



Assemblée générale

Distr. GENERALE

A/AC.105/620
21 novembre 1995

FRANÇAIS
Original : ANGLAIS

COMITE DES UTILISATIONS PACIFIQUES
DE L'ESPACE EXTRA-ATMOSPHERIQUE

MESURES PRISES PAR LES AGENCES SPATIALES AFIN DE REDUIRE LA MULTIPLICATION OU LE POTENTIEL D'EFFETS DOMMAGEABLES DES DEBRIS SPATIAUX

Rapport du Secrétariat

TABLE DES MATIERES

	<i>Paragraphes</i>	<i>Page</i>
INTRODUCTION	1 - 3	2
I. TECHNIQUES DE REDUCTION DES DEBRIS UTILISES DANS LES LANCEURS	4 - 12	2
II. PREVENTION DE LA CREATION ACCIDENTELLE DE DEBRIS	13 - 20	3
III. PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'ORBITE DES SATELLITES GEOSTATIONNAIRES	21 - 27	5
IV. PROTECTION DES ENGINES SPATIAUX ACTIFS CONTRE LES DEBRIS	28 - 29	6
V. RECOMMANDATIONS DE L'ACADEMIE INTERNATIONALE D'ASTRONAUTIQUE	30	6

INTRODUCTION

1. A sa trente-deuxième session, le Sous-Comité scientifique et technique du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique est convenu qu'il serait souhaitable de compiler des informations sur les diverses mesures prises par les agences spatiales, afin de réduire la multiplication ou le potentiel d'effets dommageables des débris spatiaux et de favoriser une acceptation commune de la part de la communauté internationale, à titre volontaire (A/AC.105/605, par. 80).
2. Cette recommandation a été approuvée par le Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique à sa trente-huitième session¹.
3. Le présent rapport a été établi par le Secrétariat en réponse à cette demande; il est fondé sur les informations fournies par les Etats Membres ainsi que par les organisations spatiales nationales et internationales.

I. TECHNIQUES DE REDUCTION DES DEBRIS UTILISES DANS LES LANCEURS

4. L'Agence nationale de l'aéronautique et de l'espace (NASA) des Etats-Unis d'Amérique a, dès le début des années 80, mis au point des stratégies de réduction des débris après avoir observé que les étages supérieurs hypergoliques explosaient souvent quelque temps après avoir terminé leur mission. La période de latence pouvait durer de plusieurs semaines à seize à vingt-sept ans. Après avoir revu la conception des étages, on a découvert un certain nombre de défauts susceptibles de provoquer des explosions. Dans tous les cas, les explosions étaient dues à l'énergie accumulée dans les combustibles restant à bord du lanceur à la fin de la mission. Depuis lors, un certain nombre de techniques différentes ont été utilisées pour épuiser ou vidanger les combustibles et les gaz de pressurisation, déconnecter les circuits électriques et vider les batteries.
5. Tous les systèmes de lancement américains effectuent une forme quelconque de manoeuvre pour éviter la contamination et les collisions peu de temps après la séparation du satellite. En général, les éléments du mécanisme de déclenchement de l'engin spatial restent fixés à l'étage supérieur. Les premières opérations destinées à évacuer les stocks d'énergie ont été mises au point en 1981, lorsqu'on a observé que le deuxième étage du lanceur Delta explosait peu de temps après la mise en orbite de la charge utile. Des analyses ont montré qu'avec le propergol résiduel, le tétr oxyde d'azote et l'hélium pouvaient être portés à des températures élevées créant une pression supérieure à la résistance du matériau. Lorsque la structure du réservoir cédait, le propergol prenait feu et l'étage explosait. La fragmentation du deuxième étage de Delta-111, au 1er mai 1991, après seize ans en orbite, vient à l'appui de cette conclusion. C'est en septembre 1981 qu'a eu lieu le premier arrêt du deuxième étage, par épuisement des ergols, quatre mois après le début de l'étude. Aucun étage de Delta ayant effectué cette opération n'a explosé depuis.
6. Dans le cas de Centaur, utilisé sur les fusées Titan et Atlas pour des missions en orbite géosynchrone, une manoeuvre anticollision est effectuée de façon que l'étage Centaur soit propulsé sur une orbite de dégagement au-dessus de l'orbite géostationnaire. Dans tous les cas, les moteurs s'arrêtent par épuisement des ergols pour éviter que les stocks d'énergie ne provoquent des explosions par excès de pression. Après cette opération, les gaz de pressurisation sont évacués.
7. Généralement, on élimine le dernier étage de Titan en le laissant sur une trajectoire de rentrée balistique. Lorsque cet étage a une durée de vie orbitale limitée, l'étage de Titan-2 est modifié pour éviter une pression de surcharge avant la rentrée dans l'atmosphère. Jusqu'ici on a utilisé des peintures à régulation thermique. Pour les versions plus puissantes de Titan-2, d'une capacité de portance supérieure due au réseau de propulseurs d'appoint équipant le premier étage, on effectuera le même genre d'opérations que pour Delta.

¹Documents officiels de l'Assemblée générale, cinquantième session, Supplément N ° 20 (A/50/20), par. 76.

8. Dans le cas de Titan-3 et de Titan-4, le deuxième étage est arrêté par épuisement des ergols après la séparation de la charge utile, et des manoeuvres anticollision et anticontamination sont effectuées, généralement pour éjecter l'étage de l'orbite. Il faut alors prendre des mesures pour réduire les débris de l'étage supérieur. Le type le plus courant d'étage supérieur est le Centaur mentionné ci-dessus.

9. Aucune opération n'a été explicitement prévue pour les autres types d'étages supérieurs PAM-D2 (module de satellisation de la charge utile), Transtage, IUS (étage supérieur inertiel) et TOS (étage de transfert orbital) qui n'ont pas volé ou dont le vol n'a pas été programmé depuis que des opérations de réduction des débris sont exigées. Transtage a une capacité de redémarrage et peut donc effectuer les mêmes opérations que les étages Delta ou Centaur. Les autres sont tous des moteurs d'appoint qui ont une capacité de manoeuvre limitée avec un système de commande d'altitude après séparation de la charge utile.

10. L'agence spatiale française, le Centre national d'études spatiales (CNES), et Ariespace ont entrepris de vidanger les propergols résiduels de l'étage supérieur du lanceur Ariane dans le cas de lancements sur orbite circulaire à basse altitude (par exemple, pour le satellite de l'observation de la Terre (SPOT-2), le satellite de télédétection européen (ERS-1) et les satellites Topex/Poseidon) en vue de prévenir les explosions. Depuis le vol V-59, la vidange des ergols du troisième étage est effectuée systématiquement, quel que soit le type d'orbite cible.

11. Les mesures de réduction des débris que le CNES se propose de prendre sont les suivantes :

- a) Le lanceur ne peut abandonner en orbite qu'un seul objet inerte (débris) au maximum par satellite lancé;
- b) Tous les objets abandonnés en orbite (quelle que soit cette orbite) doivent être rendus complètement passifs pour prévenir toute explosion supplémentaire après la fin de la mission. Les éléments actifs, comme les batteries ou les réservoirs contenant des ergols résiduels, doivent être totalement inertes une fois les satellites sur orbite;
- c) Les séparations de l'étage supérieur doivent se faire proprement et les boulons explosifs et les colliers de séparation doivent être piégés en vue d'éviter la formation de débris opérationnels;
- d) Il convient d'éviter les moteurs de périgée qui libèrent des particules d'aluminium;
- e) Tous les autres étages doivent normalement rentrer dans l'atmosphère ou être éjectés de l'orbite.

12. Un système spécial de libération a été mis au point pour l'étage supérieur du lanceur chinois Long March 4. Ce système est conçu pour libérer, après séparation du satellite, les ergols résiduels du réservoir et le gaz résiduel du conteneur haute pression des propulseurs, pour éviter la désintégration de l'étage supérieur en orbite. La technique de l'éjection de l'orbite sera utilisée sur le modèle de lanceur Long March 2 amélioré pour permettre une rentrée plus rapide de son étage supérieur.

II. PREVENTION DE LA CREATION ACCIDENTELLE DE DEBRIS

13. Il existe différents types de débris orbitaux, dont les plus nombreux sont les débris fragmentaires créés par des explosions. Pour éviter la création de nombreux débris accidentels, l'Office national des réalisations spatiales (NASDA) japonais a mis au point des méthodes de vidange des ergols résiduels (oxygène liquide (LOX), hydrogène liquide (LH₂, N₂H₄)) et de l'hélium résiduel du deuxième étage de H-I et de H-II. On a pu éviter le délestage d'appareils mécaniques au moment de la séparation du satellite et du déploiement des panneaux solaires, excepté pour certaines missions, par exemple la séparation du moteur d'apogée après usage pour le satellite météorologique géostationnaire. En vue de prévenir une destruction imprévue de l'étage supérieur de H-II dans l'espace, le système de destruction télécommandé est neutralisé immédiatement après l'injection en orbite et ses dispositifs pyrotechniques sont isolés thermiquement pour empêcher un amorçage spontané.

14. La NASA a effectué des études en vue de voir comment on peut rentabiliser l'éjection des objets de l'orbite. D'une façon générale, abaisser le périégée de l'orbite de façon que la vie orbitale ne dépasse pas vingt-cinq ans permet de protéger l'environnement. Cette manoeuvre est efficace parce que les périégées plus bas étant soumis à la traînée atmosphérique, l'apogée sort rapidement de la région de plus grand risque, et le risque encouru au cours de la dégénérescence orbitale est minimal. Pour mieux planifier les vols et gérer les missions, on se propose d'intégrer cette condition aux autres variables utilisées pour calculer les réserves nécessaires pour les performances du vol. En raison des variations des performances de vol réelles, les ergols résiduels nécessaires pour la manoeuvre ne permettent pas toujours d'effectuer la réduction voulue mais, en moyenne, l'objectif est atteint. Il est donc essentiel que tous les exploitants adoptent cette pratique en même temps, parce qu'elle n'a pas beaucoup d'effets si elle n'est pratiquée que par un seul.

15. Une grande société des Etats-Unis, responsable de la mise au point de la constellation Iridium qui comprend 66 petits satellites de communication, a inclus des mesures de réduction de la formation de débris dès les toutes premières phases de son programme. A l'origine, la mesure la plus importante était l'éjection de l'engin spatial de l'orbite après usage. A cette fin, il fallait également choisir des orbites où les collisions tant avec l'engin spatial de la société qu'avec d'autres objets étaient peu probables, tout en réduisant la formation de débris dus à l'insertion et au déploiement. Dans les versions ultérieures de ce plan, on a tenu compte des risques d'explosion et jugé indispensable que l'engin spatial puisse appliquer les techniques de réduction des débris de façon autonome. En particulier, les orbites nominales des satellites de la constellation ont été ajustées de façon à prévoir des distances de séparation supérieures à 100 km dans la région polaire (où toutes les orbites sont en intersection). En outre, grâce à la participation de divers fournisseurs, on s'est aperçu que seules les batteries nickel-hydrogène et l'hydrazine combustible représentaient des risques d'explosion, et des dispositions ont été prises pour les réduire.

16. Les dispositions prises pour la phase opérationnelle du projet Iridium prévoient un logiciel d'appui permettant de diriger (dans des conditions spécifiques) l'arrêt de l'engin spatial par épuisement des ergols et l'abaissement du périégée par différents moyens. On insiste sur la nécessité de faire sortir l'engin spatial désemparé de l'orbite opérationnelle et de le "sécuriser" contre les risques d'explosion. L'exploitant du système Iridium a approuvé le principe de l'éjection de l'orbite qui peut quelquefois entraîner l'éjection d'un engin spatial parfaitement sain s'il ne reste pas de combustible en quantité suffisante pour assurer son éjection.

17. Les différentes techniques de suppression des débris n'ont été jusqu'ici utilisées qu'à quelques occasions, par exemple la récupération par la navette spatiale américaine ou l'éjection de l'objet de l'orbite. Dans le cadre du programme spatial habité de la Fédération de Russie comme dans celui de l'ex-Union des Républiques socialistes soviétiques, la récupération des débris a été constamment pratiquée par éjection de l'orbite des véhicules d'approvisionnement Progress et des stations orbitales vieillissantes dans les zones océaniques (excepté pour Cosmos-557, Saliout-2 et les stations Saliout-7/Cosmos-1686). La plupart de ces engins spatiaux et des étages supérieurs revenant dans l'atmosphère ont été détruits par échauffement à leur rentrée. Dans quelques cas rares (Skylab, Cosmos-954 et les stations Saliout-7/Cosmos-1686), quelques éléments solides sont retournés à la surface de la Terre.

18. Selon une étude sur la réduction des débris effectuée en Chine, aucune mesure n'est nécessaire au stade de la conception pour les pièces et les éléments de satellites et d'étages de lanceurs qui ne sont pas en orbite extra-atmosphérique ou qui peuvent revenir dans l'atmosphère peu après leur entrée. Pour les pièces et les éléments mis sur orbite ayant une vie orbitale plus longue, il convient de prendre des mesures pour les rattacher à l'objet principal en vue d'éviter la création des débris supplémentaires. Toutes les fois que possible, la Chine utilise des satellites récupérables pour effectuer des expériences scientifiques dans l'espace extra-atmosphérique, ce qui permet de réduire le nombre de satellites non récupérables en orbite. On s'efforce également d'améliorer la conception, les techniques de lancement et la fiabilité des satellites et des lanceurs.

19. En vue de réduire la formation de débris spatiaux, il est systématiquement exigé, dans le cadre du programme canadien Radarsat, que tout débris solide résultant du fonctionnement d'un mécanisme de retenue ou de libération soit confiné; tous les constructeurs doivent concevoir des systèmes dans lesquels aucun débris n'est libéré par l'engin spatial pendant son déploiement en orbite.

20. Au cours de la durée de service de l'engin spatial Envisat prévue par l'Agence spatiale européenne (ESA), toute création d'objets à l'occasion des missions sera exclue. La vidange contrôlée des bacs sous pression et des ergols résiduels, la décharge des batteries et la fermeture du système d'alimentation électrique sont prévues.

III. PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'ORBITE DES SATELLITES GEOSTATIONNAIRES

21. L'Organisation internationale des télécommunications par satellite (INTELSAT) a adopté les mesures ci-après en vue de réduire la formation de débris spatiaux dans la région de l'orbite des satellites géostationnaires :

a) A la fin de leur vie opérationnelle, INTELSAT propulsera ses satellites de communication sur une orbite située à moins de 150 km au-dessus de l'orbite géostationnaire. Pour INTELSAT-VI et toutes les séries de satellites ultérieures, cette orbite se situera à 300 km;

b) INTELSAT demandera aux fabricants de satellites de ne pas utiliser de modèle d'engin spatial qui largue des éléments, en particulier dans la région de l'orbite géostationnaire. Ainsi, les enveloppes des moteurs d'appoint et les enveloppes des câbles des panneaux solaires resteront rattachées au satellite.

22. Le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord reconnaît le caractère exceptionnel de l'orbite géostationnaire et la nécessité de préserver le développement et l'exploitation de cette ressource mondiale pour l'avenir. Par conséquent, les satellites de communications géosynchrones de la famille Skynet exploités le Royaume-Uni doivent satisfaire aux conditions suivantes :

a) Tous les satellites actuellement en orbite ont suffisamment de combustible pour effectuer une manoeuvre en trois étapes pour atteindre une orbite circulaire dont l'altitude minimale se situe à 150 km au-dessus de l'orbite des satellites géostationnaires à la fin de leur durée de service;

b) Les futures séries de satellites doivent répondre à des normes de conception leur permettant d'atteindre une altitude minimale de 500 km au-dessus de l'orbite des satellites géostationnaires après une manoeuvre en trois étapes à la fin de leur vie opérationnelle.

23. Dans tous les cas, des opérations appropriées seront prévues pour rendre passifs tous les sous-systèmes énergétiques une fois le satellite placé sur une orbite de dégagement, en vue d'éliminer les risques d'explosion.

24. Les satellites géostationnaires de l'ESA dont le nom figure ci-après ont été remis sur orbite : OTS-2 (318 km au-dessus de l'orbite géostationnaire), GEOS-2 (260 km), Meteosat-2 (334 km), ECS-2 (335 km) et Olympus-1 (à la suite d'une panne, ce satellite a été laissé en orbite à 213 km en dessous de l'orbite géostationnaire).

25. De même, les satellites météorologiques de la série des satellites géostationnaires opérationnels des études de l'environnement (GOES) sont placés sur une orbite de dégagement et désactivés par leur exploitant, l'Agence nationale d'étude de l'atmosphère et des océans (NOAA) des Etats-Unis. La NOAA a pour politique de les propulser sur une orbite "supersynchrone" située au moins à 250 km au-dessus de l'orbite géostationnaire, de vidanger tous les propergols résiduels et ainsi de réduire le danger qu'ils représentent pour d'autres satellites sur l'orbite géostationnaire. Une fois la phase de propulsion ou de dégagement terminée, les satellites sont ensuite désactivés électroniquement; pour cela, on met hors service toutes les liaisons descendantes, le circuit de protection des batteries sous-tension et les sous-systèmes de télémétrie.

26. Conformément à ce qui précède, le satellite SMS-1 a été placé en orbite de dégagement à 500 km, SMS-2 à environ 245 km et GOES-4 à environ 277 km au-dessus de l'orbite géostationnaire. Les satellites GOES-1, GOES-5 et GOES-6 ont fonctionné normalement et n'ont pas été remplacés avant d'avoir vidangé leurs ergols en orbite géostationnaire. Ils ont été laissés dans cette région après avoir été désactivés. La NOAA prévoit une quantité suffisante de combustible sur les futurs satellites météorologiques opérationnels GOES pour leur permettre

d'effectuer des manoeuvres de propulsion. La série actuelle GOES I-M comprend le combustible nécessaire pour l'éjection de l'orbite en plus de la quantité requise pour une vie opérationnelle nominale de cinq ans.

27. Le nombre d'objets en orbite de transfert géostationnaire augmente, ce qui représente un danger pour les activités spatiales futures en raison de la vie orbitale prolongée de ces objets. Actuellement, le Japon s'efforce de réduire la vie orbitale du deuxième étage du lanceur H-II. Le deuxième étage (1994-056B) du deuxième vol de H-II, le 28 août 1994, a été transféré de l'orbite de transfert géostationnaire d'un apogée de 36 346 km et d'un périégée de 251 km sur une orbite d'un apogée de 32 298 km et d'un périégée de 150 km, après combustion au repos et vidange des propergols résiduels. On a observé que le deuxième étage, au 31 mars 1995, s'était fragmenté en au moins six nouveaux objets dont l'orbite s'est dégradée depuis. La NASDA a, depuis 1985, transféré des satellites géostationnaires en fin de vie sur une orbite située à au moins 150 km au-dessus de l'orbite géostationnaire; son objectif est d'atteindre 300 km.

IV. PROTECTION DES ENGINES SPATIAUX ACTIFS CONTRE LES DEBRIS

28. Des mesures ont été prises pour protéger le satellite canadien Radarsat, lancé le 4 novembre 1995, des débris spatiaux actuels. Ces mesures étaient indispensables pour éviter que, dans toute la mesure possible, Radarsat ne devienne lui-même prématurément un débris. L'environnement de débris spatiaux que devrait rencontrer Radarsat a été déterminé au moyen de la base de données de la NASA ENVIRONET. On a ensuite examiné les divers éléments du satellite pour évaluer leur vulnérabilité à l'environnement prévu. Pour cela, on a utilisé des équations d'impact en hypervélocité et soumis le matériel composant le satellite à des essais d'impact en hypervélocité au Johnson Space Center de la NASA. Si nécessaire, on a ajouté des blindages au satellite en vue de lui assurer un niveau acceptable de durabilité. Le blindage consistait notamment à ajouter du Nextel (tissu en fibre céramique) aux couvertures thermiques et des amortisseurs devant les circuits d'hydrazine et les faisceaux de fil exposés, et à renforcer l'épaisseur de certains boîtiers en vue de protéger les circuits situés à l'intérieur.

29. Le futur module de l'ESA de la station spatiale internationale sera blindé de façon à résister à l'impact de particules d'environ 1 cm.

V. RECOMMANDATIONS DE L'ACADEMIE INTERNATIONALE D'ASTRONAUTIQUE

30. L'Académie internationale d'astronautique (AIA), qui a le statut d'observateur auprès du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique, a pris l'initiative de faire effectuer une étude sur les débris orbitaux par un groupe d'experts spécial de son Comité du sauvetage en sécurité et de la qualité, dont l'objectif était d'évaluer la nécessité et l'urgence de prendre des mesures et d'indiquer les moyens de réduire les dangers représentés par les débris. Dans le rapport sur cette étude, qui a été approuvé en octobre 1993 en tant que document d'information officiel de l'AIA, il a été recommandé de prendre immédiatement les mesures ci-après (A/AC.105/570) :

- a) Ne procéder à aucune désintégration voulue d'un engin spatial produisant des débris restant longtemps sur orbite;
- b) Réduire au minimum les débris résultant des missions;
- c) Fixer des procédures de sécurisation (vidange) pour tous les corps de fusée et les engins spatiaux restant en orbite après la fin de leur mission;
- d) Choisir des paramètres d'orbite de transfert permettant d'assurer la dégénérescence orbitale rapide des étages de transfert;
- e) Transférer sur une autre orbite les satellites géostationnaires en fin de vie (en augmentant leur altitude minimale de 300 à 400 km);

f) Placer les moteurs d'apogée séparés utilisés pour les satellites géostationnaires sur une orbite de dégagement située au moins à 300 km au-dessus de l'orbite géostationnaire;

g) Placer les étages supérieurs servant à faire passer les satellites géostationnaires de l'orbite de transfert à l'orbite géostationnaire sur une orbite de dégagement située au moins à 300 km au-dessus de l'orbite géostationnaire et vidanger les propergols résiduels.