Nations Unies A/AC.105/1194

Assemblée générale

Distr. générale
19 octobre 2018
Français
Original : anglais

Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique

Rapport du colloque ONU/Brésil sur les technologies spatiales fondamentales : Créer de nouvelles possibilités grâce aux missions spatiales de petits satellites

(Natal, Brésil, 11-14 septembre 2018)

I. Introduction

1. Le Colloque ONU/Brésil sur les technologies spatiales fondamentales sur le thème « Créer de nouvelles possibilités grâce aux missions spatiales de petits satellites » était le cinquième d'une série de colloques internationaux sur le développement des technologies spatiales fondamentales, devant se tenir dans chacune des régions desservies par la Commission économique pour l'Afrique, la Commission économique et sociale pour l'Asie et le Pacifique, la Commission économique pour l'Amérique latine et les Caraïbes et la Commission économique et sociale pour l'Asie occidentale. Ces colloques s'inscrivent dans le cadre de l'Initiative des Nations Unies sur les technologies spatiales fondamentales, qui relève du Programme des Nations Unies pour les applications des techniques spatiales. L'Initiative vise à appuyer le renforcement des capacités dans le domaine des technologies spatiales fondamentales et à promouvoir l'utilisation des techniques spatiales et de leurs applications à des fins pacifiques et à l'appui du développement durable.

2. Le Colloque a été organisé à Natal (Brésil) par le Bureau des affaires spatiales du Secrétariat ainsi que l'Institut national de recherche spatiale (INPE), l'Institut fédéral d'éducation, de science et de technologie du Rio Grande do Norte (IFRN), l'Université fédérale du Rio Grande do Norte (UFRN) et l'Agence spatiale brésilienne (AEB), au nom du Gouvernement du Brésil. Le Colloque et ses manifestations parallèles ont été accueillis par l'IFRN et l'AEB.

3. Le présent rapport décrit le contexte, les objectifs et le programme du Colloque, résume les présentations faites lors des réunions techniques et des tables rondes et présente les recommandations et les observations formulées par les participants. Il a été établi en application de la résolution 72/77 de l'Assemblée générale. Il doit être lu en parallèle avec les rapports sur les trois colloques ONU/Autriche/Agence spatiale européenne sur les programmes de petits satellites tenus entre 2009 et 2011 (A/AC.105/966, A/AC.105/983 et A/AC.105/1005) et les rapports des quatre précédents colloques internationaux sur le développement des technologies spatiales fondamentales (A/AC.105/1032, A/AC.105/1052, A/AC.105/1086 et A/AC.105/1180).

V.18-07129 (F) 201118 211118

Merci de recycler

A. Contexte et objectifs

4. Le Programme des Nations Unies pour les applications des techniques spatiales a été lancé à l'issue de 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 fournit un appui à tous les États Membres de l'ONU qui souhaitent renforcer leurs capacités dans le domaine des techniques spatiales, quel que soit leur niveau de développement économique.

5. Compte tenu du progrès technique et de l'acceptation de missions d'un niveau de risque plus élevé mais encore raisonnable, des petits satellites de plus en plus performants, pouvant être mis au point par les établissements universitaires, les centres de recherche et organismes similaires dotés d'une infrastructure et d'un budget limités, ont vu le jour. Comme les petits satellites offrent de nombreux avantages, bon nombre de pays, y compris les pays en développement et les pays qui jusqu'à présent utilisaient des applications spatiales mises au point par d'autres, se sont efforcés de mettre en place des capacités de base aux fins du développement des techniques spatiales.

6. Pour répondre à cet intérêt croissant, l'Initiative sur les technologies spatiales fondamentales a été intégrée au Programme des Nations Unies pour les applications des techniques spatiales en 2009. Conformément à la résolution 37/90 de l'Assemblée générale, le Programme devrait favoriser la croissance de « noyaux » de techniciens autochtones et d'une base technique autonome, dans la mesure du possible, s'agissant des techniques spatiales dans les pays en développement, en coopération avec d'autres organismes des Nations Unies et/ou États Membres.

7. L'Initiative met l'accent sur le développement des petits satellites d'une masse inférieure à 150 kg à un prix abordable et sur les questions techniques, administratives, réglementaires et juridiques connexes. Elle contribue au renforcement des capacités dans le domaine des technologies spatiales fondamentales et de leurs applications en faveur des utilisations pacifiques de l'espace à l'appui du développement durable. Elle s'intéresse en outre à la contribution des technologies spatiales fondamentales au processus associé au cinquantenaire de la première Conférence des Nations Unies sur l'exploration et les utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique (UNISPACE+50) et à la mise en œuvre d'un programme « Espace2030 », qui sera élaboré par le Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique.

8. Les objectifs principaux du Colloque ONU/Brésil étaient les suivants :

a) Examiner l'état du renforcement des capacités dans le domaine des technologies spatiales fondamentales pour les petits satellites, y compris les enseignements tirés du passé et les activités de développement en cours, l'accent étant mis sur la collaboration régionale et internationale, en particulier en faveur des pays d'Amérique latine et des Caraïbes ;

b) Examiner les questions relatives à la mise en œuvre de programmes de petits satellites, telles que le renforcement des capacités organisationnelles, le développement et la mise à l'essai d'infrastructures et de possibilités de lancement ;

c) Examiner l'évolution des capacités et les applications de pointe des programmes de petits satellites et les progrès technologiques qui leur sont associés, l'accent étant mis en particulier sur les applications de surveillance agricole, environnementale et urbaine et d'éducation à l'appui d'une croissance durable, conformément au Programme de développement durable à l'horizon 2030 ;

d) Examiner les questions de réglementation liées aux programmes de développement des techniques spatiales, telles que l'attribution des fréquences, les mesures de réduction des débris spatiaux et d'autres questions qui pourraient se poser

compte tenu de la nouvelle tendance que représentent les constellations de petits satellites ;

e) Examiner les questions et responsabilités juridiques liées aux programmes de développement des technologies spatiales, telles que celles qui découlent du droit international de l'espace ;

f) Examiner la voie à suivre pour l'Initiative sur les technologies spatiales fondamentales et ses activités de renforcement des capacités et de coopération internationale à l'appui d'UNISPACE+50.

9. Le cinquantième anniversaire d'UNISPACE, premier sommet des Nations Unies sur l'espace du XXIe siècle a été célébré en juin 2018. Le Colloque a été l'une des premières activités organisées par le Bureau des affaires spatiales après cette manifestation, et à ce titre, il a été particulièrement important pour définir les possibilités à long terme offertes par les technologies spatiales fondamentales.

10. Les observations et recommandations relatives au renforcement des capacités locales dans le domaine des techniques spatiales et de leurs applications, et donc à la réduction de la « fracture spatiale », formulées lors du Colloque contribuent directement à la réalisation des objectifs de développement durable 4 (éducation de qualité) et 10 (réduction des inégalités). En outre, dans le contexte du Programme de développement durable à l'horizon 2030, le développement des technologies spatiales d'entrée de gamme, qui offrent un point d'entrée abordable, soutient également l'acquisition de capacités et de compétences techniques, ouvrant la voie à d'éventuelles retombées dans d'autres secteurs industriels, à la création d'entreprises commerciales (qui relève de l'objectif 9, sur les industries, l'innovation et les infrastructures) et à de nouvelles possibilités de coopération internationale (qui relève de l'objectif 17, sur les partenariats).

B. Participation

11. Le Colloque a rassemblé 209 professionnels de l'espace participant à des missions de petits satellites et de nanosatellites d'institutions gouvernementales et intergouvernementales, d'universités et d'autres entités universitaires, ainsi que des représentants du secteur privé de 27 pays, à savoir : Afrique du Sud, Allemagne, Argentine, Bolivie (État plurinational de), Brésil, Bulgarie, Chili, Chine, Colombie, Costa Rica, Espagne, États-Unis d'Amérique, Guatemala, Inde, Italie, Japon, Kenya, Mexique, Nigéria, Paraguay, Pérou, République de Corée, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, Soudan, Tunisie, Turquie et Ukraine.

12. Le Colloque a été parrainé, au nom du Gouvernement du Brésil, par l'INPE, l'AEB, l'UFRN et l'IFRN. Les fonds alloués par l'ONU et les organisateurs ont servi à prendre en charge les frais de 28 participants issus de 22 pays.

C. Atelier pratique précédant le Colloque

13. En prélude au Colloque, l'INPE a tenu un atelier pratique de deux jours sur le développement de CubeSat dans les installations de l'AEB. L'objectif principal était de doter les participants des connaissances nécessaires pour animer des ateliers similaires dans leur propre pays. Les participants ont suivi une formation sur l'architecture des systèmes satellitaires de base, élaboré un kit CubeSat de station au sol et acquis de l'expérience en ingénierie des systèmes spatiaux, y compris l'assemblage, l'intégration et la mise à l'essai.

14. Vingt-cinq chercheurs et étudiants s'intéressant aux missions de nanosatellites et de petits satellites ont assisté à l'atelier. Les participants étaient issus d'institutions publiques, d'universités et d'autres établissements universitaires de 11 pays, à savoir l'Argentine, la Bolivie (État plurinational de), le Brésil, la Bulgarie, le Chili, la Colombie, le Costa Rica, le Guatemala, l'Italie, le Mexique et le Pérou.

II. Programme

15. Le programme du Colloque a été élaboré par le Bureau des affaires spatiales en coopération avec le comité du programme, lequel se composait 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. Une exposition, tenue conjointement avec le Colloque, a été mise sur pied localement.

16. Le programme comprenait des séances d'ouverture et d'introduction, des discours liminaires, quatre séances techniques, deux tables rondes, six séances de présentation d'affiches et une séance finale sur les observations et recommandations formulées, et enfin les remarques de clôture des coorganisateurs. Les présentations orales et par affiches faites pendant le Colloque sont disponibles sur le site Web du Colloque (www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/schedule/2018/symposium_brazil_bsti.html).

A. Séance d'ouverture

17. Lors de la séance d'ouverture, des allocutions de bienvenue ont été faites par un représentant du Directeur de l'IFRN, un représentant du Directeur général du Campus Natal Central de l'IFRN, un représentant du Recteur de l'UFRN, le Président de l'AEB et une représentante du Bureau des affaires spatiales.

18. Dans le premier discours liminaire, le Directeur de l'INPE a donné un aperçu du rôle actuel et des plans futurs de l'Institut dans le domaine de la recherche-développement et des petits satellites. Il a présenté les activités de renforcement des capacités, de développement des infrastructures et de vulgarisation de l'Institut, et donné des exemples d'applications des petits satellites à la recherche scientifique et technologique.

19. Le deuxième discours liminaire a été prononcé par un représentant de l'Université d'État de l'Utah, qui a illustré le rôle des petits satellites pour les sciences spatiales dans le cadre de la mission SPORT (Scintillation Prediction Observations Research Task), mission conjointe Brésil/États-Unis de recherche sur la météorologie spatiale. La mission conjointe CubeSat a été conçue pour améliorer la compréhension des conditions préalables à la formation des bulles de plasma équatoriales donnant lieu à des scintillations radio.

20. Deux présentations liminaires ont été faites par des représentants du Bureau des affaires spatiales, qui ont donné un aperçu de la mission du Bureau, consistant à faire bénéficier l'humanité des bienfaits de l'espace, et insisté sur les possibilités qu'offrait l'espace pour la réalisation du Programme de développement durable à l'horizon 2030. Les orateurs ont en outre souligné les difficultés rencontrées par les pays au cours des phases initiales de leur accès aux technologies spatiales et les possibilités qu'offraient les technologies spatiales liées aux petits satellites pour relever ces défis, en proposant des solutions abordables.

21. Dans la présentation finale de la séance d'introduction, un représentant de l'AEB a présenté un résumé des missions brésiliennes de petits satellites et a donné un aperçu des initiatives de l'Agence dans ce domaine.

B. Séances techniques

22. Des séances techniques se sont tenues sur les thèmes suivants : a) petits satellites et renforcement des capacités dans le domaine des technologies spatiales fondamentales, l'accent étant mis en particulier sur l'Amérique latine et les Caraïbes ; b) évolution des capacités et applications opérationnelles des missions de petits satellites ; c) questions juridiques et réglementaires liées aux petits satellites ; et d) évolution d'un système local de collecte de données vers une initiative internationale de collecte de données environnementales basée sur la constellation

CubeSat. Chaque séance technique a été suivie d'une séance de présentation d'affiches.

1. Petits satellites et renforcement des capacités dans le domaine des technologies spatiales fondamentales, l'accent étant mis en particulier sur l'Amérique latine et les Caraïbes

23. Des orateurs de l'Université d'État de l'Utah, de l'Université Sergio Arboleda, de l'Institut technique d'aéronautique (Brésil), de l'École d'astronautique de l'Université Beihang, de l'Association centraméricaine d'aéronautique et spatiale, de l'Université technique d'Istanbul, de l'Université catholique San Pablo (Pérou), de Aerospace Corporation, de la Direction générale pour la recherche et le développement des forces aériennes argentines, de l'Agence spatiale mexicaine (AEM), du Centre for Research on Microelectronics and Nanotechnology, de Berlin Space Technologies, de l'Université du Chili et du Massachusetts Institute of Technology ont présenté les activités de renforcement des capacités achevées, en cours et à venir.

24. Le principal mécanisme de renforcement des capacités a été l'utilisation de programmes de développement de petits satellites tels que les projets Libertad-2, SPORT, IRAZÚ, µSAT-3, AztechSat-1, SUCHAI, ITUpSAT 1, FACT, USUSat et AeroCube, avec la participation des établissements d'enseignement locaux. Il a été dit qu'offrir des possibilités réelles de projets appropriés facilitait grandement le renforcement des capacités dans le domaine des techniques spatiales, et que les missions de petits satellites représentaient un moyen abordable d'accéder à ces possibilités.

25. Les participants ont montré comment ils combinaient des composants CubeSat achetés auprès de fournisseurs internationaux et des composants ou sous-systèmes de l'engin spatial fabriqués localement. Ils ont souligné que cette méthode était importante pour les programmes de renforcement des capacités et de formation. Ils ont également souligné que les changements de paradigme en matière de renforcement des capacités spatiales et d'utilisation de l'espace, tels que l'utilisation généralisée d'éléments commerciaux standard, marquaient le début d'une nouvelle ère et entraînaient de nouveaux changements s'agissant des aspects politiques, stratégiques, humains et infrastructurels des missions spatiales.

26. Certains orateurs ont montré l'importance de la coopération multilatérale au niveau national en vue de mobiliser l'appui et le financement nécessaires pour les projets de petits satellites auprès des milieux universitaires, des entreprises privées et du secteur public, et souligné la nécessité de mieux faire connaître les utilisations des techniques spatiales pour résoudre des problèmes concrets sur Terre. Le Programme de développement durable à l'horizon 2030 a été présenté comme une source importante d'informations concernant les domaines dans lesquels l'utilisation des techniques spatiales serait essentielle.

27. D'autres mécanismes de financement ont également été présentés pour mobiliser les fonds nécessaires aux projets de petits satellites. Il s'agissait notamment des instruments financiers liés au secteur spatial dans l'Union européenne et des possibilités de collaboration régionale et internationale. On a souligné que la coopération régionale et internationale était importante pour renforcer les capacités dans le domaine des technologies spatiales fondamentales. Il a été dit que la coopération Sud-Sud serait bénéfique pour les pays qui renforcent leurs capacités car elle permettrait de partager les risques et les coûts associés aux missions spatiales.

28. Il a été souligné que le fait de trouver un ensemble d'objectifs de mission mutuellement avantageux pouvait être le moyen de favoriser la collaboration entre des pays ayant des capacités spatiales très différentes ; les missions AztechSat-1 et SPORT ont été citées comme exemples à cet égard. Il a été noté que les établissements d'enseignement des pays ayant des activités spatiales n'étaient pas soumis aux mêmes restrictions juridiques que les entreprises privées s'agissant de l'exportation des technologies spatiales fondamentales. Il a également été souligné que certains pays

européens offraient aux pays en développement une formation spécifique sur les technologies spatiales fondamentales afin d'étendre leurs débouchés commerciaux à ces marchés émergents.

29. Les participants ont souligné qu'il était important de disposer de possibilités de lancement abordables pour mettre en œuvre des projets de renforcement des capacités. Certains participants ont indiqué que les projets de coopération Nord-Sud présentaient l'important avantage de faciliter l'accès aux possibilités de lancement. Les participants ont également félicité le Bureau des affaires spatiales et l'Agence japonaise d'exploration aérospatiale (JAXA) pour l'initiative KiboCUBE, qui constitue un exemple unique de coopération triangulaire dans ce domaine.

30. La séance s'est achevée par une table ronde qui a permis d'examiner et de mettre en lumière les aspects les plus importants du renforcement des capacités dans le domaine des techniques spatiales. Les représentants de l'Université d'État de l'Utah, de l'Aerospace Corporation, de l'INPE, de Space BD Inc., d'Airvantis et de Berlin Space Technologies ont abordé les éléments les plus susceptibles de mener à la réussite des missions de petits satellites.

31. Au cours du débat, il a été souligné que trois normes fournissaient des orientations pour accroître les chances de réussite des missions : a) la norme ISO 17770:2017 de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) (Systèmes spatiaux – satellites cubes (CubeSats)) ; b) ISO 19683:2017 (Systèmes spatiaux – Qualification de la conception et essais de réception des petits véhicules et unités spatiales) ; et c) les normes techniques adaptées de la Coopération européenne pour la normalisation dans le domaine spatial concernant les projets de démonstration en orbite CubeSat (TEC-SY/128/2013/SPD/RW Rev.3). En outre, deux publications récentes ont été recommandées comme documents de référence : a) *Improving Mission Success of CubeSats* (Catherine C. Venturini, Aerospace Report nº TOR-2017-01689) ; et b) « Reliving 24 years in the next 12 minutes: a statistical and personal history of university-class satellites » (Michael Swartwout, document SSC18-WKVIII-03, Saint Louis University, Missouri, 2018).

2. Évolution des capacités et applications opérationnelles des missions de petits satellites

32. Sont intervenus à cette séance, des orateurs des secteurs public, privé et universitaire de l'Allemagne, de la Bolivie (État plurinational de), du Brésil, de la Chine, du Costa Rica, du Danemark, des États-Unis, du Guatemala, de l'Inde, des Pays-Bas et de l'Ukraine. Ils représentaient l'Université de Würzburg, SatSure, l'Administration nationale de l'aéronautique et de l'espace (NASA), l'Université des sciences et des sciences humaines (Pérou), l'Université del Valle (Guatemala), l'Université de Brasilia, Shenzhen Aerospace Dongfanghong HIT Satellite Ltd., Innovative Solutions in Space B.V., Noosfera Projects, INPE, Institut costaricain de technologie, Yuzhnoye State Design Office, GomSpace et Vel Tech Rangarajan Dr. Sagunthala Research and Design Institute of Science and Technology.

33. L'augmentation spectaculaire de la demande de petits satellites et de leurs constellations a été soulignée. Il a été noté que le facteur le plus important de cette tendance était l'augmentation du nombre d'opérateurs commerciaux, en raison des caractéristiques attrayantes des petits satellites : cycles d'innovation plus rapides, répartition des risques entre plusieurs biens au lieu d'un grand satellite traditionnel et la possibilité d'utiliser des composants commerciaux à haute performance. Il a été souligné que la croissance rapide du marché des petits satellites avait eu des répercussions sur le marché des petits lanceurs, ce qui avait conduit à des investissements dans la recherche sur le développement de petits lanceurs réutilisables susceptibles d'augmenter sensiblement la fréquence des lancements à moindre coût.

34. Les principaux défis auxquels les petits satellites devaient faire face étaient les communications à grande largeur de bande, le contrôle d'attitude de précision, la propulsion et la miniaturisation des instruments ; toutefois, il a également été noté

que, grâce à des recherches technologiques approfondies, les capacités des petits satellites ne cessaient de s'améliorer. Les orateurs ont présenté des exemples de missions de validation des technologies dans ces domaines clefs, notamment UWE, GOMX, Serpens et IMS-1.

35. Les orateurs ont insisté sur les capacités croissantes des petits satellites et les applications dérivées de ces capacités ont été décrites dans les présentations. Des explications ont été données concernant MV-1, TIM, IRAZÚ, Quetzal-1, N-Sight, Discoverer, SICH-2, CloudCT, BrightSkies, IONOSAT, AEROSOL-UA et d'autres missions d'observation terrestre et météorologique liées à des applications telles que la surveillance agricole, la surveillance de l'humidité du sol, la surveillance forestière, la surveillance glaciaire, la surveillance des nuages de cendre volcanique, la détection des foudres, la surveillance des eaux, la surveillance des catastrophes maritimes, l'évaluation des risques, la surveillance de la pollution atmosphérique, l'analyse des particules d'aérosol dans l'atmosphère et les mesures ionosphériques.

36. Des orateurs ont souligné l'importance des nouvelles techniques d'observation, en particulier des petits capteurs satellitaires, pour promouvoir les sciences spatiales, la météorologie spatiale et l'astrophysique, et donné des exemples de missions en cours à cette fin.

37. L'Internet des objets a été présenté comme un autre domaine d'application qui devrait être le prochain moteur de développement des petits satellites et leurs constellations. On a mentionné les utilisations existantes, à savoir la surveillance agricole et la connectivité des systèmes mobiles, pour améliorer la vie sur Terre. L'un des défis les plus importants pour les capacités des petits satellites à l'avenir était la question du vol en formation, qui a été défini comme le contrôle et la coordination autonomes décentralisés de groupes de satellites, contrairement aux constellations contrôlées individuellement depuis le sol.

38. La séance s'est terminée par une table ronde à laquelle ont participé des représentants de la NASA, de l'Université de Würzburg, de Visiona Space Technologies, de GomSpace, de Innovative Solutions in Space et du Massachusetts Institute of Technology. Des discussions stimulantes se sont tenues sur l'évolution des CubeSats et autres petits satellites, de leurs capacités croissantes et leurs applications de plus en plus efficaces.

3. Questions juridiques et réglementaires liées aux petits satellites

39. Ont pris part à la séance, des orateurs des secteurs public, privé et universitaire du Brésil, du Canada et de l'Italie, ainsi que des représentants d'organisations internationales. Les orateurs de l'Université McGill (Canada), de l'INPE, de Dipteron, du Bureau des radiocommunications de l'Union internationale des télécommunications (UIT), du Bureau des affaires spatiales, du Bureau du Procureur général à São José dos Campos, de l'Université Sapienza de Rome et de l'Université de Brasilia ont examiné des questions telles que l'immatriculation des objets spatiaux, l'attribution des fréquences, la réduction des débris spatiaux et la législation nationale dans le domaine spatial compte tenu de l'évolution récente.

40. Les participants ont souligné la lenteur des activités de réglementation par rapport à la croissance rapide du nombre de lancements de petits satellites et la valeur financière du secteur et se sont déclarés de plus en plus préoccupés par la prolifération des débris spatiaux et la menace qui en résultait pour la sécurité des biens spatiaux. L'un des points soulevés était que la durée habituelle du processus d'attribution des fréquences ne tenait pas compte des délais de conception et de la durée de vie relativement courte des petits satellites.

41. Des orateurs ont souligné qu'il était nécessaire d'améliorer la coordination entre les autorités privées et/ou publiques et les autorités législatives et/ou techniques dans l'élaboration de la législation au niveau national, compte tenu de considérations interdisciplinaires telles que le régime juridique international définissant les questions de responsabilité, les modèles techniques relatifs à la production des débris et les

méthodes techniques les plus modernes pour ralentir cette production. En outre, les participants ont souligné qu'il importait d'accorder une attention particulière aux petits satellites, compte tenu de la tendance à les utiliser à des fins non commerciales et de l'absence d'une définition des petits satellites dans les cadres juridiques existants.

42. Deux domaines de recherche ont été mis en évidence, à savoir la fabrication de satellites en orbite à partir de matériaux déjà lancés dans l'espace et la fabrication de satellites susceptibles d'être recyclés ou reconfigurés à l'issue de leurs missions.

43. Il a été dit qu'il était nécessaire de disposer d'un cadre de dialogue entre le Bureau des affaires spatiales et l'Institut international pour l'unification du droit privé (Unidroit) pour faciliter la coordination et la collaboration en matière de gouvernance des biens spatiaux au niveau international, compte tenu des liens potentiels entre la viabilité des activités spatiales et le Programme de développement durable à l'horizon 2030.

44. Dans leurs présentations, les représentants de l'UIT et du Bureau des affaires spatiales ont fourni aux participants des informations sur les procédures d'enregistrement des fréquences et les exigences relatives aux petits satellites ainsi que sur les responsabilités en matière d'immatriculation des objets spatiaux auprès de l'ONU.

4. Évolution d'un système local de collecte de données vers une initiative internationale de collecte de données environnementales reposant sur la constellation CubeSat

45. Au cours de la séance, on a présenté divers aspects techniques d'une possibilité de coopération internationale proposée par un consortium d'entités brésiliennes, Global Open CoLlecting Data System (GOLDS). Il a été souligné que l'objectif de cette initiative était de former une constellation internationale de CubeSats, de plateformes de collecte de données et de stations au sol qui fonctionneraient en collaboration pour assurer un flux continu de données de base sur l'environnement pour les États.

5. Séances de présentation d'affiches

46. Des présentations d'affiches ont été faites par 61 participants venus d'Afrique du Sud, d'Argentine, de Bolivie (État plurinational de), du Brésil, du Chili, de Colombie, du Costa Rica, d'Espagne, du Costa Rica, d'Italie, du Japon, du Kenya, du Mexique, du Nigéria, du Paraguay, de la République de Corée et du Soudan. Les affiches ont été présentées au cours de six séances d'affiches réparties sur quatre jours. Elles ont porté sur le renforcement des capacités, la recherche scientifique et technique, les applications techniques et l'analyse des politiques relatives aux technologies spatiales fondamentales et aux activités des petits satellites.

III. Observations et recommandations

47. Les participants au Colloque se sont félicités des échanges d'informations fructueux qui ont eu lieu au cours du Colloque sur toute une série de thèmes importants en vue de promouvoir les technologies spatiales fondamentales et leurs applications. À la dernière séance du Colloque, les participants sont convenus des observations et recommandations formulées ci-après, qui permettront d'ouvrir la voie à de nouvelles activités.

A. Développement des technologies spatiales et développement durable

48. Les participants ont reconnu l'importance des sciences et techniques spatiales, en particulier de la technologie des petits satellites, en tant que moyen d'assurer

l'utilisation durable des ressources naturelles, de stimuler l'esprit d'entreprise, de créer des secteurs industriels de haute technologie et de contribuer ainsi à la réalisation des objectifs de développement durable. Il a été souligné que la conception d'applications spatiales répondant avec précision aux besoins de développement exigeait une collaboration entre les personnes ayant une connaissance des systèmes spatiaux et celles ayant une connaissance des défis sociétaux.

49. Compte tenu du changement de paradigme dans la nature des activités spatiales et de la participation croissante du secteur privé, le Bureau des affaires spatiales a été encouragé à élargir la portée des colloques futurs pour encourager l'esprit d'entreprise en comblant le fossé entre les milieux techniques et les investisseurs.

50. Il a été reconnu que la technologie des petits satellites s'était considérablement améliorée, dans la mesure où elle pouvait compléter, voire adapter, les capacités des grands satellites, et qu'elle pouvait contribuer aux missions d'observation de la Terre, de télécommunications, de météorologie et de climat, de sciences spatiales, d'astrophysique et de science planétaire.

51. La participation à des missions de petits satellites était considérée comme un moyen d'améliorer les capacités techniques et scientifiques des pays, car les compétences acquises dans ce contexte pouvaient être transmises à d'autres secteurs industriels novateurs.

52. Il a été jugé essentiel d'intensifier la coopération à l'appui des capacités des petits satellites et du renforcement des capacités au niveau universitaire, en assurant la participation d'étudiants de premier cycle aux projets, l'expérience pratique acquise dans le cadre de projets concrets contribuant à la formation des étudiants ingénieurs.

53. Il faudrait poursuivre les activités de « formation des formateurs », telles que celle qui a précédé le Colloque du Brésil. Il faudrait en outre envisager la tenue d'ateliers pratiques similaires sur le développement de CanSat et de CubeSat au niveau régional. Il faudrait étudier la possibilité, pour les centres régionaux de formation aux sciences et techniques spatiales affiliés à l'ONU, d'offrir une formation pratique similaire dans le cadre de leurs programmes d'enseignement, de préférence en y ajoutant des notions fondamentales de droit et de politique spatiale.

54. Compte tenu des besoins des pays en développement, on a recommandé des kits de formation au sol conçus pour utiliser des composants commerciaux prêts à l'emploi afin de maintenir le coût global à des niveaux abordables, tout en suivant une méthode par empilage pour simuler la modularité des systèmes satellitaires. Afin de garantir la reproduction réussie du cours de formation par les stagiaires, il faudrait également prévoir des points de contact chargés du suivi et des conseils après la formation.

55. Il faudrait s'efforcer de promouvoir l'égalité des sexes dans les activités spatiales et trouver les moyens d'accroître le nombre de femmes dans les activités de renforcement des capacités, ce qui est fondamental pour stimuler la croissance sociétale.

B. Renforcement des capacités en matière de techniques spatiales

56. Il a été recommandé de poursuivre les efforts de sensibilisation aux possibilités qu'offrent les programmes de technologie des petits satellites et d'établir des synergies entre les entités publiques, le secteur privé, les instituts de recherche et les milieux universitaires pour élaborer des initiatives conjointes aux fins de la réalisation des objectifs de développement durable.

57. Afin de surmonter des contraintes telles que le manque de savoir-faire technique, de financement et de capacité de lancement, il faudrait explorer les possibilités de collaboration entre les entités de puissances spatiales et les entités de pays qui cherchent à renforcer leurs capacités spatiales, dans le cadre de missions, en se fondant sur un ensemble commun d'objectifs mutuellement bénéfiques.

58. Pour assurer la collaboration au niveau international ou la renforcer, il a été recommandé, entre autres moyens, de mettre en œuvre des programmes de formation prévoyant des échanges de ressources humaines et la mise à disposition de mentors internationaux et d'experts à l'intention des nouvelles équipes de projet inexpérimentées. Il a été reconnu que le Bureau des affaires spatiales pouvait faciliter l'établissement de tels partenariats, au moyen d'une approche triangulaire.

59. Il a été recommandé de promouvoir les initiatives de coopération régionale et internationale, notamment pour le développement et le lancement conjoints de multiples petits satellites afin de favoriser l'échange d'informations et de faciliter la réalisation de projets plus complexes. On s'est félicité de la mission GOLDS de collecte de données environnementales, qui constituait un exemple d'une telle initiative pour l'Amérique latine et les Caraïbes.

60. On a encouragé l'élaboration et l'adoption de normes communes pour les interfaces des sous-systèmes électriques et mécaniques (interfaces de bus) en vue de faciliter la coopération entre les équipes de développement et la réutilisation.

C. Recommandations relatives à la planification des missions et des programmes

61. Il a été reconnu que la définition d'un objectif important et contraignant pour une mission spatiale, autre que le renforcement des capacités, qui garantirait l'engagement de l'équipe et justifierait le coût de la mission, était un facteur essentiel pour la réussite et la continuité du programme. Il a été noté que les programmes qui produisaient des données précieuses ou fournissaient les capacités nécessaires à un pays s'étaient révélés plus utiles que les programmes qui n'avaient pas d'objectif clair et n'avaient qu'un caractère éducatif.

62. Les participants sont convenus que toutes les missions spatiales doivent avoir une portée et des objectifs et critères de réussite clairement définis au début du programme. Il a été fortement recommandé de fixer ces objectifs par écrit et de les protéger contre toute « dérive » au fur et à mesure de l'avancement du programme, afin d'éviter des effets négatifs sur le calendrier et les coûts.

63. Il a été noté que les aspects réglementaires (tels que l'enregistrement des fréquences) et les contraintes et exigences liées aux lanceurs devraient être pris en compte pendant la phase de planification de la mission. Il a été recommandé d'établir un calendrier et un budget des ressources pour chaque mission ; il faudrait également confirmer que la mission pourra être achevée dans les délais impartis, compte tenu du budget et des ressources disponibles.

64. L'allocation de ressources suffisantes pour les essais a été jugée cruciale pour la réussite des missions. Le temps généralement consacré aux essais pendant l'ensemble du processus de développement a été estimé à environ la moitié et au moins le tiers du temps disponible dans un projet spatial. Les essais quotidiens, les essais de liaison de communication avec la station terrestre, les essais de charge et de décharge du réseau électrique et les essais thermiques (sous vide si possible) ont été mentionnés comme sous-ensemble minimal des essais requis. Compte tenu de la fréquence accrue des possibilités de lancement de petits satellites, il convient d'éviter de sacrifier les essais pour préserver les calendriers de lancement.

65. La composition de l'équipe du projet est également un facteur important de la réussite de la mission. Les membres inexpérimentés de l'équipe devraient être aidés par des membres plus expérimentés afin que des examens par les pairs efficaces et informels puissent avoir lieu. Des experts en la matière devraient participer aux discussions.

66. La continuité du programme a été jugée nécessaire au succès de la mission ; il a par conséquent été recommandé que la gestion du risque de roulement du personnel soit intégrée au plan de mission afin de garantir que l'on dispose des professionnels

et de la documentation officielle nécessaires à la préservation et au transfert du savoir-faire. La définition d'objectifs à long terme s'étendant sur au moins 10 ans a été jugée nécessaire pour assurer la viabilité.

67. Il a été recommandé que les pays, en particulier ceux qui en sont aux premiers stades de la phase de renforcement des capacités, investissent dans le développement des infrastructures pour que l'industrie spatiale puisse prospérer et accueillir des diplômés et professionnels expérimentés.

D. Préoccupations liées à la viabilité

68. Il a été reconnu qu'il était nécessaire d'avoir l'appui conjoint des autorités législatives et techniques des secteurs public, privé et universitaire de la communauté des petits satellites pour établir des cadres réglementaires appropriés qui ne limiteraient pas l'innovation et garantiraient la viabilité des activités spatiales futures. Il a été recommandé que les scientifiques et les ingénieurs participent, en coordination avec leurs délégués et représentants, aux études menées par les organisations internationales, telles que les études de l'UIT sur les petits satellites et les mégaconstellations.

69. Les participants se sont déclarés préoccupés par la prolifération des constellations de petits satellites et par le risque de multiplication des débris spatiaux et ont appelé au respect rigoureux des lignes directrices existantes pour éviter que ces constellations ne deviennent une menace pour la viabilité à long terme de l'orbite terrestre basse.

70. Les participants ont noté qu'il était nécessaire d'étendre a priori l'attribution des fréquences radioélectriques et des créneaux orbitaux sur des orbites autres que l'orbite géostationnaire aux pays en développement. Les participants ont également noté que les activités commerciales dans l'espace devraient être réglementées en tirant parti du rôle crucial de l'espace pour la réalisation des objectifs de développement durable et de son statut de bien commun de l'humanité.

IV. Conclusions

71. Les participants ont remercié les organisateurs pour le caractère multidisciplinaire et intersectoriel du programme du Colloque, qui avait abordé les petits satellites dans une optique globale.

72. Les participants ont pris note des progrès accomplis dans les régions desservies par la Commission économique pour l'Afrique, la Commission économique et sociale pour l'Asie et le Pacifique, la Commission économique pour l'Amérique latine et les Caraïbes et la Commission économique et sociale pour l'Asie occidentale en ce qui concerne la création de capacités nationales de petits satellites au sein d'organismes publics et privés depuis le début de la série des colloques organisés dans le cadre de l' Initiative des Nations Unies sur les technologies spatiales fondamentales, en 2009.

73. Notant le nombre important de pays de chaque région qui pourraient encore bénéficier d'activités de renforcement des capacités pour améliorer leurs capacités, les participants ont recommandé que le Bureau des affaires spatiales continue d'organiser des colloques dans le cadre de l'Initiative sur les technologies spatiales fondamentales, en plus de l'appui juridique et réglementaire et des possibilités qu'il offrait pour faciliter la participation des États au développement des techniques spatiales et de leurs applications. Ils ont en outre recommandé l'organisation d'un plus grand nombre d'activités de formation pratique sur le développement des CanSat et des CubeSat au niveau régional.