



Assemblée générale

Distr. GÉNÉRALE

A/AC.105/659/Add.2
14 février 1997

FRANÇAIS
Original : RUSSE

COMITÉ DES UTILISATIONS PACIFIQUES
DE L'ESPACE EXTRA-ATMOSPHÉRIQUE

RECHERCHE NATIONALE SUR LA QUESTION DES DÉBRIS SPATIAUX

SÛRETÉ DES SATELLITES ÉQUIPÉS DE SOURCES D'ÉNERGIE NUCLÉAIRES

PROBLÈMES RELATIFS À LA COLLISION DE SOURCES D'ÉNERGIE NUCLÉAIRES
AVEC DES DÉBRIS SPATIAUX

Note du Secrétariat

Additif

1. Le Secrétaire général a adressé une note verbale, datée du 19 juillet 1996, à tous les États Membres, les invitant à communiquer des informations sur la recherche nationale sur la question des débris spatiaux, la sûreté des satellites équipés de sources d'énergie nucléaires et les problèmes relatifs à la collision de sources d'énergie nucléaires avec des débris spatiaux.
2. Les informations fournies sur ces sujets par les États Membres à la date du 6 décembre 1996 sont présentées dans le document A/AC.105/659.
3. Les informations fournies sur ces sujets par les États Membres entre le 7 décembre 1996 et le 6 février 1997 sont présentées dans le document A/AC.105/659/Add.1.
4. Le présent document contient les informations fournies dans les réponses reçues des États Membres entre le 7 février 1997 et le 14 février 1997.

TABLE DES MATIÈRES

| | Page |
|-----------------------------------------|------|
| RÉPONSES REÇUES DES ÉTATS MEMBRES | 2 |
| Fédération de Russie | 2 |

RÉPONSES REÇUES DES ÉTATS MEMBRES

Fédération de Russie*

[Original : Russe]

En Fédération de Russie, les tâches prioritaires fixées pour les travaux visant à réduire la pollution d'origine technologique de l'espace circumterrestre sont les suivantes :

- Observation des débris spatiaux (particules et objets);
- Élaboration de modèles de la pollution de l'espace circumterrestre et catalogage des débris spatiaux;
- Protection des engins spatiaux contre les effets des débris spatiaux;
- Mesures visant à réduire la pollution technologique de l'espace;
- Mesures visant à assurer la sûreté des satellites équipés de sources d'énergie nucléaires.

A. Observation des fragments de débris spatiaux

Les observations des débris spatiaux à des altitudes atteignant plusieurs milliers de kilomètres sont effectuées principalement par les stations radar du Système de surveillance de l'espace. Dans la région de l'orbite géostationnaire, elles sont effectuées par les installations optiques au sol de l'Académie des sciences de Russie. Les opérateurs russes échangent des données d'observation dans le cadre de programmes de recherche communs. En cas de besoin, des catalogues d'objets constituant des débris spatiaux sont échangés entre les centres du Système de surveillance de l'espace de la Russie et des États-Unis, afin d'être comparés et complétés de part et d'autre. Il est actuellement envisagé de créer un catalogue international unique des débris spatiaux observés.

Afin de résoudre efficacement les problèmes d'observation et de catalogage, l'Agence spatiale russe prépare un programme d'études coordonné qui vise à assurer la sécurité de l'activité spatiale compte tenu de la pollution technologique de l'espace. Il est proposé en particulier de créer un système informatique (APK) qui permettra à divers organismes d'États de la Fédération de Russie de recueillir, stocker et utiliser efficacement des données sur les débris spatiaux et, à l'avenir, lorsque le cadre juridique et réglementaire nécessaire aurait été mis en place, de mener des travaux avec des partenaires étrangers. Il est prévu d'utiliser l'APK pour deux tâches fondamentales :

1. Fournir rapidement des informations sur les événements accompagnant l'entrée incontrôlée de débris spatiaux dans les couches denses de l'atmosphère, le rapprochement dangereux de systèmes en orbite et d'engins spatiaux opérationnels de débris spatiaux et sur les situations accidentelles à bord de systèmes et d'objets spatiaux par suite de collisions avec des débris;
2. Fournir des informations sur les processus de conception et de mise au point dans le domaine des techniques spatiales afin de protéger les objets opérationnels contre des collisions avec des débris spatiaux et de réduire la pollution de l'espace circumterrestre pendant son utilisation.

Un certain nombre de secteurs de l'APK font actuellement l'objet d'essais et ont déjà été utilisés, en particulier, pour fournir à temps des prévisions et des informations qui ont aidé à prendre des décisions lors de l'incident au cours duquel la station Mir s'est dangereusement rapprochée du satellite KN-11, le 27 décembre 1995, et pour avoir des informations sur l'entrée non contrôlée dans les couches denses de l'atmosphère du satellite russe Cosmos-398 en décembre 1995 et du satellite chinois FSW-1 en mars 1996.

*Traduction d'un texte non revu par les services d'édition.

Dans ces deux derniers cas, les procédures ont été affinées, notamment pour l'échange d'informations avec des agences spatiales et des stations de poursuite étrangères.

B. Modélisation de la pollution et catalogage des objets et des particules

Les modèles statistiques de pollution de l'espace circumterrestre caractérisant la répartition des petits débris non catalogués servent à évaluer les risques de collision entre objets spatiaux et débris spatiaux et à prévoir la situation des fragments dans l'espace circumterrestre. Un modèle mathématique perfectionné de la pollution de l'espace circumterrestre vient d'être mis au point en Russie. Ses paramètres ont été définis en fonction des données expérimentales connues. Son trait distinctif est l'application systématique d'une approche statistique dans tous les principaux calculs de la dynamique orbitale des débris spatiaux. Le modèle est fondé sur la théorie statistique élaborée en Russie du mouvement des objets spatiaux considérés comme un ensemble. Divers travaux de recherche sont menés à l'aide de ce modèle. Il a été montré notamment que pour prévenir une croissance constante et uniforme de la pollution spatiale, il fallait réduire la production de nouveaux débris spatiaux d'au moins un ordre de grandeur, en particulier aux altitudes supérieures à 1 000 km.

Sur la base des résultats fournis par la modélisation de la situation des fragments a été élaboré un projet de norme russe, laquelle devrait entrer en vigueur en 1997.

La comparaison des résultats de cette modélisation avec les données obtenues à l'aide des modèles mathématiques existants de la situation des débris spatiaux dans l'espace circumterrestre, à savoir ORDEM 96 (NASA) et MASTER (ESA), a fait apparaître des écarts importants (d'un facteur de quatre à cinq, voire plus) dans divers domaines, ce qui demandera des recherches communes supplémentaires.

Des domaines d'analyse plus poussée et de concordance des modèles ont été identifiés, ce qui aidera à réduire les écarts existants et à atteindre une plus grande précision dans le calcul de la pollution technologique de l'espace :

- Analyse critique de la contribution des débris spatiaux sur des orbites elliptiques (notamment les débris de petites dimensions et à basse altitude) à la pollution globale par des débris;
- Calcul plus précis de la densité spatiale et du flux d'objets spatiaux jusqu'à 500 km d'altitude;
- Analyse des tendances de la formation et de l'évolution des débris de fines particules aux altitudes supérieures à 1 000 km;
- Affinement des modèles mathématiques afin de calculer les valeurs et la direction de la vitesse relative des collisions potentielles.

C. Protection des objets spatiaux contre l'effet des particules à grande vitesse

La protection des objets spatiaux contre les effets d'un impact avec des particules à grande vitesse comporte des recherches dans les principaux domaines suivants :

- Optimisation du bouclier pour les conditions les plus probables de collision;
- Mise au point de méthodes de calcul relatives aux propriétés protectrices des boucliers;
- Validation expérimentale de la fiabilité des calculs.

On considère que les collisions les plus dangereuses sont les collisions de systèmes orbitaux et d'objets spatiaux avec des débris sous forme de particules mesurant de quelques millimètres à quelques centimètres, d'une masse de 0,1 à 20 grammes et ayant des vitesses d'impact (80 % des impacts) de 8 à 12 km/s.

Un autre domaine de recherche important est la mise au point de méthodes actives de protection, dont l'une consiste à manoeuvrer les objets spatiaux et les systèmes orbitaux afin d'empêcher leur collision avec des particules observées de débris. Dans le cadre des efforts visant à mettre en place un service d'information rapide à l'APK, l'Agence spatiale russe mène des travaux pour mettre en place et développer une chaîne technologique afin de prévenir les situations comportant des risques de collision avec des particules de débris spatiaux, d'obtenir rapidement des informations sur ces événements et de diriger les systèmes orbitaux et les engins spatiaux.

On a élaboré et on continue de perfectionner des méthodes pour calculer l'impact à grande vitesse (5 à 15 km/s) de particules de débris spatiaux sur les boucliers des systèmes orbitaux et engins spatiaux. Des programmes bidimensionnels et tridimensionnels de modélisation mathématique ont été conçus. Des méthodes de calcul appliqué sont mises au point afin d'évaluer correctement l'efficacité des boucliers et de choisir leurs caractéristiques. La Russie dispose d'installations expérimentales où il devrait être possible, après quelques travaux de modernisation, de simuler tout l'éventail des conditions utiles à prendre en considération pour la modélisation de l'action des particules de débris sur les objets spatiaux.

D. Mesures visant à réduire la pollution technologique de l'espace circumterrestre

La réduction du niveau de pollution technologique de l'espace circumterrestre est l'un des principaux facteurs permettant d'assurer la sécurité des vols spatiaux. Les organisations du secteur spatial font des recherches sur les causes de cette pollution. Des spécialistes de l'Institut central de recherches scientifiques sur les constructions mécaniques (TsNIIMach) et du Centre de recherche sur les logiciels (TsPI) de l'Agence spatiale russe mènent avec des spécialistes de la société Kaman (États-Unis d'Amérique) des études visant à analyser les causes de la destruction en orbite d'objets spatiaux. Ces travaux ont débouché sur l'élaboration de recommandations visant à réduire le risque d'apparition de telles situations.

Un certain nombre de méthodes et de moyens ont été proposés et mis en oeuvre pour réduire la pollution technologique de l'espace, notamment de nouvelles solutions techniques permettant de supprimer la formation de débris spatiaux par suite d'opérations technologiques en orbite et d'empêcher les explosions d'objets spatiaux.

Une autre proposition consiste à passiver les étages des fusées et des objets spatiaux hors d'usage restant en orbite, c'est-à-dire à libérer des réservoirs et des bouteilles des étages de fusées et des objets spatiaux les ergols et les gaz comprimés risquant de provoquer l'explosion du réservoir (ou de la bouteille) et de détruire l'objet même après une longue période. Il est proposé de doter le module propulseur DM du lanceur Proton d'un équipement de ce type.

On est en train de modifier en Russie la conception des fusées porteuses afin de réduire le nombre de modules qui s'en séparent pendant le vol et de faire fonctionner leurs moteurs à l'aide des ergols fournis par des réservoirs de la fusée porteuse. Cette méthode permettra de limiter la pollution des orbites de transfert par les modules séparables et réduira la probabilité de leur explosion par suite des effets à long terme des conditions spatiales.

On s'emploie constamment à améliorer les systèmes assurant la séparation des étages des fusées porteuses des objets spatiaux et les systèmes d'ouverture des composants de ces derniers (piégeage des boulons explosifs dans des dispositifs destinés à empêcher les fragments provenant de leur explosion de tomber dans l'environnement spatial; remplacement des systèmes pyrotechniques par des dispositifs mécaniques fermés, etc.).

Les systèmes d'alimentation électrique à bord font l'objet de perfectionnements. En particulier, on s'efforce, sur la série d'engins géostationnaires Ekran, d'améliorer la fiabilité de l'unité de commande, la stabilisation de la tension de charge et l'étanchéification des systèmes de collecte des gaz. Il est prévu d'introduire ces améliorations dans les générations futures d'engins spatiaux, ce qui contribuera à améliorer la sûreté de leur exploitation et à empêcher les explosions dans l'espace, y compris celles qui sont dues au rechargement prolongé des batteries chimiques tampons des engins spatiaux.

Divers types d'objets spatiaux font l'objet d'une modernisation visant à créer de nouveaux systèmes d'élimination de leurs différents éléments sans que des fragments soient libérés dans le milieu spatial et sans que l'objet ne se brise lui-même.

On est en train de mettre au point des logiciels et des matériels qui permettront la mise sur orbite des objets spatiaux, sans que les parties qui se détachent des derniers étages des fusées porteuses atteignent l'orbite. À cette fin, on fait en sorte que le dernier étage de la fusée tombe au point dit "antipodal" (par rapport au site de lancement) et que l'objet spatial soit mis sur son orbite de travail au moyen du bloc propulseur ou de l'étage d'apogée.

On s'efforce aussi de réduire la durée pendant laquelle les objets restent en orbite en mode balistique passif. On prévoit en particulier d'équiper le dernier étage (unité I) de la fusée porteuse Soyouz modernisée d'un système de freinage passif.

D'après les estimations du Centre spatial national de recherche et de construction de fusées "TsSKB-Progress", un système de freinage passif devrait diviser par cinq ou six les périodes balistiques du troisième étage de la fusée porteuse Soyouz 2, par rapport aux unités non dotées d'un tel système pour chaque orbite d'insertion et prévenir l'accumulation dans l'espace d'unités I hors d'usage.

Pour les engins de type Molniya hors d'usage, évoluant sur des orbites très elliptiques, on a introduit dès 1982 aux stades de la conception une correction au freinage de 16 m/s à l'apogée, afin de réduire l'altitude du périhélie et d'accélérer la rentrée dans les couches denses de l'atmosphère.

Des mesures sont prises actuellement en vue du dégagement contrôlé de l'orbite géostationnaire des objets hors d'usage, afin d'éviter les risques de collision avec des objets opérationnels ou récemment mis en orbite et d'éliminer des perturbations potentielles. Il est prévu de procéder ainsi pour les objets "Loutch", "Ekran" et "Gorizont" en utilisant l'ergol résiduel qui se trouve dans les moteurs embarqués. La durée de fonctionnement du groupe propulseur est choisie de façon que la combustion complète des ergols soit assurée. L'analyse des données statistiques montre que l'introduction de cette correction en fonction de l'ergol restant dans les moteurs permet de porter l'altitude des objets hors d'usage de 30 à 400 km. On prévoit actuellement, pour les engins géostationnaires russes futurs et pour les objets fabriqués en Fédération de Russie sous contrat des entreprises étrangères, une réserve spéciale de carburant correspondant à une vitesse caractéristique de 7,5 m/s, qui permettra dans un premier temps de porter avec certitude les objets hors d'usage à 200 km au-dessus de l'orbite géostationnaire.

On envisage la possibilité de fixer à 300 km l'augmentation minimale requise d'altitude des engins géostationnaires hors d'usage. Afin d'atteindre un accord final sur cette valeur, il faudra des études techniques complémentaires, et une poursuite des discussions avec les représentants de l'ESA, de la NASA et d'autres agences spatiales et organisations exploitant des systèmes de satellites.

La modernisation et la mise au point de nouveaux modules propulseurs s'accompagnent de l'obligation de les mettre sur des orbites de dégagement, de façon à empêcher des collisions éventuelles avec des objets spatiaux encore en service.

Afin d'empêcher la pollution de l'espace par des débris sous forme de fines particules, il est proposé de prendre les mesures suivantes :

- Renonciation à l'utilisation dans l'espace de systèmes de propulsion alimentés par des types d'ergols dont la combustion entraîne la formation de particules solides (un tiers des produits de la combustion des ergols solides, par exemple, consiste en particules d'oxyde d'aluminium de 0,0001 à 0,01 mm);
- Emploi pour les étages des fusées et des objets spatiaux de matériaux et de revêtements ayant une faible sensibilité à l'érosion résultant des conditions de l'espace circumterrestre.

Il sera possible à l'avenir de passer à des moyens entièrement réutilisables de mise en orbite et de récupération des objets spatiaux et à l'utilisation de remorqueurs spatiaux.

Un "nettoyage" global de l'espace circumterrestre de tous les débris spatiaux pose de nombreux problèmes dont la résolution exigera d'énormes dépenses. Pour dégager au coup par coup de l'orbite des objets de grandes dimensions, on peut utiliser des remorqueurs interorbitaux équipés de moteurs-fusées liquides, voire des engins de transport orbitaux du type Buran ou de la Navette spatiale.

E. Activité de la Russie au sein du Comité interinstitutions de coordination sur les débris orbitaux (IADC)

Depuis avril 1993, l'Agence spatiale russe représente la Russie avec une voix délibérative au sein du Comité interinstitutions de coordination sur les débris spatiaux (IADC), dont les membres comprennent les principales agences spatiales qui prodènt à des lancements.

La tâche du Comité est d'élaborer des propositions relatives à la politique technique des États lanceurs dans le domaine de la pollution de l'espace; d'organiser des échanges d'informations entre agences participantes sur la pollution technologique de l'espace; de coordonner les programmes nationaux afin de limiter la pollution orbitale due aux débris spatiaux; et de mener des recherches en commun sur les questions relatives au contrôle, à la surveillance et à la prévision de la pollution technologique de l'espace. Les travaux du Comité s'effectuent au sein d'un Conseil de surveillance (organe directeur) et de quatre groupes de travail permanents qui tiennent des sessions annuelles.

Le 24 février 1993, une réunion a eu lieu au TsNIIMach avec des spécialistes de l'ESA, au cours de laquelle ont été examinées des questions relatives à la préparation de la première Conférence européenne sur les débris spatiaux. En mars de la même année, des chercheurs russes travaillant dans le domaine de la pollution technologique de l'espace circumterrestre ont pris part à la Conférence. Au mois d'octobre 1993, le Comité a tenu sa dixième session au TsNIIMach et, à l'issue de ses travaux, il a adopté ses statuts, qui prennent en compte les propositions russes de répartition des tâches des groupes de travail.

La onzième session du Comité s'est tenue en mai 1994 au Japon. La douzième session a eu lieu en mars 1995 aux États-Unis, et l'Agence spatiale russe y a soumis un projet d'instrument réglementaire relatif à la pollution de l'espace circumterrestre. En juin 1995 s'est tenue au TsNIIMach une réunion avec des spécialistes de la NASA sur les problèmes de l'observation et du catalogage des débris spatiaux. En octobre 1995, le Centre de recherche sur les logiciels de l'Agence spatiale russe a organisé le premier séminaire de travail international sur la pollution technologique de l'espace circumterrestre, auquel des spécialistes russes ont présenté plus de 30 communications portant sur tous les aspects du problème.

La Russie propose que l'IADC, à ses prochaines sessions, examine les questions théoriques ci-après :

- Exécution d'études en vue d'expliquer les causes des écarts dans les évaluations de la pollution de l'espace circumterrestre fournies par les modèles russes et étrangers, et adoption de mesures pour les éliminer;
- Élaboration de mesures en vue de réduire la pollution de l'espace circumterrestre par des moyens tels que l'enlèvement des fragments de grandes dimensions des orbites circumterrestres économiquement avantageuses ; localisation de la fraction finement dispersée des débris spatiaux; et identification et élimination de ses sources et des causes de leur multiplication;
- Définition des composants radioactifs des débris spatiaux, analyse des processus à l'origine de leur prolifération et de leur évolution, et des risques qu'ils posent pour l'activité spatiale et la vie sur Terre;
- Élaboration de méthodes pour définir l'"appartenance nationale" des débris spatiaux radioactifs;
- Mise au point de méthodes permettant de mesurer les paramètres des débris spatiaux émettant des rayonnements et d'éliminer leurs fragments les plus dangereux;

- Analyse comparative des méthodes existantes de calcul de perforation des boucliers et vérification expérimentale de ces méthodes;
- Élaboration d'un instrument réglementaire international relatif à la protection des objets spatiaux.

F. Propositions de coopération internationale

Étant donné le caractère mondial du problème des débris spatiaux et son incidence sur l'avenir de la conquête de l'espace, il est devenu particulièrement urgent d'unir concrètement les efforts des principaux États spatiaux en vue de résoudre l'ensemble des problèmes scientifiques et techniques que pose la garantie de la sécurité de l'activité spatiale (en tout premier lieu, les vols habités) étant donné la pollution technologique de l'espace.

De l'avis des spécialistes russes, les efforts de coopération internationale devraient porter sur les principaux points suivants :

- Coordination des observations et de la surveillance de l'espace circumterrestre effectuées par les systèmes nationaux afin de prévoir les cas où des systèmes orbitaux et des objets spatiaux (y compris la future station spatiale internationale, dont l'assemblage dans l'espace devrait commencer vers la fin de 1997) se rapprochent dangereusement de débris spatiaux, et de prévoir aussi la rentrée dans l'atmosphère d'"objets spatiaux à risque", sur la base des catalogues nationaux des objets spatiaux tenus par la Fédération de Russie et les États-Unis d'Amérique;
- Établissement d'une base de données commune pour les catalogues et les modèles mathématiques de débris spatiaux dans l'espace circumterrestre;
- Élaboration d'un modèle mathématique caractérisant la fraction de fines particules de pollution de l'espace circumterrestre et de l'orbite géostationnaire, et comparaison des résultats des calculs fournis par les modèles existants;
- Élaboration et mise au point expérimentale des moyens de protection des systèmes orbitaux contre des collisions avec des débris spatiaux;
- Mise au point de technologies et de systèmes pour nettoyer l'environnement spatial circumterrestre des débris spatiaux.