



Assemblée générale

Distr.: Générale
4 décembre 2002

Français
Original: Anglais/Russe

Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique

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

Note du Secrétariat

Table des matières

| <i>Chapitre</i> | <i>Paragraphes</i> | <i>Page</i> |
|---|--------------------|-------------|
| I. Introduction | 1-2 | 1 |
| II. Réponses reçues des États Membres | | 2 |
| Finlande | | 2 |
| Iran (République islamique d') | | 2 |
| Ukraine | | 3 |
| Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord | | 3 |

I. Introduction

1. Au paragraphe 32 de sa résolution 57/116, adoptée le 11 décembre 2002, l'Assemblée générale juge essentiel que les États Membres portent une attention accrue au problème des collisions d'objets spatiaux, y compris ceux qui utilisent des sources d'énergie nucléaires, avec des débris spatiaux, et à d'autres aspects de la question des débris spatiaux; elle demande que la recherche sur cette question se poursuive au niveau national, que les techniques de surveillance des débris spatiaux soient améliorées et que les données sur ces débris soient rassemblées et diffusées, et estime que, dans la mesure du possible, le Sous-Comité scientifique et technique devrait en être informé; enfin, elle convient que la coopération internationale est nécessaire pour élaborer des stratégies appropriées et abordables aux fins de réduire au minimum l'effet des débris spatiaux sur les futures missions spatiales.



2. À sa trente-neuvième session, le Sous-Comité scientifique et technique du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique a invité les États Membres à continuer, dans les années à venir, de remettre des rapports consacrés à la recherche nationale sur la question des débris spatiaux, à la sécurité des satellites équipés de sources d'énergie nucléaires et aux problèmes relatifs à leur collision avec des débris spatiaux (A/AC.105/786, par. 113). Dans une note verbale en date du 8 août 2002, le Secrétaire général a prié les États Membres de communiquer des informations sur les questions susmentionnées avant le 15 novembre 2002 afin qu'elles puissent être transmises au Sous-Comité scientifique et technique à sa quarantième session. La présente note récapitule les informations reçues des États Membres.

II. Réponses reçues des États Membres

Finlande

[Original: anglais]

La Finlande mène un certain nombre de travaux de recherche et d'application sur les débris spatiaux:

- a) Le détecteur de débris spatiaux DEBIE et des unités de traitement de données ont été lancés à bord du satellite PROBA en octobre 2001;
- b) Le système DEBIE effectuera par la suite des vols de caractère plus opérationnel à bord de la Station spatiale internationale;
- c) Un recensement des débris spatiaux en orbite terrestre basse a été effectué à l'aide des radars européens à diffusion incohérente EISCAT installés en Laponie (capacité de détection: à partir d'un centimètre);
- d) L'Observatoire géophysique de Sodankylä de l'Université d'Oulu a, dans le cadre d'une étude effectuée pour le compte du Centre européen d'opérations spatiales (ESOC) de l'Agence spatiale européenne, mesuré des débris spatiaux de petite taille;
- e) L'Université de Turku a effectué un recensement des débris spatiaux sur orbite géostationnaire au moyen du télescope de l'ESA installé aux îles Canaries.

Iran (République islamique d')

[Original: anglais]

Les débris spatiaux résultant des activités aérospatiales, outre qu'ils ont des effets sur l'environnement terrestre, constituent depuis quelques dizaines d'années un sérieux danger pour les engins spatiaux en orbite, les plates-formes spatiales et les astronautes qui effectuent des sorties dans l'espace sur des orbites terrestres basses. En République islamique d'Iran, la recherche sur les débris spatiaux, menée par l'équipe chargée des débris orbitaux de l'Institut de recherche aérospatiale (ARI) du Groupe de recherche sur les normes spatiales et le droit de l'espace, porte sur divers sujets tels que la catégorisation, les caractéristiques, la surveillance et les aspects juridiques des débris orbitaux. Le Groupe envisage aussi d'effectuer des

simulations mathématiques, des calculs de probabilité de collision et des analyses de risques.

Ukraine

[Original: russe]

1. L'Agence spatiale ukrainienne s'inquiète, comme d'autres, des risques que posent les débris spatiaux artificiels et considère qu'il faut de toute urgence s'employer à éliminer ceux qui se trouvent dans l'espace proche de la Terre. Consciente qu'il s'agit d'un problème mondial, l'Agence participe activement aux mesures prises par le Comité de coordination interinstitutions sur les débris spatiaux.
2. Comme le Comité l'a recommandé à sa dix-huitième session, l'Ukraine réalise une série d'études des questions relatives aux débris, dont les résultats ont été présentés à la troisième conférence européenne sur les débris spatiaux, ainsi qu'à la session ordinaire que le Comité a tenue en mars 2001.
3. Il est envisagé de prendre des mesures destinées à empêcher la production de débris dans l'espace proche de la Terre par des lanceurs actuellement utilisés ou en cours de modernisation ou de conception en Ukraine, notamment les engins suivants: Zénith-2, Zénith-3SL, Dniepr-1, Dniepr-M, Cyclone-3 et Cyclone-4M.

Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord

[Original: anglais]

I. Introduction

1. L'intérêt que ne cesse de porter le Centre spatial britannique (BNSC) à la question des débris spatiaux ressort de son rapport sur la *stratégie spatiale du Royaume-Uni (1999-2002)*. L'un de ses principaux objectifs consiste à assurer la coordination avec d'autres organismes qui s'intéressent également aux risques que posent ces débris. Ainsi, il coordonne les activités menées au Royaume-Uni par l'intermédiaire du Groupe britannique de coordination sur les débris spatiaux et veille à ce qu'elles soient harmonisées avec celles menées par l'Agence spatiale européenne (ESA) et ses États membres, par l'intermédiaire du groupe de coordination de cette agence. Par ailleurs, le BNSC s'emploie activement, dans le cadre du Comité de coordination interinstitutions sur les débris spatiaux, dont il est membre, à obtenir un accord international sur diverses questions en la matière. Il contribue également au programme de travail du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique dans ce domaine.
2. Des réunions nationales permettent de coordonner tous les travaux de recherche sur les débris spatiaux menés au Royaume-Uni. Elles sont l'occasion, pour les chercheurs, d'échanger des informations et des idées et, chaque fois que possible, de favoriser la coopération. Le Groupe britannique de coordination sur les débris spatiaux s'est réuni à deux reprises au cours des douze derniers mois: en novembre 2001 et en septembre 2002. La plupart des grandes équipes de recherche, tant du secteur industriel que des établissements universitaires britanniques y ont pris part, notamment Astrium Ltd., le groupe sur le géomagnétisme du British

Geological Survey, Century Dynamics, le Ministère de la défense, Observatory Sciences Ltd., l'Open University, l'université Oxford Brookes, QinetiQ Ltd., Surrey Satellite Technology Ltd., l'University College de Londres et les universités de Cranfield et de Southampton.

3. Dans le cadre de l'ESA, la coordination des activités relatives aux débris spatiaux est désormais assurée par un réseau regroupant des centres qui s'occupent de cette question – l'Agence spatiale italienne (ASI), le BNSC, le Centre national d'études spatiales français (CNES) et l'Agence aérospatiale allemande (DLR) – la participation étant ouverte à tous les membres de l'ESA actifs dans ce domaine.

4. Le Comité de coordination interinstitutions sur les débris spatiaux est une instance internationale de coopération sur tous les aspects du problème. Il s'efforce en particulier de s'accorder à recommander des mesures de réduction des débris fondées sur une analyse technique approfondie. Au cours de l'année écoulée, le Royaume-Uni a participé à la vingtième réunion du Comité, qui s'est tenue sous les auspices du BNSC à l'université du Surrey en avril 2002. La vingt et unième réunion du Comité se tiendra en mars 2003 au siège de l'Organisation indienne de recherche spatiale (ISRO) à Bangalore (Inde).

5. Le Royaume-Uni dispose de moyens particulièrement importants en matière de recherche sur les débris spatiaux, auxquels le BNSC fait régulièrement appel pour obtenir un appui et des conseils techniques objectifs. Au cours de l'année écoulée, divers organismes britanniques ont effectué des travaux de recherche-développement, comme indiqué ci-après.

II. Observation et mesure des débris

A. Campagne d'observation des débris

6. Le Ministère de la défense, avec le concours de la société Observatory Sciences Ltd., a participé à la campagne de recherche des débris que le Comité de coordination interinstitutions sur les débris spatiaux a organisée en 2001-2002. Il s'agissait de mener une enquête et de réaliser une étude sur l'opportunité de conduire des opérations simultanées de recherche des débris au moyen de télescopes situés en divers endroits. Les travaux ont porté essentiellement sur les orbites dans l'espace lointain et l'orbite géostationnaire à l'aide du réseau de télescopes à système imageur métrique passif (PIMS). L'orbite des objets ainsi détectés a été communiquée au coordonnateur de la campagne. L'étude a révélé que l'exploitation de la parallaxe lors d'observations faites au moyen de télescopes géographiquement dispersés améliore considérablement la précision des orbites calculées à partir de la visualisation brève de débris (situation classique dans le cadre des enquêtes); elle a contribué de plus à l'établissement d'un catalogue détaillé des débris sur orbite dans l'espace lointain ou sur orbite géostationnaire.

B. Détecteur standard des impacts in situ DEBIE

7. Le lancement, à la fin 2001, du détecteur DEBIE, mis au point conjointement par l'Open University, l'ESA et la société Finavitec, a permis d'étudier les microparticules sur l'orbite polaire. Deux détecteurs ont été commandés pour le satellite PROBA et l'Open University a entamé l'analyse des données. D'autres travaux ont été confiés, par l'intermédiaire d'Unispace Kent, à la société allemande eta_max, dans le cadre d'un marché conclu avec l'ESA. Il sera procédé à la

caractérisation de la réaction des capteurs de sorte à mieux relier les données aux paramètres sur les particules et donc à perfectionner les modèles du milieu spatial.

C. Laboratoires d'essai des impacts à hypervitesse

8. Un nouveau canon à gaz léger à deux temps est en cours d'assemblage depuis l'achèvement des travaux d'installation d'un laboratoire d'essai des impacts à hypervitesse à l'Open University. Il s'agit de lancer des projectiles de l'ordre du millimètre à des vitesses correspondant à celles des débris spatiaux, de sorte à étudier la réaction des capteurs et à évaluer les dégâts que peuvent causer des débris. Les tirs peuvent se faire en modes horizontal et vertical, ce qui convient pour les régolites et les cibles fluides. Ce laboratoire vient s'ajouter à l'installation d'essai sur les microparticules dans le laboratoire où se trouve désormais l'ancien accélérateur Van de Graaf de l'université du Kent, qui est en cours de rénovation et de remise en service. Un deuxième accélérateur de ce type avait été utilisé pour simuler l'impact des météorites sur les détecteurs de microdébris tels que Cassini; une fois remis en service, cet accélérateur sera exploité pour simuler des signaux anormaux détectés par le détecteur d'impacts en orbite géostationnaire GORID monté sur EXPRESS II. Les signaux détectés pourraient être l'indice d'un milieu à forte concentration de particules et de flux poussiéreux en rapport avec le lancement d'engins.

D. Différentiation des météorites et des débris

9. Au cours des dernières années, plusieurs objets récupérés qui avaient été exposés à des orbites terrestres basses ont été examinés en collaboration avec l'université Oxford Brookes, l'objet étant d'étudier les effets des impacts à hypervitesse et de caractériser de façon plus approfondie les populations de microparticules. On a ainsi procédé à la première étude approfondie d'un isolant composite en fibre de verre et polymère exposé sur la station Mir. Par ailleurs, ces deux instituts ont participé aux travaux de recherche-développement d'un capteur de particules passif qui soit économique et réutilisable, ainsi qu'à l'analyse de surfaces exposées en laboratoire à des impacts semblables à ceux que pourrait subir le télescope XMM-Newton à rayons X. De plus, des études récemment menées en collaboration avec l'Imperial College of Science, Technology and Medicine ont porté sur les nouvelles méthodes d'analyse permettant de mieux différencier et interpréter les fragments préservés de projectiles résultant de collisions à hypervitesse. Tout au long des 12 mois écoulés, la participation à des réunions nationales et internationales destinées à diffuser au niveau mondial les connaissances en matière de débris spatiaux a été active.

III. Modélisation du milieu où évoluent les débris

10. La modélisation du milieu où évoluent les débris, son évolution à long terme et les risques qui peuvent en résulter pour les systèmes spatiaux futurs demeure l'une des principales activités des chercheurs britanniques en la matière. Les effets du lancement permanent de nouveaux engins dans l'espace proche de la Terre, et les conséquences pour ce milieu font aussi l'objet d'importants travaux de recherche.

A. *Contribution au Groupe de travail du Comité de coordination interinstitutions sur les débris spatiaux sur le milieu et les bases de données*

11. La société QinetiQ continue d'assurer, pour le compte du BNSC, la participation active du Royaume-Uni au Groupe de travail du Comité de coordination interinstitutions sur les débris spatiaux sur le milieu et les bases de données. C'est ainsi que le Royaume-Uni a assumé la présidence du Groupe de travail lors de la vingtième réunion du Comité et a contribué, par d'importantes communications, aux études internationales sur l'évacuation de systèmes spatiaux en orbite terrestre basse une fois leur mission terminée et sur les débris issus de petits satellites. Ces études ont permis de s'accorder sur la durée de vie d'objets en orbite terrestre basse après la fin d'une mission, ainsi que sur l'impact à long terme d'essaims de petits satellites sur le milieu spatial.

B. *Perfectionnement du modèle MASTER de l'Agence spatiale européenne*

12. QinetiQ s'est employé à perfectionner le modèle DELTA d'évolution à long terme des débris spatiaux, mis au point par l'ESA dans le cadre du développement du modèle MASTER. Le modèle DELTA permet de prévoir, dans le cadre de MASTER, ce que sera la population de débris dans l'avenir selon divers scénarios de lancement d'engins spatiaux. L'exploitation de ces prévisions confère au modèle MASTER la possibilité d'évaluer l'évolution probable des risques d'impact pour toute mission lancée dans les 50 années à venir, selon la configuration donnée par l'utilisateur. Au cours de ce projet, QinetiQ a obtenu de grandes avancées concernant la fidélité et la précision du modèle DELTA, la plus importante ayant trait à l'extension aux orbites moyennes et à l'orbite géostationnaire du modèle quadridimensionnel à haute résolution du flux de débris en orbite basse. De même, on a intégré les éjectas de propulseurs à poudre – qui constituent une source de débris – et l'on a actualisé en fonction des connaissances les plus récentes et les plus fiables le modèle de désintégration des satellites. Cette actualisation a permis d'améliorer la comparaison des projections DELTA concernant la population de débris sur le long terme avec celles obtenues à partir d'autres modèles.

C. *Modélisation des débris sur l'orbite géostationnaire*

13. Au cours de la période 2001-2002, QinetiQ s'est particulièrement intéressé au milieu où évoluent les débris en orbite géostationnaire. Un outil logiciel a été développé pour contribuer à l'enregistrement de tous les satellites géostationnaires britanniques, conformément aux dispositions de la loi britannique sur les activités spatiales de 1986, et qui permet d'évaluer les risques de collision posés par ces satellites, et donc de procéder à l'évaluation du risque de responsabilité. Une équipe internationale regroupant QinetiQ, ESYS, OHB-System et Dutch Space s'est vue adjudger un marché avec l'ESA afin d'étudier la possibilité, pour une entreprise commerciale comme pour un organisme public, d'utiliser des engins équipés de robots afin de récupérer des objets dangereux se trouvant sur l'orbite géostationnaire. Ce projet, baptisé ROGER (restaurateur robotique de l'orbite géostationnaire), prévoit l'analyse des caractéristiques d'utilisation et d'occupation de cette orbite et comporte un logiciel d'évaluation de l'impact des futurs lancements de satellites géostationnaires. Dans le cadre de ce projet, on a également réalisé une étude préliminaire sur l'opportunité d'observer par télescope spatial les débris, peu nombreux, qui évoluent sur cette orbite. Le modèle IDES du Ministère

britannique de la défense a été soumis, après son récent perfectionnement, à des opérations d'essai et de validation, en collaboration avec l'université de Southampton; il a de plus été utilisé pour étudier l'évolution sur le long terme du milieu où évoluent les débris en orbite terrestre.

14. Au cours de l'année écoulée, l'université de Southampton a poursuivi le développement de son modèle à long terme du milieu des débris spatiaux, baptisé DAMAGE (architecture d'analyse et de surveillance des débris en milieu géosynchrone) sous les auspices du Conseil de la recherche en ingénierie et en sciences physiques (EPSRC). Certains des éléments fondamentaux de ce modèle ont été finalisés et validés, parmi lesquels un propagateur orbital semi-analytique, un modèle de désintégration et des modèles d'événements futurs concernant les explosions et les lancements. De plus, on s'emploie à définir un algorithme efficace et précis d'évaluation des risques de collision. Les prévisions pour le présent et l'avenir au moyen du modèle DAMAGE devraient être disponibles au cours de l'année prochaine.

15. Au cours de la période à l'étude, l'université de Southampton a poursuivi le développement d'un propagateur de nuages de débris de type nouveau, destiné à accélérer fortement la propagation de ces nuages sur orbite terrestre haute, et en particulier sur l'orbite géostationnaire. Ce propagateur, baptisé FCP (propagateur rapide de nuages), propage les nuages de débris en un seul bloc, alors qu'ils sont normalement propagés en fragments ou pseudo-fragments cumulés. La méthode FCP recrée le nuage de façon précise en fonction d'un certain nombre de scénarios de désintégration, modélisés au moyen de modèles de désintégration courants. Elle peut s'appliquer à de très nombreuses variétés d'orbites et a été testée pour une période de propagation allant jusqu'à 100 ans. Son efficacité computationnelle augmente avec le nombre de fragments propagés aussi bien qu'avec le temps de propagation. L'augmentation de la vitesse pour la propagation sur 100 ans d'un nuage de débris engendré par un impact à faible vitesse en orbite géostationnaire (soit environ 6 000 fragments) est normalement d'environ 75 fois supérieure à celle d'un propagateur classique. On s'emploie actuellement à améliorer la vitesse et la précision de ce modèle. Les résultats obtenus ont été présentés au deuxième Congrès mondial de l'espace qui s'est déroulé à Houston (États-Unis) en octobre 2002.

D. Modélisation de l'interaction entre les lances spatiales et les débris

16. L'université de Southampton a entamé l'an dernier des travaux de recherche sur les lances spatiales et leur interaction avec les débris. Il s'agissait essentiellement d'élaborer un nouveau programme d'évaluation des risques concernant les lances, baptisé TRAP, afin d'étudier l'interaction entre ces câbles et le milieu auto-induit des débris. Ce modèle fait appel à la dynamique probabiliste des continuums qui permet de déterminer avec précision les probabilités de collision et de rupture des filins spatiaux. Ces travaux ont également été présentés au deuxième Congrès mondial de l'espace qui s'est déroulé à Houston (États-Unis) en octobre 2002.

IV. Protection des engins spatiaux contre les débris, évaluation des risques et évitement des collisions

17. Le Royaume-Uni est également très actif pour ce qui est de la recherche sur l'évaluation des risques d'impact à hypervitesse de débris sur des engins spatiaux et les moyens de protéger les engins de ces impacts.

A. Contribution au Groupe de travail du Comité de coordination interinstitutions sur les débris spatiaux sur la protection des engins spatiaux

18. La société QinetiQ continue d'assurer, pour le compte du BNSC, la participation active du Royaume-Uni au Groupe de travail du Comité de coordination interinstitutions sur la protection des engins spatiaux. C'est ainsi que le Royaume-Uni assumera la présidence du Groupe de travail au cours des deux prochaines années, qui verront se dérouler les vingt et unième et vingt-deuxième réunions du Comité. Le Groupe de travail s'emploie notamment à publier un manuel de protection des engins spatiaux, qui comportera des renseignements d'ordre technique ainsi que des directives concernant l'évaluation des risques que posent les débris spatiaux et la protection contre ces risques. Le Président du Groupe est à la tête des activités dans ce domaine.

B. Modélisation de la capacité de survie des satellites

19. QinetiQ continue d'exploiter le logiciel SHIELD pour évaluer la capacité de survie d'engins spatiaux non habités dans le milieu où évoluent les débris, et de recommander des stratégies appropriées de protection offrant un bon rapport coût-efficacité. Elle a en particulier effectué des simulations en vue de quantifier les risques d'impact, de pénétration et de défaillance liés aux débris à l'aide d'un modèle tridimensionnel représentatif du satellite MetOp devant être lancé en 2005. Cette évaluation a permis de recenser les éléments de ce satellite qui seraient les plus vulnérables, et donc de déterminer en quels points il convenait de renforcer la protection.

20. L'efficacité du logiciel SHIELD est entravée par le degré de précision de son algorithme d'évaluation des dégâts, affecté par le manque de données général sur la question. On compte toutefois que ceci pourra être réglé dans le cadre de la participation de QinetiQ à un marché que l'ESA a récemment adjudgé à l'Institut allemand Ernst Mach. Il s'agit là de caractériser le comportement d'équipements spatiaux classiques soumis aux impacts causés par les débris et les météorites. Des essais approfondis seront réalisés, à partir desquels seront dérivées des équations relatives aux dégâts, qui seront intégrées au logiciel SHIELD. Ce dernier pourra de la sorte évaluer de façon plus précise la capacité de survie d'un satellite ordinaire en orbite basse.

C. Simulation numérique d'impacts à hypervitesse

21. La société Century Dynamics continue de vendre et d'assurer le soutien technique de l'hydrocode AUTODYN au niveau mondial. Parmi les clients qui exploitent ce logiciel pour des travaux de recherche sur les débris spatiaux figurent la National Aeronautics and Space Administration des États-Unis (NASA), l'ESA, l'Agence japonaise de développement spatial, la société Alenia, le groupe EADS et l'Institut FhG-EMI. Une importante étude réalisée pour le compte de l'ESA et

d'Alenia a été menée à bien l'an dernier, qui a permis, au moyen de ce logiciel, de valider la limite balistique du blindage de la navette Columbus.

22. De nouveaux travaux de recherche ont été entamés pour le compte de l'ESA, qui visent à perfectionner les modèles pour matériaux composites aux fins de la modélisation des impacts à hypervitesse. Century Dynamics réalise par ailleurs, au moyen du logiciel AUTODYN, trois études pour le compte de l'ESA, du BNSC et de la société Astrium, qui concernent respectivement les impacts sur les structures satellitaires de type alvéolaire, les impacts sur le carbone (structures satellitaires à base de plastique renforcé de fibres de carbone) et les impacts à angle très oblique (85° et 89°) sur les panneaux de verre du télescope XMM-Newton.

23. Century Dynamics a par ailleurs aidé l'University College de Londres à mener à l'aide d'AUTODYN des travaux de recherche sur les effets des impacts d'astéroïdes sur la Terre.

D. Impacts à hypervitesse sur les matériaux

24. La société Astrium étudie la façon dont les matériaux utilisés pour les équipements spatiaux réagissent aux impacts à hypervitesse et a notamment conçu un bouclier inhabité. Les travaux sont menés en coopération avec Century Dynamics, l'université du Kent, l'université de Cambridge, l'Open University, l'université Oxford Brookes et l'université de Cranfield.

25. L'université du Kent continue d'exploiter son canon à gaz léger, qui peut désormais envoyer des projectiles à des vitesses atteignant 7,5 km/s. Les travaux de recherche portent sur la pénétration à hypervitesse de pellicules métalliques fines et sur la dissémination des matériaux qui en résulte sous forme de nuage à l'arrière de la cible.

E. Risques de collision et évitement des collisions

26. La société Astrium modélise par ailleurs les risques de collision et l'évitement des collisions concernant les satellites en orbite basse, en orbite géostationnaire et en orbite de transfert géostationnaire, ainsi qu'en orbite héliosynchrone.

V. Réduction des débris

A. Mise à jour du Manuel de réduction des débris spatiaux de l'Agence spatiale européenne

27. Parmi les principaux travaux menés par QinetiQ en matière de débris spatiaux au cours de la période à l'étude figure l'élaboration de la deuxième édition du Manuel de réduction des débris spatiaux de l'ESA, en collaboration avec l'ESOC et la société allemande eta_max. QinetiQ a en particulier contribué de manière appréciable à actualiser les chapitres relatifs à l'évolution future du milieu où évoluent les débris, à l'efficacité, sur le long terme, des mesures de réduction des débris, à la prévision sur le long terme des risques de collision pour les missions spatiales, à la révision des normes et directives en matière de réduction des débris, à la désorbitation une fois la mission achevée et à la protection des engins spatiaux. De nombreux travaux de recherche sur l'évolution à long terme du milieu des débris en orbite basse et en orbite géostationnaire ont été réalisés à l'aide du modèle DELTA mis au point par l'ESA. Les analyses y relatives ont permis de définir un

ensemble solidement charpenté et économique de mesures de réduction des débris en orbite basse, et d'évaluer les directives du Comité de coordination interinstitutions sur les débris spatiaux concernant la resatellisation des systèmes spatiaux au-dessus de l'orbite géostationnaire. La sensibilité des projections à long terme aux modifications apportées aux hypothèses de modélisation a également fait l'objet de recherches. Toutes ces questions devaient faire l'objet de communications à la trente-quatrième Assemblée scientifique du COSPAR et au deuxième Congrès mondial de l'espace qui s'est déroulé en octobre 2002.

B. Directives et normes de réduction des débris

28. Le Comité de coordination interinstitutions sur les débris spatiaux s'est employé au cours de l'année écoulée à établir des directives relatives à la réduction des débris, avec la participation active de QinetiQ et du BNSC, qui les présenteront à la quarantième session du Sous-Comité scientifique et technique.

29. Le BNSC est aussi l'un des principaux acteurs de la formulation des normes européennes en matière de réduction des débris spatiaux. Y ont également participé au cours de l'année écoulée, les sociétés QinetiQ, Astrium et Surrey Satellite Technology Ltd., ce qui a permis de prendre en compte les vues du secteur privé sur la question. Cette étude ayant dans l'ensemble reçu l'agrément des agences spatiales européennes, les travaux seront désormais axés sur les besoins du secteur privé et les prescriptions des organismes de normalisation européens et internationaux.

30. Enfin, les travaux d'Astrium en matière de réduction des débris ont porté essentiellement sur la définition d'un ensemble de normes d'application techniques.