



Assemblée générale

Distr. générale
5 novembre 2024
Français
Original : anglais

**Comité des utilisations pacifiques
de l'espace extra-atmosphérique**
Sous-Comité scientifique et technique
Soixante-deuxième session
Vienne, 3-14 février 2025
Point 5 de l'ordre du jour provisoire*
Débris spatiaux

Recherche sur les débris spatiaux, la sûreté des objets spatiaux équipés de sources d'énergie nucléaire et les problèmes relatifs à leur collision avec des débris spatiaux

Note du Secrétariat

I. Introduction

1. À sa soixante et unième session, le Sous-Comité scientifique et technique du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique est convenu qu'il faudrait continuer à inviter les États Membres et les organisations internationales dotées du statut d'observateur permanent auprès du Comité à soumettre des rapports sur les recherches menées sur la question des débris spatiaux, la sûreté des objets spatiaux équipés de sources d'énergie nucléaire, les problèmes relatifs à la collision d'objets de ce type avec des débris spatiaux et la façon dont les Lignes directrices relatives à la réduction des débris spatiaux étaient appliquées (A/AC.105/1307, par. 82). À cette fin, une communication datée du 18 septembre 2024 a été envoyée aux États Membres et aux organisations internationales dotées du statut d'observateur permanent pour les inviter à soumettre leurs rapports avant le 31 octobre 2024, de sorte que les informations qu'ils contiennent puissent être communiquées au Sous-Comité à sa soixante-deuxième session.

2. Le présent document a été établi par le Secrétariat à partir des informations reçues de trois États Membres, à savoir le Bahreïn, le Japon et le Myanmar. Les informations complémentaires fournies par le Japon, y compris les chiffres relatifs aux débris spatiaux, seront mises à disposition sous la forme d'un document de séance à la soixante-deuxième session du Sous-Comité.

* A/AC.105/C.1/L.418.



II. Réponses reçues d'États Membres

Bahreïn

[Original : anglais]

[27 octobre 2024]

Les débris spatiaux constituent un risque grave pour les missions spatiales, menaçant la sécurité des engins spatiaux et des astronautes. L'Agence nationale des sciences spatiales (NSSA) participe activement aux activités de recherche et de développement afin de concevoir des solutions innovantes visant à atténuer ce risque et à assurer la viabilité de l'exploration spatiale. Elle travaille par exemple au développement d'un système embarqué de détection et de localisation des débris spatiaux fonctionnant grâce à l'intelligence artificielle. Les débris spatiaux d'une taille inférieure à 2 millimètres ne pouvant pas être détectés depuis le sol, cette recherche est axée sur un système embarqué de détection et de classification de la taille des débris spatiaux basé sur l'intelligence artificielle et capable de calculer les éléments képlériens en orbite terrestre basse. Le système proposé analysera les images et utilisera l'apprentissage profond pour détecter les objets. Si des débris sont détectés, une alerte se déclenchera et l'image ainsi que les résultats de l'analyse (largeur, hauteur et emplacement de l'objet, ainsi qu'heure de la détection) pourront être téléchargées. Les résultats obtenus grâce à ce système peuvent être utilisés pour calculer au sol tous les paramètres orbitaux des débris spatiaux et prédire leur mouvement et les risques associés. Le système a donné des résultats prometteurs, contribuant à l'effort mondial de suivi des débris spatiaux et d'évitement des collisions.

Un autre exemple des efforts déployés par l'Agence pour concevoir des solutions innovantes en matière de réduction des débris spatiaux est la détection et la classification des débris spatiaux à l'aide de données de détection radar pour un système optimisé à faible complexité et à faible coût. Un modèle d'intelligence artificielle et d'apprentissage profond a été développé à l'aide d'un réseau de neurones profond pour la détection des cibles et la classification des débris spatiaux en temps réel. L'architecture du modèle étant basée sur le recensement des cibles, leur classification, l'étiquetage des données et le filtrage, le système s'est avéré capable de distinguer et de classer les objets de manière adéquate. Par la suite, une analyse du modèle d'apprentissage profond a été effectuée, en ayant recours au regroupement plutôt qu'à la classification. Le modèle peut être intégré dans de nombreux capteurs embarqués et autres dispositifs radar qui aideront à la surveillance des débris spatiaux, à l'évitement des collisions et à la prise de décision, et contribueront à la viabilité à long terme des activités spatiales.

L'Agence poursuit plusieurs initiatives et projets consacrés à la durabilité de l'espace et à la réduction des débris spatiaux au profit des générations futures.

Japon

[Original : anglais]

[31 octobre 2024]

Présentation générale

Le présent rapport fait suite à la demande du Secrétariat et décrit dans les grandes lignes les activités liées aux débris principalement menées par l'Agence japonaise d'exploration aérospatiale (JAXA). Au mois d'octobre 2024, les activités de recherche et développement suivantes, liées aux débris, étaient en cours.

- a) Retrait actif des débris ;
- b) Manœuvres d'évitement et recherches sur les techniques d'acquisition de connaissance de la situation spatiale ;

- c) Recherches sur les technologies permettant d'observer des objets en orbite terrestre basse et en orbite géostationnaire et d'en déterminer l'orbite ;
- d) Système de mesure des microdébris *in situ* ;
- e) Développement d'un réservoir de propergol composite ;
- f) Observation des débris spatiaux à l'aide de la télémétrie laser par satellite et développement d'un réflecteur à usage général pour ce type de télémétrie.

Situation actuelle

Retrait actif des débris

La JAXA a mis en place un programme de recherche dont l'objectif est d'entreprendre, pour un faible coût, des missions de retrait actif de débris. La recherche-développement sur les techniques clés de retrait actif des débris suit trois grands axes : l'approche d'objets non coopératifs, les technologies de capture de ces objets et les techniques de désorbitation de débris spatiaux massifs intacts. Pour le développement de ces technologies essentielles, la JAXA collabore avec des entreprises privées japonaises en vue de permettre l'organisation de missions de retrait actif de débris d'un faible coût commercial.

Par ailleurs, la JAXA a pris la tête du programme de démonstration de retrait commercial de débris (CRD2). Le programme se déroule en deux phases et a pour objectif la réalisation de missions de retrait actif de débris en partenariat avec des entreprises privées. La première phase, qui comprend la démonstration de technologies essentielles telles que l'approche d'objets non coopératifs, les opérations de proximité et l'inspection du deuxième étage du lanceur H-IIA, s'est déroulée en 2024. ADRAS-J, développé par Astroscale Japan Inc. avec le soutien du Gouvernement japonais, s'est approché avec succès des débris cibles jusqu'à une distance d'environ 50 m, et a également réalisé des observations à point fixe à cette distance. La seconde phase, qui comprend la démonstration d'un retrait actif du deuxième étage du lanceur H-IIA, est prévue après l'exercice 2026. Astroscale Japan Inc. a été sélectionnée comme entreprise partenaire à l'issue d'un concours ouvert.

Le Japon a publié en novembre 2021 les « Lignes directrices relatives à l'autorisation d'exploitation d'un engin spatial effectuant des services en orbite », qui énoncent les exigences visant à garantir la sûreté, la sécurité et la transparence des services en orbite. Les Lignes directrices exigent que l'exploitant des services en orbite, y compris l'enlèvement actif des débris, obtienne le consentement de l'entité ayant autorité sur l'objet client et fournisse des informations concernant le plan d'exploitation et de gestion afin que le Gouvernement japonais puisse annoncer à l'avance les opérations d'entretien en orbite, garantissant ainsi la transparence. La première phase du programme CRD2 a été menée conformément aux Lignes directrices, et les informations relatives à la mission sont disponibles sur le site Web du Gouvernement depuis février 2024.

Manœuvres d'évitement et recherches sur les techniques d'acquisition de connaissance de la situation spatiale

La JAXA est régulièrement informée des conjonctions par le Centre combiné des opérations spatiales. En 2022, elle a exécuté deux manœuvres d'évitement de débris pour ses engins spatiaux en orbite basse. En tant qu'exploitant actif de satellites, la JAXA est consciente des risques croissants de conjonction engendrés par les débris spatiaux, dans un environnement spatial qui ne cesse de se dégrader.

Technologies de base pour la connaissance de l'environnement spatial

Le Ministère de la défense et la JAXA ont mis au point un système de connaissance de la situation spatiale qui est pleinement opérationnel depuis avril 2023. Ce système comprend les composantes suivantes :

- a) Un nouveau radar pour l'orbite terrestre basse, qui est capable de détecter des objets de 10 cm situés à une altitude de 650 km ;
- b) Des télescopes de classe 1-mètre et 50-cm, reconditionnés afin d'augmenter leur capacité d'observation des débris spatiaux en orbite haute, y compris l'orbite géostationnaire ;
- c) Un nouveau système d'analyse des données d'observation provenant des radars et des télescopes qui permet d'évaluer les risques et d'élaborer des plans d'évitement des collisions si nécessaire.

La JAXA a également mis au point un outil d'aide à la planification des manœuvres d'évitement après réception des messages de conjonction du Centre combiné des opérations spatiales. En mars 2021, la JAXA l'a mis gratuitement à la disposition de tous les exploitants de satellites sur son site Web.

Cet outil devrait simplifier le processus des manœuvres d'évitement et réduire la charge de travail. La JAXA reste déterminée à continuer d'appuyer ce projet.

Recherches sur les technologies permettant d'observer des objets en orbite terrestre basse et en orbite géostationnaire et d'en déterminer l'orbite

En général, l'observation des objets en orbite terrestre basse s'effectue au moyen d'un système radar, mais la JAXA travaille à la conception d'un système optique afin de réduire les coûts aussi bien de construction que d'exploitation, et a mis au point à cet effet un grand capteur à semi-conducteurs complémentaires à l'oxyde de métal (CMOS). L'analyse des données de ce capteur à l'aide de technologies de traitement d'images basées sur des unités de traitement graphique peut faciliter la détection d'objets en orbite terrestre basse mesurant 10 cm ou moins. Afin d'accroître les capacités d'observation des objets en orbite terrestre basse et en orbite géostationnaire, deux sites ont été établis en Australie. Ces deux sites, qui viennent s'ajouter à l'Observatoire du Mont Nyukasa au Japon, permettront d'effectuer des déterminations orbitales précises et des estimations d'altitude d'objets en orbite terrestre basse en utilisant les données des sites australiens.

Système de mesure des microdébris *in situ*

Le dispositif de surveillance des débris spatiaux consiste en un capteur *in situ* qui se concentre sur les débris d'une taille allant du micron au millimètre. L'expérience la plus récente a été réalisée au moyen du véhicule de transfert H-II Kounotori-5 (HTV-5). Les informations basées sur des mesures réelles sont essentielles pour bien connaître la population de petits débris qui gravitent près de la Terre et qui deviennent l'un des principaux facteurs de risque en orbite.

Le dispositif de surveillance se caractérise par son système de détection simple qui ne nécessite aucun étalonnage préalable particulier et la possibilité qu'il offre de collaborer facilement avec d'autres capteurs. Il est principalement constitué de deux éléments : une zone de détection des débris et des zones de circuits. La zone de détection est constituée d'un film polyimide très fin qui intègre une grille formée de milliers de lignes conductrices de 50 µm de large, grâce à laquelle il est possible de détecter des débris d'un diamètre compris entre 100 µm et quelques millimètres. En détectant le nombre de lignes coupées quand un débris entre en collision avec le film et le pénètre, on peut mesurer la taille des débris.

La JAXA collabore actuellement avec le Bureau du programme des débris orbitaux de la National Aeronautics and Space Administration (NASA) des États-Unis d'Amérique pour développer un nouveau dispositif de surveillance des

débris spatiaux. Ce projet sera l'occasion d'intégrer pour la première fois d'autres capteurs au dispositif, notamment le capteur de débris de la NASA, et il consistera à mesurer la taille des débris, mais aussi leur vitesse, les matériaux dont ils sont constitués ainsi que divers autres aspects.

Développement d'un réservoir de propergol composite

Les réservoirs d'ergol sont généralement constitués d'un alliage de titane en raison de la légèreté et de la bonne compatibilité chimique de ce matériau avec les ergols. Cependant, il présente un point de fusion tellement élevé qu'il ne se désintègre pas lors de sa rentrée dans l'atmosphère, et risque par conséquent de provoquer des accidents au sol.

C'est pourquoi depuis plusieurs années, la JAXA s'emploie à mettre au point un réservoir en aluminium, recouvert d'un composite de carbone présentant un point de fusion plus bas. Pour évaluer sa faisabilité, elle a effectué divers essais, notamment afin de déterminer la compatibilité de l'aluminium et d'un hydrazine de l'ergol, ainsi qu'un essai de chauffage par arc.

Après la fabrication et les essais d'un modèle technique de taille réduite (EM-1), la JAXA a fabriqué un second modèle (EM-2) en grandeur nature, de forme identique à un réservoir normal et équipé d'un dispositif de gestion des propergols. Des essais de pression, de vibration (dans des conditions humides et sèches), d'étanchéité et de cycles et de rupture sous pression ont été effectués, tous concluants, ce qui a conduit à valider le concept.

Les délais de livraison et les coûts de ce réservoir composite sont notablement inférieurs à ceux d'un réservoir en titane. Des essais et des analyses sont en cours pour déterminer sa capacité de désintégration pendant la rentrée dans l'atmosphère.

Observation des débris spatiaux à l'aide de la télémétrie laser par satellite et développement d'un réflecteur à usage général pour ce type de télémétrie

La JAXA se concentre sur la télémétrie laser par satellite comme troisième méthode d'observation des débris spatiaux après l'observation par radar et par télescope. La station de télémétrie laser par satellite de Tsukuba est ainsi entrée en service en juin 2023.

Ces dernières années, il est devenu de plus en plus important d'améliorer la visibilité des objets en orbite. Pour ce faire, la JAXA a mis au point un réflecteur de télémétrie laser par satellite abordable et compact appelé Mt.FUJI, qui peut être utilisé universellement en orbite terrestre basse. Le réflecteur a été installé sur le petit satellite (CE-SAT-IE) et lancé par le vol d'essai n° 2 du lanceur H3 en février 2024. En août de la même année, il a été confirmé que le réflecteur fonctionnait comme prévu en orbite. Afin de permettre l'installation du réflecteur sur de nombreux engins spatiaux (satellites, étages supérieurs de fusées, etc.), la JAXA transfère actuellement la technologie liée à la fabrication à plusieurs entreprises. Elle en promeut l'application au niveau international afin d'améliorer la traçabilité des objets en orbite, apportant ainsi une contribution importante à l'utilisation durable de l'espace.

Myanmar

[Original : anglais]
[31 octobre 2024]

Une représentante du Myanmar a assisté au débat de haut niveau d'UNISPACE+50, les 20 et 21 juin 2018. Le Myanmar a été félicité de sa participation à l'anniversaire historique de la première Conférence des Nations Unies sur l'exploration et les utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique, organisé avec le soutien du Bureau des affaires spatiales. Il

restera membre de la communauté spatiale internationale dans le but de renforcer l'utilisation de l'espace aux fins de la réalisation des objectifs de développement durable.

Le Gouvernement de la République de l'Union du Myanmar, pays en développement, a déjà élaboré les satellites MyanmarSat-1 et MyanmarSat-2, lesquels visent à concrétiser le projet de lancement du satellite national et à prendre le contrôle des services nationaux stratégiques de télécommunications et de diffusion. Tout en exploitant ses satellites, le Myanmar mettra l'accent sur les sciences, les technologies, le droit et les politiques spatiales pour le bien des communautés régionales et multirégionales et contribuera également à la mise en œuvre d'initiatives mondiales, telles que le Programme de développement durable à l'horizon 2030.

Le projet national de satellite MyanmarSat-3 en étant au stade de la planification, le Myanmar n'a pas eu à gérer de problèmes en rapport avec les débris spatiaux, les sources d'énergie nucléaire ou des problèmes connexes. Le Myanmar n'a pas encore envisagé de mener des recherches sur ces questions, et il mettra l'accent sur la coopération avec la communauté et les organisations internationales pour l'élaboration et la mise en œuvre de mesures de réduction des débris spatiaux, considérant qu'il est important d'assurer l'utilisation sûre et pacifique de l'espace alors que son propre système de satellites est à l'étude.
