ont donné le coup d'envoi de la course à l'espace entre les deux superpuissances. Les États-Unis ont commencé à faire un usage commercial de l'espace dès 1962 avec le lancement de Telstar 1, premier satellite de télécommunication conçu pour ce type d'application. La même année, le Congrès a adopté le *Communication Satellite Act* dans l'objectif d'affirmer les droits des sociétés privées à posséder et à exploiter des satellites commerciaux.

Les technologies utilisées dans l'industrie spatiale sont à double usage par nature. Par exemple, les missiles balistiques peuvent transporter des ogives nucléaires, mais la même technologie peut aussi servir à lancer des satellites civils dans l'espace. De même, les satellites en orbite autour de la Terre peuvent remplir des fonctions civiles telles que la mise à disposition d'informations pour la géolocalisation et la navigation, la prise d'images satellites pour détecter les incendies de forêt ou la fourniture d'accès Internet dans les lieux isolés. Or, les mêmes technologies (voire les mêmes satellites) servent également de plus en plus à des fins militaires pour donner rapidement l'alerte en cas d'attaque de missiles, évaluer immédiatement des dégâts ou identifier des



Un soldat ukrainien déconnecte son Starlink lors d'un cessez-le-feu pendant la période du Noël orthodoxe à Kreminna, en Ukraine, en janvier 2023. Clodagh Kilcoyne / Reuters

cibles ennemies, par exemple. Elles peuvent également permettre l'échange de données en temps réel sur le champ de bataille afin de synchroniser des opérations militaires faisant intervenir plusieurs unités.

La première intégration réussie d'équipements spatiaux dans une opération militaire a eu lieu lors de la guerre du Golfe en 1991, ce qui lui a valu le surnom de «première guerre spatiale». Les forces armées américaines se sont massivement appuyées

sur des satellites civils et militaires pour assurer des missions de navigation, de communication, de collecte de renseignements et de guidage de missiles. Le recours au système de positionnement mondial (GPS) des États-Unis a mis en évidence les problèmes associés au double usage de la plupart des technologies spatiales.

Lors de sa mise en place en 1973 par le département de la Défense des États-Unis, le GPS était conçu comme un programme

expérimental de navigation par satellite auquel les civils auraient également accès par la suite. Comme il était destiné à l'origine au soutien militaire, les États-Unis ont volontairement diminué sa précision pour un usage civil en intégrant une «disponibilité sélective». Ce choix a toutefois posé problème lors de l'opération Tempête du désert: ne disposant pas d'un nombre suffisant de récepteurs de signaux GPS, l'armée américaine a acheté et utilisé des appareils non destinés au champ de bataille, avec un degré de précision plus faible. La disponibilité sélective des appareils commerciaux a donc été désactivée pendant la guerre du Golfe pour que l'armée américaine puisse les employer sans restrictions. L'utilisation concluante du GPS pendant le conflit dans le golfe Persique a fait décoller le marché commercial de cette technologie au cours des années suivantes. Dans le même temps, elle a mis en évidence son intérêt militaire et ainsi montré au monde entier ses applications potentielles. En 1991, la Commission européenne a laissé entendre qu'elle envisageait de développer un système européen de navigation par satellite afin de réduire la dépendance du continent vis-à-vis du GPS. Deux décennies plus tard, l'UE et l'Agence spatiale européenne (ESA) ont lancé conjointement le système de navigation par satellite Galileo, qui propose un service de géolocalisation sous contrôle civil.

L'industrie spatiale commerciale a connu un nouveau souffle au début des années 2000. La déréglementation progressive et l'afflux de capital-risque ont dopé la croissance des entreprises commerciales privées du secteur. La pression du marché les a contraintes à investir massivement dans des solutions innovantes en matière d'ingénierie, d'approvisionnement et de développement commercial afin d'améliorer leur compétitivité et de diminuer les coûts pour la clientèle. La conception de systèmes de lancement moins onéreux, de fusées réutilisables et de modèles de nanosatellites standardisés (appelés «CubeSats») a considérablement réduit le coût d'accès à l'espace. Ce mouvement a également favorisé la diversification de l'industrie spatiale avec l'arrivée de nouvelles entreprises dans un domaine traditionnellement dominé par des acteurs établis du secteur de la défense.

La croissance du secteur des satellites commerciaux a rapidement renforcé la militarisation des équipements spatiaux à usage commercial. La guerre en Ukraine constitue un excellent exemple de cette tendance. Des images satellites fournies par un éventail d'acteurs commerciaux à la

constellation Starlink d'Elon Musk, qui facilite l'accès à l'Internet haut débit, les moyens spatiaux occupent une place centrale dans les capacités de combat de l'Ukraine. Le recours intensif aux équipements spatiaux commerciaux pour soutenir les opérations militaires ukrainiennes laisse penser que l'intérêt stratégique de l'espace n'est pas près de décliner. Ce phénomène met également en évidence le rôle majeur que les entreprises privées sont appelées à jouer dans cette nouvelle ère de militarisation de l'espace.

Les acteurs commerciaux en Ukraine

Ne disposant pas de ses propres satellites, l'Ukraine doit s'appuyer sur les entreprises spatiales commerciales des pays occidentaux pour mener ses opérations militaires sur le terrain. Son conflit actuel avec la Russie montre que les technologies satellitaires commerciales peuvent être utilisées massivement à des fins militaires. Cependant, la dépendance de Kyiv à l'égard des opérateurs de satellites non ukrainiens pour des applications militaires suscite de nouveaux risques et de nouvelles vulnérabilités pour ces acteurs eux-mêmes. Même si ce n'était pas leur intention, ces opérateurs de satellites ont été militarisés, ce qui a brouillé la frontière entre les applications civiles et militaires de leurs technologies. Si, à la suite de cette situation, l'un d'entre eux était pris pour cible par une partie belligérante, cela pourrait entraîner des répercussions sur sa base d'utilisateurs régionale ou sur ses opérations mondiales. De tels effets en cascade en dehors d'une zone de conflit pourraient alors modifier les conditions géopolitiques ou la dynamique d'escalade. Ces évolutions montrent également que de telles entités privées peuvent devenir parties prenantes d'un conflit armé international et se trouver prises au cœur des tensions entre les différents acteurs.

Les sections suivantes présentent une sélection de technologies spatiales, de systèmes connexes et d'entreprises qui illustrent la façon dont l'Ukraine tire parti des équipements spatiaux commerciaux. Elles montrent également les répercussions du recours à ces technologies dans un contexte militaire.

GIS Arta

Après l'invasion du Donbass par la Russie en 2014, des volontaires ukrainiens ont mis au point un système d'information géographique pour l'artillerie appelé GIS Arta. Il s'agit d'une solution logicielle dont le fonctionnement est similaire à celui de l'appli-

cation Uber, qui met en relation des usagers et des chauffeurs en temps réel. GIS Arta relie différents lieux, capteurs et unités d'artillerie afin d'attribuer les missions de tir aux unités les plus appropriées. Il affiche également les positions ennemies sur une carte numérique et utilise des algorithmes pour optimiser des variables telles que le type de cible, la position et la distance. Ce processus automatisé réduit considérablement le temps qui s'écoule entre l'acquisition de la cible et le tir, ce qui améliore l'efficacité opérationnelle.

GIS Arta a été déployé dans diverses configurations et peut être utilisé sur un téléphone mobile, une tablette ou un ordinateur portable. Généralement installé sur des appareils robustes (c'est-à-dire adaptés aux environnements difficiles), il passe par la radio pour les transmissions de données à courte distance ou utilise une liaison montante vers un satellite pour l'échange de données à longue distance. Avant février 2022,

Les moyens spatiaux occupent une place centrale dans les capacités de combat de l'Ukraine.

GIS Arta s'appuyait uniquement sur le réseau de satellites KA-SAT, exploité par la société Viasat. Ce choix était motivé par l'absence d'autre opérateur fiable de communication par satellite désireux ou capable d'assurer une couverture peu coûteuse en Ukraine. La dépendance de GIS Arta à l'égard de Viasat n'avait rien de surprenant à l'époque. En effet, l'armée, la police et les services de renseignement ukrainiens ont également acheté des modems Viasat pour se connecter au réseau KA-SAT.

Le 23 février 2022, quelques heures avant l'invasion russe, Viasat a été victime d'une cyberopération malveillante visant à paralyser les systèmes de commandement et de contrôle de l'Ukraine. Ces attaques ont causé des dommages collatéraux qui ont dépassé les frontières de l'Ukraine et perturbé l'accès à l'Internet haut débit par satellite pour des centaines de milliers de personnes à travers l'Europe. Des infrastructures critiques ont également été touchées en Allemagne, interrompant la surveillance et le contrôle à distance de 5800 éoliennes. L'impact complet de cette cyberopération offensive sur l'architecture de communication de l'armée ukrainienne reste difficile à déterminer. Les États-Unis, le Royaume-Uni et l'UE l'ont attribuée au GRU, le service de renseignement militaire russe. Depuis l'attaque contre Viasat, l'armée russe n'a cessé

d'intensifier ses efforts pour perturber les communications par satellite en Ukraine. Selon un communiqué de l'agence de presse russe TASS d'octobre 2023, Vladimir Yermakov, responsable de la non-prolifération et de la maîtrise des armements au sein du ministère des Affaires étrangères russe, a indiqué que les infrastructures spatiales quasi civiles utilisées par les États-Unis et leurs alliés dans le cadre du conflit en Ukraine pourraient devenir des cibles légitimes de représailles.

Starlink

Après la panne de Viasat aux premières heures de l'invasion russe, les responsables ukrainiens se sont mis à la recherche d'autres opérateurs de communication par satellite. Le 26 février 2022, le ministre ukrainien de la Transformation numérique, Mykhailo Fedorov, s'est adressé directement au fondateur et PDG de SpaceX Elon Musk sur Twitter pour lui demander d'urgence la mise à disposition de terminaux Starlink. Starlink a été la première constellation de satellites en orbite basse à fournir de l'Internet haut débit. Actuellement composée de 4500 satellites, il s'agit également de la plus grande constellation de ce type. Quelques jours après le message de Fedorov, SpaceX a livré à l'Ukraine plusieurs centaines de terminaux de la taille d'un sac à dos. Ces appareils faciles à installer et à utiliser permettent aux civils d'accéder à l'Internet haut débit par satellite, ce qui s'est avéré très utile pour rétablir la connectivité dans les zones dont l'infrastructure numérique avait été détruite. Outre cette application civile, Starlink est également utilisé par l'armée ukrainienne. La constellation de satellites donne accès à des renseignements en temps réel et permet au commandement ukrainien de communiquer avec les unités en première ligne. Les images et les coordonnées GPS des positions des troupes russes sont également partagées via ces canaux avec les unités d'artillerie afin de coordonner les missions. En plus des communications, Starlink permet la transmission de données haute définition par des drones servant à la fois pour la reconnaissance et l'attaque de positions ennemies lorsqu'ils sont équipés de petites bombes ou de grenades antichars.

Starlink a un impact significatif sur les opérations militaires ukrainiennes, ce qui a incité la Russie à intensifier ses efforts pour perturber cette constellation de satellites et ses services. Malgré les nombreuses tentatives reconnues par SpaceX de brouillage de ses signaux satellitaires, voire de piratage de ses réseaux, Starlink a fait preuve de

résilience et a surmonté ces difficultés, tout du moins jusqu'en Novembre 2023. L'utilisation de Starlink par l'armée ukrainienne présente toutefois des défis pour l'entreprise et pour sa base d'utilisateurs dans le reste du monde. Selon Walter Isaacson, le biographe d'Elon Musk, l'ambassadeur de Russie aux États-Unis aurait averti le PDG de SpaceX en 2022 que toute attaque contre la Crimée pourrait aboutir à un conflit nucléaire. En février 2023, SpaceX a précisé que Starlink n'avait jamais été conçu pour être transformé en arme et que l'entreprise avait pris des mesures afin d'empêcher l'armée ukrainienne d'utiliser ce service pour commander des drones. À la suite de cela, l'armée ukrainienne a connu des pannes d'Internet sur le front et dans les territoires occupés par la Russie. Musk a souligné que l'activation de Starlink pour des opérations sensibles engagerait explicitement SpaceX dans un acte de guerre majeur et une escalade du conflit. Les conséquences financières de la mise à disposition des services de Starlink auprès de l'Ukraine, dont le coût est estimé à 20 millions de dollars américains par mois, ont également soulevé des inquiétudes. SpaceX a insisté sur le fait qu'elle ne pourrait pas permettre indéfiniment à Kyiv d'utiliser gratuitement ses services et ainsi placé le département de la Défense des États-Unis face à ses responsabilités en matière de financement.

La dépendance de l'Ukraine vis-à-vis d'une entreprise ayant son siège aux États-Unis dans le contexte d'un conflit armé international est également une situation nouvelle pour les responsables politiques à Washington. En juin 2023, le département de la Défense des États-Unis a signé un contrat avec SpaceX afin de couvrir le coût des services assurés par les satellites Starlink pour l'Ukraine. L'accord comprenait également l'achat de 400 à 500 terminaux Starlink, ce qui a permis au Pentagone de contrôler le signal Starlink mis à la disposition de Kyiv afin d'éviter les interruptions de service lors de certaines missions ou dans des régions spécifiques. Dans une volonté de réduire sa dépendance à l'égard de Starlink, le gouvernement ukrainien a également discuté avec d'autres opérateurs de communication par satellite tels que Satcube en Suède. Cependant, Starlink conserve pour l'instant sa position dominante en la matière et constitue souvent le seul service apte à assurer une connectivité rapide dans les régions touchées par des conflits ou des catastrophes. En octobre 2023, Elon Musk a offert les services de Starlink aux organisations humanitaires œuvrant dans la bande de Gaza.

Lectures complémentaires

Clémence Poirier, "ESPI Short Report 1 – The War in Ukraine from a Space Cybersecurity Perspective," *European Space Policy Institute (ESPI)*, 2022.

Adam Satariano / Scott Reinhard / Cade Metz / Sheera Frenkel / Malika Khurana, "Elon Musk's Unmatched Power in the Stars," *The New York Times*, 28.07.2023.

Laetitia Cesari, "Commercial Space Operators on the Digital Battlefield," *Centre for International Governance Innovation*, 29.01.2023.

OECD, "How the War in Ukraine is Affecting Space Activities. New Challenges and Opportunities," *OECD Policy Responses on the Impacts of the War in Ukraine*, 15.11.2022.

Images satellites

Outre les communications, l'Ukraine utilise également des images satellites fournies par diverses grandes sociétés d'observation de la Terre. Dans les mois qui ont précédé l'invasion de 2022, les services de renseignement américains ont plus que doublé leurs activités d'acquisition d'images électro-optiques commerciales du territoire ukrainien, qu'ils ont mis à la disposition de Kyiv et d'autres acteurs. Par exemple, la société américaine Maxar Technologies a pris des images satellites montrant le renforcement de la présence militaire russe le long de la frontière ukrainienne. Ces images ont été largement diffusées dans les médias.

Comme il l'avait fait avec Starlink, Mykhailo Fedorov a contacté les grandes sociétés de systèmes satellitaires commerciaux sur Twitter pour leur demander de fournir des images haute résolution à l'Ukraine. Il a notamment sollicité des images prises par des satellites équipés de radars à synthèse d'ouverture (RSO). Contrairement à la technologie optique, les RSO permettent une observation par tous les temps, de jour comme de nuit.

La société canadienne de systèmes satellitaires MDA figure parmi celles qui ont répondu à l'appel de Fedorov. En mars 2022, elle a reçu l'autorisation spéciale du gouvernement canadien d'utiliser son satellite Radarsat-2 pour recueillir des images RSO afin d'aider Kyiv. MDA a également participé, avec d'autres prestataires commerciaux, à une initiative internationale visant à fusionner et analyser leurs images afin de fournir au gouvernement ukrainien des rapports complets de renseignement adossés à des images satellites.

La société finlandaise ICEYE, qui exploite la plus grande constellation de satellites RSO, a également apporté une aide conséquente à l'Ukraine. La fondation caritative ukrainienne Serhiy Prytula a réuni suffisamment d'argent pour signer avec ICEYE un contrat exclusif qui permet à l'armée ukrainienne d'accéder à toutes les capacités de l'un de ses satellites RSO. De plus, ICEYE transmet régulièrement au gouvernement ukrainien des images satellites radar de sites critiques.

L'Ukraine a pu exploiter en profondeur ce réservoir de données fournies par de grandes entreprises commerciales. Ces sociétés se sont engagées à aider le pays à se défendre contre l'agression russe. Néanmoins, leur soutien dépend du contexte et

En cas de conflit armé international, les fournisseurs d'Internet et d'images par satellite pourraient déterminer quel belligérant soutenir et de quelle manière.

de la dynamique du conflit. Leurs orientations politiques peuvent évoluer et leurs décisions peuvent aussi être influencées par des considérations financières.

Palantir

Depuis sa création en 2003, Palantir s'est imposée comme l'une des grandes figures du marché des logiciels de renseignement algorithmique axés sur la guerre. La direction de cette entreprise américaine a exprimé à plusieurs reprises son engagement en faveur des valeurs occidentales, s'inscrivant ainsi dans une démarche de défense des démocraties libérales ainsi que des alliés et partenaires des États-Unis, dont l'Ukraine.

En juin 2022, Alex Karp, PDG de Palantir, s'est rendu à Kyiv et y a rencontré le président ukrainien Volodymyr Zelensky. Palantir a ensuite mis son logiciel d'intelligence artificielle MetaConstellation à la disposition de l'Ukraine, qui l'a intégré à ses opérations militaires. Ce logiciel réunit des images satellites commerciales ou autres

issues de différents fournisseurs, y compris des images RSO et thermiques, et réalise une évaluation complète des points d'intérêt au sol à des moments précis. MetaConstellation détecte les cibles militaires et prévoit leurs mouvements en s'appuyant sur la technologie Edge AI de Palantir. Comme GIS Arta, MetaConstellation utilise la connexion haut débit fournie par Starlink. La plupart des opérations de détection et d'identification de cibles en Ukraine sont assurées par Palantir. Peu d'autres logiciels étant capables de réaliser ces tâches, Kyiv dépend fortement de cette société.

Perspectives

On assiste actuellement à une vague de projets ambitieux de mégaconstellations de satellites en orbite basse, portés à la fois par le secteur privé et par des initiatives étatiques. En plus de Starlink, d'autres acteurs de l'Internet par satellite tels que OneWeb du groupe Eutelsat et le projet Kuiper d'Amazon prévoient de déployer des dizaines de milliers de satellites. Le gouvernement chinois a entrepris une démarche similaire avec le projet de mégaconstellation Guo Wang, qui pourrait réunir jusqu'à 13 000 satellites en orbite basse. L'Union européenne souhaite également mettre en place une constellation souveraine de communication par satellite appelée Infrastructure de résilience et d'interconnexion sécurisée par satellite (IRIS²). L'objectif est de faire face à la domination actuelle du marché de la communication satellite par les entreprises américaines en proposant une solution européenne. Ce projet renforcera probablement l'autonomie stratégique de l'Europe dans l'espace à des fins civiles et militaires.

D'autre part, il est important de noter que le déploiement massif de satellites en orbite basse pose des défis de taille en matière de gestion du trafic satellitaire. L'encombrement croissant de l'orbite terrestre basse augmente la probabilité d'accidents et de collisions de satellites. De même, la création de ces constellations massives aura très certainement des répercussions géopolitiques. En cas de conflit armé international, par

exemple, les fournisseurs d'Internet et d'images par satellite pourraient déterminer quel belligérant soutenir et de quelle manière. Cela placerait des entreprises privées en position de prendre des décisions de politique étrangère qui auraient un impact direct sur le champ de bataille, sans que leurs gouvernements aient leur mot à dire.

Le gouvernement taïwanais a tiré des enseignements de l'expérience ukrainienne. Il s'est ainsi rapproché de l'opérateur britannique de communication par satellite Eutelsat OneWeb, principal concurrent actuel de Starlink dans le domaine des services Internet par satellite en orbite basse. Le ministère taïwanais des Affaires numériques a déclaré en juin 2023 que OneWeb devrait fournir d'ici la fin de l'année un accès Internet par satellite couvrant tout le pays. Cette décision s'inscrit dans le cadre des efforts déployés ces derniers mois par Taïpei pour trouver des substituts à son infrastructure d'information actuelle. Si la Chine tentait d'isoler Taïwan en coupant les câbles sous-marins qui assurent aujourd'hui la connexion Internet de l'île, la communication par satellite jouerait un rôle essentiel pour maintenir la connectivité lors d'une éventuelle invasion chinoise.

La militarisation de l'espace est appelée à s'intensifier. À ce titre, les entreprises spatiales commerciales occuperont une place croissante dans les conflits armés internationaux. Les décisions que ces entreprises prendront en fonction de leurs intérêts stratégiques, de leur politique étrangère et de leurs considérations juridiques et éthiques auront un impact sur l'issue des conflits sur Terre et sur les futures modalités d'une utilisation pacifique de l'espace.

Voir le [site thématique du CSS](#) pour en savoir plus sur la cybersécurité.

Sarah Wiedemar est Researcher dans le Cyberdefence Project au sein de l'équipe «Risk and Resilience» au Center for Security Studies (CSS) à l'ETH de Zurich.