



# Assemblée générale

Distr. générale  
21 novembre 2012  
Français  
Original: anglais

Comité des utilisations pacifiques  
de l'espace extra-atmosphérique

## **Rapport du Colloque ONU/Japon sur les nanosatellites: "Changement de paradigme — nouvelle architecture, nouvelles technologies et nouveaux acteurs"**

(Nagoya, Japon, 10-13 octobre 2012)

### **I. Introduction**

1. Le Colloque ONU/Japon sur les nanosatellites, qui avait pour thème "Changement de paradigme – nouvelle architecture, nouvelles technologies et nouveaux acteurs", était le premier d'une série de colloques internationaux sur le développement des techniques spatiales fondamentales qui doivent se tenir dans les régions desservies par les commissions économiques de l'ONU pour l'Afrique, l'Asie et le Pacifique, l'Amérique latine et les Caraïbes, et l'Asie occidentale. Il s'inscrivait dans le prolongement d'une série de trois colloques ONU/Autriche/Agence spatiale européenne (ESA) sur les programmes de petits satellites qui ont eu lieu à Graz (Autriche) entre 2009 et 2011. Ces colloques font partie de l'Initiative sur les technologies spatiales fondamentales, lancée dans le cadre du Programme des Nations Unies pour les applications des techniques spatiales, qui vise à renforcer les capacités en matière de technologies spatiales fondamentales et à promouvoir l'emploi de ces dernières et de leurs applications aux fins des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique et du développement durable (voir [www.unoosa.org/oosa/en/SAP/bsti/index.html](http://www.unoosa.org/oosa/en/SAP/bsti/index.html)).

2. Le Colloque a été organisé par le Bureau des affaires spatiales du Secrétariat et l'Université de Tokyo au nom du Gouvernement japonais, avec l'appui du University Space Engineering Consortium (Consortium universitaire d'ingénierie spatiale – UNISEC), du Bureau du Conseil des ministres du Japon, du Ministère des affaires intérieures et des communications, du Ministère des affaires étrangères, du Ministère de l'éducation, de la culture, des sports et des sciences et des techniques, et du Ministère de l'économie, du commerce et de l'industrie, des autorités préfectorales d'Aichi, de la ville de Nagoya et du centre des conférences et des visiteurs de Nagoya. Il a également bénéficié des contributions de l'Académie internationale d'astronautique (AIA), de Mitsubishi Heavy Industries Ltd., de

V.12-57603 (F)



Merci de recycler 

Suntory Holdings Limited et de l'Association pour la recherche sur les technologies concernant les systèmes spatiaux de prochaine génération.

3. Le présent rapport décrit le contexte, les objectifs et le programme du Colloque, fait la synthèse des présentations faites pendant les séances thématiques, des exposés spéciaux et des tables rondes, et présente les recommandations et observations formulées par les participants. Établi en application de la résolution 66/71 de l'Assemblée générale, il complète les rapports des trois colloques ONU/Autriche/Agence spatiale européenne (ESA) sur les programmes de petits satellites tenus entre 2009 et 2011 (A/AC.105/966, A/AC.105/983 et A/AC.105/1005).

## **A. Contexte et objectifs**

4. Depuis la troisième Conférence des Nations Unies sur l'exploration et les utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique (UNISPACE III), tenue à Vienne du 19 au 30 juillet 1999, des progrès considérables ont été faits dans l'utilisation opérationnelle des techniques spatiales et de leurs applications. Grâce aux avancées réalisées dans plusieurs domaines technologiques au cours de la décennie passée, les applications spatiales sont devenues plus accessibles et plus abordables, ce qui permet à un nombre de plus en plus grand d'utilisateurs, dans un nombre croissant de pays, de tirer bénéfice des activités spatiales. Les objets spatiaux tels que les satellites de télécommunications, d'observation de la Terre et de navigation, trouvent de nombreuses applications et sont de plus en plus intégrés dans les infrastructures publiques, contribuant ainsi à la définition de politiques et à la prise de décisions favorables au développement durable en vue d'améliorer la vie de tous.

5. Des nanosatellites et des petits satellites de plus en plus performants peuvent désormais être développés avec une infrastructure et à un coût qui les mettent à la portée technique et financière d'organisations telles que les établissements universitaires et les centres de recherche qui n'ont que des budgets limités à consacrer aux activités spatiales. Les nombreux avantages qui peuvent être tirés de telles activités ont suscité un intérêt accru en faveur de la mise en place de capacités de base pour le développement de techniques spatiales, y compris dans les pays en développement et dans ceux qui, antérieurement, n'étaient que simples utilisateurs des applications spatiales.

6. L'accélération des progrès technologiques, en particulier dans le développement des satellites pesant entre 1 et 50 kilogrammes, et la croissance rapide du nombre d'acteurs dans ce domaine ont conduit au lancement, en 2009, de l'Initiative sur les technologies spatiales fondamentales, dans le cadre du Programme des Nations Unies pour les applications des techniques spatiales, conformément au mandat qui lui a été donné de favoriser, dans toute la mesure possible, la croissance de "noyaux" de techniciens autochtones et d'une base technique autonome pour ce qui est des techniques spatiales dans les pays en développement, avec la coopération d'autres organismes des Nations Unies ou avec des États Membres (résolution 37/90 de l'Assemblée générale). Ladite Initiative a pour vocation d'appuyer le renforcement des capacités dans le domaine des techniques spatiales fondamentales, en mettant initialement l'accent sur le

développement de nanosatellites et de petits satellites et leurs applications dans des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique propices au développement durable, et en particulier d'examiner dans quelle mesure ceux-ci contribuent à la réalisation des objectifs internationalement convenus en matière de développement, notamment ceux qui sont énoncés dans la Déclaration du Millénaire (résolution 55/2 de l'Assemblée générale) ainsi que ceux fixés dans le Plan de mise en œuvre du Sommet mondial pour le développement durable<sup>1</sup> et dans la Déclaration de Johannesburg sur le développement durable<sup>2</sup>.

7. L'Initiative sur les technologies spatiales fondamentales a commencé par l'organisation de trois colloques ONU/Autriche/Agence spatiale européenne (ESA) sur les programmes de petits satellites, tenus en 2009, 2010 et 2011. Le premier Colloque était consacré à des questions générales concernant le renforcement des capacités dans le domaine du développement des techniques spatiales et les activités liées au développement de petits satellites. Le deuxième a porté sur les charges utiles pour les programmes de petits satellites. Le troisième a eu pour thème les questions techniques, réglementaires et juridiques et les questions liées à la gestion que soulève la mise en œuvre de programmes de petits satellites. Le Colloque qui fait l'objet du présent rapport avait pour objectifs:

- a) D'examiner les derniers développements techniques et les approches les plus récentes en matière de gestion de programmes et d'ingénierie des systèmes;
- b) D'examiner le rôle des nanosatellites dans l'éducation spatiale et de lancer la mise au point d'un programme d'études de l'ONU en ingénierie spatiale;
- c) De fournir des informations sur l'état des récents débats relatifs aux aspects juridiques et réglementaires des activités concernant les nanosatellites;
- d) De servir de forum de discussion et d'échange pour encourager la coopération entre les participants au Colloque.

## B. Participation

8. Les participants au Colloque ont été choisis en fonction de leurs qualifications universitaires et de leur expérience professionnelle pratique du développement des technologies spatiales, ou de leur participation à la planification et à la réalisation de programmes de petits satellites dans le cadre d'organismes gouvernementaux, d'agences internationales ou nationales, d'organisations non gouvernementales, d'institutions universitaires ou de recherche, ou d'entreprises du secteur privé.

9. Le Colloque a réuni 290 spécialistes de l'espace participant à des programmes de nanosatellites et de petits satellites menés par des organismes gouvernementaux, des universités ou autres entités universitaires et le secteur privé. Ces spécialistes étaient originaires des 43 pays suivants: Afrique du Sud, Allemagne, Angola, Arménie, Australie, Autriche, Brésil, Bulgarie, Canada, Chili, Chine, Égypte, Équateur, États-Unis d'Amérique, Finlande, France, Ghana, Grèce, Inde, Indonésie,

<sup>1</sup> *Rapport du Sommet mondial pour le développement durable, Johannesburg (Afrique du Sud), 26 août-4 septembre 2002* (publication des Nations Unies, numéro de vente: F.03.II.A.1), chap. I, résolution 2, annexe.

<sup>2</sup> *Ibid.*, chap. I, résolution 1, annexe.

Italie, Japon, Kenya, Lituanie, Mexique, Mongolie, Nigéria, Oman, Pakistan, Pays-Bas, Philippines, République de Corée, République tchèque, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, Singapour, Soudan, Suède, Suisse, Thaïlande, Tunisie, Turquie, Uruguay et Viet Nam.

10. Des représentants du Bureau des affaires spatiales du Secrétariat, de l'Union internationale des télécommunications (UIT) et de l'AIA ont également participé au Colloque.

11. Les fonds alloués par l'Organisation des Nations Unies et les coorganisateur ont servi à couvrir les frais de voyage par avion, les indemnités journalières de subsistance et les frais d'hébergement de 33 participants. Pour justifier de leurs qualifications, tous les participants demandant une prise en charge partielle ou totale de leur participation étaient tenus de soumettre un résumé conforme aux modalités de l'appel à communications pour le Colloque. Les coorganisateur ont également pris à leur charge les frais de mise à disposition des locaux, de transport des participants et d'organisation sur place.

### **C. Programme**

12. Le programme du Colloque avait été mis au point par le Bureau des affaires spatiales et l'Université de Tokyo, en coopération avec le comité du programme, formé de représentants d'agences spatiales nationales, d'organisations internationales et d'établissements d'enseignement. Un comité honoraire et un comité local d'organisation ont également contribué au bon déroulement du Colloque.

13. Le programme comprenait la séance d'ouverture, les dernières communications du deuxième Concours d'idées de mission, cinq séances techniques, trois tables rondes, deux exposés spéciaux, une séance de présentation d'affiches, une séance consacrée au lancement de la mise au point d'un programme d'études en ingénierie spatiale et des débats sur les recommandations et observations formulées suivis par les remarques de clôture des coorganisateur.

14. La séance de présentation d'affiches a permis de découvrir 61 affiches sur de nombreux sujets concernant le développement des nanosatellites.

15. Les présidents et coprésidents désignés pour chacune des cinq séances techniques et des trois tables rondes ont communiqué leurs commentaires et remarques en vue de l'établissement du présent rapport. Le programme détaillé, les informations utiles à savoir et l'intégralité de la documentation relative aux présentations faites au cours du Colloque sont disponibles sur le site spécial consacré au Colloque, à l'adresse: [www.nanosat.jp](http://www.nanosat.jp).

16. Les participants au Colloque ont également été invités à visiter le Salon aérospatial international 2012 du Japon, qui s'est tenu à Nagoya du 9 au 14 octobre 2012 ([www.japanaerospace.jp](http://www.japanaerospace.jp)).

## **II. Synthèse du programme du Colloque**

### **A. Séance d'ouverture**

17. À la séance d'ouverture, des déclarations liminaires ont été prononcées par les représentants de l'Université de Tokyo et du Ministère japonais de l'éducation, de la culture, des sports et des sciences et des techniques, ainsi que par le Président du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique. Un représentant du Bureau des affaires spatiales a présenté les progrès accomplis dans le cadre de l'Initiative sur les technologies spatiales fondamentales et passé en revue les points saillants, les objectifs et les résultats escomptés ainsi que la suite à donner au Colloque.

### **B. Concours d'idées de mission**

18. Organisés par l'UNISEC et parrainés par l'Université de Tokyo, les concours d'idées de mission ont pour objectif d'encourager l'exploitation innovante des microsattellites et des nanosattellites afin de fournir des capacités, des services ou des données utiles et de contribuer au renforcement des capacités en sciences, applications et ingénierie spatiales. La première édition a attiré des participants de 24 pays et s'est terminée en mars 2011. En août 2011, dans le cadre de la deuxième édition, un appel international à communications a été lancé pour des idées de mission sur des nanosattellites de moins de 50 kg, présentées en deux catégories, à savoir "Idée de mission et conception d'un satellite" et "Idée de mission et modèle commercial".

19. Le concours a été organisé en collaboration avec le Bureau des affaires spatiales et l'AIA, avec l'appui de la Gesellschaft zur Förderung des akademischen Nachwuchses, d'Analytical Graphics Inc., de Princeton Satellite Systems, de Teaching Science and Technology Inc., d'une équipe internationale d'évaluation et de coordonnateurs régionaux de 33 pays. Des séminaires régionaux de promotion du concours ont été organisés dans les pays suivants entre novembre 2011 et avril 2012: Allemagne, Arabie saoudite, Belgique, Brésil, Bulgarie, Espagne, Ghana, Guatemala, Japon, Kenya, Lituanie, Mexique, Namibie, Nigéria, Pérou, Singapour, Tunisie, Turquie, Venezuela (République bolivarienne du). Au total, 72 idées de mission venant de 31 pays ont été reçues.

20. Les finalistes et les demi-finalistes ont présenté leurs idées pendant la séance consacrée au Concours. Chaque projet a été évalué selon des critères déterminés, après quoi l'équipe internationale d'évaluation a sélectionné les lauréats des deux catégories. De plus amples renseignements concernant les idées de mission et les résultats sont disponibles sur le site du concours, à l'adresse: [www.spacemic.net](http://www.spacemic.net). Une troisième édition du concours est prévue dans un avenir proche.

### **C. Séances techniques**

21. Des séances techniques ont été organisées sur les thèmes suivants: a) architectures et technologies satellitaires; b) innovation dans le processus de développement des satellites; c) utilisation et application des microsattellites et des

nanosatellites; d) questions de normalisation et de réglementation; et e) stratégies de renforcement des capacités. Les communications présentées pendant les séances avaient été sélectionnées après examen de tous les résumés reçus à la suite de l'appel à communications lancé pour le Colloque. Les points saillants et les principaux sujets de débats soulevés pendant les séances sont résumés ci-après.

## **1. Architecture et technologies satellitaires**

22. Durant cette séance, les participants ont examiné des activités de recherche sur les technologies et les plans de mission des petits satellites. Plus de 30 communications avaient été soumises, la plupart portant sur l'architecture et la technologie de développement des logiciels, deux thèmes considérés comme particulièrement importants pour réduire les coûts de mise en place des missions sans en compromettre la fiabilité.

23. Les composants de logiciels ouverts utilisés pour le contrôle de vol embarqués et les architectures de détection automatique composées de modules séparés connectés par des interfaces standard font l'objet de recherches croissantes et sont de plus en plus mis en œuvre par les constructeurs de petits satellites. De nouveaux concepts intéressants ces domaines ont été présentés par l'Université des sciences de Tokyo et par l'OpenCube Initiative (Allemagne).

24. Une stratégie de vérification de logiciels (simulations à modèle inclus dans la boucle (MIL), à logiciel inclus dans la boucle (SIL) et à matériel inclus dans la boucle (HIL)) destinée aux logiciels de contrôle d'attitude des petits satellites a été présentée par l'Université japonaise de Wakayama.

25. Une technique d'optique adaptative à haute vitesse appelée "High-Speed, Multispectral, Adaptive-resolution Stereographic CubeSat Imaging Constellation", qui sera mise en œuvre à l'occasion d'une prochaine mission de déploiement de trois CubeSat, a été présentée par l'Université de Stanford. Lors d'essais terrestres, des gains en résolution angulaire, d'un ordre de grandeur dépassant les limites de diffraction des appareils optiques utilisés, ont été réutilisés.

26. L'Institut lituanien des sciences et technologies spatiales a présenté une méthode unique de contrôle de l'attitude fondée sur l'utilisation de dispositifs piézoélectriques pour le contrôle des réactions dans un CubeSat. Il reste à répondre à la nécessité de disposer à son bord d'une forte puissance électrique. La mise au point d'un système très précis de détermination et de contrôle d'attitude pour le satellite astrométrique de 35 kg Nano-JASMINE a été présentée par l'Université de Tokyo.

27. L'état d'avancement de la mission QB50 a été présenté par Innovative Solutions in Space (Pays-Bas).

## **2. Innovation dans le processus de développement des satellites**

28. Les présentations faites au cours de cette séance ont porté, d'une part, sur la conception et l'analyse de processus, d'autre part, sur l'environnement spatial et les essais au sol.

29. Un modèle logiciel pour l'estimation des coûts de projets de nanosatellites, l'établissement des échéanciers et la détermination de la fiabilité grâce à des

techniques de gestion de la demande et à la simulation Monte-Carlo a été présenté par l'Institut japonais de technologie de Kyushu.

30. L'Université de Strathclyde (Royaume-Uni) a présenté une approche fondée sur les systèmes intégrés de conduite d'opérations pour la conception optimale de petits satellites.

31. La présentation de l'Institut de technologie de Manipal (Inde) sur la fiabilité structurelle des nanosatellites a cherché à savoir dans quelle mesure les normes établies pour les projets concernant les grands satellites pourraient s'appliquer aux missions de petits satellites.

32. L'Université polytechnique d'État de Californie (États-Unis) a insisté sur le fait que la norme CubeSat permettait de rendre plus accessibles et plus abordables les activités de développement de nanosatellites, et qu'en ce sens, elle était un exemple d'innovation né de la contrainte.

33. Les présentations faites au cours de la séance ont fait ressortir les thèmes communs suivants:

a) Le recours à des techniques appropriées d'analyse et d'estimation des coûts et de la fiabilité est utile pour le développement pratique des nanosatellites;

b) L'adaptation appropriée des normes existantes aux besoins de développement des nanosatellites peut contribuer à assurer une plus grande fiabilité des missions;

c) L'adhésion aux normes existantes, à la norme CubeSat par exemple, a souvent amené les concepteurs de missions à proposer des solutions créatives qui ont permis de réaliser des performances qui, auparavant, auraient été jugées impossibles, à cause de contraintes de volume et de masse;

d) La performance et la fiabilité croissantes des composants électroniques grand public fabriqués en série permettent aux concepteurs de missions de mettre au point des missions de nanosatellites de plus en plus performantes, avec des applications opérationnelles.

### **3. Utilisation et application des microsattellites et des nanosatellites**

34. La présentation de l'Institut national de technologie et de gestion Babu Banarasi Das (Inde) sur les applications intelligentes et accessibles des microsattellites et des nanosatellites dans les pays en développement a fait le point des nombreuses retombées que pourraient avoir les programmes de petits satellites, en particulier pour répondre aux besoins des pays en développement.

35. Faisant porter l'accent sur une application spécifique, l'École normale supérieure de Anyang (Chine) a présenté des activités de recherche et des applications sur la fusion rapide d'images provenant de missions chinoises de microsattellites.

36. L'Université nationale autonome du Mexique a fait une présentation sur l'état d'avancement de la mission HUMSAT/DEMO (réacteur de fusion de démonstration), premier satellite de la constellation HUMSAT qui sera lancé début 2013.

37. L'Université japonaise du Tōhoku a fait une présentation sur les progrès réalisés dans le développement du microsatellite RISESat (Rapid International Scientific Experiment Satellite) ou Hodoyoshi-2.

#### 4. Questions de normalisation et de réglementation

38. Le nombre de missions de nanosatellites augmentant aux stades de la planification, de la réalisation ou des opérations, il devient de plus en plus important de réfléchir à la normalisation des plates-formes et des composants de satellites, des méthodes scientifiques utilisées au cours des missions, des procédures et des pratiques de développement et d'essais, et des questions pertinentes de réglementation et de conformité.

39. Le représentant de l'IUT s'est penché sur le cadre réglementaire des radiocommunications pour la conception et l'exploitation des satellites. Il a précisé que le cadre comportait des droits et des obligations. L'attribution des bandes de fréquences (article 5 du Règlement des radiocommunications de l'IUT) a été faite pour des services de radiodiffusion précis. Leur utilisation est enregistrée dans le Fichier de référence international des fréquences. Le service d'amateur par satellite est défini à l'article 25. L'attention des participants au Colloque a également été appelée sur la résolution 757 (COM6/10) de la Conférence mondiale des radiocommunications 2012 sur les aspects réglementaires des nanosatellites et des picosatellites. L'UIT a mis à leur disposition un CD-ROM actualisé sur l'atelier, qui contenait des informations utiles et un logiciel facilitant la saisie de données et la validation de la notification.

40. L'Institut de technologie de Kyushu a fait le point sur l'état d'avancement du projet relatif à la normalisation des essais d'environnement des microsatellites et des nanosatellites. Généralement, les nanosatellites enregistrent un taux d'échec relativement élevé de 52 %. Le projet NETS (relatif à la normalisation des essais d'environnement des nanosatellites) a été lancé pour aider à améliorer la fiabilité des nanosatellites tout en maintenant leurs avantages, à savoir leur faible coût et leur livraison rapide. Pour cette raison, il conviendrait de repenser les méthodes d'essais d'environnement. On trouvera sur son site Web ([http://cent.ele.kyutech.ac.jp/nets\\_web/nets\\_web.html](http://cent.ele.kyutech.ac.jp/nets_web/nets_web.html)) de plus amples renseignements sur le projet NETS.

41. Les architectures et interfaces de réseau indiqués pour la coopération internationale dans le domaine des réseaux de stations au sol et leur exploitation pour les missions de petits satellites ont fait l'objet de la présentation de l'Université de Tokyo sur l'étude des modèles d'exploitation des microsatellites et des nanosatellites en vue de la construction de réseaux opérationnels. La fiabilité et la stabilité des réseaux de stations au sol sont en effet particulièrement importantes pour les missions d'exploitation de petits satellites commerciaux.

42. La présentation du Center for Space Standards and Innovation des États-Unis a elle porté sur la réduction des débris spatiaux dans les missions de petits satellites. On a invoqué le fait que des régimes orbitaux opérationnels sûrs pour les petits satellites et adaptés aux besoins de la plupart des missions étaient accessibles et disponibles et que, pour ce qui est de la réduction des débris spatiaux, aucune distinction ne devrait être faite entre les petits satellites et leurs opérations et les grands satellites.

## 5. Stratégies de renforcement des capacités

43. La dernière séance technique a porté sur les activités de renforcement des capacités dans les domaines de l'ingénierie spatiale et des projets et programmes de petits satellites.

44. L'Agence thaïlandaise pour le développement de la géo-informatique et des techniques spatiales a fait une présentation sur l'amélioration et le renforcement des capacités des travailleurs de l'industrie spatiale thaïlandaise. La Thaïlande prévoit d'inaugurer le Space Krenovation Park dont l'objectif est de contribuer au renforcement des capacités dans l'industrie spatiale. Le Park devrait comprendre un centre d'exploitation de satellites, un musée de l'espace, des installations de montage, de préparation et d'essais et une pépinière d'entreprises.

45. Des concours ont été organisés dans plusieurs pays pour faire participer les jeunes générations aux activités liées à l'espace. La Canadian Satellite Design Challenge Management Society a fait des enseignements qu'elle a tirés d'un concours de conception de nanosatellites organisé par une université canadienne.

46. Le Consortium universitaire d'ingénierie spatiale UNISEC a présenté les résultats du programme de stages de formation (CanSat Leader Training Programme) qui s'est achevé récemment. Plus de 30 personnes venant de 21 pays y ont participé depuis son lancement en 2011. La quatrième édition aura lieu en automne 2013 (voir [www.cltp.info](http://www.cltp.info)).

47. Les représentants de l'Université du Caire et de l'Université technique d'Istanbul ont fait des présentations sur la recherche et l'enseignement des sciences spatiales en Égypte et en Turquie menés à l'aide des applications spatiales. Ces activités se sont inspirées de programmes internationaux comme les concours d'idées de mission et le CanSat Leader Training Programme, ainsi que des activités d'enseignement de l'American Institute of Aeronautics and Astronautics. En conclusion, on a estimé que les travaux pratiques et les études de conception menés dans le cadre d'un projet constituaient des éléments importants de l'enseignement des sciences spatiales.

48. Dans sa présentation, le représentant de l'Institut national de l'aéronautique et de l'espace (Indonésie) a souligné qu'il importait de renforcer les capacités dans les domaines des sciences et techniques spatiales pour stimuler l'innovation et la croissance économique au niveau national. L'Institut participe aux efforts de coopération internationale avec les pays qui mènent des activités spatiales afin de se donner les moyens de promouvoir le développement des techniques spatiales au niveau national.

## D. Débats

49. Les débats ont porté sur les sujets ci-après: a) comment garantir une grande fiabilité des missions sans augmenter les coûts et allonger les délais de conception; b) les nanosatellites au service de l'enseignement des sciences spatiales au niveau international; et c) petits satellites et débris spatiaux.

**1. Comment garantir une grande fiabilité des missions sans augmenter les coûts et allonger les délais de conception**

50. Les intervenants ont fait part de leurs expériences concernant la mise au point d'architectures de missions de satellites. Ils sont convenus que les nanosatellites offraient des possibilités de développement de nouvelles applications sous l'impulsion des utilisateurs finaux mais dans les limites de la science physique. Les technologies nouvelles permettaient d'améliorer constamment la performance des systèmes.

51. Au nombre des bonnes pratiques, la conception avec la marge appropriée pour aider à garantir la fiabilité et l'utilisation de composants éprouvés en vols et réduire le risque de défaillance des composants dans les sous-systèmes critiques. Grâce aux technologies nouvelles, les défaillances aléatoires des composants avaient été sensiblement réduites. Toutefois, l'évolution rapide des technologies rendait également difficile la construction de modèles statistiques de fiabilité, l'analyse des risques devenant ainsi difficile. L'arbre d'analyse des défaillances devrait toutefois être maintenu pour préparer les mesures de réduction, dont la duplication des composants ou des capacités, notamment à l'intérieur des constellations. Dans l'idéal, des réalisations matérielles différentes devraient être utilisées pour doubler les fonctions et prendre en compte les défaillances matérielles systématiques.

52. La collaboration avec les universités pour les activités de recherche-développement a été jugée fructueuse. En limitant le nombre de sous-traitants et en réalisant une mission à plus de 75 % au sein d'une équipe, on peut sensiblement rendre moins complexe la mission du programme. Il a été recommandé de travailler avec de petites équipes, bien soudées et expérimentées.

53. Une communication optimale et une interaction constante entre les membres de l'équipe ont été jugées essentielles. Les décisions devraient être prises aux niveaux les plus bas possibles de la hiérarchie et communiquées de manière efficace. À cet égard, un système de suivi et de gestion de la documentation doit être mis en place, en même temps que, dans toute la mesure possible, aucun effort ne doit être épargné pour optimiser les structures de frais généraux et de gestion.

54. Il a été noté que les pressions en faveur de la fourniture de services fiables se renforçaient, en particulier pour ce qui était des missions de nanosatellites commerciaux. Il s'avérait donc nécessaire d'insuffler une rigueur commerciale dans la conception d'une mission; la main-d'œuvre étudiante n'était peut-être pas indiquée ici.

**2. Les nanosatellites au service de l'enseignement des sciences spatiales au niveau international**

55. Les intervenants ont examiné le rôle des satellites conçus par les étudiants en tant qu'outils pédagogiques pratiques et pour la formation à l'ingénierie des systèmes. De petits satellites peuvent être développés, construits et lancés pendant la durée d'un programme universitaire, à savoir pendant deux ou trois ans généralement.

56. Le représentant de l'UNISEC a présenté UNISEC International, proposition dont l'objet est de mettre en pratique les expériences et les enseignements tirés par

l'UNISEC au Japon dans d'autres pays et organisations intéressés par les activités d'ingénierie spatiale au niveau universitaire.

57. Les intervenants ont noté que plusieurs universités, qui avaient développé des composants dans le cadre des activités de petits satellites qu'elles menaient, assuraient désormais leur distribution commerciale.

58. Il a été suggéré que les gouvernements puissent mettre en place et promouvoir des programmes de longue durée afin d'assurer un haut degré de stabilité aux activités de renforcement des capacités dans le domaine de l'enseignement. En l'absence de ce type d'appui de la part des pouvoirs publics, on a jugé utile que les programmes d'enseignement s'alignent sur les objectifs que ces derniers poursuivent concrètement.

### 3. Petits satellites et débris spatiaux

59. Les débats se sont ouverts sur un examen approfondi des activités relatives aux débris spatiaux menées dans le cadre du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique, présentés par le Président du Comité.

60. Il a été noté que les risques que faisaient encourir les débris spatiaux étaient réels et que plusieurs collisions et un grand nombre de passages à proximité avaient été attestés par de nombreuses sources. Il a également été noté que les risques réels venaient non pas du nombre encore limité de satellites en orbite mais de la fragmentation des satellites, très souvent due à la pressurisation ou à l'énergisation des composants de satellites. Pour réduire les débris spatiaux, il importe donc au plus haut point de passer les satellites lorsqu'ils atteignent la fin de leur cycle de vie.

61. Les analyses statistiques ont montré que le nombre actuel de petits satellites lancés chaque année n'augmentait pas de manière significative les risques de collisions en orbite; toutefois, il conviendrait de se conformer aux mesures de réduction restrictives recommandées par le Comité de coordination interinstitutions sur les débris spatiaux<sup>3</sup> et aux lignes directrices volontaires de réduction des débris spatiaux formulées par le Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique<sup>4</sup>.

62. Sans dispositifs spécifiques de désorbitation, on pourrait sans danger procéder à la désorbitation en fin de vie d'un petit satellite en orbite basse (moins de 400 km) dans un intervalle de 25 ans. Plusieurs dispositifs de désorbitation étaient en cours de conception pour une altitude orbitale de 400 à 800 km. Au-delà de 800 km, il serait difficile de procéder à une désorbitation de satellite dans un intervalle raisonnable.

63. S'il est vrai que toutes les lignes directrices relatives à la réduction des débris spatiaux revêtent aujourd'hui un caractère volontaire, il a été noté que plusieurs pays exigeaient des constructeurs de satellites qu'ils montrent clairement qu'ils s'y conforment avant d'obtenir une licence d'exportation pour le transport d'un satellite vers un site de lancement dans un autre pays.

<sup>3</sup> A/AC.105/C.1/L.260, annexe.

<sup>4</sup> *Documents officiels de l'Assemblée générale, soixante-deuxième session, Supplément n° 20 (A/62/20), annexe.*

## **E. Exposés spéciaux**

### **1. Augmenter la capacité des petits satellites**

64. Les progrès récents des méthodes de fabrication, ajoutés à la baisse spectaculaire des taux de défaillance des composants de pièces miniaturisées disponibles dans le commerce, qui établissent désormais la nouvelle norme de fiabilité élevée, et à leur faible coût unitaire favorisé par un volume de production important, changeaient les données économiques des activités spatiales. Les analyses statistiques ont montré que la loi de Moore était également applicable au facteur de croissance de la capacité des petits satellites, par exemple à la résolution au sol des petits satellites d'observation de la Terre ou au taux de transmission de leur volume de données. Les avancées techniques ne devraient être limitées dans un avenir proche que par les limites de la physique.

65. La présentation est revenue sur l'expérience réussie du Centre spatial du Surrey et de son antenne commerciale, la Surrey Satellite Technology Ltd, forte de 30 années d'expérience dans le développement de missions de petits satellites, au cours desquelles ont été effectués 25 lancements sur 9 lanceurs différents. Pendant cette période, les capacités des missions de satellites mises au point par le Centre et son antenne ont été considérablement renforcées. Après avoir conçu des microsatsellites de stockage et de transfert au début des années 1980, puis diverses missions d'application en orbites terrestres basse et moyenne, la Surrey Satellite Technology Ltd essayait désormais d'appliquer son expérience de petits satellites aux satellites géostationnaires, aux satellites en orbite terrestre basse équipés de radars à synthèse d'ouverture et aux missions scientifiques et d'exploration sur la Lune et sur Mars.

66. Les possibilités limitées de lancement et leur coût continuaient à entraver sérieusement le développement et l'exploitation de petits satellites, et on en était encore à une décennie de nouvelles solutions de lancement.

### **2. Art et science de l'ingénierie de systèmes spatiaux**

67. Un exposé spécial sur ce thème a abordé les questions de l'impulsion technique (l'art) et de la gestion des systèmes (la science). Les ingénieurs de systèmes jouaient le rôle d'interface entre les architectes, les concepteurs, les développeurs et les opérateurs. Le rôle de l'ingénieur de systèmes a été comparé à celui d'un maestro qui s'y connaît dans la musique et qui a les compétences techniques pour amener une équipe à obtenir la sonorité voulue. L'ingénieur de systèmes est également responsable en dernier ressort de la réalisation d'un projet réussi.

## **F. Séance consacrée aux programmes d'éducation spatiale**

68. Depuis 1988, l'Organisation des Nations Unies, dans le cadre de son Programme pour les applications des techniques spatiales, a encouragé la mise en place de centres régionaux de formation aux sciences et techniques spatiales, affiliés à l'Organisation, en Afrique, en Asie et dans le Pacifique, en Amérique latine et dans les Caraïbes, et en Asie occidentale (voir <http://www.unoosa.org/oosa/en/SAP/centres/index.html>). À l'occasion de l'ouverture de ces centres, il a été noté qu'entre

les différents pays voire entre les institutions d'un même pays, des différences importantes de contenu et de présentation apparaissaient dans les programmes d'étude des sciences et techniques spatiales<sup>5</sup>, <sup>6</sup>.

69. Pour l'élaboration d'une norme commune acceptable dans le domaine de l'enseignement, des programmes d'étude ont été mis au point dans diverses disciplines relatives aux applications spatiales (voir <http://www.unoosa.org/oosa/en/SAP/centres/education-curriculum.html>). D'autres programmes d'étude sont actuellement en cours d'élaboration. Les programmes d'étude sont également utilisés par des institutions universitaires autres que les centres régionaux.

70. Dans le cadre de l'Initiative des Nations Unies sur les technologies spatiales fondamentales, le Bureau des affaires spatiales compte élaborer une formation relative à l'ingénierie des techniques spatiales qui comportera un programme modèle et des propositions de matériel pédagogique pour un cours de troisième cycle, couvrant des disciplines comme l'ingénierie des systèmes, la conception de missions, la gestion de projets, les bus et sous-systèmes, ainsi que les questions juridiques qui s'y rapportent.

71. Un groupe international d'experts comprenant des enseignants en ingénierie de l'espace contribuera à l'élaboration du programme d'étude qui devrait être finalisé avant février 2015. On trouve à l'adresse <http://www.unoosa.org/oosa/en/SAP/bsti/bsti-education/curriculum.html> une synthèse des débats sur le processus d'élaboration du programme d'étude, ainsi que des informations complémentaires.

### III. Observations et recommandations

72. Les participants au Colloque ONU/Japon sur les nanosatellites:

a) Ont souligné l'importance des missions de petits satellites et la nécessité pour elles de pouvoir avoir accès au spectre des fréquences;

b) Ont pris note de la nécessité d'informer en temps utile l'UIT des projets de satellite envisagés afin que soit évité tout brouillage préjudiciable;

c) Ont pris note de la résolution 757 (COM6/10) de la Conférence mondiale des radiocommunications 2012 sur les aspects réglementaires des nanosatellites et des picosatellites;

d) Ont recommandé que les constructeurs internationaux de petits satellites et de nanosatellites établissent un mécanisme à travers un groupe de travail qui sera chargé de coordonner leurs contributions aux études à préparer pour donner suite à la résolution 757 de la Conférence mondiale des radiocommunications 2012, par le

<sup>5</sup> Hans J. Haubold, "Education curricula of the UN-affiliated regional Centres for Space Science and Technology Education (Programmes d'étude des centres régionaux de formation aux sciences et techniques spatiales affiliés à l'Organisation des Nations Unies)", *Space Policy*, vol. 19, n° 1 (2003), p. 67 à 69.

<sup>6</sup> Hans J. Haubold, "Education curricula in space science and technology: the approach of the UN-affiliated regional centres" (Programmes d'étude en sciences et techniques spatiales: approche des centres régionaux affiliés à l'Organisation des Nations Unies), *Space Policy*, vol 19, n° 3 (2003) p. 221 à 223.

biais de leurs administrations respectives ou en adhérant à l'UIT en qualité de membre universitaire.

73. Par ailleurs, les participants:

a) Ont pris note des débats menés au sein du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique au titre du point de l'ordre du jour relatif à la viabilité à long terme des activités spatiales, ainsi que de la création d'un groupe de travail dans ce cadre;

b) Ont pris note de la constitution, au sein de ce groupe de travail, de groupes d'experts qui seront chargés d'examiner certains aspects de la viabilité à long terme des activités spatiales;

c) Ont recommandé que les entités qui participent aux activités de petits satellites établissent des contacts avec les représentants de leurs États Membres au sein du groupe de travail et des groupes d'experts afin que soient dûment pris en compte les intérêts et les contributions des constructeurs de petits satellites.

74. Les participants ont en outre recommandé qu'un groupe de travail soit constitué pour examiner les obligations réglementaires et juridiques actuelles des missions de petits satellites (microsatellites, nanosatellites et picosatellites ayant une masse sèche de moins de 50 kg), notamment l'immatriculation des objets spatiaux, la coordination des fréquences et les lignes directrices relatives à la réduction des débris spatiaux, faciliter leur diffusion et contribuer à travers d'autres mesures appropriées à faire en sorte que les constructeurs de petits satellites respectent ces obligations.

75. Enfin, les participants:

a) Ont entériné le programme de travail actualisé de l'Initiative sur les technologies spatiales fondamentales, tel qu'il figure dans le document A/AC.105/1005, par. 59 et 60;

b) Ont approuvé l'approche et le calendrier des travaux relatifs à l'élaboration du programme d'étude sur l'ingénierie des techniques spatiales.

## IV. Conclusions

76. Le Colloque ONU/Japon sur les nanosatellites, le premier d'une série de colloques qui doivent se tenir dans le cadre de l'Initiative sur les technologies spatiales fondamentales dans les régions desservies par les commissions économiques pour l'Afrique, l'Asie et le Pacifique, l'Amérique latine et les Caraïbes, et l'Asie occidentale, sera suivi de deux autres colloques, l'un organisé en coopération avec le Gouvernement des Émirats arabes unis, qui devrait se tenir en 2013, et l'autre organisé en coopération avec le Gouvernement mexicain, qui devrait se tenir en 2014. Pour la période 2015-2016, les représentants d'institutions des pays suivants se sont déclarés disposés à accueillir un atelier régional sur le développement des technologies spatiales fondamentales: Afrique du Sud, Canada, Égypte, Inde, Thaïlande, Tunisie et Venezuela (République bolivarienne du).