



Assemblée générale

Distr. GÉNÉRALE

A/AC.105/679/Add.2
26 janvier 1998

FRANÇAIS
Original : ANGLAIS/FRANÇAIS/
RUSSE

COMITÉ DES UTILISATIONS PACIFIQUES
DE L'ESPACE EXTRA-ATMOSPHERIQUE

APPLICATION DES RECOMMANDATIONS DE LA DEUXIÈME CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES SUR L'EXPLORATION ET LES UTILISATIONS PACIFIQUES DE L'ESPACE EXTRA-ATMOSPHERIQUE

Coopération internationale dans le domaine des utilisations pacifiques
de l'espace extra-atmosphérique : activités des États Membres

Note du Secrétariat

Additif

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Paragraphes</i>	<i>Page</i>
INTRODUCTION	1 - 3	2
RÉPONSES DES ÉTATS MEMBRES		3
Fédération de Russie		3
France		11
Pologne		22

INTRODUCTION

1. Donnant suite à la recommandation que le Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique a adoptée à sa trente-neuvième session, les États Membres ont présenté des renseignements sur les aspects suivants¹ :

a) Les activités spatiales qui font ou pourraient faire l'objet d'une plus grande coopération internationale, en tenant compte en particulier des besoins des pays en développement;

b) Les retombées des activités spatiales.

2. Les renseignements présentés à cet égard au 31 octobre 1997 par les États Membres figurent dans le document A/AC.105/679, et ceux reçus entre le 1er novembre 1997 et le 15 janvier 1998, dans le document A/AC.105/679/Add.1.

3. Le présent document renferme les renseignements reçus des États Membres entre le 15 et le 21 janvier 1998.

Note

¹*Documents officiels de l'Assemblée générale, cinquante-deuxième session, supplément n° 20 (A/52/20, par. 163).*

RÉPONSES REÇUES DES ÉTATS MEMBRES*

FÉDÉRATION DE RUSSIE

[Original : russe]

Les activités spatiales de la Fédération de Russie en 1997 ont été menées conformément au programme spatial fédéral ainsi que dans le cadre de la coopération scientifique et technique internationale et d'accords commerciaux.

Ce programme a été axé sur les tâches prioritaires liées aux domaines les plus importants de l'exploration et de l'utilisation de l'espace extra-atmosphérique en vue de développer la science et la technique et d'intensifier la coopération internationale.

Ces tâches prioritaires étaient :

- a) L'application des accords internationaux relatifs aux objets spatiaux, y compris la mise en place de la Station spatiale internationale (SSI);
- b) Le maintien d'un système de communications mondial et retransmission de programmes de télévision sur tout le territoire de la Fédération de Russie;
- c) La recherche fondamentale dans les domaines de l'astrophysique, de la planétologie, de la physique solaire et des interactions Soleil-Terre;
- d) La réalisation d'expériences sur la station orbitale habitée Mir et des recherches sur les technologies de production dans l'espace de matériaux nouveaux et de substances de grande pureté;
- e) La surveillance de l'environnement, la surveillance et la gestion des catastrophes et l'exploration des ressources naturelles;
- f) La fourniture à divers utilisateurs, en Russie et ailleurs, de coordonnées et de références temporelles de haute précision à tout moment et en tout lieu;
- g) La constitution d'une réserve scientifique et technique pour les techniques spatiales futures.

En 1997, un total de 45 objets spatiaux divers ont été mis sur orbite géostationnaire, à savoir :

- a) Deux engins habités de la série Soyouz TM (Soyouz TM-25 et Soyouz TM-26);
- b) Quatre engins cargos automatiques de la série Progress (Progress M-34 à Progress M-37);
- c) Douze satellites de la série Cosmos (Cosmos-2337 à Cosmos-2348);
- d) Six satellites de télécommunications (trois satellites Gonets-D1, un satellite Molniya-1, un satellite KOUPON et un satellite Zeya);
- e) Un engin Foton pour la recherche dans le domaine de la technologie et la biotechnologie spatiales, et un engin Ressours-FIM pour l'exploration des ressources naturelles de la Terre;

*Les réponses sont reproduites telles qu'elles ont été reçues.

f) Dix-neuf engins lancés commercialement : TELSTAR-5, PANAMSAT-5, Iridium (14 engins), Astra-1Z, FAISAT-2v et Early Bird.

Le 25 décembre 1997, le satellite ASIASAT de retransmission de programmes de radio et de télévision commerciales a été lancé sur une orbite non calculée à l'avance.

La mise en orbite des divers objets spatiaux susmentionnés a été effectuée au moyen de 28 lanceurs Proton, Soyouz, Molniya, Tsiklon, Cosmos et Start-1.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

A. Programme de vols spatiaux habités

Le 4 octobre 1997 a été célébré le quarantième anniversaire du lancement du premier satellite artificiel de la Terre.

Les exploits des cosmonautes russes ont été symbolisés par la mise au point de la station spatiale habitée Mir, qui fonctionne en orbite géostationnaire depuis plus de dix ans et sert de laboratoire de recherche scientifique permanent pour des études expérimentales dans les conditions spatiales réelles.

Une série d'expériences sont actuellement menées dans la station Mir dans les domaines suivants : technologie spatiale, géophysique, médecine et biologie, ressources naturelles de la Terre, science de l'environnement, biotechnologie, astronomie, énergétique spatiale et conception de moteurs.

En 1997, les travaux liés à la station de recherche habitée Mir se sont poursuivis dans le cadre du programme pour les 22ème, 23ème et 24ème expéditions principales (EO-22, EO-23 et EO-24), ainsi que dans le cadre d'autres programmes de coopération internationale menés conjointement avec la National Aeronautics and Space Administration des États-Unis (NASA) et l'Agence spatiale allemande (DARA).

La 22ème expédition principale, avec un équipage composé de deux cosmonautes russes - Valeri Korzoune (commandant) et Alexandre Kaleri (ingénieur de vol) - a poursuivi les travaux à bord de la station Mir à partir d'août 1996 et a été rejointe par l'astronaute américain John Blaha, deuxième ingénieur de vol, en septembre 1996.

La navette Atlantis STS-81 a ramené John Blaha sur Terre le 22 janvier 1997 après un vol dans le cadre du Programme Mir-NASA-4, qui a duré du 15 au 20 janvier 1997. John Blaha a été remplacé à bord de la station par l'astronaute Jerry Linenger de NASA-4.

Le lancement de l'engin Soyouz TM-25, avec l'équipage de la 23ème expédition principale composé de deux cosmonautes russes, Vassili Tsibliiev (commandant) et Alexandre Lazutkine (ingénieur de vol) et de l'astronaute et chercheur allemand Reinhold Ewald a eu lieu le 10 février 1997.

L'équipage de la 22ème expédition principale (EO-22), comprenant les cosmonautes Valeri Korzoune et Alexandre Kaleri et l'astronaute et chercheur allemand Reinhold Ewald, a été ramené sur Terre le 2 mars 1997 par l'engin Soyouz TM-24.

La 22ème expédition principale avait duré 192 jours.

L'astronaute américain Jerry Linenger a continué de travailler à bord de la station Mir comme membre de l'équipage de la 23ème expédition principale.

Conformément au programme prévu, la navette Atlantis STS-84 a été lancée le 15 mai 1997 à 12 h 8 min et s'est amarrée à sa station Mir le 17 mai à 6 h 39 min.

Le vol commun de la navette Atlantis et de la station spatiale Mir a duré cinq jours, pendant lesquels ont été effectuées les opérations suivantes :

- a) Transfert à la station de l'astronaute américain Michael Foale pour la poursuite de la mission de longue durée NASA-5;
- b) Livraison à la station d'instruments scientifiques américains, en vue de travaux de recherche, de composants des systèmes de survie, d'instruments russes y compris d'un générateur à oxygène électron pour l'équipage et de matériel consommable;
- c) Réalisation d'un programme commun d'expériences et de recherches;
- d) Retour sur Terre des dispositifs d'enregistrement avec les résultats des recherches scientifiques, du matériel russe y compris du générateur électron déficient, ainsi que d'appareils et équipements américains.

Le 22 mai, à 5 h 3 min, la navette Atlantis STS-84 a été désamarrée de la station Mir et le 24 mai, à 17 h 28 min, elle se posait sur la piste d'atterrissage du Kennedy Space Center en Floride.

Elle ramenait sur Terre l'astronaute Jerry Linenger, de la mission NASA-4, après 134 jours passés à bord de la station MIR.

Michael Foale est resté à bord de la station Mir comme membre de la 22ème expédition principale - et cinquième astronaute américain - afin de réaliser des expériences scientifiques pendant un vol orbital de longue durée. Ainsi, des astronautes de la NASA travaillent de façon continue sur la station MIR depuis mars 1996.

Pendant la phase des travaux de la 23ème expédition principale, le 25 juin, l'engin de transport Progress M-34, dans sa manœuvre d'approche de la station, a percuté cette dernière, provoquant une dépressurisation du module "Spektr" et le débranchement du système d'alimentation électrique du module de la barre d'alimentation de la station, ce qui a entraîné une baisse de tension dans la station et une panne de courant dans le module "Kristall" et le module d'amarrage avec l'engin orbital Shuttle.

Malgré la situation d'urgence assez critique à bord de la station pendant les premiers instants qui ont suivi la collision, l'équipage de la 23ème expédition (commandant V. Tsibliev, ingénieur de vol A. Lazoutkine et ingénieur de vol 2 M. Foale) a réussi à déconnecter les câbles électriques et les conduits d'air traversant l'écouille du module Spektr et à arrêter la baisse de pression en utilisant le système de pressurisation de réserve, conformément aux instructions du manuel de vol, et à fermer le panneau hermétique de l'écouille du côté du sas de la station.

Il a été déduit des résultats de l'analyse effectuée qu'au moment du choc avec l'engin de transport, l'un des quatre panneaux solaires du module Spektr, ainsi que le radiateur externe de thermorégulation, avaient été endommagés. L'endroit précis du module où il y a eu perte d'étanchéité n'a pas encore été déterminé.

Les systèmes de vol du module Spektr ayant été déconnectés, la conséquence la plus malencontreuse de l'accident a été la réduction considérable de l'alimentation électrique de la station, ce qui a obligé à couper l'alimentation des modules "Kristall" et "Priroda" et a provoqué un déficit d'électricité dans le module "Kvant-2".

Grâce à d'autres mesures d'économie de l'électricité dans le module "Kvant-2", il a été possible, le 14 juillet 1997, de rétablir un bilan électro-énergétique positif.

Des évaluations de la charge structurelle après la collision entre la station Mir et l'engin Progress M-34 ont montré que la capacité de transport de charge des noeuds d'arrimage des modules de la station orbitale était restée intacte. Ces évaluations ont été confirmées par la réussite des opérations d'arrimage des engins de transport Progress M-35 et Soyouz T-26 avec la station orbitale.

L'engin de transport Progress M-35 a livré à la station du matériel de réparation et un instrument afin de raccorder le module "Spektr" au système d'alimentation général de la station.

Afin d'effectuer une analyse plus détaillée de l'état technique des systèmes embarqués de la station et après une évaluation objective de l'état psychologique et physique de l'équipage de l'expédition EO-23, il a été décidé qu'il serait utile que les membres de la 24ème expédition principale fassent une "sortie" dans le module "Spektr" dépressurisé et raccordent ses panneaux solaires au système d'alimentation général de la station, et de remettre la visite d'un astronaute français dans le cadre du programme Pégase à la 25ème expédition principale, lorsque les conditions seraient rétablies pour permettre la mise en œuvre de programmes spéciaux.

Le 14 août 1997, l'équipage de la 23ème expédition, composé des cosmonautes V. Tsiblijev et A. Lazoutkine, a été ramené sur Terre après un vol de 185 jours.

La 24ème expédition principale (EO-24) a commencé ses travaux à bord de la station Mir avec un équipage composé de deux cosmonautes russes, Anatoli Soloviev (commandant) et Pavel Vinogradov (ingénieur de vol 1), amenés par le vaisseau Soyouz TM-26 le 7 août 1997, et de l'astronaute américain de la mission NASA-5, Michael Foale (ingénieur de vol 2), qui avait fait partie de la 23ème expédition.

À la différence des expéditions précédentes, dont l'objet avait été de faire de nombreuses recherches et expériences, le programme de travail de la 24ème expédition a consisté en travaux de réparation et d'entretien de composantes structurelles du module "Spektr".

En 1997, l'équipage de la 24ème expédition principale a effectué cinq sorties dans l'espace, qui lui ont permis de réparer le circuit d'alimentation de la station, d'analyser l'état structurel du module "Spektr" à l'endroit de la perte d'étanchéité, de remplacer un panneau solaire sur le module Kvant et de réaliser diverses expériences scientifiques.

Ces travaux ont abouti au rétablissement du fonctionnement normal de la station Mir et à la remise en état de marche de tous les systèmes de survie. En outre, ils ont permis la livraison et l'installation à bord des systèmes supplémentaires Vozdukh et Elektron.

Conformément au programme prévu, le 26 septembre 1997 à 6 h 34 min, a eu lieu le lancement de la navette Atlantis STS-86, qui s'est amarrée à la station Mir le 27 septembre 1997, à 23 h 57 min.

L'équipage d'Atlantis STS-86 se composait de sept astronautes, dont le cosmonaute russe V. Titov, le spationaute français Jean-Louis Chrétien et l'astronaute David Wolf de la NASA-6, qui a remplacé l'astronaute Michael Foale de la NASA-5 à bord de Mir.

Le vol commun de la navette Atlantis et de la station Mir a duré six jours, pendant lesquels ont été effectuées les principales opérations suivantes :

- a) Approche et amarrage d'Atlantis à la station Mir;
- b) Arrivée à la station d'un astronaute américain pour effectuer la mission de longue durée NASA-6;
- c) Livraison à la station de matériel, y compris d'un ordinateur de bord Salyout 5 B et de matériel de réparation (cône) pour remédier à la perte d'étanchéité du module "Spektr";
- d) Réalisation d'un programme commun d'expériences et de recherches;
- e) Une sortie dans l'espace des astronautes de la navette Atlantis afin d'enlever du module d'amarrage de la station les appareils américains installés lors du vol STS-76;
- f) Vol autour de la station afin d'inspecter et de documenter, au moyen d'appareils photos et de caméras, tous endroits éventuellement endommagés et ayant perdu leur étanchéité sur le module Spektr;

g) Retour sur Terre de l'astronaute américain de la mission NASA-5;

h) Retour sur Terre des dispositifs d'enregistrement des résultats des travaux de recherche et du matériel défectueux pour l'analyser en atelier.

Le 3 octobre à 21 h 16 min, la navette Atlantis STS-86 a été désamarrée de la station Mir, et le 7 octobre à 1 h 55 min, elle atterrissait sur la piste du Kennedy Space Center en Floride.

Elle ramenait sur Terre l'astronaute Michael Foale de la mission NASA-5, qui avait été emmené à la station Mir à bord de la navette Atlantis STS-84, le 18 mai 1997, et qui avait donc passé 144 jours à bord de la station Mir.

David Wolf est resté à bord de la station Mir comme membre de la 24ème expédition principale (EO-24) et est le sixième astronaute américain à entreprendre un vaste programme de travail à accomplir pendant un vol orbital de longue durée. Ainsi, des astronautes de la NASA se succèdent pour travailler sur la station Mir depuis mars 1996.

Le retour de David Wolf sur Terre est prévu pour la fin janvier 1998 à bord de la navette Endeavour STS-89.

Pendant la 24ème expédition se sont amarrés à la station Mir les engins de transport SM-36 (lancé le 5 octobre 1997) et Progress M-37 (lancé le 20 décembre 1997); il est également prévu d'y amarrer l'engin de transport habité Soyouz TM-27 (date de lancement 29 janvier 1998), qui transportera l'équipage de trois personnes de la 25ème expédition (EO-25), dont l'un des membres sera un spationaute du CNES.

Divers résultats scientifiques et pratiques obtenus à bord de la station Mir ont eu un impact considérable sur le développement de technologies qui auront des applications industrielles et sociales au XXIème siècle. Il y a par exemple le développement des technologies de base pour obtenir des monocristaux parfaits qui seront utilisés pour la conception de microcircuits intégrés à très grande vitesse résistant aux rayonnements, de la technologie à hyperfréquences et de la technologie laser ainsi que des détecteurs de rayonnements nucléaires; l'obtention d'antisérums de diagnostic expérimentaux qui serviront de référence pour la production de vaccins antigrippaux; la mise au point de techniques de croissance de cristaux de divers protéines et virus nécessaires pour créer, grâce au génie génétique, de nouveaux médicaments afin de lutter contre les affections oncologiques, le sida et d'autres maladies.

Une série de résultats concrets obtenus pendant les missions réalisées à bord de la station Mir sont déjà utilisés aujourd'hui dans diverses branches de l'industrie, de la science et de la médecine. À partir des photos prises de l'espace des méthodes ont été mises au point pour faire l'inventaire et l'enregistrement des terres et pour prévoir et prospector les gisements de minéraux utiles, et un album photographique intitulé "Méthodes spatiales d'évaluation de l'environnement" a été réalisé. Des combinaisons spatiales chargées électriquement avec stimulation au moyen d'électrodes sont utilisées efficacement à des fins médicales dans des centres de soins. Un complexe médical mobile a été mis en place pour fournir des soins médicaux d'urgence aux victimes de catastrophes et il est actuellement utilisé dans des opérations de secours après des tremblements de terre et autres catastrophes. Les astrophysiciens ont fait un certain nombre de découvertes importantes en observant des supernovæ. Dix nouvelles sources de rayons X ont été découvertes, une carte des objets émettant des rayons X au centre de la Galaxie et du Grand Nuage de Magellan a été établie, et d'autres données scientifiques ont été recueillies.

Il vaut la peine de continuer d'exploiter la station Mir jusqu'en 1999-2000, en raison de la présence à bord de la station d'un ensemble considérable de matériel de recherche entièrement opérationnel de fabrication russe et étrangère, et aussi de la nécessité pour la Russie de s'acquitter de ses obligations concernant l'achèvement de programmes de recherche conjoints avec des partenaires étrangers et de la possibilité d'acquérir une expérience précieuse dans l'exploitation de la station et l'élaboration de principes, de solutions techniques et de technologies pour remettre entièrement en état de fonctionnement des stations habitées de longue durée, capables d'apporter une contribution efficace aux programmes spatiaux russes et internationaux futurs, y compris le programme de la Station spatiale internationale.

B. Programmes d'application des techniques spatiales, communications, transmission de programmes de télévision et navigation

1. Communications spatiales, transmission de programmes de télévision et navigation

En 1997, le système de communications à longue distance par téléphone et télégraphe a été maintenu en opération, de même que la retransmission de programmes de radio et de télévision et la transmission de données pour le compte de divers secteurs et organismes officiels de la Fédération de Russie et les communications internationales par les satellites Gorizont, Ekspress, Gals et Ekran-M.

Dans le cadre du programme visant à mettre en place des systèmes spatiaux de transmission de données, trois nouveaux engins spatiaux Gonets-D1 ont été lancés pour compléter les trois qui étaient déjà en orbite.

Le système de navigation mondial GLONASS utilisé par les avions civils, les navires marchands et les navires de pêche, ainsi que par d'autres secteurs de l'industrie, a continué de fonctionner en 1997. Il y a actuellement 13 engins spatiaux de la série "Cosmos" en orbite dans le cadre du système GLONASS.

Les satellites "Nadezda" ont continué d'être utilisés dans le cadre du système international COSPAS-SARSAT de repérage et de sauvetage des navires et des avions en détresse.

2. Télédétection, observation météorologique et surveillance de l'environnement

Les questions liées à l'environnement, à l'exploitation rationnelle des ressources naturelles et à la mise en place d'un système d'alerte en cas de catastrophes naturelles et de cataclysmes revêtent aujourd'hui une très grande importance pour l'humanité. Des travaux sont menés dans ce domaine afin de concevoir ou de moderniser des satellites destinés à l'observation opérationnelle à haute résolution de la Terre, à l'observation par tous les temps de l'océan Pacifique et à la surveillance de l'environnement.

On a continué d'utiliser en 1997 des satellites météorologiques (Meteor-3 et Elektro), un satellite océanographique (Okean-01) et un satellite de surveillance des ressources naturelles (Ressours-01), et d'exploiter les données reçues des satellites étrangers NOAA et METEOSAT, ainsi que les informations fournies par le module Priroda de la station orbitale Mir.

En novembre 1997 a été lancé le satellite Ressours-F1M, depuis lequel ont été menés des travaux d'observation photographique de la Terre.

Les données reçues régulièrement des satellites Meteor-3, Elektro, NOAA et METEOSAT sont utilisées pour l'analyse et la prévision du temps. Grâce aux données reçues des satellites Okean-01, Meteor-3 et NOAA, il est possible de suivre l'état des glaces dans l'Arctique (le long de la route de la mer du Nord) et dans l'Antarctique (lors de la livraison de marchandises et de l'arrivée de nouveaux membres de l'expédition dans les stations russes de l'Antarctique).

Pour réaliser des prévisions plus précises des dangers au-dessus des mers intérieures et limitrophes de la Russie d'Europe, on utilise régulièrement des données sur la vitesse du vent à la surface de la mer et sur les zones de fortes précipitations sur la base des données radiophysiques reçues du satellite Okean-01.

Dans le domaine de l'hydrologie par satellite, les travaux sont concentrés actuellement sur les recherches à caractère écologique en vue de déterminer l'étendue des zones des bassins fluviaux pollués de façon chronique et à établir des cartes des zones submergées le long des plaines fluviales inondables. Ces travaux sont fondés sur l'analyse intégrée d'images photographiques prises par satellite et rapprochées des résultats des observations au sol, et sur des informations cartographiques et statistiques.

Les travaux se sont poursuivis en 1997 en vue de la mise en place future de moyens techniques en vue de différentes utilisations : observation hydrométéorologique (satellite Meteor-3M) et observation opérationnelle de la Terre et des océans (satellite Okean-0), ces deux satellites vont être lancés en 1998.

3. Techniques spatiales

Les études entreprises dans le domaine des techniques spatiales et de la physique de l'apesanteur ont pour but d'obtenir, dans des conditions de microgravité, de nouvelles matières organiques et inorganiques et de perfectionner les techniques et l'équipement nécessaires pour leur production, notamment commerciale. L'utilisation à cette fin de vaisseaux spatiaux habités et non habités a permis de produire des cristaux ayant des propriétés impossibles à obtenir sur Terre, et d'avoir ainsi la réserve scientifique et technique nécessaire pour assurer le passage d'une production expérimentale à une production industrielle de matériaux dans l'espace. Le principal objectif de la mise en place de ce complexe spatial est d'achever la mise au point de techniques élémentaires de fabrication de pièces expérimentales pour des semi-conducteurs et d'autres produits destinés à des applications industrielles pratiques.

La Russie mène son programme relatif aux techniques spatiales au moyen de l'engin Foton (lancé le 9 octobre 1997) avec la participation des pays membres de l'ESA. Les semi-conducteurs fabriqués dans des conditions de microgravité (tellure de cadmium, arséniure de gallium, oxyde de zinc, silice, etc.) ont des propriétés qui les rendent 50 à 70 fois supérieurs à leurs analogues terrestres. Les préparations biologiques obtenues sont 5 à 10 fois plus pures que celles que l'on obtient sur Terre.

Des travaux sont en cours en vue de la conception d'une nouvelle génération d'engins afin de poursuivre les recherches dans des conditions de microgravité. Les nouveaux engins devraient avoir une durée de vie 10 fois plus longue que celle du Foton. Il est prévu de les utiliser pour perfectionner les technologies de base servant à la production de semiconducteurs et de préparations biologiques ayant des applications industrielles pratiques.

C. Programmes de recherches spatiales

La recherche fondamentale sur les corps célestes et l'espace extra-atmosphérique contribue à nous faire mieux connaître l'Univers, les processus qui s'y déroulent et leur impact sur la Terre. Elle aidera à poursuivre les activités de l'homme dans l'espace et sur les corps célestes et servira de base aux vols habités vers Mars au cours du nouveau millénaire.

L'Académie russe des sciences envisage d'utiliser les techniques spatiales pour étudier de façon plus approfondie les particules à haute énergie et l'interaction Soleil-Terre, puis de mettre au point un système de surveillance héliogéophysique. Il est envisagé de mener des recherches complexes sur la magnétosphère terrestre et d'étudier l'interaction des processus qui se déroulent sur le Soleil et dans le plasma circumterrestre avec la vie sur Terre.

Un programme d'expériences en vol a été mené avec succès par l'observatoire orbital Granat. Au cours de ses huit années de fonctionnement, l'observatoire a étudié dans le détail plusieurs dizaines de sources galactiques et extragalactiques, représentant des trous noirs possibles, des étoiles à neutrons (sources éruptives de rayons X et pulsars à rayons X), des novæ à rayons X, des amas galactiques et des quasars; un certain nombre d'objets extrêmement intéressants et inconnus à ce jour ont été découverts. Pour la première fois, des sources d'émission de rayons gamma résultant de l'annihilation de positroniums ont été localisées. L'observatoire fonctionne actuellement en régime de recherche et continue de transmettre des informations précieuses.

L'étude du Soleil a une importance scientifique exceptionnelle. Le Soleil est notre principale source d'énergie et le "générateur" de tous les processus naturels fondamentaux qui se déroulent sur Terre et dans l'espace circumterrestre. En outre, c'est l'étoile la plus facile à étudier, puisqu'on peut l'observer depuis la Terre comme un objet lointain.

Le Soleil et sa couronne constituent un gigantesque laboratoire naturel pour l'étude des propriétés fondamentales de la matière et l'état de plasma. Les recherches menées dans les satellites de la série AUOS (stations orbitales universelles automatiques) à l'aide de nouveaux instruments scientifiques perfectionnés nous permettent de beaucoup mieux comprendre les mécanismes des éruptions solaires, de localiser les régions actives du Soleil et de rechercher des phénomènes annonçant de façon fiable des éruptions solaires.

Tous ces travaux fournissent des données permettant de prévoir de façon fiable l'activité solaire. Un autre aspect des recherches consiste à traiter les informations précieuses obtenues en vue d'identifier des schémas significatifs.

Dans le cadre du programme Interball (deux satellites de la série Prognoz-M2) a été mis en place dans l'espace un système destiné à effectuer des recherches fondamentales à long terme sur les processus résultant de l'action du rayonnement solaire dans la magnétosphère terrestre. Ces recherches font partie intégrante du programme international d'étude de la nature et des mécanismes de l'interaction Soleil-Terre à l'aide de satellites et d'observatoires au sol dans divers pays.

Le satellite Prognoz-M2 a été équipé d'instruments scientifiques mis au point par des scientifiques et des spécialistes de Fédération de Russie, d'Allemagne, d'Autriche, de Bulgarie, du Canada, de Cuba, de Finlande, de Grèce, de Hongrie, d'Italie, du Kirghizistan, d'Ouzbékistan, de Pologne, de République tchèque, de Roumanie, du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, de Slovaquie, de Suède et d'Ukraine, ainsi que de l'Agence spatiale européenne.

Les résultats des recherches sont très prometteurs, car l'étude et la mise en évidence des lois et des mécanismes d'interaction entre le comportement du Soleil et le plasma circumterrestre permettrait de mieux comprendre le "secret" de la vie sur Terre.

Des travaux ont commencé dans le domaine de l'astrophysique dans le cadre des projets Spektr-RG (recherche sur les hautes énergies) et Spektr-R (développement d'un domaine de recherche fondamentalement nouveau sur les objets astrophysiques au moyen d'un radio-interféromètre à très longue base, supérieure au diamètre de la Terre).

D. Coopération internationale

L'un des éléments les plus importants du programme spatial russe est aujourd'hui la coopération internationale.

La Fédération de Russie déploie des efforts de coopération internationale dans la quasi-totalité des domaines de son programme spatial national, à savoir :

- a) Exécution d'un programme de vols habités; participation au grand projet scientifique et technique commun visant à mettre en place la station spatiale internationale;
- b) Utilisation de fusées porteuses russes pour le lancement de satellites étrangers;
- c) Étude de Mars, y compris, en particulier, participation au projet Mars-98 des États-Unis (installation de deux instruments russes à bord du vaisseau);
- d) Utilisation du système mondial de navigation par satellite (système russe GLONASS et système américain GPS);
- e) Dans le domaine de la microgravité, exécution du projet Foton avec la participation de l'ESA, du CNES et de l'Agence spatiale allemande (DLR);
- f) Développement du système international de repérage et de sauvetage COSPAS-SARSAT;

g) Photographie et échange de données de télédétection de la Terre, en particulier de données reçues du satellite russe Ressources et du satellite français SPOT;

h) Exécution de travaux contractuels dans les domaines des études techniques et de la recherche fondamentale, essais expérimentaux et au sol pour assurer le développement futur de la technologie spatiale et des fusées;

i) Coopération avec les États membres de la CEI dans le cadre d'un programme inter-État portant sur l'exploration et l'utilisation de l'espace extra-atmosphérique.

Le programme Spektr de recherches spatiales astrophysiques est le programme spatial international et national ayant le degré de priorité le plus élevé dans le domaine de la recherche fondamentale. Outre les instituts de l'Académie russe des sciences et des sociétés et organisations russes du secteur des fusées de l'espace, des organisations et sociétés de 20 autres pays participent à l'exécution de ce projet.

La Russie est en train de créer des conditions nouvelles et encore plus favorables pour l'application des accords spatiaux internationaux en vue de développer la coopération internationale, y compris la coopération dans le cadre du marché spatial commercial mondial. Des accords inter-États et intergouvernementaux sur la coopération dans le domaine de l'activité spatiale ont été conclus avec de nombreux pays. L'Agence spatiale russe a également signé des accords avec les agences spatiales de 13 pays, l'ESA et l'Université spatiale internationale.

Un certain nombre de partenariats avec des entreprises étrangères ont été mis en place par des entreprises des secteurs des fusées et de l'espace.

FRANCE

[Original : français]

Le 4 octobre 1957, le lancement du premier satellite de la Terre annonçait l'ouverture d'une ère nouvelle, celle de l'espace. En 1962, le CNES était créé et les premières bases de l'industrie spatiale française étaient établies. Le 26 novembre 1965, Astérix, le premier satellite français était lancé. En quelques décennies, les activités spatiales se sont imposées au monde, révélant des enjeux considérables dans les secteurs de l'industrie, de la recherche, de la culture et de la défense.

Pour le CNES, l'année 1996 a été marquée par l'élaboration d'un plan stratégique représentant une base fondamentale pour les actions à venir. Le CNES met en place une dynamique forte pour que son action s'inscrive dans l'évolution mondiale du contexte spatial.

A. Le plan stratégique du Centre national d'études spatiales

L'importante mutation que nous vivons à la fin de ce siècle affecte tout particulièrement le secteur spatial qui se trouve par nature au carrefour d'enjeux scientifiques, technologiques, économiques et politiques. Ainsi, aux côtés de développements répondant à une nouvelle donne géopolitique, comme la station spatiale internationale, ou à la prise de conscience de problèmes globaux, comme les systèmes spatiaux consacrés à l'étude des changements climatiques et de l'environnement, apparaît désormais un très important volume d'activité lié à l'apparition de nouveaux marchés porteurs pour les applications spatiales, tels que ceux concernant les besoins de la société de l'information.

Cette évolution a déjà modifié, et très probablement de manière durable, le comportement de certaines puissances spatiales, comme les États-Unis ou le Japon. À côté de leur rôle traditionnel concernant les programmes

lourds, éloignés du marché, les États entendent désormais intervenir de manière à favoriser la compétitivité de leur industrie spatiale, étape nécessaire pour accroître l'emploi dans un secteur de pointe et innovant.

Pour que l'Europe demeure une puissance spatiale de premier plan, les pays qui la composent doivent à leur tour s'adapter à cette évolution. La France, qui entend rester un des moteurs des activités spatiales européennes, a un rôle majeur à jouer dans cette entreprise. Le CNES s'est livré à une réflexion stratégique afin de définir les actions nécessaires pour que la France trouve sa place dans les grands programmes internationaux, pour qu'elle conserve une communauté scientifique du meilleur niveau et pour qu'elle dispose d'une industrie spatiale compétitive apte à répondre aux besoins croissants des utilisateurs de l'espace.

Ce plan doit se traduire de manière opérationnelle dans sa programmation à moyen terme, dans ses rapports avec l'industrie et avec ses partenaires institutionnels.

B. Principaux points de la politique spatiale française en 1996

Le programme Ariane 5 est un élément fondamental pour la coopération européenne puisqu'il permet à l'Europe de maintenir une position forte sur le marché du lancement des satellites. Le lancement réussi du second vol de qualification en octobre 1997 permet, maintenant, de poursuivre les travaux en vue d'une qualification opérationnelle du lanceur au cours de l'année 1998.

L'exploitation du satellite Hélios 1A lancé en juillet 1995, s'est poursuivie avec succès. En parallèle, les essais du satellite Hélios 1B se sont déroulés de façon satisfaisante et ont permis sa recette, le lancement étant prévu en 1999. Sa conception est identique à celle de Hélios 1A, mais il possède une mémoire de masse à semiconducteurs qui améliorera ses capacités opérationnelles. Le satellite Hélios 2 est actuellement en phase de développement.

L'industrie spatiale française recouvre les lanceurs, les télécommunications, l'observation de la Terre et l'espace militaire. Les sociétés qui travaillent dans ces domaines d'activité sont en grande partie localisées dans la région Midi-Pyrénées; elles emploient près de la moitié des effectifs relevant du secteur spatial.

Dans le cadre du plan de recherches et développements pour 1996, l'accent a été mis sur les technologies entrant dans la conception des véhicules et des charges utiles, sur l'amélioration des systèmes et des équipements et sur les méthodes de gestion des programmes pour optimiser le partenariat entre la recherche publique et l'industrie.

C. Activité industrielle

Depuis sa création, le CNES veille à promouvoir un potentiel industriel tourné vers l'activité spatiale, avec pour objectifs d'assurer la pérennité des compétences existantes, la capacité à répondre aux besoins, la possibilité de faire face à la concurrence internationale et d'assurer la rentabilité des investissements publics.

1. Aérospatiale

Aérospatiale est l'architecte industriel des programmes Ariane 4 et 5. Elle poursuit, à ce titre, les études et les essais systèmes, et construit le premier et le troisième étages d'Ariane 4, ainsi que l'étage principal cryotechnique et les étages d'accélération à poudre d'Ariane 5. Elle conduit les analyses de mission pour chaque lancement, fournit les programmes de vol et effectue le dépouillement des données de vol.

Aérospatiale développe l'Atmospheric Reentry Demonstrator (ARD) qui est une capsule automatique devant permettre de tester les matériaux de rentrée, les systèmes d'atterrissage et la récupération. Cette société assure la maîtrise d'œuvre du développement de l'Automatic Transport Vehicle (ATV) pour la desserte de la station spatiale internationale et elle étudie, dans le cadre d'un groupement européen d'intérêt économique, la capsule habitée européenne (CTV) pour l'ESA. Elle assure également la maîtrise d'œuvre de plusieurs satellites de télécommunications : ARABSAT 2 (Ligue arabe), Turksat (Turquie), Nahuel (Argentine), Thaicom 3 (Thaïlande), Agila (Philippines), Sirius 2 (Suède), Eutelsat 3 (W 24) et Sinosat (Chine). Elle réalise aussi les satellites de

météorologie Météosat (Eumetsat), le satellite d'astronomie infrarouge ISO et la sonde interplanétaire Huygens qui doit atterrir sur Titan (missions ESA).

Aérospatiale a été retenue par le CNES pour le développement en partenariat d'une petite plate-forme multimissions (Proteus). La première application sera le satellite Jason, successeur de Topex-Poséidon. Elle réalise aussi pour le CNES la plate-forme du satellite expérimental Stentor et la charge utile Vegetation pour SPOT 4.

Par ailleurs, Aérospatiale participe comme coopérant majeur à la fabrication des satellites Globalstar. Elle collabore également à l'initiative Medsat, visant à promouvoir les services satellitaires pour les pays du bassin méditerranéen. Enfin, elle a créé, en 1997, une filiale, Aérospatiale Multicom, pour les transmissions satellitaires à haut débit.

2. Alcatel Espace

Filiale d'Alcatel, Alcatel Espace occupe une place importante dans le domaine des systèmes de télécommunications par satellite et des charges utiles de télécommunications.

Alcatel Espace est le promoteur du système SkyBridge, un réseau d'accès large bande pour des services multimédias interactifs, utilisant une constellation de 64 satellites en orbite basse. SkyBridge aura une couverture mondiale et permettra l'accès à des services tels que l'Internet à très haute vitesse, le télétravail, le téléenseignement, la télémédecine et tous types de services et loisirs "en-ligne". Cette constellation sera mise en service en 2001. Loral Space & Communications (USA), Toshiba, Mitsubishi, Sharp (Japon), Aérospatiale (France), SPAR (Canada) et la Société régionale d'investissements de Wallonie en sont les principaux partenaires à ce jour.

Alcatel Espace est le maître d'œuvre du système World Space, premier système de radiodiffusion numérique par satellite, réalisé pour World Space Inc. (USA). Le système World Space sera mis en service début 1999.

Aux côtés de grandes sociétés de communications, Alcatel Espace est partenaire stratégique du système Globalstar, nouveau système mondial de téléphonie mobile mis en service en 1999.

En 1996, Alcatel Espace a été retenu pour réaliser les charges utiles des satellites de télécommunications suivants :

M2A, avec Space Systems/Loral - télécommunications numériques à haut débit (Indonésie)

Intelsat IX, avec Space Systems/Loral - télécommunications (Organisation internationale Intelsat)

Express A, avec NPO PM - télécommunications (Fédération de Russie)

Hispasat 3, avec Aérospatiale - télécommunications et télévision (Espagne)

Alcatel Espace réalisera l'altimètre radar Poséidon II pour la mission conjointe CNES/NASA, Jason.

3. Arianespace

Conformément à son plan de développement, la société a poursuivi l'adaptation de son service complet de transport spatial pour répondre à l'évolution des besoins de ses clients. À la fin de 1986, les contrats signés portaient sur plus de 40 satellites à lancer.

En ce qui concerne Ariane 4, l'activité au cours de l'année 1996 a été très soutenue, avec 10 lancements en onze mois, ce qui a permis de placer 15 satellites en orbite. Afin de répondre à la demande, une commande supplémentaire de 10 Ariane 4 a été décidée portant à 33 le nombre de lanceurs de ce type en production.

Arianespace a poursuivi ses travaux pour la mise en exploitation prochaine du nouveau lanceur Ariane 5 et a engagé des études pour son évolution, notamment pour l'accroissement de ses performances en vue de répondre aux besoins futurs. Une première commande de 14 Ariane 5 a été signée.

Par ailleurs, Arianespace a étendu les services proposés aux clients en créant la société Arianespace Finance et a élargi sa présence internationale en ouvrant, à Singapour, une représentation commerciale pour servir le marché du sud-est asiatique.

4. *Matra Marconi Space (MMS)*

Dans le domaine de l'observation de la Terre, MMS est le maître d'œuvre des satellites SPOT (SPOT 4 sera lancé en 1998 et SPOT 5 est en développement) dans le cadre du programme conduit par le CNES, des satellites militaires Hélios pour la Délégation générale pour l'armement. MMS réalise plus de 50 % des satellites radar pour l'Agence spatiale européenne (ERS1 et ERS2 sont opérationnels, Envisat sera lancé en 1999), dont la plate-forme, le radar à synthèse d'ouverture et des instruments pour la mesure de l'ozone atmosphérique et des radiomètres hyperfréquences.

En météorologie, MMS réalise l'instrument des satellites Météosat et sera le maître d'œuvre du satellite Metop pour l'organisation européenne de météorologie, Eumetsat, dont le développement est conduit par l'ESA.

MMS développe une ligne de plates-formes pour les futures missions en orbite basse, Leostar, pour des minisatellites (jusqu'à 1 tonne).

Dans le domaine des télécommunications, MMS est le maître d'œuvre des programmes suivants : Silex (Système de liaison intersatellite optique - ESA/CNES), Hot Bird (Eutelsat), Skynet D, E et F (Royaume-Uni), Nilesat (Égypte), ST 1 (Singapour et Taiwan), Astra 2 (CLT), Intelsat KTV et Nato 4 (OTAN).

De plus, MMS participe aux programmes Inmarsat 3 et Koreasat en tant que maître d'œuvre de la charge utile.

5. *Société européenne de propulsion (SEP)*

Pour SEP, principale société européenne dans le domaine de la propulsion spatiale, l'activité civile principale est liée aux lanceurs Ariane 4 et Ariane 5. La production des moteurs d'Ariane 4 s'est poursuivie à un rythme soutenu. Le moteur cryotechnique Vulcain destiné au second vol d'Ariane 5 a, par ailleurs, été livré de même que les tuyères des moteurs à propergol solide. Les travaux de développement sur la version améliorée Vulcain 2 se sont poursuivis.

SEP a aussi livré à Pratt & Whitney le premier divergent de tuyère en carbone-carbone destiné au moteur cryotechnique RL10 et des essais très satisfaisants ont été effectués en 1997.

SEP a poursuivi sa coopération en matière de moteur cryotechnique avec la société russe CADB ainsi que ses travaux sur la propulsion plasmique pour satellites. Un moteur de ce type, dénommé PPS 1350, sera utilisé sur le satellite Stentor du CNES.

Enfin, SEP continue son implantation sur le marché des mécanismes d'entraînement des panneaux solaires pour satellites géostationnaires. En matière de petite propulsion à liquides pour satellites, une coopération a été engagée avec le Brésil.

6. *SPOT Image*

SPOT Image, qui exploite commercialement les satellites SPOT depuis plus de dix ans, est devenue leader mondial sur le marché de l'information géographique issue de l'imagerie satellitaire. Par sa connaissance des besoins applicatifs, ses moyens et ses ressources pour y répondre, SPOT Image a réussi à conquérir 60 % de ce marché en

développement. Le réseau commercial de SPOT Image et de ses filiales (Australie, États-Unis, Singapour) réparti sur les cinq continents conforte la présence de la société au niveau mondial.

Le système SPOT offre un service opérationnel complet : réception, traitement et distribution commerciale des données. Grâce aux satellites SPOT 4 et SPOT 5 qui emporteront chacun des innovations technologiques, la continuité du service auprès des utilisateurs est garantie bien au-delà de l'an 2000.

SPOT Image bénéficie d'une expérience acquise depuis le lancement du premier satellite, en 1986, au contact et à l'écoute des utilisateurs. La société répond aux multiples besoins du marché par une large gamme de produits qui évoluent avec les applications émergentes. Les informations géographiques issues des images SPOT sont précises, actualisées et objectives; elles intéressent de très nombreux utilisateurs (services publics, gestionnaires, décideurs, aménageurs) et répondent à de multiples applications (cartographie, systèmes d'information géographique, agriculture, aménagement urbain ou rural). SPOT Image commercialise des produits standards, des produits à valeur ajoutée et des projets d'applications clefs en main dans lesquels elle joue le rôle de concepteur, d'intégrateur de produits et services et de maître d'œuvre. L'accès à l'imagerie reste toujours un des soucis majeurs de la société : le catalogue Dali, accessible par Internet, contient les références de plus de 5 000 000 d'images et un catalogue de produits sera mis en place sur le site Internet au début de l'année 1998.

D. Activités menées en France

Les activités menées dans le cadre du programme national et au titre de la participation de la France aux programmes de l'ESA sont les suivantes :

1. L'accès à l'espace

Les lanceurs

Ariane est né de l'expérience acquise grâce au développement d'étages balistiques de la force de dissuasion, puis à ceux du lanceur Diamant. Aujourd'hui, Arianespace commercialise et assure les services de lancement de la version Ariane 4, capable de lancer 4,2 tonnes en orbite de transfert géostationnaire pour la configuration la plus puissante.

La réussite de ce programme et l'évolution du marché ont conforté la volonté des États européens de développer Ariane 5, lequel, une fois qualifié, sera un lanceur offrant un rapport qualité/coût très élevé. Le premier lancement de qualification a eu lieu le 4 juin 1996. L'origine de l'échec de ce lancement a été une erreur dans la conception du logiciel interne des systèmes de référence inertielle. À la suite des recommandations qui ont été formulées par la commission d'enquête mise en place à la suite de cet échec, des actions ont été entreprises pour passer en revue tous les systèmes du lanceur. Le second lancement de qualification a eu lieu, avec succès, le 30 octobre 1997. Les données transmises par le lanceur montrent que la propulsion, la trajectoire et la chronologie de la séparation des étages sont nominales. Le troisième et dernier lancement de qualification est prévu à la mi-98.

L'évolution de ce lanceur est une nécessité pour maintenir sa compétitivité. Le programme Ariane 5 évolution répond à ce besoin. Le lanceur sera capable de lancer 7,4 tonnes en orbite de transfert, contre 6 tonnes pour la version actuelle.

La station spatiale internationale

Au cours du dernier conseil de l'ESA au niveau ministériel, en octobre 1995, il a été décidé que l'Europe participerait à la future Station spatiale internationale. Le principal élément fourni par l'Europe sera le laboratoire, appelé Élément orbital colombo (COF Columbus Orbital Facility) qui doit être mis en place en 2003, et non en 2002, en raison d'un retard dans la réalisation du module de service.

Le ballon

Il s'agit d'un véhicule spatial qui constitue un moyen d'observation original à une altitude comprise entre 15 000 et 45 000 mètres. C'est un complément nécessaire aux programmes d'observation par satellite. Deux expériences scientifiques importantes ont été réalisées avec succès en 1996 :

Interboa. La campagne s'est déroulée en août 1996. Trois ballons ont été lancés à partir de la base d'Esrang (Suède). Ce programme a été réalisé en coopération avec le Centre d'études spatiales des rayonnements du CNRS (Centre national de la recherche scientifique), l'Université de Washington à Seattle (États-Unis) et l'Institut géophysique polaire d'Apattity (Fédération de Russie). L'objectif scientifique était l'étude en région polaire du couplage ionosphère-magnétosphère par la corrélation de mesures faites en ballon à 35 km d'altitude, par satellite et par radar depuis le sol.

Pronaos. Il s'agit d'un observatoire d'astronomie submillimétrique d'un poids de 2,9 tonnes proposé par des laboratoires du CNRS et développé sous maîtrise d'œuvre CNES, comportant un télescope de 2 mètres de diamètre qui a été lancé par la NASA par un ballon stratosphérique CNES (altitude 35 km) depuis Fort Summer aux États-Unis. Plusieurs nuages interstellaires ont été observés et la présence de condensations de matière interstellaire très froides, inconnues jusqu'alors, a été mise en évidence.

La plate-forme Proteus

Proteus (plate-forme reconfigurable pour l'observation de la Terre, les télécommunications et les usages scientifiques) permettra de disposer en 2000 d'une plate-forme pour satellites de 300 à 500 kg, adaptée aux orbites circulaires de 400 à 1 500 km et de sa composante sol. Cette plate-forme offrira des avantages majeurs : coût réduit, délais raccourcis, orbite optimale, continuité du service et possibilité de tester rapidement de nouveaux concepts en orbite.

Ce programme a fait l'objet d'un partenariat avec Aérospatiale et une équipe intégrée CNES/Aérospatiale a été constituée.

Le premier programme à pouvoir bénéficier de Proteus est Jason, satellite altimétrique, est réalisé en coopération avec les États-Unis. Ce satellite succédera à Topex-Poséidon, lancé en 1992, qui doit être opérationnel jusqu'à mi-2000. Le second programme devrait être Corot (mission d'astérosismologie et de recherche de planètes extrasolaires autour d'étoiles proches).

2. L'observation de la Terre

Les satellites d'observation SPOT permettent de disposer d'une grande quantité d'informations dans des domaines variés comme la climatologie, l'agriculture, les phénomènes naturels, les ressources naturelles, la cartographie et l'aménagement du territoire. L'importance et la diversité de ces programmes font de la France un pionnier en la matière. Par ailleurs, depuis 1992, les données fournies par Topex-Poséidon ont permis une meilleure compréhension de la circulation océanique et de l'évolution du climat.

SPOT

Réalisé en coopération avec la Belgique et la Suède, le système SPOT est opérationnel depuis 1986. Le troisième satellite de la série, mis en orbite au mois de septembre 1993, a subi une défaillance du système de contrôle d'altitude qui l'a rendu inutilisable depuis le mois de novembre 1996. La durée de vie nominale de ces satellites est de trois ans. Pour continuer à assurer un service pleinement opérationnel, SPOT 1 et SPOT 2 sont utilisés en mode de transmission directe. La date de lancement de SPOT 4 a été avancée au premier trimestre 1998.

SPOT 4 assurera la continuité du système jusqu'au début des années 2000. Ses capacités évolueront sensiblement par rapport à celles de ses prédécesseurs grâce à l'adjonction d'une nouvelle bande spectrale dans le

moyen infrarouge qui sera très utile pour l'observation de la végétation. En complément, il comportera un instrument (Vegetation) permettant l'observation quotidienne de la biosphère continentale grâce à un large champ de vue (2 000 km) et à une résolution de 1 km. SPOT 4 disposera d'une mémoire à état solide de 10 Gbits qui augmentera la fiabilité de ses moyens d'enregistrement. Vegetation a été cofinancé par l'Union européenne, la Belgique, la France, l'Italie et la Suède. Cet instrument apportera un progrès décisif par rapport à d'autres systèmes.

Il comportera aussi trois autres instruments :

Pastec (passager technologique) pour étudier l'environnement orbital;

Pastel (passager SPOT telecommunications laser) pour transmettre des images à haut débit par une liaison optique avec un satellite relais de données;

Doris pour déterminer avec précision l'orbite du satellite afin de pouvoir assurer des prises de vues superposables.

La France a pris la décision d'engager le programme SPOT 5, ce qui permettra d'assurer la pérennité du système au-delà de l'an 2000. Plusieurs évolutions ont été décidées, la plus importante concernant la résolution au sol qui sera plus fine (3 mètres au lieu de 10 en mode panchromatique et 10 mètres au lieu de 20 en multispectral).

Topex-Poséidon

Les objectifs de cette mission franco-américaine sont largement remplis et des résultats scientifiques remarquables ont été obtenus dans plusieurs domaines : la circulation océanique moyenne a pu être quantifiée, les effets saisonniers et les anomalies interannuelles de type El Niño ont été observés, des ondes océaniques se propageant d'est en ouest ont été suivies et caractérisées et les modèles de marées ont été largement améliorés. Les données obtenues ont fortement contribué, en association avec celles fournies par ERS, à l'amélioration du géoïde marin.

Compte tenu de ces résultats, la nécessité d'assurer une suite à ce programme s'est imposée et, au mois de décembre 1996, un protocole d'accord CNES-NASA a été signé. Jason sera le nom de cette nouvelle mission. Le CNES fournira l'altimètre et le système Doris, et la NASA fournira le radiomètre, le réflecteur laser et un système de positionnement. La charge utile sera embarquée sur la plate-forme Proteus (voir ci-dessus).

Scarab

Ce programme, engagé en coopération entre l'Allemagne, la Russie et la France, a pour objectif de surveiller le bilan radiatif terrestre. Le premier instrument monté sur le satellite russe Meteor 3, lancé au mois de janvier 1994, a fonctionné treize mois. Les données recueillies ont été diffusées aux scientifiques pour exploitation. Le second modèle de vol aurait dû être lancé avec un satellite russe Resurs au mois de juin 1997. Ce lancement a été repoussé au premier semestre 1998.

Polder

Le radiomètre polarimètre imageur Polder destiné à la collecte des informations sur le rayonnement visible réfléchi par les nuages, les aérosols et les surfaces marines et continentales a été la première coopération entre le Japon et la France dans le domaine de l'observation de la Terre. Il constituait une partie de la charge utile du satellite Adeos de la NASDA qui a été lancé avec succès au mois d'août 1996. Ce satellite a cessé de fonctionner au mois de juin 1997. Les données acquises en huit mois sont traitées au centre spatial de Toulouse du CNES et leur diffusion est en cours.

IASI (interféromètre atmosphérique de sondage dans l'infrarouge)

Ce nouvel instrument pour la météorologie est la partie la plus importante de la charge utile des satellites météorologiques de la série Metop. Ce satellite, dont le premier exemplaire doit être lancé en 2002 ou 2003, sera placé en orbite polaire.

Ce sondeur est nécessaire au progrès de la prévision numérique du temps et à la recherche sur le climat. Ses performances spectrales et radiométriques permettront d'observer les profils de température et d'humidité dans la troposphère avec une précision et une résolution verticale hors d'atteinte des sondeurs opérationnels actuels et d'accéder à des mesures de contenus intégrés de gaz comme l'ozone, le méthane et le monoxyde de carbone qui jouent un rôle clef dans l'effet de serre additionnel.

Le développement jusqu'à la phase de définition a été mené par le CNES. La phase de développement a fait l'objet d'un accord de coopération avec Eumetsat pour la fourniture du premier modèle de vol et de deux modèles supplémentaires pour Metop 2 et 3.

3. Les télécommunications

Domaine le plus important des applications commerciales de l'espace, les télécommunications spatiales représentent des enjeux économiques, politiques, culturels, stratégiques et industriels importants. Ce secteur, et en particulier celui des satellites en orbite géostationnaire, constitue pour le moment le segment de marché essentiel du lanceur Ariane.

Dans l'avenir, les satellites seront appelés à jouer un rôle majeur, que ce soit en matière de diffusion de télévision ou en matière de téléphonie mobile avec l'arrivée des systèmes de communications personnelles par satellite, à couverture mondiale.

La libéralisation des télécommunications en Europe à partir du 1er janvier 1998 conduit les opérateurs traditionnels à se recentrer sur leurs activités. Pour la France, le CNET (Centre de recherche de France Télécom) est responsable des recherches sur les futurs programmes de télécommunications, et le CNES prépare et soutient les activités de recherche et développement dans le domaine des télécommunications spatiales, dans un souci de coopération et de partenariat avec l'industrie.

Au mois d'août 1996, le satellite de télécommunications Telecom 2D a été mis en orbite avec succès par Ariane. Ce satellite, quatrième de la série, a été réalisé en coaîtrise d'œuvre par Matra Marconi Space et Alcatel Space. Le CNES, qui a assuré sa mise à poste, est chargé de son maintien à poste et de son contrôle en orbite.

Dans le domaine des satellites de télécommunications, l'industrie française doit faire face à une évolution rapide des technologies et des besoins du marché au sein d'un environnement très concurrentiel. Conscients de l'ampleur des enjeux, la Délégation générale pour l'armement, France Télécom, le CNES et les industriels maîtres d'œuvre (Matra Marconi Space France, Aérospatiale et Alcatel Space) ont fédéré leurs efforts pour proposer un programme technologique à même d'améliorer la compétitivité des industriels français. Ce programme dont l'engagement a été décidé au mois d'octobre 1994, comprend des activités de recherche et développement, des développements sol, un satellite (Stentor) et l'insertion des technologies nouvelles validées par le programme dans les lignes de produits industriels.

Stentor aura une masse de 2 000 kg, une puissance électrique de 2 400 W et une durée de vie de neuf ans.

4. La localisation

COSPAS-SARSAT

Ce programme a pour mission de contribuer à la recherche et au sauvetage en tout point du globe. Un accord a été signé en 1988 entre les quatre pays fondateurs (Canada, États-Unis, Fédération de Russie et France) pour fournir les équipements spatiaux. À la fin de l'année 1996, 24 pays se sont engagés à fournir la composante

terrienne. En France, le CNES, avec le concours des administrations utilisatrices, assure l'exploitation de la station de réception et du centre de contrôle et de mission, localisés à Toulouse.

À ce jour, le service est fourni à partir de cinq satellites : trois satellites SARSAT (plate-forme NOAA - États-Unis - et charges utiles canadiennes et françaises) et deux satellites COSPAS fournis par la Fédération de Russie.

Argos

Destiné principalement à l'étude et à la protection de l'environnement, le système Argos comprend une composante spatiale constituée d'instruments de collecte de données et de localisation fournis par la France et intégrés dans les satellites polaires américains (NOAA) de météorologie. En 1996, le nombre de balises utilisant ce système s'élevait à plus de 5 000 et sa croissance est régulière.

Le satellite NOAA-K, dont le lancement était prévu au mois d'août 1997, doit maintenant être lancé en 1998. Il emportera la première charge utile Argos (Argos 2) de deuxième génération qui offrira une capacité plus importante et une meilleure sensibilité. Trois autres satellites de la NOAA équipés du même instrument seront lancés ensuite.

Le CNES et la NASDA (Japon) coopèrent afin d'équiper le satellite Adeos 2 d'un instrument Argos doté de fonctions nouvelles qui permettront aux utilisateurs de dialoguer avec leurs balises. Le modèle d'identification a été testé avec succès au mois de novembre 1996. Cet instrument (Argos 3) pourrait aussi équiper les satellites Metop. Sur ce point, des discussions sont en cours avec Eumetsat.

5. La navigation

Les systèmes de navigation par satellite vont permettre d'assurer les services nécessaires à la navigation des avions civils. Il sera alors possible de s'affranchir d'une infrastructure au sol complexe, coûteuse et qui ne garantit pas une couverture suffisante des besoins. Conçu en vue de compléter le système américain GPS, le programme européen GNSS-1 (Global Navigation Satellite System) permettra de satisfaire les besoins aéronautiques. Ce programme est coordonné par le Groupe tripartite composé de l'Union européenne, de l'ESA et de Eurocontrol.

Le Conseil de l'Union européenne a adopté au 19 décembre 1994 une résolution concernant la contribution européenne à la mise en place d'un système global de navigation par satellite. Un premier projet du plan d'action européen en matière de navigation par satellite a été soumis au mois de mai aux États membres. De son côté, en cohérence avec le projet proposé dans le cadre de l'ESA, le comité de gestion d'Eurocontrol a adopté une stratégie d'utilisation des systèmes de navigation par satellite avec, comme objectif final, l'implantation d'un moyen unique de navigation pour toutes les phases de vol.

L'ESA a inscrit un programme de navigation dans le cadre d'ARTES (Advanced Research in Telecommunications Systems). Il comporte principalement le développement du système préopérationnel GNSS-1 européen sur l'Europe. Ce programme a été adopté à l'unanimité par les États membres au mois de décembre 1994. Le CNES participe au programme ARTES depuis le mois de février 1995.

Installée à Toulouse sur le site du CNES, l'équipe intégrée de projet ESA comporte des personnels de plusieurs des pays participants avec, en particulier, des agents du CNES et de la DGAC (Délégation générale à l'aviation civile).

Sur le plan industriel, l'équipe européenne constituée autour de Thomson-Csf, maître d'œuvre système, a avancé dans la définition des architectures systèmes des phases préopérationnelle et opérationnelle.

Ce système permettra aux avions d'assurer leur navigation sur des trajets océaniques et continentaux, et d'améliorer les conditions relatives aux phases d'approche et d'atterrissage. Il sera possible de réduire les espacements dans les couloirs aériens et les trajectoires seront optimisées.

6. L'exploration de l'Univers

Les programmes scientifiques spatiaux entretiennent traditionnellement un équilibre entre trois axes de recherche qui sont l'astronomie et l'astrophysique, l'exploration du système solaire et la physique des plasmas spatiaux. À côté de cela, de nouveaux domaines sont apparus comme la physique fondamentale et l'exobiologie.

Une grande partie de l'activité française s'exerce à travers les programmes scientifiques de l'ESA.

Au plan national, un programme de missions scientifiques sur petits satellites a été préparé. La première mission devrait être Corot qui est une expérience d'astérosismologie visant la mesure des fréquences, des amplitudes et des largeurs des modes propres d'oscillation des étoiles. Elle utilisera la plate-forme Proteus.

À mi-chemin entre le satellite et le ballon (voir section D, ci-dessus), Pronaos est un projet d'astronomie submillimétrique, dernier domaine non encore couvert par les observations. Ce domaine se situe entre l'infrarouge lointain déjà observé par les satellites et la millimétrique, dont l'étude est possible par télescope terrestre. Ce programme concerne l'étude d'objets froids tels que les planètes, les comètes ou les nuages froids, la physique du milieu interstellaire, la physicochimie des poussières interstellaires, la formation des étoiles, la variation d'une galaxie à une autre et l'étude de l'évolution primitive des galaxies.

Coopération

La France contribue au satellite scientifique Odin développé par la Suède, destiné à l'observation de bandes du spectre électromagnétique non encore étudiées, situées au voisinage des longueurs d'onde de 0,5 mm et de 3 mm.

La France a participé au programme russe Mars-96. La planète Mars est un objectif majeur de l'exploration du système solaire; elle présente des ressemblances certaines avec la Terre et des différences frappantes.

La mission Mars-96, placée sous la responsabilité de la Fédération de Russie, était réalisée en collaboration avec une vingtaine de pays. Le lancement de la mission Mars-96 était prévu au mois de novembre avec un orbiteur équipé d'une vingtaine d'expériences scientifiques, deux stations sol et deux pénétrateurs. La durée de vie nominale du satellite était d'une année terrestre. La France était, avec l'Allemagne, le premier partenaire de la Fédération de Russie, en étant maître d'œuvre de huit expériences et en contribuant à la réalisation de huit autres. La France a fourni le système, monté à bord de l'orbiteur, devant relayer les données issues des petites stations déposées sur le sol de Mars ainsi qu'un second relais placé sur le satellite américain Mars Global Surveyor (orbiteur de Mars) lancé début novembre.

Les principaux objectifs scientifiques de la mission concernaient l'étude globale des paramètres physiques de la planète Mars (atmosphère, surface et intérieur) afin de retracer l'histoire complexe de son évolution depuis sa formation.

Le lancement du mois de novembre 1996 n'a pas réussi à la suite d'un défaut de poussée du quatrième étage du lanceur russe Proton.

La France a aussi participé au programme INTERBALL destiné à l'étude du comportement du plasma dans les régions aurorales et dans la queue magnétosphérique de la Terre. Ce programme a été réalisé en coopération entre de nombreux pays. La mission comporte deux couples de satellites : l'un, excentrique, placé en 1995 sur une orbite de haut apogée (200 000 km) et l'autre, auroral, lancé au mois d'août 1996 par un lanceur russe Molnya, sur une orbite de plus bas apogée (20 000 km). L'inclinaison de chaque couple des satellites est de 62,88 degrés. Chacun des couples comprend un satellite principal russe et un sous-satellite tchèque. Un bilan complet du

fonctionnement des satellites et de leurs charges utiles montre un bon fonctionnement général. Par contre, le sous-satellite auroral ne fonctionne pas en raison d'une défaillance des panneaux solaires.

7. La vie et la matière en impesanteur

Les missions scientifiques et techniques se poursuivent dans le cadre des coopérations avec les États-Unis et la Fédération de Russie.

Mission LMS

Jean-Jacques Favier, du Centre de l'énergie atomique, a été sélectionné comme "spécialiste charge utile" pour voler à bord de la mission NASA Life and Microgravity Science (LMS) du Spacelab du mois de juin 1996. Le programme de la mission comprenait des expériences dans le domaine des sciences de la vie, des sciences physiques, en physique de base et une série de prises de vues destinées à l'étude des climats et de l'environnement. Jean-Jacques Favier a exécuté un programme expérimental qui comprenait en particulier plusieurs expériences françaises de solidification dans le four AGHF (Advanced Gradient Heating Facility) de l'ESA. Il a été également sujet/opérateur pour des expériences de physiologie humaine destinées à mieux évaluer la manière dont l'impesanteur modifie les principales fonctions physiologiques de l'homme. Il a aussi réalisé des expériences destinées à une meilleure connaissance du climat et de l'environnement. En France, le vol a été entièrement suivi depuis le Centre spatial de Toulouse, qui a accueilli les équipes scientifiques européennes.

La mission LMS a débuté le 20 juin 1996 pour se terminer le 7 juillet 1996 (record de durée d'un vol de navette). L'équipage de la navette spatiale Columbia comprenait sept personnes dont un canadien.

Le programme de physiologie humaine portant sur l'ensemble des fonctions physiologiques en microgravité a été réalisé de façon identique par quatre des astronautes de Columbia. Au sol, les quatre expérimentateurs ont aussitôt reproduit ce même programme pour comparaison pendant une période identique.

Mission Cassiopée

Cette mission a eu lieu du 17 août au 2 septembre 1996, dont 14 jours à bord de la station Mir. L'équipage franco-russe de la mission Cassiopée comprenait Claudie André-Deshays, première spatonaute française.

Le programme scientifique et technologique de la mission a été entièrement exécuté; il comprenait trois expériences en sciences de la vie : Physiobab pour l'étude du système cardiovasculaire, Cognilab pour l'étude des mécanismes de perception en microgravité et Fertile pour l'étude du développement d'embryons de vertébrés en micropesanteur, une expérience en sciences physiques; Alice 2 pour l'étude des fluides autour du point critique et deux expériences technologiques; Dynalab pour la mesure des niveaux de microvibrations dans différents endroits de Mir et Treillis sur l'analyse du comportement dynamique d'un treillis mécanique flottant dans la station Mir.

Les expériences sont en cours de traitement et un colloque portant sur l'analyse préliminaire des résultats scientifiques s'est tenu le 19 décembre 1996. Dans le domaine technique, l'expérience Castor a permis d'étudier et de valider en orbite la caractérisation dynamique des structures et les principes d'amortissement actif de vibrations. Ces techniques seront indispensables pour les missions astronomiques futures utilisant l'interférométrie.

POLOGNE

[Original : anglais]

En Pologne, les activités spatiales concernent essentiellement les domaines suivants :

Physique de l'espace;

Téledétection;

Géodésie planétaire;

Coopération internationale;

Enseignement des sciences spatiales.

Les principaux instituts s'occupant d'activités spatiales sont les suivants :

Centre de recherche spatiale de l'Académie polonaise des sciences;

Institut de géodésie et de cartographie;

Centre Copernic d'astronomie, relevant de l'Académie polonaise des sciences;

Université de Varsovie;

Université technique de Varsovie.

La recherche spatiale est coordonnée par le Comité de la recherche spatiale, organe scientifique qui fait office de bureau national du Comité de la recherche spatiale (COSPAR).

A. Physique de l'espace

Au cours de l'année à l'étude, les activités en matière de physique de l'espace ont porté essentiellement sur les aspects suivants :

- a) Participation à des missions spatiales;
- b) Études techniques et construction de matériel scientifique destiné à des expériences en matière de physique de l'espace;
- c) Traitement des données résultant d'expériences spatiales en cours ou terminées;
- d) Étude théorique et interprétation des données d'observation dans le domaine de la physique de l'espace.

1. Missions spatiales

Le principal projet auquel les physiciens polonais ont contribué au cours de l'année à l'étude est la mission internationale multisatellitaire INTERBALL, qui a trait à l'étude de la magnétosphère terrestre et au transfert vers cette dernière de l'énergie du vent solaire. Tous les satellites faisant partie de ce projet, la sonde INTERBALL-1 (lancée le 3 août 1995), son sous-satellite Magion-4 et la sonde aurorale INTERBALL-2 (lancée le 29 août 1996), exploités par l'Institut de recherche spatiale de Moscou, poursuivent leur mission avec succès.

Les savants polonais ont participé à quatre expériences dans le cadre de cette mission :

Deux expériences se rapportant à la sonde : ASPI (mesure de l'onde du plasma et des champs électromagnétiques le long de l'orbite) et tomographe-photomètre solaire à rayons X RF15-I (ce dernier construit en coopération avec la République tchèque);

Une expérience concernant le sous-satellite tchèque Magion-4 de la sonde (SAS, analyseur du spectre de l'onde plasmétique);

Une expérience concernant la sonde aurorale (POLRAD, radio-spectro-polarimètre destiné à mesurer le rayon kilométrique électromagnétique auroral).

Tous ces instruments, à la mise au point desquels ont participé des ingénieurs polonais, continuent de fournir de nombreuses données d'observation, qui sont analysées, dans le cadre d'activités de coopération, par des laboratoires polonais.

2. Matériel et logiciels destinés à des expériences futures

La Pologne continue de participer à la mise au point des instruments ci-dessous destinés à divers projets spatiaux internationaux :

a) Projet CORONAS-F (coordonné par la Fédération de Russie) : la construction du photomètre solaire du rayonnement X RESIK et les essais y relatifs ont été menés à bien (en coopération avec le Rutherford Appleton Laboratory du Royaume-Uni);

b) Projet RELICT-2 (coordonné par la Fédération de Russie) : les modèles de vol pour GAS-E et le matériel d'appui au sol pour GAZ-E ont été achevés;

c) Mission conjointe NASA/ESA CASSINI-HUYGENS (lancée le 15 octobre 1997) : le capteur THP (appareillage de mesure des propriétés thermiques), construit en Pologne et qui fait partie d'une expérience britannique groupée relative aux sciences des surfaces, a été installé sur le module d'atterrissage HUYGENS devant se poser sur Titan; il permettra de mesurer la température et la conductivité thermique des gaz et des liquides dans l'atmosphère et l'océan de Titan;

d) Projet CESAR (Satellite européen pour la recherche avancée) : la Pologne participe à la construction du satellite et à la mise au point d'instruments destinés aux expériences visant à mesurer :

- i) Les champs électriques et magnétiques dans le plasma (analyse d'onde, PWP);
- ii) Le profil des raies spectrales des composantes de l'atmosphère terrestre (spectromètre par transformation de Fourier);
- iii) Le suivi de l'activité orageuse;

e) Projet INTEGRAL (Laboratoire international d'astrophysique d'étude des rayons gamma) destiné à l'observation des rayons gamma et des rayons X de l'espace lointain. La Pologne participe :

- i) À l'imageur gamma IBIS (construction du système électronique veto);
- ii) Aux essais et à l'intégration du détecteur principal du spectromètre SPI;
- iii) À l'appareil JEM-X de mesure des rayonnements X (construction des systèmes électroniques d'appui au sol);
- iv) Au logiciel du Centre de données scientifiques d'INTEGRAL;

f) Projet ROSETTA (module dirigé vers la comète Wirtanen) : la Pologne participe à l'expérience MUPUS par la mise au point d'un prototype du pénétrateur PEN/MUPUS destiné à mesurer la densité, la

température, la conductivité thermique et les propriétés mécaniques du noyau cométaire; et, dans le cadre de l'expérience VIRTIS, visant à mesurer les spectres des émissions de particules et de gaz, à la modélisation des spectres infrarouges du mélange gaz-particules;

g) Projet COMPAS (Fédération de Russie) (satellite de recherche sur les perturbations électromagnétiques et le plasma de l'ionosphère) : la Pologne participe à la construction du spectromètre de vagues dans les fréquences de 0,1 à 15MHz.

3. Traitement et interprétation des données

On trouvera ci-dessous la liste des activités entreprises en matière de traitement et d'analyse des données concernant l'espace, dont la plupart ont fait l'objet d'articles dans des revues scientifiques internationales :

a) Analyse des données recueillies grâce à ASPI (INTERBALL-1) et SAS (sous-satellite d'INTERBALL-1);

b) Analyse des données recueillies grâce au spectromètre à rayons X solaires installé à bord d'INTERBALL-1;

c) Analyse des données relatives au rayon kilométrique électromagnétique auroral recueillies grâce à POLRAD (INTERBALL-2);

d) Poursuite de l'analyse des données de l'expérience SORS-D sur les perturbations électromagnétiques de bande large (satellite CORONAS);

e) Poursuite des travaux d'analyse des données sur les émissions de rayons X solaires recueillies grâce à la mission Yohkoh, concernant l'étude de l'échauffement dû aux éruptions, du mouvement du plasma lors des éruptions et de la composition chimique du plasma produit lors des éruptions;

f) Traitement et interprétation des données provenant de l'expérience ULYSSES-GAS sur la répartition de l'hélium interstellaire.

B. Télédétection

La Pologne participe aux activités de télédétection suivantes :

a) Exploitation des images satellite par radiomètre perfectionné à très haut pouvoir de résolution (AVHRR) de l'Agence nationale américaine d'étude de l'atmosphère et des océans (NOAA) en vue de la mise au point de systèmes d'alerte avancée à la sécheresse (Fondation Curie-Sklodowska);

b) Recherche sur l'exploitation des données satellite et des données météorologiques en vue d'établir les indices relatifs aux sols et à la végétation utilisés dans les modèles de simulation des terrains (CEE);

c) Recours à la télédétection aérienne et par satellite pour déterminer la stratification des zones de production agricole en vue d'établir la structure des terrains agricoles à l'aide de sondages par base aréolaire;

d) Exploitation de maquettes numériques des terrains afin d'effectuer les corrections géométriques et radiométriques des images satellite hyperfréquence à reliefs divers (CEE et local);

e) Exploitation de données radar (ERS/SAR) en vue d'évaluer l'humidité des sols (coopération avec l'ESA, projet pilote).

Pour ce qui est de l'observation de la Terre, le Centre de recherche spatiale s'emploie actuellement à préparer l'expérience à réaliser à l'aide d'un spectromètre par transformation de Fourier dans le cadre de la mission CESAR, qui sera lancée en l'an 2000. L'orbite du satellite CESAR, orienté en direction du soleil, aura un périhélie de 400 Km, un apogée de 1 000 km, une inclinaison de 70° et une période de 98,8 mn. Le spectromètre de Fourier est destiné à l'étude de la concentration et de la répartition dans l'espace des gaz atmosphériques à l'état de traces (CH_4 , SO_2 , NH_3 , NO_2 , NO_x , HCL , etc.) et de l'ozone naturel dans les bandes de longueur d'ondes de 2 à 6 μm avec une résolution spectrale de $0,1 \text{ cm}^{-1}$.

L'on a envisagé, en rapport avec les missions spatiales, une proposition de projet relative à l'observation spectrométrique spatiale aussi bien que terrestre de la répartition verticale et de la densité des colonnes d'acide nitrique et de monoxyde d'azote; l'on a en particulier discuté de certains aspects relatifs à l'idée de mesures de corrélation : niveau de détail géométrique, simulation des spectres d'absorption solaire correspondant à diverses géométries d'observation et méthodes d'extraction y relatives.

Ces travaux de recherche ont été menés en coopération avec l'Institut d'aéronomie spatiale de Belgique.

C. Géodésie par satellite

Étude des mouvements des satellites artificiels aux fins de la géodésie et de la géodynamique. L'on met au point et l'on exploite des grands programmes de calcul orbital. L'on étudie la géodynamique des zones régionales et locales dans le cadre de programmes internationaux tels que les programmes WEGENER, DOSE et CERGOP :

- a) Étude des oscillations à courtes périodes du niveau de l'océan, à l'aide de données recueillies par la technique d'altimétrie par satellite;
- b) Analyse des systèmes coordonnés fondamentaux et de leur transformation réciproque;
- c) Études relatives à l'intégration d'un satellite (GPS) et aux équipements de navigation à inertie;
- d) Exploitation des satellites aux fins de la navigation précise sur terre et dans les airs;
- e) Construction et étude des modèles de l'ionosphère et de la troposphère à des fins géodésiques;
- f) Organisation de stations permanentes dotées de matériel GPS et laser aux fins de l'étude de la géodynamique.

D. Coopération internationale

Poursuite de la coopération dans les domaines suivants :

- a) COST, accord sur PRIME-1, construction de modèles de l'ionosphère au-dessus de l'Europe;
- b) Coopération franco-polonaise en matière de recherche spatiale;
- c) Coopération russo-polonaise en matière de recherche sur l'ionosphère et la magnétosphère, participation au projet russe INTERBALL;
- d) Participation aux projets NASA/ESA suivants : INTEGRAL, ROSETTA, CASSINI/HUYGENS;
- e) Rapports intérimaires et publications scientifiques destinés aux milieux scientifiques internationaux.

E. Enseignement des sciences spatiales

Les activités suivantes se poursuivent :

- a) Programmes de vulgarisation scientifique diffusés par la radiotélévision polonaise;
- b) Conférences de vulgarisation scientifique à l'intention des écoliers et lycéens, ainsi que des amateurs dans les domaines de l'astronomie, la physique et l'aéronautique;
- c) Cours magistraux universitaires;
- d) Exposés et conférences à l'intention des milieux scientifiques;
- e) Articles de vulgarisation scientifique dans la presse quotidienne, hebdomadaire et mensuelle;
- f) Articles dans les revues polonaises de vulgarisation scientifique (Postepy Astronomii, Urania, Delta).

L'Université de Varsovie dispense des cours intersectoriels en matière de protection de l'environnement à l'aide de la télédétection. Récemment, l'Université technique de Varsovie a lancé un cours intersectoriel de science et technologie spatiales. Au niveau de la maîtrise, les spécialisations suivantes sont envisagées : télédétection, télécommunications par satellite, instruments spatiaux, physique de l'espace (théorique et appliquée), géodésie par satellite et navigation. La Pologne prend également part à l'action des Nations Unies en matière de formation d'experts de haut niveau aux applications de la science et de la technique spatiales.