



Assemblée générale

Distr.: Générale
15 janvier 2008

Français
Original: Anglais

Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique

Rapport de l'Atelier ONU/Fédération de Russie/Agence spatiale européenne sur l'utilisation des technologies des microsatellites pour la surveillance de l'environnement et de son impact sur la santé humaine (Taroussa, Fédération de Russie, 3-7 septembre 2007)

Table des matières

	Paragraphes	Page
I. Introduction	1-10	2
A. Historique et objectifs	1-3	2
B. Programme	4-6	2
C. Participation	7-10	3
II. Résumé des exposés	11-78	3
A. Climat spatial	13-29	3
B. Microsatellites	30-34	6
C. Programmes et projets de sciences et techniques spatiales	35-68	6
D. Application des techniques spatiales à la télémédecine	69-78	11
III. Observations et recommandations	79-80	13
A. Observations	79	13
B. Recommandations	80	13



I. Introduction

A. Historique et objectifs

1. Dans sa résolution intitulée “Le Millénaire de l'espace: la Déclaration de Vienne sur l'espace et le développement humain”¹, la troisième Conférence des Nations Unies sur l'exploration et les utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique (UNISPACE III) a recommandé que les activités du Programme des Nations Unies pour les applications des techniques spatiales encouragent, aux plans régional et international, la coopération entre les États Membres en mettant l'accent sur le développement des connaissances et des compétences dans les pays en développement et dans les pays en transition.

2. À sa quarante-neuvième session, en 2006, le Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique a approuvé le programme d'ateliers, de stages de formation, de colloques et de conférences prévus pour 2007². Par la suite, l'Assemblée générale a approuvé, par sa résolution 61/111 du 14 décembre 2006, le Programme des Nations Unies pour les applications des techniques spatiales pour 2007.

3. En application de la résolution 61/111 et conformément aux recommandations d'UNISPACE III, l'Atelier ONU/Fédération de Russie/Agence spatiale européenne sur l'utilisation des technologies des microsatellites pour la surveillance de l'environnement et de son impact sur la santé humaine, organisé en coopération avec l'Institut de recherche spatiale de l'Académie des sciences de Russie et accueilli par le Bureau d'études spécial de l'Institut pour la conception d'engins spatiaux, s'est tenu à Taroussa (Fédération de Russie) du 3 au 7 septembre 2007.

B. Programme

4. Des déclarations liminaires ont été faites par des représentants de l'Institut de recherche spatiale de l'Académie des sciences de Russie et du Bureau des affaires spatiales.

5. Le discours d'orientation a été prononcé par un représentant de l'Institut de recherche spatiale de l'Académie des sciences de Russie. Au total, 27 exposés ont été présentés pendant les séances thématiques. Deux tables rondes ainsi que des séances d'observation et de recommandation ont été organisées, de même que deux visites techniques. Tous les participants invités ont fait le point sur l'utilisation des sciences et techniques spatiales ainsi que sur des projets de microsatellites destinés à l'enseignement des sciences spatiales dans leurs pays respectifs.

6. Lors des séances de discussion, les thèmes inscrits à l'ordre du jour ont été abordés, le but étant de définir les activités à mettre en œuvre dans la région pour encourager l'enseignement des sciences spatiales et l'utilisation de petits satellites

¹ *Rapport de la troisième Conférence des Nations Unies sur l'exploration et les utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique, Vienne 19-30 juillet 1999* (publication des Nations Unies, numéro de vente: F.00.I.3), chap. I^{er}, résolution 1.

² *Documents officiels de l'Assemblée générale, Soixante et unième session, Supplément n° 20* (A/61/20 et Corr. 1), par. 87.

aux fins de missions spatiales et d'activités telles que la télédétection et la télécommunication appliquées à la télésanté. Les participants ont travaillé en séances plénières et ont, lors de la séance de discussion finale, fait des observations et des recommandations.

C. Participation

7. Ont participé à l'Atelier 45 experts de l'Argentine, de la Bulgarie, de la Colombie, de la Fédération de Russie, de la Hongrie, de l'Inde, de l'ex-République yougoslave de Macédoine, de la Malaisie, du Mexique, de l'Ouzbékistan, de la Pologne et du Bureau des affaires spatiales.

8. Des fonds alloués par l'Organisation des Nations Unies, le Gouvernement russe, l'Agence spatiale européenne (ESA) et le Bureau des affaires spatiales ont servi à couvrir les frais de logistique, de voyage par avion, d'hébergement et de subsistance quotidienne de 14 participants.

9. L'institution hôte – le Bureau d'études spécial pour la conception d'engins spatiaux de l'Institut de recherche spatiale – est située à Taroussa, dans la région de Kalouga. Le Bureau d'études est une division autonome de l'Institut de recherche spatiale qui comprend des départements d'étude, des ateliers d'expérimentation et des installations d'essais correspondantes.

10. L'Agence spatiale fédérale russe et la Fédération de Russie ont appuyé le présent atelier dans le cadre du plan adopté pour 2006-2007 afin de commémorer le 100^e anniversaire de la naissance de S. P. Korolev, le 150^e anniversaire de la naissance de K. E. Tsiolkovsky et le 50^e anniversaire du lancement du premier satellite.

II. Résumé des exposés

11. Des déclarations liminaires ont été faites par des représentants de l'Institut de recherche spatiale, du Bureau spatial de l'Académie des sciences de Russie, du Bureau d'études spécial pour la conception d'engins spatiaux de l'Institut de recherche spatiale, et du Bureau des affaires spatiales.

12. Un discours d'orientation a été prononcé par un représentant de l'Institut de recherche spatiale, qui a présenté aux participants les principaux thèmes qui seraient abordés pendant l'atelier: a) l'application des sciences spatiales à la physique et à la géophysique de l'espace ainsi qu'à la biomédecine et à la biologie aérospatiales; et b) les techniques spatiales, en particulier l'élaboration et la production de microsatellites, y compris des microsatellites d'enseignement des sciences spatiales.

A. Climat spatial

13. Le concept de "climat spatial" recouvre l'évolution de l'environnement spatial. Il se distingue de celui de climat planétaire et évoque généralement les interactions qui se produisent entre les rayonnements ambients et la matière de l'espace interplanétaire et, occasionnellement, interstellaire. Il décrit les phénomènes spatiaux qui influent sur la Terre et sur ses systèmes technologiques. Le climat

spatial de la Terre est une conséquence du comportement du Soleil, de la nature du champ magnétique terrestre et de notre emplacement dans le système solaire.

14. Dans ce système, le climat spatial est fortement influencé par la vitesse et la densité du vent solaire ainsi que par le champ magnétique interplanétaire que porte ce plasma. Divers phénomènes physiques sont associés au climat spatial – tempêtes et sous-tempêtes géomagnétiques, énergisation des ceintures de radiations de Van Allen, perturbations et scintillation ionosphériques, aurores et courants géomagnétiques induits qui se produisent à la surface de la Terre. Les éjections de matière coronale et les ondes de choc associées sont également d'importants déterminants du climat spatial, car elles peuvent comprimer la magnétosphère et déclencher des tempêtes géomagnétiques. Il en va de même des particules d'énergie solaire accélérées par les éjections de matière coronale ou éruptions solaires, qui peuvent endommager l'électronique embarquée sur des engins spatiaux et mettre en danger la vie d'astronautes.

15. Les informations sur le climat spatial revêtent une importance capitale pour l'humanité. L'une de leurs applications est l'étude de la magnétosphère, qui se concentre sur les ceintures de radiations, en particulier les particules qui pourraient être dangereuses pour les humains. La magnétosphère est un bouclier unique, qui protège les humains contre la pénétration de particules hautement radioactives d'origine spatiale. L'ionosphère, comme l'atmosphère et sa couche d'ozone, protège les humains contre les ultraviolets et rayons X catastrophiques (à hautes doses). La compréhension de ces phénomènes capables de modifier l'état de la magnétosphère et de l'ionosphère est indispensable à la vie et à la santé humaines. Nombre d'entre eux suivent des cycles solaires de 11 et 22 ans, ce qui nécessite des observations prolongées.

16. Les perturbations sont des phénomènes qui se propagent de la surface de la Terre vers l'espace circumterrestre. Elles ont des causes naturelles ou technogènes. Les premières incluent des phénomènes naturels tels que les séismes, les éruptions volcaniques et les typhons. Les secondes incluent, par exemple, les rayonnements électromagnétiques, les gaz et les catastrophes produits par l'industrie.

17. Les gaz industriels provenant de la Terre atteignent l'atmosphère supérieure, voire l'ionosphère, modifiant leur chimie naturelle et, partant, les paramètres électrodynamiques du plasma. Une surveillance mondiale des perturbations de l'ionosphère a été instituée dans le but de prévenir les changements catastrophiques.

18. Le programme de météorologie spatiale de l'ESA a démontré les effets qu'ont les perturbations du champ géomagnétique sur les humains, en particulier sur ceux atteints de cardiopathies. Le suivi par holter a mis en évidence, chez ces derniers, une augmentation du rythme cardiaque et de la pression artérielle.

19. Outre les perturbations d'origines naturelle et technogène, les sciences spatiales étudient un autre point important: celui de gaz à effet de serre tels que le dioxyde de carbone présent à la surface, dans l'atmosphère et dans l'ionosphère terrestres. La circulation du dioxyde de carbone dans l'atmosphère, dans les océans et dans la biosphère est, dans une grande mesure, régulée par des facteurs naturels. Au cours du siècle écoulé, sa concentration dans l'atmosphère a augmenté de 30 %. Les principaux centres de recherche étudient de manière intensive les conséquences climatiques que pourrait avoir ce processus. Les observations menées par le réseau terrestre depuis 40 ans montrent qu'environ la moitié du dioxyde de carbone

anthropique demeure dans l'atmosphère, l'autre étant absorbée par les océans et par les écosystèmes continentaux.

20. Actuellement, on manque d'informations sur les puits de dioxyde de carbone. Pour vérifier les modèles numériques et les prévisions et évaluer le bilan de dioxyde de carbone, il faudrait obtenir des mesures locales précises de la concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Or, on ne dispose, pour résoudre ce problème aux plans mondial et régional, d'aucun satellite opérationnel.

21. On pourrait mettre à profit la haute sensibilité du matériel pour suivre par la radioscopie solaire les composants mineurs et les impuretés nocives de l'atmosphère et obtenir des informations sur la pollution diffuse.

22. En mesurant le rayonnement solaire réfléchi et diffus dans les spectres ultraviolet et quasi infrarouge, on peut, par la télédétection, mesurer des gaz à effet de serre élémentaires tels que le dioxyde de carbone, le méthane et de nombreux autres agents atmosphériques.

23. Les mesures satellitaires permettent de surveiller la répartition des gaz à effet de serre dans l'atmosphère et les effets, dans l'atmosphère et l'ionosphère terrestres, des ondes de plasma qui influencent l'environnement et les hommes.

24. Les observations spectroscopiques effectuées dans le proche infrarouge sont le moyen le plus prometteur de mesurer précisément le volume total de dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère, cela à deux conditions: a) haute résolution spectrale capable de distinguer les lignes non saturées isolées dans les faibles bandes et b) bonne connaissance du trajet optique, qui traverse toute l'atmosphère. La taille et la masse réduites de l'instrument jouent un rôle important.

25. La mise au point d'un spectromètre compact à haute résolution pour le projet Venus Express a permis de proposer, pour le microsatellite Chibis, le spectromètre Oracul, tout juste mis au point, qui a une résolution de $\lambda/\Delta\lambda \approx 20\,000$ sur la longueur d'onde de 1,58 micron.

26. Les mécanismes physiques des décharges électriques qui se produisent dans l'atmosphère sont un point essentiel. On comprend mieux, aujourd'hui, les mécanismes de la foudre grâce à la découverte, ces dernières années, de plusieurs caractéristiques physiques de l'atmosphère.

27. Les observations réalisées par les satellites de l'observatoire Compton et du spectromètre imageur solaire à haute énergie Reuven Ramaty (RHESSI) ont révélé des impulsions exceptionnellement puissantes d'émissions gamma, qui irradiient depuis la Terre. Ces phénomènes font actuellement l'objet d'études approfondies. Il a été expérimentalement prouvé que ces impulsions se produisent dans les 2 à 3 millisecondes qui précèdent la principale décharge de foudre. Les satellites Compton et RHESSI n'ayant pas été conçus spécifiquement pour l'étude des orages, les mesures qu'ils effectuent ne reflètent pas la nature complexe de ces phénomènes et n'en possèdent pas une résolution temporelle suffisante.

28. Les données ont également révélé la production de brefs (~ 1 s) sursauts radioélectriques, qui provoquent l'émission d'impulsions radio de très forte puissance. Ces impulsions se produisent dans les nuages des orages à haute altitude (13 à 20 kilomètres). Elles créent, dans la bande THF, des émissions radio observées

à plusieurs milliers de kilomètres. Les observations terrestres ont également révélé des sursauts gamma associés aux sursauts radioélectriques.

29. Les principales raisons qui poussent à étudier les mécanismes physiques des décharges électriques qui se produisent dans l'atmosphère sont: a) les sursauts gamma superpuissants qui se produisent à 10 à 20 km d'altitude et qui menacent l'aviation civile et militaire; b) les vastes territoires exposés à d'intenses émissions gamma qui influent sur les écosystèmes et sur les humains; c) les impulsions radio uniques superpuissantes qui sont émises dans l'ensemble de la plage opérationnelle du spectre (jusqu'à 3 gigahertz et au-delà). Ces dernières peuvent être utiles pour mettre en place une surveillance mondiale des communications radio.

B. Microsatellites

30. Ces dix dernières années, toute l'industrie spatiale a fait l'objet de réductions budgétaires. Cette situation a incité à utiliser, pour développer les activités spatiales sans budgets importants, des microsatellites.

31. Le 20 mars 2002, un microsatellite scientifique et éducatif appelé Kolibri-2000 (conçu par l'Institut de recherche spatiale de l'Académie des sciences de Russie, qui met au point des microsatellites depuis sept ans) a été placé, une fois séparé du vaisseau cargo Progress M1-7, sur une orbite proche de celle de la Station spatiale internationale. L'engin, d'une masse totale de 20,5 kg, était équipé d'instruments scientifiques uniques destinés à étudier les décharges de foudre ainsi que de systèmes de collecte de données et de télémaintenance.

32. Le Kolibri-2000 a notamment surveillé l'impact de l'activité technogène dans l'ionosphère et étudié les perturbations ionosphériques causées par la formation de tempêtes magnétiques dans la magnétosphère terrestre.

33. Un nouveau microsatellite appelé Chibis, d'une masse totale de 40 kg, est en cours de mise au point. La première phase du projet s'est achevée en 2006. L'Institut de recherche spatiale de l'Académie des sciences de Russie possède les installations nécessaires au cycle complet d'essais au sol de microsatellites.

34. Les nouveaux instruments spatiaux suivants ont également été mis au point pour être installés sur le Chibis: a) magnétomètres à induction superlégers; b) sonde électrique légère de mesure de la tension du champ électrique; et c) palpeur d'ondes.

C. Programmes et projets de sciences et techniques spatiales

35. En Argentine, la Commission nationale des activités spatiales met en œuvre le Programme spatial national, qui met au point les trois types suivants de satellites caractérisés par les principaux instruments qu'ils emportent: a) satellites d'applications scientifiques (SAC) équipés d'instruments passifs opérant dans la gamme des fréquences optiques; b) satellites d'observation et de communication (SAOCOM) équipés d'instruments actifs opérant dans la gamme des hyperfréquences; et c) satellites SARE, utilisés à la fois pour valider des techniques et étudier la Terre.

36. Le satellite SAC-C a été le premier satellite argentin d'observation de la Terre. Il a été lancé le 21 novembre 2000 et a fonctionné plus de six ans.

37. Le satellite Aquarius/SAC-D a effectué une mission scientifique, effectuant, conformément au plan stratégique du Programme spatial national argentin, des mesures locales au-dessus du pays et contribuant à l'étude mondiale de l'atmosphère, des océans et des effets qu'ont les activités technogènes et les phénomènes naturels sur l'environnement. Ce satellite a été mis au point en collaboration avec l'Agence spatiale italienne, le Centre national d'études spatiales (France), l'Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Brésil) et l'Agence spatiale canadienne (ASC).

38. Le Système italo-argentin de satellites pour la gestion des situations d'urgence (SIASGE) est un système satellitaire destiné à prévenir, atténuer et gérer les catastrophes naturelles (inondations, glissements de terrain, incendies, séismes, éruptions volcaniques et épidémies). Il nécessite de pratiquer, pour une même scène, dans les bandes X et L, des observations qui soient efficaces pour les inondations, les sols, les glaces, l'hydrologie et la géologie.

39. L'Institut de recherche sur la physique des particules et la physique nucléaire de l'Académie hongroise des sciences a participé, ces trente dernières années, à de nombreuses missions scientifiques spatiales internationales. Parmi les missions les plus mémorables auxquelles il a participé, on citera le petit lanceur Vega, la sonde martienne Phobos, Spectrum-X-Gamma, Mars-96, Cassini-Huygens, la mission Rosetta et l'orbiteur de Mercure BepiColombo.

40. Cet institut de recherche a accumulé, pour ce qui est de concevoir, de fabriquer et de tester des sous-systèmes électroniques embarqués, des ordinateurs embarqués, des systèmes d'acquisition de données et du matériel de servitude, une vaste expérience que la communauté scientifique internationale apprécie hautement.

41. Il a mis au point un matériel de servitude qui permet d'améliorer et de vérifier la fiabilité des instruments embarqués. Outre la simulation des télécommandes, ce matériel possède une fonction de visualisation qui permet d'afficher les paquets de télémesure.

42. L'architecture de ce matériel a énormément évolué au fil des ans. Initialement, les simulateurs de niveau de signal utilisaient les ressources (mémoire) d'ordinateurs personnels, les données transitant par le bus. La génération suivante possédait déjà deux unités distinctes: des simulateurs de signal contrôlé équipés d'un processeur intégré, l'ordinateur personnel assurant l'interface utilisateur; le protocole de communication, quant à lui, respectait la norme RS-232. Actuellement, le concept est similaire, à ceci près que le processeur intégré est une carte Intel compatible et que la communication s'effectue par Ethernet, ce qui supprime toute contrainte de distance entre l'unité dédiée et l'ordinateur.

43. Le Laboratoire national indien de recherche atmosphérique (NARL) s'emploie à appliquer les données de radio-occultation du Système mondial de localisation (GPS) à l'étude des changements climatiques.

44. Les caractéristiques non linéaires du climat obligent à étudier dans la durée les profils de température et les concentrations de vapeur d'eau dans l'atmosphère si l'on veut comprendre à la fois sa variabilité naturelle et sa réaction aux changements induits par les facteurs anthropiques. Pour étudier les tendances

climatiques sur le long terme (températures, vapeur d'eau, hauteur de la tropopause ou hauteur du géopotential à certains niveaux de pression, par exemple), il faut disposer de données ayant une précision, une résolution et une couverture spatio-temporelle suffisantes, car on n'espérait, sur la durée de vie d'un instrument, que de faibles variations.

45. Les critères susmentionnés sont partiellement respectés par la radio-occultation GPS, qui n'exige aucun étalonnage externe, n'utilisant que des oscillateurs stables. Elle est, par conséquent, très utile pour étudier le climat et établir des prévisions météorologiques. Les données obtenues par cette technique ont été utilisées à cette fin avec succès. On a souvent obtenu de meilleures prévisions en incorporant des données mondiales de radio-occultation GPS.

46. L'expérience de démonstration de la radio-occultation GPS/météo (États-Unis d'Amérique) a été suivie de plusieurs missions telles qu'Ørsted (Danemark) et SAC-C (Argentine). Le projet CHAMP (Allemagne) a donné lieu à une mission réussie qui a recueilli quantité d'informations (profils très précis et étendus dans le temps). Récemment, on a lancé le satellite Formosa 3 de la Constellation d'observation pour la météorologie, l'étude de l'ionosphère et la climatologie (COSMIC). Cette constellation comprend six satellites équipés de récepteurs GPS bifréquence.

47. L'application de la radio-occultation GPS à l'établissement de prévisions météorologiques fournit des données qui sont utilisées pour étudier, dans le cadre des missions susmentionnées, les changements climatiques en surveillant en continu la hauteur de la tropopause (indicateur desdits changements) et la vapeur d'eau. Le suivi et la prévision du début de la mousson d'été indienne est une autre application qui a d'importantes incidences sur la situation socioéconomique du pays.

48. Le laboratoire indien NARL a proposé de mener, avec l'Organisation indienne de recherche spatiale, des études dans le cadre de missions telles que le sondage de l'atmosphère par radio-occultation (ROSA) (en collaboration avec l'Italie) et Megha-Tropiques (en collaboration avec la France).

49. L'Institut macédonien de géobiologie, d'archéologie, d'hydrogéologie et d'écologie a présenté le réseau cosmique Stojan (réseau cosmique S), solution innovante qui utilise les nanotechnologies pour établir des communications rapides, stables et sûres à faible coût. La bonne conductivité du réseau cosmique S permet d'utiliser les décharges électriques de l'atmosphère.

50. L'Institut a étudié de manière approfondie les effets des rayonnements sur le monde vivant. Du fait des dommages causés par ces rayonnements, il existe ce que l'on appelle des trous d'ozone, qui couvrent de vastes territoires et que les rayonnements ultraviolets peuvent facilement traverser. Lorsque les gens sont exposés à ces rayonnements, ils courrent un risque élevé de brûlure et de cancer de la peau. Outre les trous d'ozone, il existe d'autres sources de rayonnement électromagnétique, comme les rayonnements provenant des réseaux cosmiques.

51. Les sources spatiales de rayonnements (nœuds) capables de franchir la couche d'ozone forment des nœuds actifs dangereux pour le monde vivant. On n'a détecté, à ce jour, que trois réseaux de ce type. Des études scientifiques ont montré que les humains et le bétail exposés à ces nœuds actifs développaient des tumeurs malignes après neuf ans et trois mois, respectivement.

52. L'Agence nationale de l'espace de la Malaisie (ANGKASA) a mené diverses activités de conception et de construction de microsatellites, de petits satellites et de satellites scientifiques et éducatifs. En septembre 2000, TiungSAT-1, microsatellite de 50 kg, a été placé sur orbite circulaire basse pour une durée de trois ans. Comme charge utile, il emportait des caméras CCD et des appareils de mesure du dépôt d'énergie de rayonnement et de traitement des signaux numériques.

53. Dans le cadre du programme de petits satellites, on met actuellement au point le projet RazakSAT, petit satellite de 200 kg, de forme hexagonale, équipé d'un héliostat à stabilisation triaxiale utilisant quatre volants de réaction. Ce satellite emportera une caméra à ouverture moyenne de résolution 2,5-5 m transmettant des données à une vitesse de 30 mégabits par seconde.

54. L'expérience malaisienne comprend des satellites scientifiques tels que les CubeSats, cubes de 10 cm de masse inférieure à 1 kg et d'une durée de vie typique de six mois. Ces satellites présentent l'avantage d'être plus petits, moins onéreux, plus rapides et plus efficaces. En outre, ils peuvent faire office de banc d'essai pour de nouveaux systèmes spatiaux. Le projet InnoSAT est un autre projet malaisien qu'appuient, en y participant, des universités du pays.

55. Dans le domaine de l'enseignement, l'ANGKASA met en œuvre un projet de satellite éducatif appelé CanSat, qui pèse de 350 à 1 050 g. Le CanSat possède toutes les fonctions de base d'un satellite – puissance et communication – et tient dans un espace équivalent à une canette de boisson de 350 ml. Un CanSat typique est lancé au moyen d'un ballon et possède son propre système de récupération. Une nouvelle série de programmes nationaux d'enseignement des techniques spatiales aide l'ANGKASA à organiser un concours, qui doit permettre aux étudiants de premier cycle d'expérimenter la mise au point de CanSat.

56. Le centre de recherche spatiale de l'Académie polonaise des sciences a présenté divers instruments qui ont été utilisés dans le cadre de missions spatiales pour mener: a) des expériences de diagnostic radiologique du soleil; b) des expériences de physique des plasmas; c) des études physiques et géodésiques de planètes; et d) des expériences d'astrophysique.

57. La mise au point de chaque instrument s'effectue en respectant les normes rigoureuses de l'Agence spatiale européenne (ESA) afin de garantir la fiabilité des expériences; ces normes s'imposent à chaque stade du projet – conception, architecture de l'instrument, simulations numériques, sélection des composants et des matériaux, procédés de fabrication, vérification des instruments et, enfin, participation de l'Académie polonaise des sciences. Les règles très strictes de l'ESA sont appliquées tout au long du processus.

58. Le second élément est une technologie simplifiée. La fiabilité n'est pas prise en compte au niveau des composants. Le niveau approprié de fiabilité d'unités entières, adéquat pour des missions à faible coût et relativement brèves, est obtenu par des essais intensifs réalisés sur les instruments avant le lancement. Cette méthode a permis d'obtenir, en orbite, des données extrêmement intéressantes sur des périodes nettement supérieures à celles initialement prévues.

59. L'Institut Pouchkov d'étude du magnétisme terrestre, de l'ionosphère et de la propagation des ondes radio de l'Académie des sciences de Russie envisage d'utiliser des nanosatellites pour surveiller les courants ionosphériques et

magnétosphériques. Les nanosatellites et les picosatellites présentent les avantages suivants: a) les projets sont peu onéreux; b) ils utilisent des microtechnologies; c) ils peuvent être menés à bien par un groupe d'étudiants en une année universitaire.

60. Le nanosatellite éducatif Aurores boréales est un projet du Centre des jeunes de Troïtsk (Fédération de Russie) pour la physique et l'informatique spatiales. Ce projet a pour objectifs: a) de mettre au point un prototype de nanosatellite; b) de tester une chaîne de télémesure dans la bande radio amateur en utilisant la station RK3DXB de Troïtsk comme centre de commande; c) d'écrire un ouvrage de référence en russe sur les picosatellites; d) de rassembler et de tester des progiciels d'exploitation de picosatellites; e) de tester des prototypes de capteurs qui pourraient être utilisés sur des modèles volants de nanosatellites; f) de présenter les résultats dans des conférences consacrées aux microsatellites; et g) d'obtenir un appui et un financement pour faire voler un modèle de nanosatellite après 2008.

61. Ce projet éducatif va se poursuivre tout au long de 2008. Une fois achevé, il sera soumis aux entités intéressées.

62. Le climat spatial et l'utilisation de nanosatellites destinés à produire des données magnétométriques à des fins de météorologie spatiale font l'objet de vastes débats au sein des instituts de recherche russes (Institut de recherche spatiale, Institut Pouchkov d'étude du magnétisme terrestre, de l'ionosphère et de la propagation des ondes radio, notamment).

63. Un nanosatellite appelé TNS-0 a été mis au point par l'Institut russe de génie spatial pour l'essai en vol, à court terme, d'une nouvelle plate-forme nanosatellite, d'une nouvelle technique de commande de vol utilisant le système de communication par satellite Globalstar, de nouveaux appareils miniaturisés embarqués et d'une méthode de suivi de l'état de fonctionnement utilisant le Système international de satellites pour les recherches et le sauvetage (COSPAS-SARSAT).

64. L'Institut a également mis au point le nanosatellite TNS-1, équipé d'instruments de télédétection, pour des applications telles que la prospection de ressources naturelles, la surveillance de l'environnement et de l'agriculture, la météorologie et l'éducation.

65. À partir de la plate-forme TNS, il sera mis au point un système de télédétection Lokon et un système de communication par satellite sur orbite terrestre basse appelé Koskon, qui serviront à rassembler, sur les situations d'urgence, des données qu'ils transmettront aux centres de secours centraux et locaux.

66. Le Programme international Suffa d'observatoire de radioastronomie (IRAOS) a été mis en œuvre dans le cadre d'un accord conclu entre la Fédération de Russie et l'Ouzbékistan. Cet accord jette les bases juridiques du déploiement, sur le plateau de Suffa (Ouzbékistan, altitude 2 500 m), d'un radiotélescope de 70 m qui fera partie de l'IRAOS. Cette structure comprendra: a) un radiotélescope opérant dans la bande 0,9 ÷ 60 mm; b) deux réflecteurs secondaires amovibles; c) une station de communication par satellite; et d) un système de réception et de traitement de données et d'autres appareils auxiliaires. Le radiotélescope devrait entrer en expérimentation en 2010 et commencer à fonctionner en 2011.

67. Aux termes de l'accord, d'autres États, organisations internationales ou institutions scientifiques nationales peuvent participer au projet, sous trois formes

possibles: a) collaboration à la mise en œuvre du projet; b) fourniture de matériel; et c) coopération scientifique (coparrainage d'activités du radio-observatoire et partage de données).

68. De nouveaux projets pilotes pourraient être mis en œuvre pour étudier le climat spatial, la corrélation existant entre l'activité solaire et la radiotransparence, les perturbations de la magnétosphère et de l'ionosphère, les ondes plasma, les turbulences et l'environnement radio. Les observations à long terme fourniront des données qui permettront de modéliser l'atmosphère et l'ionosphère pour prévoir le "climat radio".

D. Application des techniques spatiales à la télémédecine

69. Le Centre de télémédecine de l'Université de Colombie appuie l'application des techniques spatiales à la télésanté mobile en Colombie. Il s'emploie à mettre en œuvre des solutions de télésanté et de télémédecine en appliquant les technologies de l'information et de la communication aux problèmes de santé. Ce projet est l'un des moyens de résoudre, dans le pays, des problèmes tels que le manque d'accès à la santé dans les zones rurales et isolées, la vulnérabilité de certaines communautés et les besoins des zones urbaines. Des solutions de télécommunication ont été trouvées dans des systèmes de communication par satellite qui utilisent, notamment, des terminaux à très petite ouverture.

70. La Société internationale de télémédecine a pour mission de faciliter la diffusion internationale du savoir et de l'expérience acquis dans les domaines de la télémédecine et de la télésanté et de faciliter, dans le monde, l'accès à des experts reconnus. Elle est l'organisme qui fédère, au niveau international, les associations, institutions, groupes et acteurs nationaux. Elle collabore avec l'OMS, l'UIT, le Bureau des affaires spatiales et l'Académie mondiale des technologies biomédicales/UNESCO, et entretient des liens avec d'autres associations internationales.

71. Med-e-Tel est un forum international d'enseignement et de création de réseaux de télésanté, de télémédecine et d'informatique sanitaire. Il réunit des fabricants et fournisseurs d'appareils spécialisés ainsi que des prestataires de services, des acheteurs, des professionnels de santé, des cadres d'organisations et d'associations internationales, des décideurs institutionnels et des responsables politiques du monde entier. Il leur fournit une expérience et un savoir concrets sur les produits, techniques et applications actuellement disponibles. On y présente et discute des produits, services, idées et projets de pointe. C'est un lieu propice pour développer les relations existantes et créer de nouveaux liens de coopération et de partenariat entre les individus, les groupes/institutions scientifiques et les entreprises, petites, moyennes ou grandes.

72. Med-e-Tel a étudié le rôle que joue la télésanté en matière d'alerte rapide, soulignant que les systèmes de santé doivent agir pour prévenir les catastrophes et en atténuer les conséquences. Ces systèmes, de leur côté, connaissent de graves problèmes, comme l'augmentation des coûts, le vieillissement de la population, la mondialisation et les migrations.

73. Med-e-Tel estime qu'en matière de gestion des catastrophes, une telle organisation a différentes missions, comme créer des centres de télésanté ou des dispensaires mobiles, mettre en rapport, grâce aux techniques de communication, les spécialistes hospitaliers et les victimes de catastrophes sur le terrain, former des bénévoles, proposer des téléconsultations, prendre en charge les victimes, etc.

74. L'Institut de recherche spatiale de l'Académie des sciences de Russie a présenté l'utilisation qui était faite de la technologie satellitaire dans la prévention des maladies cardiovasculaires et nerveuses. Le problème tient aux faibles champs électromagnétiques, dits facteurs biotropiques d'activité hélio-géomagnétique, qui existent dans l'environnement proche de la Terre. Ces faibles champs touchent habituellement: a) le système cardiovasculaire (sur dix maladies et traumatismes enregistrés lors des appels d'ambulance lancés à Moscou de 1979 à 1981, seules les personnes souffrant d'infarctus du myocarde et d'accidents vasculaires cérébraux subissaient une action irréversible de l'activité hélio-géomagnétique); b) le système sanguin (pendant la tempête géomagnétique, on a observé une coagulation du sang, un accroissement de sa viscosité, une décélération du flux dans le système capillaire et une agrégation d'érythrocytes); et c) le système nerveux.

75. Une étude de la sensibilité magnétique des personnes saines et des patients souffrant d'hypertension artérielle a montré que chez ces derniers, on observait une corrélation maximale avec l'activité géomagnétique dans les deux jours qui suivaient la phase principale d'une tempête géomagnétique. La pression artérielle était également corrélée avec la température et la pression atmosphérique.

76. La recherche montre également l'existence d'effets néfastes du climat spatial sur les patients atteints de maladies cardiovasculaires et nerveuses. Pour éviter la survenue d'arythmies, de fibrillations cardiaques, de décès subits par infarctus du myocarde, d'accidents vasculaires cérébraux, de crises d'épilepsie et de tentatives de suicide, une prévention s'impose. Pour résoudre ce problème, il faut impérativement pouvoir prédire le climat spatial. La méthode la plus efficace consiste à prévoir, à court terme, les tempêtes magnétiques.

77. Les microsatellites peuvent être utiles pour la prévision météorologique en surveillant en permanence le vent solaire et le champ magnétique interplanétaire. Ils doivent, pour cela, être placés en libration entre le Soleil et la Terre. Avec une faible charge utile (processeur), ils peuvent prévoir des perturbations géomagnétiques et envoyer une alarme une à deux heures avant que celles-ci ne se développent dans la magnétosphère terrestre.

78. Avec un satellite capable de prévoir une tempête géomagnétique et de donner l'alerte, on pourrait mettre en œuvre, à titre préventif, un projet fondé sur le "principe du feu de circulation". Ainsi, partout où cette information serait requise et pour toute personne qui pourrait en avoir besoin (centres de contrôle aérien, unités de soins intensifs de cardiologie, établissements psychiatriques, installations industrielles vulnérables aux surtensions et, en particulier, individus ayant déjà souffert d'un infarctus du myocarde, d'un accident vasculaire cérébral ou de crises du système nerveux végétatif), un appareil portable muni d'un voyant rouge pourrait être activé en cas d'alerte.

III. Observations et recommandations

A. Observations

79. Les participants à la réunion ont observé:

- a) Que les données satellitaires aideraient à éviter toute redondance d'instruments ou de missions, et que pour en tirer le meilleur parti, il faudrait renforcer les capacités de traitement;
- b) Qu'il serait intéressant de suivre les activités liées à l'utilisation des microsatellites. L'Institut de recherche spatiale de l'Académie bulgare des sciences s'est proposé d'accueillir la prochaine réunion du groupe.

B. Recommandations

80. Les participants à la réunion ont recommandé:

- a) De faciliter, dans le monde, la communication entre experts des microsatellites en publiant un bulletin trimestriel. On pourrait étudier la possibilité de créer, avec le site Web du Bureau des affaires spatiales, un lien contenant, pour examen et suite à donner, des informations spécialisées;
- b) De mettre en œuvre un projet pilote de partage de données qui permettrait de partager et d'échanger des informations. La première étape consisterait à définir le projet en décrivant son champ d'application. La deuxième consisterait à diffuser par le bulletin susmentionné la description du projet afin de trouver un centre, une institution ou un expert qui pourrait l'appuyer ou fournir des images satellitaires pour un projet particulier;
- c) D'encourager le recours aux microsatellites dans les pays en développement comme premier moyen d'acquérir une expérience des techniques et activités spatiales. Le problème ne serait pas la technologie, mais la façon de l'utiliser. La technologie des microsatellites est un bon exemple de la façon dont les applications des techniques spatiales pourraient être intégrées.