Nations Unies A/AC.105/C.1/132

Assemblée générale

Distr. générale
31 octobre 2025
Français
Original : anglais

Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique
Sous-Comité scientifique et technique
Soixante-huitième session
Vienne, 2-13 février 2026
Point 6 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

Introduction

1. À sa soixante-deuxième session, le Sous-Comité scientifique et technique du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique a 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 concernant les 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.105/1338, par. 55). À cette fin, une communication datée du 4 septembre 2025 a été envoyée aux États Membres et aux organisations internationales dotées du statut d'observateur permanent par laquelle ils étaient invités à soumettre leurs rapports avant le 24 octobre 2025, de sorte que les informations contenues dans ceux-ci puissent être communiquées au Sous-Comité à sa soixante-troisième session.

2. Le présent document a été établi par le Secrétariat sur la base des informations reçues de quatre États Membres (Bahreïn, Brésil, Japon et Slovaquie), et de deux organisations internationales (Agence internationale de l'énergie atomique et Programme des Nations Unies pour l'environnement). Les informations complémentaires fournies par le Japon, y compris les chiffres relatifs aux débris spatiaux, seront mises à la disposition du Sous-Comité au moment de sa soixante-troisième session.

* A/AC.105/C.1/L.426.

V.25-17586 (F) 041225 051225

Merci de recycler

Réponses reçues d'États Membres

Bahreïn

[Original : anglais]
[21 octobre 2025]

Les débris spatiaux représentent un grave danger pour les missions spatiales, les engins spatiaux et les opérations des équipages. L'Agence spatiale de Bahreïn (BSA) participe activement aux activités de recherche et de développement destinées à concevoir des solutions innovantes permettant d'atténuer ce risque et d'assurer la viabilité de l'exploration spatiale.

Trois articles scientifiques sur les débris spatiaux ont été publiés par des scientifiques et des ingénieurs de la BSA, et certains détails sont reproduits ci-après.

L'une de ces solutions consiste par exemple à mettre au point un système embarqué de détection et de localisation des débris spatiaux fonctionnant grâce à l'intelligence artificielle. La poursuite au sol se limite habituellement aux objets de grande taille (égaux ou supérieurs à environ 10 cm en orbite terrestre basse), tandis que les débris de taille de l'ordre du millimètre ou du centimètre ne sont pas systématiquement catalogués – bien que certains radars soient capables de détecter des particules de l'ordre du millimètre à des fins d'estimations statistiques. Les équipements de détection embarqués peuvent en partie pallier ce manque. C'est pourquoi l'article scientifique propose d'utiliser 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 déclenche et l'image ainsi que les résultats de l'analyse (largeur, hauteur, heure de détection et emplacement de l'objet) pourront être téléchargés. Les résultats obtenus grâce à ce système peuvent être utilisés pour calculer au sol tous les paramètres orbitaux des débris spatiaux et prédire leur trajectoire et les risques associés. Le système a donné des résultats prometteurs s'agissant de contribuer à l'effort mondial de suivi des débris spatiaux et d'évitement des collisions.

Cette étude repose sur l'utilisation d'un réseau neuronal profond destiné à détecter et à classer les cibles à partir des retours radar, avec une filière pour les listes de cibles, le tri, la classification et le filtrage. Un modèle basé sur l'intelligence artificielle et l'apprentissage profond a été développé à l'aide d'un réseau de neurones profond afin de détecter les cibles et de classer les débris spatiaux en temps réel. L'architecture du modèle reposant sur le recensement des cibles, leur classification, le tri 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 d'autres équipements radar qui aideront à la surveillance des débris spatiaux, à l'évitement des collisions et à la prise de décision au bénéfice de la viabilité à long terme des activités spatiales.

Les efforts actuels de la BSA pour assurer la viabilité des activités spatiales comprennent l'élaboration d'un cadre national de coordination du trafic spatial, qui est une initiative sans précédent dans la région. Ce cadre, conçu sur la base de la participation des parties prenantes, de l'analyse des insuffisances et de l'élaboration de politiques, vise à aligner les activités spatiales de Bahreïn sur les normes internationales tout en promouvant la sûreté, la sécurité et la viabilité à long terme des activités orbitales. Il tient compte d'aspects essentiels tels que la mise en commun des données, la réglementation, le renforcement des capacités techniques et la collaboration internationale, en mettant fortement l'accent sur la connaissance de la situation spatiale afin d'améliorer la surveillance et le suivi des objets spatiaux. Doté d'une architecture évolutive, le cadre peut être adapté à de futurs projets de

coordination au niveau mondial, et il s'accompagne d'enseignements tirés de l'expérience et de recommandations précieuses pour les nations spatiales émergentes qui cherchent à se doter de leurs propres cadres de coordination du trafic spatial.

La BSA s'attache à mener des initiatives qui améliorent la viabilité de l'espace et réduisent les risques liés aux débris pour les générations futures, alors que les évaluations mondiales tendent toutes à montrer que le nombre de débris ne cesse d'augmenter.

Brésil

[Original : anglais]
[30 octobre 2025]

Le Brésil, en conformité avec les lignes directrices internationales sur la viabilité de l'espace extra-atmosphérique, a intensifié ses efforts destinés à surveiller et à réduire les débris spatiaux, et encouragé la recherche et les initiatives visant à préserver l'espace extra-atmosphérique en vue d'une utilisation future. On peut notamment mettre en avant les initiatives relatives aux débris spatiaux suivantes et menées au cours de la période 2024-2025 :

a) L'annuaire de l'industrie aérospatiale brésilienne a commencé à répertorier les entreprises nationales participant à la fabrication de solutions de connaissance de la situation spatiale et de réduction des débris spatiaux. On retiendra par exemple Safe on Orbit, une start-up spécialisée dans la connaissance de la situation dans l'espace et la sécurité orbitale, et Saipher ATC, une entreprise nationale forte de 30 ans d'expérience qui a élargi ses activités de contrôle du trafic aérien à l'espace ;

b) L'Agence spatiale brésilienne (AEB), en partenariat avec l'Institut national de recherche spatiale (INPE), s'implique dans la surveillance des objets orbitaux, en se concentrant sur les satellites opérationnels ou ayant cessé de fonctionner qui peuvent être à l'origine de collisions ;

c) L'AEB continue d'immatriculer les objets spatiaux nationaux lancés dans l'espace extra-atmosphérique, se conformant en cela aux articles II et III de la Convention sur l'immatriculation des objets lancés dans l'espace extra-atmosphérique ;

d) L'AEB finance la participation de la délégation brésilienne à l'Organisation internationale de normalisation (ISO), qui élabore des normes techniques pour les activités spatiales, y compris la réduction des débris spatiaux.

À cet égard, il convient de mentionner la récente loi brésilienne n° 14.946/2024, qui encadre les activités spatiales nationales. La loi fixe des lignes directrices et des normes pour la gestion et la réduction des débris spatiaux afin de protéger l'environnement spatial et d'assurer la sûreté des activités qui y sont menées.

En conséquence, tous les projets de satellites en cours de développement au Brésil respectent strictement les normes internationales et les meilleures pratiques en matière de réduction des débris spatiaux, y compris la planification de la fin de vie, l'exécution de manœuvres de désorbitation contrôlées et les opérations de rentrée dans l'atmosphère en toute sécurité, conformément à la section IV de la nouvelle loi.

Par ailleurs, la loi n° 14.946/2024 attribue des responsabilités claires aux opérateurs spatiaux publics et privés dans le domaine de la gestion des débris résultant de leurs activités. En cas de non-respect des normes établies, la loi prévoit des sanctions comprenant des amendes, la suspension des licences et d'autres sanctions administratives.

L'AEB œuvre également à l'établissement de normes relatives à la réduction des débris spatiaux, comme indiqué dans le programme réglementaire 2025-2026. Le point 4 du programme porte sur la définition d'un ensemble de lignes directrices et de normes visant à réduire au minimum la production de débris en orbite terrestre,

l'objectif étant de protéger l'environnement spatial en vue de son utilisation future et de réduire les risques associés aux collisions, aux dommages causés aux satellites et aux menaces pour la sécurité terrestre.

Ces initiatives sont conformes aux Lignes directrices du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique aux fins de la viabilité à long terme des activités spatiales, en particulier les lignes A.1 (Adoption, révision et modification, au besoin, de cadres réglementaires nationaux régissant les activités spatiales) ; A.2 (Éléments à prendre en considération lors de l'élaboration, de la révision ou de la modification, au besoin, de cadres réglementaires nationaux régissant les activités spatiales) ; A.3 (Supervision des activités nationales relatives à l'espace) ; A.5 (Renforcement de la pratique concernant l'immatriculation des objets spatiaux) ; C.4 (Sensibilisation aux activités spatiales).

Colombie

[Original : espagnol]
[23 octobre 2025]

Débris spatiaux

La Colombie considère que la coopération entre les nations spatiales établies et les nouvelles nations spatiales doit être renforcée afin de permettre l'accès à l'information sur les enseignements tirés de la recherche, le transfert de connaissances et la mise en commun de données, d'informations et de méthodes analytiques en matière de surveillance de l'espace, de manière à ce que le problème des débris spatiaux puisse être traité plus efficacement. Cela garantira la durabilité de l'espace extra-atmosphérique pour les générations futures, ainsi que la sûreté des biens spatiaux.

En 2023, la Colombie a adopté la loi 2302 sur la réglementation des activités spatiales dans le pays, dont l'article 3 (« Protection de l'environnement ») établit que les activités spatiales autorisées en Colombie doivent permettre de réduire au minimum les effets néfastes de ces activités sur l'environnement, tant sur Terre que dans l'espace extra-atmosphérique, et que l'espace extra-atmosphérique doit rester utilisé de manière durable, notamment en réduisant la production de débris spatiaux de manière à ne pas causer de pollution nuisible ni d'effets préjudiciables sur l'environnement.

En outre, la Force aérospatiale colombienne, avec son Centre d'opérations spatiales, fait partie d'un réseau de surveillance de l'espace qui fournit des données à l'appui de la connaissance de la situation dans l'espace, ce qui est nécessaire pour prévenir les collisions et réduire ainsi la quantité de débris spatiaux produits dans l'espace extra-atmosphérique.

Utilisation de sources d'énergie nucléaire dans l'espace

La Colombie reconnaît le rôle crucial joué par les sources d'énergie nucléaire dans l'espace extra-atmosphérique, en particulier pour les missions d'exploration envoyées vers les régions de l'espace lointain, comme Mars, où les sources d'énergie solaire ne peuvent fonctionner en raison de la distance et des conditions extrêmes qui y règnent.

Ces technologies permettent aux instruments scientifiques et aux systèmes de communication de continuer à fonctionner dans des environnements hostiles, garantissant le succès de missions essentielles à l'avancement des connaissances humaines.

La Colombie soutient le développement de cadres internationaux qui réglementent l'utilisation sûre et responsable de ces technologies, en donnant la priorité à des normes de sécurité strictes qui minimisent les risques environnementaux et opérationnels. Elle encourage également l'exploration d'alternatives énergétiques

durables et sûres, telles que les systèmes de production d'énergie hybride, dont l'utilisation vient compléter celle de sources d'énergie nucléaire dans l'espace.

Japon

[Original : anglais]
[20 octobre 2025]

Présentation générale

Pour faire suite à la demande du Secrétariat, le présent rapport décrit dans les grandes lignes les activités liées aux débris actuellement menées par le Japon et présente plusieurs missions de l'Agence japonaise d'exploration aérospatiale (JAXA). Au mois d'octobre 2025, des 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) Recherche sur les technologies permettant d'observer les objets en orbite terrestre basse et en orbite géostationnaire et d'en déterminer l'orbite ;

d) Système de mesure des microdébris *in situ* ;

e) Observation des débris spatiaux à l'aide de la télémétrie laser par satellite et développement d'un réflecteur à usage général adapté.

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 de base 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 poursuivre le développement de ces technologies essentielles, la JAXA collabore avec des entreprises privées japonaises en vue d'organiser des missions d'un faible coût commercial.

La JAXA a également pris la tête du programme de démonstration de retrait commercial de débris (CRD2) qui se déroule en deux phases et a pour objectif de réaliser des missions de retrait actif de débris en partenariat avec des entreprises privées. En 2024, au cours de la première phase du programme, la JAXA a fait la démonstration des principaux aspects des technologies de retrait actif des débris, tels que les opérations de rendez-vous non coopératif et de proximité, ainsi que l'inspection du deuxième étage de la fusée H-IIA. ADRAS-J, développé par Astroscale Japan Inc. avec l'appui du Gouvernement japonais, s'est approché avec succès des débris cibles jusqu'à une distance d'environ 15 mètres, et en a pris des images. La seconde phase, qui comprend la démonstration d'un retrait actif du deuxième étage du lanceur H-IIA, est prévue après l'année fiscale japonaise 2027. Astroscale Japan Inc. une entreprise partenaire de JAXA, a été sélectionnée à l'issue d'un concours ouvert.

En novembre 2021, le Bureau du Cabinet du Japon a publié les « Lignes directrices relatives à l'autorisation d'exploitation d'un engin spatial effectuant des entretiens en orbite », qui énoncent les exigences visant à garantir la sûreté, la sécurité et la transparence des entretiens en orbite. Ainsi, l'exploitant des opérations d'entretien en orbite, y compris l'enlèvement actif des débris, est tenu d'obtenir le consentement de l'entité qui possède et exploite l'objet client et fournisse des informations concernant le plan d'exploitation et de gestion au Gouvernement

japonais. Le Gouvernement rend ensuite publiques 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 ont été publiées sur le site Web du Gouvernement en février 2024.

En outre, en février 2025, le Bureau du Cabinet du Japon a élaboré les « Lignes directrices pour l'évitement des collisions avec les satellites et autres », dans lesquelles sont décrits les principes opérationnels visant à réduire le risque de collisions associées aux activités spatiales. L'importance de l'évaluation des risques avant la mission, du partage des informations sur l'orbite et de l'application de mesures efficaces d'évitement des collisions y est soulignée. Les Lignes directrices sont également applicables au retrait actif des débris et à d'autres missions d'entretien en orbite.

En outre, à la soixante-huitième session du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique, le Ministre d'État chargé de la politique spatiale du Bureau du Cabinet a annoncé que le Japon constituerait en 2025 un groupe d'étude national afin de clarifier les questions de coordination standard entre les parties prenantes, y compris les entités gouvernementales et les entreprises privées, lors de la réalisation de futures missions internationales d'entretien en orbite telles que le retrait actif de débris. Cette initiative sera menée en collaboration avec les secteurs public et privé, avec l'aide d'experts internationaux.

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. Au cours de l'année fiscale japonaise 2024, elle a exécuté huit manœuvres d'évitement de débris pour ses engins spatiaux en orbite basse. En tant qu'exploitant de satellites en activité, la JAXA est consciente des risques croissants de conjonction résultant de la présence des débris spatiaux, dans un environnement spatial de plus en plus hostile.

Technologies de base pour la connaissance de l'environnement spatial

Le Ministère de la défense et la JAXA ont collaboré à la mise au point d'un système de connaissance de la situation spatiale qui est devenu pleinement opérationnel après mars 2023. Le système se compose des éléments suivants :

a) Radar : la JAXA a mis au point 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. Le Ministère de la défense a également commencé à exploiter un système radar destiné à la connaissance de la situation spatiale qui suit en permanence les satellites en orbite géostationnaire et leur environnement ;

b) Télescopes : la JAXA a reconditionné des télescopes de classe 1-mètre et 50-cm afin d'augmenter leur capacité d'observation des débris spatiaux en orbite haute, y compris en orbite géostationnaire ;

c) Système d'analyse : la JAXA a mis en place un nouveau système d'analyse des données d'observation obtenues par les radars et les télescopes. Ce système joue un rôle important pour l'évaluation des risques et la formulation des plans d'évitement des collisions lorsque des débris spatiaux s'approchent des satellites de la JAXA.

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. Cet outil est conçu afin de simplifier les manœuvres d'évitement et réduire la charge de travail connexe. Depuis 2021, la JAXA met gratuitement cet outil à la disposition de tous les opérateurs de satellites via son site Web et s'engage à continuer à soutenir cette initiative.

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

L'observation des objets en orbite terrestre basse s'effectue généralement 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 elle a mis au point à cet effet un grand capteur à semi-conducteurs complémentaires à l'oxyde de métal (CMOS). Grâce à l'analyse des données collectées par ce capteur à l'aide de technologies de traitement d'images basées sur des unités de traitement graphique, la JAXA peut repérer des objets en orbite terrestre basse d'une taille de 10 cm ou moins.

Afin d'accroître les capacités d'observation des objets croisant en orbite terrestre basse et en orbite géostationnaire, deux sites ont été installés en Australie. Ils viennent s'ajouter à l'Observatoire du Mont Nyukasa au Japon, et ils permettront d'effectuer des déterminations orbitales plus précises et des estimations d'altitude d'objets en orbite terrestre basse en utilisant les données recueillies par les sites australiens.

Système de mesure des microdébris *in situ*

Le dispositif de surveillance des débris spatiaux consiste en un capteur conçu pour détecter des débris en orbite de la taille d'une particule 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 données tirées des mesures réelles sont essentielles pour bien connaître les nombreux 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 dans lequel est intégrée 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 comptant le nombre de lignes coupées quand un débris entre en collision avec le film et le pénètre, il est possible de déterminer 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 en vue de développer un nouveau dispositif de surveillance des débris spatiaux. Ce projet constitue l'occasion d'intégrer pour la première fois d'autres capteurs au dispositif, notamment le capteur de débris de la NASA, permettant de mesurer la taille des débris, mais aussi leur vitesse, les matériaux les composant ainsi que divers autres paramètres.

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. C'est ainsi que la station de télémétrie laser par satellite de Tsukuba est 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 divers engins spatiaux, y compris les satellites et les étages supérieurs des fusées, la JAXA procède actuellement au transfert de la technologie de fabrication à plusieurs entreprises. L'Agence en promeut également l'application au niveau international afin d'améliorer la traçabilité des objets en orbite au niveau mondial, apportant ainsi une contribution importante à l'utilisation durable de l'espace.

Slovaquie

[Original : anglais]
[28 octobre 2025]

Observations optiques par la Slovaquie d'objets qui sont des cibles potentielles pour des missions de retrait de débris et surveillance des conditions avant la rentrée dans l'atmosphère

La Division d'astronomie et d'astrophysique de l'Université Comenius de Bratislava, qui dépend de la faculté de mathématiques, de physique et d'informatique (FMPI), observe régulièrement, à l'aide de son télescope de 0,7 m (AGO70), des objets en orbite terrestre basse qui sont des candidats potentiels pour des missions de retrait actif de débris. Le télescope AGO70 a acquis des observations astrométriques du satellite Cluster Rumba de l'Agence spatiale européenne (numéro d'identification COSPAR 2000-045A) une semaine avant sa rentrée dans l'atmosphère, qui a eu lieu le 22 octobre 2025. Les observations ont confirmé les prévisions de rentrée dans l'atmosphère calculées par l'équipe de l'Agence spatiale européenne.

Utilisation du réseau slovaque d'observation des météorites pour la surveillance des rentrées dans l'atmosphère

La faculté de mathématiques, de physique et d'informatique de l'Université Comenius de Bratislava met à profit les observations réalisées par son réseau AMOS (All-Sky Meteor Orbit System) pour modéliser les rentrées dans l'atmosphère. AMOS est régulièrement utilisé pour la détection automatique des météores, le calcul de leur orbite et l'extraction de leur spectre. La FMPI a développé et exploite 24 caméras AMOS au total (y compris les caméras spectrales) installées dans le monde entier dont 7 en République slovaque, 3 dans les îles Canaries (Espagne), 4 au Chili, 4 dans les îles Hawaï (États-Unis d'Amérique), 6 en Australie et 4 en Afrique du Sud. La détection des rentrées dans l'atmosphère permet à la FPMI de modéliser les trajectoires des fragments produits et d'en analyser les propriétés spectrales. De nouveaux événements de rentrée ont été filmés par les caméras AMOS au cours de l'année 2025. En janvier 2025, la rentrée dans l'atmosphère d'un petit satellite a été capturée par deux caméras AMOS installées dans les îles Hawaï. En juillet 2025, les caméras d'observation et spectrales AMOS installées au Chili ont filmé la rentrée dans l'atmosphère d'un étage supérieur et détecté les spectres des fragments. L'analyse des données acquises est en cours et vise à améliorer notre connaissance de la physique des rentrées dans l'atmosphère et à améliorer les prévisions de survie des fragments et l'évaluation des risques pour les populations au sol.

Caractérisation des débris spatiaux par photométrie et spectroscopie et estimation de la pollution lumineuse

La faculté de mathématiques, de physique et d'informatique de l'Université Comenius à Bratislava mène plusieurs études sur la classification et la caractérisation des débris spatiaux, afin de mieux comprendre leur origine et comment ils sont créés, ainsi que leurs incidences sur le ciel nocturne et la pollution lumineuse. Le télescope AGO70 est utilisé pour acquérir les courbes de lumière et les fonctions de phase qui sont ensuite utilisées pour déterminer les propriétés de réflectance ainsi que la taille et la forme des débris. À l'aide de différents filtres photométriques de type spectral et du spectrographe monté sur le télescope AGO70, la FPMI étudie les propriétés de réflectance de la surface des objets spatiaux en fonction de la longueur d'onde, qui

est directement liée aux propriétés des matériaux. À la fin de l'année 2024, l'Agence spatiale européenne a accordé à la FMPI un contrat pour la caractérisation des débris spatiaux en utilisant l'infrastructure disponible en Slovaquie. Cette activité, qui en est à sa phase finale, est menée en collaboration avec l'industrie slovaque et un partenaire italien.

Campagne d'observation aéroportée du satellite déclassé Salsa de l'Agence spatiale européenne, organisée par l'industrie et le secteur universitaire slovaques

En 2024, l'industrie slovaque a coordonné la campagne internationale d'observation aéroportée visant à observer pendant la journée la désintégration du satellite Salsa de l'Agence spatiale européenne au-dessus de l'océan Pacifique. La mission d'observation aéroportée ROSIE-Salsa, dont l'objectif était d'améliorer les connaissances sur la physique de la rentrée atmosphérique afin d'accroître la sécurité au sol, était le fruit d'un effort conjoint de partenaires industriels et universitaires de Slovaquie, d'Allemagne et d'Australie. La campagne a été couronnée de succès et plus d'une douzaine d'instruments embarqués à bord de l'avion ont permis d'observer la rentrée dans l'atmosphère. Les données collectées par la mission ont fait l'objet d'une analyse préliminaire et ont été publiées dans des articles évalués par des pairs et lors de conférences.

III. Réponses reçues d'organisations internationales

Agence internationale de l'énergie atomique

[Original : anglais]
[17 octobre 2025]

L'AIEA continue d'appuyer les travaux du Groupe de travail sur les sources d'énergie nucléaire du Sous-Comité scientifique et technique afin de faciliter la mise en œuvre du Cadre de sûreté pour les applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace de l'AIEA et du Sous-Comité. Elle est prête à soutenir les prochaines activités du Groupe de travail portant sur l'examen des futures utilisations possibles des sources d'énergie nucléaires dans l'espace, en particulier les utilisations faisant intervenir des réacteurs nucléaires.

L'AIEA met en œuvre un programme actif de préparation et de conduite des interventions en cas de situation d'urgence nucléaire et radiologique. L'Agence assure la gestion du cadre international de préparation et de conduite des interventions d'urgence, qui facilite le développement et la maintenance des moyens et dispositifs de préparation et de conduite des interventions en cas d'urgence nucléaire et radiologique, et qui se conforme aux instruments juridiques internationaux. Dans ce contexte, le Comité interorganisations d'intervention à la suite d'accidents nucléaires et radiologiques, dont l'AIEA assure le secrétariat et dont le Bureau des affaires spatiales de l'Organisation des Nations Unies est membre, joue un rôle important. Le Comité tient à jour le Plan de gestion des situations d'urgence radiologique commun aux organisations internationales, prévoit un mécanisme de coordination et précise le rôle et les moyens des organisations internationales participantes. Le Plan décrit une communauté de vue de la manière dont chaque organisation agit lors d'une intervention et en prenant des dispositions de préparation en cas d'urgence nucléaire ou radiologique.

L'AIEA organisera une réunion conjointe avec le Bureau des affaires spatiales et le Groupe de travail, qui se tiendra en juin 2026. Elle couvrira divers domaines, notamment l'histoire des systèmes de fission dans l'espace, les missions spatiales rendues possibles par les sources d'énergie à radio-isotopes, les missions spatiales rendues possibles par les technologies des réacteurs nucléaires, et les aspects de sécurité des applications des sources d'énergie nucléaires dans l'espace.

Programme des Nations Unies pour l'environnement

[Original : anglais]
[10 octobre 2025]

Le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) n'a pas mené de recherches sur la sécurité des sources d'énergie nucléaire ou sur les questions de collision. Toutefois, en collaboration avec le Bureau des affaires spatiales de l'Organisation des Nations Unies, le PNUE a organisé un atelier d'experts sur les incidences environnementales des activités spatiales. Les résultats de cet atelier, résumés dans une note thématique, seront publiés dans les semaines à venir. Si ce document aborde la question des débris spatiaux et décrit les mesures à prendre pour atténuer leurs conséquences sur l'environnement, il ne porte pas spécifiquement sur la question des sources d'énergie nucléaire embarquées à bord des objets spatiaux de grande taille. À cet égard, le PNUE recommande la création d'un groupe scientifique spécialisé chargé d'examiner ces questions spécifiques et de fournir des conseils complets et actualisés sur l'état actuel des connaissances.