



Assemblée générale

Distr. GENERALE

A/AC.105/611
2 novembre 1995

FRANÇAIS
Original : ANGLAIS

COMITE DES UTILISATIONS PACIFIQUES
DE L'ESPACE EXTRA-ATMOSPHERIQUE

MICROSATELLITES ET PETITS SATELLITES : PROJETS ACTUELS ET PERSPECTIVES DE COOPERATION INTERNATIONALE

Note du Secrétariat

1. Le Groupe de travail plénier chargé d'évaluer l'application des recommandations de la deuxième Conférence des Nations Unies sur l'exploration et les utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique (UNISPACE 82), à sa huitième session (A/AC.105/571, annexe II, par. 17), a recommandé que le Bureau des affaires spatiales établisse plusieurs études sur les applications spatiales, compte tenu des recommandations des ateliers, séminaires, colloques et conférences organisés par le Programme des Nations Unies pour les applications des techniques spatiales. Le Groupe de travail plénier a identifié un certain nombre de sujets qui pourraient faire l'objet de telles études, y compris les microsateellites et les petits satellites : projets actuels et perspectives de coopération internationale.
2. Le rapport du Groupe de travail plénier a été adopté par le Sous-Comité scientifique et technique, à sa trente et unième session (A/AC.105/571, par. 22), et les recommandations qu'il contient ont été approuvées par le Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique dans son rapport sur les travaux de sa trente-septième session¹ et par l'Assemblée générale dans sa résolution 49/34 du 9 décembre 1994.
3. La présente étude, élaborée par le Secrétariat en réponse à une demande du Groupe de travail plénier, n'est disponible qu'en anglais, et est jointe en annexe à la présente note. Elle vise à faire un tour d'horizon du domaine des petits satellites, en évolution constante, et devrait être accessible même aux pays qui n'ont que des programmes spatiaux limités ou très récents. Elle est basée sur un grand nombre de sources nationales et internationales qui sont énumérées dans la bibliographie. Elle a également été envoyée, sous forme de projets, à des experts extérieurs, afin qu'ils fassent des commentaires. On en trouvera un résumé ci-dessus.

RESUME DE L'ETUDE

4. Les petits satellites ont déjà été utilisés avec beaucoup de succès par de nombreuses organisations. Ils ont pour avantage d'être peu coûteux et de pouvoir être mis au point rapidement grâce à l'utilisation de matériels et de techniques courants qui ont fait leurs preuves et de donner normalement de bons résultats. L'ère de l'espace a commencé avec le lancement de petits satellites scientifiques en 1958, Année géophysique internationale. Ces satellites étaient petits parce que les premiers lanceurs n'avaient qu'une capacité limitée. Après des débuts modestes, avec des satellites de petite taille, simples et légers, les systèmes spatiaux ont évolué vers de grandes plates-formes complexes et onéreuses destinées à la recherche scientifique et à d'autres applications qui exigent souvent de nombreuses années de mise au point avant leur lancement.
5. Ces grandes plates-formes existent toujours et continueront d'exister, mais depuis quelque temps on s'intéresse de plus en plus à un retour à l'utilisation de petits satellites, qui peuvent être lancés quelques années après le début du programme. Compte tenu de l'évolution des techniques spatiales, ce type d'engin permet à un grand nombre

d'utilisateurs allant des élèves des écoles secondaires aux universitaires, aux ingénieurs et aux scientifiques du monde entier d'avoir accès à l'espace. Les projets portant sur les petits satellites se prêtent parfaitement, à beaucoup d'égards, à la coopération internationale.

6. La mise au point de petits satellites ne remplacera pas celle de grands satellites, étant donné que les objectifs et les problèmes sont, dans les deux cas, souvent différents. Les missions des petits satellites peuvent toutefois compléter celles des grands satellites. En explorant de nouvelles méthodes et techniques, les petits satellites peuvent faire oeuvre de précurseurs et permettent de procéder à des expériences qui serviront aux missions des grands satellites à l'avenir.

7. Les petits satellites présentent plusieurs avantages par rapport aux grands satellites et ce, quels qu'en soient les utilisateurs. Ils permettent de réaliser des missions plus fréquentes et plus variées; de développer plus rapidement les connaissances techniques; de faire participer davantage l'industrie locale; et de diversifier davantage les utilisateurs potentiels. De plus, même un pays ayant un budget de recherche modeste et peu ou pas d'expérience en matière de techniques spatiales peut se permettre de participer à des missions utilisant de petits satellites. Celles-ci offrent également d'excellentes possibilités de formation d'étudiants, d'ingénieurs et de scientifiques dans différentes disciplines, y compris l'ingénierie, la mise au point des logiciels à bord et au sol et la gestion de programmes techniques complexes.

8. Les progrès technologiques réalisés récemment dans de nombreux domaines signifient que les petits satellites peuvent offrir dorénavant des services que seuls pouvaient fournir auparavant des engins bien plus grands. Des expériences scientifiques et techniques assez sophistiquées, ainsi que des missions d'application, peuvent être réalisées dans l'espace à des coûts modérés. Parmi ces applications figurent : la physique spatiale, l'astronomie, l'astrophysique, les démonstrations techniques, les expériences en matière de communications et l'acquisition de données sur les ressources terrestres, y compris des informations relatives aux catastrophes naturelles.

9. La définition des petits satellites varie, mais la limite supérieure est généralement fixée à quelque 400 kg (500 kg dans des cas exceptionnels). On distingue dans ces satellites deux grandes catégories : les petits satellites (ou minisatellites), qui pèsent de 100 à 400 kg, et les microsatsellites, qui pèsent moins de 100 kg. Une "mission de petit satellite" ordinaire coûtera en général, lancement compris, moins de 20 millions de dollars des Etats-Unis et la plupart des projets portant sur des microsatsellites coûteront quelque 3 millions de dollars.

10. Un des problèmes centraux dans une mission de petit satellite est celui de l'équilibre optimal entre la complexité du programme et le risque encouru. Les petits satellites sont susceptibles de se prêter à de nouvelles méthodes de commercialisation. Le choix du modèle est important sur le plan du risque et du coût et l'utilisation d'un prototype de vol peut même être acceptable pour de tels programmes. Les avantages des petits satellites sont les suivants :

- a) Paramètres orbitaux optimisés en fonction des équipements utilisés;
- b) Développement des programmes portant sur les satellites conventionnels, tels que capacité additionnelle, redondance pour les missions critiques, ou remplacement d'instruments défectueux;
- c) Missions ayant une durée de vie et/ou des objectifs limités;
- d) Meilleur ajustement à l'utilisateur final (possibilités de lancement plus fréquentes et utilisation plus large des différents instruments; souplesse en matière de calendrier);
- e) Réaction rapide, lancement sur demande avec engins à faible coût consacrés à une tâche particulière (surveillance des conditions critiques, remplacement après une panne sur orbite ou surveillance de conditions environnementales inattendues);
- f) Responsabilité moindre compte tenu de la durée de vie inférieure ou assurance réduite d'un commun accord sur le produit, ou parties de moindre qualité afin de réduire les coûts de mise au point;

g) Conception moins complexe du satellite (interfaces simplifiées, optimisées en fonction des instruments utilisés), durée de mise au point réduite et banc d'essai approprié pour la technique et/ou la technologie.

11. Il existe trois types d'orbites adaptées aux petits satellites : l'orbite géostationnaire, l'orbite très elliptique et l'orbite terrestre basse.

12. L'orbite géostationnaire est celle où les satellites semblent fixes par rapport à la Terre, ce qui leur permet d'être continuellement visibles et simplifie les besoins opérationnels et ceux du secteur terrien. Toutefois, vu l'importance de la distance espace-sol, le débit de données est faible, à moins de posséder des antennes au sol plus grandes ou une plus grande puissance électrique à bord de l'engin spatial. Cette orbite est atteinte d'ordinaire à partir d'une orbite géostationnaire de transfert standard au départ d'un gros lanceur.

13. L'utilisation de l'orbite géostationnaire de transfert est intéressante car on pourrait se servir de fréquentes possibilités de lancement de petits satellites auxiliaires tout en évitant la complexité et les coûts supplémentaires associés à un système de propulsion d'apogée.

14. C'est en général l'orbite terrestre basse qui est choisie pour des missions de petits satellites. On peut utiliser des petits lanceurs, ce qui offre davantage de souplesse dans le choix des paramètres orbitaux; on peut également utiliser de petits satellites auxiliaires. Il suffit d'un émetteur de faible puissance à bord, étant donné la courte distance jusqu'au sol, mais les périodes de visibilité courtes et peu fréquentes constituent un inconvénient qui entraîne une certaine complexité au niveau opérationnel et au niveau des secteurs terriens. Il convient d'établir une distinction entre l'orbite quasi équatoriale ou l'orbite à faible inclinaison, pour lesquelles la zone de visibilité se limitera à la zone tropicale, et les orbites polaire et quasi polaire (orbites héliosynchrones) qui permettent d'accéder à tout point sur la Terre, soit à des fins de communication (c'est-à-dire enregistrement et retransmission), soit à des fins de télédétection.

15. Le développement présent et futur des petits satellites est étroitement lié à l'apparition de nouveaux lanceurs à faible coût (Pegase, Taurus, etc.) et à des possibilités de lancement moins onéreuses à partir d'engins existants (Ariane-4 ou Navette spatiale). C'est en bonne partie le fait de pouvoir disposer de lanceurs peu onéreux qui a suscité l'intérêt récemment porté aux petits satellites, lesquels, à l'origine, étaient utilisés essentiellement dans le cadre de programmes de défense et de communications civiles mondiales lancés par les Etats-Unis. Parmi les principaux lanceurs à faible coût produits par les pays européens et les Etats-Unis, seuls Pegase et Taurus ont fait leurs preuves. Conestoga devrait être lancé dans un avenir proche, la mise au point du San Marco Scout italien n'a pas encore commencé (bien que son prédécesseur, le Scout américain, soit en service depuis plusieurs années) et le programme Ariane-5 devrait s'achever en 1999.

16. Afin d'en maximiser le potentiel, les petits lanceurs doivent être mis au point en suivant la même approche novatrice et à faible coût utilisée pour les petits satellites. Les coûts de lancement représentent une forte proportion des coûts totaux d'un programme (en général plus de 25 %) et la masse et la taille d'un satellite doivent donc être limitées afin de profiter au maximum des possibilités de lancement à faible coût. On pourrait notamment prévoir :

a) De petits lanceurs spécialement affectés à une mission;

b) Le lancement de plusieurs petits satellites, en l'occurrence sur Ariane-4 ou Ariane-5 pour les missions européennes (Groupe de satellites scientifiques de l'Agence spatiale européenne (ESA));

c) Des possibilités de vol sur des lanceurs plus importants (Arianespace a orienté la promotion de ses engins dans cette optique, Ariane-4 offrant : la Structure Ariane pour charges utiles auxiliaires (ASAP) pour des microsatsatellites auxiliaires (jusqu'à six satellites de 50 kg (300 kg au total); une configuration du type Ariane radioamateur satellite enseignement espace (ARSENE) pour des satellites allant jusqu'à 200 kg; et un satellite compatible mini SPELDA (SDS) pour des satellites allant de 400 à 800 kg dans la Structure porteuse externe lancement double Ariane.

17. D'autres lanceurs de taille moyenne ou de gros lanceurs comme l'Atlas Centaur et le Delta-2 américains offrent des possibilités similaires.

18. Les besoins en ce qui concerne le secteur terrien d'un système de petits satellites varient considérablement en fonction du domaine d'application. A un bout de l'échelle, les capteurs à faible débit de données n'ayant qu'une portée locale ou régionale dans des missions nécessitant des moyens de poursuite et de télécommande peu importants sont relativement peu coûteux en ce qui concerne le secteur terrien (quelque 10 % seulement du coût total d'un programme). Si la recherche et le traitement des données sont plus complexes et les coûts du secteur terrien peuvent aller jusqu'à 50 % du total. En supposant que les coûts du secteur terrien tendent à représenter en moyenne 25 % des coûts totaux d'un programme, il importe de toute évidence de rechercher les économies potentielles en ce qui concerne tant le secteur terrien que le secteur spatial.

19. Pour ce qui est de la réduction des coûts du secteur terrien, il y a des limites à la simplification étant donné qu'il reste nécessaire de garantir certains éléments tels qu'un fonctionnement fiable, une réponse rapide à des commandes critiques et la fourniture régulière de données dans les délais prévus et avec de faibles pertes. Le modèle de secteur terrien, qui forme la base de toute évaluation technique et des coûts doit comprendre non seulement l'utilisation des stations au sol, mais également l'infrastructure des communications au sol, le contrôle de la mission, etc. Des stations très petites, et dans certains cas transportables, ont été commercialisées par plusieurs fournisseurs dans les pays européens et aux Etats-Unis. Les fournisseurs commerciaux de données de télédétection encourageront probablement l'adoption de telles approches afin de réduire les coûts de la distribution et du traitement des données.

20. L'intérêt des activités scientifiques spatiales ne fait aucun doute et la plupart des nations actives dans ce domaine ont commencé par de petits satellites scientifiques. Un milieu universitaire constitue souvent l'environnement idéal pour la mise au point d'activités spatiales et, de tels projets exigeant en général la création de nouveaux laboratoires, ceux-ci représentent un sous-produit intéressant. Les retombées habituelles d'un programme spatial, l'acquisition d'une technique, le développement d'une organisation industrielle et la mise au point de méthodes de gestion commenceront à se manifester au niveau national au fur et à mesure que les étudiants quitteront l'université et s'engageront dans l'industrie locale.

21. Le premier petit satellite scientifique d'Argentine sera le satellite d'applications scientifiques (SAC-B), mis au point conjointement par l'agence spatiale nationale de ce pays, la Commission nationale des activités spatiales (CONAE) et l'Agence nationale de l'aéronautique et de l'espace (NASA) des Etats-Unis. Le satellite de 190 kg doit être lancé en 1996 par une fusée Pégase sur une orbite circulaire de 550 km avec une inclinaison de 37 degrés. Le SAC-B sera stabilisé par inertie et orienté de manière permanente vers le Soleil. Il surveillera les rayons-X énergétiques émis par les éruptions solaires et les rayons-X le long d'un axe perpendiculaire à la direction solaire avec des capteurs munis de dispositifs à couplage de charge.

22. Entre 1978 et 1991, des microsatsellites scientifiques pesant de 15 à 50 kg ont été mis au point pour le programme de recherche Magnetosphere-Ionosphere (MAGION) dans l'ex-Tchécoslovaquie. MAGION-1 a été lancé le 24 octobre 1978 en tant que satellite secondaire du satellite géophysique INTERCOSMOS-18. Bien qu'il ait été conçu pour avoir une durée de vie de trois semaines, MAGION-1 est resté en service pendant trois ans. MAGION-2 et MAGION-3 ont été lancés sur des orbites à forte inclinaison et à faible excentricité (à une altitude de 500 à 3 200 km) dans le cadre des missions ACTIVE et Expériences passagers d'Ariane (APEX), des missions spatiales interdépendantes lancées le 28 septembre 1989 et le 18 décembre 1991 respectivement. Le satellite secondaire MAGION-4 a été lancé avec succès par un lanceur Molniya du cosmodrome de Plesetsk (Fédération de Russie) le 3 août 1995, dans le cadre de la mission INTERBALL. Le lancement de MAGION-5 est actuellement prévu pour 1996.

23. Le satellite européen pour la recherche avancée (CESAR) est un engin spatial de quelque 300 kg qui volera sur une orbite ayant un périhélie de 400 km, une apogée de 1 000 km et une inclinaison de 70 degrés. La mission scientifique concerne l'étude de la magnétosphère, de l'ionosphère et de la thermosphère. Dix expériences différentes, réalisées par des scientifiques autrichiens, tchèques, hongrois, polonais et slovaques prendront place sur l'engin qui est financé par l'Agence spatiale italienne (ASI) et a été conçu par Alenia Spazio. Cette mission constitue l'un des objectifs de la coopération entre les pays appartenant à l'Initiative centre-européenne.

24. La Finlande étant membre associé de l'ESA, l'industrie spatiale et les instituts de recherche de ce pays ont acquis une certaine expérience en matière de charge utile et d'équipement de satellite et sont depuis longtemps actifs dans le domaine de la télédétection et dans d'autres disciplines liées à l'espace. Pour démarrer la mise au point d'un

petit satellite (FS-1), les instituts finlandais ont défini leurs intérêts en contactant plusieurs instituts et ont lancé une offre de participation officielle à un projet demandant que des propositions leur soient soumises. Après réception des propositions, un système a été conçu pour deux types de satellite : un satellite scientifique et un satellite d'observation de la Terre. Chacun de ces deux satellites contiendrait un ensemble de démonstration technique qui permettrait de tester de nouveaux composants électroniques dans un environnement spatial.

25. Le Centre national d'études spatiales français (CNES) étudie actuellement la mise au point des petits satellites scientifiques ci-après :

a) Mission SAMBA : enregistrement des fluctuations locales du rayonnement à 3 degrés Kelvin à partir du big bang (similaire au satellite Explorer pour l'étude du fonds cosmique américain) et mesure détaillée d'éventuelles anisotropies;

b) Mission COROT : astroséismologie, nouvelles données concernant la convection et la rotation interne des étoiles par des mesures à long terme des oscillations stellaires;

c) Mission IBIZA : enregistrement du plasma accéléré dans les régions géomagnétiques aurorales, interaction des particules ionisées avec l'ionosphère et la magnétosphère, création de perturbations électromagnétiques;

d) QUICK-STEP : vérification de l'équivalence de la masse inertielle et gravitationnelle (théorie de la relativité) avec une précision relative de 10^{-17} .

26. Le 3 février 1994, le petit satellite de l'Université de Brême, BREMSAT, a été mis sur orbite par la navette spatiale Discovery américaine. L'engin spatial, d'un poids de 63 kg, a passé six jours dans son conteneur GAS (offre spéciale de vol) avant d'être mis sur son orbite circulaire initiale de 350 km. Le satellite portait six expériences ayant des objectifs scientifiques différents, y compris la conductibilité de la chaleur dans des conditions de microgravité, la distribution des micrométéorites et des particules de poussière, la cartographie de l'oxygène atomique atmosphérique et les pressions et températures de rentrée. Le satellite a fonctionné jusqu'à sa désintégration sur orbite le 12 février 1995.

27. Dans le cadre du développement de sa capacité de lancement propre, l'Inde a mis au point une série d'avancées technologiques ainsi que les satellites scientifiques Rohini et la série des satellites modifiés Rohini (SROSS). Les satellites Rohini ont été lancés entre 1980 et 1983 et transportaient un capteur équipé d'une caméra de l'état solide. Plus de 2 500 images dans les bandes visibles et infrarouges ont ainsi été obtenues pour l'identification des points de repère et la détermination plus précise de l'altitude et de l'orbite. La masse orbitale des satellites Rohini était d'environ 42 kg.

28. SROSS-C et SROSS-C2 ont été lancés le 20 mai 1992 et le 4 mai 1994 respectivement. Ils portent chacun deux charges utiles scientifiques. La première est l'analyseur potentiel de freinage qui consiste en deux détecteurs planaires chargés de mesurer les paramètres du plasma et d'étudier la structure énergétique de l'ionosphère équatoriale. La seconde est le détecteur de bouffées de rayons gamma, qui consiste en deux détecteurs de scintillation chargés d'étudier les bouffées de rayons gamma dans la zone d'énergie des 20 à 3 000 keV-électronvolts.

29. L'Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) d'Espagne, situé à Torrejón de Ardoz, a été chargé par le gouvernement de la mise au point d'un système spatial espagnol, MINISAT. Ce système consistera en une plate-forme multi-usages (cabine de servitude), d'une charge utile et d'un secteur terrien associé. Tant la plate-forme que les sous-systèmes qui la constituent sont modulaires. La plate-forme pourra recevoir, intégrer, exploiter et transporter à bord une charge utile grâce à des interfaces normales. Cela permettra de procéder facilement à toutes les adaptations nécessaires pour une mission donnée. La plate-forme pourra transporter des charges utiles de 80 à 500 kg. Le premier de ces satellites sera une mission MINISAT transportant une charge utile (PLM-1).

30. Le Viking de 283 kg était le premier satellite suédois, lancé sur une orbite polaire basse en 1986 en tant que satellite auxiliaire du satellite français de télédétection pour l'observation de la Terre (SPOT). Son objectif scientifique était d'étudier les phénomènes de l'ionosphère et de la magnétosphère aux hautes latitudes

géomagnétiques jusqu'à l'équivalent d'environ deux rayons terrestres. Il a permis de mesurer les champs électriques et magnétiques, d'étudier la distribution des particules, la composition du plasma et les ondes de plasma et d'obtenir des images des phénomènes auroraux dans l'ultraviolet.

31. Un petit satellite scientifique plus performant, Freja, a été lancé le 6 octobre 1992 par un lanceur chinois. Ce satellite de 214 kg est destiné à la recherche sur l'aurore et sur d'autres phénomènes magnétosphériques connexes.

32. Les scientifiques suédois qui étudient la magnétosphère s'intéressent beaucoup aux possibilités des petits satellites et une plate-forme compacte, qui représente 10 % de la masse de Freja, a été mise au point. Ce nouveau microsatellite, Astrid, a la forme d'un cube de 50 cm de côté pendant le phase de lancement et a une masse de 25 kg. Il est stabilisé en rotation, il peut être pointé sur le Soleil et il est équipé de panneaux solaires déployés. Le premier satellite Astrid a été lancé le 24 janvier 1995 du cosmodrome de Plesetsk sur un lanceur Cosmos.

33. Le meilleur exemple de programme de petits satellites aux Etats-Unis est le programme SMEX de la NASA (Small Explorer Programme) qui offre des possibilités de vol fréquentes pour des missions scientifiques hautement ciblées et relativement peu onéreuses. Chaque engin SMEX pèse environ 250 kg et chaque mission devrait coûter quelque 50 millions de dollars pour la conception, la mise au point et 30 jours d'exploitation sur orbite. Le premier satellite de la série, le SAMPEX (Solar, Anomalous and Magnetospheric Particle Explorer) a été lancé le 3 juillet 1992. Il a étudié avec succès la composition de la matière interstellaire locale et de la matière solaire ainsi que le transport de particules magnétosphériques chargées dans l'atmosphère. Le satellite d'astronomie à ondes décimillimétriques (SWAS) doit être lancé sur une fusée Pégase en 1995 ou 1996.

34. L'unité de recherche la plus expérimentée dans le domaine des microsatellites est probablement la Spacecraft Engineering Research Unit de l'Université du Surrey en Grande-Bretagne. Depuis 1981, l'équipe de l'UOSAT (University of Surrey Satellite Project) et, plus récemment, de Surrey Satellite Technology Limited (SSTL) a organisé plus de 25 années-orbite de missions satellites. Au total, 10 satellites de l'UOSAT ont été lancés entre 1981 et 1993. Le microsatellite opérationnel S-80/T, basé sur une plate-forme UOSAT, a été lancé en août 1992 pour explorer les possibilités de communication dans les bandes à très haute fréquence allouées par la Conférence administrative mondiale des radiocommunications (CAMR-92) aux systèmes de satellite non géostationnaires. La mission initiale a pleinement atteint son objectif. En octobre 1993, le S-80/T était en service depuis un an et continuait de fonctionner sans problème. Les satellites amateurs de la série UOSAT sont capables de transmettre des images de la surface de la Terre ainsi que des données météorologiques.

35. Les derniers-nés de la famille d'UOSAT sont un satellite portugais (POSAT-1), HEALTHSAT-2 et KITSAT-2, qui ont été lancés ensemble en septembre 1993 à bord d'Ariane V-59 avec le satellite commercial SPOT-3 de télédétection. POSAT est le produit d'une étroite coopération entre SSTL Satellite et un consortium industriel portugais. KITSAT-2 a été construit en République de Corée par des ingénieurs formés par SSTL. Sa plate-forme a beaucoup de points communs avec le S-80/T et KITSAT-1 (lancés en août 1992), mais certaines charges utiles ont été mises au point par des ingénieurs de la République de Corée.

36. Le 9 février 1993, un lanceur Pégase a lancé le premier satellite brésilien de collecte de données (SCD-1) avec une inclinaison de 25 degrés à une altitude de 750 km. Le SCD-1, conçu et construit par l'Institut de recherches spatiales brésilien (INPE), est un petit satellite stabilisé en rotation et consacré à la collecte et la diffusion de données environnementales acquises et transmises par des plates-formes de collecte de données sur le territoire brésilien. Depuis son lancement, le SCD-1 s'est remarquablement comporté. Le SCD-2, qui est très semblable au SCD-1, en est à son stade final d'intégration; il doit être lancé au début de 1996.

37. Le premier satellite de la série des satellites de collecte de données italiens, le microsatellite environnemental (TEMISAT) a été lancé par un lanceur russe Tsiklon du cosmodrome de Plesetsk le 31 août 1993, en même temps qu'un satellite Meteor-2. Le satellite est en orbite à une altitude de 950 km avec une inclinaison de 82,5 degrés et une excentricité orbitale de moins de 0,0001. Une deuxième unité (TEMISAT-2) a été fabriquée en même temps que la première; elle est encore au sol et pourrait être lancée pour augmenter la capacité de service sur orbite.

38. Pour ce qui est des missions d'observation de la Terre, les petits satellites peuvent être consacrés indépendamment à des charges utiles spécifiques. Plusieurs satellites peuvent voler en groupe pour remplacer ou

augmenter les fonctions de satellites plus importants et équipés de plusieurs instruments. Les petits satellites ne remplaceront pas entièrement les grandes plates-formes, qui présentent des avantages à la fois financiers et scientifiques, tels que des économies d'échelle et une synergie dans les mesures. De plus, les grands satellites sont indispensables lorsque certains instruments doivent être assez grands pour pouvoir réaliser leurs missions avec une forte puissance et un débit de données très élevé (en fonction de la taille de l'antenne radar et de l'ouverture et de la distance focale).

39. En matière d'observation de la Terre les petits satellites peuvent par exemple réaliser les missions suivantes : échantillonnage océanique complet (par un groupe de satellites); échantillonnage géophysique (par un satellite unique sur orbite polaire); surveillance couleur des océans et des zones côtières; transport d'un instrument unique appuyant des missions plus importantes, une cartographie commerciale et des levés de terrain; surveillance en cas de crise et/ou de catastrophes naturelles (inondations, incendies de forêt, marées noires, etc.), avec lancement sur demande ou en groupe; et surveillance de la végétation à des fins agricoles et sylvicoles.

40. Le projet japonais de satellite d'observation de la Terre sur orbite récurrente constitue un bon exemple d'utilisation de petits satellites à des fins de télédétection. Grâce à l'utilisation d'une orbite récurrente (avec une trajectoire au sol qui se répète toutes les 15 révolutions), la fréquence d'observation de la zone se trouve considérablement améliorée. C'est là l'origine de la notion de satellite national d'observation des zones urbaines (DUOS).

41. Le système DUOS repose sur le satellite expérimental pour communications optiques intersatellites qui devrait être lancé par le J-1 en 1998. Il comportera une plate-forme banalisée stabilisée selon les trois axes avec deux panneaux d'antennes et de piles solaires. Dans des limites données, le satellite pourrait transporter le radiomètre opérant dans les parties visibles et proche infrarouge du spectre et le radiomètre à infrarouge thermique.

42. L'objectif à long terme du programme de satellites de l'Université technique de Berlin (TUBSAT) est la mise au point d'une plate-forme d'observation stabilisée sur les trois axes qui pourrait être orientée de façon autonome vers toute direction désirée avec une précision d'une minute d'arc. Le programme porte surtout sur la télédétection si bien qu'une stabilisation précise est nécessaire à la fois pour l'observation et pour obtenir un taux élevé de transmission de données afin de permettre une réception en temps réel ou presque des images. Ces objectifs seront atteints en plusieurs étapes.

43. Au vu de l'expérience orbitale de TUBSAT-A et TUBSAT-B, lancés en 1991 et 1994 respectivement, l'équipement du troisième engin spatial comprendra également trois gyroscopes laser à fibre optique. Une structure préliminaire de TUBSAT-C a déjà été fabriquée et est utilisée pour des expériences de stabilisation selon les trois axes sur palier à air.

44. Le système de reconnaissance des incendies (FIRES), qui est préopérationnel, récemment mis au point en Allemagne, démontrera qu'il sera possible et utile de disposer à l'avenir d'un système opérationnel de petits satellites pour la reconnaissance des incendies. Il devrait servir non seulement à déceler les incendies sur de grandes régions, mais également à les localiser, à en évaluer l'ampleur et la durée, à déterminer le type d'incendie et à fournir rapidement ces informations aux autorités locales. Outre cette tâche essentielle, le système devrait permettre de résoudre des problèmes secondaires tels que l'évaluation du dommage subi par la végétation, de la pollution atmosphérique et de la revitalisation des zones brûlées. De plus, lorsque le satellite n'est pas au-dessus d'un couvert végétal, son système de capteur peut être utilisé à d'autres tâches de télédétection liées à la détection des températures élevées.

45. Un réseau de satellites sanitaires a été proposé pour l'Afrique occidentale par un organisme américain à but non lucratif, Volontaires de l'assistance technique. Ce réseau utiliserait un groupe de petits satellites de communication sur orbite terrestre basse pour relier les centres médicaux régionaux aux dispensaires de villages et à des équipes sanitaires mobiles. Lorsque cela serait plus économique, des radiotéléphones récepteurs-émetteurs pourraient être utilisés pour relier les villages ou les unités mobiles aux dispensaires locaux, qui seraient à leur tour reliés à un centre régional par satellite. Il a été estimé que 10 microsatsellites pourraient être construits et lancés pour un montant de quelque 21 millions de dollars des Etats-Unis, tandis que la mise en place des installations médicales et du réseau de stations terrestres coûterait environ 30 millions de dollars. Un tel système pourrait améliorer de

façon spectaculaire l'accès des populations rurales à de bons soins médicaux. Si cette expérience réussissait, elle pourrait servir de modèle à d'autres régions isolées.

46. Le fait qu'il existe désormais des possibilités de lancement relativement peu onéreuses permet à des institutions d'enseignement d'envisager de mettre au point, de fabriquer, de tester et d'exploiter un petit satellite. L'accent est toujours mis sur la participation active des membres de la communauté universitaire (enseignants et étudiants) laquelle participation leur permettra d'acquérir une expérience pratique inestimable en matière de technique spatiale et de recherche scientifique.

47. Ainsi, le premier microsatellite espagnol, UPM/SAT 1, d'une masse de 47 kg, a été conçu et fabriqué par l'Université polytechnique de Madrid. Il s'agit d'une plate-forme à faible coût ayant une durée de vie modérée et capable d'évoluer à l'avenir. Il a été lancé le 7 juillet 1995, en tant que charge utile auxiliaire de la fusée Ariane-40 qui transportait le satellite français Helios-1A. La principale expérience sur le satellite portait sur la surveillance du comportement d'un point fluide dans des conditions de microgravité. La conception d'un modèle modérément complexe dans une université devrait permettre aux étudiants et aux enseignants d'acquérir l'expérience nécessaire à la réalisation de projets plus complexes.

48. Le satellite Sunset mis au point par des étudiants de troisième cycle en électronique à l'Université de Stellenbosch (Afrique du Sud) devrait être lancé au début de 1996. Il s'agit d'un microsatellite de 50 kg compatible avec un lanceur Ariane et capable de prendre des images en relief et en couleurs de la Terre. Ces images peuvent être transmises en temps réel ou stockées sur le satellite. L'altitude de ce dernier peut être contrôlée à 1 milliradian près. Le module de télécommunication comprend une liaison descendante avec une bande S et l'enregistrement et la retransmission de communications radioamateur avec une station répétitrice pour intéresser les enfants des écoles aux communications radio.

49. Les pays de petite taille ou de taille moyenne n'avaient autrefois que peu d'occasions de participer à des activités spatiales à un niveau intéressant. Toutefois, au cours des dix dernières années, les progrès technologiques dans le domaine des matériaux et de la micro-électronique ainsi que l'expérience acquise ont permis de réaliser de nombreuses missions spatiales intéressantes avec des petits satellites. Reconnaissant l'importance de cette évolution pour la coopération internationale dans l'espace, l'Académie internationale d'astronautique, à sa réunion d'août 1992, a transformé son sous-comité des programmes de petits satellites en un comité à part entière. Par ailleurs, un nouveau sous-comité de petits satellites pour les pays en développement a été créé sous les auspices du comité. Il agira en liaison avec le Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique, l'Université internationale de l'espace et la Fédération internationale d'astronautique, en particulier avec son comité de liaison avec les organisations internationales et les pays en développement.

50. Les objectifs à long terme du nouveau sous-comité sont de promouvoir l'utilisation des petits satellites dans l'intérêt des pays en développement. Une évaluation des intérêts que présentent les petits satellites est faite sur une base régionale, en commençant par l'Amérique latine. Chaque évaluation se fera au cours d'un atelier organisé par le sous-comité avec des représentants des pays intéressés. Les rapports qui seront élaborés à l'issue de ces ateliers seront publiés et serviront de base à l'action future. Le premier atelier régional s'est tenu à São José dos Campos au Brésil du 20 au 23 juin 1994 à l'invitation de l'Institut de recherches spatiales du Brésil (INPE).

51. Il ne fait pas de doute que les petits satellites et les microsatellites seront à l'avenir très utiles; toutefois, avant de pouvoir réaliser pleinement le potentiel de ces nouvelles techniques, il faudra repenser de manière radicale la manière dont les missions sont définies, réalisées et financées. Le nouveau rôle de la coopération internationale sur ce plan devrait être étudié plus avant. Compte tenu des différences existant entre les deux types d'application et d'équipement, il est peu probable que leurs besoins puissent être satisfaits par la conception d'une petite plate-forme unique, mais des échanges plus intensifs de données d'expérience portant sur différents projets et modèles pourraient éventuellement permettre de parvenir à une certaine normalisation. La possibilité d'adapter le matériel facilement et à peu de frais devrait également constituer un avantage économique précieux pour le fabricant et l'utilisateur.

52. Il est difficile de promouvoir l'utilisation des petits satellites par les pays en développement en particulier du fait que des pays ayant déjà des programmes spatiaux bien établis ont souvent du mal à comprendre les problèmes des pays en développement et ne se rendent pas compte qu'ils manquent de personnel convenablement formé. Dans

ce contexte, il serait extrêmement utile que le Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique accorde davantage d'attention à cette question. Il est donc pertinent que le thème proposé pour une attention spéciale par le sous-comité scientifique et technique à sa trente-troisième session soit "l'utilisation de microsattellites et de petits satellites pour élargir les activités spatiales à faible coût, compte tenu des besoins particuliers des pays en développement".

53. Sur la base des résultats des débats consacrés à ce thème, ainsi que des recommandations formulées dans le présent rapport, le Comité pourrait proposer des moyens de parvenir à réaliser des progrès substantiels en matière de coopération internationale dans ce domaine en évolution constante. Par exemple, il pourrait recommander qu'une ou plusieurs des activités éducatives du Programme des Nations Unies pour les applications des techniques spatiales soient consacrées au thème des microsattellites et des petits satellites.

Note

¹ *Documents officiels de l'Assemblée générale, quarante-neuvième session, Supplément N ° 20 (A/49/20), par. 29.*