

# Bilan annuel

## ASTRONAUTIQUE 1989

par Jacques Vercheval

L'année 1989 a connu 101 lancements de satellites artificiels: 74 lancements ont été effectués par l'Union Soviétique, 18 par les Etats-Unis, 7 par l'Agence Spatiale Européenne et 2 par le Japon.

Sur les 137 satellites lancés, on dénombre: 15 satellites scientifiques, 6 vaisseaux habités,

1 module de station orbitale (*Kvant 2*), 4 vaisseaux automatiques de ravitaillement, 2 sondes spatiales (*Magellan* et *Galileo*), 20 satellites de télécommunication, 7 satellites de télédétection des ressources naturelles, 5 satellites de navigation, 4 satellites passifs, 73 satellites d'applications militaires.

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

- 1) la désignation internationale attribuée par le COSPAR (Committee on Space Research);
- 2) le nom du satellite écrit avec l'orthographe habituellement trouvée dans la littérature anglaise. Les satellites sans aucune dénomination officielle sont désignés par le nom de la fusée porteuse écrit entre guillemets. Le nom des satellites géophysiques, météorologiques et géodésiques ainsi que des sondes spatiales a été souligné dans le tableau;
- 3) le pays ou l'organisation propriétaire du satellite: ESA = Agence Spatiale Européenne, RFA = République Fédérale Allemande, ITCO = Organisation InTerCosmos, ITSO = Organisation InTel-Sat, JAP = Japon, NSC = «Nordic Satellite Company», groupant la Suède, la Norvège et la Finlande, TCH = Tchécoslovaquie, 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 (UT).

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 1989, nous dressons la liste des anciens satellites retombés depuis la parution du Bilan annuel Astronautique 1988 dans *Ciel et Terre*, Vol. 106, 41-45, 1990 (voir Tableau I).

### Les satellites scientifiques

Les missions des quinze satellites à vocation scientifique relèvent de la géodésie (Cosmos

1989, 2024 et 2037), de la météorologie (Himawari 4, Meteor 2-18 et 3-03, Meteosat 4), de l'astronomie (Hipparcos, COBE et Granat), de l'aéronomie (Akebono, Intercosmos 24 et Magion 2), de la biologie (Cosmos 2044), de la science des matériaux (Foton 2).

Les satellites géodésiques «Etalon», alias *Cosmos 1989* et *2024*, sont des satellites passifs dont la surface est recouverte par plus de 2 000 petits réflecteurs laser. 41 stations au sol opèrent des liaisons dans le contexte d'une géodésie planétaire. *Cosmos 2037*, également désigné Géo-IK2, serait équipé également de réflecteurs laser.

MOP 1 est le premier satellite météorologique européen opérationnel de l'Organisation EUMETSAT. Rebaptisé *Météosat 4*, il est une version améliorée des précédents Météo-

Tableau I: Anciens satellites retombés

Nom	Désignation	Date de retombée
Transit 7	1963 - 22A	3 août 1990
Cosmos 58	1965 - 14A	25 février 1990
[Thor Altair]	1965 - 21A	31 décembre 1989
Cosmos 103	1965 - 112A	2 janvier 1990
Explorer 37	1968 - 17A	16 novembre 1990
Cosmos 236	1968 - 70A	4 mars 1990
Cosmos 358	1970 - 64A	26 juin 1990
Calsphere 5	1971 - 12E	7 janvier 1990
Meteor 8	1971 - 31A	10 janvier 1991
Cosmos 665	1974 - 50A	25 juillet 1990
Molniya 3-5	1976 - 41A	23 janvier 1990
Molniya 3-9	1978 - 09A	24 avril 1990
Molniya 1-43	1979 - 31A	9 décembre 1989
Ariel 6	1979 - 47A	23 septembre 1990
CAT 1	1979 - 104A	27 novembre 1989
SMM	1980 - 14A	2 décembre 1989
Salyut 7	1982 - 33A	7 février 1991
Cosmos 1450	1983 - 27A	30 mai 1990
Rohini 3	1983 - 33A	19 avril 1990
Cosmos 1534	1984 - 07A	20 septembre 1990
LDEF 1	1984 - 34B	20 janvier 1990
Cosmos 1601	1984 - 104A	29 novembre 1989
Cosmos 1615	1984 - 127A	15 avril 1990
Cosmos 1631	1985 - 18A	8 décembre 1990
Cosmos 1686	1985 - 86A	7 février 1991
Cosmos 1776	1986 - 67A	15 décembre 1989
Cosmos 1788	1986 - 83A	21 janvier 1991
Cosmos 1949	1988 - 45A	23 avril 1990
Cosmos 1960	1988 - 65A	9 avril 1990

## SATELLITES ARTIFICIELS, 1989

DES COSPAR	NOM	NAT.	DATE LANCEMENT	I (DEG.)	P (MIN)	ALTITUDE(KM) PERIGEE APOGEE		MASSE (KG)	DATE CHUTE
01A	COSMOS 1987	URSS	10 JANV.	64.9	677.1	19135	19194	1400	
01B	COSMOS 1988	URSS	10 JANV.	64.9	680.9	19140	19380	1400	
01C	COSMOS 1989 (Etalon)	URSS	10 JANV.	64.9	675.6	19102	19149	1415	
02A	COSMOS 1990	URSS	12 JANV.	82.6	88.7	192	259	6300	11 FEVR. 89
03A	COSMOS 1991	URSS	18 JANV.	70.0	90.4	216	401	6300*	1 FEVR. 89
04A	GORIZONT 17	URSS	26 JANV.	[	ORBITE	GEOSTATIONNAIRE	]		
05A	COSMOS 1992	URSS	26 JANV.	74.0	100.7	777	814	750*	
06A	INTELSAT 5A F-15	ITSO	27 JANV.	[	ORBITE	GEOSTATIONNAIRE, 300° OUEST	]	1978	
07A	COSMOS 1993	URSS	28 JANV.	64.8	89.9	180	382	6700*	27 MARS 89
08A	PROGRESS 40	URSS	10 FEVR.	51.6	88.8	193	262	7020	5 MARS 89
09A	COSMOS 1994	URSS	10 FEVR.	82.6	114.0	1397	1416		
09B	COSMOS 1995	URSS	10 FEVR.	82.6	114.2	1413	1418		
09C	COSMOS 1996	URSS	10 FEVR.	82.6	114.1	1407	1417		
09D	COSMOS 1997	URSS	10 FEVR.	82.6	114.0	1401	1417		
09E	COSMOS 1998	URSS	10 FEVR.	82.6	113.9	1391	1417		
09F	COSMOS 1999	URSS	10 FEVR.	82.6	113.9	1385	1417		
10A	COSMOS 2000	URSS	10 FEVR.	82.4	91.9	341	390	6300*	2 MARS 89
11A	COSMOS 2001	URSS	14 FEVR.	62.8	709.0	613	39342	1250*	
12A	COSMOS 2002	URSS	14 FEVR.	65.8	110.4	187	2315		15 OCT. 89
13A	NAVSTAR 2-01 (USA 35)	USA	14 FEVR.	55.1	720.0	20010	20455	1667	
14A	MOLNIYA 1-75	URSS	15 FEVR.	62.5	698.0	486	38937	1000*	
15A	COSMOS 2003	URSS	17 FEVR.	62.8	89.5	249	271	6300*	3 MARS 89
16A	AKEBONO (EXOS D)	JAP	21 FEVR.	75.1	211.2	272	10471	295	
17A	COSMOS 2004	URSS	22 FEVR.	82.9	105.1	993	1031	810	
18A	METEOR 2-18	URSS	28 FEVR.	82.5	104.1	951	974		
19A	COSMOS 2005	URSS	2 MARS	62.8	89.7	197	347	6700*	25 AVRIL 89
20A	JC SAT 1	JAP	6 MARS	[	ORBITE	GEOSTATIONNAIRE, 210° OUEST	]	2280	
20B	METEOSAT 4 (MOP 1)	ESA	6 MARS	[	ORBITE	GEOSTATIONNAIRE	]	316	
21A	DISCOVERY F8 (STS 29)	USA	13 MARS	28.5	91.0	305	337	79480	19 MARS 89
21B	TDRS 4	USA	13 MARS	[	ORBITE	GEOSTATIONNAIRE, 41° OUEST	]	2225	
22A	COSMOS 2006	URSS	16 MARS	62.9	90.8	249	402	6300*	31 MARS 89
23A	PROGRESS 41	URSS	16 MARS	51.6	89.7	193	260	7020	25 AVRIL 89
24A	COSMOS 2007	URSS	23 MARS	64.8	89.1	190	300	6700*	22 SEPT. 89
25A	COSMOS 2008	URSS	24 MARS	74.0	114.54	1394	1471	40*	
25B	COSMOS 2009	URSS	24 MARS	74.0	114.71	1409	1472	40*	
25C	COSMOS 2010	URSS	24 MARS	74.0	114.88	1425	1472	40*	
25D	COSMOS 2011	URSS	24 MARS	74.0	115.06	1440	1472	40*	
25E	COSMOS 2012	URSS	24 MARS	74.0	115.24	1457	1472	40*	
25F	COSMOS 2013	URSS	24 MARS	74.0	115.43	1466	1481	40*	
25G	COSMOS 2014	URSS	24 MARS	74.0	115.60	1471	1491	40*	
25H	COSMOS 2015	URSS	24 MARS	74.0	115.81	1470	1511	40*	
26A	USA 36 (DELTA STAR)	USA	24 MARS	47.7	94.5	482	503	2720	
27A	TELE-X	NSC	2 AVRIL	[	ORBITE	GEOSTATIONNAIRE, 355° OUEST	]	2077	
28A	COSMOS 2016	URSS	4 AVRIL	82.9	104.9	973	1026	810	
29A	COSMOS 2017	URSS	6 AVRIL	62.8	89.7	244	284	6300*	19 AVRIL 89
30A	RADUGA 23	URSS	14 AVRIL	[	ORBITE	GEOSTATIONNAIRE	]		
31A	COSMOS 2018	URSS	20 AVRIL	62.8	89.7	194	350	6700*	19 JUIN 89
32A	FOTON 2	URSS	26 AVRIL	62.8	90.5	225	402	6200	11 MAI 89
33A	ATLANTIS F4 (STS 30)	USA	4 MAI	28.9	90.8	297	331	77836	8 MAI 89
33B	MAGELLAN	USA	4 MAI	86.0	185.0	275	7760	1150	
34A	COSMOS 2019	URSS	5 MAI	62.9	89.5	247	268	6300*	18 MAI 89
35A	USA 37	USA	10 MAI	[	ORBITE	GEOSTATIONNAIRE	]		
36A	COSMOS 2020	URSS	17 MAI	64.8	89.7	180	365	6700*	15 JUILL. 89
37A	COSMOS 2021	URSS	24 MAI	70.0	89.3	204	302	6700*	6 JUILL. 89
38A	RESURS-F1	URSS	25 MAI	82.3	88.7	188	263	6300	17 JUIN 89
38C	PION 1	URSS	25 MAI	82.3	89.8	256	268		23 JUILL. 89
38D	PION 2	URSS	25 MAI	82.3	89.8	257	268		24 JUILL. 89
39A	COSMOS 2022	URSS	31 MAI	64.8	676.0	19133	19158	1400	
39B	COSMOS 2023	URSS	31 MAI	64.8	664.5	18582	19140	1400	
39C	COSMOS 2024 (Etalon 2)	URSS	31 MAI	64.8	675.4	19118	19155		
40A	COSMOS 2025	URSS	1 JUIN	62.8	89.6	252	275	6300*	15 JUIN 89
41A	SUPERBIRD 1	JAP	5 JUIN	[	ORBITE	GEOSTATIONNAIRE, 202° OUEST	]	2492	
41B	DFS 1 (KOPERNIKUS 1)	RFA	5 JUIN	[	ORBITE	GEOSTATIONNAIRE	]	1416	
42A	COSMOS 2026	URSS	7 JUIN	82.9	104.8	969	1022	810	
43A	MOLNIYA 3-35	URSS	8 JUIN	62.9	737.0	631	40696	1000*	
44A	NAVSTAR 2-02 (USA 38)	USA	10 JUIN	54.6	781.1	20094	20276	1667	
45A	COSMOS 2027	URSS	14 JUIN	65.9	94.1	484	522		
46A	USA 39	USA	14 JUIN	[	ORBITE	GEOSTATIONNAIRE	]	2360*	
47A	COSMOS 2028	URSS	16 JUIN	70.0	89.5	217	314	6700*	6 JUILL. 89
48A	RADUGA 1-1	URSS	21 JUIN	[	ORBITE	GEOSTATIONNAIRE	]		
49A	RESURS-F2	URSS	27 JUIN	82.6	88.7	195	262	6300	11 JUILL. 89
50A	NADEZHDA (COSPAS 4)	URSS	4 JUILL.	83.0	104.9	979	1026	810	

## SATELLITES ARTIFICIELS, 1989

DES COSPAR	NOM	NAT.	DATE LANCEMENT	I (DEG.)	P (MIN.)	ALTITUDE(KM) PERIGEE APOGEE		MASSE (KG)	DATE CHUTE	
51A	COSMOS 2029	URSS	5 JUILL.	82.3	88.8	193	270	6300*	19 JUILL.89	
52A	GORIZONT 18	URSS	5 JUILL.	[ ORBITE GEOSTATIONNAIRE ]						
53A	OLYMPUS 1	ESA	12 JUILL.	[ ORBITE GEOSTATIONNAIRE, 19° OUEST ]					2595	
54A	COSMOS 2030	URSS	12 JUILL.	67.2	89.7	177	373	6700*	29 JUILL.89	
55A	RESURS F3	URSS	18 JUILL.	82.6	88.6	195	253	6300	8 AOUT 89	
55C	PION 3	URSS	18 JUILL.	82.6	89.8	254	271		19 SEPT. 89	
55D	PION 4	URSS	18 JUILL.	82.6	89.8	255	272		19 SEPT. 89	
56A	COSMOS 2031	URSS	18 JUILL.	50.5	89.0	200	283	6700*	15 SEPT. 89	
57A	COSMOS 2032	URSS	20 JUILL.	82.3	88.8	193	275	6300*	3 AOUT 89	
58A	COSMOS 2033	URSS	24 JUILL.	65.0	92.3	410	436		6 JANV. 91	
59A	COSMOS 2034	URSS	25 JUILL.	82.9	105.0	988	1026	810	24 JANV. 90	
60A	COSMOS 2035	URSS	2 AOUT	82.6	88.8	191	268	6300*	16 AOUT 89	
61A	COLUMBIA F8 (STS 28)	USA	8 AOUT	56.9	90.5	314	317	82567*	13 AOUT 89	
61B	USA 40	USA	8 AOUT	57.0	90.5	296	307			
61C	USA 41	USA	8 AOUT	57.0	90.5	296	307			
62A	TV-SAT 2	RFA	8 AOUT	[ ORBITE GEOSTATIONNAIRE, 19° OUEST ]					2145	
62B	HIPPARCOS	ESA	8 AOUT	7.0	628.9	223	35632	1130		
63A	RESURS-F4	URSS	15 AOUT	82.3	89.0	192	258	6300	14 SEPT. 89	
64A	NAVSTAR 2-03 (USA 42)	USA	18 AOUT	55.0	711.9	19936	20131	1667		
65A	COSMOS 2036	URSS	22 AOUT	62.8	89.6	248	273	6300*	5 SEPT. 89	
66A	PROGRESS M1	URSS	23 AOUT	51.6	88.5	191	235	7020*	1 DEC. 89	
67A	MARCOPOLO 1	UK	27 AOUT	[ ORBITE GEOSTATIONNAIRE, 31° OUEST ]					1120*	
68A	COSMOS 2037 (GEO-1K2)	URSS	28 AOUT	73.6	116.1	1503	1537			
69A	USA 43	USA	4 SEPT.							
69B	USA 44	USA	4 SEPT.							
70A	HIMAWARI 4 (GMS 4)	JAP	5 SEPT.	[ ORBITE GEOSTATIONNAIRE, 200° OUEST ]					725	
71A	SOYUZ TM8	URSS	5 SEPT.	51.6	91.4	325	369	7070	19 FEVR. 90	
72A	USA 45	USA	6 SEPT.							
73A	RESURS F5	URSS	6 SEPT.	82.3	88.7	189	261	6300	22 SEPT. 89	
74A	COSMOS 2038	URSS	14 SEPT.	82.6	113.9	1392	1412			
74B	COSMOS 2039	URSS	14 SEPT.	82.6	113.8	1386	1412			
74C	COSMOS 2040	URSS	14 SEPT.	82.6	114.1	1411	1416			
74D	COSMOS 2041	URSS	14 SEPT.	82.6	113.9	1394	1435			
74E	COSMOS 2042	URSS	14 SEPT.	82.6	114.0	1402	1412			
74F	COSMOS 2043	URSS	14 SEPT.	82.6	114.1	1408	1412			
75A	COSMOS 2044	URSS	15 SEPT.	82.3	89.3	216	294	5900*	29 SEPT. 89	
76A	COSMOS 2045	URSS	22 SEPT.	70.0	89.6	216	322	6300*	2 OCT. 89	
77A	FLEETSATCOM 8 (USA 46)	USA	25 SEPT.	5.0	1435.8	35774	35791	1884		
78A	MOLNIYA 1-76	URSS	27 SEPT.	62.8	702.1	650	38960	1000*		
79A	COSMOS 2046	URSS	27 SEPT.	65.0	92.8	412	431		16 AVRIL 91	
80A	INTERCOSMOS 24	ITCO	28 SEPT.	82.6	115.9	505	2492			
80B	MAGION 2	TCH	28 SEPT.	82.6	115.9	504	2494	50		
81A	GORIZONT 19	URSS	28 SEPT.	[ ORBITE GEOSTATIONNAIRE ]						
82A	COSMOS 2047	URSS	3 OCT.	67.2	89.5	178	357	6700*	21 NOV. 89	
83A	COSMOS 2048	URSS	17 OCT.	62.8	89.4	248	270	6300*	26 OCT. 89	
84A	ATLANTIS F5 (STS 34)	USA	18 OCT.	34.3	90.5	295	323	78026	23 OCT. 89	
84B	GALILEO	USA	18 OCT.					1995		
85A	NAVSTAR 2-04 (USA 47)	USA	21 OCT.	54.8	723.2	20162	20462	1667		
86A	METEOR 3-03	URSS	24 OCT.	82.6	109.5	1191	1228			
87A	INTELSAT 6 F-2	ITSO	27 OCT.	[ ORBITE GEOSTATIONNAIRE, 25° OUEST ]					2560	
88A	COSMOS 2049	URSS	17 NOV.	64.8	89.8	236	290	6700*	19 JUIN 90	
89A	COBE	USA	18 NOV.	99.0	102.9	888	897	2260		
90A	DISCOVERY F9 (STS 33)	USA	23 NOV.	28.5	92.3	237	561	79480*	28 NOV. 89	
90B	USA 48 (MAGNUM 2)	USA	23 NOV.	28.5	91.6	204	520	2700		
91A	COSMOS 2050	URSS	23 NOV.	62.8	709.0	603	39342	1250*		
92A	COSMOS 2051	URSS	24 NOV.	64.8	92.8	305	456		21 JANV. 91	
93A	KVANT 2	URSS	26 NOV.	51.6	89.3	221	339	19565		
94A	MOLNIYA 3-36	URSS	28 NOV.	62.8	735.7	633	40600	1000*		
95A	COSMOS 2052	URSS	30 NOV.	67.2	89.7	175	373	6700*	24 JANV. 90	
96A	GRANAT	URSS	1 DEC.	52.1	5903.0	1957	201693	5000		
97A	NAVSTAR 2-05 (USA 49)	USA	11 DEC.	55.0	726.1	20211	20552	1667		
98A	RADUGA 24	URSS	15 DEC.	[ ORBITE GEOSTATIONNAIRE ]						
99A	PROGRESS - M2	URSS	20 DEC.	51.6	88.1	179	189	7020*	9 FEVR. 90	
100A	COSMOS 2053	URSS	27 DEC.	73.5	95.2	518	536			
101A	COSMOS 2054	URSS	27 DEC.	[ ORBITE GEOSTATIONNAIRE ]						

sat. En fonctionnement normal, il donne, à intervalles d'une demi-heure, des images de la couverture nuageuse de la Terre. L'Agence Spatiale Japonaise NASDA a lancé avec succès son quatrième satellite météorologique GMS 4, alias *Himawari 4* appelé à remplacer GMS 3 lancé en août 1984. Les satellites GMS sont équipés d'un radiomètre visible-infrarouge, d'un détecteur de particules solaires et d'un système de collecte de données météo. MOP 1 et GMS 4 opèrent depuis une orbite géostationnaire, contrairement aux deux satellites soviétiques *Meteor 2-18* et *3-03* appartenant aux familles de deuxième et troisième générations de même nom.

Le satellite astronomique européen *HIPPARCOS* a été conçu pour procéder à des mesures astrométriques très précises des positions, mouvements propres et parallaxes trigonométriques d'environ 120 000 étoiles. Sa mission faillit être très sérieusement compromise par suite du refus d'allumage du moteur d'apogée qui devait l'amener sur l'orbite géostationnaire prévue. L'utilisation des propulseurs du système de contrôle d'altitude et d'orbite du satellite a permis d'élever à 540 km le périhélie de l'orbite de transfert initialement situé à 223 km. Cette opération était nécessaire pour éviter une chute prématurée d'*Hipparcos* dans les couches denses de l'atmosphère. Toutefois, l'orbite définitive présentait une série d'inconvénients affectant les conditions d'observation. Une révision de la mission sur le plan de la stratégie des observations devrait conduire cependant aux résultats escomptés, si la mission se poursuivait six mois de plus que les deux ans et demi initialement prévus. De plus amples informations sur la mission d'*Hipparcos* peuvent être trouvées dans l'article de M. Dommanget paru dans *Ciel et Terre*, vol. 106, 69-70, 1990.

Alors que *COBE* (Cosmic Background Explorer) est un satellite américain conçu pour observer uniquement le rayonnement cosmique, le satellite soviétique *Granat* remplit une mission consacrée à la détection et à la localisation précise des sources gamma et X dans et hors de la Voie Lactée. Dans notre galaxie, *Granat* observe les naines blanches, pulsars, étoiles à neutrons, trous noirs, ainsi que le centre galactique, les restes de supernovæ et les nuages interstellaires. Il est équipé de huit instruments d'une masse totale de 2 162 kg et comprenant notamment le télescope français Sigma à haute énergie (30 keV à 1,5 MeV) et haute résolution (10') associé à un détecteur permettant une localisation du rayonnement incident avec une précision de 2'. L'équipement comporte aussi deux autres télescopes de hautes énergies (4 à 60 et 80 keV) soviétiques, un télescope X danois, l'instrument français Phébus et des dispositifs soviétiques de détection et de localisation des sursauts gamma et X dans des gammes d'énergies comprises entre 2 keV et

100 MeV. L'orbite très excentrique de *Granat* lui assure des observations en moyenne trois jours sur quatre pendant une année et à l'abri des effets perturbateurs des ceintures de radiations terrestres.

L'environnement terrestre n'a pas été oublié en 1989. Ainsi, le satellite japonais *Akebono* fournit l'occasion de mieux cerner les processus magnétosphériques liés aux phénomènes auroraux; ses observations à l'aide de détecteurs de champ électrique et magnétique, de particules et d'ondes de plasma portent plus spécifiquement sur la zone active s'étendant en altitude de 5 000 à 10 000 km au-dessus des aurores, où les électrons énergétiques responsables des émissions aurorales puisent leur gain d'énergie. Par ailleurs, une caméra de télévision fournit des images globales des aurores.

Les satellites magnétosphériques *Intercosmos 24* et *Magion 2* ont été lancés par une seule et même fusée. Le premier est le fruit d'une collaboration des «pays de l'Est» au sein de l'organisation Intercosmos, tandis que *Magion 2* est le deuxième satellite tchécoslovaque. Tous deux étudient la propagation des ondes électromagnétiques dans la magnétosphère terrestre et l'interaction des particules chargées des ceintures de radiations.

*Cosmos 2044* est le neuvième satellite biologique soviétique lancé dans le cadre de l'opération Biocosmos. A son bord, deux rhéus, dix rats, des poissons, tritons et d'autres organismes biologiques. Tous ces animaux sont revenus sains et saufs. D'une manière générale, les expériences réalisées répondent aux questions portant sur l'effet de l'impesanteur sur les processus intercellulaires, les mécanismes de transmission de l'information génétique ou tout autre processus biologique fondamental. Les données recueillies sont riches d'enseignements pour les vols humains dans l'espace. Comme son prédécesseur *Foton 1*, *Foton 2* fut consacré à la fabrication en microgravité de divers matériaux.

## Les vols humains

Au 1<sup>er</sup> janvier 1989, la station orbitale *MIR* est occupée depuis une dizaine de jours par les cosmonautes soviétiques Valery Polyakhov, Alexandre Volkov et Sergueï Krikalev. Le 19 février 1990, le vaisseau automatique de ravitaillement *Progress 40* leur apporte vivres et courrier ainsi que des ergols et équipements pour la station. Un mois plus tard, le 18 mars 1990, c'est au tour de *Progress 41*. C'est finalement le 27 avril 1989 que les trois cosmonautes regagnent la Terre à bord du vaisseau *Soyuz TM7*.

Ce retour, sans relève, laisse la station *MIR* inoccupée pour la première fois depuis plus de deux ans. L'explication réside dans les retards apportés à la préparation des deux

prochains modules spécialisés prévus pour compléter la station.

Les vols vers la station reprennent le 23 août avec le lancement de *Progress M1*, le premier d'une nouvelle série de vaisseaux-cargos améliorés en mesure de s'amarrer automatiquement sur n'importe quel sas de la station; l'amarrage a lieu le 25 août.

Le 6 septembre, *Soyuz TM8* est lancé avec à son bord les cosmonautes Alexandre Viktorenko et Alexandre Serebrov. La jonction avec *MIR* intervient, le 8 septembre, en pilotage manuel au cours de la phase finale par suite d'une défaillance du système de pilotage automatique. C'est seulement le 6 décembre que l'équipage accueille le second module spécialisé «D», apportant des réserves d'ergols pour la station, de l'eau et des vivres pour l'équipage et divers équipements scientifiques destinés à élargir le programme de recherches scientifiques. Le module, rebaptisé *Kvant 2*, mesure environ 14 m de long sur 4 m de diamètre maximal, et offre à l'équipage un volume habitable supplémentaire de 62 m<sup>3</sup> portant le volume utile du complexe orbital à plus de 150 m<sup>3</sup>. Deux jours après l'amarrage, il est transféré automatiquement sur l'un des quatre sas latéraux du module d'accostage de *MIR*. Outre qu'il sert d'habitat, il est doté d'un sas de sortie extravéhiculaire et d'un «fauteuil volant» propulsé par air comprimé pour permettre à un cosmonaute d'évoluer jusqu'à 50 m autour de *MIR*. Les activités extravéhiculaires se dérouleront seulement au cours des premiers mois de 1990, l'équipage ayant dû procéder au préalable au déchargement du vaisseau cargo *Progress M2*.

Du côté américain, avec 5 vols en 1989, les missions des navettes reprennent un rythme plus soutenu. C'est tout d'abord *Discovery* qui, le 13 mars, entame la mission 29 du programme «navette» avec comme équipage deux vétérans - le commandant de bord Michaël L. Coats et le premier spécialiste de mission James F. Buchli - et de nouveaux venus - le pilote John E. Blaha et les deux autres spécialistes de mission Robert C. Springer et James P. Bagian.

Le catapultage du satellite-relais *TDRS 4*, objectif principal de la mission, s'effectue dans d'excellentes conditions. La charge utile comprend aussi :

- l'expérience CHROMEX, visant à déterminer le développement des racines d'une plante en microgravité;
- le système OASIS (Orbiter Experiments Program Autonomous Supporting Instrumentation System), qui enregistre les données relatives aux conditions d'environnement dans la soute au cours des différentes phases du vol;
- l'expérience SHARE (Space Station Heat Pipe Advanced Radiator Element), ayant pour objet de tester les possibilités d'un nou-



veau système de climatisation (échec);

- l'expérience AMOS (Air Force Maui Optical Site), pour tester des senseurs électro-optiques installés à Hawaii, Discovery servant de cible;

- Une caméra IMAX 70 mm pour l'observation de la Terre;

- Des expériences spécifiquement biologiques concernant virus et protéines.

La mission s'achève au terme de la 79<sup>e</sup> révolution après un vol de 4 jours 23 heures 39 minutes.

Le 5 mai à 1h 01min UT, une sonde planétaire est catapultée pour la première fois à partir d'une navette. Il s'agit de la sonde vénusienne *Magellan* et de la navette *Atlantis*. L'opération nécessite une précision plus grande que de coutume, car, pour une mission planétaire, il convient que l'insertion sur une orbite héliocentrique ait lieu en un point déterminé de l'espace circumterrestre. L'allumage des moteurs de l'IUS (Inertial Upper Stage) s'effectue comme prévu, conférant à la sonde une trajectoire qui, moyennant trois minimales corrections, permet d'aborder, le 10 août 1990, le domaine vénusien dans des conditions idéales.

Le vol d'*Atlantis* se déroule parfaitement. L'équipage est constitué de quatre vétérans - le commandant de bord David M. Walker, le pilote Ronald J. Crabe et les deux premiers spécialistes de mission, Norman E. Thagard et Mary L. Cleave - et d'un nouvel astronaute - Mark C. Lee, troisième spécialiste de mission -. Parmi les objectifs secondaires de la mission 30, citons :

- l'expérience FEA (Fluid Experiment Apparatus), visant à étudier le comportement en apesanteur d'échantillons contenant de l'iridium et du sélénium et d'observer les conditions de leur resolidification;

- l'expérience MLE (Mesoscale Lightning Experiment) d'observations des éclairs d'orages;

- l'expérience AMOS, déjà réalisée au cours de la mission précédente.

Le retour de la navette s'effectue au cours de la 64<sup>e</sup> révolution, au terme d'un vol de 4 jours et 56 minutes.

Après trois ans et demi d'inactivité, la navette *Columbia* est remise en service le 8 août pour la mission STS 28, réservée au DOD (Department of Defense). La navette a subi plus de 250 modifications et a été transformée de manière à réaliser des atterrissages automatiques. A bord : les deux vétérans Brewster Shaw et David Leetsma et les trois nouveaux Dirk Richards, James Adamson et Mark Brown. Tous sont militaires. Leur mission principale est de larguer les deux satellites militaires *USA 40* et *USA 41*. Des expériences militaires et des tests de la navette sont également au programme de l'équipage. Après une mission sans incident, le vol se termine après 81 révolutions; il a duré 5 jours et 59 minutes.

Le 18 octobre, la navette *Atlantis* entame sa seconde mission de l'année. Après avoir servi au lancement de *Magellan* en mai, elle est utilisée cette fois pour procéder au catapultage de la sonde *Galileo*, destinée à l'étude détaillée de Jupiter et de plusieurs de ses satellites. L'opération se déroule parfaitement au cours de la 5<sup>e</sup> révolution. Le commandant de bord est le vétéran Donald E. Williams et le pilotage est assuré par le nouvel astronaute Michael Mc Culley. Les expériences du programme secondaire sont exécutées par les trois spécialistes de mission Shannon W. Lucid, Franklin Chang-Diaz et Ellen S. Baker, cette dernière effectuant son premier vol.

Parmi ces expériences, il convient de mentionner :

- l'observation de la Terre avec une caméra IMAX 70 mm;

- le SSBV (Shuttle Solar Backscatter Ultraviolet) pour la comparaison du rayonnement ultraviolet reçu directement avec celui mesuré après qu'il a traversé deux fois l'atmosphère terrestre;

- l'expérience GHCD (Growth Hormone Concentration and Distribution) de biologie végétale;

- l'expérience PM (Polymer Morphology), pour l'étude des changements de structure de matériaux polymères;

- l'observation des éclairs;

- une expérience de photographie rétinienne sur la personne de Ellen Baker.

La mission STS 34 s'achève le 23 octobre, après un vol de 4 jours 23 heures 39 minutes.

Une autre mission militaire -STS 33- a lieu dès le 23 novembre avec la navette *Discovery*. Son équipage est constitué des trois vétérans Frédéric Gregory, commandant de bord, John Blaha, pilote, Story Musgrave, premier spécialiste de mission et de deux « bleus » de l'espace, Kathryn Thornton et Manley Carter, autres spécialistes de mission. La mission principale, consistant à catapulter le satellite militaire d'écoute électronique *Magnum 2*, est effectuée au cours de la septième révolution après que la navette a gagné une orbite quasi circulaire à 515 km d'altitude.

Le retour s'effectue le 28 novembre à 0h 30 UT après un vol de 120 heures 06 minutes 40 secondes.

## Les sondes planétaires

Les deux sondes planétaires *Magellan* et *Galileo* sont les seules à avoir été lancées en 1989, toutes deux à partir de la navette spatiale américaine *Atlantis*.

*Magellan* a pour mission de cartographier 90 % de la surface de Vénus au moyen d'un radar à ouverture synthétique permettant une résolution meilleure que 200 m au périastre.

Dans le mode « altimétrie », le même radar mesure les altitudes avec une précision d'environ 30 mètres. Vu la fixité du plan de l'orbite de *Magellan* dans l'espace, la mission cartographique nécessite une durée d'au moins un jour vénusien, soit 243 jours.

Pour atteindre la planète Vénus, *Magellan* a parcouru une trajectoire de transfert requérant l'accomplissement d'un tour et demi autour du Soleil, soit une durée de vol d'environ 15 mois. La mise à feu d'une fusée Star 48 d'environ 2 150 kg a permis la satellisation autour de Vénus le 10 août 1990. Les premiers résultats de la mission sont remarquables; ils ont été décrits par Jean Manfroid dans *Ciel et Terre*, 106, 129-130, 1990.

Le lancement de la sonde jupitérienne *Galileo* a été différé à trois reprises depuis la date initialement prévue en 1982. En particulier, l'abandon, pour des raisons de sécurité, de l'utilisation de l'étage Centaur, qui devait communiquer à la sonde l'impulsion nécessaire pour atteindre directement Jupiter, a conduit les Américains à retenir le principe de trois réactions de gravitation. Lancée en direction de la planète Vénus, lors de la fenêtre vénusienne débutant à la mi-octobre 1989, *Galileo* est passée le 9 février 1990 à 16 138 km de Vénus, recueillant au passage 81 images de la planète. Une première réaction de gravitation a transféré la sonde sur une nouvelle orbite héliocentrique, lui permettant de retrouver la Terre le 8 décembre 1990 à une distance minimale de 949 km. Après la réaction de gravitation dans le domaine terrestre, *Galileo* s'est placée sur une orbite héliocentrique dont l'aphélie se situe au-delà de l'orbite de Mars. Avant d'effectuer, le 8 décembre 1992, un nouveau passage à proximité de la Terre, *Galileo* aura frôlé l'astéroïde Gusptra en octobre 1991. Le deuxième survol de la Terre lui assurera le complément de vitesse pour entreprendre la dernière étape de son périple vers Jupiter qu'elle atteindra le 7 décembre 1995, sa trajectoire offrant l'occasion de survoler un autre astéroïde, Ida, le 28 août 1993. Cinq mois avant l'arrivée de *Galileo* dans le domaine jupitérien, un module de descente de 335 kg se séparera de la partie principale appelée à devenir l'« Orbiter ». Le module de descente, équipé de six instruments, est destiné à plonger dans l'atmosphère de Jupiter pour récolter, pendant une heure environ, des informations sur la structure de l'atmosphère et de la magnétosphère de la planète. Ces informations seront relayées par l'Orbiter, lequel, pendant 22 mois, accomplira une mission d'investigation scientifique de Jupiter et des quatre satellites Io, Ganymède, Europa et Callisto. Onze instruments d'observations et de mesures sont répartis, les uns sur une partie en rotation constante, les autres sur la section inférieure stabilisée pour des pointages précis. Une puissance électrique de 570 W est délivrée par deux générateurs isotopiques

contenant chacun 11 kg de plutonium 238. La durée de vie utile de l'Orbiter est estimée à huit ans.

## Les satellites d'applications civiles

Parmi les satellites d'applications civiles lancés en 1989, on dénombre 20 satellites de télécommunications, 7 satellites de télédétection et 5 satellites de navigation.

Les satellites de télécommunications se répartissent de la manière suivante : 10 pour l'URSS (Molniya 1-75 et 1-76, Molniya 3-35 et 3-36, Raduga 23, 24 et 1-1, Gorizont 17 à 19), 2 pour l'Allemagne Fédérale (Kopernikus 1 et TV Sat 2), le Japon (JC Sat 1 et Superbird), l'Organisation Intelsat (Intelsat 5A F-15 et Intelsat 6 F-2) et un seul pour les Etats-Unis (TDRS 4), l'ESA (Olympus), la Grande-Bretagne (Marpolo) et la «Nordic Satellite Company» (Tele-X). Tous ces satellites sont géostationnaires à l'exception des satellites «Molniya».

Les 7 satellites de télédétection sont soviétiques : d'une part les Cosmos 1990 et 2000, d'autre part les 5 satellites Resurs F1 à F5. Ces derniers sont des satellites manœuvrables équipés d'instruments photographiques multispectraux, mais *Resurs F5* avait aussi à son bord une charge utile allemande (RFA) pour mener des expériences biotechnologi-

ques en microgravité. *Cosmos 1990* avait une mission photographique axée sur les régions séismiques de l'URSS, de l'Arménie en particulier. *Cosmos 2000* était pour sa part destiné à l'observation de la partie centrale de l'Antarctique afin d'en établir une description cartographique.

La série «Glonass» des satellites de navigation soviétiques s'est enrichie des Cosmos 1987, 1988, 2022 et 2023, alors que COSPAS 4, alias Nadezhda, s'est intégré au système international COSPAS - SARSAT de sauvetage des bateaux et avions en détresse.

## Satellites passifs

Les quatre satellites soviétiques «Pion» sont des satellites passifs construits par les étudiants de l'Institut d'Aviation Korolev de Kouïbychev.

## Satellites militaires

### a) Les Etats-Unis

Les Etats-Unis ont procédé au lancement de quinze satellites militaires :

5 satellites de navigation : NAVSTAR 2-01 à 2-05 ;

3 satellites de télécommunications : USA 43 et 44, FleetSatcom 8 ;

3 satellites d'écoute électronique : USA 37, 41 et 48 ;

1 satellite pour le programme SDI : USA 36 ;

1 satellite d'alerte avancée : USA 39 ;

1 satellite de reconnaissance photographique : USA 40 ;

1 satellite de surveillance des océans : USA 45.

### b) l'Union Soviétique

58 satellites de la série Cosmos sont vraisemblablement d'application militaires. On dénombrerait :

24 satellites de reconnaissance photographique : Cosmos 1991, 1993, 2003, 2005, 2006, 2007, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2025, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2035, 2036, 2045, 2047, 2048, 2049, 2052 ;

22 satellites de télécommunication : Cosmos 1992, 2008 à 2015, 2038 à 2043, 2054 et 1994 à 1999 ;

2 satellites d'alerte avancée : Cosmos 2001 et 2050 ;

4 satellites de navigation : Cosmos 2004, 2016, 2026 et 2034 ;

3 satellites d'écoute électronique : Cosmos 2033, 2046 et 2051 ;

3 satellites à missions inconnues : Cosmos 2002, 2027 et 2053. ■

ERRATUM: Bilan «Astronautique 1988»

Ciel et Terre 106, 41-45, 1990

Dans le tableau pp. 43 et 44 :

Cosmos1917 devient Cosmos 1917-1919

Cosmos 1919 devient Cosmos 1920

Orbite de USA 31 :  $i = 29,3^\circ$  ;  $P = 260.1$  min ; 151 - 14 103 km

Orbite de USA 32 :  $i = 85,0^\circ$  ;  $P = 89.3$  min ; 185 - 292 km

Orbite de USA 33 :  $i = 97,9^\circ$  ;  $P = 96.8$  min ; 156 - 1 012 km

# Revue des Questions Scientifiques

Publiée depuis 1877 par la Société Scientifique de Bruxelles

## Sommaire du tome 162, n° 1, 1991

La représentation de la réalité en science et en théologie.

L. MORREN - Introduction.

A. GIRARD - La représentation de la réalité en physique.

M. GOUSTARD - L'éthologie cognitive et affective des signes anthropomorphes à l'épreuve de la différence anthropologique.

BIBLIOGRAPHIE (voir 3<sup>e</sup> page de couverture).

Titres et résumés en anglais (voir 4<sup>e</sup> page de la couverture).

## Conditions d'abonnement 1991

L'abonnement est annuel, à partir de janvier (4 numéros par an)

En Belgique (TVA comprise) et Luxembourg ..... **1.260 FB**

abonnement étudiant ..... **630 FB**

En France ..... **1.480 FB**

Dans les autres pays ..... **1.700 FB**

**Secrétariat de la Société Scientifique de Bruxelles :**

61, rue de Bruxelles, B-5000 Namur, Belgique.

Comptes : C.C.P. 000-0202746-16 ou compte 250-0069944-92 à la Société Générale de Banque à Namur.