

**Assemblée générale**

Distr. générale
12 novembre 2021
Français
Original : anglais/arabe/espagnol

**Comité des utilisations pacifiques
de l'espace extra-atmosphérique**
Sous-Comité scientifique et technique
Cinquante-neuvième session
Vienne, 7-18 février 2022
Point 8 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

Additif

Table des matières

	<i>Page</i>
II. Réponses reçues d'États Membres	2
Bolivie (État plurinational de)	2
Cuba	2
Portugal	2
Arabie saoudite	3
Slovaquie	5
Ukraine	6

* [A/AC.105/C.1/L.392](#).



II. Réponses reçues d'États Membres

Bolivie (État plurinational de)

[Original : espagnol]
[19 octobre 2021]

Dans le cadre des fonctions que lui assigne le décret suprême n° 423 du 10 février 2010, l'Agence spatiale bolivienne fournit des services liés aux communications par satellite et analyse des images-satellite. Elle ne mène donc pas de recherches sur les thèmes mentionnés par le Bureau des affaires spatiales.

Cuba

[Original : espagnol]
[2 novembre 2021]

La réduction des débris spatiaux et le nombre d'objets spatiaux en orbite géostationnaire sont des questions essentielles dans l'optique de la viabilité à long terme des activités spatiales.

Il convient d'améliorer la sécurité des opérations spatiales et de protéger l'environnement spatial, en prenant en considération les implications financières, ou autres, acceptables et raisonnables, et en tenant compte des besoins et des intérêts des pays en développement.

Il est recommandé aux États et aux organisations internationales de poursuivre leurs recherches sur l'utilisation durable de l'espace et la mise au point de techniques, de processus et de services spatiaux durables, en vue d'accroître le corpus de connaissances dont on dispose pour assurer la conduite des activités spatiales de manière sûre et durable. La conduite des activités spatiales évoluant, et de nouvelles connaissances étant constamment acquises, il va falloir revoir et réviser périodiquement les lignes directrices afin qu'elles continuent de donner aux États et à tous les acteurs de l'espace des conseils judicieux pour ce qui est d'améliorer la viabilité à long terme des activités spatiales.

Dans le cadre d'un accord de coopération avec la Fédération de Russie, un télescope sera installé à l'Institut de géophysique et d'astronomie afin de suivre les objets géocroiseurs, ce qui permettra de surveiller non seulement les astéroïdes et les autres corps célestes, mais aussi les débris spatiaux.

Utilisation de sources d'énergie nucléaire dans l'espace [travaux pour 2020 indiqués dans le plan de travail pluriannuel du Groupe de travail sur l'utilisation de sources d'énergie nucléaire dans l'espace (A/AC.105/1138, annexe II, par. 9)]

Les textes qui seront éventuellement adoptés devront assurer un équilibre concernant la limitation et le contrôle de l'utilisation de sources d'énergie nucléaire, sans aller jusqu'à les interdire complètement, sous réserve du respect des normes prévues dans le Cadre de sûreté pour les applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace.

Portugal

[Original : anglais]
[9 novembre 2021]

L'espace devenant un atout de plus en plus important dans de nombreux secteurs, il est impératif d'entretenir les infrastructures spatiales afin de ne pas compromettre le bon fonctionnement des satellites et des services qui en dépendent.

Les débris spatiaux représentent l'un des problèmes les plus grands et les plus graves qui se posent pour l'exploration de l'espace et les activités spatiales. La viabilité à long terme des opérations spatiales étant l'une de ses priorités, le Portugal concentre ses efforts sur cette question.

Sous les auspices de l'Agence spatiale européenne (ESA), dont le Portugal est membre, l'industrie et les centres de recherche du pays participent activement à plusieurs activités de réduction des débris spatiaux. Le programme de retrait actif des débris et d'entretien en orbite, qui sera mis en œuvre dans le cadre de la mission ClearSpace-1, sera une mission de validation portant sur la désorbitation et le retrait d'un débris spatial de l'ESA, et il reconnaît le rôle de pointe joué par les entreprises portugaises dans les principaux systèmes.

Afin de limiter la création de nouveaux débris, il importe de tenir compte de la fin de vie des satellites dès les premiers stades de leur conception, et d'assurer le retrait des objets de leur orbite une fois leur mission terminée ou en cas de dysfonctionnement. Dans le cadre de l'ESA, une activité de démonstration sur le retrait de débris, axée sur la mise au point d'un kit de désorbitation, fait intervenir les compétences portugaises à la fois sur les plans matériel et logiciel. Ce type de kit permet de procéder à la désorbitation des satellites en fin de vie en assurant une rentrée contrôlée.

En cas de collision ou d'autres incidents à l'origine d'une fragmentation, la quantité de débris augmente et le problème s'aggrave. La réduction des débris spatiaux est essentielle à la viabilité à long terme des opérations spatiales et de l'accès à l'espace. Dans le contexte du programme Collision Risk Estimation and Automated Mitigation de l'ESA sur l'évaluation et l'atténuation automatique des risques de collision, qui vise à assurer la prise automatique de décisions de manœuvres d'évitement, le Portugal élabore des techniques de pointe en matière d'apprentissage automatique et d'apprentissage profond qui doivent contribuer à cet objectif.

Néanmoins, pour tirer parti d'outils évolués comme l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique afin d'améliorer l'évaluation des risques de collision et les décisions automatiques de manœuvres d'évitement, comme les manœuvres de correction de route, et pour atténuer les risques liés aux débris spatiaux, il est nécessaire de recueillir des données suffisantes et fiables en surveillant et en suivant les objets concernés, et de les communiquer à diverses parties prenantes. Pour que l'Europe ait accès à ces données, et avec l'appui de l'Union européenne, le consortium pour la surveillance de l'espace et le suivi des objets en orbite de l'Union européenne (EU SST), qui compte actuellement sept membres, développe progressivement des capacités de suivi. Le Portugal, par l'intermédiaire de son Ministère de la défense, a contribué à ce processus, en intégrant des capteurs portugais dans le réseau du consortium.

En outre, l'un des principaux objectifs de Portugal Space est d'investir dans la recherche spatiale et le développement des techniques spatiales, notamment dans le cadre de son programme de bourses de thèses, mené en partenariat avec la Fondation portugaise pour les sciences et les technologies. Ce programme couvre différents aspects des activités spatiales, et l'un des appels à candidatures a spécialement trait à la recherche-développement sur les technologies en faveur de la sécurité spatiale.

Arabie saoudite

[Original : arabe]
[31 octobre 2021]

Le Royaume d'Arabie saoudite s'intéresse à l'espace, dans lequel il voit un secteur prometteur pour dynamiser ses industries et diversifier ses sources de revenu, objectifs qui constituent une composante essentielle de son programme Vision 2030. Les secteurs public et privé saoudiens ayant de nombreux biens spatiaux, le Royaume

s'attache à mieux faire connaître les risques y relatifs afin d'assurer la sécurité du milieu spatial.

Le Royaume, représenté par l'Autorité spatiale saoudienne, a adopté de nombreuses mesures concernant les débris spatiaux et les activités susceptibles d'en générer. Les débris spatiaux sont des objets spatiaux artificiels qui peuvent entrer en collision ou revenir sur Terre de manière incontrôlée. Ces risques peuvent constituer un danger pour le public si rien n'est fait pour les prévenir ou les atténuer.

L'Autorité spatiale saoudienne a conçu ses principales activités relatives aux débris spatiaux en se basant sur plusieurs facteurs, notamment sur la sécurité des biens nationaux et la sûreté des orbites terrestres. Ces activités, qui sont mises à jour selon les besoins, peuvent se résumer à la liste suivante, sans toutefois s'y limiter :

- a) Surveillance et suivi des satellites saoudiens ;
- b) Simulation des trajets des satellites sur diverses orbites et évaluation des risques de collision ;
- c) Surveillance des objets spatiaux revenant sur Terre et prévision de leurs coordonnées et des délais correspondants ;
- d) Travaux d'une équipe conjointe chargée de s'occuper du retour sur Terre des objets spatiaux, composée de membres des organismes publics compétents.

Ces activités sont assurées 24 heures sur 24 dans des centres d'opérations, où il est procédé à l'analyse et à l'évaluation des données extraites des systèmes de simulation et de suivi, afin d'établir des rapports périodiques en temps réel et d'aider les responsables et les exploitants de satellites à prendre des décisions éclairées.

L'Arabie saoudite dispose de capacités locales qui lui permettent de surveiller l'espace. La Cité Roi Abdulaziz pour la science et la technologie possède plusieurs observatoires optiques locaux qui peuvent assurer le suivi des objets revenant sur Terre et des satellites en orbite terrestre basse. Les universités et les centres de recherche disposent également d'observatoires, situés à l'intérieur ou en dehors du Royaume, notamment au Chili et au Maroc. Le Royaume est ouvert à la coopération régionale et internationale aux fins de la sécurité spatiale et à la recherche de nouvelles technologies pertinentes avec les programmes des Nations Unies et les organismes publics [comme le Programme des Nations Unies pour l'exploitation de l'information d'origine spatiale aux fins de la gestion des catastrophes et des interventions d'urgence (UN-SPIDER) et le Commandement de la défense aérospatiale de l'Amérique du Nord (NORAD)], ainsi qu'avec les entreprises privées (comme LeoLabs et NorthStar). Plusieurs options recommandées pour la surveillance de l'espace ont été évaluées, l'objectif étant de déterminer celle qui convient le mieux à l'Arabie saoudite. Ces options comprennent :

- a) Le recours aux réseaux de surveillance mondiaux ;
- b) La mise en place d'un réseau mondial de surveillance radar, qui permettrait d'assurer une surveillance indépendante de l'espace et de constituer une base de données complète ;
- c) L'établissement en Arabie saoudite, à la faveur d'une coopération internationale, d'un observatoire intégré à un réseau mondial, qui aurait accès à la base de données de ce réseau, conformément à l'accord portant sa création.

Plusieurs campagnes de sensibilisation aux risques spatiaux, y compris ceux liés aux débris spatiaux, ont été menées auprès de la communauté scientifique et de la société civile. Elles consistent notamment à réaliser des recherches et à organiser des ateliers avec tous les pans de la société. Ces initiatives, qui mettent l'accent sur l'intérêt de l'espace au profit de l'humanité et de la prospérité, illustrent le rôle clef joué par le Royaume d'Arabie saoudite dans le domaine spatial aux niveaux régional et mondial, en tant que membre du G20 et de l'Organisation des Nations Unies.

L'Arabie saoudite se développe dans le domaine spatial d'une manière qui garantit la sécurité de ses intérêts, compte tenu de l'ensemble des conventions et traités internationaux en vigueur. En résumé :

- a) Les organismes saoudiens publics et privés disposent des capacités et infrastructures scientifiques requises pour surveiller l'espace et suivre les objets spatiaux sur diverses orbites ;
- b) L'Arabie saoudite s'est dotée de programmes relatifs aux débris spatiaux. Elle a établi des rapports sur la question, tenu des ateliers et mené des recherches à l'intention de tous les groupes scientifiques et professionnels de la société ;
- c) L'Arabie saoudite est ouverte à la coopération internationale en matière de débris spatiaux, que ce soit avec des entités publiques ou privées ;
- d) L'Arabie saoudite ne possède pas d'objets spatiaux équipés de sources d'énergie nucléaire. Tous ses objets spatiaux servent des buts pacifiques et scientifiques.

Slovaquie

[Original : anglais]

[2 novembre 2021]

Validation d'un capteur optique slovaque pour l'aide à la poursuite des débris spatiaux par télémétrie laser sur satellite, le catalogage d'objets et la recherche

Le Département d'astronomie et d'astrophysique de la faculté de mathématiques, de physique et d'informatique de l'Université Comenius de Bratislava a amélioré les composantes matérielle et logicielle de son télescope newtonien de 0,7 m (AGO70), au titre du programme pour la Slovaquie prévu dans le Plan pour les États coopérants européens de l'Agence spatiale européenne. L'objectif principal était de mettre au point un instrument de recherche sur les débris spatiaux et un capteur pour les poursuites et la surveillance de l'espace qui puisse observer des objets dans toutes les régions orbitales, des orbites terrestres basses aux orbites géosynchrones. La capacité du télescope AGO70 à remplir les objectifs fixés a été validée lors d'une campagne d'observations menée en collaboration avec l'Académie autrichienne des sciences et la station de télémétrie laser sur satellite (SLR) de Graz (Autriche). Il s'agissait principalement de démontrer le transfert de données en temps réel entre un capteur optique passif (AGO70) et des capteurs SLR actifs.

Utilisation du réseau slovaque d'observation en plein ciel des météorites pour la surveillance des rentrées atmosphériques

La faculté de mathématiques, de physique et d'informatique de l'Université Comenius étudie la possibilité d'utiliser son système de caméra AMOS (Automatic Meteor Orbit System) pour effectuer des mesures relatives à la rentrée des débris spatiaux. Ce système est actuellement utilisé pour la détection automatique des météores, la détermination de leurs orbites et l'extraction de spectres. L'Université Comenius exploite en tout 23 caméras AMOS, qu'elle a mises au point, y compris des caméras spectrales, dont 7 sont situées en République slovaque, 3 aux îles Canaries (Espagne), 4 au Chili, 3 à Hawaï (États-Unis d'Amérique) et 6 en Australie, où le système a été récemment déployé. La détection des rentrées atmosphériques par le réseau AMOS permet à la faculté de modéliser les trajectoires des fragments créés dans l'atmosphère et d'en analyser les propriétés spectrales. Ce type d'analyse devrait conduire à une amélioration des prévisions de survivabilité des fragments et à une meilleure évaluation des risques pour les populations au sol.

Caractérisation des débris spatiaux par photométrie et spectroscopie

La faculté de mathématiques, de physique et d'informatique de l'Université Comenius mène plusieurs études sur la classification et la caractérisation des débris spatiaux, afin de mieux comprendre d'où ils proviennent et comment ils sont créés. Le télescope AGO70 permet d'établir les courbes de lumière des débris spatiaux, à partir desquelles sont déterminées les propriétés de réflectance des objets ainsi que leur taille et leur forme. À l'aide de différents filtres photométriques de type spectral, la faculté 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. Les caméras spectrales AMOS permettent d'obtenir les reflets spéculaires d'objets en orbite terrestre basse ainsi que les spectres correspondants. Ces derniers fournissent des données de haute résolution concernant les propriétés surfaciques des objets comme fonction de la longueur d'onde.

Ukraine

[Original : anglais]
[8 novembre 2021]

En Ukraine, les débris spatiaux font depuis longtemps l'objet de recherches de la part d'entreprises et d'institutions.

Actualité et offres du Bureau national d'études Ioujnoïé¹

Système de désorbitation passif : désorbiteur léger embarqué passif en orbite terrestre basse

Le désorbiteur léger embarqué passif en orbite terrestre basse (LEOPOLD) peut être fabriqué dans différentes configurations (sphère ou voile), et avoir un diamètre de 1 m, 2 m ou 4 m, selon les paramètres initiaux de l'orbite, et la masse et les dimensions du satellite. Son poids ne représente qu'une infime fraction de celui du satellite.

Les principales caractéristiques de la version de base (à l'état replié) sont les suivantes : diamètre : 1 m ; poids : jusqu'à 1 kg ; dimensions : 1U (10 cm x 10 cm x 10 cm). Le système se caractérise par un coût peu élevé, une grande fiabilité, un poids faible, une conception compacte et une capacité à survivre aux impacts de petits débris spatiaux.

Système de désorbitation actif : astronef d'interception équipé de modules de capture

L'astronef d'interception est conçu pour assurer la désorbitation de débris spatiaux de taille moyenne présents en orbite terrestre basse (jusqu'à 1 000 km). Le système se compose de l'astronef d'interception, qui est équipé d'un ensemble de modules servant à la capture et à la désorbitation des débris spatiaux, et d'une station de contrôle au sol.

Institut de mécanique technique

En 2021, l'Institut de mécanique technique² a mené des projets de recherche sur la construction d'une source de champ magnétique artificiel pour le freinage magnétohydrodynamique des débris spatiaux dans l'ionosphère, et sur l'utilisation de la mini-magnétosphère pour contrôler le mouvement des astronefs dans l'ionosphère en s'appuyant sur son champ magnétique propre et sur l'efficacité de base de la technologie de nettoyage des débris spatiaux dans l'espace circumterrestre (recherche expérimentale et théorique).

¹ www.yuzhnoye.com.

² www.nas.gov.ua.

Ces projets de recherche visent, notamment, dans le cadre d'une coopération créative avec le Bureau national d'études Ioujnoïé, à établir les principes du transfert de débris spatiaux d'une orbite haute à une orbite basse au moyen de la force électromagnétique produite lors de l'interaction de la source de champ magnétique permanent embarquée avec le plasma circumterrestre. L'élaboration d'une source de champ magnétique compacte embarquée d'une induction de 0,8 T à 1 T à l'aide de mini-aimants néodymes est à l'étude.

Plus particulièrement, le transfert de l'adaptateur de charge utile secondaire du lanceur Vega (100 kg, en orbite depuis 2013), devenu un débris spatial, d'une altitude comprise entre 660 km et 800 km à une altitude de 150 km, suivi de sa combustion dans les couches denses de l'atmosphère, peut être réalisé en 100 jours au moyen d'une source de champ magnétique permanent embarquée de 0,8 T à 1 T. Des expériences effectuées à l'Institut, sur le banc d'étude de l'électrodynamique des plasmas, dispositif ayant le statut de bien patrimonial national, ont prouvé que la source prototype de champ magnétique permanent créait dans le plasma circumterrestre, à 700 km d'altitude, une force électromagnétique permettant le transfert des débris spatiaux à une altitude d'environ 100 km dans le délai donné, avant leur combustion dans les couches denses de l'atmosphère.

En outre, en 2021, l'Institut étudie le problème de la pollution de l'espace circumterrestre, dans le contexte des travaux scientifiques sur l'élaboration et l'amélioration des méthodes d'analyse des systèmes, de contrôle et d'étude de la dynamique menés en vue de la création d'objets spatiaux technologiques. Les éléments suivants devraient être déterminés d'ici à la fin de l'année :

- a) État de l'application de méthodes mathématiques pour la modélisation du mouvement des débris spatiaux. Les moyens envisageables pour améliorer la précision des méthodes statistiques servant à modéliser le mouvement de grands fragments de débris spatiaux seront établis et mis en œuvre ;
- b) État de la situation et problèmes rencontrés concernant l'élaboration de complexes industriels orbitaux (notamment pour le recyclage des débris spatiaux) et méthodes d'optimisation de leurs paramètres de conception ;
- c) Grandes tendances relatives à la création de services orbitaux pour les complexes industriels spatiaux et principaux problèmes balistiques y relatifs ;
- d) Problèmes liés à l'application de méthodes connues pour le contrôle de la position spatiale d'objets d'entretien en orbite non coopératifs (y compris des débris spatiaux) relativement à l'astronef ;
- e) Problèmes liés à l'application de méthodes connues de détermination à bord des paramètres du mouvement spatial pour l'entretien en orbite d'objets relativement à l'astronef.

Centre national de contrôle et d'essai des installations spatiales

En avril et mai 2021, le Centre national de contrôle et d'essai des installations spatiales³ a participé à un projet du Comité de coordination inter-agences sur les débris spatiaux (IADC) visant à calculer et à prévoir la durée de vie et la zone probable de rentrée atmosphérique des objets spatiaux Starlink-26 (2019-029F ; 44240) et CZ-5B (2021-035B ; 48275). Les calculs effectués ont été publiés sur le site Web de l'organisation⁴.

En 2020 et 2021, le matériel optique du Centre national a été utilisé dans le cadre d'une campagne de l'IADC portant sur l'observation photométrique d'étages supérieurs en orbite terrestre basse. À cette occasion, 133 courbes de lumière ont été établies pour huit objets. Conformément aux termes et conditions de la campagne, les

³ <https://spacecenter.gov.ua>.

⁴ <https://iadc-redb.esoc.esa.int/iadcredb/>.

informations obtenues seront communiquées aux responsables de la coordination du projet en décembre 2021.

Le personnel du Centre national réalise quotidiennement des calculs des rapprochements dangereux entre objets spatiaux équipés de sources d'énergie nucléaire. Au 20 octobre 2021, il avait repéré 530 rapprochements de ce type à une distance inférieure à 1,5 km depuis le début de l'année. En outre, il réalise quotidiennement des calculs de la durée de vie des objets spatiaux et de leurs zones probables de rentrée et d'impact (satellites ayant cessé d'exister).
