

Bilan annuel : Astronautique 1996

Jacques Vercheval

Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique

L'année 1996 a connu 73 lancements réussis de satellites artificiels soit pratiquement le même nombre qu'en 1995 (74 lancements recensés) : 33 par les Etats-Unis (pour la première fois en tête depuis 1966), 25 par la Russie, 10 par l'Agence Spatiale Européenne, 3 par la République Populaire de Chine et un seul par le Japon et l'Inde. Cela porte à 3810 le nombre de lancements effectués depuis le début de l'ère spatiale, ayant donné lieu à la mise sur orbite de 4821 satellites et sondes spatiales.

Satellites mis sur orbite, on dénombre :

- 13 satellites scientifiques;
- 4 sondes spatiales;
- 9 vaisseaux habités;
- 3 satellites automatiques de ravitaillement;
- 1 module de la station Mir (Priroda);
- 36 satellites de télécommunications;
- 2 satellites de télédétection;
- 5 satellites technologiques;
- 26 satellites d'applications militaires.

Le tableau 1 reprend les anciens satellites retombés depuis la parution du « Bilan annuel: astronautique 1995 » (voir *Ciel et Terre*, 1996, vol.112 (6), pp.167-177).

Les éléments de l'orbite initiale des satellites lancés en 1996 sont donnés dans le tableau 2. On y trouve successivement :

Colonne 1 : le nom du satellite (souligné lorsqu'il s'agit de missions astronomiques et géophysiques) et la

Tableau 1.
Anciens satellites retombés

Nom	Désignation	Date de retombée
Elektron 2	1964-06B	22 avril 1997
Molniya 3-17	1981-105A	9 janvier 1997
Molniya 3-29	1986-49A	10 novembre 1996
Oscar 13	1988-51B	6 décembre 1996
USA 34	1988-106B	fin mars 1997
ODERACS 2C	1995-04E	7 décembre 1996
Cosmos 2053	1989-100A	2 septembre 1997
Cosmos 2313	1995-28A	désintégré en 86 débris
Cosmos 2320	1995-51A	28 septembre 1996
Cosmos 2321	1995-52A	21 août 1997

désignation internationale du COSPAR ;

Colonne 2 : le(s) pays ou l'Organisation propriétaire du satellite et, le cas échéant, le pays ou l'organisation lanceur du satellite; une forme abrégée a été adoptée :

- ARAB: Ligue Arabe
- ARG : Argentine
- A/US: Argentine/Etats-Unis
- CAN : Canada
- ESA : Agence Spatiale Européenne
- ETSO: Organisation « Eutelsat »
- FRA : France
- G-US: Allemagne-Etats-Unis
- IMSO: Organisation « Inmarsat »
- IND : Inde
- INDO: Indonésie
- ISR : Israël
- ITA : Italie
- ITSO: Organisation « Intelsat »
- I-NE: Italie-Pays-Bas
- JAP : Japon
- LUX : Grand Duché du Luxembourg
- MALS: Malaisie
- MEX : Mexique

- PRC : République Populaire de Chine
- RUS : Russie
- R-U : Russie-Ukraine
- SKOR: Corée du Sud
- TCH : Tchèque
- TUR : Turquie
- USA : Etats-Unis

Colonne 3 : les dates du lancement et de la retombée en se référant au temps universel (TU); un astérisque indique que l'objet s'est écrasé ou posé sur un corps céleste autre que la Terre ;

Colonne 4 : l'inclinaison, en degrés, de l'orbite sur l'équateur et la période de révolution exprimée en minutes; lorsque l'orbite est héliocentrique, l'inclinaison se rapporte à l'écliptique et la période est exprimée en jours ;

Colonne 5 : les altitudes du périégée et de l'apogée exprimées en kilomètres; pour une sonde spatiale en orbite héliocentrique, les distances sont exprimées en unité astronomique (AU); les données entre

parenthèses concernent les satellites géostationnaires et représentent les longitudes des points de localisation, à environ 35.800 km au-dessus de l'équateur, assignés en début de mission (atteints après une éventuelle dérive) ;

Colonne 6 : la masse du satellite exprimée en kilogrammes, y compris, le cas échéant, celle des réserves de propergols (une lettre « L » désigne la masse au lancement; une lettre « E » signifie la masse sans les réserves de propergols ou celle d'une navette spatiale à son retour de mission) et le type d'orbite (1 pour une orbite géocentrique, 1G pour une orbite géostationnaire, 3 pour une orbite héliocentrique).

Les satellites scientifiques

Les missions des satellites scientifiques relèvent de la géophysique (Polar, TOMS-EP, Midori, FAST, Magion 5, Interball 2), l'astronomie (SAX, Unamsat 2 et ORFEUS-SPAS), la biologie (Bion 11) et la science des matériaux (WSF 3). Le satellite chinois FSW-2 3 couvre différentes disciplines. Le microsatellite argentin HETE et le microsatellite américain SAC-B ne se sont pas détachés du troisième étage de la

fusée aéroportée Pegasus-XL ; ils ne constituent donc qu'un seul objet et n'ont pu accomplir leur mission d'observation des sursauts gamma et des émissions X d'origine solaire. A noter que les satellites TOMS-EP et FAST ont été mis sur orbite avec succès par ce type de fusée à lancement particulièrement économique.

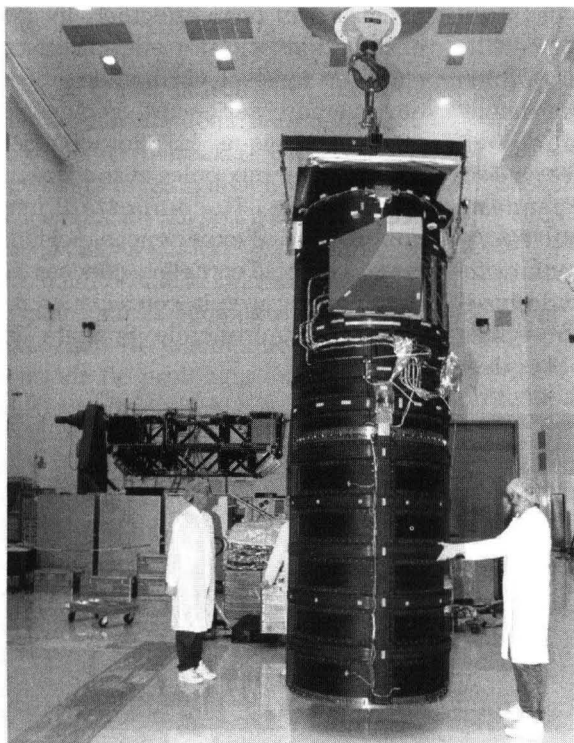
Quatre satellites géophysiques sont destinés à l'étude de la magnétosphère terrestre : placé sur un orbite polaire très excentrique, le satellite américain Polar emporte onze instruments scientifiques pour une mission qui s'inscrit dans le cadre du programme ISTP (International Solar Terrestrial Program). En l'occurrence, il s'agit d'étudier la magnétosphère et son interaction avec le vent solaire, les mesures portant sur le plasma magnétosphérique, les champs électriques et magnétiques, les ondes de plasma, les rayons-X et les particules énergétiques. L'activité aurorale est observée au moyen de caméras opérant dans le visible et l'ultra-violet. L'étude des phénomènes auroraux constitue également l'objectif de la mission du satellite FAST (Fast Auroral Snapshot).

Equipé de trois analyseurs électrostatiques pour ions et électrons, d'un spectromètre de masse, d'un magnétomètre et d'une sonde Langmuir, son objectif spécifique est de collecter des données à hautes résolutions spatiale et temporelle aux altitudes supérieures à 2.000 km où se déroulent les processus physiques d'accélération des électrons qui génèrent les aurores. Les missions du satellite russo-ukrainien Interball 2, également connu sous les noms de « Prognoz 2M » et « Interball Aurora », et de son sous-satellite tchèque MAGION 5 (MAGnetosphere-IONosphere) concernent aussi le milieu magnétosphé-

rique. MAGION 5 étudie les mécanismes de transfert de l'énergie du vent solaire au sein de la magnétosphère tandis qu'Interball 2 explore plus particulièrement les régions polaires. Les deux satellites sont dotés d'équipements scientifiques réalisés en collaboration avec 14 pays.

Le satellite TOMS-EP (Total Ozone Mapping Spectrometer-Earth Probe) de la NASA est destiné à étudier l'évolution de la distribution globale de la couche d'ozone et à mesurer les aérosols, en particulier le dioxyde de soufre émis au cours des éruptions volcaniques. L'instrument TOMS a déjà fonctionné à bord des satellites Nimbus 7 (1978-1993) et Meteor 3 (1991-1994). En raison de l'orbite plus basse que celle prévue à l'origine du projet, les mesures à haute résolution de TOMS-EP complètent celles recueillies par le TOMS placé à bord du satellite japonais Midori, alias ADEOS (Advanced Earth Observation Satellite). L'équipement de Midori comporte, en fait, deux instruments américains, cinq appareils japonais et l'expérience française POLDER pour l'étude des nuages et aérosols; les mesures portent aussi sur les vents, la température de surface des océans et les gaz à effet de serre. Midori a cessé ses activités en juin 1997.

Le petit satellite mexicain Unamsat 2 a pour objectif de déterminer la quantité et l'origine des micrométéorites qui tombent dans l'atmosphère terrestre; l'air, ionisé au cours des phénomènes lumineux que sont les météores, réfléchit un signal radio émis par le satellite tout en modifiant sa fréquence par effet Doppler. SAX (Satellite per Astronomia in raggi X) est un satellite italo-hollandais conçu pour observer les sources X de l'univers, pour la première fois dans une très large couverture d'énergie allant de 0,1 à 200 keV, avec un pouvoir résolvant d'une minute d'arc dans le domaine 0,1 - 10 keV. Les 500 kg d'appareillage scientifique comportent notamment deux caméras hollandaises à large champ travaillant dans le visible et le domaine X ainsi que quatre spectromètres-X à champ étroit, l'un



Mission STS-80 : le télescope ORFEUS (source NASA).

d'entr'eux permettant d'enregistrer des sursauts gamma dans la gamme d'énergie de 60 à 600 keV. Deux mille visées devraient être réalisées au cours de la vie utile d'au moins deux ans du satellite. ORFEUS-SPAS (Orbiting Reusable Far Extreme Ultraviolet Spectrometer - Shuttle Pallet Satellite) est un télescope allemand monté sur une plate-forme et équipé pour observer les étoiles dans l'ultraviolet lointain. Pour la seconde fois (première mission en septembre 1993), l'ensemble a volé en autonomie pendant 14 jours, après avoir été largué puis récupéré au cours de la mission STS-80 de la navette Columbia. Lors de la même mission, la plate-forme WSF 3 (Wake Shield Facility) a effectué un vol autonome d'un peu plus de trois jours pour procéder à diverses expériences d'élaboration de semi-conducteurs en micropesanteur et dans l'ultravide créé dans le sillage de la plate-forme.

Le satellite biologique russe Bion 11 comportait une capsule avec deux singes (Lapik et Multik), plusieurs tritons, escargots, coléoptères, mouches et plantes afin d'étudier leur comportement en micropesanteur. La récupération s'est faite au terme d'un vol de 14 jours. On a appris plus tard la mort de Multik !

Le satellite chinois FSW-2 3 comportait un module pour des expériences en micropesanteur récupéré après un vol de deux semaines. L'observation de la Terre figurait également au programme de sa mission.

Les activités scientifiques ne se résument pas à celles des satellites automatiques. Comme les années précédentes, il convient d'ajouter celles effectuées à bord du complexe Mir ou celles réalisées à bord des navettes. Il en sera question dans le compte rendu des vols habités.

Les sondes spatiales

Lancée le 17 février 1996, la sonde américaine NEAR (Near-Earth Asteroid Rendez-vous) doit réaliser, en février 1999, un rendez-vous avec l'astéroïde 433 Eros. Le 27 juin 1997, elle a survolé l'astéroïde 253

Mathilde à une distance de 1 200 km. Le 22 janvier 1998, elle effectuera un survol de la Terre à une distance de 478 kilomètres qui l'amènera, par réaction de gravitation, dans le plan orbital de sa cible. Injectée sur une orbite autour de l'astéroïde, elle l'observera pendant près d'une année. Par mesure de prudence, compte tenu de la forme très dissymétrique d'Eros (35 × 15 × 13 kilomètres), l'orbite sera élevée dans un premier temps, à quelques centaines de kilomètres de distance; elle sera ensuite abaissée progressivement. Les mesures porteront sur la masse, la composition, la topographie et les caractéristiques magnétiques de l'un des plus gros astéroïdes du système solaire. Elles devraient permettre de trancher sur son origine : un débris résiduel des processus de formation des planètes ou le résultat d'une collision de planètes.

L'opportunité qu'offrait la fin de l'année 1996 pour des tirs en direction de la planète Mars a été exploitée avec des fortunes diverses : succès pour les Américains avec les sondes Mars Global Surveyor et Mars Pathfinder, échec pour les Russes avec la sonde Mars 96.

Le 7 novembre, Mars Global Surveyor est lancée pour une mission de remplacement de Mars Observer. Elle devrait se placer, le 11 septembre 1997, sur une orbite autour de Mars pour en réaliser la cartographie, la topographie et l'étude de son atmosphère et de son environnement. Mais un panneau solaire mal déployé pourrait hypothéquer la mise sur orbite nominale programmée selon un scénario basé sur l'action du freinage atmosphérique. La sonde emporte des

instruments identiques à ceux déjà à bord de la sonde disparue en août 1993, notamment une caméra opérant soit à champ étroit et haute résolution (1,4 mètre), soit à champ large avec images panoramiques. Son équipement scientifique comporte également un spectromètre infrarouge TES (Thermal emission Spectrometer), un altimètre-laser, un magnétomètre et un réflectomètre à électrons. De plus, dotée d'un oscillateur ultra-stable, l'analyse des variations de ses signaux-radio, lors des phases d'occultation notamment, permettra de déterminer la pression atmosphérique en des lieux spécifiques. Enfin, elle possède un dispositif-relais pour la transmission vers la Terre des données recueillies sur la surface par d'autres engins, la première mission du genre étant prévue en décembre 1999 lorsqu'une station scientifique viendra se poser à proximité du Pôle Sud de la planète.

Mars 96 s'est abîmée dans l'Océan Pacifique une trentaine d'heures après son lancement le 16 novembre. C'est au niveau du quatrième étage de la fusée Proton que se serait produit le dysfonctionnement fatal. La sonde comportait deux petites stations à larguer pour aller se poser directement sur la planète et deux pénétrateurs pour effectuer diverses observations « in situ » de sa surface et de son sous-sol. Un module orbital devait en dresser la carte géologique et minéralogique, la photographier de l'équateur aux pôles et sonder son atmosphère. Il comportait une quarantaine d'expériences scientifiques, deux d'entr'elles conçues et développées avec la participation de l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique.

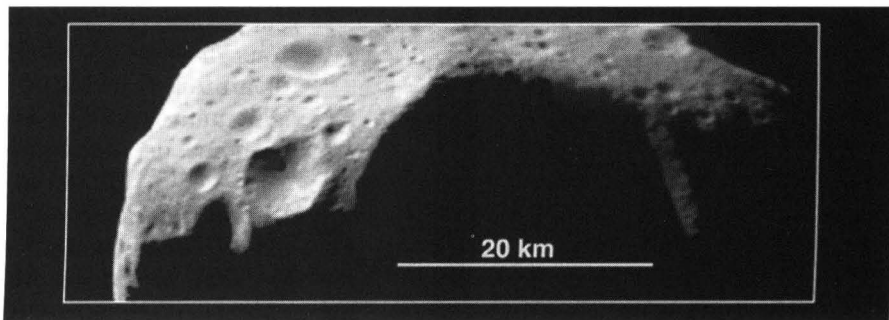


Photo de l'astéroïde 253 Mathilde prise par la sonde NEAR à une distance d'environ 1 200 km (source NASA).

MARS Pathfinder a décollé, le 4 décembre, en direction de la planète rouge. Le 4 juillet 1997, elle s'y posait dans Ares Vallis (19,5° Nord, 32,8° Ouest) à 850 km au sud-est du lieu de l'atterrissage de Viking 1 en 1976. Au cours de la phase de descente, l'expérience ASI/MET (Atmospheric Structure Instrument/METEorology Package) a fourni des profils verticaux de la densité, de la pression et de la température de l'atmosphère. Les premières photographies de la surface, prises par la caméra IMP (Imager for Mars Pathfinder), ont révélé la présence de roches arrondies, penchées dans une même direction, suggérant qu'autrefois l'eau a coulé à flots en ces lieux. L'examen des clichés pris à des intervalles réguliers a rendu possible l'estimation de la vitesse et de la direction des vents locaux. La caméra, avec des filtres appropriés, a permis aussi de mesurer l'opacité des aérosols et l'abondance en vapeur d'eau. Sojourner, un petit robot mobile de 10,5 kg, à six roues motrices indépendantes, a exploré les alentours du site d'atterrissage ; il était doté d'un spectromètre APXS (Alpha Proton X-Ray Spectrometer) pour étudier la composition des roches et matériaux de surface.

Les vols habités

L'année 1996 marque le dixième anniversaire de deux faits majeurs : la catastrophe de Challenger survenue le 28 janvier 1986 et le lancement de Mir le 19 février 1986. En 10 ans, la station spatiale russe a accompli 56.150 révolutions et a été occupée par 20 équipages de maintenance soit 46 cosmonautes. La Russie a décidé de prolonger l'exploitation de Mir jusqu'en 2000.

Le premier lancement spatial habité de l'année est celui de la navette Endeavour pour le vol STS-72. Deux moteurs principaux de la navette sont dans la nouvelle configuration Block 1. La mission est conduite par le commandant Brian Duffy entouré du pilote Brent W. Jett et des spécialistes de mission, les Américains Leroy Chiao, Daniel T. Barry et Winston E. Scott et le Japonais

Koichi Wakata. Elle va durer 8 jours 22 heures et 1 minute. Un de ses objectifs principaux est de récupérer et ramener sur Terre le « Space Flyer Unit » lancé par les Japonais, le 18 mars 1995, pour procéder à des expériences relatives à l'astronomie infra-rouge, aux sciences des matériaux et à la biologie. L'opération se déroule avec succès après que les panneaux solaires ont été détachés et largués dans l'espace. La mission comporte aussi le déploiement de la plate-forme SPARTAN 206 (Shuttle Pointed Autonomous Research Tool for Astronomy) pour deux jours de vol autonome à une distance d'environ 165 km de la navette. Celle-ci emporte aussi dans sa soute un équipement comprenant notamment un altimètre-laser, des expériences pour la fabrication de protéines sous forme cristalline et l'instrument SSBUV destiné à mesurer les concentrations d'ozone en vue de les comparer, à des fins de calibration, aux mesures obtenues par les satellites NOAA, ERS-2, UARS et TOMS. Deux sorties extra-véhiculaires sont effectuées par trois astronautes pour tester l'équipement et les outils qui serviront à l'assemblage de la station orbitale ALPHA : la première d'une durée de 6 heures 9 minutes, le 15 janvier, par Leroy Chiao et Dan Barry ; la deuxième, le 17 janvier, d'une durée de 6 heures 40 minutes, par Leroy Chiao et Winston Scott. Le bilan se révèle positif dans la maîtrise des technologies d'assemblage. Les sorties ont également pour objectif de tester des combinaisons de travail quelque peu modifiées en vue d'améliorer leur efficacité dans les conditions extrêmes de température rencontrées dans l'espace : nouvelle conception des sous-vêtements, protection renforcée des bottes et présence d'un interrupteur pour couper, quand cela s'avère nécessaire, le système de refroidissement des bras.

L'objectif principal de la mission STS-75 de la navette Columbia d'éloigner le satellite captif italien TSS-1R (Tethered Satellite System), retenu par un filin, jusqu'à 20,7 kilomètres de la navette et d'y être tracté pendant près de 22 heures, n'a

pas été rempli. Font partie de l'équipage les quatre vétérans qui avaient eu une première expérience de l'opération à savoir Andrew Allen (commandant), Franklin Chang-Diaz (commandant charge utile), Jeffrey Hoffman et le Suisse Claude Nicollier (spécialistes de mission). L'équipage comprend encore Scott Horowitz (pilote), Maurizio Cheli (spécialiste de mission italien de l'ESA) et Umberto Guidoni (spécialiste de charge utile italien). C'est le deuxième échec pour les promoteurs de l'expérience, après celui de 1992. Columbia emporte également USMP-3, le troisième laboratoire de microgravité américain pour des expériences d'élaboration et de production de nouveaux matériaux, principalement des semiconducteurs. De bons résultats sont obtenus notamment avec le four français Mephisto destiné à étudier la fusion et la solidification répétées de trois barres d'un alliage étain-bismuth. La mission s'achève après un vol de 15 jours 17 heures et 40 minutes soit 2 jours de plus que prévu !

Le vaisseau Soyuz TM-23, lancé le 21 février, est occupé par les cosmonautes Youri Onufrienko et Youri Oussatchev. Le 23 février, il se fixe au sas arrière du complexe Mir sur le module Kvant-1. Il va assurer la relève de l'équipage de la station composé, depuis le 5 septembre 1995, des Russes Guidzenko et Avdeïev et de l'Allemand Reiter. Achevant leur mission EuroMir-95, ceux-ci regagnent la Terre le 29 février à bord de Soyuz TM-22, avec pour Thomas Reiter le record de durée d'un séjour dans l'espace pour un non-soviétique ou non-russe : 179 jours 1 heure et 42 minutes. Le 15 mars, le nouvel équipage de la station russe effectue une première sortie dans l'espace de 5 heures 51 minutes pour fixer un second bras télémanipulateur Strela à l'extérieur de Mir.

La réalisation de la future station orbitale Alpha dépend du succès des vols communs américano-russes associant les navettes et la station Mir. Ces vols se poursuivent en 1996. Le 22 mars, la navette Atlantis est lancée pour la mission STS-76. Dans

sa soute, sont installés un module pressurisé « Spacehab », avec des expériences de l'ESA concernant les sciences de la vie, et le matériel russe et américain destiné à la station. A l'extérieur, un paquet GAS (Get Away Special) doit mesurer la radiation de faible énergie dans la magnétosphère inférieure. L'équipage se compose du commandant Kevin Chilton, du pilote Richard Searfoss et des spécialistes de mission Ronald Sega, Richard Clifford, Linda Goodwin et Shannon Lucid. La navette rejoint la station orbitale le 24 mars apportant 2.250 kg d'équipements et de ravitaillement. Au cours d'une sortie extravéhiculaire de 6 heures et 2 minutes, le 27 mars, Linda Godwin et Richard Clifford, équipés d'un propulseur individuel SAFER, installent, à l'extrémité du module Kristal, quatre expériences rassemblées sous l'appellation MEEP (Mir Environmental Effects Payload) et destinées à recueillir diverses informations sur l'environnement, en matière de débris notamment, d'une très grande importance dans le cadre du projet ALPHA; les astronautes récupèrent aussi une caméra de télévision et procèdent à des tests d'outils. Le 29 mars, la navette se sépare de la station avec un équipage réduit d'une unité : Shannon Lucid se prépare à séjourner à bord de Mir pendant plus de six mois. Ses collègues américains ont accompli pour leur part un vol de 9 jours 5 heures et 17 minutes qui s'achève à la Base Edwards en Californie.

Le 26 avril, le complexe Mir est enfin complet avec l'amarrage automatique, à la pièce de jonction avant de la station, du module de télé-détection Priroda qui, avec ses 19,5 tonnes pour 11,5 mètres de long et 4,15 mètres de diamètre, porte la masse totale de Mir à 140 tonnes. Le lendemain, il est repositionné sur un sas transversal en face du module Kristall. Priroda apporte 6,5 tonnes de charge utile dont 900 kg d'équipements scientifiques que l'équipage doit configurer puis activer. Parmi l'instrumentation embarquée pour la télé-détection, on relève des radiomètres à micro-ondes, un altimètre-radar, un radar à ouverture synthé-

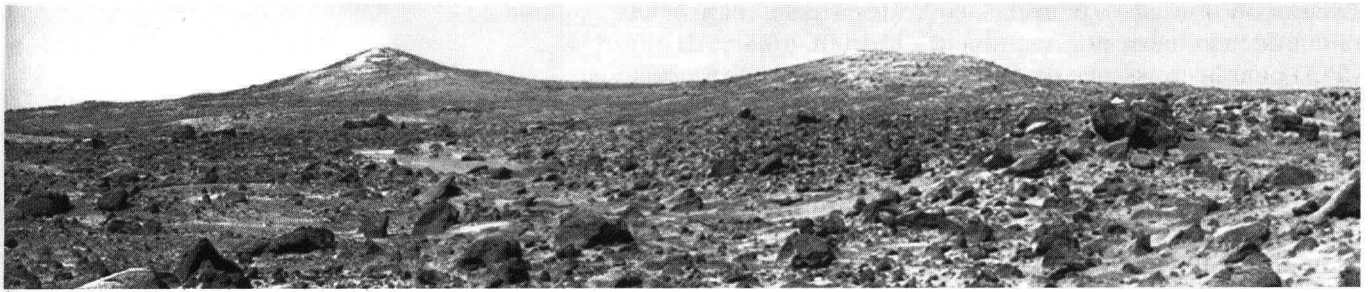
tique, des spectromètres, une caméra multispectrale et un lidar. L'équipement scientifique comporte notamment le système BTS (Bio-Technology System) dévolu à des expériences de culture cellulaire de longue durée ainsi que deux dispositifs de l'Agence Spatiale Canadienne : une plate-forme MIM (Microgravity Isolation Mount) conçue pour isoler une expérience des vibrations ou autres forces externes liées aux accélérations imprimées à la station et un four QUELD (Queen's University Experiment in Liquid Diffusion) destiné à étudier la diffusion de substances fondues à travers différentes membranes. Par ailleurs, un système expérimental de navigation « Momsnav », basé sur le système GPS, doit permettre, à terme, de déterminer, avec des précisions respectives d'environ 5 mètres et 10 secondes d'arc, la position et l'orientation de Mir pendant les prises de vue de la Terre avec la caméra MOMS-2P.

Une nouvelle livraison de matériel est assurée par le vaisseau-cargo Progress M-31 qui s'amarre, le 7 mai, à l'avant du complexe. 1.140 kg de carburant et 1.700 kg d'équipements et de vivres sont débarqués par l'équipage. L'astronaute américaine Shannon Lucid peut procéder à la réalisation du programme scientifique qui comporte des observations de la Terre, des expériences médicales et de métallurgie ainsi que des mesures concernant les forces générées par les déplacements de l'équipage et les conditions d'environnement à l'intérieur de la station. De leur côté, entre le 20 mai et le 13 juin, Onufrienko et Oussatchev effectuent cinq nouvelles sorties dans l'espace; avec celle accomplie le 15 mars, ils ont séjourné, au total, 30 heures et 30 minutes en dehors de la station. La sortie du 20 mai (durée : 5 heures et 20 minutes) est mise à profit pour transférer un panneau solaire du module Kristall vers le module Kvant-1 ; celle du 24 mai (5 heures et 43 minutes) pour achever les branchements électriques de ce panneau. Au cours d'une autre sortie, le 30 mai, d'une durée de 4 heures et 20 minutes, l'équipage

installe la caméra allemande MOMS-2P (Modular Opto-electrical Multi-spectral scanner) et une main courante à l'extérieur du module Priroda. Une autre EVA de 3 heures 34 minutes est effectuée, le 6 juin, pour remplacer les cassettes d'échantillons de l'expérience Komza destinée à l'observation des gaz interstellaires et installer deux expériences américaines sur le module Kvant-2 pour l'observation des micrométéorites. La dernière sortie, effectuée le 13 juin et d'une durée de 5 heures et 42 minutes, est consacrée à changer des équipements à l'extérieur de la station, à installer la structure Rapana sur le module Kvant-1 et à déployer manuellement l'antenne radar « Travers » sur le module Priroda.

Entretemps, la mission STS-77 de la navette Endeavour se déroule du 19 mai au 29 mai avec un équipage composé du commandant John Casper, du pilote Curtis Brown et des spécialistes de mission Andrew Thomas, Daniel Bursh, Mario Runco et Marc Garneau. Pour la première fois, les trois moteurs principaux de la navette sont dans la nouvelle configuration « Block 1 ». La soute de l'Orbiter contient le module pressurisé SPACEHAB 4 (4.059 kg) comportant diverses expériences se rapportant aux sciences de la vie et des matériaux. Le 20 mai, le Canadien Marc Garneau déploie, avec le bras-robot, la plate-forme SPARTAN-207 porteuse de l'expérience IAE (Inflatable Antennae Experiment). La plate-forme est récupérée le 21 mai. Le lendemain, le petit satellite PAMS-STU (Passive Aerodynamically stabilised Magnetically damped Satellite-Satellite Test Unit) est largué à son tour. Endeavour effectue trois rendez-vous avec le STU pour acquérir des informations sur l'attitude du satellite. Son retour s'effectue au Kennedy Space Center après un vol de 10 jours et 39 minutes.

Columbia accomplit une nouvelle mission, STS-78, le 20 juin, avec sept astronautes à son bord : le commandant Tom Henricks, le pilote Kevin Kregel, les spécialistes de mission Susan Helms, Richard



Paysage martien dans Ares Vallis, transmis par la sonde MARS Pathfinder (source : NASA).

Linnehan, Charles Brady, les spécialistes de charge utile le Canadien Robert Brent Thirsk et le sixième astronaute français Jean-Jacques Favier. La mission est également dénommée LMS (Life and Micro-gravity Spacelab) en raison de la place importante consacrée aux sciences de la vie. Réalisé à l'intérieur d'un module pressurisé Spacelab, d'une masse de 9,6 tonnes et qui effectue à cette occasion son treizième vol, le programme des activités comprend treize expériences de physiologie humaine (tests médicaux subis par quatre astronautes et portant sur l'influence de la micropesanteur sur leur physiologie : perte de la masse osseuse, adaptation et performance musculaires, dépenses en énergie, fonction pulmonaire, effet sur le sommeil, etc.), une expérience de biologie végétale et cinq expériences de biologie animale. Figurent également au programme 24 expériences de physique avec une instrumentation de l'ESA : six expériences relèvent de la mécanique des fluides avec l'instrumentation BDPU (Bubble, Drop and Particle Unit), six autres de la science des matériaux avec le four AGHF (Advanced Gradient Heating Facility); douze expériences concernent aussi la cristallisation de protéines. Il s'agit donc d'une mission internationale avec une participation du Canada et de plusieurs pays européens dont la Belgique représentée par l'ULB (expérience relative à la physique des fluides et étude de la respiration) et la VUB (étude de la cristallisation des protéines). Le suivi de la mission est assuré en partie à partir du « Space Remote Operations Center » (SROC) implanté à l'IRM. Au terme d'un vol d'une durée record, pour l'époque, de 16 jours 21 heures et 48

minutes, Columbia atterrit au Kennedy Space Center.

Le 31 juillet, Progress M-32 est lancé et s'amarré à Mir le 2 août, Progress M-31 s'en étant détaché la veille. Le fret est déchargé y compris les 290 kg de nourriture, 300 kg d'eau et 300 kg d'expériences françaises pour la mission Cassiopée. Cependant, le 18 août, alors que le transfert des ergols acheminés n'est pas terminé, le vaisseau-cargo doit se séparer de la station en prévision de l'arrivée imminente du Soyuz TM-24. Le 3 septembre, il entreprendra un nouvel amarrage à la place laissée libre par le départ du Soyuz TM-23. Ce n'est que le 21 novembre qu'il se détachera de Mir définitivement.

Initialement prévu le 4 juillet, le décollage du vaisseau Soyuz TM-24 a lieu effectivement le 17 août. L'équipage est composé de la Française Claudie André-Deshays et des Russes le commandant Valeri Korzoun et l'ingénieur de vol Alexandre Kaleri, doublures des Russes Guennady Manakov et Pavel Vinogradov finalement écartés pour raison médicale dans le chef de Manakov. Soyuz TM-24 s'amarré à Mir le 19 août. Dans le cadre de la mission Cassiopée, Claudie André-Deshays, médecin de formation, effectue de nombreuses expériences de physiologie humaine avec les deux dispositifs « Physiolab » et « Cognilab »; elle met aussi en œuvre l'expérience de biologie FERTILE conçue pour l'étude des processus de développement d'un amphibien en micropesanteur, des expériences de physique des fluides ainsi que l'expérience technologique « Castor » destinée à étudier les vibrations de la station. Le retour sur Terre de la Française, à bord du Soyuz TM-23, s'effectue le

2 septembre après un vol de seize jours ; elle est accompagnée de Youri Onufrienko et Youri Oussatchev qui ont passé 194 jours dans l'espace.

Une vérification minutieuse des joints d'étanchéité des fusées d'appoint s'étant avérée nécessaire, c'est seulement le 16 septembre, soit avec un mois et demi de retard, que la navette Atlantis s'élance pour entreprendre la mission STS-79. L'équipage est composé du commandant William Readdy, du pilote Terrence Wilcutt, des spécialistes de mission Thomas Akers, Jerome Apt, Carl Walz et John Blaha. Dans la soute sont installés, pour la première fois, deux laboratoires pressurisés Spacehab : celui à l'avant est dévolu aux expériences à réaliser au cours de la mission, l'autre est chargé du matériel à livrer à la station Mir. C'est le 19 septembre qu'Atlantis effectue son quatrième amarrage avec Mir. Les Américains retrouvent leur compatriote Shannon Lucid en compagnie de Korzoun et Kaleri. Les deux équipages transfèrent 1.814 kg de ravitaillement en équipements logistiques, nourriture et eau ainsi que les trois expériences BTS (BioTechnology System), MIDAS (Material in Devices as Superconductors) et CGBA (Commercial Generic Bioprocessing Apparatus); celles-ci seront mises en œuvre par Blaha, chargé d'assurer la relève de Shannon Lucid dans l'accomplissement d'un programme scientifique comportant une quarantaine d'expériences. D'autre part, une caméra IMAX est utilisée pour produire un film sur le programme des amarrages des deux vaisseaux. Deux jours sont consacrés à des travaux dans le module Spacehab avec l'utilisation du four ETTF (Extreme Temperature

Translation Furnace) pour l'élaboration de matériaux, de l'instrument CPGC pour la croissance de cristaux de protéines et de l'instrument MGM (Mechanics of Granular Materials). Atlantis reste amarrée à Mir pendant cinq jours. Après la séparation, elle effectue deux révolutions autour de la station, à 100 mètres de distance. Au terme d'un vol de 10 jours 3 heures et 19 minutes, son retour s'effectue, le 26 septembre, au KSC. Pour Shannon Lucid, s'achève une mission de 188 jours 4 heures et 0 minute; en durée, elle constitue le record américain et le record pour une femme. La navette ramène aussi une tonne de matériel et d'échantillons expérimentaux américains, européens et russes.

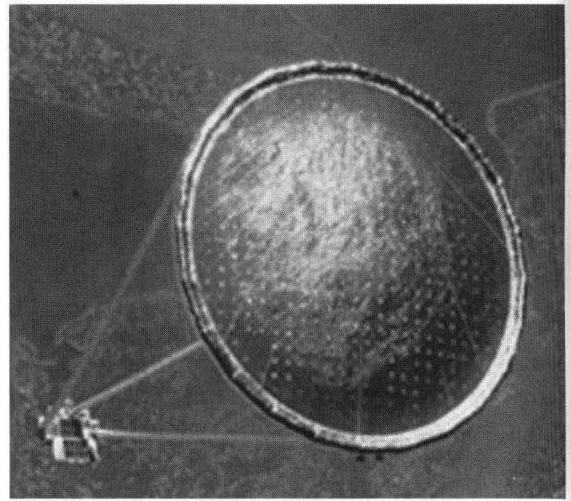
Les activités à bord de Mir se poursuivent. L'équipage installe notamment des dispositifs de mesures dans le cadre de l'expérience MiSDE (Mir Structural Dynamics Experiment). Les 2 et 9 décembre, Kaleri et Korzoun effectuent des sorties extra-véhiculaires de 5 heures et 57 minutes et 6 heures et 36 minutes, notamment pour achever la connexion du panneau solaire russo-américain MCSA (Mir Cooperative Solar array) au système d'alimentation électrique de la station; en effet, une partie du panneau n'avait pu être branchée, en mai, faute de câbles électriques en quantité suffisante, fournis entre-temps par Progress M-33. Les cosmonautes déplacent aussi l'antenne radar omnidirectionnelle Kurs du module Kristall sur le DM (Docking module) installé lors de la mission STS-74, en novembre 1995. Le 22 novembre, le cargo automatique Progress M-33 rejoint effectivement Mir sur le sas arrière de la station libéré depuis la séparation du Progress M-32 deux jours auparavant. Il apporte 2.200 kg de ravitaillement en nourriture, eau, oxygène, carburants et équipements divers.

La dernière mission habitée de l'année, STS-80, est celle de la navette Columbia qui effectue son vingt et unième vol. Cinq astronautes en font partie: le commandant Kenneth Cockrell, le pilote Kent Rominger et les spécialistes de mission Tamara

Jernigan, Thomas Jones et Story Musgrave. A 61 ans, Musgrave est la personne la plus âgée à voler dans l'espace; en accomplissant son sixième vol, il égale aussi le record détenu par John Young. La charge utile principale installée dans la soute de la navette est constituée du satellite WSF 3 et de la plate-forme allemande SPAS elle-même porteuse de l'expérience ORFEUS dont il a été question précédemment. On relève aussi le paquet d'expériences SEM-01 (Space Experiment Module) conçues à des fins éducatives. Dans un premier temps, l'équipage procède au déploiement d'ORFEUS-SPAS 2 puis du satellite WSF 3 qui, une fois largués, s'éloignent respectivement jusqu'à 109 km et 43 km de la navette. La mission prévoyait aussi deux sorties extra-véhiculaires mais elles n'ont pas lieu en raison des difficultés à ouvrir l'écoutille extérieure qui donne accès à la soute. On déplore aussi la panne d'un système de navigation. L'équipage se consacre, néanmoins, aux diverses expériences programmées à l'intérieur de la cabine et qui relèvent des sciences de la vie et de la physique des fluides. En raison de mauvaises conditions météorologiques tant en Californie qu'en Floride, le retour sur Terre doit être différé plusieurs fois de telle sorte qu'un nouveau record de durée de vol pour une navette est établi en l'occurrence 17 jours 15 heures et 53 minutes.

Les satellites technologiques

SPARTAN-206 et SPARTAN-207 sont des plate-formes déployées à partir de la navette Endeavour lors des missions STS-72 et STS-77. SPARTAN-206 était porteuse de la charge utile « OAST-Flyer » (Office of Aeronautics and Space Technology Flyer) comportant quatre expériences ayant pour objet d'étudier la contamination ambiante du vaisseau,



L'expérience IAE : Inflatable Antenna Experiment (source : NASA).

utiliser le système GPS pour déterminer son attitude, sa localisation et sa vitesse, tester des systèmes pyrotechniques déclenchés par laser et transmettre les données du GPS via un émetteur-radio amateur.

SPARTAN-207 a permis de déployer le petit satellite IAE (Inflatable Antennae Experiment), une antenne gonflable de 14 mètres de diamètre en mylar aluminisé, susceptible d'ouvrir la voie à l'érection de grandes antennes pour diverses applications allant de la radio-astronomie aux communications mobiles. IAE est resté attaché une heure et demie à SPARTAN. Ejecté dans l'espace, sa grande taille et sa petite masse ne lui ont pas permis de rester plus de trois jours sur orbite. Au cours de la même mission, dans le cadre du programme TEAMS (Technology Experiments Advancing Missions in Space), le petit satellite PAMS-STU (Passive Aerodynamically Stabilised Magnetically damped Satellite-Satellite Test Unit) a été largué à son tour pour tester un système de stabilisation aérodynamique passif et d'amortissement magnétique.

Déployé lors de la mission STS-75 de la navette Columbia, le satellite captif italien TSS-1R (Tethered Satellite System) était un câble métallique (20,7 kilomètres de long et 2,54 millimètres de diamètre) constitué de cuivre, de nylon et de téflon. Il s'est rompu alors que 19,7 kilomètres étaient déroulés. Le but de l'expérience était d'étudier les

phénomènes électrodynamiques engendrés par le déplacement du câble dans le plasma ionosphérique en vue d'éventuelles applications ou mesures scientifiques concernant l'atmosphère. Les données recueillies avant la rupture ont montré que le système avait généré plus de 3.500 Volts en traversant le champ magnétique terrestre, avec un courant de 480 milliampères.

Les satellites d'applications civiles

Parmi les satellites d'applications civiles lancés en 1996, on dénombre 36 satellites de télécommunications et 2 satellites d'observation de la Terre.

Les satellites de télécommunications se répartissent de la manière suivante :

- neuf pour la Russie : Gorizont 31 et 32, Gonets D1-1 à D1-3, Raduga 33, Molniya 1-89 et 3-48, Ekspress 2 ;
- quatre pour les Etats-Unis : Panamsat 3R, Galaxy 9, GE 1 et Echostar 2 ;
- trois pour l'Organisation Inmarsat : Inmarsat 3-F1, 3-F2 et 3-F3 ;
- deux pour la Malaisie (Measat 1 et 2), l'Indonésie (Palapa C-1 et C-2), le Japon (N-Star b et Fuji 3), l'Organisation Intelsat (Intelsat 7-F7 et 709), la République Populaire de Chine (Apstar 1A et Chinasat 7), la Ligue arabe (Arabsat 2A et 2B) ;
- un seul pour la Corée du Sud (Koreasat 2), le Grand Duché de Luxembourg (Astra 1F), le Canada (Msat 1), Israël (Amos 1), la Turquie (Turksat 1C), l'Italie (Italsat 2), la France (Telecom 2D) et l'Organisation Eutelsat (Hot Bird 2).

A l'exception des satellites russes Gonets, Molniya, Raduga 33 (détruit par une explosion) et Ekspress 2, du satellite japonais Fuji 3 (pour radio-amateurs) et du satellite chinois Chinasat 7, tous ces satellites de télécommunications sont géostationnaires. 15 satellites géostationnaires sur un total de 26 ont été

lancés par une fusée européenne Ariane 4. Au 31 décembre 1996, la fusée Ariane, sous ses différentes versions, a réussi 84 lancements sur un total de 92.

Les deux satellites d'observation de la Terre sont le microsatellite argentin Musat et le satellite indien IRS-P3, ce dernier lancé par une fusée indienne de la base de Sriharikota.

Les satellites d'applications militaires

a. Etats-Unis

Les Etats-Unis ont procédé aux lancements de 16 satellites exploités par les militaires :

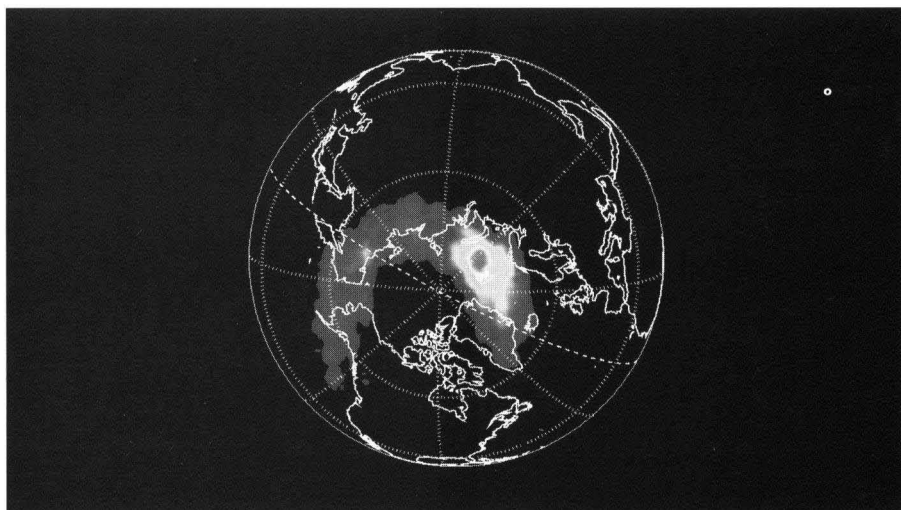
- 5 satellites probablement pour la surveillance des océans : USA 119 à 123 ;
- 3 satellites de navigation : Navstar 25 à 27 lancés dans le cadre du système GPS ;
- 3 satellites technologiques : MSX (Mid-Course Space Experiment) et MSTI 3 (Miniature Sensor Technology integration) pour la détection des missiles et le satellite captif TIPS (Tether Physics and Survivability); deux sphères de calibration auraient été éjectées de MSX sans être cataloguées ;
- 2 satellites de télécommunications : USA 125 et UFO 7 (UHF Follow-On) ;

- 1 satellite de reconnaissance photographique : USA 129 ;
- 1 satellite d'écoute électronique : USA 118 ;
- 1 satellite scientifique : REX 2 pour l'étude des irrégularités ionosphériques affectant les liaisons-radio.

b. Russie

10 satellites "Cosmos" sont à applications militaires :

- 1 satellite de reconnaissance : Cosmos 2331 avec une expérience américaine, pour le compte du DOD, consistant à vérifier sur une orbite basse les concentrations anormalement élevées en beryllium relevées par le LDEF entre 1984 et 1990 ;
- 3 satellites de télécommunications : Cosmos 2328, 2329 et 2330 (Cosmos 2328 est aussi le 3000^{ième} satellite soviétique ou russe) ;
- 3 satellites de navigation : Cosmos 2327, 2334 et 2336 ;
- 1 satellite d'écoute électronique : Cosmos 2333 ;
- 1 satellite pour la calibration radar ou l'étude de la densité atmosphérique : Cosmos 2332 ;
- 1 satellite de surveillance des océans : Cosmos 2335. ■



Le satellite POLAR a pris cette première image globale en rayons-X de la zone aurorale de l'hémisphère nord de la Terre (source : NASA).

SATELLITES LANCES EN 1996

Nom	Lancement	Nat. (sat.)	Incl. (deg.)	Perigee (km)	Masse (kg)	Nom	Lancement	Nat. (sat.)	Incl. (deg.)	Perigee (km)	Masse (kg)
	Retombée	Nat. (lanç.)	Période (min)	Apogée (km)	Type orb.		Retombée	Nat. (lanç.)	Période (min)	Apogée (km)	Type orb.
STS-72 (Endeavour F10)	11-01-96	USA	28.4	185	98430E	Polar	24-02-96	USA	85.9	185	1258L
1996-01A	20-01-96		91.1	470	1	1996-13A			938.1	50551	1
SPARTAN 206	11-01-96	USA	28.4	302	1198	REX 2	09-03-96	USA	89.9	80	1110
1996-01B	20-01-96		90.6	310	1	1996-14A			101.2	832	1
Panamsat 3R	12-01-96	USA		(43°W)	1753	Intelsat 7-F7	14-03-96	ITSO		(1°W)	3650
1996-02A		ESA			1G	1996-15A		ESA			1G
Measat 1	12-01-96	MALS		(91.5°E)	839	Cosmos 2331	14-03-96	RUS	67.1	184	6500?
1996-02B		ESA			1G	1996-16A	11-06-96		89.8	350	1
Koreasat 2 (Mugunghwa)	14-01-96	SKOR		(115°E)	833	IRS-P3	21-03-96	IND	98.7	802	930
1996-03A		USA			1G	1996-17A			101.4	848	1
Cosmos 2327	16-01-96	RUS	83.0	974	795?	STS-76 (Atlantis F16)	22-03-96	USA	51.6	389	111737E
1996-04A			104.9	1034	1	1996-18A	30-03-96		92.5	411	1
Gorizont 31	25-01-96	RUS		(40°E)	2125?	Navstar 25 (USA 117)	28-03-96	USA	54.7	20078	1881L
1996-05A					1G	1996-19A			718.0	20282	1
Palapa C-1	01-02-96	INDO		(113°E)	1775	Inmarsat 3-F1	03-04-96	IMSO		(64°E)	1100
1996-06A		USA			1G	1996-20A		USA			1G
N-STAR b	05-02-96	JAP		(136°E)	2062	Astra 1F	08-04-96	LUX		(19°E)	1900
1996-07A		ESA			1G	1996-21A		RUS			1G
NEAR	17-02-96	USA			818	MSAT 1	20-04-96	CAN		(107°W)	1710
1996-08A					3	1996-22A		ESA			1G
Gonets D1-1	19-02-96	RUS	82.6	1400	225?	Priroda	23-04-96	RUS	51.6	338	19700?
1996-09A			113.9	1414	1	1996-23A			92.5	454	1
Gonets D1-2	19-02-96	RUS	82.6	1407	225?	MSX	24-04-96	USA	99.3	897	2680
1996-09B			114.0	141	1	1996-24A			103.5	905	1
Gonets D1-3	19-02-96	RUS	82.6	1410	225?	Cosmos 2332	24-04-96	RUS	82.9	294	500?
1996-09C			114.1	1417	1	1996-25A			103.6	1564	1
Cosmos 2328	19-02-96	RUS	82.6	1411	225?	USA 118	24-04-96	USA	64?	1300?	8000?
1996-09D			114.1	1415	1	1996-26A			720?	39200?	1
Cosmos 2329	19-02-96	RU	S 82.6	1412	225?	SAX	30-04-96	I-NL	4.0	583	1400?
1996-09E			114.2	1422	1	1996-27A		USA	96.5	603	1
Cosmos 2330	19-02-96	RUS	82.6	1412	225?	Progress M-31	05-05-96	RUS	51.6	163	7250?
1996-09F			114.2	1428	1	1996-28A	01-08-96		92.4	190	1
Raduga 33	19-02-96	RUS	48.6	242	2000?	USA 119	12-05-96	USA	63.4	1051	1
1996-10A	(exploded)		645.8	36502	1	1996-29A			107.4	1165	1
Soyuz TM-23	21-02-96	RUS	51.6	202	7150?	USA 120	12-05-96	USA	63.4	1050	1
1996-11A	03-09-96		88.6	240	1	1996-29B			107.4	1166	1
STS-75 (Columbia F19)	22-02-96	USA	28.5	294	103370E	USA 121	12-05-96	USA	63.4	1053	1
1996-12A	09-03-96		90.5	294	1	1996-29C			107.4	1163	1
TSS-1R	22-02-96	USA	28.5	294	518	USA 122	12-05-96	USA	63.4	1186	1
1996-12B	20-03-96		90.5	294	1	1996-29D			109.2	1194	1
						USA 123	12-05-96	USA	63.4	1056	1
						1996-29E			107.4	1161	1

Nom	Lancement	Nat. (sat.) Nat. (lanç.)	Incl. (deg.) Période (min)	Perigee (km) Apogée (km)	Masse (kg) Type orb.	Nom	Lancement	Nat. (sat.) Nat. (lanç.)	Incl. (deg.) Période (min)	Perigee (km) Apogée (km)	Masse (kg) Type orb.
USA 124 (TIPS) 1996-29F	12-05-96	USA	63.4 105.6	1018 1026	53 1	Telecom 2D 1996-44B	08-08-96	FRA ESA		(3°E)	1400 1G
Palapa C2 1996-30A	16-05-96	INDO ESA		(108°E)	1803 1G	Molniya 1-89 1996-45A	14-08-96	RUS	63.0 737.6	498 40828	1600? 1
Amos 1 1996-30B	16-05-96	ISR ESA		(4°W)	580 1G	Midori (ADEOS 1) 1996-46A	17-08-96	JAP	98.6 101.0	794 815	3500 1
MSTI 3 1996-31A	17-05-96	USA	97.0 91.3	297 384	200? 1	Fuji 3 (JAS 2) 1996-46B	17-08-96	JAP	98.6 106.3	797 1317	50 1 r
STS-77 (En- deavour F11) 1996-32A	19-05-96 29-05-96	USA	39.0 90.1	278 287	115612E 1	Soyuz TM-24 1996-47A	17-08-96 02-03-97	RUS	51.6 89.8	235 287	7150? 1
SPARTAN 207/IAE 1996-32B	19-05-96 29-05-96	USA	39.0 90.1	278 287	1296 1	Chinasat 7 (Zhongxing) 1996-48A	18-08-96	PRC	27.2 308.9	198 17320	700? 1
IAE 1996-32C	19-05-96 22-05-96	USA	39.0 90.1	278 287	60 1	FAST 1996-49A	21-08-96	USA	82.8 133.0	348 4159	187 1
PAMS-STU 1996-32D	19-05-96 26-10-96	USA	39.0 90.1	278 287	52 1	Musat 1996-50A	29-08-96	ARG RUS	62.1 98.7	231 1149	33 1
Galaxy 9 1996-33A	24-05-96	USA		(123°W)	654 1G	Magion 5 1996-50B	29-08-96	TCH RUS	62.5 347.3	774 19204	58 1
Gorizont 32 1996-34A	25-05-96	RUS		(52°E)	2125? 1G	Interball 2 1996-50C	29-08-96	R-U	62.5 347.3	774 19202	1250 1
Intelsat 709 1996-35A	15-06-96	ITSO ESA		(18°W)	2085 1G	Cosmos 2333 1996-51A	04-09-96	RUS	71.0 101.9	842 852	3250? 1
STS-78 (Columbia F20) 1996-36A	20-06-96 07-07-96	USA	39.0 89.9	267 267	116198E 1	Cosmos 2334 1996-52A	05-09-96	RUS	82.9 104.9	988 1023	825? 1
TOMS-EP 1996-37A	02-07-96	USA	97.4 97.6	500 500	295 1	Unamsat 2 1996-52B	05-09-96	MEX RUS	82.9 104.8	966 1010	17 1
USA 125 1996-38A	03-07-96	USA	55.0 90.6	292 319	1	Inmarsat 3-F2 1996-53A	06-09-96	IMSO RUS		(28°E)	1144L 1G
Apstar 1A 1996-39A	03-07-96	PRC		(134°E)	2800 1G	GE 1 1996-54A	08-09-96	USA		(103°W)	2764L 1G
Arabsat 2A 1996-40A	09-07-96	ARAB ESA		(25°E)	2100 1G	Echostar 2 1996-55A	11-09-96	USA ESA		(119°W)	2865L 1G
Turksat 1C 1996-40B	09-07-96	TUR ESA		(42°E)	2100 1G	Navstar 27 (USA 128) 1996-56A	12-09-96	USA	61.5 937.5	937 33649	1881L 1
Navstar 26 (USA 126) 1996-41A	16-07-96	USA	55.0 723.6	20272 20365	1881L 1	STS 79 (Atlantis F17) 1996-57A	16-09-96 26-09-96	USA	51.6 92.1	375 385	113105E 1
UFO 7 1996-42A	25-07-96	USA		(23°W)	1360 1G	Ekspress 2 1996-58A	26-09-96	RUS		(80°E)	2500 1G
Progress M-32 1996-43A	31-07-96 21-11-96	RUS	51.6 88.6	193 248	7250? 1	FSW-2 3 1996-59A	20-10-96 04-11-96	PRC	63.0 89.6	168 332	2600? 1
ITALSAT 2 1996-44A	08-08-96	ITA ESA		(12°E)	1200 1G	Molniya-3 48 1996-60A	24-10-96	RUS	62.8 736.3	608 40649	1750? 1

Nom	Lancement	Nat. (sat.)	Incl. (deg.)	Perigee (km)	Masse (kg)	Nom	Lancement	Nat. (sat.)	Incl. (deg.)	Perigee (km)	Masse (kg)
	Retombée	Nat. (lanç.)	Période (min)	Apogée (km)	Type orb.		Retombée	Nat. (lanç.)	Période (min)	Apogée (km)	Type orb.
SAC-B/HETE (+Pegasus)	04-11-96	A/US	38.0	488	480?	WSF 3	19-11-96	USA	28.5	347	2109
1996-61A		USA	95.1	556	1	1996-65C	07-12-96		91.6	359	1
Mars Global Surveyor	07-11-96	USA			1060L	Progress M-33	19-11-96	RUS	51.6	255	7250?
1996-62A					3	1996-66A	12-03-97		90.1	308	1
Arabsat 2B	13-11-96	ARAB		(32°E)	1610	Hot Bird 2	21-11-96	ETSO		(13°E)	2912L
1996-63A	ESA				1G	1996-67A		USA			1G
Measat 2	13-11-96	MALS		(148°E)	900	Mars Pathfinder	04-12-96	USA			890
1996-63B		ESA			1G	1996-68A					3
Mars 96	16-11-96	RUS	51.6	87?	6825L	Cosmos 2335	11-12-96	RUS	65.4	403	3000?
1996-64A	18-11-96		100.7?	1500?	1	1996-69A			92.7	417	1
STS 80 (Columbia F21)	19-11-96	USA	28.4	347	102946E	Inmarsat 3-F3	18-12-96	IMSO		(157°E)	1100
1996-65A	07-12-96		91.6	358	1	1996-70A		USA			1G
ORFEUS-SPAS 2	19-11-96	G-US	28.5	349	3573	Cosmos 2336	20-12-96	RUS	83.0	995	795?
1996-65B	07-12-96		91.6	356	1	1996-71A			105.0	102	6
						USA 129	20-12-96	USA	97.8	146	13000
						1996-72A			94.9	878	1
						Bion 11	24-12-96	RUS	62.8	225	6000?
						1996-73A	07-01-97		90.5	401	

Documentation disponible à l'Observatoire royal de Belgique

- Annuaire de l'Observatoire royal de Belgique 1996*
bilingue français-néerlandais, de format 12 cm x 17,5 cm, 243 pages, 1995 500 BEF
- Livre d'hommage au Roi*
édité par les Institutions scientifiques nationales, 335 pages, cartonné, richement illustré 1500 BEF
- Tiré à part du même livre contenant l'introduction et la présentation des trois Institutions du plateau d'Uccle
(Observatoire royal, Institut royal météorologique, Institut d'aéronomie spatiale) 350 BEF
- Tiré à part du même livre contenant seulement l'introduction et la présentation de l'Observatoire royal 200 BEF
- Charles Fievez, ingénieur, militaire, chimiste, spectroscopiste, astronome, homme politique,...*
La brochure biographique rédigée en trois langues (français, néerlandais, anglais), de format A4, agrémentée d'illustrations anciennes, raconte la vie assez exceptionnelle de ce chercheur passionné, mort prématurément, qui consacra seulement une dizaine d'années de sa vie à l'astrophysique 150 BEF

Cette documentation peut être commandée à l'O.R.B., avenue Circulaire 3, 1180 Bruxelles en versant le montant indiqué (frais d'envoi compris) au compte 210-0253468-59 ou 000-0346177-81 de l'OBSERVATOIRE - Groupement ESPACE, avenue Circulaire 3, 1180 Bruxelles

La brochure consacrée à Charles Fievez peut également être retirée à l'Observatoire royal de Belgique (avenue Circulaire 3, 1180 Bruxelles) ou au planétarium du Heysel (avenue de Bouchout 10, 1020 Bruxelles) au prix de 100 BEF.