



Assemblée générale

Distr. GÉNÉRALE

A/AC.105/699

20 avril 1998

FRANÇAIS

Original : ANGLAIS

COMITÉ DES UTILISATIONS PACIFIQUES
DE L'ESPACE EXTRA-ATMOSPHERIQUE

EXPOSÉS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES PRÉVUS POUR LA TRENTE-CINQUIÈME SESSION DU SOUS-COMITÉ SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Rapport du Secrétariat

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Paragraphes</i>	<i>Page</i>
INTRODUCTION	1 - 5	2
I. COLLOQUE SUR LES ASPECTS ET APPLICATIONS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES DE LA MÉTÉOROLOGIE SPATIALE	6 - 28	2
A. Aspects techniques de la météorologie spatiale	6 - 17	2
B. Aspects scientifiques et applications opérationnelles de la météorologie spatiale	18 - 28	4
II. AUTRES PRÉSENTATIONS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES	29 - 58	7
A. Environnement des débris spatiaux et réduction de ces débris	29 - 40	7
B. Segment russe de la station spatiale internationale	41 - 43	9
C. Recherche planétaire et astronomie	44 - 45	9
D. Télédétection	46 - 51	10
E. Satellite Health Access for Remote Environment Demonstrator	52 - 53	11
F. Espace et enseignement	54 - 58	11
<i>Annexe:</i> Summary of the scientific and technical presentations to the Scientific and Technical Subcommittee at its thirty-fifth session		13

INTRODUCTION

1. Lors de la trente-cinquième session du Sous-Comité scientifique et technique, le Comité de la recherche spatiale et la Fédération internationale d'astronautique ont organisé le 29 mai 1998, en concertation avec les États Membres, un colloque sur les aspects et les applications scientifiques et techniques de la météorologie spatiale pour compléter les délibérations du Sous-Comité sur cette question. Ce colloque a été organisé conformément à la recommandation formulée par le Sous-Comité à sa trente-quatrième session (A/AC/105/672, par. 170) et entérinée ultérieurement par le Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique à sa quarantième session¹ et par l'Assemblée générale, dans sa résolution 52/56 en date du 10 décembre 1997.
2. Il s'agissait du quatorzième colloque organisé par le Comité de la recherche spatiale et la Fédération internationale d'astronautique à l'occasion de réunions annuelles du Sous-Comité scientifique et technique, le thème étant choisi chaque année par le Sous-Comité à sa session précédente. Le colloque s'est tenu les 9 et 10 février 1998, après la clôture des débats des séances de l'après-midi du Sous-Comité.
3. Outre les exposés organisés à la demande du Sous-Comité par le Comité de la recherche spatiale et la Fédération internationale d'astronautique, les délégations de certains États Membres ont assuré la présentation par des spécialistes des sciences spatiales et de leurs applications d'un certain nombre de communications scientifiques et techniques en rapport avec plusieurs points de l'ordre du jour du Sous-Comité. Divers organismes nationaux et internationaux ont également présenté leurs activités scientifiques et techniques.
4. Afin que les informations concernant l'évolution récente des sciences et techniques spatiales et de leurs applications qui ont été présentées au cours du colloque et de la session du Sous-Comité soient plus largement accessibles, le Secrétariat en a établi un résumé, qui est présenté ci-après.
5. On trouvera en annexe le détail des exposés scientifiques et techniques qui ont été présentés dans le cadre de la trente-cinquième session du Sous-Comité scientifique et technique. Cette annexe est en anglais seulement. La liste des exposés et des orateurs y est jointe.

I. COLLOQUE SUR LES ASPECTS ET APPLICATIONS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES DE LA MÉTÉOROLOGIE SPATIALE

A. Aspects techniques de la météorologie spatiale

6. La Veille météorologique mondiale (VMM) est la principale infrastructure offrant aux pays les données et autres informations nécessaires à l'élaboration et à la diffusion en temps utile de bulletins météorologiques et d'alertes aux populations. La météorologie ignore les frontières politiques et géographiques. Les températures extrêmes, les cyclones et les grandes masses d'air se déplacent constamment et peuvent franchir des milliers de kilomètres en une seule journée. À cela s'ajoute que les systèmes météorologiques peuvent évoluer, et ainsi gagner ou perdre en intensité. Il faut donc recueillir en temps utile des données couvrant de vastes zones du globe. La VMM remplit cet objectif; son fonctionnement repose sur les systèmes fondamentaux conçus par l'Organisation météorologique mondiale. Leur principe fondamental veut que chacun des 185 membres (pour la plupart, des États) contribue, à proportion de ses moyens, à l'accomplissement de certaines responsabilités s'inscrivant dans un système auquel tous participent.
7. La VMM a trois composantes immédiatement identifiables: le système mondial d'observation (GOS); le système mondial de télécommunications et le système mondial de traitement de données. Ces trois composantes, qui constituent les systèmes de base, ont été conçues tout d'abord pour servir les objectifs de la VMM et, en particulier, de la prévision météorologique. Toutefois, elles présentent aussi une certaine utilité pour diverses activités des pays, comme le Programme mondial de recherche sur le climat, la transmission des données sismiques pour la prévision des tremblements de terre et la communication d'informations à la Conférence sur le désarmement ou d'informations concernant les accidents nucléaires en application des conventions de l'Agence internationale de l'énergie atomique.

8. Le GOS comprend des sous-systèmes basés à terre et d'autres opérant dans l'espace; pour les premiers, il s'agit de près de 10 000 stations au sol, dont près de 4 000 sont incluses dans des réseaux synoptiques régionaux de base et près d'un millier constituent le réseau de radiosondes lancées par ballons. Il existe en outre plus de 7 000 navires faisant de l'observation à titre bénévole, 15 navires spécialement équipés pour l'observation automatisée des couches supérieures de l'atmosphère, plus de 600 bouées dérivantes et 100 bouées fixes de collecte de données couvrant aussi bien les littoraux que la haute mer. Ce système inclut également l'observation automatisée assurée par les avions commerciaux, qui fournit aujourd'hui près de 45 000 observations par jour. Il existe encore des centaines d'autres outils d'observation, comme les radars Doppler à balayage et les profils du vent, qui font partie des échanges régionaux et bilatéraux de données utilisant les moyens de la VMM.

9. Le sous-système en orbite continue d'évoluer et de se développer. À l'heure actuelle, la constellation opérationnelle comprend au moins trois satellites à orbite polaire et six satellites géostationnaires, qui font parvenir plusieurs fois par jour, à intervalles réguliers, des données météorologiques pratiquement en temps réel par diffusion directe en direction de milliers de sites répartis dans plus de 130 pays. La composante géostationnaire, constituée de satellites fournis par la Chine, les États-Unis d'Amérique, la Fédération de Russie, l'Inde, le Japon et l'Organisation européenne pour l'exploitation de satellites météorologiques (EUMETSAT), donne une vision continue des systèmes météorologiques sous les latitudes comprises entre 70° de latitude N et 70° de latitude S, avec un recouvrement considérable dans la plupart des cas. Les satellites à orbite polaire sont aujourd'hui fournis par la Fédération de Russie et les États-Unis, mais plusieurs autres partenaires, dont la Chine et EUMETSAT, devraient ajouter, ces prochaines années, à cette constellation.

10. Les systèmes de collecte et de diffusion de données par satellites sont déterminants pour les zones géographiques pour lesquelles les moyens classiques de télécommunication seraient très coûteux. En outre, les systèmes de collecte de données et de localisation (comme ARGOS) sont très importants pour les lieux isolés, comme la haute mer ou les régions montagneuses. Les services, publics ou privés, par satellites, comme ceux de l'Organisation internationale de télécommunications mobiles par satellites ainsi que les missions de collectes de données par satellites météorologiques, sont mis à contribution notamment pour l'acquisition des données provenant des navires et des bouées.

11. EUMETSAT est une organisation intergouvernementale rassemblant 17 États d'Europe occidentale (Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Italie, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède, Suisse et Turquie). Elle a pour objectif fondamental de constituer, entretenir et exploiter les systèmes européens de satellites météorologiques opérationnels. Depuis décembre 1995, EUMETSAT compte un nouveau centre de contrôle spécialement conçu à cet effet à Darmstadt (Allemagne). Ce centre fait partie d'un nouveau système terrestre qui inclut la station terrestre principale de Fucino (Italie) et les stations de Bracknell (Royaume-Uni), Toulouse (France) et Rome assurant la liaison montante des données.

12. Les programmes de satellites géostationnaires d'EUMETSAT prévoient de poursuivre le système actuel Meteosat au moins jusqu'en l'an 2000, avec une deuxième génération à l'étude pour les années à venir jusqu'en 2012. EUMETSAT a déjà lancé trois satellites de la série opérationnelle Meteosat et un quatrième, de conception identique, est en cours de réalisation dans le cadre d'un nouveau contrat. Ces satellites garantissent la poursuite des opérations jusqu'à la fin de la décennie en cours.

13. Aux États-Unis, le système opérationnel de satellites d'étude de l'environnement de l'Agence nationale d'étude de l'atmosphère et des océans (NOAA) comprend des satellites opérationnels géostationnaires (GOES) et des satellites opérationnels à orbite polaire (POES). L'un des deux satellites opérationnels GOES (en général, il existe un satellite de renfort) observe l'Amérique du Nord et l'Amérique du Sud et la plus grande partie de l'océan Atlantique tandis que l'autre observe l'Amérique du Nord et le bassin de l'océan Pacifique. Les deux satellites opèrent conjointement pour fournir des images de l'hémisphère Nord de jour et de nuit. Les deux POES complètent les satellites géostationnaires. Fonctionnant en couple, ils garantissent que les observations de n'importe quelle région de la Terre sont renouvelées au moins toutes les six heures.

14. La Chine, avec son immense territoire, sa météorologie complexe et sa population innombrable, a besoin d'améliorer d'urgence la précision de ses prévisions météorologiques, notamment en ce qui concerne l'alerte précoce en cas de phénomènes tels que les cyclones tropicaux, les tempêtes, les vagues de froid et la grêle. Elle a commencé à mettre au point ses systèmes de satellites météorologiques au début des années 70, et à participer au Groupe de coordination des satellites météorologiques géostationnaires en 1986 avant d'en devenir membre en 1989. Le premier satellite météorologique chinois à orbite polaire, FY-1A, a été lancé avec succès en septembre 1988. FY-1B a été lancé en septembre 1990 et FY-1C est prévu pour fin 1998.

15. Au cours des années 80, les efforts ont porté sur la mise au point d'un satellite météorologique géostationnaire, le FY-2. Le FY-2(02) a été lancé avec succès avec une fusée chinoise LM-3 le 10 juin 1997. Le 17 juin 1997, il se trouvait en position au-dessus de l'équateur par 105° de longitude E. Ses principales fonctions sont les suivantes : recueillir des images de jour et de nuit et étudier la répartition de la vapeur d'eau dans les canaux visibles, infrarouge et vapeur d'eau du radiomètre à balayage; diffuser des images numériques décomprimées haute résolution de la nébulosité, des images faible résolution de la nébulosité et des cartes météorologiques destinées à être diffusées en fac-similé vers les terminaux de données météorologiques chinois et étrangers; recueillir des données météorologiques, hydrologiques et océanographiques provenant des plates-formes de collecte; observer l'activité solaire et l'environnement spatial à l'aide du dispositif d'observation embarqué.

16. La mission d'étude des précipitations tropicales (TRMM) est le premier satellite du plan pour la mission planète Terre de la NASA. Il s'agit d'une mission conjointe Japon/États-Unis, avec une forte participation scientifique d'autres pays dont l'Australie, le Brésil, la France, Israël, l'Italie, Singapour, la Thaïlande et le Royaume-Uni. Le TRMM a été lancé avec succès par une fusée japonaise H2 depuis la base de Tanegashima (Japon) le 27 novembre 1997. L'instrument scientifique le plus important qui l'équipe est le radar de précipitations, premier radar de profil des pluies à évoluer dans l'espace. Le TRMM est placé sur une orbite de 350 km d'altitude et présente un angle d'inclinaison de 35 degrés. La vérification initiale des instruments a permis de confirmer l'excellent état de fonctionnement des cinq instruments, de sorte que la phase d'acquisition de données a déjà commencé.

17. Le TRMM fournira aux scientifiques des données et des informations sur les systèmes de pluies tropicales et des séries chronologiques mondiales sur le réchauffement latent, améliorant la compréhension du bilan énergétique de la planète et des variations du climat selon diverses échelles chronologiques. Cependant, les phénomènes dynamiques de l'atmosphère restent très complexes, alors que le TRMM ne doit fournir des données que pendant trois ou quatre ans. De nombreux phénomènes de longue durée ne pourront donc être étudiés dans le cadre de cette mission. C'est la raison pour laquelle une mission consécutive est d'ores et déjà prévue; elle devrait être lancée vers 2002, sur une orbite légèrement plus haute.

B. Aspects scientifiques et applications opérationnelles de la météorologie spatiale

18. Le phénomène El Niño a des incidences à l'échelle mondiale à la fois très diverses et très lointaines. Il est la cause de la sécheresse en Afrique australe, en Éthiopie, en Indonésie, dans l'est de l'Australie, le sud des Philippines et le nord-est du Brésil ainsi qu'en Amérique centrale. Il sera probablement la cause d'inondations dans le sud de l'Équateur, le nord du Pérou, le sud du Brésil, le nord de l'Argentine et de l'Uruguay et ailleurs. En Inde, la mousson, ce phénomène de pluies régénératrices, tend à devenir irrégulier, rendant la production vivrière moins fiable. Les scientifiques ont établi une relation entre le phénomène El Niño ayant débuté en 1997, par exemple, et les sécheresses extraordinaires qui ont ravagé les récoltes et causé l'extension des incendies de forêt en Indonésie, en Malaisie et dans certaines régions du Brésil, conséquences imputables non pas à des négligences inhabituelles de la part des populations mais au caractère extrême des sécheresses. En Indonésie, les incendies ont détruit plus d'un million d'hectares de forêt tropicale, générant un épais brouillard chargé de fumée qui a recouvert l'Asie du Sud-Est pendant plusieurs mois. La pollution atmosphérique causée par les incendies serait à l'origine de dizaines de milliers de cas d'affections respiratoires en Indonésie et de la paralysie du trafic aérien dans la région.

19. Dans des pays comme le Zimbabwe, où l'ensemble de l'économie est étroitement liée à la production du maïs, les conséquences d'une sécheresse peuvent être dévastatrices, tandis que pour les fermiers de la partie occidentale

de l'Amérique du Sud, la manifestation du phénomène El Niño, promesse de pluies plus abondantes que la normale, est une incitation à planter plus de riz plutôt que de s'en tenir à une récolte ordinaire de coton. Les conséquences économiques de ce phénomène sont donc considérables: en 1982, on lui a imputé directement pour plus de huit milliards de dollars des préjudices et pour 1997/98, les chiffres, certainement très élevés, n'ont pas encore été arrêtés.

20. Les prévisions météorologiques ont annoncé largement à l'avance le phénomène El Niño en 1997/98 et l'on compte une soixantaine de pays qui auraient pu en tirer parti. Mais la plupart des gouvernements n'ont pas réagi positivement. La situation revient peu à peu à la normale. Les gens deviennent de plus en plus nombreux à s'intéresser à ce phénomène et aux prévisions. Des mesures préventives commencent à être prises. Des programmes de vaccination ont été mis en œuvre en Équateur, par exemple, pour immuniser les populations contre les maladies véhiculées par l'eau que les inondations risquent de déclencher. Dans beaucoup de régions, on cure les réseaux d'égouts et de drainage pour que les eaux puissent s'évacuer librement. On élève des jetées sur les littoraux les plus vulnérables. Des plans d'intervention sont mis au point pour parer à des inondations et les populations reçoivent des consignes sur la gestion des ressources en eau en cas de sécheresse.

21. Il est évident que les prévisions météorologiques se sont considérablement améliorées ces dernières années. Malgré tout, même si tous les projets spatiaux d'observation du système climatique mondial sont entièrement mis en œuvre, il subsistera plusieurs lacunes dans les données de base nécessaires jusqu'en l'an 2005. Entre-temps, l'observation tridimensionnelle de l'eau sous forme liquide ou de glace dans l'atmosphère n'atteindra pas le degré nécessaire à un bon établissement des paramètres de la nébulosité. Une autre lacune qui persistera concerne l'observation de la teneur en eau du sol. Souvent, l'humidité de l'atmosphère dépend de la rétention de l'eau par le sol. Les végétaux sont capables d'utiliser l'eau et de la restituer à l'atmosphère, d'où elle peut à nouveau déclencher des précipitations. Malheureusement, il n'existe pas de procédé permettant de mesurer facilement ce paramètre depuis l'espace. Il existe certes quelques méthodes expérimentales d'obtention indirecte de la valeur de la teneur en eau du sol à partir de données hyperfréquences obtenues par satellite, mais elles sont loin d'être opérationnelles.

22. Les pays en développement, avec la diversité de leurs situations agricoles et climatiques, leurs reliefs élevés et instables, leurs cours d'eau tributaires d'apports saisonniers extrêmement contrastés ou leur aridité parfois totale, sont très vulnérables à la sécheresse et à la désertification. L'ironie du sort veut que la plupart des catastrophes naturelles majeures frappent les régions tropicales, c'est-à-dire essentiellement les pays en développement qui n'ont pas les moyens de supporter les énormes préjudices causés par ces cataclysmes. C'est la raison pour laquelle la mise en place d'un système efficace de gestion des catastrophes, qui prendrait en considération les problèmes sociaux découlant de ces phénomènes, contribuerait à en atténuer l'incidence sur le profil économique et social particulièrement vulnérable des pays en développement.

23. En Inde, la technologie spatiale a été mise à contribution avec succès pour la sécurité alimentaire. Le Système d'information géographique (SIG) est utilisé pour contrôler pratiquement en temps réel et évaluer les dégâts causés par les grandes inondations du bassin du Brahmapoutre, afin de disposer d'informations sur les zones inondées et les destructions éventuellement subies par les récoltes et les réseaux routiers et ferroviaires. Ayant ainsi démontré à l'envie le potentiel que présentent les satellites d'observation terrestre et de communications pour faire face aux différents problèmes d'alerte aux catastrophes et d'atténuation de leurs effets, l'Inde orientera ses efforts, au cours des prochaines années, vers une utilisation synergique des différents moyens, pour parvenir à instaurer le Système intégré de surveillance et de gestion des catastrophes.

24. L'Inde dispose d'une série de satellites de télédétection pour obtenir, en cas de catastrophe, les données nécessaires concernant les caractéristiques du terrain et les aspects topographiques, ainsi que des données concernant l'extension et la répartition spatiales. Elle prévoit en outre une série de satellites nationaux (INSAT) qui assurera la possibilité de transmettre l'information, notamment de diffuser des alertes. La série INSAT consistera aussi en missions à objectifs multiples, emportant des appareils météorologiques qui produiront des données utiles pour un grand nombre d'applications liées à la gestion des catastrophes. Les travaux ont déjà été entrepris, et le système devrait être réalisé sur une échelle pilote en l'an 2000.

25. Au niveau régional comme au niveau national, les données les plus utiles sont celles obtenues par les satellites à orbite polaire de la NOAA. Les données à résolution standard permettent d'observer le couvert végétal de manière hebdomadaire, mensuelle et annuelle. Le projet ARTEMIS, de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, est axé sur des cartes mensuelles de l'indice de végétation de l'ensemble de l'Afrique. On dispose d'ores et déjà de telles données pour la région du Sahel sur une période de neuf ans. L'Union européenne, grâce à ses projets d'observations de l'écosystème tropical par satellite (TREES) et FIRE, dispose de données sur la déforestation et les incendies de forêt dans les régions tropicales. Il existe également des programmes nationaux dans des pays comme la Jordanie, le Kenya et le Maroc. En Jordanie, les données obtenues grâce au système SIG permettent de distinguer entre quatre types de désertification (légère, moyenne, grave et très grave).

26. Un projet pilote d'étude de la végétation de la région forestière de Maamora, au Maroc (150 000 hectares), sur la base des données obtenues par le système pour l'observation de la Terre, devrait aboutir à l'établissement de cartes au 1/50 000 des changements subis par la forêt, avec leur inventaire statistique. En principe, cet inventaire de la végétation, de la composition des sols et de la teneur en eau des sols est un instrument parfait de surveillance précise de la désertification. L'objectif est de mettre au point un système d'observation complexe appelé Système d'information sur la désertification, qui permettra l'intégration, la compilation et l'analyse des données diagnostiquant l'écosystème local. Le réseau d'assistance spatiale contre la désertification proposé par l'Université internationale de l'espace, à Strasbourg (France), constitue la première étape de ce système.

27. La répartition dans l'espace et dans le temps dans l'humidité dans l'atmosphère revêt une signification capitale sur le plan météorologique. Les observations météorologiques par satellite fournissent à ce sujet des informations indispensables aux niveaux mondial et régional, selon des degrés de résolution temporelle très élevés. Les calculs, certes prometteurs à de nombreux égards, doivent encore être développés. C'est en particulier le cas des estimations en infrarouge, qui ne sont pas assez précises pour les prévisions météorologiques numériques. Une tentative a été faite en République de Corée pour retracer les champs d'humidité des *changmas* (fronts pluvieux) de 1994 et 1995. Il est en effet impératif de procéder à une analyse des champs d'humidité des *changmas*, qui correspondent aux variations et à la structure de la mousson et des anticyclones subtropicaux de l'est de l'Asie, si l'on veut être en mesure de prévoir leurs caractéristiques (établissement, intensité, durée, disparition, etc.) car ces phénomènes constituent le principal apport d'eau sur la péninsule partagée entre les deux Corée.

28. Les données obtenues grâce aux satellites d'étude de l'environnement de la NOAA sont utilisées couramment pour évaluer les données météorologiques et surveiller la couverture végétale et les incendies de forêt au Brésil. Ces dernières années, un certain nombre d'études portant sur les fluctuations du couvert végétal ont été menées par l'Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Institut brésilien d'études spatiales) sur la base de données radiométriques à très haute résolution et d'autres informations communiquées par les satellites de la NOAA. Le but de ces études est de surveiller la végétation et les incendies de forêt afin de comprendre leurs effets sur les processus de changements climatiques mondiaux. On observe les incendies de forêt au Brésil à l'aide de données météorologiques par satellite depuis 1988. Au total, grâce aux données de NOAA-12, 39 778 incendies de forêt ont été détectés en 1995 et 31 944 en 1996. Au cours de la période couverte par l'étude, ce sont les États du Mato Grosso et du Pará qui se sont révélés les plus touchés, avec près de 50 % du nombre total des incendies dans le pays.

II. AUTRES PRÉSENTATIONS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

A. Environnement des débris spatiaux et réduction de ces débris

29. Les États-Unis d'Amérique ont l'expérience la plus longue en matière de réduction des débris spatiaux. Leur politique actuelle date de la directive présidentielle NSC-48/NSTC-8 du 14 septembre 1996 sur la politique spatiale nationale. En août 1995, le Bureau pour la sécurité et l'assurance des missions (Office of Safety and Mission Assurance), relevant de la National Aeronautics and Space Administration (NASA) a publié la norme de sécurité NASA 170.14 concernant les directives et procédures d'évaluation en vue de limiter les débris orbitaux. Les politiques du Département de la défense sont définies dans son document de politique spatiale de février 1997 et dans les procédures de dégagement des satellites élaborées en novembre 1997 par le Commandement spatial des

États-Unis et celles politiques du secteur commercial sont régies par la loi relative au lancement de satellites commerciaux promulguée en 1994.

30. Les mesures prioritaires de réduction des débris spatiaux adoptées par les États-Unis consistent à sécuriser les débris spatiaux en éliminant toute l'énergie stockée (propergols, gaz sous pression et batteries) en fin de vie, à transférer les engins spatiaux sur une orbite de dégagement (abaisser le périhélie de l'orbite basse terrestre afin de limiter la durée de vie en orbite à moins de vingt-cinq ans et porter le périhélie à 300 km au moins au-dessus de l'orbite géostationnaire pour les objets sur orbite géostationnaire) et, le cas échéant, procéder au transfert avant de "sécuriser" l'agent spatial.

31. Tous les étages supérieurs et les engins nouvellement lancés par les États-Unis ont été modifiés afin d'éliminer les débris fonctionnels, de retenir captifs les dispositifs de séparation, ainsi que les dispositifs de déploiement et de retenue et de mettre hors service les dispositifs pyrotechniques. S'agissant des vols habités des États-Unis, la navette spatiale est en cours de modification afin de parvenir à une plus grande tolérance des débris et des météoroïdes. La station spatiale internationale (ISS) a été blindée afin de pouvoir résister à des impacts de débris de moins d'un centimètre de diamètre, et des manœuvres d'évitement des collisions sont exécutées afin d'éviter les objets observables tant au lancement qu'en orbite.

32. Le Comité sur les normes de conception pour la prévention des débris spatiaux de la Société japonaise pour les sciences aéronautiques et spatiales a publié en mars 1996 son rapport final sur les normes et les critères de conception à l'intention de l'Office national des réalisations spatiales (NASDA), lequel, sur la base de ce rapport, a adopté la norme NASDA-STD-18 relative à la réduction du nombre des débris spatiaux en date du 28 mars 1996. Cette norme NASDA comporte les mesures de réduction suivantes: passivation de l'engin spatial et des étages supérieurs en fin de mission; resatellisation de l'engin spatial et des étages supérieurs en fin de mission; transfert des objets sur l'orbite géostationnaire de transfert afin d'éviter des risques de collision sur l'orbite géostationnaire; réduction au minimum des débris libérés lors du fonctionnement normal, et rentrée des engins spatiaux de l'orbite basse, une fois leur mission terminée.

33. Le Centre national d'études spatiales (CNES) de France applique à tous les lancements des mesures strictes de réduction des débris. La règle de base est qu'il n'y ait en orbite pas plus d'un débris passif libéré par charge utile. Il s'agit de l'étage supérieur du lanceur dans le cas d'un lancement unique et de l'étage supérieur muni d'une structure de rattachement dans le cas d'un lancement double. La séparation de la charge utile du dernier étage du lanceur Ariane 4 ne devrait produire aucun autre débris (la séparation pyrotechnique doit être propre et les résidus de boulons destructibles devraient être piégés). Des valves pyrotechniques visant à vidanger les cuves et à diminuer les pressions internes sont ajoutées afin de passiver l'étage supérieur. Durant la mise au point du nouveau lanceur Ariane 5, il a été tenu compte, au début de la phase de conception, des impératifs en matière de passivation.

34. En rapport avec l'introduction d'importances constellations de satellites commerciaux sur orbite terrestre basse, l'impact d'un grand nombre de satellites sur l'espace et l'environnement des débris spatiaux a été étudié dans différentes institutions, telles que la Defense Evaluation Research Agency du Royaume-Uni et l'Institut de mécanique de vol et de technologie spatiale de l'Université technique de Braunschweig (Allemagne). On s'est surtout intéressé au risque de collision interne en cas de fragmentation au sein de la constellation, d'une part, et à l'effet d'un tel phénomène sur l'évolution du nombre total de débris, d'autre part.

35. Le *Space Debris Mitigation Handbook* (manuel pour la réduction des débris spatiaux) de l'Agence spatiale européenne (ESA) doit paraître sous peu. Destiné à être utilisé au sein de l'ESA et dans l'industrie européenne ainsi que dans la planification de la recherche spatiale, il a pour objet de fournir des informations techniques sur la situation en ce qui concerne les débris spatiaux et des indications sur les moyens de les éviter dans la conception future des engins et la planification des missions. Si des réglementations étaient édictées par d'autres instruments en Europe, il pourrait être fait référence à des paragraphes appropriés dudit manuel, qui n'a aucun pouvoir réglementaire toutefois.

36. Dans le programme spatial de la Fédération de Russie, les mesures envisagées pour prévenir les explosions comprennent la passivation des étages des fusées et des objets spatiaux rendus inutiles demeurant en orbite, c'est-à-dire la libération des cuves et des bouteilles de frigorigène des propegols et des gaz sous pression qui risquent de provoquer leur explosion, même après une longue période. Il est prévu de doter le module supérieur DM du lanceur Proton et le deuxième étage des lanceurs Zenit d'un équipement de ce type. Les modifications des circuits embarqués d'approvisionnement en courant électrique du satellite Ekran devraient en améliorer l'intégrité structurelle et empêcher la création accidentelle de débris en raison de défaillances électriques.

37. Des programmes et techniques spécifiques sont actuellement mis au point dans la Fédération de Russie afin d'empêcher le positionnement en orbite autour de la Terre des étages supérieurs des fusées. L'engin lui-même est placé sur son orbite fonctionnelle au moyen d'un module d'appoint supplémentaire plus petit ou d'un étage d'apogée. De telles techniques seront effectivement mises en pratique dans les lanceurs Zenit et Angara nouvellement conçus. Des travaux sont en cours afin de réduire les durées pendant lesquelles les engins et les étages supérieurs des fusées demeurent en orbite en mode balistique neutre. En particulier, le lanceur Soyouz-2 sera équipé d'un système de freinage neutre se composant d'une petite structure déployable sur son étage supérieur, cela portant son diamètre à 10 mètres. La durée de vie en orbite de l'étage pourrait être ainsi réduite d'un facteur de 5 à 6.

38. L'Académie internationale d'astronautique fait valoir qu'il existe plusieurs mesures de réduction des débris spatiaux qui pourraient être mises en œuvre immédiatement afin de veiller à la viabilité future des opérations spatiales. Ces mesures se regroupent en deux catégories: celles qui ont peu d'effet sur la conception et le fonctionnement et celles qui exigent de profonds changements dans le matériel ou le fonctionnement. Aucune de ces deux catégories n'exige la mise au point d'une technologie nouvelle.

39. En 1993, un comité de coordination interinstitutions sur les débris spatiaux (IADC) a été officiellement créé afin de permettre aux agences spatiales de procéder entre elles à des échanges d'informations sur les activités de recherche concernant les débris spatiaux, d'examiner l'état d'avancement des activités de coopération en cours, de faciliter les possibilités de coopération en matière de recherche sur les débris spatiaux, et de déterminer des options pour la réduction des débris. Les membres fondateurs du Comité sont le Japon, l'ESA, la NASA et l'Agence spatiale russe. La Chine s'y est jointe en 1995, le Centre spatial national britannique (Royaume-Uni), le CNES (France) et l'Organisation indienne de recherche spatiale l'ont fait en 1996, et l'Établissement allemand de recherche aérospatiale (DRL) en 1997. L'Agence spatiale italienne (ASI) a récemment demandé à adhérer.

40. Les présidents des groupes de travail de l'IADC sont élus pour un mandat couvrant deux sessions consécutives. Chaque État membre ou organisation doit être représenté au sein du groupe d'orientation et du groupe de travail 4 sur la réduction des débris spatiaux. La représentation au sein des autres groupes de travail est souhaitable mais non obligatoire. Des réunions officielles de l'assemblée plénière de l'IADC sont prévues une fois par an. Ce dernier adopte l'ensemble de ses accords par consensus et les mesures volontaires de réduction se sont révélées efficaces tant sur l'orbite basse que sur l'orbite géostationnaire. Dans l'avenir toutefois, un respect général de l'éventail complet de mesures de réduction sera de rigueur afin d'éviter une croissance incontrôlée de la population des débris.

B. Segment russe de la station spatiale internationale

41. La Fédération de Russie a acquis une expérience scientifique et technologique considérable dans le domaine des vols habités, grâce aux douze années de fonctionnement continu de la station orbitale Mir. De 1992 à 1997, 14 expéditions principales ont eu lieu (numéros 11 à 24) ainsi que six missions à destination de Mir, englobant des représentants de la France (quatre fois), de l'Allemagne (deux fois) et de plusieurs autres pays de l'ESA. La durée totale du séjour des cosmonautes étrangers sur Mir au cours de cette période dépasse six cents jours et on a actuellement tendance à porter la durée des missions s'étendant traditionnellement sur sept ou huit jours à vingt ou vingt et un jours, et à inclure des chercheurs étrangers dans les équipages des expéditions principales.

42. Un facteur important dans le développement et le renforcement de la coopération internationale dans l'espace est la phase un du programme de l'ISS, qui comporte l'arrimage de la navette spatiale américaine à la station Mir

ainsi que des séjours de longue durée d'astronautes américains sur la station. Dans le programme, la priorité est donnée à la recherche fondamentale (médecine spatiale, biologie et science des matériaux notamment) et à l'expérimentation des techniques et de l'équipement de traitement de pointe. L'objectif premier est l'acquisition d'expérience dans l'organisation des activités à long terme de l'équipage international sur la station, qui préfigure la station spatiale internationale.

43. Le comité consultatif pour la science et la technologie de l'Agence spatiale russe mène une évaluation préliminaire et un tri des propositions déposées en vue du programme de recherche et d'application du segment russe de l'ISS. Les scientifiques étrangers présentent également des propositions. Le comité a déjà trié plus de 170 propositions pour des investigations scientifiques et des expériences et il a recommandé leur mise en application sur la station. Le projet passe, aux yeux de la communauté mondiale, pour être un modèle de coopération dans l'exécution de projets de grande ampleur et la consolidation du potentiel scientifique, technologique et économique des différents pays afin de résoudre les problèmes au bénéfice de l'humanité.

C. Recherche planétaire et astronomie

44. L'engin spatial Cassini, en cours de mise au point depuis octobre 1989, est un effort de coopération de l'ASI, de l'ESA et de la NASA. La mission enverra un engin spatial robotique perfectionné prévoyant 12 expériences scientifiques, pour tourner en orbite autour de Saturne pendant une période de quatre ans et étudier en détail le système de cette planète. La fusée Huygens, construite par l'ESA et qui sera larguée dans l'atmosphère dense de Titan, porte six autres appareillages scientifiques.

45. L'engin spatial Cassini/Huygens a été lancé avec succès le 15 octobre, lorsque la fusée Titan IVB/Centaure l'a hissé pour le placer sur la trajectoire interplanétaire qui l'entraînera sur son orbite autour de Saturne (en en faisant le premier satellite artificiel de cette planète) presque sept ans plus tard, le 1er juillet 2004. La mission principale de Cassini devrait prendre fin en juillet 2008. Dans des manœuvres d'approche dites d'assistance gravitationnelle, Cassini passera deux fois devant Vénus (le 26 avril 1998 et le 24 juin 1999), ensuite une fois devant la Terre (le 18 août 1999 à une distance de 1 150 km) et devant Jupiter (le 30 décembre 2000), sur son chemin vers Saturne. La vitesse de l'engin spatial par rapport au Soleil augmente à mesure qu'il s'approche de chaque planète et la contourne, ce qui lui confère la poussée cumulative qu'il lui faut pour atteindre sa destination finale. Le 6 novembre 2004, Cassini lâchera la fusée-sonde Huygens en forme de disque vers Titan.

D. Télédétection

46. Les données provenant des engins spatiaux Landsat constituent la documentation la plus ancienne sur la surface de la Terre vue de l'espace. Le nouveau satellite, Landsat 7, doit être lancé à la fin de 1998 non seulement pour maintenir le niveau de performance actuel, mais aussi pour ajouter de nouvelles possibilités. Il portera l'appareil de cartographie ETM+ qui fournit des images panchromatiques d'une résolution spatiale de 15 mètres et un canal infrarouge d'une résolution de 60 mètres, et permet le calibrage radiométrique. Dans le même temps, l'appareil de cartographie ETM+ continuera de fournir des données grâce à l'instrument qui était à bord de Landsat 4 et 5.

47. La politique des États-Unis s'est fortement orientée vers la télédétection en 1984. Après des discussions intenses, centrées sur le rôle de l'État et du secteur privé, la *Land Remote Sensing Commercialization Act* (loi sur la télédétection à des fins commerciales) a été adoptée. La Société d'observation de la Terre par satellite s'est vu octroyer un contrat pour exploiter le système Landsat durant dix ans ainsi que pour concevoir et construire de nouveaux satellites, y compris le système au sol. En mai 1994, une directive présidentielle a été signée afin de consolider le programme Landsat. Cette directive clarifiait le rôle de la NASA ainsi que celui des départements américains du commerce, de l'intérieur et de la défense. Elle a notamment confié à la NASA des responsabilités auparavant partagées et le soin d'élaborer une stratégie pour maintenir la continuité des données de type Landsat au-delà de Landsat 7.

48. Dans un esprit d'ouverture, le Gouvernement de la Fédération de Russie a décidé en 1992 que l'imagerie en provenance des satellites militaires russes pourrait être utilisée à des fins civiles. L'imagerie spatiale présente les

mêmes caractéristiques que l'imagerie obtenue par cartographie aérienne, mais elle est beaucoup moins chère et couvre des zones plus étendues, y compris des régions éloignées. L'imagerie des satellites militaires russes est disponible sous forme monographique (dimensions 40 x 160 km avec une précision de 2 m) et stéréographique (dimensions 200 x 300 km avec une précision de 10 m). L'emplacement géographique de l'imagerie est également indiqué avec une grande exactitude. Sur le plan commercial, les données archivées peuvent être fournies et il est possible de commander une nouvelle imagerie de la zone concernée. Pour le moment, le répertoire des données existantes n'est pas ouvert au public. Les données sont disponibles sous forme de films originaux, de copies du négatif, d'imprimés, de données numériques sur support magnétique ou de disques compacts pour ordinateur.

49. Les parcours occupent près de 80 % du territoire marocain et couvrent environ 30 % des besoins nutritionnels du cheptel national. Ils sont situés dans des écosystèmes fragiles et subissent depuis de nombreuses années une forte dégradation, en raison des atteintes à l'environnement (aridité du climat, pauvreté des sols, forte érosion, surpâturage et accroissement démographique). Les écosystèmes nécessitent une gestion rigoureuse et une surveillance régulière. Le projet Géostat-Maroc a été mené afin de mettre au point une méthodologie basée sur la télédétection et les systèmes d'information géographique et il fournira périodiquement des estimations des superficies des parcours, et cela avec rapidité et de manière rentable. Le projet de faisabilité Géostat-Maroc a été exécuté conjointement par le Centre royal de télédétection spatiale du Maroc, Scot Conseil de France et de plusieurs autres partenaires marocains et français.

50. Les premiers résultats du projet Géostat-Maroc sont très encourageants en ce qui concerne la cartographie de la végétation et l'inventaire statistique. Après le succès de l'étude de faisabilité, il est possible d'envisager la mise en œuvre effective du projet. La méthodologie mise au point dans le cadre du projet pourrait s'appliquer dans d'autres pays du bassin méditerranéen et dans d'autres régions d'Afrique, d'Amérique, d'Asie et d'Australie. Le projet traite de l'inventaire et de la surveillance des parcours et il est directement lié à la surveillance de la désertification et de ses conséquences pour les ressources naturelles et l'environnement, qui revêtent une importance capitale pour bon nombre d'organisations régionales et internationales.

51. À l'Université de Concepción au Chili, un programme multidisciplinaire de télédétection (Programa Multidisciplinario de Percepción Remota - PMPR) a été mis au point depuis 1993. Il comporte la recherche-développement pour l'acquisition d'informations numériques, la spectrographie sur les lieux et la télédétection aérienne et par satellite. Un répertoire des images-satellites de la NOAA couvrant, sur plusieurs bandes spectrales, le territoire entre 15° et 59° de latitude S et 95 et 55° de latitude O, a été établi. Depuis octobre 1994, deux images sont quotidiennement ajoutées à la base de données. En vertu d'un accord passé avec la NASA, on pourrait recevoir directement au sol des données obtenues grâce à l'Instrument à grand champ pour l'observation des mers du satellite Orb View-2 concernant les aérosols ainsi que la couleur et la biologie des océans, ce qui permettrait de surveiller les concentrations de phytoplancton marin. Dans le cadre du PMPR, la recherche s'est également poursuivie dans le domaine des applications des systèmes d'information géographique pour la foresterie, la pêche et la surveillance des zones urbaines.

E. Satellite Health Access for Remote Environment Demonstrator

52. Le projet Satellite Health Access for Remote Environment Demonstrator (SHARED) (projet de démonstration de l'accès sanitaire à distance par satellite) est une plate-forme pilote fondée sur un système direct ESA d'expériences de communication entre établissements pour l'appui à l'infrastructure de soins de santé à distance, proposée par l'Institut scientifique San Raffaele et coordonnée par l'ASI, l'ESA, Telbios (parc scientifique biomédical San Raffaele et Alenia Aerospazio) ainsi que l'armée italienne. La mission de SHARED consiste à mettre en place et à exploiter à titre d'essai un laboratoire de reconception de la prestation des soins de santé grâce aux technologies de l'information et des télécommunications, y compris dans le secteur spatial. Les institutions participantes à Bologne, Bucarest, Milan, Rome, Sarajevo et Tirana sont connectées par l'intermédiaire du Réseau numérique avec intégration des services (ISDN) et également grâce au réseau SHARED par le satellite géostationnaire de l'Organisation européenne des télécommunications par satellites.

53. Entre le 16 septembre 1996 et le 31 décembre 1997, 560 heures de télé-médecine et 260 heures de téléconsultation ont été effectuées; 180 cas ont été traités afin d'appuyer le centre clinique de l'Université de Sarajevo; et 10 médecins ont participé aux séances de télé-médecine à Milan, 8 à Rome, 15 à Sarajevo et 8 à Tirana. Les disciplines médicales couvertes étaient l'ophtalmologie, l'orthopédie, la pathologie et la dermatologie. En février 1998, dans le cadre de la phase 2 de SHARED, des établissements situés à Bologne, Bucarest et Rome et trois hôpitaux de zones urbaines ont été ajoutés. Le futur réseau permanent European Telemedicine Network (EUROMEDNET) pourrait se composer de 20 sites connectés par satellite et de multiples autres sites accessibles via la passerelle ISDN. Pour rendre le réseau opérationnel, le parrainage de l'ASI, de l'ESA et de la Commission européenne, ainsi que de différentes organisations humanitaires et de divers promoteurs locaux est sollicité.

F. Espace et enseignement

54. Les activités d'enseignement des sciences spatiales font partie de la mission de l'agence spatiale française (CNES) depuis sa fondation en 1962. Ces activités ont pour principal objectif de créer chez les jeunes de l'enthousiasme pour les études spatiales et de susciter des vocations scientifiques. Depuis 1976, des efforts ont été menés afin de promouvoir la compréhension et l'utilisation de l'imagerie par satellite dans les activités d'enseignement (utilisation d'images Landsat), et depuis 1987, le Ministère français de l'éducation soutient des expériences éducatives tendant à promouvoir la télédétection dans des cours dispensés dans trois disciplines scolaires. En 1991, un accord officiel a été conclu entre le CNES et le Ministère de l'éducation en vue d'élaborer des cours de formation à l'intention des enseignants, d'appuyer et d'élargir l'expérimentation éducative dans les lycées et de soutenir la production de matériels d'enseignement (brochures, programmes vidéo, multimédia).

55. Au nombre des activités actuelles du CNES figure toujours l'appui aux clubs de jeunes (lancement jusqu'à une altitude de 3 km de petites fusées et jusqu'à 14 km de ballons stratosphériques munis de charges utiles de 20 kg et expériences sur la microgravité dans l'avion Airbus A300 0G). Plus de 2 000 jeunes participent chaque année à de telles activités. Pour les écoles primaires et secondaires, le CNES produit, avec des explications simples, de petits ouvrages traitant d'un seul thème et des programmes vidéo sur différentes activités spatiales (plaques tectoniques vues par les satellites, activités des écoles primaires liées aux vols spatiaux habités, application des techniques spatiales, etc.).

56. Le CNES organise également périodiquement des cours de formation de brève durée afin de susciter une prise de conscience des activités spatiales dans les instituts en vue d'une formation initiale des enseignants et dans des programmes universitaires d'été en vue d'un enseignement plus détaillé dans le domaine de la physique spatiale, des applications de l'observation de la Terre, etc. Le niveau élevé de l'université d'été est garanti par un comité scientifique, par la coopération étroite des scientifiques et des enseignants au cours des ateliers et par le recours aux nouvelles techniques d'enseignement. Des visites aux sociétés spatiales et aéronautiques font partie du programme. Les cours sont également ouverts aux étrangers d'expression française.

57. Avec la création du Centre royal de télédétection en 1989, le Maroc a fait un pas important vers l'application des techniques spatiales. Le Centre est chargé notamment des différentes tâches liées à l'espace, de la distribution des images satellites et de la centralisation en répertoires nationaux de données satellites ainsi que de données provenant de projets utilisant la télédétection aéroportée et les systèmes d'information géographique. Un certain nombre de projets faisant appel à ces techniques sont actuellement en cours d'exécution ou de mise au point au Maroc pour faire face aux besoins dans les domaines de l'inventaire et de la gestion des ressources naturelles, de la protection de l'environnement et de l'aménagement du territoire.

58. La formation et l'enseignement font partie intégrante des activités du Centre royal de télédétection. Ils sont menés en coopération avec des institutions internationales, régionales et nationales. La coopération avec les centres régionaux recommandés par l'Organisation des Nations Unies pour l'enseignement des sciences et des techniques spatiales sera essentielle. Les centres nationaux coopérants de la région de la Méditerranée sont notamment l'office national de la télédétection et des sciences spatiales d'Égypte, le Centre royal jordanien d'études géographiques, le centre de télédétection et de sciences spatiales de la Jamahiriya arabe libyenne et le centre national de télédétection de Tunisie.

Note

¹*Documents officiels de l'Assemblée générale, cinquante-deuxième session, Supplément n° 20 (A/52/20), par. 105.*