

Une interdiction des armes spatiales est-elle possible ?

Réflexions sur la technologie et la vérification d'un accord de maîtrise des armements dans l'espace

Regina HAGEN et Jürgen SCHEFFRAN

La communauté internationale a uni ses efforts, dans le cadre de l'Organisation des Nations Unies, pour s'assurer que l'espace serait exploité à des fins pacifiques. Il reste encore beaucoup à faire. Nous ne devons pas permettre que ce siècle, touché durement par la guerre et la souffrance, transmette cet héritage, lorsque les technologies disponibles seront encore plus redoutables. Nous ne pouvons considérer l'espace comme un nouveau champ de bataille pour nos conflits.

Secrétaire général de l'Organisation des Nations Unies, Kofi Annan¹

Au cours de cette nouvelle ère, les États-Unis conduiront des opérations vers, depuis, dans et à travers l'espace pour défendre leurs intérêts nationaux sur la Terre comme dans l'espace.

Rapport de la Commission chargée d'évaluer l'organisation et la gestion des activités spatiales dans la perspective de la sécurité des États-Unis²

En moins de 50 ans, les technologies spatiales, et plus particulièrement les satellites, ont révolutionné la science et la vie quotidienne à différents niveaux. Parmi les secteurs concernés dans le domaine civil, citons entre autres la communication, la navigation, la météorologie, l'astronomie et les sciences de la terre. Le secteur militaire a également su profiter des satellites pour la reconnaissance optique et électronique, l'alerte avancée, la communication, la navigation, la prévision météorologique et la géodésie. Dans les pays avancés sur le plan technologique, les satellites sont désormais une composante essentielle des systèmes militaires de commandement, de contrôle, de communications, d'informatique, de renseignement, de surveillance et de reconnaissance. Aujourd'hui, plus de 170 systèmes militaires (États-Unis d'Amérique, 110 ; Fédération de Russie, 40 ; autres, 20) sont en orbite autour de la Terre, auxquels s'ajoutent des dizaines de systèmes commerciaux à double usage. Le fait que nombre de systèmes aient à la fois des applications civiles et militaires explique pourquoi les questions de militarisation et d'implantation d'armes dans l'espace sont si complexes.

Regina Hagen (inesap@hrzpup.tu-darmstadt.de) est *Coordinator of the International Network of Engineers and Scientists Against Proliferation (INESAP)*, à la Darmstadt University of Technology. Elle est aussi membre du conseil d'administration du *Global Network Against Weapons and Nuclear Power in Space*. Jürgen Scheffran (scheffran@hrzpub.tu-darmstadt.de), physicien de formation, préside le projet d'INESAP « *Moving Beyond Missile Defense* ». Il est l'un des auteurs de la proposition de Göttingen de 1984 visant à limiter l'utilisation de l'espace à des fins militaires. Les deux auteurs ont écrit de nombreux articles et se sont exprimés à de nombreuses occasions sur les questions de défense antimissile et d'implantation d'armes dans l'espace. Ils ont co-dirigé l'ouvrage *Space Use and Ethics* (W. Bender et al.) publié par Agenda, Münster, en 2001.

Pendant la guerre froide, les États-Unis et l'Union soviétique conduisirent des programmes d'armes spatiales. À l'époque, ils n'étaient cependant pas en mesure de mettre au point, de tester et de déployer un système opérationnel qui aurait constitué une menace militaire crédible à l'encontre de l'autre pays. Ces programmes s'arrêtèrent en 1984, après le moratoire sur les essais de systèmes antisatellites, annoncé en 1983 par l'Union soviétique.

Les États-Unis poursuivirent néanmoins leurs travaux sur les systèmes de défense antimissile dans les années 80 et 90. Ces programmes étaient considérés avec scepticisme par une grande partie de la communauté internationale et ce pour deux raisons. Premièrement, ils risquaient d'accroître l'instabilité stratégique et de conduire à de nouvelles courses aux armements sur Terre. Deuxièmement, certaines technologies de défense antimissile pouvaient être utilisées pour des armes spatiales. Ces craintes étaient exacerbées par toute une série de documents (notamment ceux du United States Space Command) dans lesquels les États-Unis annonçaient publiquement leurs projets de « space control », de « domination spatiale » et de « supériorité spatiale », et faisaient de la défense antimissile leur cheval de Troie pour la guerre dans l'espace³. Dans ce contexte, le Traité sur la limitation des systèmes de missiles antimissiles (Traité ABM) de 1972 joua un rôle important en limitant les activités de mise au point et de tests qui auraient pu déboucher sur des capacités en matière d'armes antisatellites ou d'armes spatiales.

Sous l'administration de George W. Bush, l'intérêt militaire de l'espace est devenu encore plus important. Le Secrétaire à la défense Donald Rumsfeld a dit très clairement qu'il envisage la nécessité de conduire non seulement des opérations aériennes, terrestres et maritimes, mais aussi des « opérations spatiales indépendantes »⁴. Le Traité ABM s'opposant à de tels projets, la décision des États-Unis, en juin 2002, de se retirer de cet instrument n'a surpris personne.

Le déploiement d'une défense antimissile opérationnelle et de systèmes d'armes spatiales ne sera toutefois pas effectif avant plusieurs années. Il est donc encore temps de multiplier les efforts diplomatiques, allant de mesures de confiance, aux régimes de contrôle, en passant par la négociation d'une interdiction complète des armes spatiales.

Le déploiement d'une défense antimissile opérationnelle et de systèmes d'armes spatiales ne sera toutefois pas effectif avant plusieurs années. Il est donc encore temps de multiplier les efforts diplomatiques, allant de mesures de confiance, aux régimes de contrôle, en passant par la négociation d'une interdiction complète des armes spatiales. Ces dernières

années, la communauté internationale a relancé le débat sur la question de la prévention d'une course aux armements dans l'espace. À cette occasion, les propositions existantes ont été révisées et d'autres ont été avancées par des organisations non gouvernementales et différents gouvernements⁵.

Cet article aborde certains aspects techniques de la vérification d'une interdiction des armes spatiales en s'intéressant plus particulièrement à l'interdiction des armes antisatellites⁶. Une telle interdiction étant difficile dans les circonstances politiques actuelles, d'aucuns pourraient juger prématuré l'examen de la faisabilité de sa vérification. Il n'empêche que le fait d'évoquer les difficultés et les possibilités de vérification s'agissant de l'espace pourrait nous aider à réfléchir, avec succès, de manière plus ouverte et créative, à la façon d'inverser l'inertie alarmante qui prévaut sur le sujet de l'implantation d'armes dans l'espace.

Pour qu'une interdiction de l'implantation d'armes dans l'espace puisse être un jour acceptée, il importe de définir des concepts de vérification convaincants. Les moyens et la portée de la vérification, ses limites techniques, le degré de confiance dans la vérification et les failles éventuelles sont autant de questions qui doivent être examinées avant qu'une interdiction des armes spatiales ne puisse être envisagée. Ce point fondamental est cependant ignoré. Ainsi, le document de travail intitulé « Éléments possibles d'un futur accord juridique international relatif à la prévention du déploiement d'armes dans l'espace et de la menace ou de l'emploi de la force contre des objets spatiaux », soumis à la Conférence

du désarmement par la Chine et la Fédération de Russie en juin 2002⁷, omet toute référence à la vérification car cette question est assez compliquée et les positions diverses⁸.

Maîtrise des armements dans l'espace – obstacles et facteurs favorables

La partie de l'espace dans laquelle des activités pourraient prendre place – et devraient donc être surveillées – est vaste : elle s'étend d'environ 100 km au-dessus du niveau de la mer jusqu'à l'orbite terrestre géosynchrone à 36 000 km. C'est presque à l'insu de l'opinion publique que l'espace se retrouve aujourd'hui déjà très encombré. Plus de 8 000 objets de plus de 10 cm construits par l'homme sont actuellement recensés en orbite terrestre. Il s'agit de satellites opérationnels (environ 7%), de corps de fusées (environ 15%) et de débris spatiaux (fragments et satellites en panne, 78%). Il est dès lors difficile de suivre tous les objets spatiaux et de faire la distinction entre activités et objets potentiellement dangereux ou inoffensifs. Considérés séparément, ces facteurs peuvent sembler décourageants, mais il ne faut pas oublier que malgré son immensité, l'espace peut être surveillé et observé grâce aux technologies optiques, infrarouges, radar, électroniques, électromagnétiques et autres, ce qui facilite les activités de vérification.

Les objets spatiaux peuvent tomber en panne pour toute une série de raisons : dégradation ou défaillance d'un composant ; erreurs de conception, de mise au point, de fabrication, de programmation ou de mission ; interruption de communications pour des causes naturelles, de brouillage ou d'attaques des stations au sol ; collision avec des débris spatiaux ; attaques physiques ; aveuglement des capteurs ; piratage ; détournement ; ou d'autres raisons. Les mécanismes de vérification pourraient avoir à s'acquitter de la tâche difficile d'attribuer à une cause précise la défaillance d'un système.

Les activités de vérification pourraient tirer avantage du fait qu'à l'heure actuelle tous les objets spatiaux sont lancés de la Terre. Les technologies d'observation spatiale (coûteuses) pourraient donc être complétées, avant le lancement, par des mesures de vérification (peu coûteuses), comme l'inspection sur place des charges utiles ou des mesures prises par la société (comme les dénonciations).

L'espace est devenu indispensable pour des activités commerciales, économiques et scientifiques. Ce n'est plus seulement vrai des principaux pays avancés sur le plan technologique, mais d'un nombre croissant d'États. La plupart des objets spatiaux, qu'il s'agisse de satellites ou d'engins spatiaux, sont potentiellement à double usage. La confiance dans la possibilité de vérifier un traité sur les armes spatiales serait limitée en raison des capacités techniques du système de vérification de faire la distinction entre les systèmes autorisés des satellites et les systèmes interdits des armes spatiales.

Il convient enfin de citer les difficultés concrètes d'engager le débat sur le sujet. Les États-Unis ont régulièrement bloqué les discussions sur la prévention d'une course aux armements dans l'espace au sein de la Conférence du désarmement, un organe qui adopte ses décisions selon le principe du consensus. Outre ce contexte politique difficile, l'absence de définitions communément admises au sujet de « l'espace », des « armes spatiales » et de l'« utilisation à des fins pacifiques » rend plus difficile encore tout examen de la question.

Les armes antisatellites éventuelles et la question de la vérification

Toute une série d'objets et d'armes pourraient être utilisés pour lancer une attaque antisatellite, chacun impliquant des mesures de vérification différentes et au degré d'efficacité variable. Les sections

suivantes exposent les caractéristiques principales, les risques et les possibilités de vérification pour différents objets spatiaux.

LES OBJETS SPATIAUX MANŒVRABLES

Tout engin spatial manœuvrable, qu'il soit habité ou automatisé, peut être utilisé comme arme antisatellite. Il peut repousser un objet hors de son orbite, le percuter et le casser, employer des systèmes de brouillage électronique ou d'éblouissement par laser, ou libérer des explosifs, des produits chimiques ou des matières radioactives. En plus de ces actes hostiles, un engin spatial habité, comme la navette spatiale américaine ou le Soyouz russe, pourrait détourner un objet cible, en reprenant le principe du rendez-vous spatial avec une station spatiale ou un satellite devant faire l'objet de réparations.

La manœuvrabilité d'un engin spatial reste néanmoins liée au carburant disponible. De plus, les rendez-vous spatiaux ne sont jusqu'à présent intervenus qu'avec des cibles « coopératives » en orbite basse, même dans le cadre des essais de systèmes antisatellites effectués par les Soviétiques dans les années 70 et 80. S'approcher d'une cible qui se déplace très rapidement et ne coopère pas est une opération très délicate qui nécessite des données orbitales précises et des calculs de trajectoire rigoureux. Un rendez-vous spatial est d'autant plus difficile lorsqu'une alerte avancée est possible (soit par des capteurs à bord de la cible, soit par d'autres moyens, comme les systèmes au sol de poursuite) ou si la cible dispose de capacités de manœuvre propres (pour changer, par exemple, son orbite ou sa trajectoire). À l'heure actuelle, seules les nations dotées de capacités spatiales très avancées et ayant une grande expérience disposent de capacités de manœuvre aussi précises.

Les manœuvres de rendez-vous vont pourtant se multiplier pour des activités de réparation (comme cela s'est déjà produit par deux fois pour le télescope Hubble), de modernisation ou de ravitaillement des objets spatiaux. La manœuvrabilité des satellites est de plus en plus importante pour les missions qui prévoient une répartition des tâches de reconnaissance et d'observation de l'environnement (une tâche est divisée en plusieurs sous-tâches réalisées par différents satellites), le redéploiement de satellites de reconnaissance au-dessus de zones de conflit, l'éloignement des objets spatiaux des débris spatiaux, etc. En conséquence, l'expérience en matière de manœuvres spatiales devrait s'étendre à d'autres pays ou exploitants de satellites.

Un engin spatial qui tenterait d'approcher une cible dans le cadre d'une mission antisatellite serait très probablement repéré par les systèmes actuels de poursuite ou des capteurs embarqués (dispositifs de poursuite optique, interprétation des données transmises au sol, interception des signaux de télémétrie des charges utiles). Un rendez-vous spatial implique de se trouver sur la même orbite et d'approcher l'objet, ce qui laisse le temps de s'enquérir des intentions de l'objet qui manœuvre. Cette

Sachant que tout objet manœuvrable peut être utilisé à des fins hostiles, il est impossible de s'assurer de l'absence d'objets de ce type. Un traité interdisant les armes spatiales devrait donc inclure des mesures de confiance convaincantes.

recherche est facilitée par la possibilité d'identifier des lancements précis et, partant, des exploitants, des propriétaires ou du moins les États ayant procédé au lancement.

Pour éviter qu'une manœuvre de rendez-vous non agressive ne soit prise, par erreur, pour une tentative antisatellite, la notification de toute manœuvre et de tout rendez-vous serait utile. Sachant que tout objet manœuvrable peut être utilisé à des fins hostiles, il est impossible de s'assurer de l'absence d'objets de ce type. Un traité interdisant les armes spatiales devrait donc inclure des mesures de confiance convaincantes. Il pourrait s'agir de mesures de transparence concernant notamment les capacités des engins spatiaux, leurs réserves en carburant et leur orbite prévue, ou la notification des manœuvres de rendez-vous. Il ne resterait alors qu'à surveiller et à vérifier les déviations par rapport aux trajectoires prévues.

LES MINES SPATIALES

Les mines spatiales sont une catégorie particulière d'objets spatiaux manœuvrables dans la mesure où elles ont pour unique objectif de détruire un satellite si elles en reçoivent l'ordre. Comme tout autre engin spatial, une mine spatiale doit changer d'orbite et modifier sa trajectoire pour s'approcher du satellite qu'elle vise. Pour ce faire, elle doit être aidée par des systèmes de poursuite, basés au sol ou dans l'espace, et par des capteurs d'autoguidage. Une fois sortie de l'engin qui l'a lancée, la mine spatiale peut tenter de s'approcher et de s'attacher au satellite visé sans être remarquée et n'exploser qu'au moment du déclenchement du mécanisme de destruction. La cible peut alors être détruite par une explosion nucléaire, des explosifs classiques, l'émission de projectiles ou de shrapnels, ou par l'énergie cinétique d'une collision directe. Les mines spatiales peuvent endommager les satellites de manière isolée ou toucher une zone plus étendue voire une orbite entière en utilisant massivement des shrapnels.

L'approche d'une mine spatiale peut être repérée par des systèmes radar en basses altitudes et par des systèmes optiques en orbites hautes, ce qui laisse le temps de réagir à la partie visée. Ce ne serait toutefois pas possible avec des mines spatiales très petites (les objets de 5 à 10 cm ne pouvant être détectés par les réseaux de surveillance spatiale). L'accélération rapide des mines spatiales poserait également un problème, car le satellite visé ne peut s'éloigner à temps ; la mine en question nécessiterait toutefois d'énormes réserves de carburant pour maintenir une telle accélération.

La dissimulation de mines spatiales à l'intérieur d'un satellite autorisé n'est pas détectable tant que la manœuvre d'approche n'est pas engagée. Seule l'inspection des charges utiles avant leur lancement permettrait de s'assurer qu'aucun dispositif de ce type n'y est dissimulé. En cas de doute, les objets spatiaux pourraient être inspectés par des satellites d'inspection.

De nombreux tests seraient nécessaires pour concevoir des mines spatiales fiables et améliorer la précision de l'approche. Même si les tests devaient être interdits, il serait difficile de faire la distinction entre les essais interdits et les activités de manœuvre permises.

Une fois encore, il est difficile de vérifier la non-existence de mines spatiales. Il serait toutefois facile de s'assurer qu'elles ne soient pas utilisées, si la mission et la trajectoire de tout objet spatial étaient communiquées avant le lancement de tout objet spatial. La notification de modification de trajectoire pourrait être obligatoire pour tout État partie à un traité portant interdiction des armes antisatellites. Les mines spatiales nucléaires sont techniquement réalisables et agiraient sur de grandes distances, mais elles sont interdites par l'article 4 du Traité sur l'espace.

LES MISSILES CONVENTIONNELS BASÉS AU SOL

Les fusées spatiales, les missiles balistiques et les systèmes de défense antimissile pour intercepter des missiles à mi-parcours sont tous conçus pour traverser l'espace et libérer des objets, qu'il s'agisse de charges utiles, d'ogives ou d'engins intercepteurs. Ils ont donc potentiellement la capacité de détruire un satellite, par une explosion classique, l'émission de projectiles (shrapnels) ou par l'énergie cinétique d'une collision directe avec l'objet cible.

Pour détruire un satellite, le véhicule doit approcher la cible avec une très grande précision. La perfection est donc de rigueur dans le calcul des facteurs suivants : la position du satellite sur son orbite à un instant précis⁹ ; la position sur Terre de la plateforme de lancement du missile ; ainsi que la portée, la vitesse, l'accélération et la trajectoire du missile. Seuls les satellites sur certaines orbites

peuvent être atteints par les missiles tirés d'une plateforme précise sur Terre. Ajoutons qu'un missile antisatellite ne peut attaquer qu'un satellite à la fois, à moins qu'il ne libère une très grande quantité de shrapnels et que toute une orbite soit polluée.

Entre les années 60 et le début des années 80, les États-Unis et l'Union soviétique effectuèrent plusieurs manœuvres de rendez-vous et testèrent des armes antisatellites conventionnelles avec peu de succès. En 1983, l'Union soviétique annonça un moratoire sur les essais d'armes antisatellites et mit un terme à ses essais l'année suivante.

Les technologies des armes antisatellites et des systèmes de défense antimissile ont beaucoup en commun. Dans les deux cas, l'interception doit se produire au moment d'un rendez-vous ou d'une manœuvre coorbitale ou implique de couper, à un instant précis et à une vitesse très élevée, la trajectoire du satellite. Avec les essais qu'ils effectuent pour leur défense antimissile, les États-Unis acquièrent une expérience qui pourrait être utilisée pour les armes antisatellites. Aucun autre pays n'est en passe d'avoir les mêmes technologies pour de telles activités. Le programme américain de défense antimissile montre aussi à quel point il est difficile d'atteindre un objet dans l'espace¹⁰.

Les systèmes actuels pourraient repérer facilement un essai effectué avec un missile conventionnel basé au sol pour un système antisatellite ou une défense antimissile. Les capteurs infrarouges des satellites d'alerte avancée peuvent détecter un tir grâce à son panache d'éjection. Les radars de poursuite et les télescopes pourraient suivre la manœuvre. Les signaux de télémétrie peuvent être captés par de simples récepteurs de radiophares.

Tant que les missiles balistiques ne seront pas interdits et détruits, il sera impossible d'empêcher les nations qui possèdent des missiles de chercher à se doter de capacités antisatellites. L'avancée des programmes de défense antimissile ne fait qu'aggraver la situation, puisque l'expérience acquise avec les essais réalisés permet d'accroître la confiance qu'un agresseur peut avoir dans l'utilisation des systèmes comme capacités antisatellites. La négociation d'une interdiction des armes antisatellites devrait aussi examiner la question des missiles balistiques¹¹.

LES MISSILES NUCLÉAIRES BASÉS AU SOL

Si un missile équipé d'une charge nucléaire était utilisé comme arme antisatellite, la précision nécessaire pour atteindre la cible ne serait pas aussi élevée que pour des missiles classiques. L'explosion détruirait tous les objets sur plusieurs kilomètres. La première conséquence intéressante dans ce cas est l'impulsion électromagnétique. Le choc thermomécanique présente également un intérêt pour la destruction de satellites de même que l'épuisement des composants électroniques par absorption des rayons X. L'explosion d'une arme d'une mégatonne à mi-chemin entre la Terre et l'orbite géosynchrone provoquerait des courants électromagnétiques pouvant atteindre $50-100\text{A/m}^2$ – ce qui est suffisant pour détruire les satellites qui ne sont pas protégés et provoquer des dégâts considérables sur les systèmes électroniques sur Terre qui ne sont pas expressément protégés.

Parmi les pays qui disposent de missiles balistiques de longue portée et d'arsenaux nucléaires, seuls les États-Unis ont procédé à des essais d'armes nucléaires dans l'espace. Depuis l'entrée en vigueur du Traité d'interdiction partielle des essais nucléaires en 1963, les explosions nucléaires sont interdites dans l'espace et violeraient le droit international. L'emploi d'armes nucléaires dans l'espace serait détecté par les satellites d'alerte avancée qui remarqueraient le lancement du missile et par des capteurs de rayonnement dans l'espace, ne laissant aucun doute sur l'identité de l'agresseur. Comme dans le cas des missiles balistiques classiques, une attaque antisatellite avec une charge nucléaire est possible tant que des arsenaux de missiles balistiques et d'ogives nucléaires existent.

LES INTERCEPTEURS CLASSIQUES À LANCEUR AÉRIEN

La perturbation de satellites par des missiles classiques à lanceur aérien est plus difficile d'un point de vue technique. L'interception peut se faire soit en se positionnant sur la même orbite que la cible soit en croisant sa trajectoire, auquel cas la vitesse relative (delta-v) entre l'intercepteur et la cible peut être relativement élevée. Les facteurs limitatifs sont la portée et la capacité maximale de l'avion et, partant, les caractéristiques de la fusée. Autrement dit, seules les ogives légères peuvent être lancées au-delà des orbites terrestres basses. Comme pour les autres systèmes antisatellites classiques, une très grande précision de manœuvre est nécessaire pour approcher suffisamment la cible.

Les armes antisatellites lancées par air présentent un net avantage par rapport à celles qui sont tirées depuis le sol. Elles offrent, en effet, la possibilité de lancer le missile dans une direction précise et depuis l'endroit le plus avantageux pour la mission, notamment de l'équateur.

Les États-Unis réalisèrent, en 1958 et 1959, une série de douze tests de missiles à lanceur aérien (Bold Orion), avec un essai réussi. Au milieu des années 80, des essais furent effectués pour le Prototype Miniature Air-Launched System (PMALS), un missile à deux étages avec un dispositif miniature d'autoguidage lancé à partir d'un F-15.

Comme les lancements par air présentent des avantages considérables pour les activités commerciales et militaires, plusieurs programmes de lancement par air sont en cours de développement et des essais effectués. À l'heure actuelle, le seul système de ce genre est « Pégase » ; il est embarqué à bord de l'avion porteur L-1011 d'Orbital qui le libère à 13 000 mètres d'altitude. Depuis le premier vol en 1990, Pégase et le lanceur Pégase XL ont effectué près de trente missions.

En Fédération de Russie, plusieurs entreprises commerciales travaillent sur des projets similaires et notamment sur l'idée d'utiliser l'Antonov AN-124-100 Ruslan. Un autre projet prévoit l'utilisation de l'An-225 Mriya, le plus gros avion de transport lourd au monde avec une charge utile maximale de 260 tonnes. Il ne doit pas servir au lancement d'une fusée mais d'un véhicule orbital réutilisable. Un projet analogue est étudié par l'U.S. Air Force ; un Boeing 747-400F modifié permettrait de transporter le Space Maneuver Vehicle pour placer des charges utiles de 3 000 kg en orbite terrestre basse.

Les intercepteurs à lanceur aérien laissent peu de temps pour une alerte avancée. Un missile pourrait atteindre, dans des conditions idéales, un satellite dix minutes après avoir été tiré d'un avion. L'appareil pourrait décoller de n'importe quel terrain d'aviation disposant d'une piste assez longue. À ce stade, la vérification est difficile, car la différence entre une mission antisatellite et une mission autorisée n'est pas évidente. La manœuvre d'un missile aéroporté qui tenterait de s'approcher d'un satellite pourrait être repérée par des récepteurs de télémétrie et des systèmes de poursuite basés au sol ou dans l'espace, mais les délais d'avertissement étant si courts, toute réaction pourrait être impossible.

Les systèmes de lancement aérien pouvant être utilisés aussi bien à des fins commerciales que militaires, il serait impossible de garantir que de tels systèmes n'existent pas. La vérification de ces technologies dans le cadre d'une interdiction des armes antisatellites devrait donc reposer sur des mesures de confiance et des inspections sur place. Il faudrait, en outre, s'assurer qu'aucun système antisatellite n'est testé ou utilisé.

LES ARMES À ÉNERGIE DIRIGÉE

L'espace semble être le milieu idéal pour les armes à énergie dirigée. Les programmes d'armes laser étant les plus avancés dans le domaine de l'énergie dirigée, ils ont été retenus pour illustrer cette

section. Les lasers présentent de nombreux avantages. En quelques fractions de seconde, ils peuvent traverser de très grandes distances à la vitesse de la lumière et le vide n'entraîne aucune atténuation de l'énergie du faisceau. En théorie, tout objet qui se trouve en visibilité directe pourrait être détruit. En raison de leur orbite prévisible, les satellites seraient particulièrement exposés aux attaques par laser qui permettraient d'aveugler les capteurs, de saturer l'équipement électronique, d'entraîner des dégâts thermiques ou physiques, ou de surchauffer des composants particuliers (par exemple, la partie optique sensible de la charge utile ou les détecteurs d'attitude).

En conséquence, les programmes d'armes laser conduits depuis de nombreuses années connaissent de grandes difficultés techniques et physiques. Citons, entre autres, l'énergie nécessaire pour actionner le laser, les systèmes de visée de précision et les difficultés de maintenance. Aujourd'hui, les États-Unis travaillent sur des systèmes de lasers terrestres, aéroportés et spatiaux pour leur défense antimissile, qui auraient tous des capacités antisatellites. La Fédération de Russie aurait travaillé sur un programme d'arme laser basée dans l'espace. La première mission Energiya, en 1987, emportait Polyus, un satellite de 80 tonnes, avec du matériel pour les essais de laser. La mission ne put être placée en orbite et aucune autre tentative n'est connue.

Les lasers terrestres

Dans le cadre d'activités antisatellites, le faisceau laser serait dirigé, dans l'atmosphère, soit directement sur une cible soit sur un satellite de transmission. Les perturbations atmosphériques, ainsi que l'affaiblissement ou l'étirement du faisceau sur de grandes distances doivent être compensés par des faisceaux plus puissants. Le laser chimique perfectionné à infrarouge moyen (le système MIRACL), conçu à l'origine pour le programme de « guerre des étoiles » du président Reagan, fut testé en 1997

Les lasers terrestres ont des besoins énergétiques moindres, mais ils ne peuvent attaquer que des satellites au-dessus de l'horizon. Ils sont limités de par leurs sites de déploiement et ne peuvent viser que des satellites en orbite basse.

et comparé à un satellite de l'armée de l'air qui devait être progressivement abandonné. L'armée américaine a affiné, depuis lors, ce système dans le cadre de la défense antimissile. Avec Israël, les États-Unis travaillent également à la mise au point du système de laser tactique à haute énergie (THEL). Les lasers terrestres ont des besoins énergétiques moindres, mais ils ne peuvent attaquer que des satellites au-dessus de l'horizon. Ils sont limités de par leurs sites de déploiement et ne peuvent viser que des satellites en orbite basse. Cette capacité est néanmoins suffisante pour aveugler les capteurs des satellites de reconnaissance d'autres pays – de manière temporaire ou définitive – et les empêcher d'étudier la zone pouvant être visée par le laser.

Les lasers aéroportés

Emporté à de hautes altitudes, un laser aéroporté présente l'avantage d'une grande mobilité et de pertes moindres au niveau de la transmission atmosphérique. Il n'est toutefois pas facile de placer un grand laser à bord d'un avion. De plus, les vibrations, les manœuvres aériennes et les turbulences en vol compliquent son utilisation. L'Agence des États-Unis pour la défense antimissile, l'U.S. Air Force et plusieurs sociétés industrielles travaillent en collaboration sur le projet de laser aéroporté (ABL) et comptent faire la démonstration en 2004 de sa capacité à abattre des missiles balistiques. Le laser aéroporté devrait pouvoir être utilisé également pour des activités antisatellites.

Les lasers basés dans l'espace

Un laser basé dans l'espace serait une arme très puissante qui pourrait être utilisée à n'importe quel moment contre une cible dans l'espace, dans l'air ou au sol. Un tel système pourrait, de la même manière qu'un laser aéroporté, détruire un objet en dirigeant et maintenant un faisceau laser très puissant sur une cible au point d'en provoquer la destruction. En vue de lancer une frappe en premier, plusieurs armes laser déployées suffisamment haut dans l'espace pourraient tenter de détruire les moyens de commandement, de contrôle, de communication et de renseignement (C³I) d'un ennemi et réduire ainsi ses capacités de riposte.

La mise au point de lasers basés dans l'espace se heurte à de graves difficultés techniques et notamment à la question de l'alimentation. Le projet des États-Unis de laser basé dans l'espace (SBL), qui devait faire l'objet d'essais en vol en 2012, connaît des retards et son budget a été réduit.

Il semble que, pour l'heure, aucune arme laser n'ait été mise au point pour pouvoir être utilisée comme arme antisatellite. Le projet de laser aéroporté, qui pourrait être utilisé contre des satellites, est nettement plus avancé que ceux de lasers terrestres ou de lasers basés dans l'espace. À ce stade, le moyen le plus efficace d'empêcher que des lasers soient utilisés comme armes antisatellites est une interdiction des essais d'armes laser. Tout essai réalisé dans des conditions réelles – que ce soit au sol, dans l'air ou dans l'espace – serait repéré par les systèmes actuels. La dissipation thermique peut être observée par les capteurs infrarouges basés dans l'espace. En outre, les lasers à haute énergie sont d'énormes systèmes qui pourraient être repérés par des satellites de reconnaissance ou – s'ils sont déployés dans l'espace – par des systèmes de poursuite.

Si des armes laser antisatellites étaient déployées, leur utilisation pourrait être repérée par des capteurs infrarouges, par l'observation d'un faisceau lumineux inattendu ou par l'émission d'un signal par le satellite visé. Comme dans d'autres cas, il serait difficile de vérifier une interdiction des lasers antisatellites s'ils sont admis dans le cadre de systèmes de défense antimissile.

Vérification réaliste et réduction des risques

Une multitude de technologies, d'instruments et de moyens pourraient être utilisés pour vérifier une interdiction des armes antisatellites. Le milieu transparent de l'espace offre des conditions idéales pour la poursuite et la surveillance des activités et des objets spatiaux.

L'*interdiction* du brouillage et des mesures délibérées de dissimulation et d'encodage qui empêchent la vérification réduit le risque que la violation des dispositions du traité ne soit pas remarquée.

La *vérification sur place* de la production, des installations de lancement et des infrastructures pourrait être effectuée par des inspecteurs ; une vérification permanente pourrait être favorisée par l'utilisation d'observateurs, de détecteurs et d'instruments de surveillance sur place. Dans le cas d'allégations crédibles de fraude, des inspections sur place pourraient même être effectuées dans l'espace au moyen d'engins spatiaux téléguidés ou habités. Le renseignement humain et les mesures prises par la société (comme les dénonciations) ne feraient qu'accroître la fiabilité des résultats de vérification.

Depuis plusieurs décennies, les États-Unis disposent d'un réseau de surveillance spatiale (*Space Surveillance Network* (SSN)), contrôlé par le United States Space Command) qui leur permet de repérer,

de suivre, de cataloguer et d'identifier tous les objets de plus de 10 cm qui se trouvent en orbite terrestre, en s'intéressant plus particulièrement aux satellites opérationnels. Le SSN regroupe les détecteurs optiques (télescopes) ainsi que les radars classiques et les radars à balayage électronique basés au sol utilisés par l'armée des États-Unis, la marine américaine et l'U.S. Air Force dans 25 sites à travers le monde. Ce réseau effectue, au total, près de 80 000 observations satellitaires par jour. Les télescopes du système de surveillance électro-optique de l'espace lointain (GEODSS) du SSN devraient être améliorés afin d'identifier des objets de 5 cm et plus. La Fédération de Russie dispose d'un système similaire, mais moins puissant.

L'Agence spatiale européenne dispose du réseau ESTRACK pour suivre ses satellites et ceux de ses clients industriels. L'Union européenne dispose, en outre, dans le cadre de la politique étrangère et de sécurité commune, de son propre centre satellitaire (l'ancien Centre satellitaire de l'Union de l'Europe occidentale à Torrejón, Espagne).

Les *moyens nationaux de vérification* employés pour les activités (militaires) de reconnaissance et d'espionnage sont des instruments qui peuvent être utilisés pour la vérification. Il s'agit notamment des satellites d'alerte avancée à infrarouge qui permettent de repérer les tirs de missiles et de fusées ; des satellites de reconnaissance équipés de caméras optiques, de capteurs infrarouges ou hyperfréquences pour surveiller les installations soupçonnées d'avoir des visées antisatellites comme des lanceurs, des fusées ou des lasers ; les systèmes électroniques et électromagnétiques de surveillance au sol, dans l'air et dans l'espace pour intercepter les communications d'installations suspectes, qui pourraient recevoir des signaux de télémesure d'essais interdits d'armes dans l'espace.

À l'instar d'autres traités de maîtrise des armements, un accord sur les armes spatiales pourrait comporter des dispositions visant à instaurer un système international de surveillance qui prévoirait toute une série de moyens de vérification au niveau mondial et mettrait à la disposition de tous les États parties au traité les données pertinentes.

Les *capteurs embarqués* sur les principaux satellites pourraient obtenir des données de pression, d'accélération, de chaleur et de rayonnement, et signaler aux stations de contrôle au sol toute déviation par rapport à ce qui était prévu. En cas de défaillance d'un satellite, les données des capteurs pourraient être utiles pour déterminer l'origine de cette panne et exclure ou confirmer l'idée d'une attaque antisatellite.

Les *mesures de confiance* pourraient accroître la confiance dans le régime du traité. La notification d'un lancement, et la communication d'informations concernant les fonctions et capacités de l'objet devant être lancé, serait un moyen facile d'éviter la méfiance. Les activités spatiales multinationales, avec la conception, la mise au point, la production et l'exécution d'une mission, pourraient réduire les soupçons et constituer un rempart contre les tentatives de violation.

Enfin, la *réduction du risque* par des moyens autres que la vérification permet de renforcer le sentiment de confiance de chacun. Parmi les mesures susceptibles d'améliorer la surviabilité des objets spatiaux et, partant, de réduire leur vulnérabilité aux perturbations naturelles comme aux attaques antisatellites¹², citons les suivantes :

- durcissement contre les effets du rayonnement nucléaire, l'irradiation par laser ou la collision avec de petits objets ;
- meilleure manœuvrabilité pour échapper à une attaque potentielle ;
- autonomie par rapport au contrôle au sol afin de limiter les risques de panne ou d'interruption de communications ;
- leurrage des capteurs à bord des systèmes attaquant ;
- capteurs d'alerte à bord des engins spatiaux importants ;

- zones de sécurité (zones tampon) pour accroître le délai d'avertissement ;
- redondance et répartition des fonctions importantes sur plusieurs satellites ;
- dispositions pour remplacer rapidement les satellites essentiels en cas de défaillance ou d'attaque.

Conclusion – comprendre les principes de la vérification

La question de la vérification des traités de maîtrise des armements est souvent réduite à des problèmes précis de vérification ou aux capacités techniques des systèmes (actuels) de vérification. Le fait que des principes de vérification acceptés par tous restent à définir est souvent ignoré. Ce facteur est pourtant essentiel car la possibilité de vérifier un traité ne peut être évaluée de manière simple, mais doit tenir compte à la fois des avantages et des inconvénients liés au respect du traité. Il importe donc d'avoir présent à l'esprit plusieurs principes de vérification.

- La maîtrise des armements devrait renforcer la stabilité internationale et réduire les risques d'une course aux armements effrénée.
- Un juste équilibre devrait être trouvé entre les activités qui devraient être vérifiées et celles qui peuvent l'être.
- Les dépenses de vérification devraient, de manière générale, être proportionnelles au gain de sécurité et au risque qui demeure.
- La vérification regroupe plusieurs processus parallèles. En plus des systèmes de surveillance technique, les processus politiques, juridiques, diplomatiques et militaires sont des facteurs importants pour évaluer le respect du traité, prévoir le risque de violation et laisser assez de temps pour engager des contre-mesures adaptées en cas de violation du traité.
- En raison de l'imperfection des moyens de vérification disponibles, un risque résiduel demeure. Il peut être réduit par des mesures défensives et de coopération qui réduit à néant les avantages qu'une partie peut croire tirer d'une infraction.

Deux facteurs déterminent la fiabilité des mesures pouvant être utilisées pour vérifier une interdiction des armes antisatellites : la disponibilité de technologies précises (toujours plus grande dans de nombreux domaines) et le double-usage possible de tous les systèmes et technologies concernés.

Une interdiction des armes antisatellites pourrait faire l'objet d'une vérification valable si la mise au point, les essais et le déploiement de systèmes antisatellites dotés de technologies avancées étaient complètement interdits. Une telle interdiction devrait porter sur les missiles balistiques, les systèmes de défense antimissile, les armes nucléaires, les avions porteurs et les lasers à haute énergie ; elle est donc très peu probable. Il serait plus réaliste d'envisager une interdiction des armes spatiales qui porterait sur certains systèmes d'armes précis. Les systèmes qui ne seraient pas visés par l'interdiction et pourraient être utilisés comme armes poseraient inévitablement un risque résiduel. Les missiles à longue portée, les engins spatiaux manœuvrables, de même que les lasers aéroportés ou basés au sol pourraient ainsi être utilisés pour attaquer des satellites. L'interdiction des armes antisatellites devrait être renforcée par toute une série de mesures de confiance et d'accords de transparence.

Pour parvenir à cela, toutes les revendications concernant la « domination spatiale » et les volontés de « projection de forces » vers, depuis, dans et à travers l'espace doivent être oubliées. Plus la mise au point et les essais des différents systèmes progressent – que ce soit pour des programmes civils ou militaires –, plus le système de vérification coûtera cher et moins il sera fiable. Dans un climat de

confiance et de résolution des conflits par des moyens autres que militaires, la nécessité d'implanter des armes dans l'espace s'évanouirait et la « guerre des étoiles » resterait du domaine de la science-fiction.

Notes

1. Communication lors de la séance d'ouverture de la troisième Conférence des Nations Unies sur l'exploration et les utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique (INESAP III), Vienne, 19 juillet 1999 (<http://www.oosa.unvienna.org/unisp-3/> sous la rubrique « Statements »).
2. Commission chargée d'évaluer l'organisation et la gestion des activités spatiales dans la perspective de la sécurité des États-Unis, 2001, *Report of the Commission to Assess United States National Security Space Management and Organization*, 11 janvier. La Commission était présidée par Donald Rumsfeld. Texte disponible dans son intégralité sur Internet, <<http://www.defenselink.mil/pubs/space20010111.html>> .
3. Quelques exemples de documents : United States Air Force Scientific Advisory Board, *New World Vistas. Air and Space Power for the 21st Century*, 1995 ; United States Space Command, *Vision for 2020*, 1997 ; United States Space Command, *Long Range Plan. Implementing USSPACECOM Vision for 2020*, 1998 ; Secrétaire à la défense Bill Cohen, *Memorandum: Department of Defense Space Policy et Department of Defense Directive, Number 3100.10, July 9, 1999, 'Space Policy'* ; et Air Force Space Command, *Strategic Master Plan for FY02 and Beyond*, 9 février 2000.
4. Commission chargée d'évaluer l'organisation et la gestion des activités spatiales dans la perspective de la sécurité des États-Unis, op. cit.
5. Pour un examen complet de la prévention d'une course aux armements dans l'espace, le texte de plusieurs propositions pour l'interdiction des armes spatiales et différents commentaires, voir *INESAP Information Bulletin*, n° 20, août 2002, qui propose également une bibliographie détaillée sur le sujet établie par Jürgen Scheffran, <<http://www.inesap.org/bulletin20/bulletin20.htm>> .
6. Nous avons pris comme exemple dans cet article, le *Proposed Treaty on the Limitation of the Military Use of Outer Space* (Göttingen, 1984). Cette proposition envisage une interdiction des armes antisatellites, des armes dans l'espace et des systèmes basés dans l'espace pour le guidage direct des armes nucléaires, y compris l'interdiction des centres de commandement militaires habités dans l'espace. Ce projet de traité a été rédigé par H. Fischer, R. Labusch, E. Maus et J. Scheffran et présenté à la Conference of Scientists Against the Militarization of Space, juillet 1984, à Göttingen (Allemagne). Le texte est disponible dans son intégralité sur Internet <<http://www.mbmd.org/SpaceWeaponsBan/GoettingenTreaty.pdf>> et a été publié à nouveau dans *INESAP Information Bulletin*, n° 20, août 2002.
7. Document de la Conférence du désarmement, CD/1679 du 28 juin 2002.
8. Fu Zhigang, Premier Secrétaire de la Mission de la Chine auprès de l'Office des Nations Unies à Genève, dans son article « The Joint Working Paper by China and Russia », dans *INESAP Information Bulletin*, op. cit.
9. L'orbite d'un satellite est définie par son inclinaison par rapport à l'équateur, son point en orbite le plus éloigné de la Terre (apogée) et son point le plus proche de la Terre (périgée).
10. Voir Union of Concerned Scientists, *Limitations and Artificialities of the Testing Program*, <http://www.ucsusa.org/global_security/missile_defense/page.cfm?pageID=1026> .
11. Pour plus de détail, voir Andrew Lichterman, Zia Mian, M.V. Ramana et Jürgen Scheffran, *Beyond Missile Defense*, INESAP Briefing Paper no. 8, avril 2002, <http://www.inesap.org/pdf/Briefing8_02.pdf> .
12. Pour plus d'information sur les techniques de durcissement et d'auto-protection, voir États-Unis d'Amérique, Bureau du Secrétaire à la défense, *Space Technology Guide FY 2000-01*, Département de la défense, <<http://www.c3i.osd.mil/org/c3is/spacesys/STGMainbody.pdf>> .