

# Bilan annuel

## ASTRONAUTIQUE 90

par Jacques Vercheval

Institut d'Aéronomie spatiale

L'année 1990 a connu 116 ancements de satellites artificiels: 75 lancements ont été effectués par l'Union Soviétique, 27 par les Etats-Unis, 5 par la République Populaire de Chine et l'Agence Spatiale Européenne, 3 par le Japon et 1 par Israël.

Sur les 167 satellites placés sur orbite, on dénombre :

16 satellites scientifiques (notamment *Hubble*);

9 vaisseaux habités (6 navettes US et 3 *Soyuz* soviétiques);

4 vaisseaux automatiques de ravitaillement (*Progress*);

1 module de la station orbitale Mir (*Kristall*);

2 sondes spatiales (*Ulysses* et *Hiten*);

1 satellite lunaire (*Hagoromo*);

31 satellites de télécommunications;

7 satellites pour radio-amateurs;

5 satellites de télédétection (notamment *Spot 2*);

7 satellites de navigation;

1 satellite technologique;

83 satellites d'applications militaires.

Les éléments de l'orbite initiale des satellites sont donnés dans le tableau placé au milieu de cet article. On y trouve successivement :

1) la désignation internationale délivrée par le COSPAR (Committee on Space Research);

2) le nom du satellite avec l'orthographe habituellement trouvée dans la littérature anglaise. Le nom des satellites astronomiques, géophysiques, météorologiques et géodésiques a été souligné dans le tableau;

3) le pays ou l'organisation propriétaire du satellite écrit sous forme abrégée : AUS = Australie; ESA = Agence Spatiale Européenne; FRA = France; RFA = République Fédérale Allemande; IMSO = Organisation Inmarsat; INDO = Indonésie; ISR = Israël; ITSO = Organisation Intelsat; JAP = Japon; PAK = Pakistan; RPC = République Populaire de Chine; UK = Royaume-Uni;

4) la date de lancement en se référant au temps universel (UT);

5) l'inclinaison, exprimée en degrés, de l'orbite sur l'équateur;

6) la période de révolution exprimée en minutes;

7) l'altitude du périégée exprimée en kilomètres;

8) l'altitude de l'apogée exprimée en kilomètres;

9) la masse du satellite exprimée en kilogrammes. La présence d'un astérisque indique que la masse donnée est incertaine;

10) la date de la chute en se référant au temps universel. Pour un satellite géostationnaire, on donne la longitude ouest de sa position au-dessus de l'équateur.

Avant de décrire brièvement les missions des principaux satellites lancés en 1990, nous avons dressé au tableau I la liste des anciens satellites retombés depuis la parution du «Bilan annuel: Astronautique 1989» dans Ciel et Terre, Vol. 107, 119-124, 1991 (voir tableau I).

### Les satellites scientifiques

Les missions des 16 satellites à vocation scientifique relèvent de l'astronomie (*Hubble*, *Rosat*, *Gamma*), l'aéronomie (*CRRES*, *Pegsat*, *Offeq 2*, *China 31* et *32*), la météorologie

(*Meteor 2-19* et *20*, *Feng-Yun 1-2*), la géodésie (*Cosmos 2088*), l'océanographie (*MOS-1B* et *Okean 2*), la biologie (*China 33*) ou sont consacrées à des expériences en microgravité (*Foton 3*).

Largué de la navette *Discovery* au cours de la mission *STS 31*, *Hubble* est le plus sophistiqué des satellites astronomiques lancés à ce jour. Il mesure 13,1 m de long sur 4,3 m de diamètre maximal et 12 m d'envergure, panneaux solaires déployés. Il est doté d'un télescope HST (*Hubble Space Telescope*) comportant un miroir principal de 2,4 m de diamètre et un miroir secondaire de 0,3 m espacés de 4,9 m. Cinq instruments optiques détectent et analysent la lumière dans le plan focal, derrière le miroir principal: une caméra *WFPC* (*Wide Field Planetary Camera*) pour l'étude des planètes, une caméra *FOC* (*Faint Object Camera*) de construction européenne et destinée à l'observation des objets faiblement lumineux, un spectrographe *FOS* (*Faint Object Spectrograph*) conçu pour analyser la composition chimique d'objets faibles tels que comètes et galaxies lointaines, un spectrographe *HRS* (*High Resolution Spectrograph*) opérant dans l'ultraviolet et, enfin, un photomètre *HSP*

Tableau I: Anciens satellites retombés

Nom	Désignation	Date de retombée
Cosmos 151	1967-27A	6 MAI 1991
Meteor 9	1971-59A	27 août 1991
Cosmos 476	1972-11A	25 octobre 1991
Cosmos 673	1964-66A	1 juin 1991
Cosmos 744	1975-56A	12 octobre 1991
Triad 2	1975-99A	26 mai 1991
Molniya 1-33	1976-21A	10 octobre 1990
Molniya 2-16	1976-116A	21 février 1991
Molniya 1-47	1980-53A	1 avril 1991
Hinotori	1981-17A	11 juillet 1991
SME	1981-100A	5 mars 1991
Ginga	1987-12A	1 novembre 1991
Cosmos 1838	1987-36A	15 mai 1991
Cosmos 1839	1987-36B	8 mai 1991
Cosmos 1840	1987-36C	14 septembre 1991

(High Speed Photometer) permettant d'enregistrer en 10 microsecondes les variations de luminosité d'un astre. Tous ces instruments fonctionnent dans le visible et l'ultraviolet à l'exception du HRS; cependant, le WFPC est également sensible au proche infrarouge. Le coût global de la réalisation et de l'exploitation du HSP pendant une quinzaine d'années s'élève à quelque 5,7 milliards de dollars. Le défaut de construction du miroir principal constaté peu après le lancement (aberration sphérique) ne permettra pas d'obtenir la qualité escomptée sur le plan des observations. Néanmoins, en attendant une éventuelle correction de ce défaut, les images déjà reçues s'avèrent inédites (pour de plus amples informations, voir *Ciel et Terre*, n° 2 et 6 de 1990).

Autre satellite astronomique, *Rosat* (Roentgen Satellite) a pour mission de constituer un catalogue détaillé des sources de rayons X telles que des quasars ou systèmes célestes avec étoiles à neutrons (pulsars) ou trous noirs (collapsars). Sur les 50 000 à 100 000 sources qui devraient pouvoir être détectées, un millier feront l'objet d'études plus précises. Cette mission, fruit d'une coopération entre les Etats-Unis et l'Allemagne Fédérale, fait suite à celle de HEAO 2 lancé en 1979.

Le satellite soviétique *Gamma* est destiné à entreprendre une recherche systématique des sources de rayonnement gamma. L'instrument principal est un télescope gamma travaillant entre 50 MeV et 5 GeV avec une sensibilité maximale pour des énergies voisines de 1 GeV. Des détecteurs opèrent aussi en bande X et dans le domaine du rayonnement gamma mou entre 20 keV et 5 MeV. Il s'agit d'une collaboration entre l'URSS, la Pologne et la France.

Dans le domaine de l'astronomie, il convient également de mentionner l'observatoire astronomique Astro-1 et le télescope BBXRT embarqués à bord de la navette *Columbia* lors de la mission STS 35. Astro 1 était constitué d'un photopolarimètre et de deux télescopes ultraviolets pour l'observation de 250 objets célestes présélectionnés; une série de défaillances et, en particulier, un mauvais fonctionnement du système de pointage IPS mis au point par l'Agence Spatiale Européenne, n'a autorisé que la visée manuelle de 135 objets. De son côté, BBXRT a rempli sa mission d'observation des sources X.

Dans le domaine de l'aéronomie, les satellites *CRRES* (Combined Release and Radiation Satellite) et *Pegsat* ont permis d'étudier l'ionosphère et la magnétosphère terrestres à l'aide de traceurs chimiques lâchés à haute altitude. *CRRES* a observé aussi les effets des radiations naturelles sur la micro-électronique et évalué la performance de cellules solaires en arséniure de gallium. *Pegsat* a été mis en orbite par une fusée Pegasus à 3 étages larguée à une altitude

d'environ 13 000 mètres par un B-52 de l'USAF affrété par la NASA.

Les satellites *China 31 et 32* étaient des ballons destinés à l'étude des couches supérieures de l'atmosphère terrestre, alors que le satellite israélien *Offeq 2*, placé sur une orbite rétrograde puisque son lancement s'est effectué vers l'ouest, était destiné à récolter des informations à la fois sur l'atmosphère et le champ magnétique terrestres; selon les Etats-Unis, *Offeq 2* aurait également effectué une mission de reconnaissance militaire.

Lancé par une fusée Longue Marche 4, le second satellite météo chinois *Feng Yun 2* remplace son prédécesseur tombé en panne peu après son lancement en 1988.

L'un des deux satellites océanographiques lancés en 1990 est japonais : *MOS-1B* (Marine Observation Satellite), alias Momo-1B, est équipé d'un radiomètre multispectral à balayage électronique dans le visible et le proche infrarouge, d'un autre radiomètre multispectral visible et infrarouge à sondage vertical et d'un radiomètre micro-ondes. A remarquer que *MOS-1B* est l'un des 3 satellites (avec *Orizuru* et *Fuji 2*) à avoir été lancés pour la première fois par une même fusée japonaise.

La mission de *China 33* a été consacrée à des expériences sur des animaux et des plantes pour «préparer le futur voyage d'un astronaute». La capsule qui les contenait a été récupérée le 13 octobre 1990.

*Foton 3* poursuit le programme de fabrication en microgravité de divers types de matériaux et préparations biologiques.

## Les vols humains

Six vols de navette américaine sont accomplis en 1990. Le premier est celui de la navette *Columbia* au cours de la mission STS 32. L'équipage est constitué du commandant Daniel C. Brandenstein, du pilote James D. Wetherbee et des spécialistes de mission Marsha S. Ivins, Bonnie J. Dunbar et David Low

La première tâche consiste à procéder au largage du satellite de télécommunications militaire *Syncom IV-5*, alias *Leasat 5*. Une seconde phase de la mission est de récupérer le satellite scientifique *LDEF* après 5,5 ans passés en orbite; par précaution, l'équipage photographie et observe les 10 000 échantillons de matériaux dont est pourvu *LDEF*; il s'avère que les matériaux sont susceptibles de corrosion et de détérioration après de longues expositions au milieu spatial. Les astronautes procèdent ensuite à l'exécution d'un programme scientifique et technique comportant, outre un aspect médical (échographie spatiale), une série

d'expériences de cristallographie de certaines protéines, l'observation de la Terre avec une caméra IMAX 70 mm et, à nouveau, les expériences MLE (Mesoscale Lightning Experiment) d'observation des éclairs d'orages et AMOS (Air Force Maui Optical Site) pour analyser la signature optique de la navette. Le retour sur Terre s'effectue au Centre d'Edwards en Californie, au cours de la 173<sup>e</sup> révolution, après un vol-record pour une navette de 10 jours 20 heures 00 minute 37 secondes.

La mission STS 36 de la navette *Atlantis* est beaucoup plus courte; elle ne dure que 4 jours 10 heures 19 minutes. Il s'agit d'une mission militaire au cours de laquelle un satellite d'observation et d'écoute électronique, *USA 53*, est mis en orbite. L'équipage est constitué de 5 militaires. Le retour s'effectue à la base d'Edwards.

La mission STS 31 de la navette *Discovery* est assurée par un équipage entièrement constitué de vétérans : le commandant Loren J. Shriver, le pilote Charles F. Bolden et les spécialistes Steven A. Hawley, Bruce Mc Candless et Kathryn D. Sullivan. L'objectif principal de cette mission est la mise en orbite du satellite astronomique *Hubble* décrit précédemment. Dépourvu de moteur, *Hubble* doit être placé à une altitude suffisamment élevée pour que, son orbite n'étant pas trop affectée par la traînée atmosphérique, il puisse opérer pendant une quinzaine d'années. Une altitude d'environ 600 km a été retenue, altitude record pour un séjour d'astronautes sur une orbite terrestre. Cette altitude confère d'ailleurs un intérêt inédit au programme d'observation de la Terre et aux photographies prises par une caméra IMAX. D'autres expériences portent, par exemple, sur les radiations rencontrées à l'altitude de vol ou sur l'étude de la forme d'un arc électrique en microgravité ou encore sur la poursuite du programme de cristallisation de protéines. Le retour s'effectue à Edwards au cours de la 75<sup>e</sup> révolution au terme d'un vol de 13 heures 39 minutes 58 secondes.

Les vols des navettes sont ensuite suspendus pendant plus de 5 mois, après qu'une fuite d'hydrogène a été détectée dans le circuit d'alimentation du réservoir externe d'*Atlantis*. Les vols reprennent avec *Discovery* dont la mission principale est de lancer la sonde européenne *Ulysses*. L'équipage est composé de deux vétérans, le commandant de bord Richard N. Richards et le spécialiste de mission William M. Shepherd, et de trois néophytes, le pilote Robert D. Cabana et les deux autres spécialistes de mission Bruce E. Melnich et Thomas D. Akers. Après s'être acquittés parfaitement du lancement d'*Ulysses*, les astronautes effectuent des observations de la Terre et procèdent à quelques expériences scientifiques ayant trait à la croissance des végétaux et à l'étude d'une flamme en apesanteur. Le vol est particulièrement court puisqu'il ne dure que

98 heures 10 minutes (retour à Edwards).

La navette *Atlantis* accomplit une nouvelle mission militaire au cours du vol STS 38. L'équipage se compose du commandant Richard C. Covey, du pilote Franck L. Culbertson et des 3 spécialistes de mission Robert C. Springer, Carl J. Meade et Charles D. Gemar. L'objectif est de larguer le satellite militaire USA 67 chargé vraisemblablement d'observer la région du golfe Persique. Le retour s'effectue à Edwards au terme d'un vol de l'ordre de 117 heures.

Il a été dit plus haut que la station astronomique *Astro 1* installée dans la soute de *Columbia*, lors de la mission STS 35, n'a pas fourni les résultats escomptés. D'autres défaillances, en particulier celle du circuit de vidange des eaux usées, ont conduit les responsables à écourter le vol d'une journée; il s'achève à Edwards après 8 jours 23 heures et quelques minutes. L'équipage comprenait sept astronautes : le commandant Vance D. Brand, le pilote Guy S. Gardner ainsi que Michael Lounge, Jeffrey Hoffman, Robert Parker, Samuel Durrance et Ronald Parise.

Au premier janvier 1990, la station soviétique *Mir* est occupée (depuis le 8 septembre 1989) par les cosmonautes Alexandre Viktorenko et Alexandre Serebrov. Avant leur relève par l'équipage de *Soyuz TM9*, ils effectuent cinq sorties extra-véhiculaires : une première sortie de 3 heures, le 8 janvier, pour installer deux senseurs stellaires sur le module *Kvant 2*; une deuxième sortie de 2 h 54 min, le 11 janvier, afin d'installer un capteur de micrométéorites et une instrumentation scientifique pour l'étude de l'ionosphère et la magnétosphère; une troisième sortie de 3 h 02 min le 26 janvier; une quatrième sortie de 4 h 59 min, le 1<sup>er</sup> février, pour tester le nouveau scaphandre extra-véhiculaire Orlane et le «fauteuil volant» Icare (par Serebrov); une cinquième sortie de 3 h 45 min pour des tests similaires, Icare étant cette fois essayé par Viktorenko.

*Soyuz TM9* accoste la station le 13 février avec à son bord Anatoli Soloviev et Alexandre Balandine. Le 19 février, après un vol de 166 jours 6 heures 58 minutes, Viktorenko et Serebrov regagnent la Terre à bord de *Soyuz TM8*. Le nouvel équipage procède notamment à diverses expériences de fabrication de matériaux en microgravité, utilisant pour cela les fours de la station. Le revêtement de protection thermique externe de *Soyuz TM9* ayant été arraché sur une longueur d'environ 2 m, probablement lors du lancement, il est impérieux de procéder à sa réparation au cours d'une sortie extra-véhiculaire; dans un premier temps, le 8 mai, le vaisseau de ravitaillement *Progress 42* apporte le matériel nécessaire; le 27 mai, *Progress 42* est largué pour permettre aux cosmonautes d'amener le vaisseau *Soyuz TM9* sur le sas arrière de *Mir*, du côté du module

*Kvant 1*; le sas longitudinal avant peut alors accueillir, le 10 juin, le troisième module spécialisé, en l'occurrence le module «Technologique» *Kristall*; son transfert sur le sas latéral, face au module *Kvant 2*, s'effectue le lendemain à l'aide d'un télémanipulateur automatique; l'adjonction de *Kristall* porte la masse totale du complexe orbital à 83 tonnes; *Kristall* apporte aux cosmonautes l'échelle de 7 m dont ils ont besoin pour accéder à la partie détériorée du revêtement thermique; la réparation est laborieuse et nécessite deux sorties dans l'espace, l'une de près de 7 heures le 18 juillet, l'autre de 3 h 31 min le 26 juillet.

Mais une nouvelle difficulté surgit : la porte de sortie du sas du module *Kvant 2* refuse de se fermer : ce problème ne pourra être réglé que plus tard.

Le module *Kristall* mesure 12,5 m de long avec un diamètre maximal de 4,35 m pour une masse de 19,5 tonnes. Il dispose de dispositifs d'amarrage pour une jonction avec la navette *Bourane*, voire avec une navette américaine! Il est équipé pour des recherches en astrophysique, biologie et télédétection. Mais sa vocation première est de permettre, grâce aux fours dont il est pourvu, la fabrication de semi-conducteurs de grande qualité, en particulier des cristaux d'arséniure de gallium.

Le 3 août, le vaisseau *Soyuz TM10*, avec à son bord Guennady Strekalov et Guennady Mannakov, opère la jonction avec *Mir*. Six jours plus tard, Soloviev et Balandine regagnent la Terre avec le *Soyuz TM9* au terme d'un séjour de 179 jours 1 heure 19 minutes dans l'espace. Ils ramènent 130 kg d'échantillons biologiques, films, vaccins et semi-conducteurs fabriqués dans *Kristall*.

Le 17 août, *Progress M4* s'amarré à la station *Mir*. Il s'en détache le 17 septembre, offrant l'opportunité de tester pour la première fois le processus de récupération de la capsule balistique dont seront équipés les nouveaux vaisseaux-cargos *Progress M*. Cette capsule de 350 kg permettra de ramener au sol une charge utile de 50 à 150 kg. Le 29 septembre, c'est au tour de *Progress M5* de rejoindre la station. Outre le déchargement du fret des deux *Progress*, Strekalov et Manakov effectuent divers travaux allant de l'étude des plantes en apesanteur à la fabrication de monocristaux d'arséniure de gallium en passant par des observations astrophysiques et des prises de vue à haute résolution de l'URSS.

*Progress M5* s'étant détaché du complexe orbital le 28 novembre, le vaisseau *Soyuz TM11* peut s'amarrer, le 4 décembre, sur le sas arrière, en l'occurrence sur le module *Kvant 1*. A son bord, les soviétiques Victor Afanassiev et Moussa Manarov ainsi qu'un journaliste japonais Toyohiro Akiyama. La principale tâche de ce dernier est d'effectuer 30 min de repor-

tage quotidien pour le compte de la chaîne privée de télévision japonaise «Tokyo Broadcasting System» qui, pour ce vol, a déboursé 12 millions de dollars! Le premier cosmonaute japonais revient sur Terre, le 10 décembre, à bord de *Soyuz TM10*, en compagnie de Strekalov et Manakov; les deux soviétiques ont séjourné 130 jours 20 heures 33 minutes dans l'espace.

## Les sondes spatiales

*Ulysses* est (après *Giotto*) la seconde sonde spatiale de l'ESA (voir *Ciel et Terre*, Vol. 106, N\_4, 101-103, 1990). Il s'agit cependant d'un projet commun NASA/ESA. Alors que l'ESA a fourni la sonde, la NASA a assuré son lancement et fourni le générateur thermo-électrique à radio-isotopes qui alimente en énergie tous les instruments scientifiques ainsi que l'ensemble des sous-systèmes. La NASA est également responsable de l'utilisation de son réseau de poursuite de l'espace lointain. Les expériences embarquées sont à peu près pour moitié européennes et américaines. Ces expériences ont pour objet de récolter des informations inédites et fondamentales sur la troisième dimension inexplorée de l'héliosphère et plus particulièrement sur les régions polaires du Soleil. Le survol du pôle sud du Soleil s'effectuera en août 1994, soit deux ans et demi après celui de la planète Jupiter dont la force gravitationnelle sera exploitée pour propulser *Ulysses* dans un plan perpendiculaire à l'écliptique.

*Ulysses* emporte neuf instruments scientifiques; ils fournissent des données sur le plasma du vent solaire (expérience BAM), la composition ionique du vent solaire (GLG), les poussières cosmiques (GRU), le champ magnétique (HED), les sursauts gamma et le rayonnement X solaire (HUS), les particules énergétiques et gaz interstellaires (KEP), les particules chargées de basse énergie (LAN), le rayonnement cosmique et le rayonnement corpusculaire du Soleil (SIM), et enfin, les ondes radio et ondes de plasma (STO). Bien entendu, *Ulysses* collecte des informations depuis son lancement, c'est-à-dire dans l'écliptique jusqu'à son survol de Jupiter. Il convient aussi de signaler que l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique a été désigné pour procéder à une étude des discontinuités directionnelles du vent solaire sur la base des informations recueillies.

La sonde japonaise *Muses-A*, alias *Hiten*, a été lancée en direction de la Lune tout en se maintenant sur une orbite géocentrique fortement elliptique; on parle également de trajectoire «swing by», car ce type d'orbite conduit l'engin à se comporter tantôt comme satellite de la Lune, tantôt comme satellite de la Terre. Seul, le petit module qui s'en est détaché, Hagoromo, a été placé sur une orbite proprement dite autour de la Lune. Le but de cette

SATELLITES ARTIFICIELS, 1990

DES COSPAR	NOM	NAT.	DATE LANCEMENT	I (DEG.)	P (MIN)	ALTITUDE (KM) PERIGEE APOGEE		MASSE (KG)	DATE DE CHUTE
01A	SKYNET 4A	UK USA	1 <sup>er</sup> JANV.	[	ORBITE	GÉOSTATIONNAIRE	]	1433	
01B	JC SAT 2	JAP USA	1 <sup>er</sup> JANV.	[	ORBITE	GÉOSTATIONNAIRE	]	2280	
02A	STS 32 (COLUMBIA F9)	USA	9 JANV.	28.4	90.3	316	342	84079*	20 JANV. 90
02B	SYNCOM IV-5 (LEASAT 5)	USA	9 JANV.	[	ORBITE	GÉOSTATIONNAIRE : 177°	OUEST ]	6900	
03A	COSMOS 2055	URSS	17 JANV.	62.8	89.6	251	280	6300*	29 JANV. 90
04A	COSMOS 2056	URSS	18 JANV.	74.0	100.8	779	819	750*	
05A	SPOT 2	FRA ESA	22 JANV.	98.7	101.2	802	831	1750	
05B	UOSAT 3 (OSCAR 14)	UK ESA	22 JANV.	98.7	100.9	790	805	46	
05C	UOSAT 4 (OSCAR 15)	UK ESA	22 JANV.	98.7	100.9	788	805	48	
05D	PACSAT (OSCAR 16)	USA ESA	22 JANV.	98.7	100.9	789	805	10	
05E	DOVE (OSCAR 17)	USA ESA	22 JANV.	98.7	100.9	788	805	10	
05F	WEBERSAT (OSCAR 18)	USA ESA	22 JANV.	98.7	100.9	787	805	12	
05G	LUSAT (OSCAR 19)	USA ESA	22 JANV.	98.7	100.9	787	805	10	
06A	MOLNIYA 3-37	URSS	23 JANV.	62.8	700.9	642	38892	1000*	
07A	HITEN (MUSES-A)	JAP	24 JANV.	29.7	12.4	4893	435037	185	
07B	HAGOROMO	JAP	24 JANV.					11	
08A	NAVSTAR 2-06 (USA 50)	USA	24 JANV.	54.6	713.6	19978	20189	1667	
09A	COSMOS 2057	URSS	25 JANV.	62.8	89.7	195	349	6700	19 MARS 90
10A	COSMOS 2058	URSS	30 JANV.	82.5	97.8	650	678		
11A	DFH-2A (CHINA 26)	RPC	04 FEVR.	[	ORBITE	GÉOSTATIONNAIRE	]	1024	
12A	COSMOS 2059	URSS	06 FEVR.	65.8	110.0	191	2276		12 NOV. 90
13A	MOS 1B (MOMO 16)	JAP	07 FEVR.	99.1	103.4	913	940	740	
13B	ORIZURU (DEBUT)	JAP	07 FEVR.	99.1	110.5	903	1614	50	
13C	FUJI 2 (OSCAR 20)	JAP	07 FEVR.	99.1	112.2	920	1746	50	
14A	SOYUZ TM9	URSS	11 FEVR.	51.6	90.7	290	334	7070	19 AOÛT 90
15A	LACE (USA 51)	USA	14 FEVR.	43.1	95.3	532	549	1400	
15B	RME (USA 52)	USA	14 FEVR.	43.1	93.8	464	470	1040	
16A	RADUGA 25	URSS	15 FEVR.	[	ORBITE	GÉOSTATIONNAIRE	]	2000*	
17A	NADEZHDA 2 (COSPOS 5)	URSS	27 FEVR.	83.0	104.9	975	1032	810	
18A	OKEAN 2	URSS	28 FEVR.	82.5	97.8	655	679		
19A	STS 36 (ATLANTIS F6)	USA	28 FEVR.	61.9	89.4	248	264	78026 E	4 MARS 90
19B	USA 53	USA	28 FEVR.	65.0	101.0	801	808		
20A	PROGRESS M3	URSS	28 FEVR.	51.6	88.6	188	245	7020*	28 AVR. 90
21A	INTELSAT 6 F-3	ITSO USA	14 MARS	28.3	92.1	376	401	2560	
22A	COSMOS 2060	URSS	14 MARS	65.0	92.7	412	430		1 <sup>er</sup> SEPT. 91
23A	COSMOS 2061	URSS	20 MARS	82.9	105.1	994	1031	810	
24A	COSMOS 2062	URSS	22 MARS	82.3	88.6	194	250	6300*	
25A	NAVSTAR 2-07 (USA 54)	USA	26 MARS	54.9	707.6	19769	20085	1667	
26A	COSMO 2063	URSS	27 MARS	62.9	709.2	602	39346	1250*	
27A	OFFEQ 2	ISR	03 AVRIL	143.2	102.5	209	1577	160	9 JUILL. 90
28A	PEGSAT	USA	05 AVRIL	94.1	96.4	500	682	1160*	
28B	USA 55	USA	05 AVRIL	94.1	96.3	498	673	68	
29A	COSMOS 2064	URSS	06 AVRIL	74.0	115.5	1463	1491	40*	
29B	COSMOS 2065	URSS	06 AVRIL	74.0	115.3	1462	1476	40*	
29C	COSMOS 2066	URSS	06 AVRIL	74.0	114.4	1387	1463	40*	
29D	COSMOS 2067	URSS	06 AVRIL	74.0	114.5	1401	1463	40*	
29E	COSMOS 2068	URSS	06 AVRIL	74.0	114.7	1415	1463	40*	
29F	COSMOS 2069	URSS	06 AVRIL	74.0	114.8	1430	1463	40*	
29G	COSMOS 2070	URSS	06 AVRIL	74.0	115.0	1444	1463	40*	
29H	COSMOS 2071	URSS	06 AVRIL	74.0	115.2	1460	1463	40*	
30A	ASIASAT 1	USA	07 AVRIL	[	ORBITE	GÉOSTATIONNAIRE	]	1247	
31A	USA 56	USA	11 AVRIL	90.0				80*	
31B	USA 57	USA	11 AVRIL	90.0				80*	
31C	USA 58	USA	11 AVRIL	90.0				80*	
32A	FOTON 3	URSS	11 AVRIL	62.8	90.5	225	389	6200*	27 AVRIL 90
33A	COSMOS 2072	URSS	13 AVRIL	64.8	89.0	189	248	6700*	22 NOV. 90
34A	PALAPA 6	INDO USA	13 AVRIL	[	ORBITE	GÉOSTATIONNAIRE : 252°	OUEST ]	1200*	
35A	COSMOS 2073	URSS	17 AVRIL	82.3	88.7	189	267	6300*	28 AVRIL 90
36A	COSMOS 2074	URSS	20 AVRIL	83.0	104.9	982	1016	810	
37A	STS 31 (DISCOVERY F10)	USA	24 AVRIL	28.5	96.4	581	612	68635 E	29 AVRIL 90
37B	HUBBLE S.T.	USA	24 AVRIL	28.4	96.8	611	620	10878	
38A	COSMOS 2075	URSS	25 AVRIL	74.0	94.6	489	522		
39A	MOLNIYA 1-77	URSS	26 AVRIL	62.8	736.0	654	40747	1000*	
40A	COSMOS 2076	URSS	28 AVRIL	62.8	709.0	613	39342	1250*	
41A	PROGRESS 42	URSS	5 MAI	51.6	88.7	194	261	7020	27 MAI 90
42A	COSMOS 2077	URSS	7 MAI	62.9	89.6	195	346	6700*	4 JUILL. 90

SATELLITES ARTIFICIELS, 1990

DES COSPAR	NOM	NAT.	DATE LANCEMENT	I (DEG.)	P (MIN)	ALTIITUDE (KM) PERIGEE APOGEE		MASSE (KG)	DATE DE CHUTE
43A	MACSAT 1	USA	9 MAI	89.8	98.6	641	783	68	
43B	MACSAT 2	USA	9 MAI	89.8	98.6	640	782	68	
44A	COSMOS 2078	URSS	15 MAI	70.0	89T3	206	307	6700*	28 JUIN 90
45A	COSMOS 2079	URSS	19 MAI	64.9	664.6	18565	19131	1400	
45B	COSMOS 2080	URSS	19 MAI	64.9	671.3	18910	19127	1400	
45C	COSMOS 2081	URSS	19 MAI	64.9	667.0	18693	19125	1400	
46A	COSMOS 2082	URSS	22 MAI	71.0	102.0	852	880		
47A	RESURS F-6	URSS	29 MAI	82.3	88.7	190	260	6300	14 JUIN 90
48A	KRISTALL	URSS	31 MAI	51.6	89.9	220	346	19500	
49A	ROSAT	RFA	1 <sup>er</sup> JUIN	53.0	96.1	567	588	2424	
		US							
50A	USA 59	USA	8 JUIN	60.9	93.5	448	448		
50B	USA 60	USA	8 JUIN						
50C	USA 61	USA	8 JUIN						
50D	USA 62	USA	8 JUIN						
51A	INSAT 1D	IND	12 JUIN	[	ORBITE GÉOSTATIONNAIRE ]			1190	
		USA							
52A	MOLNIYA 3-38	URSS	13 JUIN	62.8	738.0	492	40839	1000*	
53A	COSMOS 2083	URSS	19 JUIN	82.6	88.7	192	262	6300	3 JUILL.90
54A	GORIZONT 20	URSS	20 JUIN	[	ORBITE GÉOSTATIONNAIRE ]			2000*	
55A	COSMOS 2084	URSS	21 JUIN	62.8	98.2	590	756	1250*	
56A	INTELSAT 6 F-4	ITSO	23 JUIN	[	ORBITE GEOSTATIONNAIRE ]			2560	
		USA							
57A	METEOR 2-19	URSS	27 JUIN	82.3	104.1	951	974		
58A	GAMMA	URSS	11 JUILL.	51.6	88.4	190	233	7320*	
59A	BADR-1	PAK	16 JUILL.	28.5	96.3	201	984	50	3 DEC. 90
		RPC							
59B	AUSSAT 2	AUS	16 JUILL.	28.5	96.4	204	990		9 OCT. 90
		RPC							
60A	RESURS-F7	URSS	17 JUILL.	82.3	88.9	194	278	6300	16 AOÛT 90
61A	COSMOS 2085	URSS	18 JUILL.	[	ORBITE GÉOSTATIONNAIRE ]				
62A	COSMOS 2086	URSS	20 JUILL.	82.3	88.7	191	258	6300*	3 AOÛT 90
63A	TDF 2	FRA	24 JUILL.	[	ORBITE GÉOSTATIONNAIRE : 19° OUEST ]			1318	
		ESA							
63B	DFS 2 (KOPERNIKUS 2)	RFA	24 JUILL.	[	ORBITE GÉOSTATIONNAIRE : 341.5° OUEST)			1422	
		ESA							
64A	COSMOS 2087	URSS	25 JUILL.	62.8	709.0	613	39342	1250*	
65A	CRRES	USA	25 JUILL.	18.2	591.9	335	33612	1694	
66A	COSMOS 2088 (GEO-1K 3)	URSS	30 JUILL.	73.6	116.5	1502	1537		
67A	SOYUZ TM10	URSS	1 <sup>er</sup> AOÛT	51.6	91.3	312	371	7070	10 DEC.90
68A	NAVSTAR 2-08 (USA 63)	USA	2 AOÛT	54.7	722.7	19931	20665	1667	
69A	COSMOS 2089	URSS	3 AOÛT	62.8	89.9	186	357	6700*	1 <sup>er</sup> OCT. 90
70A	COSMOS 2090	URSS	8 AOÛT	82.6	113.9	1391	1414	230	
70B	COSMOS 2091	URSS	8 AOÛT	82.6	114.1	1413	1414	230	
70C	COSMOS 2092	URSS	8 AOÛT	82.6	114.1	1407	1414	230	
70D	COSMOS 2093	URSS	8 AOÛT	82.6	114.0	1401	1414	230	
70E	COSMOS 2094	URSS	8 AOÛT	82.6	113.9	1395	1414	230	
70F	COSMOS 2095	URSS	8 AOÛT	82.6	113.8	1384	1414	230	
71A	MOLNIYA 1-78	URSS	10 AOÛT	62.7	736.0	646	40634	1000*	
72A	PROGRESS M4	URSS	15 AOÛT	51.6	88.7	186	235	7020	
73A	RESURS-F8	URSS	16 AOÛT	82.3	88.5	176	229	6300	1 <sup>er</sup> SEPT.90
74A	MARCOPOLO 2 (BSB-R2)	UK	18 AOÛT	[	ORBITE GEOSTATIONNAIRE : 31° OUEST ]			1120*	
		US							
75A	COSMOS 2096	URSS	23 AOÛT	65.0	92.9	412	427		
76A	COSMOS 2097	URSS	28 AOÛT	62.8	706.9	619	38881	1250*	
77A	YURI 3A (BS-3A)	JAP	28 AOÛT	[	ORBITE GÉOSTATIONNAIRE ]			1115	
78A	COSMOS 2098	URSS	28 AOÛT	83.0	109.5	407	2001	550*	
79A	SKYNET 4C	UK	30 AOÛT	4.3	1436.0	35781	35792	1433	
		ESA							
79B	EUTELSAT 2F-1	ESA	30 AOÛT	[	ORBITE GÉOSTATIONNAIRE ]				
80A	COSMOS 2099	URSS	31 AOÛT	82.3	88.7	191	258	6300*	14 SEPT.90
81A	FENG YUN 1-2 (CHINA 30)	RPC	3 SEPT.	98.9	102.7	879	894	881	
81B	CHINA 31	RPC	3 SEPT.	98.9	102.8	882	896		11 MARS 91
81C	CHINA 32	RPC	3 SEPT.	98.9	102.7	875	894		24JUILL.91
82A	RESURS-F9	URSS	7 SEPT.	82.3	88.5	176	229	6300	21 SEPT.90
83A	COSMOS 2100	URSS	14 SEPT.	82.9	104.9	978	1026	810	
84A	MOLNIYA 3-39	URSS	20 SEPT.	62.7	735.0	454	40782	1000*	
85A	PROGRESS M5	URSS	27 SEPT.	51.6	90.5	284	317	7020*	28 NOV. 90
86A	METEOR 2-20	URSS	28 SEPT.	82.5	104.2	943	962		
87A	COSMOS 2101	URSS	1 <sup>er</sup> OCT.	64.8	89.2	180	321	6700*	3 NOV. 90
88A	NAVSTAR 2-09 (USA 64)	USA	1 <sup>er</sup> OCT.	54.9	718.0	19972	20392	1667	
89A	FSW-1 12 (CHINA 33)	RPCS	5 OCT.	56.9	89.3	199	295	3600*	23 OCT. 90
90A	STS 41 (DISCOVERY F11)	USA	6 OCT.	28.9	90.2	280	303	116269	10 OCT. 90
90B	ULYSSES	ESA	6 OCT.	[	ORBITE HELIOCENTRIQUE ]			370	
91A	SBS 6	USA	12 OCT	[	ORBITE GÉOSTATIONNAIRE : 99° OUEST ]			2445	
91B	GALAXY 6	USA	12 OCT.	[	ORBITE GÉOSTATIONNAIRE : 91° OUEST ]			1212	
		ESA							

SATELLITES ARTIFICIELS, 1990

DES COSPAR	NOM	NAT.	DATE LANCEMENT	I (DEG.)	P (MIN)	ALTITUDE (KM) PERIGEE APOGEE		MASSE (KG)	DATE DE CHUTE
92A	COSMOS 2102	URSS	16 OCT.	62.8	98.7	192	360	6700*	
93A	INMARSAT 2F-1	IMSO	30 OCT.	[ORBITE GÉOSTATIONNAIRE : 295.5° OUEST]				1385	
94A	GORIZONT 21	URSS	3 NOV.	[ ORBITE GÉOSTATIONNAIRE ]				2000*	
95A	USA 65	USA	13 NOV.	[ ORBITE GÉOSTATIONNAIRE ]				2360*	
96A	COSMOS 2103	URSS	14 NOV.	65.0	92.8	410	430		3 AVRIL 91
97A	STS 38 (ATLANTIS F7)	USA	15 NOV.	28.4	88.6	215	221	78026 E	
97B	USA 67	USA	15 NOV.					10000	
98A	COSMOS 2104	URSS	16 NOV.	62.8	90.6	247	387		4 DÉC. 90
99A	COSMOS 2105	URSS	20 NOV.	63.2	709.0	606	39339	1250*	
100A	SATCOM C1	USA	20 NOV.	[ORBITE GÉOSTATIONNAIRE : 137° OUEST]				1169	
100B	GSTAR 4	USA	20 NOV.	[ORBITE GÉOSTATIONNAIRE : 125° OUEST]				1295	
101A	MOLNIYA 1-79	URSS	23 NOV.	62.9	735.0	654	40593	1000*	
102A	GORIZONT 22	URSS	23 NOV.	[ ORBITE GÉOSTATIONNAIRE ]				2000*	
103A	NAVSTAR 2A-01 (USA 66)	USA	26 NOV.	54.8	714.8	19935	20279	1667	
104A	COSMOS 2106	URSS	28 NOV.	82.5	95.2	526	550		
105A	DMSP 2-05 (USA 68)	USA	1 <sup>er</sup> DÉC.	98.9	100.6	729	845	750*	
106A	STS 35 (COLUMBIA F10)	USA	2 DÉC.	28.5	91.7	350	363	84079 E	
107A	SOYUZ TM11	URSS	2 DÉC.	51.6	90.3	275	308	7070	26 MAI 91
108A	COSMOS 2107	URSS	4 DÉC.	65.0	92.9	414	442		
109A	COSMOS 2108	URSS	4 DÉC.	62.8	89.6	196	339	6700*	28 JANV. 91
110A	COSMOS 2109	URSS	8 DÉC.	64.8	666.4	18647	19139	1400	
110B	COSMOS 2110	URSS	8 DÉC.	64.8	686.1	19148	19632	1400	
110C	COSMOS 2111	URSS	8 DÉC.	64.8	676.1	19125	19152	1400	
111A	COSMOS 2112	URSS	10 DÉC.	74.1	100.7	774	818	750*	
112A	RADUGA 26	URSS	20 DÉC.	[ ORBITE GÉOSTATIONNAIRE ]					
113A	COSMOS 2113	URSS	21 DÉC.	64.8	89.2	189	307	6700*	11 JUIN 91
114A	COSMOS 2114	URSS	22 DÉC.	82.6	114.1	1410	1415	230	
114B	COSMOS 2115	URSS	22 DÉC.	82.6	114.1	1408	1411	230	
114C	COSMOS 2116	URSS	22 DÉC.	82.6	114.0	1402	1411	230	
114D	COSMOS 2117	URSS	22 DÉC.	82.6	113.9	1397	1411	230	
114E	COSMOS 2118	URSS	22 DÉC.	82.6	113.9	1392	1411	230	
114F	COSMOS 2119	URSS	22 DÉC.	82.6	113.8	1386	1411	230	
115A	COSMOS 2120	URSS	26 DÉC.	82.6	90.2	231	336	6300*	17 JANV. 91
116A	RADUGA 1-02	URSS	27 DÉC.	[ ORBITE GÉOSTATIONNAIRE ]				2000*	

double mission est de maîtriser la technologie liée au choix des orbites exploitant au mieux les attractions terrestre, lunaire, voire solaire dans la perspective d'un programme lunaire très ambitieux.

### Les satellites d'applications civiles.

Parmi les satellites d'applications civiles lancés en 1990, on dénombre 38 satellites de télécommunications, dont 7 pour radio-amateurs, 5 satellites de télédétection, 7 satellites de navigation et un satellite technologique.

Les satellites de télécommunications se répartissent de la manière suivante : 12 pour l'URSS (Molniya 1-77 à 79, Molniya 3-37 à 39, Raduga 25, 26 et 1-02, Gorizont 20 à 22), 5 pour les Etats-Unis (Asiasat 1, SBS 6, Galaxy 6, Satcom C1, Gstar 4), 2 pour le Japon (JC Sat 2, Yuri 3A) et l'Organisation Intelsat (Intelsat 6 F-3 et 4), un seul pour la République Populaire de Chine (China 26), l'Indonésie (Palapa 6), le Pakistan (Badr 1), l'Australie

(Aussat 2), la France (TDF 2), l'Allemagne Fédérale (DFS 2), la Grande-Bretagne (Marpolo), l'ESA (Eutelsat 2 F-1), l'Inde (Insat 1D) et l'Organisation Inmarsat (Inmarsat 2 F-1). Neuf parmi les satellites cités ne sont pas géostationnaires : les Molniya, le satellite expérimental Badr 1, Aussat 2 qui n'était qu'une maquette, et Intelsat 6 F-3 qui n'a pu se séparer de l'étage supérieur du lanceur Titan 3 que 2 jours après le lancement mais sans son moteur de périgée.

Six satellites réservés aux radio-amateurs ont été lancés par une fusée Ariane en même temps que *Spot 2*; il s'agit, en fait, de «microsatellites» de masse très réduite : *Oscar 16 à 19* sont américains et pèsent au total 42 kg, tandis que *UOSAT 3 et 4* sont britanniques et ont une masse légèrement inférieure à 50 kg. Le septième satellite pour radio-amateurs est japonais (*Oscar 20* alias *Fuji 2*).

Le second satellite français de télédétection *Spot 2* a été placé sur une orbite géosynchrone, à la même altitude que *Spot 1* (toujours en activité) mais avec un décalage angulaire de 180°

de manière à assurer la meilleure couverture possible. *Spot 2* est pratiquement identique à *Spot 1*. Les quatre autres satellites de télédétection sont des «*Resurs*» soviétiques; leur durée de vie n'a été que de 2 à 4 semaines; à noter que des expériences biotechnologiques ont été réalisées, à bord de *Resurs-F6*, avec un équipement fourni par l'Allemagne Fédérale.

Deux lancements triples de satellites de navigation de la série «*Glonass*» ont été effectués par l'URSS; il s'agit des *Cosmos 2079 à 2081* et *Cosmos 2109 à 2111*. *Nadezhda 2*, également soviétique, est équipé d'un récepteur de messages de détresse COSPAS-SARSAT.

### Satellite technologique

Le seul satellite technologique est japonais : *Orizuru* alias *DEBUT* (Deployable Boom and Umbrella Test). Il avait pour mission de tester un système d'aérofrein «déployable» ainsi qu'un système de manipulation d'une petite charge utile captive disposée au bout d'un câble de 10 km. ■