



Assemblée générale

Distr. générale
23 décembre 2014
Français
Original: English

Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique

Rapport sur le Colloque ONU/Mexique sur les technologies spatiales fondamentales: Rendre les technologies spatiales accessibles et abordables

(Ensenada, Basse-Californie (Mexique), 20-23 octobre 2014)

I. Introduction

1. Le Colloque ONU/Mexique sur les technologies spatiales fondamentales, placé sous le thème "Rendre les technologies spatiales accessibles et abordables", était le troisième d'une série de colloques internationaux sur le développement des technologies spatiales fondamentales devant se tenir dans les régions desservies par les commissions économiques de l'ONU pour l'Afrique, l'Amérique latine et les Caraïbes, l'Asie et le Pacifique, et l'Asie occidentale. Ces colloques font partie de l'Initiative sur les technologies spatiales fondamentales, menée dans le cadre du Programme des Nations Unies pour les applications des techniques spatiales, dont l'objectif est de renforcer les capacités en matière de technologies spatiales fondamentales et de 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).

2. Le Colloque, qui était organisé par le Bureau des affaires spatiales du Secrétariat, et qui était accueilli par le Centre de la recherche scientifique et de l'enseignement supérieur d'Ensenada, Basse-Californie (Mexique), et l'Agence spatiale mexicaine, au nom du Gouvernement mexicain, s'est tenu sur le campus du Centre, à Ensenada.

3. Le présent rapport décrit le contexte, les objectifs et le programme du Colloque, propose une synthèse des présentations faites pendant ses séances techniques et ses tables rondes, et présente les recommandations et observations formulées par les participants. Établi en application de la résolution 68/75 de l'Assemblée générale, il complète les rapports des trois colloques ONU/Autriche/Agence spatiale européenne sur les programmes de petits satellites tenus entre 2009 et 2011 (voir A/AC.105/966, A/AC.105/983 et A/AC.105/1005), le rapport du



Colloque ONU/Japon sur les nanosatellites (A/AC.105/1032) et le rapport du Colloque ONU/Émirats arabes unis sur les technologies spatiales fondamentales (A/AC.105/1052).

A. Contexte et objectifs

4. Le Programme des Nations Unies pour les applications des techniques spatiales a été lancé pour donner suite aux discussions menées à la première Conférence des Nations Unies sur l'exploration et les utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique (UNISPACE), tenue à Vienne en 1968. Il est mis en œuvre par le Bureau des affaires spatiales et apporte une aide au renforcement des capacités dans le domaine des technologies spatiales et de leurs applications à tous les États Membres de l'ONU, indépendamment de leur niveau de développement économique. Dans un premier temps, le Programme a mis l'accent sur les applications des techniques spatiales dans les communications par satellite, l'observation de la Terre et les services de positionnement et de navigation.

5. Les progrès techniques et l'adoption, en matière de développement technologique, d'approches autorisant des missions dont le niveau de risque est plus élevé, mais encore raisonnable, ont débouché sur des missions de petits satellites de plus en plus performants qui peuvent 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 dont le budget consacré aux activités spatiales est limité. 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. Pour répondre à cet intérêt croissant, l'Initiative sur les technologies spatiales fondamentales a été ajoutée, en 2009, en tant que nouvel élément 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).

7. L'Initiative met l'accent sur la création de plates-formes abordables de petits satellites, d'une masse inférieure à 150 kg, et sur les questions techniques, réglementaires, juridiques et de gestion qui leur sont associées. Elle appuie le renforcement des capacités dans le domaine des technologies spatiales fondamentales et leurs applications dans des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique propices au développement durable, et en particulier examine 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 durable¹, dans la Déclaration de Johannesburg sur le développement durable² et dans le document final de la Conférence des Nations Unies sur le développement durable, intitulé “L’avenir que nous voulons”³.

8. L’Initiative sur les technologies spatiales fondamentales a commencé par la tenue de trois Colloques ONU/Autriche/Agence spatiale européenne sur les programmes de petits satellites 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 ONU/Japon sur les nanosatellites, qui s’est tenu en 2012, avait pour thème “Changement de paradigme – nouvelle architecture, nouvelles technologies et nouveaux acteurs”. Quant au Colloque ONU/Émirats arabes unis sur les technologies spatiales fondamentales, tenu en 2013, il portait sur les missions de petits satellites pour pays spatiaux en développement. Le colloque qui fait l’objet du présent rapport avait les objectifs suivants:

a) Faire le point sur le renforcement des capacités en matière de technologies spatiales fondamentales, y compris les enseignements tirés des activités passées et présentes liées au développement de petits satellites (< 150 kg), en mettant l’accent sur les possibilités de coopération régionale et internationale qui s’offrent notamment aux pays d’Amérique latine et des Caraïbes;

b) Examiner les questions liées à la mise en œuvre de programmes de petits satellites, en particulier le renforcement des capacités d’organisation, le développement et la mise à l’essai d’infrastructures, et les possibilités de lancement;

c) Examiner les programmes de petits satellites les plus avancés dans les domaines de l’observation de la Terre et de la gestion des catastrophes;

d) Approfondir les questions réglementaires relatives aux programmes de développement des technologies spatiales, notamment l’allocation de fréquences et les mesures de réduction des débris pour la viabilité à long terme des activités spatiales, et au contrôle des importations et des exportations;

e) Préciser les questions juridiques et les responsabilités liées aux programmes de développement des technologies spatiales, notamment celles qui découlent des dispositions pertinentes du droit international de l’espace;

f) Poursuivre l’élaboration d’un programme de formation dans le domaine de l’ingénierie spatiale;

g) Examiner les applications spatiales existantes pour les systèmes d’alerte rapide et les projets en collaboration qui pourraient être menés dans ce domaine;

¹ *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.

² *Ibid.*, chap. I, résolution 1, annexe.

³ Résolution 66/288 de l’Assemblée générale, annexe.

h) Discuter de l'orientation future de l'Initiative sur les technologies spatiales fondamentales.

B. Participation

9. 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 (ONG), d'institutions universitaires ou de recherche, ou d'entreprises du secteur privé.

10. Des invitations à participer au Colloque avaient également été adressées par l'intermédiaire des bureaux du Programme des Nations Unies pour le développement et des missions permanentes auprès de l'ONU, et par le biais de diverses publications et listes de diffusion liées au développement des techniques spatiales. Les candidatures de femmes qualifiées ont été particulièrement encouragées.

11. Le Colloque a réuni 159 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 30 pays suivants: Afrique du Sud, Allemagne, Arabie saoudite, Argentine, Autriche, Bolivie (État plurinational de), Brésil, Canada, Chili, Chine, Colombie, Costa Rica, Égypte, Équateur, Espagne, États-Unis d'Amérique, Fédération de Russie, Guatemala, Inde, Israël, Japon, Malaisie, Mexique, Nicaragua, Pologne, République de Corée, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, Turquie, Uruguay et Venezuela (République bolivarienne du).

12. Des représentants du Bureau des affaires spatiales et de l'Union internationale des télécommunications (UIT) comptaient également parmi les participants au Colloque.

13. Le Colloque était coparrainé par le Ministère des transports et des communications du Mexique, l'État de Basse-Californie, l'Université autonome de Basse-Californie, Axon' Cable, Honeywell et UK Trade and Investment, l'Agence britannique pour le commerce et l'investissement. Les fonds alloués par l'ONU et par les coorganisateur ont servi à couvrir les frais de voyage par avion, d'hébergement et de transport de et vers l'aéroport de 31 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 d'organisation, de mise à disposition des locaux et de transport sur place de tous les participants.

C. Programme

14. Le programme du Colloque a été établi par le Bureau des affaires spatiales, l'Agence spatiale mexicaine et le Centre de la recherche scientifique et de l'enseignement supérieur, en coopération avec le comité du programme du Colloque, composé de représentants d'agences spatiales nationales, d'organisations internationales et d'établissements universitaires. Un comité honoraire et un comité local d'organisation ont également contribué au bon déroulement du Colloque.

15. Le programme comprenait la séance d'ouverture, des discours liminaires, huit séances techniques, deux tables rondes, une séance de présentation par affiches et des débats sur les recommandations et observations formulées, suivis des remarques de clôture des coorganisateur.

16. La séance de présentation d'affiches a permis de découvrir 20 affiches sur de nombreux sujets techniques concernant le développement de petits satellites.

17. Les présidents et rapporteurs désignés pour chacune des séances techniques et des tables rondes ont communiqué leurs commentaires et remarques en vue de l'établissement du présent rapport. Le programme détaillé, les informations relatives au contexte et l'intégralité de la documentation relative aux présentations faites au cours du Colloque sont disponibles sur le site du Bureau des affaires spatiales (www.unoosa.org/oosa/en/SAP/bsti/mexico2014.html).

II. Synthèse du programme du Colloque

A. Séance d'ouverture et discours liminaires

18. À la séance d'ouverture, des allocutions de bienvenue ont été faites par le Directeur des entités décentralisées du Ministère des transports et des communications, le Directeur général du Centre de la recherche scientifique et de l'enseignement supérieur, le maire d'Ensenada, le contrôleur général du Gouvernement de Basse-Californie, le vice-recteur de l'Université autonome de Basse-Californie et le représentant du Bureau des affaires spatiales.

19. Dans un premier discours liminaire, le représentant de l'Université de Surrey et de son antenne commerciale, la Surrey Satellite Technology Ltd., acteur clef du lancement de la révolution des petits satellites, a évoqué l'historique des activités de petits satellites et la manière dont ces derniers influençaient l'économie spatiale en rendant la technologie spatiale accessible et abordable, permettant ainsi à un nombre croissant de pays de participer et de contribuer à l'exploration et aux utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique.

20. Dans un deuxième discours liminaire, le Directeur général de l'Agence spatiale mexicaine a apporté une perspective latino-américaine à la thématique du Colloque, à savoir "Rendre les technologies spatiales accessibles et abordables". Il a évoqué l'historique des activités spatiales au Mexique, qui ont commencé dans les années 1970, présenté les activités en cours et prévues dans le cadre du Programme spatial mexicain et donné son opinion sur les perspectives de coopération spatiale en Amérique latine. Au Mexique, le cadre de l'infrastructure spatiale fait partie intégrante du plan national de développement et des infrastructures. Il met

actuellement l'accent sur deux projets nationaux: a) le déploiement d'un système d'alerte rapide par satellite pour la prévention, l'atténuation et la gestion des catastrophes naturelles; et b) la mise en place et le renforcement des capacités humaines et techniques, en particulier pour les plates-formes satellitaires scientifiques et de télécommunication. Un événement majeur pour le Mexique sera l'organisation du soixante-septième Congrès astronautique international, qui se tiendra à Guadalajara (Mexique), en 2016.

21. Après les discours liminaires, le représentant du Bureau des affaires spatiales a fait une présentation consacrée aux objectifs de l'Initiative sur les technologies spatiales fondamentales et aux objectifs et aux modalités pratiques du Colloque.

B. Séances techniques

22. Des séances techniques ont été organisées sur les thèmes suivants: a) activités de développement des technologies spatiales en Amérique latine et dans les Caraïbes; b) renforcement des capacités en matière de développement des technologies spatiales fondamentales; c) petits satellites pour l'observation de la Terre et la gestion des catastrophes; d) projets de petits satellites pour la formation en ingénierie; e) programme d'études en ingénierie spatiale; f) questions réglementaires et juridiques; g) utilisation des technologies spatiales pour les systèmes d'alerte rapide; et h) expériences internationales. Les présentations faites 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 thèmes des débats tenus pendant les séances sont résumés ci-après.

1. Activités de développement des technologies spatiales en Amérique latine et dans les Caraïbes

23. La séance consacrée aux activités de développement des technologies spatiales en Amérique latine et dans les Caraïbes a permis de faire le point de ces activités dans divers pays de la région. L'accent a été mis sur les différentes approches suivies en matière de renforcement des capacités en Argentine, en Bolivie (État plurinational de), en Colombie, au Costa Rica et au Mexique.

24. Lors de la première présentation, le représentant de l'Agence spatiale bolivienne a parlé du satellite bolivien de télécommunications Tupac Katari-1 (TKSAT-1) et de ses applications pour le développement social national. En coopération avec des partenaires chinois, l'Agence travaille à la mise en place d'un programme national de satellites de télédétection.

25. La Colombie a lancé son premier satellite, Libertad-1, en avril 2007. Libertad-2, un nanosatellite de 4 kg équipé d'une caméra optique pour l'observation de la Terre, est en cours de développement à l'Université Sergio Arboleda (Colombie). Le programme Libertad-2, qui est coordonné avec la Commission spatiale colombienne, vise à promouvoir le renforcement des capacités aérospatiales.

26. Le Centre de la recherche scientifique et de l'enseignement supérieur participe à diverses activités de développement des technologies spatiales et de leurs applications depuis 1976. Actuellement, il met l'accent sur les applications de télé-épidémiologie par satellite et le développement de SATEX-2, projet expérimental de microsattelites de 50 à 100 kg auquel participent des établissements universitaires, des universités et des centres de recherche mexicains, qui vise à renforcer les ressources humaines au Mexique dans le domaine du développement des technologies spatiales. Le Centre participe aussi au développement de deux nanosatellites pour le compte de l'Agence spatiale mexicaine, un Cubesat 3U doté d'un capteur vidéo fonctionnant dans le spectre visible, et un Cubesat 1U destiné à tester un sous-système de stabilisation et de contrôle de l'attitude mis au point par le Centre.

27. Le représentant de l'Association centraméricaine pour l'aéronautique et l'espace (ACAÉ), organisation à but non lucratif qui cherche à promouvoir et à développer les compétences dans le domaine aérospatial dans les pays d'Amérique centrale, a évoqué les facteurs pris en considération pour identifier les possibilités en matière de développement du secteur aérospatial dans ces pays. L'Association mène le projet de satellite DSpace, qui est consacré à la transmission de données relatives à la concentration de dioxyde de carbone à partir de zones reculées au Costa Rica.

28. La séance s'est achevée avec l'exposé d'un représentant de l'Association argentine pour la technologie spatiale, qui a donné un historique des activités spatiales en Argentine et évoqué les activités actuelles de développement de satellites et de lanceurs. Il a aussi proposé l'introduction d'un nouveau standard pour les plates-formes de petits satellites, permettant d'accueillir une charge utile plus lourde que la quasi-norme existante Cubesat.

2. Renforcement des capacités en matière de développement des technologies spatiales fondamentales

29. La séance consacrée au renforcement des capacités en matière de développement des technologies spatiales fondamentales a permis de faire le point des dernières évolutions dans ce domaine. On a cité des exemples de programmes de formation et d'initiatives de mise en valeur des ressources humaines, et présenté des expériences réalisées avec des programmes de coopération et de partenariat pour les transferts de technologies et de connaissances.

30. Le représentant de Honeywell a évoqué l'expérience de l'entreprise dans le renforcement des capacités en matière d'ingénierie et de techniques aéronautiques au Mexique. Le pays est à l'avant-garde de la recherche dans le domaine de l'aviation commerciale et son expérience en la matière pourrait être utilisée pour renforcer les capacités en matière de développement des technologies spatiales. Il a dit qu'il était important de s'entendre sur les objectifs à atteindre, d'adopter un plan et une stratégie à long terme, avec une feuille de route, et d'impliquer pleinement la population, y compris les organismes publics concernés et les établissements universitaires.

31. L'Académie d'ingénierie satellite du Space Commercial Services Holdings Group, en Afrique du Sud, est l'une des initiatives de renforcement des capacités existant sur le marché pour répondre aux besoins de formation dans le domaine des

petits satellites. Elle s'appuie sur la longue expérience de l'entreprise dans le domaine du développement de petits satellites et tient compte des dernières avancées dans le domaine de l'ingénierie satellite et de leurs incidences sur le développement du capital humain. Les participants à ses programmes peuvent gagner une expérience pratique en développant un satellite pesant jusqu'à 20 kg doté d'une charge optique hyperspectrale.

32. Le représentant de l'Université Johns Hopkins a présenté une étude sur les partenariats complexes internationaux en matière de sciences, de technologies ou d'innovation, en mettant l'accent sur les projets de satellite menés en collaboration et les partenariats universitaires internationaux. Une quinzaine de pays ont mis en œuvre de tels partenariats dans le domaine des satellites, qui impliquent souvent plusieurs parties prenantes et objectifs, des relations organisationnelles complexes et un investissement financier important sur une longue période. L'étude examinait la manière dont il convenait de concevoir de tels partenariats complexes internationaux pour atteindre les objectifs fixés et d'évaluer leurs résultats.

33. Berlin Space Technologies (Allemagne) a étudié différents modèles commerciaux en rapport avec le renforcement des capacités et le transfert de technologies pour le développement de petits satellites. Il a analysé les résultats de ces initiatives en définissant des critères de succès fondés sur un modèle à trois niveaux. L'analyse a montré que de nombreuses activités de renforcement des capacités n'atteignaient pas leurs objectifs et qu'il importait de créer une situation avantageuse tant pour le client que pour l'établissement de formation. Fort de ces résultats, Berlin Space Technologies offre des programmes complets de formation pour la création de programmes durables de petits satellites et coopère avec l'Université nationale de Singapour dans le cadre de la mission Kent Ridge 1, qui porte sur un satellite de 80 kg doté de trois charges optiques.

34. Le représentant de l'Université Wakayama (Japon) a présenté les premières images obtenues par le biais du satellite UNIFORM-1, satellite à bas coût accompagné d'infrastructures au sol à bas coût. Compte tenu du succès de ce satellite, la création d'une constellation de petits satellites, en coopération internationale, est proposée dans le cadre du projet UNIFORM. Une telle constellation augmenterait sensiblement la fréquence de visite et renforcerait ainsi la valeur opérationnelle des satellites et de leurs applications. Plusieurs pays ont déjà conclu des accords de coopération pour participer au programme et des discussions sont en cours avec d'autres partenaires de coopération potentiels.

35. L'Institut national brésilien de recherche spatiale appuie le renforcement des capacités en matière de développement des technologies spatiales. Les résultats obtenus et les enseignements tirés du développement, du lancement et de l'exploitation de NanosatC-Br1 ont été présentés. S'appuyant sur la plate-forme Cubesat, le projet visait à offrir aux chercheurs brésiliens une mission spatiale à faible coût. La plate-forme à une unité et la station au sol ont été achetées par le biais d'un appel d'offre international, tandis que la charge utile du satellite, qui comprend un système de réseau de portes programmables *in situ* tolérant aux défaillances, avait été mise au point à l'échelle nationale. Fort de cette expérience, l'Institut est en passe de développer le NanosatC-Br2 à deux unités et le CONASAT à huit unités, qui est une mission de collecte de données.

3. Petits satellites pour l'observation de la Terre et la gestion des catastrophes

36. Ces dernières années, des plates-formes de petits satellites abordables avaient été mises au point, capables de fournir des images à moyenne et haute résolutions pour une large gamme d'utilisations géospatiales. Ces plates-formes pouvaient fournir des informations utiles à l'appui de la réduction des risques de catastrophe.

37. La Disaster Monitoring Constellation, collaboration internationale associant plusieurs pays et des organismes privés et créée sous la direction de la société Surrey Satellite Technology Ltd, a été l'un des principaux fournisseurs d'informations d'origine spatiale en réponse aux demandes d'activation de la Charte relative à une coopération visant à l'utilisation coordonnée des moyens spatiaux en cas de situations de catastrophe naturelle ou technologique (appelée aussi Charte internationale "Espace et catastrophes majeures"). Ces satellites ont également été utilisés pour un large éventail d'autres applications, notamment la surveillance des cultures et des forêts et à des fins géoscientifiques. La troisième génération améliorée de satellites de la Disaster Monitoring Constellation devrait être lancée en 2015. Une constellation supplémentaire de satellites à radar à synthèse d'ouverture en bande S et à faible coût était en cours d'élaboration.

38. L'exposé fait par le représentant de NewSpace Systems (Afrique du Sud) a porté sur la question de savoir quelle était la taille adaptée d'un satellite opérationnel. Il a abordé des questions techniques, les coûts et la fiabilité des missions de petits satellites opérationnels et présenté des critères de mesure utiles pour déterminer la taille des missions satellitaires. En conclusion, il a recommandé de tenir compte de l'ensemble des coûts opérationnels et non pas seulement des coûts afférents à la mise au point du satellite.

39. Un représentant de l'Université nationale autonome du Mexique a donné des informations sur la mise au point et la validation préliminaire d'une plate-forme de nanosatellites compatibles avec Cubesat. Le projet de satellite éducatif SATEDU, lancé en 2008, avait pour but de renforcer les capacités humaines dans le domaine du développement de technologies spatiales. Un autre objectif était la création d'une plate-forme Cubesat multiusages pour appuyer les activités spatiales du Mexique et leurs applications dans des domaines comme la télédétection, la recherche sur les changements climatiques et la surveillance de l'environnement.

40. Le directeur du projet de satellite de télédétection de la République bolivarienne du Venezuela (VRSS-2) a décrit l'expérience acquise par le pays en matière de gestion de données de télédétection et a mis l'accent sur les aspects utiles aux pays en développement. Le satellite VRSS-2, s'appuyant sur l'expérience acquise dans le cadre du système VRSS-1 (Satellite Miranda) lancé en 2012, serait assemblé et mis à l'essai par l'Agence spatiale bolivarienne et devait être lancé en 2017. Le système de gestion des données, qui est en cours d'élaboration, devrait appuyer les initiatives du pays en matière d'administration en ligne, en permettant au public, aux clients et au Gouvernement d'accéder aux données par le biais d'un site Web spécialement conçu par des ingénieurs de l'Agence.

41. Le radar à synthèse d'ouverture était un capteur qui permettait d'effectuer des observations de la Terre indépendamment des conditions météorologiques et de la lumière du jour. Ses domaines d'application étaient notamment tous les processus dynamiques de la sphère terrestre. Le Centre aérospatial allemand a une longue expérience des missions de radars à synthèse d'ouverture, acquise notamment dans

le cadre des missions TerraSAR-X, TanDEM-X et Sentinel-1 et de la mission TanDEM-L, qui était en cours d'élaboration. Le radar à synthèse d'ouverture était une technologie prometteuse pour la gestion des catastrophes et pouvait aussi être réalisé, avec des exigences plus souples, au moyen de plates-formes de petits satellites.

42. Le dernier exposé de la séance a examiné les incidences des missions de petits satellites sur le développement de technologies dans les pays en développement. L'intervenant, qui représentait également le Red de talentos mexicanos (secteur Allemagne), a recommandé aux pays d'Amérique latine et des Caraïbes de s'efforcer de conclure des accords de collaboration précis fondés sur des partenariats stratégiques, afin de trouver des solutions à long terme et de définir une feuille de route régionale sur les technologies spatiales se fondant sur un programme commun auquel les pays de la région pourraient contribuer.

4. Projets de petits satellites pour la formation en ingénierie

43. Les participants à la séance sur les projets de petits satellites pour la formation en ingénierie ont examiné les projets de petits satellites qui avaient permis aux étudiants d'acquérir une expérience pratique et avaient été l'occasion de participer à de réelles missions spatiales.

44. Le premier exposé donnait un aperçu du programme d'enseignement des technologies spatiales et des projets étudiants en la matière de l'Université de technologie de Varsovie. Une association spatiale étudiante a été créée en 1996 et a participé à environ 50 missions spatiales. Elle a principalement travaillé sur le projet de satellite PW-Sat2, qui permettrait aussi de tester un voile solaire de désorbitation comme mesure possible de réduction des débris spatiaux.

45. Le représentant du Centre scientifique d'Herzliya et de l'Agence spatiale israélienne a fait un exposé sur le projet Duchifat (nommé d'après l'oiseau national), premier nanosatellite conçu par Israël, mis au point et exploité par des élèves du secondaire et lancé en juin 2014. Ce groupe d'élèves a participé à l'assemblage d'un Cubesat à deux unités qui ferait partie de la mission QB50. Il était la seule équipe QB50 à laquelle participaient des élèves du secondaire et a montré que des activités liées à la mise au point de petits satellites pouvaient être menées au niveau de l'enseignement secondaire.

46. L'Université de Tokyo mène depuis longtemps et avec succès des projets de petits satellites pour la formation des ingénieurs ainsi qu'à d'autres fins. Plus de 500 étudiants originaires de 26 universités ont participé à de telles activités depuis 1999 et ont eu l'occasion de contribuer à toutes les étapes du cycle d'un projet spatial, depuis la définition de la mission générale jusqu'au lancement et à l'exploitation du satellite. L'Université de Tokyo était en passe de mettre au point la prochaine génération de satellites de pointe Hodoyoshi pesant 50 kg. Les organisateurs du projet se sont félicités de la coopération internationale et du transfert de connaissances vers les pays en développement.

47. Le Consortium universitaire d'ingénierie spatiale est une organisation à but non lucratif dont les membres viennent d'universités et d'institutions universitaires du monde entier. Il a été créé dans le but de faire participer, d'ici à la fin de 2020, des étudiants universitaires de plus d'une centaine de pays aux activités de renforcement des capacités dans le domaine des technologies spatiales. Il a organisé

un stage de formation (CanSat Leader Training Program) et un concours d'idées de mission, auxquels pouvaient participer des personnes du monde entier.

48. Le rôle des petits satellites dans la formation du personnel a été examiné par un des concepteurs de la norme Cubesat. Les activités Cubesat menées par la California Polytechnic State University ont abouti à la création d'une nouvelle entreprise appelée Tyvak, qui offre des services de pointe pour les systèmes de nanosatellites. Ceci n'est qu'un exemple parmi tant d'autres qui montre que la commercialisation est un élément important de la chaîne de valeur des Cubesat. Les projets de petits satellites offraient un outil idéal d'éducation pratique pour la formation de personnels qualifiés capables de travailler dans un large éventail de secteurs industriels.

49. Le dernier exposé, fait par le représentant de l'Université nationale autonome du Mexique, a porté sur l'expérience acquise en rapport avec l'utilisation d'une plate-forme de ballons stratosphériques pour la mise à l'essai de systèmes spatiaux en tant que solution économique pour réaliser des essais en orbite. L'avantage d'une telle plate-forme était qu'elle permettait de récupérer la charge utile après le vol et d'éviter la production de débris liés aux missions.

5. Programme d'études en ingénierie spatiale

50. L'élaboration d'un programme d'études en ingénierie spatiale faisait partie du plan de travail de l'Initiative sur les technologies spatiales fondamentales. À la séance consacrée au programme d'études, des experts internationaux en matière d'enseignement ont été invités à contribuer au programme d'études. Il était prévu de finaliser le programme d'études en ingénierie spatiale en 2016.

51. À l'ouverture de la séance, l'état d'avancement du programme d'études en ingénierie spatiale a été présenté. Les programmes d'enseignement sont mis au point pour les centres régionaux de formation aux sciences et techniques spatiales affiliés à l'Organisation des Nations Unies, ainsi que tous les autres établissements d'enseignement supérieur qui s'intéressent au développement des technologies spatiales.

52. Des représentants de l'Universidad del Valle (Guatemala), de l'Institut de technologie de Kyushu et de l'Université de Tokyo (Japon), de l'Université de Floride (États-Unis), de l'Institut national de recherche spatiale (Brésil) et du Conseil consultatif de la génération spatiale ont présenté leurs activités liées à la formation en ingénierie spatiale et formulé des recommandations pour le programme d'études.

53. La version provisoire actuelle du programme d'études a été présentée et les participants ont été invités à soumettre leurs contributions et à proposer des idées. Un groupe de travail chargé de préciser l'étendue du programme et formuler des recommandations pour des activités concrètes et des projets a été établi.

6. Questions réglementaires et juridiques

54. La séance consacrée aux questions réglementaires et juridiques a porté sur les aspects réglementaires et juridiques des programmes des petits satellites. Le représentant du Bureau des affaires spatiales a examiné les procédures d'immatriculation des satellites auprès de l'Organisation des Nations Unies, les

responsabilités des États de lancement, les Lignes directrices relatives à la réduction des débris spatiaux et l'état des discussions relatives à la viabilité à long terme des activités spatiales au sein du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique.

55. Des représentants de l'Université Sergio Arboleda (Colombie) et de l'Université de Vienne ont fait des exposés sur la responsabilité des États en ce qui concerne l'autorisation et la surveillance des activités spatiales de leurs ressortissants et sur le rôle de la législation spatiale nationale.

56. Le représentant de l'UIT a tenu un atelier sur l'enregistrement des fréquences pour les missions de petits satellites. Les documents de l'atelier peuvent être téléchargés depuis le site Web du Colloque.

7. Utilisation des technologies spatiales pour les systèmes d'alerte rapide

57. Les technologies spatiales et leurs applications pouvaient apporter des contributions notables en tant qu'éléments constitutifs des systèmes d'alerte rapide. La séance consacrée à l'utilisation des technologies spatiales pour les systèmes d'alerte rapide comprenait des exposés sur les missions de petits satellites en cours et celles prévues.

58. La mise au point de la constellation HUMSAT, sous la direction de l'Université de Vigo (Espagne) était une activité approuvée par l'Initiative sur les technologies spatiales fondamentales. L'exposé a porté sur la contribution brésilienne à HUMSAT, qui a permis de fournir des services de transmission à faible débit des données recueillies par les réseaux de capteurs au sol. Les données pouvaient être transférées aux utilisateurs de smartphones, et l'utilisation de la constellation pour diverses applications de stockage et de transmission des données était actuellement examinée.

59. L'exposé fait par le représentant de l'Ames Research Center de la National Aeronautics and Space Administration (NASA) des États-Unis a porté sur l'optimisation des réseaux distribués de petits satellites et leur rôle dans la création d'une infrastructure en orbite terrestre. Dans un réseau distribué, les capacités de la charge utile, qui est habituellement embarquée sur un seul engin spatial, seraient réparties sur plusieurs modules de satellites différents qui pourraient se partager un seul réseau de données sans fil.

60. Le projet Condor UNAM-MAI était une mission de satellites menée conjointement par la Fédération de Russie et le Mexique, qui visait à promouvoir les échanges universitaires et les démonstrations scientifiques et techniques. La charge utile du satellite permettrait de surveiller l'atmosphère terrestre pour l'étude des signes précurseurs ionosphériques des tremblements de terre.

61. L'Agence spatiale mexicaine examinait actuellement les exigences de la société en faveur des systèmes d'alerte rapide. Il n'existait pas actuellement de satellite de télédétection exploité par le Mexique, qui s'appuyait donc sur la coopération internationale pour obtenir des images satellitaires qui répondent à ses intérêts nationaux. Dans le cadre de son plan national d'infrastructure spatiale, le Mexique envisageait de mettre au point une constellation de petits satellites afin de répondre à ses besoins de données spatiales.

62. Le Laboratoire de vol spatial de l'Institut d'études aérospatiales de l'Université de Toronto (Canada) avait mené avec succès plusieurs programmes de petits satellites. Il avait également lancé plusieurs satellites de surveillance des navires, notamment AIS SAT-1 et AIS SAT-2, qui étaient utilisés par la Norvège pour la surveillance maritime le long de ses côtes. Le satellite AIS SAT-3, qui transportait à son bord un récepteur AIS de pointe, était en cours d'élaboration.

63. Le dernier exposé, fait par le représentant du Red de Talentos Mexicanos (section Royaume-Uni), portait sur les principaux aspects ayant trait à la conception, les difficultés rencontrées et les points à prendre en considération lors de l'élaboration de charges utiles pour l'observation de la Terre à haute résolution.

8. Données d'expérience acquises sur le plan international

64. La dernière séance technique a porté sur les données d'expérience acquises à l'échelon international et le renforcement des capacités en matière de développement de technologies spatiales au Chili, en Chine, en Colombie, en Égypte, en Malaisie et en Turquie.

65. Le représentant de l'Astronautic Technology Sdn Bhd (Malaisie) a présenté la plate-forme de satellites de la norme Cubesat à trois unités (TiGA-U). L'état d'avancement des projets de petits satellites menés par le Turkish University Space Engineering Consortium (UNISEC) a été présenté par le représentant de l'Université technique d'Istanbul. Le représentant de l'Autorité nationale de télédétection et des sciences spatiales a présenté les progrès récemment accomplis dans le cadre du programme spatial égyptien, et le représentant de l'Université de Beihang de Beijing a examiné les programmes de petits satellites menés par l'Université en vue de renforcer les capacités dans le domaine des technologies spatiales fondamentales.

66. La plate-forme d'exploration mobile s'appuyant sur des satellites Cubesat, Dandelion, a été mise au point par l'Universidad Austral (Chili). La conception du rover lui permettait de traverser un terrain à topographie difficile et a retenu l'attention de la NASA et d'un certain nombre d'autres partenaires potentiels. Enfin, l'exposé du représentant de l'Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas (Colombie) a abordé l'utilisation des petits satellites à des fins de formation et de développement des applications de télémédecine en Colombie.

C. Tables rondes

67. Des tables rondes ont été organisées sur les thèmes suivants: a) perspectives, plans et projets en matière de coopération régionale pour le développement de technologies spatiales en Amérique latine et dans les Caraïbes; et b) meilleures pratiques de renforcement des capacités dans le domaine des technologies spatiales fondamentales.

1. Perspectives, plans et projets en matière de coopération régionale pour le développement de technologies spatiales en Amérique latine et dans les Caraïbes

68. Au cours de leurs débats, les experts du Costa Rica, de l'Équateur, du Mexique et du Venezuela (République bolivarienne du) ont examiné les progrès accomplis

dans le développement de technologies spatiales en Amérique latine et dans les Caraïbes. Ils ont étudié les perspectives, les plans et les projets en matière de coopération régionale, les possibilités et les difficultés éventuelles.

69. Les experts ont conclu que les capacités, les compétences et les données d'expérience des pays de la région en ce qui concerne le développement de technologies spatiales étaient variables. La coopération technique était la plus efficace entre des partenaires ayant un niveau de développement similaire et des intérêts communs, par exemple en ce qui concerne certaines applications. Il a été recommandé d'appliquer et de renforcer les cadres de coopération existants, comme la Conférence de l'espace pour les Amériques et l'Alliance des agences spatiales latino-américaines. Il a été noté que la mise au point d'une constellation de nanosatellites pourrait être l'occasion de resserrer la coopération entre les pays de la région.

2. Meilleures pratiques pour le renforcement des capacités dans le domaine des technologies spatiales fondamentales

70. Les experts d'Afrique du Sud, de Colombie, des États-Unis, du Japon et du Mexique avaient une expérience approfondie du renforcement des capacités dans le domaine du développement des technologies spatiales fondamentales. Ils ont examiné la manière dont les missions de petits satellites pouvaient déboucher sur des missions de satellites plus grandes et plus complexes, ou les compléter et les renforcer, et se sont demandés si et comment les projets de petits satellites pouvaient contribuer à créer des débouchés commerciaux pour le secteur privé.

71. Les experts sont convenus que les petits satellites pouvaient compléter des missions de satellites plus grandes et plus coûteuses en fournissant des services complémentaires ou en réduisant le coût de la mission et les conséquences en cas d'échec.

72. Ils ont noté que les projets de petits satellites pouvaient créer des débouchés commerciaux, en particulier dans les pays en développement, comme le montrait la mission colombienne relative au satellite Libertad-1, qui avait permis la création de la première entreprise offrant des missions spatiales complètes en Amérique latine, Sequoia Space. Les petits satellites inférieurs à 150 kg entraient dans la phase d'application commerciale, comme en témoignaient les sociétés commerciales telles que Planetlabs et Skybox, et attiraient des capitaux à risque de plus en plus importants. Des bénéfices pouvaient être réalisés en amont des applications: des débouchés commerciaux pouvaient être trouvés en identifiant des niches et des services ou en devenant l'unique fournisseur d'un matériel de mission.

73. Un autre aspect positif des activités de développement des petits satellites était la formation du personnel. L'expérience du Japon a montré que les étudiants qui avaient suivi une formation pouvaient rapidement accéder à des emplois dans l'industrie satellitaire et que leurs compétences étaient facilement utilisables dans d'autres secteurs industriels.

74. Un projet de satellite universitaire est soumis au même cadre réglementaire et juridique que toute autre mission de satellites, raison pour laquelle il était nécessaire, dans le cadre de tels projets, de tenir compte des règles applicables et de les respecter. Tous les experts sont convenus que l'appui du Gouvernement était

important tout comme un cadre juridique favorable aux activités spatiales non gouvernementales.

75. Un problème rencontré dans le cadre du développement de petits satellites, en particulier en ce qui concerne leurs applications commerciales, était le fait qu'il était nécessaire d'accroître leur performance et de réduire le taux d'échec de ces missions afin de les rendre compétitives par rapport aux missions de satellites de plus grande envergure. Un obstacle potentiel à l'utilisation commerciale était que la largeur de bande disponible était limitée dans les bandes de fréquences normalement utilisées pour les missions de petits satellites. Toutefois, les experts ont souligné que des solutions techniques à ce problème étaient actuellement élaborées et que des solutions de remplacement comme la transmission de données par le biais de satellites géostationnaires étaient déjà utilisées.

76. En raison de leur cycle de conception réduit, les missions de petits satellites ont été non seulement utiles pour le renforcement des capacités, mais joueraient également un rôle central pour le développement et l'utilisation futurs de l'espace. En effet, les experts ont conclu que l'objectif visé était un monde dans lequel tous les pays mèneraient des activités spatiales et non seulement un petit nombre d'entre eux.

III. Observations et recommandations

77. En ce qui concerne le renforcement des capacités et la coopération internationale pour le développement de technologies spatiales, les participants au Colloque ONU/Mexique sur les technologies spatiales fondamentales ont:

a) Noté qu'il importait de renforcer les capacités dans le domaine des technologies spatiales, en particulier du développement de missions de petits satellites, ce qui pouvait présenter de nombreux avantages, notamment en offrant des possibilités de formation et d'enseignement et en donnant aux ingénieurs et directeurs de projet des compétences transférables, en permettant l'acquisition de compétences techniques pouvant présenter un intérêt pour d'autres secteurs industriels, la création d'entreprises, la coopération internationale dans le domaine spatial et le renforcement des capacités spatiales d'un pays, ainsi qu'en apportant les avantages liés à l'exploitation des petits satellites;

b) Pris note de la rapidité avec laquelle des progrès étaient accomplis dans le domaine des activités liées aux petits satellites, de l'augmentation du taux de lancement et des capacités des petits satellites, et du nombre croissant de missions de petits satellites opérationnels;

c) Noté le rôle de la coopération régionale et internationale pour renforcer les capacités dans le domaine du développement des technologies spatiales à l'échelle mondiale et des cadres existants ou prévus de coopération spatiale en Amérique latine et dans les Caraïbes en particulier la Conférence de l'espace pour les Amériques, l'Alliance des agences spatiales latino-américaines et sa Déclaration de Bogota, l'Association centraméricaine pour l'aéronautique et l'espace et le Centre régional de formation aux sciences et techniques spatiales pour l'Amérique latine et les Caraïbes.

78. Concernant les questions juridiques et réglementaires, les participants ont:

a) Noté que toutes les activités spatiales, notamment celles liées aux petits satellites, devraient être menées dans le respect de toutes les dispositions du droit spatial national et international et des résolutions pertinentes de l'Assemblée générale, comme la résolution 62/101, intitulée "Recommandations visant à renforcer la pratique des États et des organisations internationales intergouvernementales concernant l'immatriculation des objets spatiaux", et la résolution 68/74, intitulée "Recommandations sur les législations nationales relatives à l'exploration et à l'utilisation pacifiques de l'espace extra-atmosphérique", ainsi que des Lignes directrices du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique relatives à la réduction des débris spatiaux⁴;

b) Noté les débats que le Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique et son Sous-Comité scientifique et technique avaient eus au titre du point de l'ordre du jour consacré à la viabilité à long terme des activités spatiales, ainsi que leur pertinence pour les missions spatiales, y compris celles de petits satellites, et noté également que les entités qui menaient des activités concernant des petits satellites devraient s'engager à appliquer pleinement les lignes directrices volontaires sur la viabilité à long terme des activités spatiales, une fois que celles-ci auraient été publiées;

c) Examiné l'opportunité d'élaborer des lignes directrices à l'intention des opérateurs de satellites, en particulier pour les constellations et essaims comptant des douzaines voire des centaines d'objets spatiaux ayant une courte durée de vie opérationnelle, en ce qui concerne le régime orbital optimal pouvant être utilisé pour se conformer aux pratiques existantes et nouvelles en matière de réduction des débris spatiaux et de sûreté des opérations en orbite;

d) Examiné des mesures visant à améliorer la détectabilité des petits satellites par les radars au sol ou des installations optiques afin de garantir la sûreté des opérations en orbite, par exemple des modifications de la conception pour accroître la section efficace en radar ou la visibilité optique des satellites;

e) Noté que les activités pédagogiques liées au développement des technologies spatiales pourraient également tirer parti des possibilités de vol suborbital ou des ballons ou être menées par le biais d'une plate-forme de type Cansat, ce qui aurait non seulement pour effet de simplifier les aspects juridiques, la logistique des projets et leur complexité, le coût et la gestion des risques associés à ces activités, mais permettrait également de veiller à ce qu'il n'y ait pas d'incidences néfastes sur la viabilité à long terme des activités spatiales;

f) Noté que les petits satellites étaient des objets spatiaux au sens juridique et qu'ils étaient donc soumis aux mêmes obligations juridiques et réglementaires que tous les autres objets spatiaux, et ne devraient pas en être exclus ni soumis à des règles et règlements spécifiques;

g) Recommandé que tous les projets spatiaux devraient prévoir une gestion juridique outre la gestion technique et administrative.

⁴ Documents officiels de l'Assemblée générale, soixante-deuxième session, Supplément n° 20 (A/62/20), par. 117 et 118 et annexe.

79. Concernant l'attribution des fréquences et la coordination, les participants ont:

a) Noté que les États Membres et les opérateurs de petits satellites avaient été instamment priés d'appliquer le Règlement des radiocommunications de l'UIT relatif à l'utilisation des bandes de fréquences et les notifications des systèmes de petits satellites;

b) Noté que la bande radio amateur n'était pas destinée à des fins commerciales;

c) Rappelé que les États Membres et les milieux universitaires avaient été invités à participer activement aux études du Groupe de travail 7B du Secteur des radiocommunications de l'UIT concernant les petits satellites (question UIT-R 254/7 relative aux caractéristiques des nanosatellites et des picosatellites et à la pratique actuelle), afin de contribuer à l'échange de vues et au processus de prise de décisions de l'UIT, qui prendra fin à la Conférence mondiale des radiocommunications en 2018 (voir www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg7/rwp7b);

d) Noté que les États Membres avaient été invités à participer activement à la Conférence mondiale des radiocommunications de 2015, qui doit se tenir à Genève du 2 au 27 novembre 2015 et qui abordera diverses questions générales associées aux services satellitaires;

e) Noté que, dans sa résolution 757 sur les aspects réglementaires des nanosatellites et des picosatellites, la Conférence mondiale des radiocommunications de 2012 avait décidé d'inviter la Conférence mondiale des radiocommunications de 2018 à examiner s'il y avait lieu d'apporter des modifications aux procédures réglementaires applicables à la notification des réseaux à satellite, afin de faciliter le déploiement et l'exploitation des nanosatellites et des picosatellites, et à prendre les mesures appropriées;

f) Noté que les États Membres, les milieux universitaires et les opérateurs de satellites avaient été invités à prendre une part active au colloque et à l'atelier sur l'UIT sur la réglementation et les systèmes de communication des petits satellites, qui doit se tenir à Prague du 2 au 4 mars 2015 (voir www.itu.int/en/ITU-R/space/workshops/2015-prague-small-sat);

g) Noté qu'à sa cinquante-troisième session, tenue en 2014, le Sous-Comité juridique du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique avait prié le Secrétariat d'établir, en consultation avec l'UIT, un document d'information sur les questions liées à l'immatriculation, l'autorisation, la réduction des débris et la gestion des fréquences des petits et très petits satellites, dans l'intérêt des acteurs du secteur spatial qui prévoient d'exploiter de tels satellites, et que ce document serait présenté au Sous-Comité juridique à sa cinquante-quatrième session.

80. Concernant les activités de l'Initiative sur les technologies spatiales fondamentales, les participants ont:

a) Approuvé la poursuite des activités menées dans le cadre du programme de travail de l'Initiative sur les technologies spatiales fondamentales, telles qu'énoncées aux paragraphes 59 et 60 du document A/AC.105/1005;

b) Noté les travaux actuellement menés sur le programme d'études en ingénierie spatiale et recommandé que ce programme prévoie des exposés sur divers

aspects de la mise au point, du lancement, de l'exploitation et des utilisations pratiques de petits satellites, notamment les meilleures pratiques pour réduire les débris spatiaux et assurer la viabilité à long terme des activités spatiales;

c) Remercié l'Afrique du Sud de la proposition faite d'accueillir le Colloque ONU/Afrique du Sud sur les technologies spatiales fondamentales en 2015.

81. Enfin, les participants ont recommandé à la délégation mexicaine, en coopération avec le Bureau des affaires spatiales, de faire une présentation technique au Sous-Comité scientifique et technique à sa session de 2015, afin d'appeler son attention sur le rôle croissant des activités liées aux petits satellites dans l'exploration et les utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique, notamment à des fins de sensibilisation, de formation et de renforcement des capacités ainsi que pour les applications opérationnelles commerciales et non commerciales.

IV. Conclusions

82. Le prochain Colloque sur les technologies spatiales fondamentales portera principalement sur le renforcement des capacités pour le développement des technologies spatiales en Afrique. Pour la période 2016-2018, des représentants des institutions des pays suivants ont manifesté leur intérêt pour accueillir un atelier régional sur le développement des technologies spatiales fondamentales: Brésil, Chine, Égypte et Turquie.