#19 - janvier 2017

ESPACE & TEMPS

Bulletin d'information de l'Institut Français d'Histoire de l'Espace

LES LANCEMENTS DE 1967

15 ANS D'ANDROMEDE

50 ANS D'APOLLO-1

50 ANS DE SOYOUZ-1

ESPACE & TEMPS

IFHE
Institut Français d'Histoire de l'Espace
adresse de correspondance :
2, place Maurice Quentin
75039 Paris Cedex 01
e-mail : contact.ifhe@orange.fr
Tél : 01 40 39 04 77

L'institut Français d'Histoire de l'Espace (IFHE) est une association selon la Loi de 1901 créée le 22 mars 1999 qui s'est fixée pour obiectifs de valoriser l'histoire de l'espace et de participer à la sauvegarde et à la préservation du patrimoine documentaire. Il est administré par un Conseil, et il s'est doté d'un Conseil Scientifique.

Conseil d'administration
Président d'honneur.....Michel Bignier†
Président.....Christian Lardier
Vice-présidents.....Yves Blin, Jacques Simon,
Trésorier.....Pierre Bescond
Secrétaire général.....Jean Jamet
Membres.....Roger-Maurice Bonnet, Jacques Durand, Jean-Pierre Morin.
Représentant du CNES.....Gérard Azoulay

Conseil scientifique
Pr. Jacques Blamont, Pr. Roger Maurice Bonnet, Jean-Pierre Causse, Claude Goumy, Pr. Pierre Morel, Pr. Robert Halleux, Pr. Dominique Pestre, Pr. Jean-Christophe Romer, Pr. Pascal Griset, Pr. Alain Beltran, Agnès Beylot.

ESPACE & TEMPS

Bulletin d'information édité par
l'institut Français d'Histoire de l'Espace (IFHE)

Directeur de la publication : Christian Lardier

Ont également participé à ce numéro :
Yves Blin, Jean-Jacques Serra, Nicolas Pillet.

Impression: photocopies - tirage : 50 ex.
Crédit photo : Droits réservés
ISSN : en cours

Les idées et opinions exprimées dans les articles n'engagent que leurs auteurs et ne représentent pas nécessairement celles de l'IFHE.

Le mot du président

Chers amis,

Je vous souhaite à tous une très bonne année 2017. L'année écoulée a vu la sortie des deux livres qui ont nécessité cinq ans de travail : 50 ans de coopération spatiale France-URSS/Russie et L'Observation spatiale de la Terre optique et radar - La france et l'Europe pionnières.

Nous avons organisé des présentations lors des conférences du 20 janvier et du 7 avril à Paris. Par ailleurs, ils ont été présentés à Toulouse le 20 février (Observation de la Terre), le 13 juin et le 5 décembre (50 ans de coopération spatiale).

Au 31 octobre 2016, l'éditeur a établi un compte d'exploitation provisoire : l'Observation de la Terre avait été vendu à 828 exemplaires et le 50 ans de coopération spatiale à 625 exemplaires. Cela permet de dégager un bénéfice net de 9196,84 euros dont l'IFHE attend 50 % de l'éditeur (soit 4598,42 euros) compte-tenu de la convention de co-édition.

En 2016, nous avons un certain nombre de disparitions. Notamment, le 7 avril et le 15 septembre 2016, Hervé Moulin (1946-2016), co-fondateur et premier secrétaire général de l'IFHE, et Jacques Villain (1947-2016), co-fondateur et second président de l'IFHE, nous ont quittés.

Depuis le début de l'année, nous avons eu une réunion de bureau le 11 janvier. Le 8 février, le conseil d'aministration doit se réunir pour commencer à préparer l'assemblée générale prévue le 17 mai 2017.

Le 17 février, nous devons recontrer R.M Bonnet et Nathalie Tinjod à l'ESA pour discuter du prochain prix Aubinière.

Le 16 mars, nous organisons une conférence sur l'histoire du programme de navette Hermès à Paris.

Le 23 mars, le Cospar organise une conférence en hommage à Ichtiaque Rasool à l'Observatoire de Paris.

Le prochain livre, le volume II de l'Observation de la Terre qui porte sur la météorologie, l'océanographie et l'atmosphère, est entre les mains d'un comité de pilotage dirigé par Jean-Louis Fellous. La publication (Editions du CNRS) est attendue pour 2018.

Cet automne, nous envisageons une conférence d'un journée sur un ou plusieurs thèmes (40 ans de Voyager, 60 ans de Spoutnik-1, les puissances spatiales, etc).

Je remercie encore tous nos membres pour leur soutien qui est indispensable pour la sauvegarde de la mémoire spatiale en France.

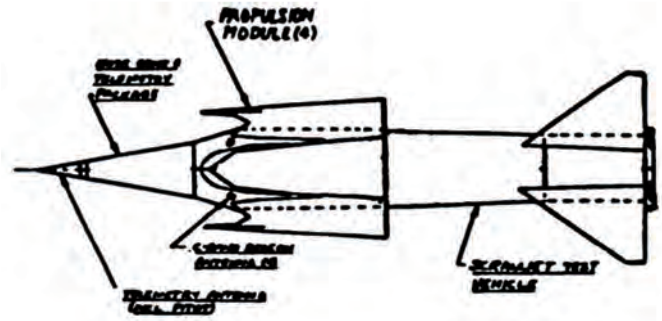
Christian Lardier, président de l'IFHE

Les lancements de 1967 par Christian Lardier, président de l'IFHE

Janvier

10/1 : La Thor-Delta n°44 lance le satellite de télécommunications **Intelsat-2-F2** (87 kg) de Cape Canaveral.

11/1 : tir d'une fusée-sonde Castor de Vandenberg avec un superstato Marquardt pour un test non propulsé à Mach 5. A la suite d'instabilités, les vols propulsés ont été abandonnés.



14/1 : La Thorad-Agena-D n°495 lance le satellite-espion **KH-4A** n°1038 de Vandenberg. Il effectue une mission de 18 jours.

17/1 : tir de l'Atlas-F n°148F avec une ogive Abres.

18/1 : La Titan-IIIC n°13 lance huit satellites de télécommunications militaires **IDCSP** (45 kg) de Cape Canaveral.

19/1 : Une Vostok-2 (8A92 n°N15001-05) lance le satellite-espion **Zenith-2** (11F61 n°43) de Plessetsk (65,4°). Devenu Cosmos-138, il effectue une mission de 8 jours.

19/1 : 5e tir d'une fusée Saphir VE-231G de Hammaguir.

22/1 : tir de l'Atlas-D n°35D avec une ogive Abres.

25/01 : Tir d'un FOBS par une **R-36Orb** (8K69 n°U-22500) avec l'ogive n°07L. Devenu Cosmos-139, il effectue les deux tiers d'une orbite.

26/1 : La Thor-Delta n°45 lance le satellite météorologique **ESSA-4** (132 kg) de Vandenberg. Une panne de caméra cause la désactivation le 6 décembre.

27/1 : Alors que l'équipage Grissom-White-Chaffee effectue une simulation à bord de la capsule Apollo-1 sur la plate-forme de lancement, un incendie se déclare à cause d'un court-circuit dans une atmosphère d'oxygène pur : les trois hommes sont carbonisés en quelques secondes. La mission AS-204 devait décoller le 21 février pour une mission de 14 jours autour de la Terre. Ce devait être le premier vol habité d'Apollo, mais ce fut la première tragédie de la conquête spatiale. Cette mission sera finalement

De g. à dr., Ed White, Virgil Grissom, Roger Chaffee

réalisée par Apollo-7 en octobre 1968 après que la capsule ait été modifiée pour plus de sécurité.

27/1 : 6e et dernier tir d'une fusée Saphir VE-231G de Hammaguir.

27/1 : signature du traité sur l'utilisation de l'espace extra-atmosphérique à l'ONU.

31/1 : Echec du lancement de la Scout S-151C avec le satellite **OV-3-5** (94 kg) de Vandenberg. Il devait étudier les radiations dans la haute atmosphère.

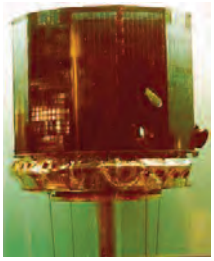
Février

2/2 : L'Atlas-Agena-D n°7126 lance le satellite-espion **KH-7** Gambit n°4036 de Vandenberg. Il effectue une mission de 9 jours.

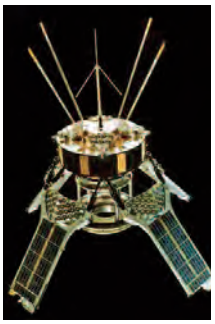
5/2 : L'Atlas-Agena-D n°5803 lance la sonde lunaire **Lunar Orbiter-3** (385 kg) de Cape Canaveral. Elle se place en orbite au tour de la Lune et prend des photos du 15 au 23 février : 477 à haute résolution (jusqu'à 1 m) et 149 à moyenne résolution sont reçues.

7/2 : Lancement d'une Soyouz (11A511 n°U15000-04) avec le troisième vaisseau **Soyouz** (11F615 n°03L/Passif) de la zone n°1. Devenu Cosmos-140, il perd rapidement ses réserves d'ergols et l'orientation stellaire. Ne parvenant pas à s'orienter sur le Soleil, ses batteries ne se rechargent pas. Le retour d'urgence après un vol de deux jours se déroule mal. La capsule retombe à 500 km du point visé et amerrit dans la mer d'Aral à 3 km de la berge. Mais un objet placé dans le bouclier thermique a brûlé dans l'atmosphère formant un trou et l'eau pénètre dans la capsule qui coule. Malgré le fait que les trois vols d'essai du Soyouz ait été des échecs, le rendez-vous entre deux Soyouz est maintenu en avril.

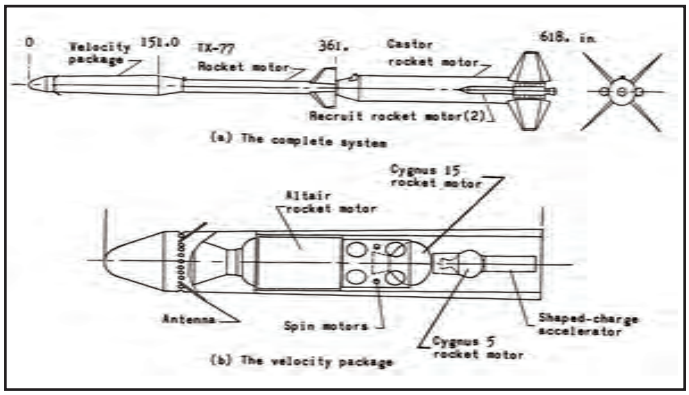
8/2 : La Thor-Burner-II n°169 lance le satellite


DMSP-4A

météorologique militaire **DMSP-4A-F2** (150 kg) de Vandenberg.
8/2 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°N15001-09) avec le satellite-espion **Zenith-4** (11F69 n°29) de Plessetsk (72,9°). Devenu Cosmos-141, il effectue une mission de 8 jours.


Diadème (D-1C)

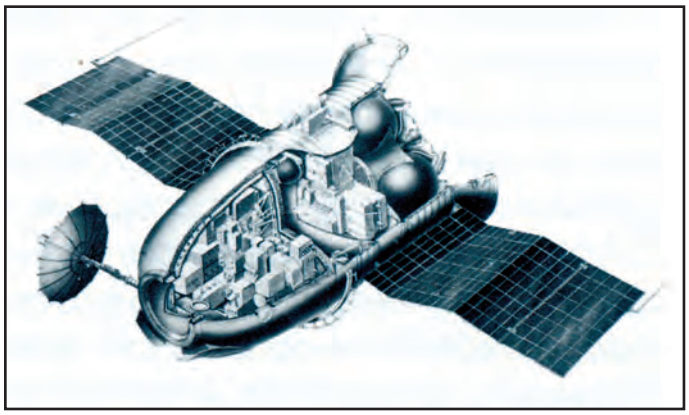
8/2 : La Diamant-A n°3 lance le satellite français D-1C **Diadème** (23 kg) de Hammaguir.
13/2 : tir de l'Atlas-F n°121F avec une ogive Abres.
14/2 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63) du silo Dvina avec le satellite **DS-U2-I n°2** (Cosmos-142). Il est destiné à l'étude de l'ionosphère. Il retombe le 6/07/67.
14/2 : tir d'une fusée-sonde Trailbalzer-2 de Wallops Island avec une météorite artificielle. Le véhicule de rentrée comprend trois accélérateurs : Altaïr X248 + Cygnus-15+ Cygnus-5.



15/2 : La Diamant-A n°4 lance le satellite français D-1D **Diadème-2** (23 kg) de Hammaguir.
17/2 : Remise en question du CECLES/ELDO par les Britanniques (réduction de leur participation de 38 à 27 %). Démarrage d'Europa-II.
22/2 : La Thorad-Agena-D n°493 lance le satellite-espion **KH-4A** n°1039 de Vandenberg. Il effectue une mission de 17 jours.
24/2 : La Titan-IIIB-Agena-D n°4 lance le satellite-espion **KH-8** n°4304. Il effectue une mission de 10 jours.
27/2 : Lancement d'une Vostok-2 (8A92 n°U15001-03) avec le satellite-espion **Zenith-2** (11F61 n°45) de Baïkonour (65,4°). Devenu Cosmos-143, il effectue une mission de 8 jours.
28/2 : premier lancement d'un satellite **Météor** (11F614 n°6) par une Vostok-2M (8A92M n°N15000-55) de Plessetsk. Devenu Cosmos-144, il est le premier satellite opérationnel du service hydrométéorologique.

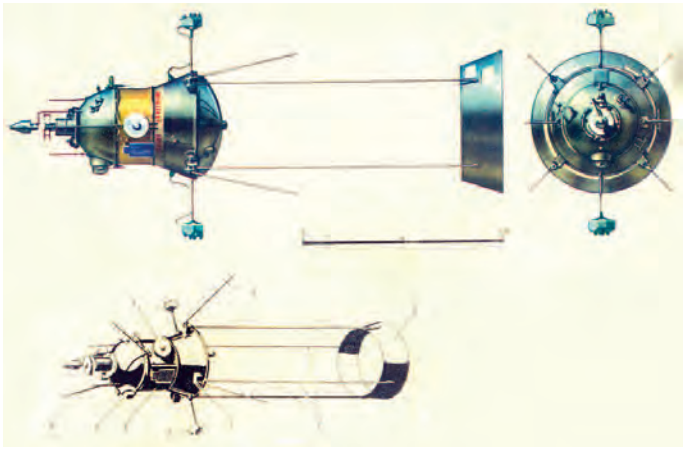
Mars

3/3 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63) du silo Dvina avec le satellite **DS-U2-M n°2** (Cosmos-145). Ce satellite technologique est destiné à l'essai d'un générateur quantique. Il retombe le 21/3/67.
5/3 : tir de l'Atlas-E n°7002 avec le second lifting body **X-23** Prime. L'engin a effectué des manœuvres pendant la rentrée atmosphérique, mais il a été perdu en mer.
7/3 : Lancement de la Vesta n°4 avec la guenon Martine de Hammaguir. Elle atteint 243 km d'altitude.
8/3 : Lancement du satellite scientifique **OSO-3** (Orbiting Solar Observatory) de 627 kg par la Thor-Delta n°46 de Cape Canaveral.
10/3 : Lancement de la première UR-500 à quatre étages (8K82K n°10722701) avec le prototype de vaisseau lunaire **7K-L1P** (11F91 n°2P). Devenu Cosmos-146 (5017 kg), il part en orbite solaire et ne revient pas vers la Terre à cause de l'échec du 4e étage Block-D.


7K-L1 Zond

13/3 : Lancement d'une Vostok-2 (8A92 n°N15001-06) avec le satellite-espion **Zenith-2** (11F61 n°44) de Plessetsk (65,4°). Devenu Cosmos-147, il effectue une mission 8 jours.
13/3 : Lancement de la Vesta n°5 avec la guenon Pierrette de Hammaguir. Elle atteint 234 km d'altitude.
Lancement de la Vesta n°6 avec une expérience d'astronomie de Hammaguir. Elle atteint 204 km d'altitude.
16/3 : Premier tir d'une Cosmos-2 (11K63 n°U231-05) de Plessetsk (plate-forme Radouga de la zone 133) avec le satellite **DS-P1-I** (Cosmos-148). C'est un satellite de calibration radar pour les systèmes ABM et ASAT de la défense anti-aérienne qui est placé sur 71° et retombe le 7/05/67.
16/3 : tir de l'Atlas-F n°151F avec une ogive Abres.
17/3 : Tir de la Titan-II n°B-76 de Vandenberg.
21/3 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63) du silo Dvina avec le satellite **DS-MO** (Cosmos-149).

Baptisé la flèche cosmique, ce satellite est équipé d'un système de stabilisation par anneau aérodynamique. Il est destiné à l'étude du rayonnement thermique terrestre (téléphotomètre, radiomètre IR, appareil d'actinométrie, système de télévision et magnétomètre). Il retombe le 7/04/67.



Cosmos-149 "Flèche cosmique"

22/3 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°N15001-07) avec le satellite-espion **Zenith-4** (11F69 n°27) de Plessetsk (65,4°). Devenu Cosmos-150, il effectue une mission de 8 jours.
22/3 : Echec du tir d'un FOBS par une **R-36Orb** (8K69 n°U-22500) avec l'ogive n°08L depuis le silo n°161 de Baïkonour.
23/3 : La Thor-Delta n°47 lance le satellite de télécommunications **Intelsat-2-F3** (192 kg) de Cape Canaveral.
24/3 : Lancement d'une Cosmos-3 (11K65 n°06LM) de Baïkonour avec le satellite **Strela-2** (11F611 n°2B). Devenu Cosmos-151, il remplace Cosmos-103 sur 56°. C'est un satellite de liaisons militaires de M.F.Rechetnev.
25/3 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63 n°U231-08) de Plessetsk avec le satellite **DS-P1-You n°7** (Cosmos-152). Ce satellite est destiné à la calibration des radars d'alerte avancée (SPRN) et de surveillance de l'espace (SKKP). Il retombe le 5/8/67.
30/3 : La Thorad-Agena-D n°501 lance le satellite-espion **KH-4A** n°1040 de Vandenberg. Il effectue une mission de 17 jours.
31/3 : Lancement d'une Thor n°168 (DSV-2J) de l'île Johnson dans le cadre du Program 437 (ASAT).

Avril

4/4 : Lancement d'une Vostok-2 (8A92 n°Ya15001-01) avec le satellite-espion **Zenith-2** (11F61 n°48) de Plessetsk (65,4°). Devenu Cosmos-153, il effectue une mission de 8 jours qui est partiellement exécutée en raison d'une panne d'une caméra SA-20.
5/4 : L'Atlas-Agena-D n°5102 lance le satellite expérimental **ATS-2** (370 kg) de Cape Canaveral. La panne du 2e étage le place sur une orbite elliptique sur laquelle il reste jusqu'au 2 septembre 1969.
7/4 : tir de l'Atlas-D n°38D avec une ogive Abres.
8/4 : Lancement d'une UR-500 (8K82 n°228-01) avec le vaisseau lunaire **7K-L1P** (11F91 n°3P). Devenu Cosmos-154, il retombe dans l'atmosphère après deux jours de vol à cause de l'échec du 4e étage Block-D.
12/4 : Tir de la Titan-II n°B-81 de Vandenberg.
12/4 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°N15001-08) avec le satellite-espion **Zenith-4** (11F69 n°28) de Baïkonour (51,8°). Devenu Cosmos-155, il effectue une mission de 8 jours.
13/4 : La Scout S-154C lance le satellite de navigation **Transit-O-12** de Vandenberg.
13/4 : Echec du lancement de la fusée japonaise Lambda-4S n°3 de Kagoshima avec un satellite de 26 kg.
17/4 : L'Atlas-Centaur AC-12 lance la sonde lunaire **Surveyor-3** (1026 kg au décollage, 296 kg à l'atterrissage). L'engin se pose dans la Mer de la Connaissance dans l'Océan des Tempêtes où il transmet 6315 images et étudie la structure du sol lunaire à l'aide d'une pelle. Le module lunaire d'Apollo-12 s'est posé à proximité de Surveyor-3 en novembre 1969.
20/4 : La Thor-Delta n°48 lance le satellite météorologique **ESSA-5** (145 kg) de Vandenberg.
23/4 : Lancement d'une Soyouz (11A511 n°U15000-03) avec le vaisseau **Soyouz-1** (11F615 n°04L/Actif) occupé par Vladimir Komarov. Le président de la commission d'état est le général K. A. Kerimov. Soyouz-1 doit être rejoint le lendemain par le Soyouz-2 (11F615 n°05L/Passif) occupé par Valery Bykovsky, Alexei Eliseiev et Evgueny Khrounov. Ces deux derniers

Equipages de Soyouz-1 et 2 à Baïkonour

doivent passer d'un vaisseau à l'autre lors d'une sortie extra-véhiculaire, simulant le passage du LOK au LK lors de la mission lunaire N1-L3. Mais le panneau solaire gauche de Soyouz-1 (6558 kg) ne se déploie pas et l'orientation solaire ne fonctionne pas. Komarov est obligé de la réaliser manuellement pour avoir suffisamment d'énergie (14 A). Komarov tente d'utiliser l'orientation ionique pour le retour à la 17e orbite, mais sans succès. Il doit alors utiliser le viseur optique Vzor du côté diurne, maintenir l'orientation à l'aide des gyroscopes, puis la corriger à la sortie de l'ombre pour déclencher le retour à la 19e orbite. La manoeuvre est correctement effectuée, mais le parachute principal reste coincé dans le conteneur dont les parois ont été déformées par la différence de pression. Le parachute de secours est activé mais s'enroule autour du parachute de freinage qui n'avait pas été largué. La capsule s'est écrasée à 50 m/s (180 km/h) à 65 km d'Orsk, provoquant la mort de Komarov.

19/4 : tir de l'Atlas-E n°7003 avec le troisième lifting body **X-23** Prime. L'engin a effectué des manœuvres pendant la rentrée atmosphérique et a été récupéré avec succès.

26/4 : Echec du lancement de la Titan-IIIB-Agena-D n°5 avec le satellite-espion **KH-8** n°4305.

26/4 : La Scout n°S-153C lance le satellite italien **San Marco-2** depuis la plate-forme maritime San Marco du large du Kenya.

27/4 : Lancement d'une Vostok-2M (8A92M n°R15000-22) avec le satellite **Meteor** (11F614 n°7) de Plessetsk. Devenu Cosmos-156, il fonctionne pour le service hydrométéorologique simultanément avec Cosmos-144. Le président de la commission d'état Kerimov est remplacé par le général V.I.Cheoulov.

28/4 : La Titan-IIIC n°10 lance les satellites **Vela Hotel-4A et 4B, ERS-18/ORS-4, ERS-20/OV-5-3, ERS-27/OV5-1** (Environmental Research Satellite, Octahedron Research Satellite, Orbiting Vehicle).

Les Vela-Hotel (317 kg), construits par TRW, sont destinés à la détection des explosions nucléaires. Les ERS (6-8 kg) emporte des expériences pour mesurer les radiations.

Mai

4/5 : L'Atlas-Agena-D n°5804 lance la sonde lunaire **Lunar Orbiter-4** (390 kg) de Cape Canaveral. Elle se place en orbite au tour de la Lune et prend des photos du 11 au 26 mai : 419 à haute résolution (jusqu'à 58 m) et 127 à moyenne résolution sont reçues.

5/5 : La Scout n°S-155C lance le satellite britannique **Ariel-3** (90 kg) depuis Vandenberg.

9/5 : Echec du lancement de la Thor-Agena-D n°508 avec le satellite-espion **KH-4A** n°1041 de Vandenberg (mauvaise orbite). Il emporte également le satellite d'écoute **P-11** n°4408.

12/5 : Lancement d'une Vostok-2 (8A92 n°Ya15001-02) avec le satellite-espion **Zenith-2** (11F61 n°49) de Baïkonour (51,8°). Devenu Cosmos-157, il effectue une mission de 8 jours qui est partiellement exécutée en raison de la mauvaise qualité des images sur le film de la caméra SA-20.

15/5 : premier lancement d'une Cosmos-3M (11K65M n°N149-16LM) de Plessetsk avec le satellite de navigation **Cyclone** (11F617 n°1). Mais la coiffe ne s'est pas séparée et Cosmos-158 n'a pas fonctionné en orbite. Le satellite est construit par M.F.Rechetnev de la NPO PM avec une charge utile de navigation du NII-885 (L.I.Goussev et N.E.Ivanov) et de liaisons du NII-695 (N.N.Nesvit, N.A.Potchtar et I.Kh.Golchteïn).

16/5 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M n°N15000-58) avec la sonde **Luna E-6LS n°111** destinée à se placer en orbite autour de la Lune pour tester les systèmes radiotechniques des Luna de la génération suivante (E-8). Mais c'est un échec du 4e étage Block-L qui place Cosmos-159 sur une orbite 380/60600 km où il restera jusqu'au 11/11/77.

17/5 : Lancement d'un FOBS par une **R-36Orb** (8K69) avec l'ogive n°09L de Baïkonour. Devenu Cosmos-160, il effectue deux tiers d'une orbite autour de la Terre.

18/5 : La Scout S-156C lance le satellite de navigation **Transit-O-13** de Vandenberg.

19/5 : tir de l'Atlas-F n°119F avec une ogive Abres.

22/5 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°Ya15001-12) avec le satellite-espion **Zenith-4** (11F69 n°31) de Plessetsk (65,4°). Devenu Cosmos-161, il effectue une mission de 8 jours.

22/5 : Lancement de l'Atlas-Agena-D n°7127 de

Atlas-119F-Abres-A1

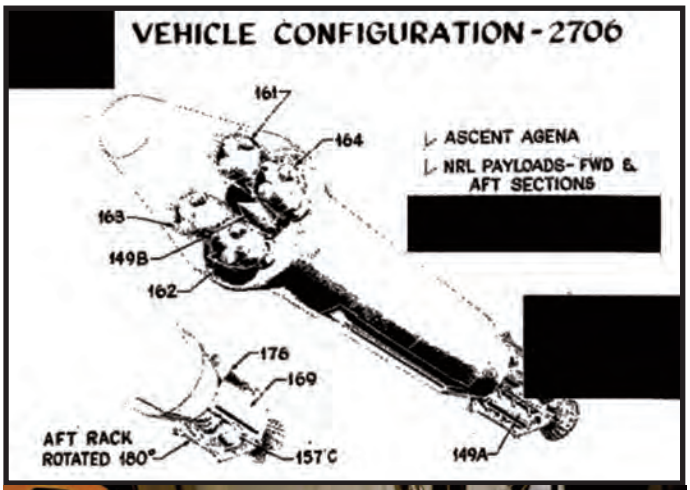
Vandenberg avec le satellite-espion **KH-7** Gambit n°4037 qui effectue une mission de 8 jours.

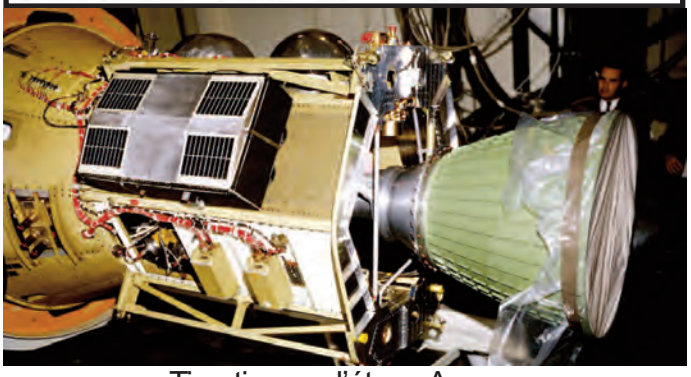
24/5 : La Thor-Delta n°49 lance le satellite **Explorer-34** ou IMP-F (75 kg). Il est placé sur une orbite 242 x 214.383 km inclinée à 67°1 pour étudier le champ magnétique, les particules énergétiques et le plasma dans le milieu interplanétaire.

24/5 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M n° N15000-41) avec le satellite de télécommunications **Molnya-1** (11F67 n°8). C'est le premier construit par la NPO PM de Krasnoïarsk. Il retombe le 26/11/71.

29/5 : Echec du lancement de la Scout S-152C lance le satellite scientifique **ESRO-IIA** de Vandenberg.

31/5 : Lancement du **composite n°7** du NRL pat la Thor-Agena n°443 de Vandenberg. Il comprend les satellites Poppy-5A, Poppy-5B/GGSE-4 (83 kg), Poppy-5C (72 kg), Poppy-5D/GGSE-5 (101 kg), Timation (40 kg), Calsphere-4 (4,5 kg), Calsphere-5 (5 kg) et deux charges utiles supplémentaires.




Timation sur l'étage Agena

Juin

1/6 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°Ya15001-11) avec le satellite-espion **Zenith-4** (11F69 n°30) de Baïkonour (51,8°). Devenu Cosmos-162, il effectue une mission de 8 jours.

4/6 : Lancement de l'Atlas-Agena-D n°7128 de Vandenberg avec le satellite-espion **KH-7** Gambit n°4038 qui effectue une mission de 8 jours.

5/6 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63) du silo Dvina avec **DS-U2-MP n°2** (Cosmos-163). Il est destiné à l'étude des poussières cosmiques (Institut physico-technique Ioffe de Léningrad). Il est doté d'un spectromètre gamma à scintillations et d'un détecteur acoustique de chocs pour mesurer le flux météoritique. Il retombe le 11/10/67.

8/6 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°Ya15001-04) avec le satellite-espion **Zenith-2** (11F61 n°50) de Plessetsk (65,4°). Devenu Cosmos-164, il effectue une mission de 6 jours.

9/6 : tir de l'Atlas-F n°122F avec une ogive Abres.

12/6 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M n°Ya716-70) avec la sonde vénusienne V-67 n°310. Devenu **Venera-4** (1106 kg), elle plonge dans l'atmosphère de Vénus le 18/10/67. La capsule (383 kg) émet pendant 93 min jusqu'à l'altitude de 23 km où elle mesure une pression de 17,6 atm et une température de 270°C. Ces mesures laissaient supposer qu'il devait y avoir 25 atm et 400°C au sol.

12/6 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63 n°N231-12) de Plessetsk avec **DS-P1-You n°8** (Cosmos-165). Ce satellite est destiné à la calibration des radars d'alerte avancée (SPRN) et de surveillance de l'espace (SKKP). Il retombe le 15/1/68.

14/6 : Lancement de l'Atlas-Agena-D n°5401 avec la sonde interplanétaire **Mariner-5** (250 kg). Cette doublure de Mariner-4 a été modifiée pour survoler Vénus. Elle emporte un photomètre UV

(présence d'hydrogène et d'oxygène), un magnétomètre (champ magnétique), une sonde à plasma (vent solaire), une chambre d'ionisation (radiations corpusculaires), et un récepteur bifréquence (occultation). Elle passe à une distance de 4094 km le 19 octobre 1967 et le contact radio est perdu le 21 novembre 1967. Les mesures indiquent une pression au sol de 100 bars, une température de 426° C, 85-99 % de CO2, pas de champ magnétique, ni de magnétosphère, une teneur en hydrogène comparable à celle de la Terre et l'absence d'oxygène autour de la planète.

16/6 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63) du silo Dvina avec la satellite **DS-U3-S** (Cosmos-166). Ce satellite était destiné à l'étude du soleil. Il retombe le 25/10/67.

16/6 : La Thorad-Agena-D n°509 lance le satellite-espion **KH-4A** n°1042 de Vandenberg. Il effectue une mission de 33 jours.

17/6 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M n°Ya716-71) avec la sonde vénusienne **V-67 n°311**. Mais il reste en orbite terrestre et devient Cosmos-167 à la suite de l'échec 4e étage Block-L.

20/6 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°Ya15001-13) avec le satellite-espion **Zenith-4** (11F69 n°32). Mais le moteur 8D727 de l'étage central a été arrêté par le système de direction (AVD) et la fusée est retombée au sol.

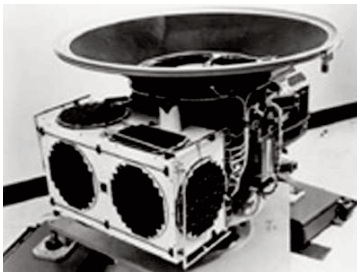
20/6 : La Titan-IIIB-Agena-D n°8 lance le satellite-espion **KH-8** n°4306 de Vandenberg. Il effectue une mission de 10 jours.

21/6 : La fusée R-36 (8K67) intégré dans l'armement (le premier régiment de R-36 est en opération à Oujour le 5/11/66).

23/6 : Tir d'une Titan-II n°B-70 de Vandenberg.

26/6 : Echec du lancement d'une Cosmos-3M (11K65M n°N149-20LM) de Plessetsk avec une maquette de **Tselina-O**.

29/6 : La Thor-Bruner-II n°171 lance les satellites **Aurora/P67-1** (21,5 kg) et **Secor-9** (20,5 kg). Le premier, réalisé par l'Université de Rice pour l'USN, étudie les phénomènes électriques associés aux aurores boréales. Le second est un satellite géodésique.



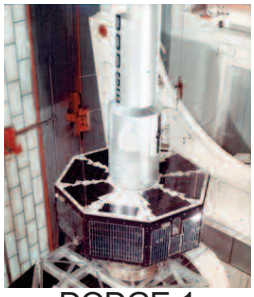
Aurora P67-1

30/6 : Décision du programme Diamant-B. Fermeture d'Hammaguir à la suite des accords d'Evian.

Juillet

1/7 : La Titan-IIIC n°14 lance quatre satellites de télécommunications militaires **IDCSP** (45 kg), le satellite de télécoms expérimentales **LES-5** (194 kg) et le satellite **DODGE-1** (102 kg) de Cape Canaveral. LES-5 du MIT Lincoln Lab a permis de tester des communications tactiquers en UHF jusqu'en 1971. DODGE de l'APL/JHL avait trois missions : une expérience de gradient de gravité (10 booms jusqu'à 15,25 m de long), deux caméras N&B et couleur pour des prises de vues en GEO et la mesure du champ magnétique.

LES-5



DODGE-1

4/7 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°Ya15001-05) avec le satellite-espion **Zenith-2** (11F61 n°52) de Baïkonour (51,8°). Devenu Cosmos-168, il effectue une mission de 8 jours.

5/7 : 4e et dernier tir d'un Rubis depuis le CEL. Il atteint 156+0 km d'altitude.

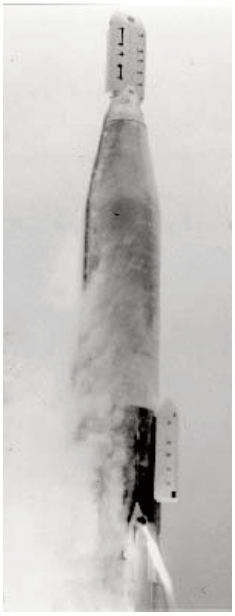
6/7 : tir de l'Atlas-D n°65D avec une ogive Abres.

14/7 : L'Atlas-Centaur AC-11 lance la sonde lunaire **Surveyor-4** (1,0 t au décollage, 282 kg à l'atterrissage). L'engin devait se poser dans la baie du Centre mais le contact a été perdu 2,5 min avant l'atterrissage.

17/7 : Lancement d'un FOBS par une **R-36Orb** (8K69) avec l'ogive n°11L du silo n°162 de Baïkonour. Devenu Cosmos-169, il effectue deux tiers d'une orbite autour de la Terre.

19/7 : La Thor-Delta n°50 lance le satellite **Explorer-35** ou IMP-E (104 kg). Il est placé sur une orbite héliocentrique pour étudier le champ magnétique, les particules énergétiques et le

plasma dans le milieu interplanétaire.
21/7 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°Ya15001-14) avec le satellite-espion **Zenith-4** (11F69 n°33). Mais le moteur 11D55 du 3e étage s'est arrêté prématurément à la 482,6e s à la suite d'une panne du régulateur d'oxygène. La charge utile a été détruite par le système automatique (APO).
22/7 : tir de l'Atlas-F n°114F avec une ogive Abres.
25/7 : tir d'une R-7A (n°E15002-05) de Plessetsk.
25/7 : La Thor-Agena-D n°496 lance le satellite d'écoute électronique **Samos-F3 n°7** (1,5 t). Il retombe le 5 juin 1969.
27/7 : L'Atlas-D n° 92D lance les satellites **OV-1-11** (134 kg), **OV-1-12** (140 kg), **OV-1-86** (118 kg) de Vandenberg. OV-1-11 devait mesurer les émissions solaires, l'oxygène et l'ozone atmosphèrique et les particules chargées, mais il ne s'est pas séparé. OV-1-12 emportait l'expérience FARO (Flare Activated Radio-biological Observatory). Enfin, OV-1-86 devait mesurer les rayons cosmiques, mais il était en rotation et seulement des données partielles ont été obtenues.


Atlas-92D

28/7 : La Thor-Agena-D n°478 lance le satellite **OGO-4** (Orbiting Geophysical Observatory) de 562 kg de Vandenberg. Ce satellite de la Nasa emporte 20 expériences sur l'orbite 411 x 903 km inclinée à 86° où il émet jusqu'au 27 octobre 1969 (fonctionnement partiel à partir de mi-janvier 1969).
29/7 : tir de l'Atlas-F n°150F avec une ogive Abres.
31/7 : Lancement d'un FOBS par une **R-36Orb** (8K69 n°12L) du silo n°161 de Baïkonour. Devenu Cosmos-170, il effectue deux tiers d'une orbite autour de la Terre.

Août

1/8 : L'Atlas-Agena-D n°5805 lance la sonde lunaire **Lunar Orbiter-5** (390 kg) de Cape Canaveral. Elle se place en orbite au tour de la Lune et prend des photos du 6 au 18 août : 633 à haute résolution (jusqu'à 2 m) et 211 à moyenne résolution sont reçues.
4/8 : Echec du lancement d'Europa-F6-1 de Woomera (Australie). Le second étage Coralie ne s'est pas allumé.
7/8 : La Thorad-Agena-D n°510 lance le satellite-espion **KH-4A** n°1043 de Vandenberg. Il effectue une mission de 25 jours.
8/8 : Lancement d'un FOBS par une **R-36Orb** (8K69 n°10L) depuis le silo n°162 de Baïkonour. Devenu Cosmos-171, il effectue deux tiers d'une orbite autour de la Terre.
9/8 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°Ya15001-15) avec le satellite-espion **Zenith-4** (11F69 n°34) de Baïkonour (51,8°). Devenu Cosmos-172, il effectue une mission de 8 jours.
16/8 : La Titan-IIIB-Agena-D n°9 lance le satellite-espion **KH-8** n°4307 de Vandenberg. Il effectue une mission de 13 jours.
23/8 : La Thor-Burner-II n°266 lance le satellite météorologique militaire **DMSP-4A-F3** (150 kg) de Vandenberg.
24/8 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63 n°U231-10) de Plessetsk avec le satellite **DS-P1-You n°9** (Cosmos-173). Ce satellite est destiné à la calibration des radars d'alerte avancée (SPRN) et de surveillance de l'espace (SKKP). Il retombe le 17/12/67.
31/8 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M n°N716-81) avec un satellite de télécommunications **Molnya-1** destiné à la calibration du centre des liaisons cosmiques lointaines (11F67 n°11). Mais c'est l'échec et le satellite devient Cosmos-174. Il retombe le 30/12/68.

Septembre

1/9 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°Ya15001-03) avec le satellite-espion **Zenith-2** (11F61 n°51) de Plessetsk (81,2°). Mais c'est l'échec du 3e étage Bloc-I à la 296e s de vol et la charge utile est détruite dans l'atmosphère.
7/9 : La Delta n°51 lance le **Biosatellite n°2** (507 kg), mais le retour de la capsule biologique est avancé à la 17e orbite à cause d'un ouragan dans la zone de récupération (récupération en vol par un avion). Elle emporte 13 expériences portant sur des échantillons exposés à une source de radiation embarquée (insectes, des œufs de grenouilles, les plantes et les micro-organismes).

8/9 : L'Atlas-Centaur AC-13 lance la sonde lunaire **Surveyor-5** (1,0 t au décollage, 303 kg à l'atterrissage). L'engin se pose dans la Mer de la Tranquilité où il transmet 19049 images et étudie la composition du sol lunaire à l'aide d'un analy-

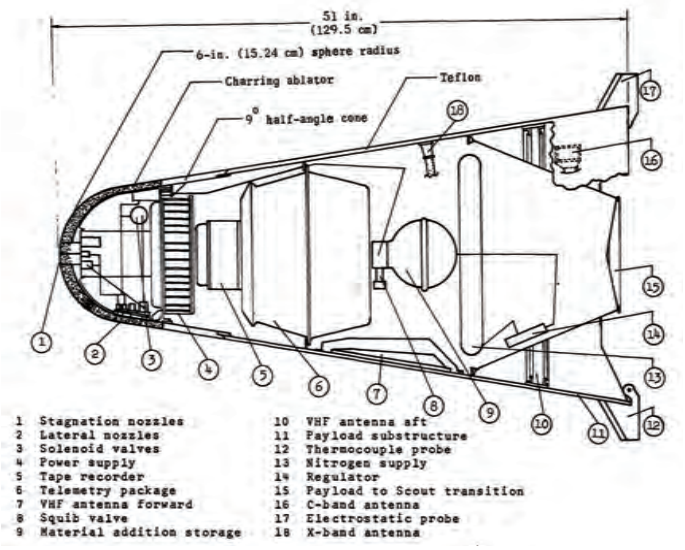
seur à rayons alpha.
11/9 : Tir de la Titan-II n°B-21 de Vandenberg.
11/9 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°Ya15002-11) avec le satellite-espion **Zenith-4** (11F69 n°37) de Plessetsk (72,9°). Devenu Cosmos-175, il effectue une mission de 8 jours.
12/9 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63 n°N231-08) de Plessetsk avec le satellite **DS-P1-You n°10** (Cosmos-176). Ce satellite est destiné à la calibration des radars d'alerte avancée (SPRN) et de surveillance de l'espace (SKKP). Il retombe le 3/3/68.
15/9 : La Thorad-Agena-D n°512 lance le satellite-espion **KH-4B** n°1101 de Vandenberg. Il effectue une mission de 25 jours.
16/9 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°Ya15001-06) avec le satellite-espion **Zenith-2** (11F61 n°53) de Baïkonour (51,8°). Devenu Cosmos-177, il effectue une mission de 8 jours.
19/9 : La Titan-IIIB-Agena-D n°10 lance le satellite-espion **KH-8** n°4308 de Vandenberg. Il effectue une mission de 10 jours.
19/9 : Lancement d'un FOBS par une **R-36Orb** (8K69 n°14L) depuis le silo n°161 de Baïkonour. Devenu Cosmos-178, il effectue deux tiers d'une orbite autour de la Terre.
22/9 : Lancement d'un FOBS par une **R-36Orb** (8K69 n°15L) depuis le silo n°162 de Baïkonour. Devenu Cosmos-179, il effectue deux tiers d'une orbite autour de la Terre.
25/9 : La Scout S-157C lance le satellite de navigation **Transit-O-14** de Vandenberg.
26/9 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°Ya15001-07) avec le satellite-espion **Zenith-2** (11F61 n°54) de Plessetsk (72,9°). Devenu Cosmos-180, il effectue une mission de 8 jours.
27/9 : Echec du lancement d'une Cosmos-3M (11K65M n°N149-15LM) de Plessetsk avec une maquette de **Cyclone**.
28/9 : La Thor-Delta n°52 lance le satellite de télécommunications **Intelsat-2-F4** (87 kg) de Cape Canaveral.
28/9 : Lancement d'une UR-500 (8K82 n°229-01) avec le vaisseau **7K-L1P** (11F91 n°4L). Mais c'est l'échec du premier étage, mais le système de sauvetage fonctionne et la capsule est récupérée.

Octobre

3/10 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M n°Ya716-83) avec le satellite de télécommunications **Molnya-1** (11F67 n°9). Il fonctionne pour le système Orbita. Il retombe le 4/3/69.
11/10 : tir de l'Atlas-D n°69D avec une ogive Abres.
11/10 : lancement d'une Voskhod (11A57 n°Ya15002-01) avec le satellite-espion **Zenith-2** (11F61 n°55) de Plessetsk (65,4)°. Devenu Cosmos-181, il effectue une mission de 8 jours.
11/10 : La Thor-Burner-II n°268 lance le satellite météorologique militaire **DMSP-4A-F4** (150 kg) de Vandenberg.
12/10 : Lancement de la première sonde d'altitude **VKZ** par une 11K65 (n°U149-13L) depuis la zone 41 de Baïkonour. La sonde, construite par M.F.Rechetnev de la NPO PM, culmine à 4400 km d'altitude.

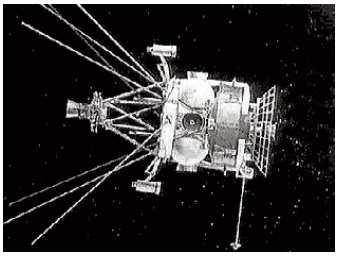
VKZ

14/10 : tir de l'Atlas-F n°118F avec une ogive Abres.
16/10 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°Ya15001-17) avec le satellite-espion **Zenith-4** (11F69 n°36) de Baïkonour (65,4)°. Devenu Cosmos-182, il effectue une mission de 8 jours.
18/10 : Lancement d'un FOBS par une **R-36Orb** (8K69) avec l'ogive n°16L. Devenu Cosmos-183, il effectue deux tiers d'une orbite autour de la Terre.
18/10 : Lancement de la Thor-Delta n°53 avec le satellite **OSO-4** (Orbiting Solar Observatory) de 605 kg de Cape Canaveral.
19/10 : La Scout n°S-159C lance le véhicule de rentrée **RAM-C-1** (Radio Attenuation Measurements) sur une trajectoire sub-orbitale depuis Wallops Island.

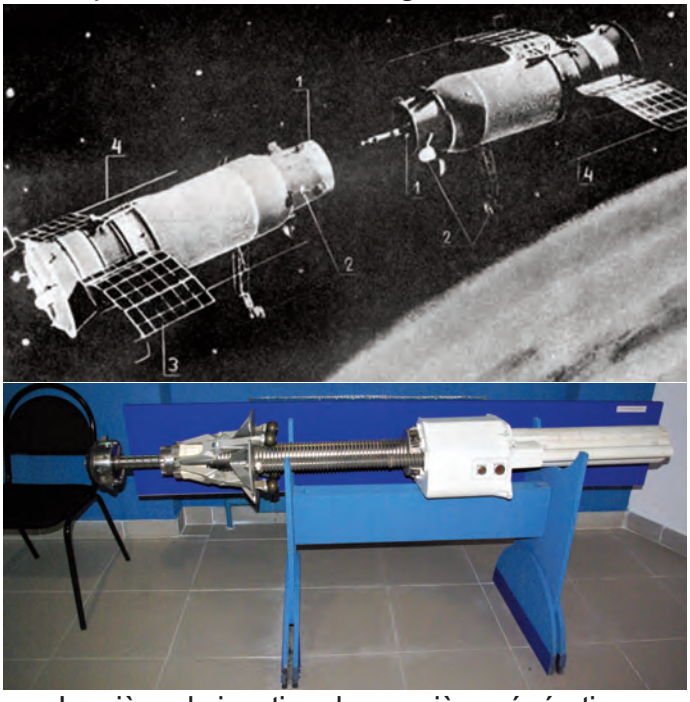


22/10 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M n°Ya716-84) avec le satellite de télécommunications **Molnya-1** (11F67 n°12). Il fonctionne pour le système Orbita alors composé de 12 stations

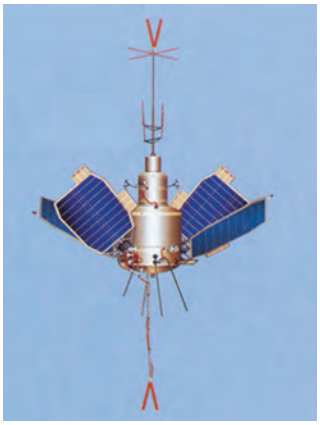
de réception. Il retombe le 31/12/69.
25/10 : Lancement d'une Vostok-2M (8A92M n°N15000-56) avec le satellite météorologique **Meteor** (11F614 n°8). Devenu Cosmos-184, il tombe rapidement en panne et sera remplacé par Cosmos-206.
25/10 : La Titan-IIIB-Agena-D n°11 lance le satellite-espion **KH-8** n°4308 de Vandenberg. Il effectue une mission de 9 jours.
25/10 : Echec du 3e tir d'un étage Cora du CEL. Annulation de la suite du programme.
27/10 : tir de l'Atlas-F n°81F avec une ogive Abres.
27/10 : Lancement d'une Cyclone-2A (11K67 n°N22500-03L) de la zone 90 avec le satellite anti-satellite **IS-104** (Cosmos-185) de V.N.Tchelomei. Cette fusée est créée à partir du missile 8K67. Le satellite est placé sur une orbite 522/888 km. Il rentrera dans l'atmosphère le 14/1/69.


ASAT de Tchelomei

27/10 : Lancement d'une Soyouz (11A511 n°U15000-05) avec le vaisseau **7K-OK** n°06/Actif (Cosmos-186) de la zone n°31. Il est rejoint trois jours plus tard par Cosmos-188 avec lequel il opère un rendez-vous automatique en 1 h 12. Ils restent arrimés pendant 3 h 30 puis se séparent et rentrent sur Terre à l'issue d'un vol de quatre jours. A la suite d'une panne de l'orientation stellaire, la capsule de Cosmos-186 effectue un retour balistique, mais un atterrissage en douceur.


© N. Pillet Kosmonavtika.com
La pièce de jonction de première génération

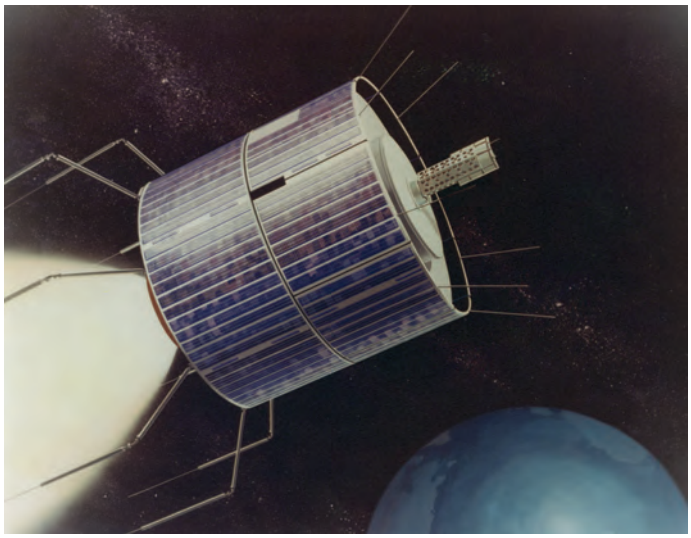
28/10 : Lancement d'un FOBS par une **R-36Orb** (8K69) avec l'ogive n°13L. Devenu Cosmos-187, il effectue deux tiers d'une orbite autour de la Terre.
30/10 : Lancement d'une Soyouz (11A511 n°N15000-07) avec le vaisseau **7K-OK** n°05L/Passif (qui devait devenir le Soyouz-2 en avril) de la zone n°1. Devenu Cosmos-188, il effectue un rendez-vous automatique et un amarrage avec Cosmos-186. Il utilise l'orientation ionique pour le retour qui s'effectue sur une mauvaise trajectoire. Après avoir survolé Irkoutsk, la capsule se dirigeait vers la Chine. Elle fut donc détruite en vol à la frontière de la Mongolie.
30/10 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M n°N149-19LM) avec le premier satellite d'écoute électronique **Tselina-O** n°1 (11F616) de Plessetsk. Devenu Cosmos-189, cet ELINT construit par la NPO Youjnoe avec une charge utile du TsNII-108 est destiné à l'écoute générale (Obzor). D'un poids de 415 kg, il n'est pas orienté et possède des panneaux solaires. Il est doté d'un récepteur à dix sous-gammes HF. La fréquence, la puissance, la structure du signal, son type de modulation, etc sont enregistrées et retransmises au sol (Store&Dump). L'effet doppler et la variation de l'amplitude du signal permettent de déterminer les coordonnées de la fréquence porteuse. Les liaisons avec la station de poursuite spéciale sont assurées une ou deux fois par jour. Les essais en vol sont terminés en 1970 et le système sera opérationnel de 1971 à 1984.


Tselina-O

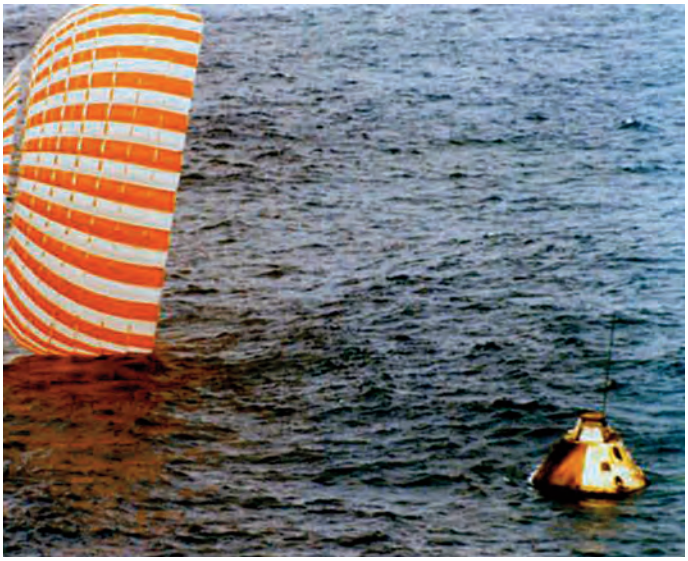
Novembre

2/11 : La Thorad-Agena-D n°513 lance le satellite-espion **KH-4A** n°1044 de Vandenberg. Il effectue une mission de 30 jours.
3/11 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°Ya15001-16) avec le satellite-espion **Zenith-4** (11F69 n°35) de Plessetsk (65,4°). Devenu Cosmos-190, il effectue une mission de 8 jours.
5/11 : L'Atlas-Agena-D n°5103 lance le satellite expérimental **ATS-3** (365 kg) de Cape Canaveral. Ce satellite spiné (bus HS-306 de Hughes) emporte des répéteurs en VHF et SHF, une nouvelle antenne uni-directionnelle rotative, deux caméras (une à balayage mécanique et l'autre électro-

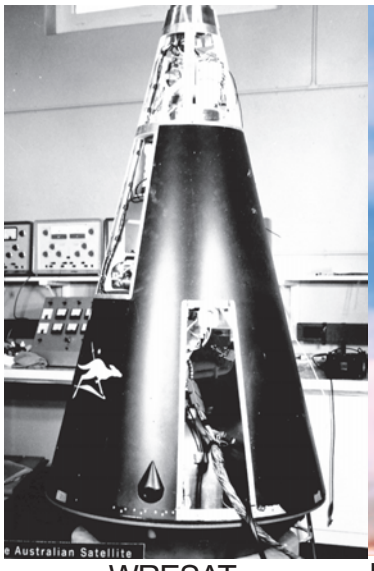
nique) qui prennent le disque complet de la Terre (dont les premières images en couleur), un émetteur WEFAX, l'expérience de navigation OPLE (Omega Position & Location Equipment), une autre expérience de navigation avec trois boules métalliques éjectées, un réflectomètre pour l'étude des surfaces optiques, une balise radio pour mesurer les électrons, un resistojet à ammoniac liquide. Il a fonctionné jusqu'en 1978 (11 ans).



7/11 : tir de l'Atlas-D n°94D avec une ogive Abres.
7/11 : L'Atlas-Centaur AC-14 lance la sonde lunaire **Surveyor-6** (1,0 t au décollage, 299,6 kg à l'atterrissage). L'engin se pose dans la baie du Centre où il transmet 30027 images et étudie la composition du sol lunaire à l'aide d'un analyseur à rayons alpha. Le 17 novembre, il a allumé ses moteurs pour s'élever de 4 m et atterrir 2,5 m plus loin.
9/11 : Premier vol de la Saturn-V du programme Apollo. La fusée n°SA-501 lance le composite **Apollo-4** (capsule CM-017 + module lunaire fictif) de Cape Canaveral. Le composite est placé en orbite, effectue deux révolutions avant que l'étage S-IVB ne se rallume pour élever l'apogée à 17000 km. Puis la capsule a opéré un retour atmosphérique à la seconde vitesse cosmique (11,2 km/s).



10/11 : La Thor-Delta n°54 lance le satellite météorologique **ESSA-6** (145 kg) de Vandenberg
10/11 : tir de l'Atlas-F n°113F avec une ogive Abres.
18/11 : L'URSS demande à l'Inde son accord pour récupérer des satellites dans ses eaux territoriales.
21/11 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63 n°U231-11) de Plessetsk avec le satellite **DS-P1-You n°11** (Cosmos-191). Ce satellite est destiné à la calibration des radars d'alerte avancée (SPRN) et de surveillance de l'espace (SKKP). Il retombe le 2/3/68.
22/11 : Lancement d'une UR-500 (8K82 n°230-01) avec le vaisseau **7K-L1P** (11F91 n°5L). C'est l'échec du 2e étage, mais le système de sauvetage fonctionne et la capsule est récupérée.
23/11 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M n°N149 -18LM) avec le premier satellite de navigation **Cyclone** (11F617 n°2). Devenu Cosmos-192, cet engin de 800 kg est destiné aux liaisons et à la navigation des navires de la marine. Le président de la commission d'état est le vice-amiral G.N.Tolstoloubsky (chef des liaisons de la marine).
25/11 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°Ya15002-04) avec le satellite-espion **Zenith-2** (11F61 n°58) de Plessetsk (65,4°). Devenu Cosmos-193, il effectue une mission de 8 jours.
29/11 : Premier lancement spatial australien. Une fusée Redstone modifiée est lancée de Woomera. Doté d'un troisième étage SPARTA (SPecial Antimissile Research Tests, Australia), elle place le satellite **WRESAT** (Weapons Research



WRESAT

Lancement de WRESAT

Establishment Satellite) de 45 kg en orbite. Toutefois, ce tir ne fait pas de l'Australie une puissance spatiale car le lanceur était américain, seul le site de lancement était australien. Il faudra attendre février 1970 pour que le Japon devienne la 4e puissance spatiale.

Décembre

3/12 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°Ya15002-12) avec le satellite-espion **Zenith-4** (11F69 n°39) de Plessetsk (65,4°). Devenu Cosmos-194, il effectue une mission de 8 jours.

5/12 : La Titan-IIIB-Agena-D n°12 lance le satellite-espion **KH-8** n°4309 de Vandenberg. Il effectue une mission de 11 jours.

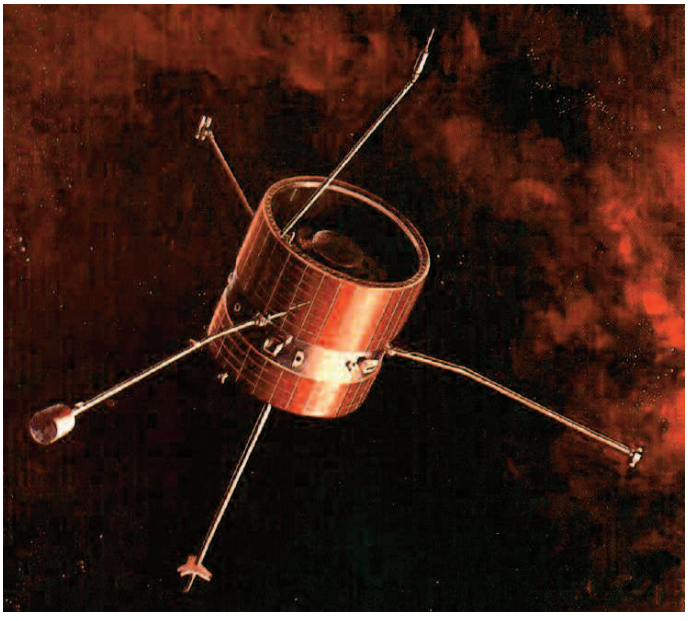
5/12 : La Scout n°S-158c lance le satellite **OV-3-6** d'étude des radiations.

6/12 : Echec du lancement d'Europa-F6-1 de Woomera (Australie). Le second étage Coralie ne s'est pas allumé.

Europa-F6-2

9/12 : La Thorad-Agena-D n°514 lance le satellite-espion **KH-4B** n°1102 de Vandenberg. Il effectue une mission de 16 jours.

13/12 : La Thor-Delta n°55 lance la sonde interplanétaire **Pioneer-8** (146 kg) et le petit satellite **TTS-1** (20 kg). Pioneer-8 est placé sur une orbite héliocentrique pour l'étude du vent solaire, du champ magnétique solaire et des rayons cosmiques. La Nasa est restée en contact avec la sonde jusqu'au 22 août 1996. Le TTS (Test And Training Satellite) est un octahedron de 28 cm de côté équipé d'un répéteur en bande S pour l'entraînement des opérateurs du programme Apollo.



16/12 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°Ya15002-03) avec le satellite-espion **Zenith-2** (11F61 n°57) de Plessetsk (65,4°). Devenu Cosmos-195, il effectue une mission de 8 jours.

19/12 : Lancement d'une Cosmos-2 (63S1) du silo Dvina avec la satellite **DS-U1-G n°2** (Cosmos-196). Il effectue des mesures géophysiques et retombe le 7/7/68.

21/12 : tir de l'Atlas-F n°117F avec une ogive Abres.

26/12 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63) du silo Dvina avec la satellite **DS-U2-V n°3** (Cosmos-197). Il retombe dans l'atmosphère le 30/1/68.

27/12 : Lancement d'une Cyclone-2A (11K67 n°N22500-07L) de la zone 90 avec le satellite **US-A n°3** (Cosmos-198) de V.N.Tchelomei. C'est une maquette d'un RORSAT (satellite de surveillance océanique doté d'un radar et d'un réacteur nucléaire) qui passe d'une orbite 265/281 km à une orbite 889/948 km. En effet, à la fin de la mission, le réacteur doit être placé sur une orbite haute pour ne pas retomber sur Terre.

Nota 1 :

Au total, il y a eu 37 lancements (33 réussis) avec des fusées 8K78M, 8A92, 11A57, 11A511, 8K82K, 11K65, 11K67, 8K69 et un tir sub-orbital de 11K65 avec la sonde VKZ. Ces tirs ont permis de lancer 33 satellites et une sonde interplanétaire (Venera-4). Il y a eu quatre tirs de Zond dont deux réussis, trois tirs de Météor tous réussis et 9 tirs de FOBS tous réussis. De plus, environ 30 ICBM ont été lancés de Baïkonour où se trouvent 50 plates-formes de tir, 15 MIK et 10 points de mesure. Les travaux avec la maquette 4M de la N-1 ont commencés. Depuis la base de Plessetsk, il y a eu 30 lancements dont 26 réussis. Cinq fusées 11K65M ont été lancée avec deux échecs dont les dates ne sont pas connues. Enfin, sept lancements tous réussis ont été effectués de Kapustin Yar (dont six tirs de satellites de calibration radar DS-P1-I sur 71°).

Nota-2 :

-Non compte-tenu des tirs de Minuteman, Polaris, de fusées-sondes et du X-15.

L'étrange histoire du premier moteur-fusée à liquides

par Jean-Jacques Serra, membre de l'IFHE

Le premier moteur-fusée à liquides a été expérimenté à la fin du XIX° siècle par un étudiant péruvien nommé Pedro Paulet, dans les locaux de l'Institut de chimie appliquée à Paris. Les quelques informations disponibles sur ce moteur sont données dans deux articles de journaux : l'un, paru en 1927, dont il est l'auteur [1], l'autre, paru en 1944, où il est interviewé par un journaliste argentin [2]. La rareté des informations et le délai avant leur publication ont parfois fait douter de la véracité de ces faits. Mais Paulet précise que le choix des liquides lui a été suggéré par son professeur, Marcellin Berthelot ; il s'agissait des constituants d'un explosif liquide inventé par Eugène Turpin, connu sous le nom de Panclastite. Ce lien avec Turpin permet de mieux comprendre la genèse de ce moteur-fusée et de voir que les éléments qui rendaient possible cette invention étaient en place.

Eugène Turpin vers 1890

Eugène Turpin, inventeur de la Panclastite

Eugène Turpin est né le 30 septembre 1848 à Paris [3]. Après ses classes secondaires, il entreprend des études de médecine tout en suivant des cours du soir au Conservatoire des Arts et Métiers. Ses études sont interrompues par la guerre de 1870. Après la guerre, on le retrouve fabricant de jouets en caoutchouc à Colombes. En 1873, ces jouets sont interdits par la préfecture de police en raison de la toxicité des colorants employés. Turpin se lance alors dans des recherches sur des colorants sans danger, pour lesquelles il fera plusieurs communications à l'Académie des sciences avant de recevoir le prix Montyon en 1877. Après quelques procès perdus contestant la priorité de son invention, il réoriente ses recherches vers la pyrotechnie militaire [4].

Dès 1878, il observe que le peroxyde d'azote, qui est liquide à température ambiante, possède la propriété de former, avec certaines substances combustibles, des mélanges explosifs. Il leur donne le nom générique de Panclastites, mot inspiré du grec signifiant "brise-tout" [5]. Entre 1881 et 1882, il dépose une série de brevets et publie une "Notice sur la Panclastite" concernant la fabrication de ces explosifs et les techniques pour les employer [6].

Turpin divise les Panclastites en quatre groupes, selon le combustible employé : 1) sulfure de carbone ; 2) hydrocarbures ; 3) corps gras et 4) composés nitrés. Il précise que «Tous ces corps convenablement traités donnent des explosifs plus violents que la nitroglycérine pure». Néanmoins, l'emploi des Panclastites pour la guerre, n'est pas simple. Les deux liquides doivent être placés dans des réservoirs séparés et mis en contact seulement au moment du tir de l'obus ou du lancement de la bombe. Le Comité de l'artillerie, plutôt méfiant vis à vis de cet autodidacte, attendra 1884 avant de constituer une commission pour expérimenter la Panclastite. Les résultats, obtenus sont globalement satisfaisants mais la difficulté du chargement reste un frein à l'emploi opérationnel de cet explosif [7]. Entre temps, en 1883, Turpin avait créé une société, nommée "La Panclastite" pour exploiter ces explosifs. L'invention est proposée en Grèce, Belgique, Hollande, puis en Angleterre, sans plus de succès.

Il est intéressant de noter ici que Turpin avait prévu des applications pour la combustion de la Panclastite dans un autre brevet : «Ayant découvert dans le peroxyde d'azote des propriétés comburantes ignorées jusqu'à ce jour, j'applique ce pouvoir comburant à l'industrie dans le but d'obtenir de la lumière, de la chaleur ou de la force.[8]»

Dans ce brevet, il décrit d'abord un moyen d'éclairage utilisant un réservoir contenant le mélange d'un produit combustible avec du peroxyde d'azote, mais devant les risques d'explosions, il développe un second système à deux réservoirs : «Pour éviter tout danger, je préfère faire usage

d'un appareil à deux réservoirs. Dans l'un d'eux on met le peroxyde d'azote pur ; dans l'autre un combustible liquide quelconque, sulfure de carbone pur ou tenant en dissolution du phosphore ; benzol, benzène, essence minérale, etc, etc... Les liquides se réunissent dans la coupelle formant bec où on les enflamme paisiblement. Dans ce cas, l'explosion ne pourrait plus avoir pour conséquence que de faire détoner le contenu du bec. On peut se servir de cette flamme comme un moyen d'éclairage ou comme moyen calorifique. On peut l'utiliser dans un vase quelconque pour employer la chaleur développée ou dans un projecteur de lumière tel que celui dessiné fig 18 et renfermant un foyer F et une lentille à échelons (...) et fig 17 représente les deux réservoirs pour le peroxyde d'azote et pour le sulfure de carbone ainsi qu'un 3e réservoir pour l'eau servant au refroidissement. Trois engrenages permettent d'ouvrir ou de fermer ensemble les robinets qui fournissent ces liquides.»

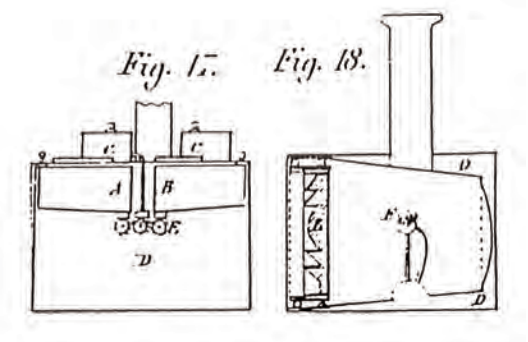
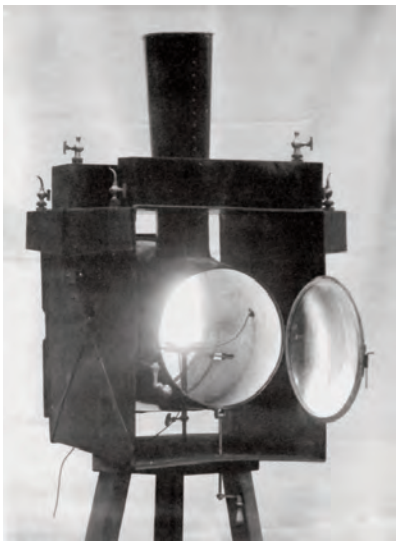


Schéma de principe du projecteur Turpin

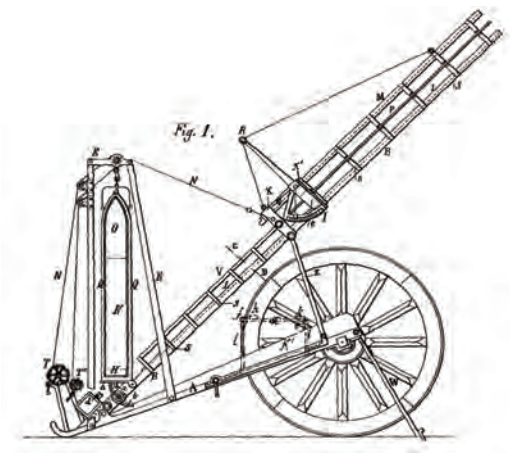
La description de cet appareil portatif, capable de produire une lumière intense ou des hautes températures - estimées à 3000°C par Turpin - fait apparaître des analogies avec un moteur-fusée à liquides ; il reste cependant à exploiter l'énergie des gaz de combustion.

Devançant les résultats de la commission d'examen de la Section d'Artillerie, Turpin entreprend après 1882 la mise au point d'explosifs solides. En réussissant à obtenir une forme stabilisée de l'acide picrique en 1885, il crée un explosif qu'il nomme Mélinite en raison de sa couleur de miel. Le succès du nouvel explosif est tel que l'Etat le récompense en 1886 en le faisant Chevalier de la Légion d'honneur. Ce même Etat lui avait acheté les procédés de fabrication de sa mélinite pour 250.000 francs, somme bien en-deça de ses espérances. Turpin engage alors des pourparlers avec la Société anglaise Armstrong pour l'exploitation de ses brevets sur la Mélinite. Ces négociations, qui n'aboutiront pas, lui révèlent qu'un capitaine d'artillerie territoriale, Emile Triponé, a déjà livré sa découverte à l'Angleterre. Turpin dépose une série de plaintes et dénonce cette trahison dans un livre intitulé "Comment on a vendu la Mélinite" [9]. En 1891, le ministre de la Guerre porte plainte pour espionnage contre Triponé et Turpin ; le premier est condamné et le second acquitté de ce chef d'accusation. Par contre, il est condamné à cinq ans de prison et à dix ans d'interdiction de séjour pour avoir divulgué dans son livre des secrets intéressant la défense nationale.



Projecteur Turpin (noter la cheminée pour l'évacuation des gaz de combustion)

Emprisonné à Etampes, Turpin est gracié en 1893, après 23 mois de détention et une importante campagne de presse en sa faveur. Pendant cette période, il imagine dans sa cellule divers engins originaux pour la défense du pays. Peu de temps après sa libération, il dépose deux brevets sur des systèmes de fusées de guerre [10, 11]. Mais ses relations avec le ministère de la Guerre sont très mauvaises et le comité des inventions les rejete sans même les expérimenter.



Système d'arme à fusées de Turpin

On remarquera que ces fusées devaient être lancées par un «cartouche, contenant une charge de poudre à combustion progressive». Turpin propose deux améliorations quant à son chargement : l'emploi de «matière agglutinante qui empêche la désagrégation de la charge» et

celui de «poudres sans fumées spéciales». Il n'envisageait donc pas une propulsion à l'aide de liquides.
Turpin poursuit ses travaux sur ce système d'arme et le propose à plusieurs pays. Il réalise un prototype qui lui permet d'affiner la conception : l'engin peut emporter une charge de 250 kg d'explosif. «Je puis lancer un obus de 270 mm avec un appareil pesant en tout 1.450 kg, alors que le canon du même calibre pèse 23.000 kg, sans l'affût. [12]». Néanmoins, aucun pays n'achètera son invention.
Telle était la situation quand Pedro Paulet arrive en France.

Turpin et son projectile gyroscopique autopropulsé

Pedro Paulet, ingénieur chimiste

Pedro Eleodoro Paulet est né le 2 juillet 1874, dans la région d'Arequipa au petit village de Tiabaya, au sud-ouest du Pérou [13]. Il effectue ses études primaires et secondaires dans un collège de lazaristes français puis intègre la faculté de Lettres et de Sciences de l'Université d'Arequipa. Il obtient un baccalauréat des arts et sciences en 1892, et en 1894, le gouvernement péruvien lui octroie une bourse pour poursuivre, en France, des études d'ingénieur. Parallèlement, il suit, en tant que candidat libre, les cours de l'École nationale des arts décoratifs de Paris où il étudie notamment l'architecture. Il travaille comme correspondant pour quelques journaux et devient membre de sociétés savantes, comme la Société pour la propagation des langues étrangères en France [14] et la Société Astronomique de France [15].

Pedro Paulet vers 1910

A cette époque, le siège de l'Université de Paris est au Palais de la Sorbonne. C'est là que sont logées les facultés des Sciences et des Lettres ainsi que la bibliothèque. La faculté des Sciences comporte une annexe, au 3 Rue Michelet, où Charles Friedel a créé en 1896 le Laboratoire de chimie pratique et industrielle. Selon la volonté de Friedel, l'enseignement y est uniquement pratique, les étudiants étant tenus de suivre les cours de chimie professés à la faculté des Sciences. Après son décès en 1899, la direction est confiée à Henri Moissan qui le renomme Institut de chimie appliquée en 1901. Camille Chabrié, qui en était directeur adjoint, écrit en 1905 qu'un élève passe 1.000 h par an au laboratoire, ce qui était exceptionnel à l'époque en France.

Locaux provisoires de l'Institut de Chimie Appliquée, rue Michelet à Paris

C'est donc dans les locaux de l'Institut de chimie appliquée, près du Jardin du Luxembourg, que Pedro Paulet va construire et expérimenter son moteur-fusée à liquides destiné à l'aviation naissante dont il est passionné.
A cette époque, le problème de la motorisation des dirigeables et des avions est très ouvert [16]. Si la plupart des spécialistes pensent à l'emploi d'hélices, certains pensent déjà à la réaction directe. Et le terme de moteurs "à explosifs" est parfois utilisé pour désigner des moteurs à cylindre et piston. Même la panclastite a été expérimentée dans ce sens [17]. «On fait actuellement en France des essais avec une nouvelle machine où le moteur est la panclastite. Les inventeurs, frappés des dillicultés et des dangers que présentait la déflagration dans le corps même du cylindre, la réalisent dans un récipient séparé, de capacité beaucoup plus grande. Donc une sorte de chaudière mais sans foyer. On amène cette chaudière à la pression voulue, en produisant dans son intérieur une suite de petites explosions dont on peut, à volonté, régler et le nombre et l'intensité. Les gaz, une fois la pression convenable obtenue, sont conduits au cylindre à la façon ordinaire. [18]». Mais la mise au point de ce moteur à panclastite a été rapidement abandonnée.
Paulet a une approche totalement différente. Il explique : «Il me parut alors - et il me paraît encore aujourd'hui - que le problème pouvait être résolu en utilisant les forces

explosives, non pas avec des cylindres fermés actionnant un piston et leurs systèmes à "4 temps", mais avec des fusées dont la charge explosive est injectée en continu et le mécanisme simple qui est représenté dans mon dessin sommaire. [19]»

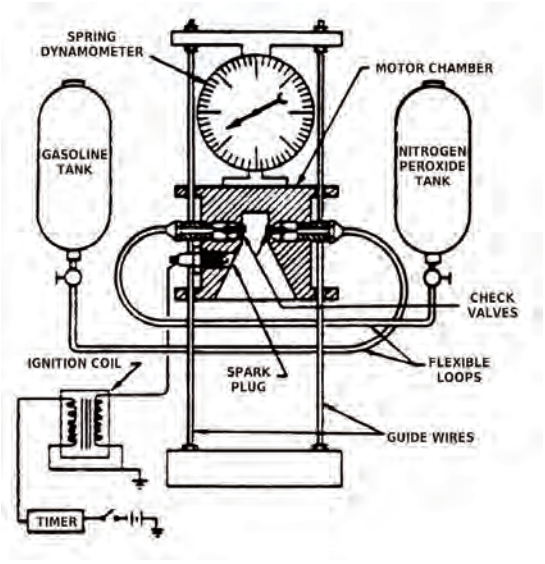


Schéma du moteur-fusée Paulet reconstitué par Wyld (1947)

«La difficulté de la question résidait naturellement dans le choix de l'explosif. J'en ai essayé plusieurs, jusqu'à ce que, conseillé par Berthelot, j'ai choisi les panclastites de Turpin, l'inventeur de la mélinite. C'étaient des explosifs liquides, facilement volatilisables et d'une telle puissance qu'il fallait les diluer avec des solvants appropriés.»

Marcellin Berthelot, qui était professeur à la Sorbonne, était aussi secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, président de la Commission supérieure des poudres et salpêtres, et ancien président du Comité scientifique de la Défense nationale. Il avait eu à expertiser les travaux de Turpin pour le compte de l'Etat et leurs relations étaient loin d'être cordiales [20]. C'est pourtant lui qui conseille à Paulet d'utiliser des explosifs liquides pour son moteur-fusée, et non des charges solides [21].

«Mes expériences les plus abouties ont été faites avec des fusées en acier au vanadium - alors une nouveauté (...). Dans la partie supérieure de cette fusée métallique, dont l'intérieur conique mesurait 10 cm de haut pour 10 cm de diamètre sur la face ouverte, on introduisait par des conduits opposés et équipés de valves à ressort, le peroxyde d'azote d'un côté, et l'essence de pétrole de l'autre. L'étincelle électrique d'une bougie semblable à celle des automobiles et placée à mi-hauteur à l'intérieur de la fusée déclenchait l'explosion. [22]».

Cette description semble montrer que, pour éviter le système de refroidissement par eau de la lampe-projecteur de Turpin, Paulet a opté pour un fonctionnement par impulsions périodiques déclenchées par une bougie, tout en utilisant l'acier le plus réfractaire connu à l'époque.

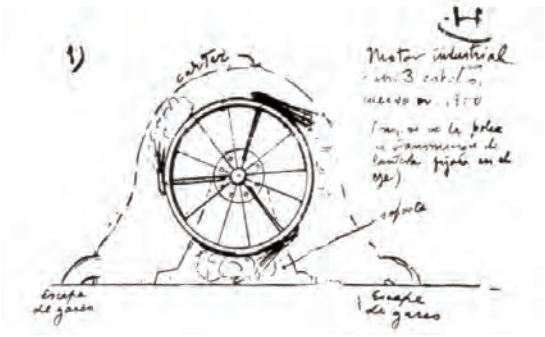
«D'autre part, pour effectuer les expériences préliminaires, la fusée (…) pouvait s'élever entre deux fils de fer tendus verticalement entre lesquels dans la partie haute on avait installé un puissant dynamomètre à ressort qui, en subissant la pression de la fusée en action, pouvait mesurer approximativement sa force ascensionnelle. Les résultats de ces expériences furent tout-à-fait satisfaisants. Une seule fusée pesant 2,5 kg, avec 300 explosions par minute, put non seulement maintenir une poussée constante contre le dynamomètre, qui arriva à afficher une pression de 90 kg, mais fonctionna sans déformation notable, pendant près d'une heure.»

La description ne donne aucune information sur le procédé d'alimentation de la chambre de combustion. James E. Wyld, de l'American Rocket Society, suppose, dans un article de 1936, que la chambre est alimentée par pressurisation des réservoirs [23] avant de revenir à une simple alimentation par gravité, comme pour la lampe-projecteur de Turpin, en 1947 [24].

Après ces expériences préliminaires, Paulet imagine un dispositif permettant de transformer la poussée du moteur-fusée en un mouvement de rotation. « Il consistait en une roue de bicyclette équipée de deux fusées, alimentées par des tubes fixés aux rayons, parce que la charge provenait d'une espèce de carburateur fixe situé près de l'axe, avec un anneau à trous par où le mélange explosif entrait dans lesdits tubes chaque fois qu'ils passaient en face d'un des trous. (…) Les résultats furent très prometteurs, la roue semblait devoir tourner indéfiniment, et bien que les expériences fussent très secrètes, comme nous l'avons dit, leur succès a dépassé le Quartier Latin, puisqu'il semble qu'on lui doit le fait qu'un auteur anglais m'a cité comme un des premiers promoteurs de l'aviation à fusées. [25]»

La série d'expériences prend fin subitement à la suite d'un accident survenu lors d'un essai : «Un grave accident a provoqué l'inquiétude du directeur de l'Institut, le docteur C. Chabrié, qui a définitivement interdit qu'on manipule des explosifs dans ses laboratoires, alors installés dans d'humbles baraquements près du Jardin du Luxembourg.»

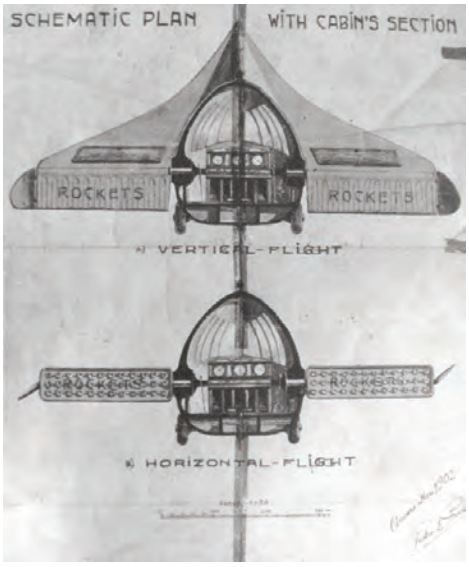
La date exacte de cet accident n'est pas connue. On sait que Pedro Paulet a obtenu son diplôme en 1901 ; il faisait partie de la troisième promotion issue de l'Institut de chimie appliquée. Le programme d'enseignement étant de trois ans, les essais et l'accident ont eu lieu entre 1898 et 1901. Vu l'état déplorable du bâtiment de la rue Michelet, les conséquences de l'accident sont noyées dans la masse des ennuis à répétition. Moissan faisait remarquer en 1901 que : «les élèves ont été obligés parfois de chausser des sabots lorsque, par une pluie d'orage, l'inondation a gagné les laboratoires ; plusieurs fois, le sol s'est affaissé dans les laboratoires de la rue Michelet et les conduites d'eau et de gaz menacent ruine [26]». En fait, l'école ne déménagera qu'en 1920.



Moteur industriel selon Paulet (1902)

Cet échec met cependant un terme définitif aux expériences, d'autant que dès 1901, Paulet est nommé consul à Paris avant de rejoindre Anvers en Belgique l'année suivante [27].

C'est pourtant en 1902 qu'il termine la définition de son avion-fusée : «Un avion parfait devrait : 1) s'élever verticalement ; 2) s'arrêter en n'importe quel point de l'atmosphère ; 3) pouvoir voler à plus de 20 000 m d'altitude ; 4) comporter un extérieur indéformable par l'environnement et un intérieur confortable pour un grand nombre de passagers et un grand poids de marchandises ; et 5) descendre verticalement (…) Le premier avantage de l'utilisation de moteurs-fusées vient du fait qu'ils exercent une force extérieure à l'appareil qui est pilotable depuis son intérieur, ce qui permet de donner à l'appareil la forme qu'on veut, c'est-à-dire la plus appropriée. Et celle-ci est, d'après moi, - pour se déplacer dans un fluide aussi variable, agité et riche en tensions que l'atmosphère - la forme lenticulaire, avec une convexité telle qu'elle se rapproche d'un ovoïde, comme notre planète. Disposant de batteries de fusées, inférieures et équatoriales, dont l'inclinaison serait réglable, il serait facile de diriger ce mobile verticalement, horizontalement et obliquement, compenser tous les effets contraires du fluide environnant, se maintenir dans l'espace et descendre à la verticale.. [28]»



Avion-fusée selon Paulet (1902)

Paulet est rappelé dans son pays en 1904 pour fonder l'Ecole nationale des Arts et métiers qu'il dirigera pendant six ans. Parallèlement, il crée la revue "Ilustración Peruana" à vocation scientifique et technique, dans laquelle il publiera plusieurs articles sur l'aéronautique. Dans un autre journal, il fait allusion à propos de l'avenir de l'aéronautique à un «moteur sans pièces mobiles, sans hélices, une sorte de fusée à action continue [29]». Il devient membre de l'Aero-Club de France en 1909 [30]. L'année suivante, il fonde, avec quelques passionnés, la Ligue "Pro-Aviación" qui a notamment contribué à la création de l'Aéro-Club du Pérou.

Plus tard, Paulet expliquera qu'il a renoncé à ses recherches «en raison de l'incompatibilité évidente entre la situation d'inventeur et ma carrière dans les affaires extérieures de mon pays, qui a débuté en 1901 et qui se poursuit depuis, sauf durant une période de 10 ans à l'époque de la première guerre mondiale (…) Et il n'y a pas de pire échec pour un consul ou un diplomate que de le voir mêlé à des projets paraissant chimériques. [31]»

Cette période de 10 ans correspond aux années 1911-1921. En 1911, il retourne en Europe où il travaille pour le privé. Il obtient son brevet de pilote en France en 1912 [32]. Selon sa petite-nièce, il était également à la recherche de financements pour son avion, après que le gouvernement péruvien lui ait refusé son soutien [33]. Il sera réaffecté aux relations extérieures du Pérou en 1921.

Suite et fin

Eugène Turpin, de son côté, gagne en 1912 le procès qu'il avait intenté contre le Minis-

tère de la Guerre français en 1907. Il obtient un dédommagement de 100.000 Francs. Sa réhabilitation est complète et il sera même appelé à siéger à la Section technique de l'artillerie pendant la Grande Guerre. Après la victoire, il recevra de l'Etat français une rente annuelle de 20.000 francs qui assurera la tranquillité de ses vieux jours. Il meurt le 24 janvier 1927, dans la villa qu'il avait achetée à Pontoise en 1898.

Peu après, le 25 août 1927, Pedro Paulet envoie depuis Rome le fameux article où il révèle les essais de moteur-fusée réalisés à Paris. Le journal "El Comercio" de Lima le publiera seulement au mois d'octobre suivant. Dans les mois et les années qui suivent, les pionniers de l'astronautique de tous les pays découvrent l'information. Valier, Scherschevsky, Lademann, en Allemagne, Rynin en URSS, font connaître l'article. Certains spécialistes sont sceptiques, mais d'autres sont enthousiastes : «Le dispositif de Paulet semble avoir été le premier exemple d'un moteur-fusée de type biergol, dans lequel le comburant et le carburant sont dans des réservoirs séparés et sont mélangés seulement dans la chambre de combustion. Son utilisation du peroxyde d'azote comme oxydant annonçait également certains propergols modernes tels que l'acide nitrique et la conception de son banc d'essai était tout à fait semblable à ceux utilisés par la suite. L'injection intermittente de carburant qu'il a employée n'a pas été souvent utilisée dans les moteurs plus récents, qui emploient presque toujours un cycle de combustion à pression constante. [34]». Certains auteurs pensent qu'il aurait été contacté par des membres de la VfR à Berlin en mai 1928 [35], mais rien ne permet de repérer une influence des idées de Paulet dans les travaux de la VfR de cette époque.

Après 25 ans d'absence, Pedro Paulet rentre au Pérou en 1935, où il devient chef du Département commercial du Ministère des relations extérieures. Il repart en 1941, cette fois à Buenos Aires, en tant que conseiller commercial de l'ambassade du Pérou en Argentine. Il occupera ce poste jusqu'à son décès, le 30 janvier 1945.

Par ses compétences multiples [36], Pedro Paulet a laissé une trace indélébile dans le paysage scientifique et culturel du Pérou. Ainsi, les fusées-sondes péruviennes lancées à partir de 2006 portent son nom. Et ce n'est pas faire injure à ce grand homme que de montrer comment un pyrotechnicien autodidacte et un éminent professeur ont créé les conditions pour qu'il puisse concevoir et expérimenter le premier moteur-fusée à liquides. On regrettera qu'il n'ait pas eu l'opportunité de poursuivre ses travaux. On se consolera en pensant que d'autres arts y ont gagné ce que la science et la technique y ont perdu.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier Alvaro Mejía pour son aide, en particulier la fourniture de copies des articles originaux de et sur Pedro Paulet, et le contact qu'il m'a permis d'établir avec sa petite-nièce.

Nota:

1-"El buque-cohete - Un Peruano reclama la prioridad de su invento", El Comercio, 7 de Octubre de 1927

2-"Hace 40 años un Peruano, precursor de la moderna aeronavegación, inventó el avión sin helices", Crítica, 18 de Abril de 1944

3-"Eugène Turpin, l'inventeur de la mélinite, est mort", Le Petit Parisien, 25 janvier 1927

4-J. Boyer, "Nécrologie : Turpin, inventeur de la mélinite", La Nature, 1er semestre 1927

5-"La Panclastite", La Nature, 1er semestre 1884

6-E. Turpin, "Notice sur la Panclastite, nouvelle section d'explosifs découverte par Eugène Turpin", E. Bernard et Cie, Libraires-Editeurs, 1882

7-Il faut noter que des bombes d'avion ont été chargées avec ces explosifs pendant la guerre de 1914-18. (Lettre A3P-28)

8-E. Turpin, "Application, à l'aide de mélanges et d'appareils spéciaux, de la propriété comburante du peroxyde d'azote, à l'état liquide ou gazeux, à la production de lumiere, de chaleur ou de force, quel que soit le mode d'inflammation", Brevet n°146543, 26 décembre 1881

9-E. Turpin, "Comment on a vendu la Mélinite", Albert Savine Editeur, 1891

10-E. Turpin, "Nouveau système de matériel de guerre, dit exterminateur ; ou artillerie système Eugène Turpin", Brevet n°238993, 4 juin 1894

11-E. Turpin, "Nouveau système de projectiles, dits projectiles gyroscopiques", Brevet n°238994, juin 1894

12-Le Figaro, 18 septembre 1895

13-S. Madueño Paulet de Vásquez, "Pedro Paulet: pionero peruano del espacio", Ciencia y Tecnología, Diciembre 2002. Sara Madueño est la petite-nièce de Pedro Paulet.

14-A sa demande, Bulletin de la Société pour la propagation des langues étrangères, mai 1897

15-Présenté par MM. Flammarion et Bertaux, Bulletin de la Société Astronomique de France, 1897
16-Voir, par exemple, H. de Graffigny, "Les moteurs légers applicables à la navigation aérienne", L'Aérophile, N°6-7 (part.1) et N°8-9 (part.2), 1894
17-A. Fauchon-Villeplée, "Générateur à explosifs", Brevet n°239218, 12 juin 1894
18-"Les moteurs légers de l'avenir", L'industrie vélocipédique, juin 1895
19-Crítica, 18 de Abril de 1944, op. cit.
20-E. Turpin, "Comment on a vendu la Mélinite", op. cit.
21-Plus tard, Robert Goddard envisagera également de faire brûler des charges solides dans une chambre de combustion avant de passer aux liquides.
22-El Comercio, 7 de Octubre de 1927, op. cit.
23-J.H. Wyld, "The Problem of Rocket Fuel Feed", Astronautics, No 34 , June 1936
24-J.H. Wyld, "The Liquid-Propellant Rocket Motor", Mechanical Engineering, pp.457-464, June 1947
25-Crítica, 18 de Abril de 1944, op. cit.
26-Déclaration du directeur lors de la remise des diplômes voir par exemple : Le Journal, 16 juillet 1901.
27-Parrainé par Moissan et Chabrié, Paulet devient membre de la Société chimique de Paris en juin 1901.
28-El Comercio, 7 de Octubre de 1927, op. cit.
29-P. Paulet, "Algo sobre navigación aerea", El Comercio, 3 de Octubre de 1909
30-L'Aérophile, 1er juillet 1909
31-Crítica, 18 de Abril de 1944, op. cit.
32-L'Aérophile, 1er février 1912
33-S. Madueño Paulet de Vásquez, op. cit.
34-J.H. Wyld, 1947, op. Cit.
35-A Mejía, "Pedro Paulet : Peruvian Pioneer of the Space Age", SpaceOps 2010 Conference, Huntsville, Alabama, USA
36-Au-delà de sa carrière diplomatique, il a été journaliste, architecte, ingénieur, économiste, géographe, écrivain, sculpteur, etc.

Les fusées-sondes Paulet

A ce jour, la CONIDA (Comisión Nacional de Investigación y Desarollo Aeroespacial) du Pérou a lancé 3 fusées-sondes Paulet depuis la base de Punta Lobos. Il s'agit de Paulet 1 (27 décembre 2006), Paulet 1M (6 septembre 2009) et Paulet 1B (17 juin 2013). Un prototype nommé X-PAX II (20 septembre 2011) a également été lancé depuis la même base.

Ces fusées-sondes monoétages sont extérieurement assez semblables, à la forme des empennages près. Elles mesurent 206 mm de diamètre pour une longueur de l'ordre de 2700 mm. Les observateurs ont remarqué une forte ressemblance avec les fusées Orion argentines.

Les rares informations concernant le propergol utilisé (liant polychlorure de vinyle pour Paulet I et liant polyuréthane pour la future Paulet II) confirment cette analogie. Il semble que Paulet 1 et Paulet 1M aient utilisé des blocs de propergol d'importation, alors que X-PAX II et Paulet 1B auraient employé des blocs de fabrication péruvienne. L'altitude atteinte était d'environ 40 km pour les premières et 30 km pour les secondes.

Le lancement de Paulet II (même diamètre) est attendu pour 2017, celui de Paulet IIC (diamètre accru) pour 2018.

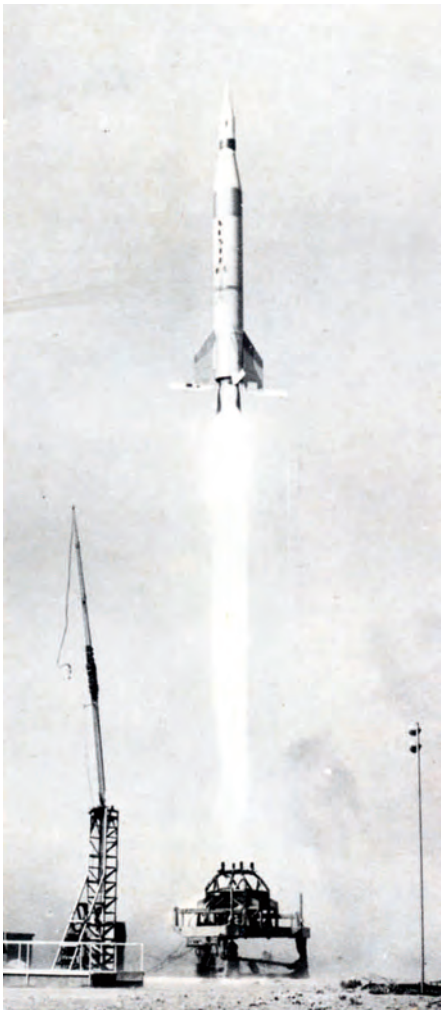
50 ans des singes sur Vesta par Christian Lardier

Les animaux ont précédé l'homme dans l'espace. Aux Etats-Unis, le singe Albert-I est lancé sur une V-2 de White Sands le 11 juin 1948, mais il est mort d'asphyxie pendant le vol qui atteint 63 km d'altitude. En Union soviétique, les chiens Tezi et Tsygane sont lancés sur une R-1B (dérivée de V-2) de Kapustin Yar le 22 juillet 1951. Ils atteignent 100 km d'altitude.

En France, des rats (Hector, Castor, Pollux) ont volé sur des fusées Véronique les 22 février 1961 (V24), 15 et 18 octobre 1962 (V36/V37) d'Hammaguir. Puis deux chattes (Félicette et Félix) ont été lancées les 18 et 24 octobre 1963 (V47 et V50) : la première a atteint 155 km d'altitude et a été récupérée, tandis que l'autre est morte lors de l'échec de la mission.

▲ *Le groupe des expérimentateurs sur le pas de tir. Au centre, le Médecin Général Grandpierre et le Commandant Brice*

Vesta a été conçue par le LRBA en 1962 à la demande du Cnes pour envoyer des expériences plus lourdes et à des altitudes plus élevées que la fusée-sonde Véronique. Elle est propulsée par un moteur de 14 t de poussée à acide nitrique et essence de térébenthine. Haute de 10 m, d'un diamètre de 1 m et pesant 5,5 tonnes, elle peut envoyer 500 kg à 400 km d'altitude. Cinq fusées ont été lancées entre 1965 et 1969 depuis Hammaguir et Kourou (le dernier).



Décollage de la Vesta n°4 le 17 mars 1967 à Hammaguir

Les 7 et 13 mars 1967, le Cnes a lancé deux Vesta (n°3 et 4) avec les guenons Martine et Pierrette. Pendant la phase propulsée, elles ont subit une accélération de 10 g et pendant la phase balistique, l'apesanteur de 6 min 42 sec pour Martine (altitude de 243 km) et 6 min 31 sec (altitude de 234 km).

Ce programme avait été confié au CERMA (Centre d'Etudes et de Recherches de Médecine Aérospatiale de Brétigny-sur-Orge) du ministère de la Défense en 1959. Il était dirigé par le Médecin général Robert Grandpierre (1903-1984) et le médecin commandant Gérard Chatelier (1926). Les réactions des animaux ont été mesurées au moyen d'électrodes implantées dans le cerveau. Les pointes de Latécoère sont dotées de quatre aérofreins et d'un système de parachute. Lors du retour de Martine, seulement deux aérofreins se sont ouverts. Pour Pierrette, le système d'ouverture des aérofreins avait été modifié.

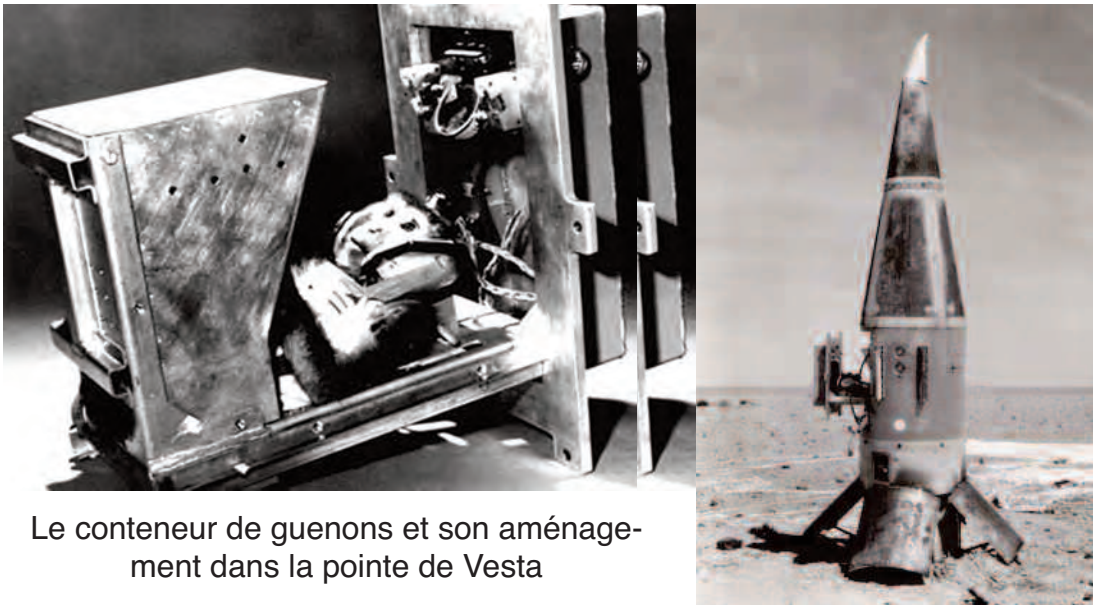
A l'issue de cette expérience, le programme fut abandonné en 1967. Cependant, le Cnes reprendra les études sur les singes avec la Nasa en 1985 : le projet Rhésus prévoyait de développer un compartiment animal de vol et de faire voler deux singes sur la mission IML-2 en 1991. Mais il fut décalé sur SLS-3/SLS-4 qui furent finalement abandonné en 1995. En 1996, les travaux furent transférés sur la mission russe Bion-11. Mais la mort des deux singes Lapik et Moultik a sonné le glas des expériences sur animaux.

Bibliographie :

-Air & Cosmos n°125 du 6-11-65, n°190 du 11-3-67 et 191 du 18-3-67

-Air & Cosmos n°1501 du 13-1-95 (visite de l'IMASSA à Brétigny-sur-Orge)

-Colloque «L'Animal dans l'espace» organisé par la 3AF, le Cnes, le service de la santé des Armées et l'université de Bordeaux II les 15-17 mars 1993. Hommage à la mémoire de Robert Grandpierre rendu par Hubert Gossot, membre de la 3AF et de l'IFHE.



Le conteneur de guenons et son aménagement dans la pointe de Vesta

-Espace & Temps n°8 de décembre 2011 : conférence de Hervé Moulin à Vernon le 17 mars 2011 et au Musée de l'Air et de l'Espace le 19 novembre 2011.

-Site internet « Nos première années dans l'espace » de Michel Taillade

-Chatelier G. Rapport n°1977/CERMA, 18/12/1967. Étude des réactions végétatives, électro-encéphalographiques et psychomotrices de primates pendant l'état de non-pesanteur. Résultats des expériences biologiques en fusée portant sur deux singes, Hammaguir, mars 1967, pp 64, photos et tracés expérimentaux.

Nouveaux livres

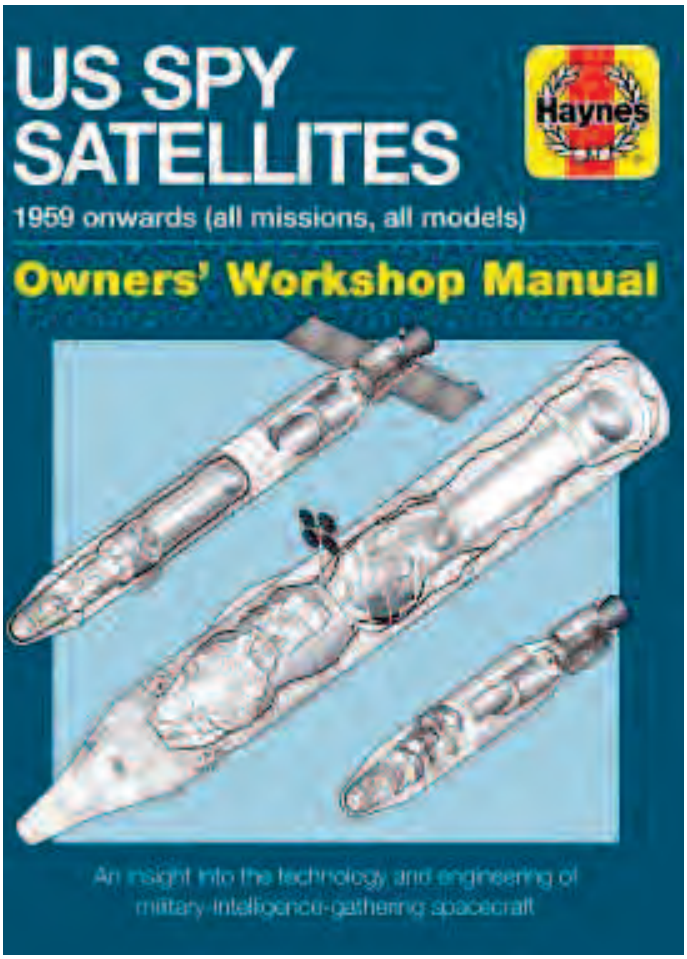
Un nouveau livre d'histoire sur la naissance de l'industrie spatiale soviétique vient d'être publié à l'occasion de son 70e anniversaire le 13 mai : «Naissance de l'industrie fuséo-cosmique de l'Union Soviétique 1944-1947». Il a été écrit par **Lioubov Pavlovna Verchinina**, dans le cadre d'un Master. Elle a commencé son travail d'historienne au musée «Gagarine» à la ville de Gagarine près de Smolensk, il y a 14 ans. Puis elle a travaillé au archives de la documentation technique (RGANTD) et aux archives centrales des collections privées de Moscou (TsMAMLS). Là, elle étudie les archives de Kouznetsov, Piliougine et Barmine (Fonds 297, 306 et 319). En mai 2010, elle entre au musée du TsNII Mach de Korolev. Elle publie un premier travail en 2012 : «Questions sur l'histoire du conseil des constructeurs à la lumière des documents». Elle poursuit ses recherches et obtient un contrat de six mois au IIET Vavilov de l'Académie des sciences juin en 2015. Désormais, elle est inscrite à la chaire d'histoire contemporaine à l'Institut d'histoire de l'Université d'État des sciences humaines de Russie (RGGU). Dans ce livre, elle met à jour de nouvelles informations sur la récupération de la première V-2 par les soviétiques en Pologne (août-septembre 1944). Cependant, elle ne détaille pas l'accident du 7 février 1945 : la seconde équipe du NII-1 est morte lors du crash de l'avion qui les emmenait en Allemagne. Leurs cendres sont enterrées dans un mur au cimetière de Novodevitchy. Il y avait le général P.I.Fedorov (1898-1945), le général K.T.Bourak (1901-1945), l'ingénieur-colonel A.I.Komarov (1901-1945) : chef de glavka, Ya.T.Giritch (1902-1945) : chef adjoint de glavka, D.A.Timofeiev (1906-1945) : directeur d'usine, F.S.Semenov (1897-1945), ingénieur-colonel, L.E.Schwartz (1905-1945) colonel : NII-1, A.A.Borovkov (1903-1945) : constructeur princi-

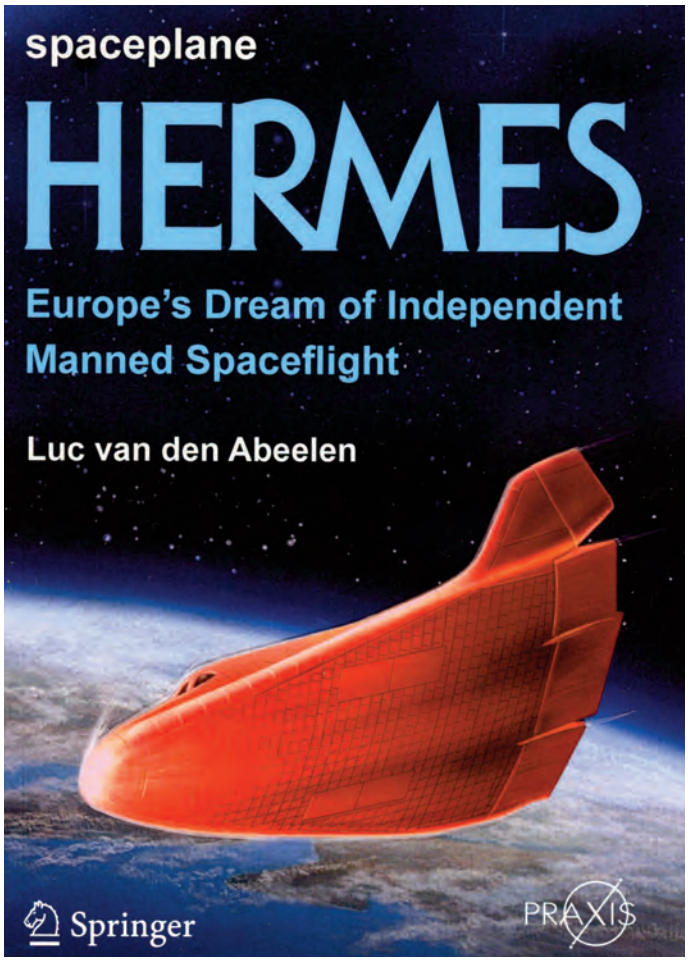
pal, You.V.Konovalov (1910-1945) : constructeur du NII-1, R.I.Popov (1914-1945) chef de secteur NII-1, S.S.Dementiev (1907-1945) chef de secteur, ainsi que les lieutenants L.V.Daubé (1921-1945) et A.P.Melnikov (1915-1945).

Lioubov Verchinina et A.A.Gafarov

De même, elle n'aborde pas l'opération Backfire de Cuxhaven où se trouvaient A. I. Sokolov (général), G. A. Tiouline (lieutenant-colonel), You.A. Pobedonostsev (colonel), V. P. Glouchko (colonel) et S. P. Korolev (lieutenant-colonel).

Elle met à jour les différentes versions du projet de décret fondateur de l'industrie élaborées entre mi-1945 et mi-1946. Ainsi, la responsabilité de ce secteur d'activité a été entre les mains du ministre des munitions Boris Vannikov et du ministre de l'industrie aéronautique Alexei Chakhourine, pour terminer entre celles du ministre de l'armement Dmitri Oustinov en février 1946. De même, elle présente les différentes versions (21 juin, 27 juin, 29 juin, 4 septembre) de la répartition des tâches entre les constructeurs principaux. Ainsi, Glouchko et l'usine n°70 (produisant les Katiouchas) furent pressentis avant Korolev et l'usine n°88 (produisant des canons anti-aériens). Selon les textes, pour les ergols, le responsable était P.L.Prokofiev directeur Institut dee chimie appliquée (GIPKh) de Léningrad, ses adjoints étant Melnikov et Artamonov. Ces derniers sont des homonymes de M.V.Melnikov du NII-1 et N.N.Artamonov de l'OKB-SD de Kazan. En ce qui concerne les détonateurs, le responsable est le NII-22 (devenu Poïsk) de Léningrad. Le directeur en 1943/47 était Alexei Yakovlevitch Karpov (1895-1964) et non E.N.Karpov, et le constructeur prinicpal était Mikhail Alexandrovitch Alifanov (1911-1984) et non A.A.Alifanov. Enfin, pour les plates-formes de lancement, le SKB de l'usine Kompressor qui avait développé les Katiouchas était dirigé par intérim par S.G.Goriounov car V.P.Barmine était alors ingénieur principal de l'Institut Berlin. Mais finalement, Barmine pris quand même la direction du GSKB SpetzMach lors de son retour d'Allemagne.





Les dîners-débats de l'IFHE

3

24 octobre 2000 - Aeroclub de France - Paris
"La station Mir"
par Jean-Pierre Haigneré, spationaute

En parallèle de la Première Rencontre sur l'essor des recherches spatiales en France, l'IFHE a organisé un dîner débat animé par **Jean-Pierre Haigneré**.
L'intervention de Jean-Pierre Haigneré a été précédée par un bref rappel historique prononcé par **Christian Lardier**, qui a présenté l'évolution des stations orbitales Russes, depuis les premières stations Saliout jusqu'à la configuration actuelle de la Station Mir.
Après avoir présenté une vidéo sur le déroulement de son dernier vol de plusieurs mois, Jean-Pierre Haigenré s'est attaché à faire partager avec l'assistance les sensations physiques ressentis par les cosmonautes lors d'un vol de longue durée, sans oublier les aspects plus personnels et philosophiques.

4

6 février 2001 - Aeroclub de France - Paris
"Le programme Symphonie"
par Pierre Madon, ancien chef du programme chez Aerospatiale

Mesdames, Mesdemoiselles, Messieurs, chers amis,
choix du système de stabilisation
C'est avec plaisir que j'ai traversé l'Atlantique pour venir vous parler du programme Symphonie. Je remercie toutes les personnes présentes et en particulier ma femme et mes deux filles et tous mes anciens collègues du programme Symphonie. Celui-ci a connu un très grand succès technique et industriel malgré de nombreuses difficultés rencontrées au cours du développement.

L'organisation du programme
La décision de ce programme de Satellite de Télécommunications a fait l'objet de l'accord franco-allemand du 6 juin 1967 qui prévoyait un financement à égalité par les deux pays.
La maîtrise d'œuvre du satellite a été confiée pour la première fois à l'industrie franco-allemande après un appel d'offres émis en Janvier 1968. Deux consortia ont soumis leur réponse à l'appel d'offres en mai 1968, Symcosat sous l'égide de Matra et CIFAS sous l'égide de Nord- Aviation.
Fin 1968 le Groupement d'Intérêt Economique CIFAS a été retenu. Avant la négociation du contrat, CIFAS a du proposer au Comite Exécutif franco-allemand Symphonie un partage des travaux électroniques entre la France et l'Allemagne. Cette opération appelée «symétrisation» était nécessaire pour obtenir un partage a égalité entre la France et l'Allemagne. En effet dans l'offre Symcosat il n'y avait que des électroniciens allemands AEG- Telefunken et Siemens et dans l'offre CIFAS que des électroniciens français SAT

Mr. Madon (1933) est diplômé de l'Ecole Polytechnique (promo 1953) et de l'Ecole supérieure d'aéronautique (1958). Il a commencé sa carrière comme ingénieur à Nord Aviation (ensuite Aerospatiale) : guidage des lanceurs en 1957/61, chef du programme Diamant en 1961/67, chef du programme Symphonie en 1967/75, architecte industriel Ariane en 1975/81, directeur de l'établissement des Mureaux en 1982/83, directeur des programmes spatiaux et d'Eurosatellite en 1983/86. Puis il est vice-président d'Intelsat en 1986/96, travaille chez Worldspace en 1996/98, consultant chez le courtier ISB (International Space Brooker). Il est membre de l'Académie internationale d'astronautique (IAA), de l'Académie de l'Air et de l'Espace (AAE) en 2000 et membre émérite de l'Association Aéronautique et Astronautique de France (AAAF) en 2002. Il est Officier dans l'Ordre national du mérite en 1975 et de l'Ordre national du mérite Allemand en 1976.

et Thomson-CSF. Cette opération particulièrement délicate m'a été confiée et n'a pu être menée a bien qu'avec l'aide en final du Général R. Aubinière qui était alors le Président du Comite de Direction Symphonie. Le résultat de cette symétrisation était satisfaisant car le concept des répéteurs était celui de Siemens pour lequel l'industrie allemande avait fait des travaux préliminaires de développement et la responsabilité des sous-systèmes électroniques était confiée clairement aux quatre électroniciens du CIFAS, les répéteurs à Siemens, l'alimentation à AEG-Telefunken, le générateur solaire à la SAT et la télémesure-télécommande ainsi que les antennes VHF et SHF à Thomson-CSF.

Le satellite Symphonie

Les responsabilités des autres sous-systèmes étaient confiées à MBB et à l'Aérospatiale, le moteur d'apogée et le contrôle d'attitude et d'orbite à MBB , la structure, le contrôle thermique, le câblage et la pyrotechnie à l'Aérospatiale. Le CIFAS comprenait les 6 sociétés mentionnées dans la répartition des sous-systèmes.

Le Groupe de Projet que je dirigeais comprenait des représentants de chacune des 6 sociétés du CIFAS et avait la responsabilité de la direction technique, administrative, contractuelle et financière du programme ainsi que la responsabilité de l'assemblage et des essais des 4 modèles de satellite du programme. Deux de ces modèles furent réalisés en France (modèle d'identification et 1er modèle de vol) et les deux autres furent réalisés en Allemagne: (prototype et 2è modèle de vol). Je rendais compte à l'Administrateur Gérant du CIFAS, tout d'abord le Président Cristofini puis ensuite Pierre Usunier.

Apres un contrat d'études pendant l'année 1969, le contrat forfaitaire fut signé début 1970 et comprenait un fonds de réserve de 40 millions de francs pour permettre au chef de projet de financer les demandes de modifications au niveau des sous-systèmes. La bonne gestion de ce fonds de réserve a permis de dégager un reliquat important a la fin du programme qui fut reversé aux 6 sociétés du CIFAS.

Description du satellite Symphonie

Le satellite Symphonie comprenait un corps central, prisme hexagonal de 1.7m de coté et de 0.5m de hauteur à l'intérieur duquel se trouvaient les équipements électroniques. La superisolation qui entourait ce corps central permettait de maintenir la température interne entre 10 et 30 degrés centigrades. Des fenêtres couvertes de réflecteurs solaires optiques permettaient d'évacuer les calories produites par les équipements à l'intérieur du corps central. A la partie supérieure du corps central se trouvaient les 2 antennes SHF produisant les 2 zones de couverture ,la zone euro-africaine et la zone américaine ainsi que le moteur d'apogée bi-liquide et les senseurs solaires. Sur les faces du prisme hexagonal se trouvaient les senseurs infrarouges, les tuyères de contrôle d'orbite est-ouest et les tuyères de contrôle gaz froid. A la partie inférieure se trouvaient les tuyères de contrôle d'orbite nord-sud et les antennes VHF de télémesure-télécommande. Les 3 panneaux solaires à 120 degrés les uns des autres étaient fixés sur la paroi latérale du corps central et inscrits dans un cercle de 6,8 m de diamètre.

La masse au lancement du satellite était de 402 kg, sa masse a vide de 230 kg. Le générateur solaire délivrait à la fin de la vie nominale de 5 ans 187 watts. Les 2 répéteurs avaient chacun une bande passante de 90 MHz.

Les innovations techniques du programme

Symphonie était très innovateur et les 3 grandes innovations de ce satellite ont été progressivement adoptées par tous les constructeurs de satellites de télécommunications. Symphonie fut le premier satellite de télécommunications avec une stabilisation 3 axes, le premier avec un moteur d'apogée utilisant des combustibles liquides, le premier avec un système de propulsion à bi-ergol pour le contrôle d'orbite.

La phase de développement commença en janvier 1970 et s'acheva en août 1972 à la fin des essais du modèle d'identification. Les difficultés rencontrées au cours de cette phase furent nombreuses. Le concept du contrôle thermique entièrement passif a du être modifié pour tenir compte des importantes variations de dissipation thermique des tubes à ondes progressives selon qu'ils fonctionnaient ou non, ou selon qu'ils étaient mis sous

tension ou non. Par ailleurs la mise au point du modèle mathématique à 200 nœuds pour prédire la température des équipements a été extrêmement difficile. Plusieurs types de connections entre les cellules solaires ont du être testés pour pouvoir résister à des températures extrêmement basses de –175 degrés. Enfin le refus des Etats-Unis d'autoriser l'exportation de senseurs infrarouges de chez Barnes a nécessité le développement de ces senseurs chez Sodern.
La phase de qualification s'est terminée avec succès en avril 1974 après la série classique des essais de vide thermique, de vibrations mécaniques et de vibrations acoustiques. A la fin de cette phase un test supplémentaire de vérification de la polarité de commande de la roue d'inertie a permis d'éviter une catastrophe en orbite car cette polarité était à l'opposé de celle qui était souhaitée. En parallèle de la qualification du prototype les deux modèles de vol ont été fabriqués et testés.

Les lancements

Le lanceur prévu au début du programme pour les deux modèles de vol était le lanceur Europa-2. L'abandon de celui-ci a nécessité la recherche d'un lanceur américain. Le lanceur Thor-Delta a été retenu et après une analyse de mission avec la NASA, la faisabilité a été reconnue possible à condition de ramener l'inclinaison de l'orbite de transféré à 13 degrés et de remplir au maximum les réservoirs du moteur d'apogée.
Le gouvernement américain a accepté le lancement des deux Symphonie a condition qu'ils ne soient pas utilisés commercialement. Cette condition a été un élément important dans la décision de développer un lanceur européen (Ariane).
Les deux satellites ont été lancés avec succès le 19 décembre 1974 et le 27 août 1975.
Le moteur d'apogée donna d'excellent résultats, le générateur solaire fut déployé sans problème et les deux satellites fonctionnèrent parfaitement bien. Ils furent utilisés en orbite pendant 9 ans, dépassant ainsi largement la durée de vie nominale de 5 ans.
Ce succès sensationnel a été du à la compétence et à la volonté de réussir des sociétés du CIFAS, et au remarquable esprit d'équipe entre les participants du CIFAS et du client franco-allemand.

"Le choix du système de stabilisation" par Jean-Paul Guinard, ancien chef du département Système et Intégration de la division Satellites du Cnes

Dans les années 60-70, la société américaine Hughes disposait d'un monopole de fait dans le développement des satellites de télécommunications qui s'appuyait principalement sur l'argument "quasi-religieux" de la supériorité du principe de stabilisation qu'elle avait adopté puis développé, tant pour la COMSAT que pour d'autres clients.
Ce qui a donné successivement donné naissance au satellite Intelsat 1 "spinné", Intelsat 3 "contre-rotatif" puis Intelsat IV "double rotation".
Dès le début des années 80, cette solution a été battue en brèche par la solution de stabilisation 3 axes. Hughes s'est trouvé éliminé du marché des satellites Intelsat V ainsi que de nombreux satellites de télécommunications et d'observation de la Terre construit sur la base d'une stabilisation 3 axes.
Ce succès industriel fut rendu possible grâce à la démonstration réussie, dès 1974 par Symphonie qui constitue premier satellite géostationnaire de télécommunications. Il est intéressant de souligner que ce choix avait été fait par le CNES dès 1966 dans le cadre de l'avant-projet du programme SAROS, puis reconduit pour Symphonie. Ce choix doit être rapprocher de celui fait à la même époque (1968?) et par les mêmes équipes du CNES pour le programme de satellite géostationnaire de météorologie, Meteosat.
Contrairement à Symphonie, l'étude Météosat s'est orientée rapidement vers un système spinné. Les américains ayant adopté une position exactement inverse, optant pour une solution trois sur les satellites GOES.
Le choix du CNES semble avoir été le bon. Un article paru dans le dernier bulletin de la AAAF, sous la signature de Patrick Mauté, directeur des programmes scientifiques et d'observation de la Terre d'Alcatel Space et chef du programme Meteosat Seconde Generation, semble le confirmer : (1)
"En premier lieu, il faut noter la supériorité du concept de satellite spinné en matière de performance opérationnelle : meilleure résolution, meilleure définition de l'image et meilleure disponibilité en orbite. Tout ceci à tel point que le MSG aujourd'hui surclasse très nettement les performances

des satellites américains stabilisés trois axes".
Les choix du CNES qui aujourd'hui peuvent paraître évident, étaient à l'époque, osés et totalement non conformistes Cela fut, à mon avis rendu possible, par la réalisation de trois conditions, que je me hasarderai à énoncer :
- pour les équipes d'ingéniérie, une méthode de travail qui procédait - de ce que le professeur Jacques Blamont appelait "l'esprit système" - d'une méthode consistant à traiter un problème technique en le replaçant dans son environnement,
- Pour les décideurs, un "environnement" ne dépendant pas de considérations non techniques, telles que des motivations de nature politique à court terme,
- Pour les dirigeants, une confiance dans les équipes de développement des satellites, fondée sur la maîtrise technologique.

Nota

(1) : Lettre de la AAAF n°01-2001, janvier 2001, p.3 compte rendu de la Conférence prononcée le 13 novembre 2000 à l'auditorium du Spacecamp.

"L'exploitation de Symphonie"
par Jack Muller, ancien secrétaire Exécutif français
CNES de 1975 à 1985

Symphonie

- Programme de Telecommunications par Satellites
- Accord Franco-Allemand du 6 Juin 1967
- Financement :
  - France 50 %
  - Allemagne 50 %
- Repartition industrielle selon financement

Appel d' offres

- Appel d' offres emis en Janvier 1968
- Reponses en Mai 1968
- Deux consortia industriels concurrents Symcosat et CIFAS
- Choix du Groupement d' Interet Economique (GIE) CIFAS fin 1968

Symetrisation

- Symcosat: 2 electroniciens allemands AEG-Telefunken et Siemens
- CIFAS: 2 electroniciens francais Thomson-CSF et SAT
- Repartition des activites electroniques entre les 4 electroniciens pour obtenir 50 % en France et 50% en allemagne
- CIFAS me confie la responsabilite de cette repartition

Organisation Industrielle (Systeme)

- Contrat forfaitaire CIFAS avec Fonds de Reserve de 40 MF
- Maitrise d' oeuvre industrielle Aerospatiale
- Groupe de Projet et Integration avec participation des 6 societes du CIFAS
- 4 modeles de satellites realises:
  - 2 en France Modele d' Identification et Premier Modele de Vol
  - 2 en Allemagne Prototype et Deuxieme Modele de Vol

Organisation Industrielle (sous-systemes)

- Responsabilites sous-systemes confiees aux 6 societes du CIFAS
- Aerospatiale: Structure, Controle thermique,Cablage et Pyrotechnie
- MBB: Controle d' Attitude et d' Orbite,Moteur d' Apogee

Organisation Industrielle (suite)

- Siemens: Repeteurs
- SAT: Generateur Solaire
- AEG-Telefunken: Alimentation
- Thomson-CSF: Telemesure- Telecommande et Antennes

Description Sommaire

- Corps central = Prisme hexagonal de 0,5 m de hauteur et de 1,7 m de diametre
- 3 panneaux solaires a 120 degres inscrits dans un cercle de 6,8 m de diametre
- sur la face superieure, le moteur d'apogee,les antennes SHF, les senseurs et une tuyere gaz chauds
- sur la face inferieure, les antennes VHF, 4 tuyeres gaz chauds, 4 tuyeres gaz froids

Caracteristiques Principales

- masse au lancement 402 kg
- masse a vide 230 kg
- puissance en fin de vie (5 ans) 187 watts
- 2 repeteurs de 90 Mhz de bande passante
- 2 zones de couverture:
  - zone eurafricaine
  - zone americaine

Innovations Techniques

- Premier Satellite de Telecommunications stabilise 3 axes
  - controle d'attitude: senseurs infra-rouges, roue d'inertie
  - controle thermique:reflecteurs optiques solaires,modele mathematique thermique
  - generateur solaire:temperatures extremes 70 degres, - 175 degres

Innovations Techniques (suite)

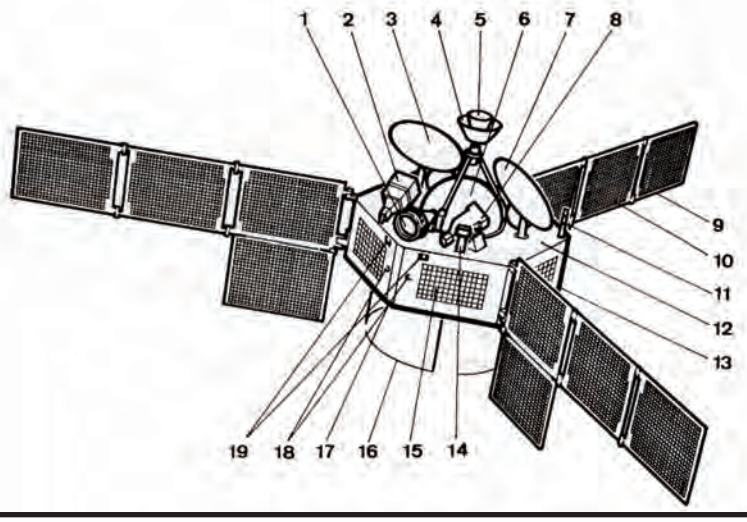
- Premier Moteur d'Apogee avec des combustibles liquides
- Premier satellite avec systeme de propulsion a bi-ergols pour le controle d'orbite

Developpement

- Phase 1- Etudes - Janvier 69 - Juin 70
  - controle thermique
  - performances (PIRE, masse)
- Phase 2- Developpement- Juin 70- Aout 72
  - modeles mecanique, thermique, dynamique,identification
- Phase 3- Prototype- Aout 72- Avril 74
- Phase 4- Modeles de vol- Octobre 72- Juin 74
  - verification du sens de rotation de la roue d'inertie

Lancement

- Lanceur Thor- Delta decide apres l'abandon d'Europa 2-
  - inclinaison de l'orbite (13 degres)
  - refus des USA d'autoriser l'utilisation commerciale de Symphonie
- Lancement des 2 Modeles de Vol:
  - 19 Decembre 1974
  - 27 Aout 1975
- Mise a poste des 2 satellites



1- antenne réception, 2- source RF, 3- Réflecteur (transmission sur Amérique), 4- protection thermique, 5-tuyère du moteur d'apogée, 6-réservoir du moteur d'apogée, 7-Réflecteur, 8-source RF (transmission sur l'Europe et l'Afrique), 9-panneau solaire, 10-cellules solaires, 11-capteur solaire, 12-revètement super-isolant, 13-panneau latéral, 14-capteur solaire, 15-réflecteurs optique solaire, 16-antenne VHF, 17-case à équipement, 18-tuyère à gaz froid, 19-capteur infrarouge.

50 ans de la tragédie de Soyouz-1

par Nicolas Pillet, membre de l'IFHE

1. L'origine de la mission

Le projet de vaisseau orbital 7K-OK «Soyouz» démarre véritablement en février 1965. Son objectif est de réaliser des missions de démonstration des techniques de sorties dans l'Espace, de rendez-vous sur orbite et d'amarrages, qui seront nécessaires pour la mission lunaire avec le vaisseau L-3, lancé par la N-1. La maîtrise d'œuvre du 7K-OK est confiée au Bureau d'Etudes Expérimentales n°1 (OKB-1) de Sergueï KOROLIOV.
Le planning imposé par le Parti communiste (PCUS) donne jusqu'au premier trimestre 1966 pour terminer les essais en vol inhabités, qui devront être suivis d'une double mission habitée où deux vaisseaux iront s'amarrer sur orbite, et où deux cosmonautes passeront d'un vaisseau à l'autre lors d'une sortie dans l'Espace.

Kamanine désigne Komarov comme commandant de bord de Soyouz-1, la doublure est Gagarine.

En septembre 1965, quatre cosmonautes issus des Forces aériennes commencent à s'entraîner. Il s'agit de Vladimir KOMAROV, Valeri BIKOVSKI, Youri GAGARINE et Andrian NIKOLAÏEV, qui ont tous déjà volé sur les vaisseaux Vostok et Voskhod. Deux d'entre eux commanderont les vaisseaux Soyouz-1 et Soyouz-2, les deux autres seront les suppléants.
En 1966, de nouveaux cosmonautes commencent leur entraînement. Ce seront eux qui devront passer de Soyouz-2 à Soyouz-1 lors d'une sortie dans l'Espace, équipés de scaphandres Yastreb. Certains de ces cosmonautes sont des ingénieurs de l'OKB-1, qui exerce un fort lobbying pour que ses employés participent aux missions. Le bureau d'études est d'ailleurs rebaptisé TsKBEM en 1966, après le décès de Sergueï KOROLIOV.

Komarov fait un discours le veille du lancement en compagnie des équipage de Soyouz-1 et 2

Le lancement de Soyouz-1 est toujours prévu pour le 25 décembre 1966. Le premier vol d'essai inhabité (Cosmos 133) a lieu le 28 novembre 1966, et se termine par la perte du vaisseau (cf. Espace&Temps n°16). La mission n'est pas un échec si cuisant, car la plupart des systèmes ont bien fonctionné et, si un cosmonaute avait été à bord, la récupération aurait pu se dérouler.
Le 14 décembre 1966, pendant la préparation du deuxième vol d'essai, un accident se produit sur le pas de tir et le lanceur explose, causant la mort de trois personnes ainsi que la destruction partielle du pas de tir.
Un troisième vol d'essai est réalisé le 7 février 1967. Le vaisseau revient sur Terre, mais il coule dans la mer d'Aral suite à la perforation de son bouclier thermique (!).

2. La décision de procéder à un vol habité

Avec un tel bilan, on pourrait s'attendre à ce que l'OKB-1 et le Ministère des Machines Générales (MOM) décident de réaliser d'autres essais de qualification.
Mais la pression politique est énorme. Le dernier vol habité soviétique, Voskhod-2, remonte à début 1965 alors que, entre temps, les Américains ont accompli pas moins de neuf missions Gemini qui ont permis de valider toutes les techniques en vue du vol lunaire.
Les deux directeurs adjoints du TsKBEM, Yakov TREGOUB et Konstantin BOUCHOUÏEV, mènent une réflexion sur cette question en février-mars 1967. Il s'avère que la majeure partie des sous-traitants impliqués dans le dévelop -pement du vaisseau sont favorables à un vol habité. Seul Ivan PROUDNIKOV, du TsKBEM, fait part de son

inquiétude vis à vis de la protection thermique, suite à l'incident du troisième vol. Comme la plus grande partie des ingénieurs se montrent confiants dans les modifications apportées, le TsKBEM donne son aval pour une mission habitée.

Le 25 mars 1967, le général Nikolaï KAMANINE, responsable de l'entraînement des cosmonautes, déclare que «les lancements du vaisseau Soyouz et la réalisation de la totalité du programme d'essais au sol nous donnent toute confiance en la réalisation avec succès d'un vol habité». La Commission Militaro-industrielle (VPK) et le MOM suivent cet avis et recommandent au Comité central du Parti communiste (TsKPCUS) de demander la réalisation d'un vol habité dans les plus brefs délais. Le lancement est finalement fixé à la fin du mois d'avril 1967.

Komarov accompagné sur le pas de tir par Kerimov, Michine, Gagarine, etc.

3. Les préparatifs

Soyouz-1, piloté par KOMAROV, décollera en premier. Il sera suivi vingt-quatre heures plus tard par Soyouz-2, avec BIKOVSKI, KHROUNOV et ELISSEÏEV. Les deux vaisseaux s'amarreront en orbite, et le binôme KHROUNOV/ELISSEÏEV passera dans Soyouz-1 lors d'une sortie dans l'Espace.

Le 20 avril 1967, la Commission d'Etat, dirigée par le général Kerimov, fixe le lancement de Soyouz-1 pour le 23 avril à 00h35 GMT, et celui de Soyouz-2 pour le 24 avril à 00h10 GMT.

Le lanceur Soyouz est transféré sur le pas de tir n°5 le 22 avril. Vladimir SYROMIATNIKOV, responsable du développement du système d'amarrage, inspecte le vaisseau et réalise avec stupeur que les connecteurs électriques de la pièce d'amarrage sont montés à l'envers !

Toujours le 22 avril, KOMAROV donne une dernière conférence de presse, puis il va se reposer. Il se réveille à 23h00 GMT et une heure plus tard il est sur le pas de tir, salue les membres de la Commission d'Etat, et embarque à bord de Soyouz-1.

4. La mise sur orbite

Le lanceur Soyouz (11A511 n°U15000-03) décolle le 23 avril 1967 à 00h35 GMT. Le vaisseau Soyouz-1 (11F615 n°4) est placé avec succès sur orbite basse (196,2km x 225km x 51°43').

La mission est supervisée pour la première fois par un Groupe Principal de Contrôle des Opérations (GOGU), basé à la station de télémesure NIP-16 d'Eupatoria, en Crimée, et dirigé par le colonel Pavel AGADZHANOV.

Juste après la mise sur orbite, les stations de télémesure NIP-4 et NIP-15 envoient à Eupatoria les premières données télémétriques. Il apparaît que toutes les antennes se sont correctement déployées, ainsi que le panneau solaire droit. En revanche, le capteur de fin de course du panneau solaire gauche n'a pas envoyé d'information. Cela peut signifier soit qu'il y a un problème avec le capteur, soit que le panneau ne s'est effectivement pas déployé.

Mais après analyse des premières données, il s'avère que Soyouz-1 a bien d'autres problèmes. D'une part, l'antenne de télémesure de secours ne s'est pas déployée et, d'autre part, le capteur 45K, qui permet de repérer les étoiles et le Soleil afin d'orienter le vaisseau lors des manœuvres dynamiques, ne fonctionne pas.

Lors de la deuxième orbite, Vladimir KOMAROV communique certains paramètres par radio. Il confirme que le panneau solaire gauche ne s'est pas déployé, et il annonce que l'intensité du courant électrique n'est en conséquence que de 14A, bien en-deçà de la valeur nominale de 24A. Les communications sur ondes courtes ne fonctionnent pas, et KOMAROV affirme qu'il a essayé d'orienter son vaisseau manuellement, mais sans succès, en utilisant pour s'orienter le capteur ionique.

5. Une situation grave mais pas catastrophique

Soyouz-1 a donc subit trois dysfonctionnements majeurs :

- Le non-déploiement du panneau solaire gauche
- Le mauvais fonctionnement du capteur ionique
- La perte du capteur 45K

Le dernier de ces problèmes est le plus grave. Sans le capteur 45K, le rendez-vous avec Soyouz-2 sera impossible, et le freinage pour

rentrer sur Terre sera problématique.
Lors de la cinquième orbite, la Commission d'Etat prend la décision d'annuler le lancement de Soyouz-2. Elle ordonne au GOGU de faire atterrir Soyouz-1 lors de la dix-septième orbite, avec les orbites 18 et 19 en secours.
Le commandant de Soyouz-1 tente de rentrer dans l'atmosphère lors de l'orbite n°17, mais il n'y parvient pas car il traverse une poche d'ions qui aveugle le capteur ionique, seul moyen d'orientation encore disponible.
A Eupatoria, le GOGU décide de tenter la rentrée en mode manuel lors de l'orbite n°19. GAGARINE transmet les instructions nécessaires à KOMAROV, qui réussit à s'orienter manuellement en utilisant le viseur Vzor pour se repérer par rapport à l'horizon terrestre. Il allume le moteur de freinage SKD à l'heure dite. Le moteur fonctionne pendant 146" et s'arrête à 02h59 GMT. Soyouz-1 entame ainsi sa rentrée dans l'atmosphère.

L'arrivée du groupe de récupération sur le lieu du crash et l'enterrement provisoire de Komarov.

6. La rentrée dans l'atmosphère

A 03h14 GMT, l'alarme «ACCIDENT-2» apparaît sur le pupitre du vaisseau. A Eupatoria, Boris RAOUCHENBAKH rassure tout le monde : cela signifie simplement que les moteurs d'orientation DPO n'ont pas réussi à stabiliser le vaisseau du fait de l'asymétrie induite par le non-déploiement du panneau solaire. Quand les gyroscopes KI-38 ont détecté un écart mesure-consigne de 8°, ils ont annulé le mode de descente normal et ont basculé sur le mode balistique, ce qui est inconfortable mais non menaçant.

7. L'atterrissage

A Eupatoria, tout le monde est soulagé. L'équipe du GOGU vient de passer plus de vingt-quatre heures de stress intense, mais finalement tout est bien qui finit bien. Des bouteilles sont ouvertes pour fêter la fin heureuse de cette mission. Un officier vient chercher GAGARINE et lui dit qu'il a un appel urgent de Moscou. Le premier des cosmonautes revient dix minutes plus tard. «Son habituel sourire avait disparu», se souvient Boris TCHERTOK, le constructeur général adjoint de l'OKB-1.
L'atterrissage a en effet bien eu lieu, le 24 avril 1967 à 03h23 GMT à Karaboutak près d'Adamovsky à 70 km d'Orsk, mais le parachute primaire (OSP) n'est pas sorti de son compartiment, et le parachute secondaire (ZSP) n'a pas pu se déployer. En conséquence de quoi, Soyouz-1 n'a pas été ralenti dans sa chute et est entré en contact avec le sol à une vitesse de 40 m/s. L'ingénieur-colonel Vladimir KOMAROV a été tué sur le coup. Le Præsidium du Soviet Suprême lui décerne à titre posthume sa seconde médaille de Héros de l'Union soviétique, et ses cendres sont placées dans le mur du Kremlin.

©Nicolas Pillet

Le pistolet que Komarov avait sur Soyouz-1, retrouvé parmi les décombres et exposé au musée de l'artillerie de Saint-Pétersbourg

8. Les causes de l'accident

Que ce soit pour le système de parachute primaire (OSP) ou le système secondaire

(ZSP) de secours, la séquence d'ouverture est la même. Un premier parachute de tirage s'ouvre, il tire le parachute de freinage qui ralentit suffisamment le vaisseau pour pouvoir permettre l'ouverture du parachute principal.

Lors de la descente de Soyouz-1, les parachutes de tirage et de freinage du système primaire se sont bien ouverts, mais ils n'ont pas permis de sortir le parachute principal de son compartiment. Les capteurs ont détecté que la vitesse de descente était trop élevée, et ils ont déclenché l'ouverture du système secondaire (ZSP).

Mais comme le parachute de freinage du système primaire n'avait pas été largué, il s'est emmêlé avec les parachutes du système secondaire.

L'une des raisons qui empêchait le parachute primaire de s'extraire est la rugosité de son container. A Baïkonour, une fois que la protection thermique est appliquée, le vaisseau est placé dans un autoclave où la température est augmentée de manière à polymériser la protection.

L'obelisque installé sur le lieu du cash en juin 1967

Le nouveau monument installé sur le site du crash en 1987

Les couvercles des containers des parachutes n'étaient pas présents lors du passage de Soyouz-1 et Soyouz-2 dans l'autoclave. Des copeaux volatiles ont donc pénétré dans les containers et se sont déposés sur les parois, augmentant de façon significative la rugosité de celles-ci.

Ce défaut n'avait pas été détecté lors des vols précédents car, comme ils étaient inhabités, le contrôle qualité était moins poussé. Comme les containers à parachute étaient toujours livrés en retard, les vaisseaux passaient dans l'autoclave sans eux !

Pour les deux premiers vaisseaux habités, le process avait été respecté avec beaucoup plus de rigueur, et les containers avaient été livrés à temps. Par ailleurs, les vaisseaux utilisés lors des largages par avion n'étaient pas équipés de protection thermique, et ils n'étaient donc pas passés dans l'autoclave.

Soutenez notre action.....Rejoignez-nous

Bulletin d'adhésion à l'IFHE

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

_____

Code postal_____ Ville : _____

Tél : _____ mel : _____

Je soussigné(e) adhère à l'IFHE en qualité de membre :

Titulaire (65 €) pour l'année

Mode de paiement : _____ Montant : _____

Signature : _____

50 ans de CILAS par Christian Lardier

La Compagnie Industrielle des Lasers (CILAS) est créée le 18 novembre 1966 par la Compagnie Générale d'Electricité (CGE) à Marcoussis (Essonne) et Saint Gobain pour industrialiser et commercialiser des lasers (rubis, verre à néodyme, à CO_2, YAG, etc).
Elle a été dirigée par Alain Willk en 1966/69, Georges Besse (1927-1986) en 1969/71, Lucien Gobin (1915-1995) en 1972/77, Robert Gest en 1977/85, Pierre Guichet en 1985/87, Laurent Citti en 1987/90, Jean-Claude Renaut en 1990/95, Jacques Battistella en 1995/2010, puis Philippe Lugherini depuis 2010. Le directeur fut successivement Jacques Riffard en 1966/72, Roger Destors en 1973/80, François Chabannes en 1980/86, etc.

Philippe Lugherini

CILAS a participé, avec le Département de Recherche en Physique de Base (RPB) de Jean Robieux et la Division des Applications Optiques (DAO) de Jacques Riffard au Centre de recherches de la CGE à Marcoussis (LdM), au développement des lasers de forte puissance pour le CEA (laser à verre à néodyme L-5 en 1967, C6 en 1970, P102 en 1976, Octal en 1978, super-Octal en 1981, laser à iode Phebus en 1985, etc). De plus elle développe des télémétres lasers (TP101) pour le spatial : il est utilisé avec les satellites Diadème du Cnes en 1967, puis pour la télémétriue Terre-Lune en 1969. En 1972, c'est le début des lidars avec le STRADA du CEV de Brétigny. En 1969, les travaux sur les armes laser ont débuté avec ARMEL. Le laser à CO_2 LEDA-6 (Laser Electrique à Détente Adiabatique) est développé, puis associé à une tourelle expérimentale (programme LATEX); La première démonstration a lieu à Marcourssis le 3-11-1989. En 1982, c'est le début du programme SILVA de séparation istotopique avec des lasers à vapeur de cuivre (installations Aster en 1997, puis Menphis en 2003).
En 1971, CILAS créé sa filiale Compagnie Belge des Lasers (CBL). En 1974, la DAO fusionne avec CILAS. Puis Saint Gobain quitte le capital et laisse la place à la Société Général de Belgique. En 1980, une partie de la Division laser de LdMest traférée chez CILAS et le CBL est cédé à la Société d'optique et d'instruments de précision.
En 1981, CILAS devient une filiale d'Alcatel Electronique (CILAS-Alcatel) et constitue un pôle optronique avec BBT (Barbier-Benard et Turenne) et SORO (Société de Réalisations Optiques): les trois sociétés fusionnent en 1985. A la suite du Plan Laser Civil du gouvernement en 1984/86, CILAS sbit une perte financière, ce qui contraint la CGE à vendre CILAS à Aerospatiale en 1988. La société se recentre alors sur le militaire et le nucléaire. Le pôle optronique déménage à Orléans-La-Source (en 2003, Marcoussis est fermé et Orléans devient le nouveau siège de CILAS).
En 1989, l'actionnariat change : CEA-Industrie

prend 30 %, Sagem/SAT prend 30 % et Aerospatiale 40 %. Par la suite, Areva prend 37 %, Sagem s'en va en 1994 et Airbus acquiert 63 % (actionnaire majoritaire). Parallèlement, Aerospatiale rachète la division optronique de LdM, qui devient Laserdot. Aerospatiale forme alors le groupe UNILASER qui comprend CILAS (créé en 1966), Quantel (créé en 1970), LISA (créé en 1987) et Laserdot (créé en 1989). En outre, CILAS participe aussi au GIE SYLAREC pour les applications nucléaires.

La télémétrie spatiale (1967)

En 1995, CILAS fusionne avec Laserdot. En 1997, à la suite de la crise du budget de la Défense, CILAS subit un plan de restructuration.

En 1993, le gouvernement démarre le programme de simulation Laser Méga-Joule (LMJ) à Le Barp près de Bordeaux. Le LMJ comprend 22 lignes laser qui doivent être testées dans le prototype LIL (Ligne d'intégration Laser). En 1996, CILAS commence la construction du LIL au CEA/CESTA. En 1998, CILAS reçoit le contrat pour le miroir M1 du LMJ et, l'année suivante, celui des amplificateurs. Le LIL a fonctionné de 2002 à 2014. Le LMJ a été inauguré le 23 octobre 2014 et la première simulation de tir a eu lieu le 2 décembre suivant.

Le programme LATEX (1989)

En octobre 1989, CILAS réalise la première expérience d'optique adaptative à l'Observatoire de Saint-Michel de Provence. Puis elle développe des miroirs à actionneurs piézo-électriques (SAM) et des miroirs bimorphes (BIM) à électrodes pour des télescopes astronomiques comme le VLT de l'ESO (Chili), les Gemini Sud (Chili) et Nord (Hawaï), le Subaru (Hawaï), le Gregor Solar Telescope (Canaries), le Grand Telescope des Canaries et, en 2014, le Planet Finder SPHERE du VLT avec 1377 actionneurs.

En 2002, CILAS rachète l'usine Highwave Optical Technologies d'Aubagne près de Marseille pour développer la filière des couches optiques minces. Enfin, en 2007, CILAS s'installe à Limoges pour développer les céramiques transparentes. Là, elle ouvre un laboratoire commun avec l'Université de Limoges (Laboratoire des sciences des procédés céramiques et des traitements de surfaces).

En 2007, l'effectif de CILAS était de 200 personnes et le chiffre d'affaires de 30 M€. En 2015, il était passé à 34 M€.

50 ans de la tragédie d'Apollo-1

par Yves Blin, vice-président de l'IFHE

27 janvier 1967 - Les premières victimes de la conquête de l'espace

L'année 1966 s'est terminée avec le succès du vol Gemini-12. Avec l'année 1967, le programme Apollo prend la relève. Les objectifs du programme sont clairs et ambitieux : faire marcher des astronaute américains sur la surface lunaire et ramener ces explorateurs des temps modernes vivants sur Terre avant la fin de la décennie.

Mais en janvier 1967, aucun véhicule Apollo n'a encore volé avec un équipage à bord. Le premier vol habité, référencé AS-204 dans le planning de la NASA, est prévu de décoller de l'ensemble de lancement LC-34 de Cap Canaveral, le mardi 21 février 1967 à midi heure locale.

De g. à dr., Grissom, White, Chaffee

L'équipage de trois hommes, désigné pour cette mission, est composé de deux astronautes ayant déjà volé dans l'espace Virgil dit « Gus » GRISSOM (Mission Mercury-Redstone 4 le 21 juillet 1965 et mission Gemini-3 le 23 mars 1965) et Edward WHITE (premier américain à sortir dans l'espace le 3 juin 1965 au cours de la mission Gemini-4) et d'un astronaute dont la mission As-204 constituerait le premier vol dans l'espace, Roger Chaffee. Chaffee fait partie de la troisième équipe d'astronautes sélectionnée par la NASA en Octobre 1963.

Cette mission AS-204 doit tester le véhicule Apollo (Module de commande et le module de service) pendant 14 jours en orbite autour de la Terre. Pendant ce vol, les astronautes doivent procéder à l'allumage par 8 fois du moteur du module de service. Même si ce vol a une vocation essentiellement technologique, neuf expériences scientifiques ont été incluses dans le programme des astronautes. Parmi ces expériences, dont la réalisation nécessite au total environ 60 heures d'activités pour les astronautes, citons **1**:

- l'expérience « I-Flight Nephelometer » (référencée T-003 par la NASA) qui a été conçue pour mesurer la concentration et la distribution par taille des particules flottant dans l'atmosphère dans le module de commande ;
- l'expérience « Cardiovascular Reflex Conditioning » (M-048) portée par l'astronaute Ed-White pendant tout le vol ;
- l'expérience « Synoptic Terrain Photography » (S-005) conçue pour améliorer les procédures de prises de vue à des fins géologiques ou géographiques de la surface terrestre depuis une orbite avec un appareil photographie tenu à la main par un astronaute. 45 cibles ont été retenues pour la mission ;
- l'expérience « Synoptic Weather Photography » (S-006) dont l'objectif est d'améliorer les techniques d'interprétation des conditions météorologiques à partir de photographies réalisées en orbite. 17 séquences étaient prévues.

Ce vendredi 27 janvier 1967 est une belle journée d'hiver en Floride. Grissom, White et Chaffee ont pour mission ce jour-là un test complet du véhicule Apollo placé au sommet de la fusée Saturn-IB sur le pad de tir LC-34. Ils testent en particulier les interfaces du vaisseau spatial avec les équipements sol de télécommunications. Si les liaisons télémétriques entre l'engin, le blockhaus de tir situé à quelques centaines de mètres du pad de tir et le centre de contrôle de Houston fonctionnent correctement, il n'en est hélas pas de même pour les liaisons phoniques. Les grésillements sur les lignes rendent compliqués les échanges vocaux entre l 'équipage et

les hommes au sol. Gus Grissom, frustré, lance aux équipes de contrôle « Comment espérez-vous communiquer avec nous quand nous serons en orbite alors vous n'arrivez même pas à parler avec nous alors que nous sommes sur le pad de tir ? ». Alors que le crépuscule tombe sur Cap Canaveral, cela fait plus de 5 heures que les astronautes sont enfermés dans le module de commande dans une atmosphère d'oxygène pur à une pression de 1,151 bar (16,7 psi). C'est le moment où les techniciens, situés dans la salle blanche qui entoure la cabine Apollo au sommet de la fusée Saturn-IB, s'apprêtent à retirer l'alimentation électrique

sol afin que le vaisseau fonctionne sur son énergie bord, soudain sur les boucles de communication retentit le message de Gus Grissom « We're on fire ! » (Nous avons le feu). Dans la foulée, Roger Chaffee hurle « Get us out of here ! » (Sortez-nous de là). Il est 18 h 31mn 4s (heure locale). Dans les casques des personnels dans le blockhaus de tir et dans le centre de Houston, s'ensuit une succession de bruits étouffés et de mouvements auxquels se superpose la confirmation glaçante du feu à l'intérieur de la cabine par les techniciens se trouvant dans la salle blanche. Le conducteur du test à Cap Canaveral, George Page, intervient alors sur la boucle de communication avec une voix tremblotante d'émotion. Il confirme qu'il y a un incendie dans la cabine Apollo. Il signale que la salle blanche est emplie de flammes et de fumée et que le personnel situé dans cette salle essaie d'ouvrir l'écoutille du vaisseau. Cinq minutes après le déclenchement de l'incendie, l'écoutille est enfin ouverte. Peu après retentit, dans les écouteurs, le message provenant de la salle blanche et redouté par tous : «L'équipage est mort ». **2**

Deke Slayton, chef des astronautes présent à Cap Canaveral, accompagné par l'astronaute Stuart Roosa, file alors vers le pad de tir LC 34 et monte jusqu'à la salle blanche entourant la cabine au sommet du lanceur. En arrivant dans la salle il aperçoit un bras revêtu de sa combinaison sortant de l'écoutille ouverte, c'est un des bras de Chaffee. Les matériaux des combinaisons des astronautes ont fondu sous la chaleur et une partie du corps des astronautes sont collés aux matériaux de la cabine à l'endroit où les corps des astronautes reposent. L'intérieur de la cabine est totalement calciné et une partie de la surface extérieure l'est aussi. Slayton demande aux deux médecins, Kelly et Harter, présents dans la salle blanche de ne toucher à rien jusqu'à ce que des photographies de l'intérieur soient réalisées.**3** L'extraction de la carcasse de la capsule des dépouilles des astronautes prendra près de 7 h 30.

Alors qu'ils reçoivent des messages d'affliction notamment du président des Etats-Unis d'Amérique, Lyndon B. Johnson, des membres du Congrès américain et de la presse, James Webb, administrateur de la NASA et Bob Seamans, son adjoint, décident dès le lendemain de la tragédie du pad de tir LC-34, le samedi 28 janvier 1967, la mise en place d'une commission d'enquête pour faire toute la lumière sur l'accident et proposer toutes les mesures pour éviter un nouveau drame et remettre le programme Apollo sur les rails. Le Docteur Floyd L. Thompson, directeur du Centre de Recherche de Langley de la NASA, est nommé président. Les autres membres de cette commission sont :

- Charles F. Strang, Colonel, qui est chef de la « Missile and Space Safety Division » du « Directorate of Aerospace Safety » et Inspecteur Général adjoint pour les Inspections et la Sécurité au quartier général de l'US Air Force ;
- Mr Borton Geer de Centre de Recherche de Langley ;

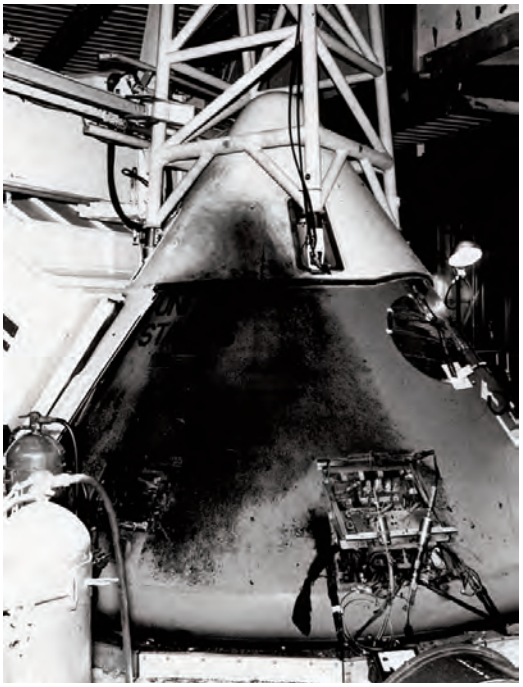
- Mr George C. White Jr, directeur en charge de la fiabilité et de la qualité au sein de l'équipe programme en charge du programme Apollo au quartier général de la NASA ;
- Frank Borman, Colonel de l'US Air Force, astronaute qui a volé à bord de la capsule Gemini 7 avec James Lovell en décembre 1965 ;
- Docteur Robert W. Van Dolah, directeur de la recherche du Centre de recherche sur les explosifs de Pittsburgh (Pennsylvania) du bureau des mines du ministère de l'intérieur américain ;
- Mr John J. Williams, directeur des opérations du John F. Kennedy Space Center de la NASA en Floride ;
- Docteur Maxime A. Faget, directeur de l'ingénierie et du développement au Manned Spacecraft Center de la NASA à Houston.

- Mr George T. Malley, désigné comme conseiller.

Dans le cadre de son enquête, la commission dirigée par Floyd L. Thompson ordonne une série de tests d'incendie en laboratoire. Les résultats sont stupéfiants. Dans le cadre de leur qualification, les matériaux devant être utilisés dans le module de commande subissaient des tests de tenue au feu dans une atmosphère d'oxygène pur mais à une pression de 0,4 bar. Dans ces conditions, certains matériaux brûlaient, même parfois rapidement, mais le feu arrivait à être contenu et rapidement maîtrisé. Mais lors des tests à 1,15 bar d'oxygène pur, des matériaux explosent et/ou dégagent des gaz de combustion toxiques. La solution d'éthylène/glycol et d'eau, fluide utilisé dans le système de conditionnement de l'atmosphère de la cabine, brûle en dégageant d'épaisses fumées noires. Le velcro, disposé un peu partout dans la cabine pour permettre aux astronautes de fixer tous les objets afin qu'ils ne flottent pas en microgravité, brûle violemment. Même une solide barre d'aluminium s'enflamme au contact d'une flamme dans une atmosphère à 1,15 bar. Finalement, la commission découvre que dans une atmosphère à 1,15 bar, le risque d'un feu dévastateur n'attendait que le « bon » moment pour se déclencher dans la cabine. Il suffisait d'une source d'ignition. Hélas, dans la cabine de la mission AS-204, les candidats comme source d'allumage sont nombreux. La cabine comportait des câbles dont l'isolant était élimé et d'autres dont les fils conducteurs étaient même mis à nu. La faute à la piètre qualité des travaux d'intégration de la cabine chez le constructeur North American. Pour ne faire qu'empirer la situation, des faisceaux de câbles étaient posés à même le sol de la cabine et ces derniers étaient régulièrement piétinés par les techniciens intervenant dans la capsule ou par les astronautes. Même les câbles, placés dans des gouttières non fermées, bousculés et heurtés pendant les sessions de tests, ont été trouvés avec leur isolant élimé. La commission n'a pas réussi à identifier la source exacte d'ignition. La seule certitude est que le feu s'est déclaré sous et à gauche du siège de Virgil Grissom. Très clairement pour la commission, avant qu'une cabine Apollo vole tous les câbles devront être proprement protégés et le contrôle qualité chez North American être très fortement renforcé.

Le second point noir mis en avant par la commission concerne l'écoutille du module de commande. La conception est très clairement remise en cause. L'ironie du sort est que la conception retenue avait pour objectif d'éviter la répétition de l'éjection inopinée de l'écoutille qui était intervenue après l'amerrissage de la capsule Mercury Freedom 7 et qui avait failli coûter la vie à Virgil Grissom qui fut à deux doigts de se noyer. L'écoutille de la cabine Apollo de la mission AS-204 a été conçue de telle manière qu'elle ne

puisse pas s'ouvrir de manière accidentelle. Après fermeture de l'écoutille, si les astronautes voulaient ouvrir l'écoutille, il fallait qu'un d'entre eux, en l'occurrence pour la mission AS-204 c'était le rôle de Roger Chaffee, prenne une clef spéciale qu'il devait insérer dans une fente et qu'il tourne de multiples fois cette fois pour débloquer le mécanisme de fermeture de l'écoutille. Ceci fait, l'astronaute devait retirer l'écoutille et la déposer sur le sol de la cabine. Dans des conditions non stressantes, cette procédure ne demandait pas moins de deux minutes pour être exécutée. White, entouré par les flammes et dans une atmosphère emplie de fumée, n'a pas eu matériellement le temps pour finir la procédure d'ouverture de l'écoutille. Très clairement la conception de l'écoutille devait être totalement remise à plat.



La capsule après l'incendie

vue de l'unité de contrôle de l'environnement sous laquelle l'incendie s'est déclaré

Alors que les investigations se poursuivent, Floyd L. Thompson, qui était un fin observateur, arrive à comprendre qu'une des causes de l'accident se situe au niveau du management du programme. Il découvre, en particulier, que Joe Shea, chef de l'Apollo Spacecraft Program Office à Houston, transmettait ses rapports officiels directement à George Mueller qui était l'administrateur de l'Office Of Manned Space Flight de la NASA à Washington, sans tenir informé le directeur du Manned Space Center (MSC) à Houston. Lors d'une réunion où le Docteur Thompson présente l'avancement des travaux de la commission d'enquête, Joe Shea craque nerveusement. Déprimé, il est démis de son poste et est remplacé par George Low. Joe Shea quittera la NASA peu de temps après.

La commission d'enquête publie son rapport final le 5 avril 1967. Ce rapport identifie une foule de carences dans la conception et le développement de la cabine, la fabrication et le contrôle qualité. Il présente une série de recommandations que la NASA s'attachera à mettre en œuvre dans les mois suivants.

Pour remédier à l'ensemble de ces carences, la NASA va modifier lourdement le vaisseau Apollo. La version 2 (Block 2) du vaisseau Apollo comportera ainsi les modifications principales**4** suivantes (liste non exhaustive) :

- l'écoutille devient un ensemble monobloc, constitué d'aluminium et de fibre de verre, s'ouvrant vers l'extérieur. Elle peut être ouverte de l'intérieur par les astronautes en 7 secondes et par les équipes de secours situées dans la chambre blanche en 10 secondes. L'ouverture de l'écoutille est assistée par un mécanisme de contrepoids activé par un gaz sous pression.
- l'atmosphère de la cabine, avant le lancement, d'oxygène pur est remplacé par un mélange de 60 % d'oxygène et 40 % d'azote. Par contre, les astronautes respireront de l'oxygène pur. Après le décollage, le mélange oxygène/azote est remplacé progressivement par de l'oxygène pur à 0,345 bar.
- les canalisations d'alimentation à haute pression en oxygène, auparavant en acier inoxydable, sont remplacées par des canalisations en aluminium
- les joints des tubes de transport du liquide de refroidissement du système de climatisation soudés et blindés
- les faisceaux de câbles doivent être protégés
- choix de matériaux moins inflammables et si possible ignifugés
- installation d'un système d'alimentation en oxygène secours des astronautes pour les isoler des gaz toxiques se répandant dans la cabine en cas d'incendie

- remplacement des interrupteurs en plastique par des interrupteurs en métal
- mise en place d'un extincteur portable dans la cabine

L'accident du 27 janvier 1967 aura aussi des conséquences managériales au plus haut niveau tant à la NASA que chez North American. Ainsi, lorsque James Webb, administrateur de la NASA, fait sa déposition devant le Congrès américain suite à la publication du rapport de la commission d'enquête, à plusieurs reprises lui sont posées des questions concernant la teneur des rapports écrits Sam Phillips, directeur du programme Apollo à la NASA, qui critiquaient ouvertement North American et ses sous-traitants pour la qualité largement insuffisantes de leurs prestations. James Webb est pris au dépourvu car il n'a aucune connaissance de ces rapports et affirme devant le Congrès que ces rapports n'existent pas. Mais ces derniers existent bien. Ils ont été transmis au vice-administrateur de la NASA, Robert Seamans, qui a omis de transmettre à James Webb une copie de ces derniers. Quelle n'est donc la surprise de James Webb lorsqu'il retourne à son bureau et qu'il découvre l'existence de ces rapports et leur contenu particulièrement critique envers North American et les propositions de Sam Phillips d'envisager d'arrêter le contrat liant la NASA et North American. Webb embarrassé informe immédiatement le Congrès. Webb vit alors une période difficile pendant laquelle il va faire front aux critiques qui fusent. Parallèlement Webb perd toute confiance envers Seamans qu'il poussera à la démission.

Chez North American, Bill Bergen est appelé à la présidence de la société. Ce dernier nomme Bastian « Buzz » Hello, ancien directeur du programme Titan-Gemini, comme directeur du programme de développement de la version 2 (Block 2) des modules de commande et de service, version qui intègrera l'ensemble des modifications préconisées par la commission d'enquête ainsi que toutes celles décidées par la NASA par le Conseil de contrôle de configuration mise en place par George Low dès sa nomination à la tête de l'Apollo Spacecraft Program Office à Houston.

Enfin George Low désigne l'astronaute Frank Borman comme son représentant permanent auprès de North American. Frank Borman pendant les mois suivants l'accident fera un rapport journalier directement à George Low. Plus tard, George Low enverra un des adjoints de Wernher Von Braun, Eberhard Rees, pour superviser l'intégration des véhicules Apollo et l'implémentation des modifications chez North American.

La mission AS-204 sera rebaptisée Apollo-1 le 24 avril 1967 par James Webb, administrateur de la NASA, en mémoire des trois astronautes. Il faudra attendre, plus de 15 mois, le 11 octobre 1968, avec le lancement d'Apollo-7, pour voir s'envoler une capsule Apollo avec ses premiers astronautes à bord.

50 ans plus tard, on peut légitimement dire que la mort tragique de Grissom, White et Chaffee ne fut pas inutile. Elle conduisit à une remise à plat salvatrice de l'ensemble du programme Apollo permettant le développement d'un matériel ultraperformant et surqualifié. Sans cette tragédie, le programme Apollo n'aurait certainement pas été la marche triomphale vers la Lune que l'histoire retient aujourd'hui.

En haut : la tombe d'Ed White à West Point, en bas,tombes de Grissom et Chaffe à Arlington

Nota :

1 Livre « Apollo – The Lost and Forgotten Missions » de David J. Shayler

2 Livre « Flight » de Chris Kraft

3 Livre « A man on the moon » d'Andrew Chaïkin – page 21

4 Apollo – The Definitive Sourcebook – Richard W. Orloff and David M. Harland – Springer-Praxis (page 116).

50 ans d'Aire-sur-Adour

Communiqué de presse

cnes INNOVATION & INSPIRATION

Paris, le 3 mars 2016
CP042 - 2016

50ème anniversaire du site d'Aire sur l'Adour
Le CNES accueille le 91ème PAC Esrange de l'ESA

Le CNES a accueilli le jeudi 3 mars, le 91ème PAC (Programme Advisory Committee) Esrange de l'ESA, pour le lancement des fusées sondes et des ballons, sur son site d'Aire sur l'Adour, la base historique française pour les lancements de ballons, qui fête cette année son 50ème anniversaire.

Le PAC Esrange, Comité consultatif de l'ESA pour le lancement des fusées sondes et des ballons, est composé de représentants, d'experts et de scientifiques venus d'Allemagne, de Suède, de Suisse, de Norvège, de France et de l'ESA. En visioconférence depuis Paris, Jean-Yves Le Gall, Président du CNES, a accueilli les participants à cet événement majeur de cette communauté et a rappelé le rôle fondamental de la base de lancement d'Aire sur l'Adour et les 50 années de succès du CNES pour cette activité.

Avec plus de 500 lancements de ballons stratosphériques effectués jusqu'en 2007, le CNES a dû s'adapter aux nouvelles règles de sécurité encadrant ces lancements. Ils se sont alors effectués depuis d'autres bases, comme dernièrement celle de Timmins au Canada, avec le succès du premier vol sous ballon du télescope Pilot du CNES. Aujourd'hui, la base de lancement d'Aire sur l'Adour a fait peau neuve et retrouve son activité principale de préparation et de réalisation des campagnes de lancement.

Les participants à cette réunion ont ainsi pu visiter les installations de la base. Cette 91ème édition du PAC Esrange fut aussi l'occasion pour Odd Roger Enoksen, Directeur du Centre spatial d'Andoya en Norvège, jusqu'alors Président du PAC Esrange, de passer le relai à Kristine Dannenberg, de l'agence spatiale suédoise (SNSB).

Dans son propos introductif, Jean-Yves Le Gall s'est montré particulièrement enthousiaste et a souligné : « De nouveaux défis exaltants nous attendent. L'année 2016 sera marquée par la reprise des vols ballons depuis Aire sur l'Adour, notamment le vol du télescope EUSO attendu en juillet et l'assemblage et les tests de la nacelle Stratéole 2. Je me réjouis de pouvoir célébrer aujourd'hui avec vous, non seulement le 50ème anniversaire de notre base, mais aussi la reprise de son activité historique. »

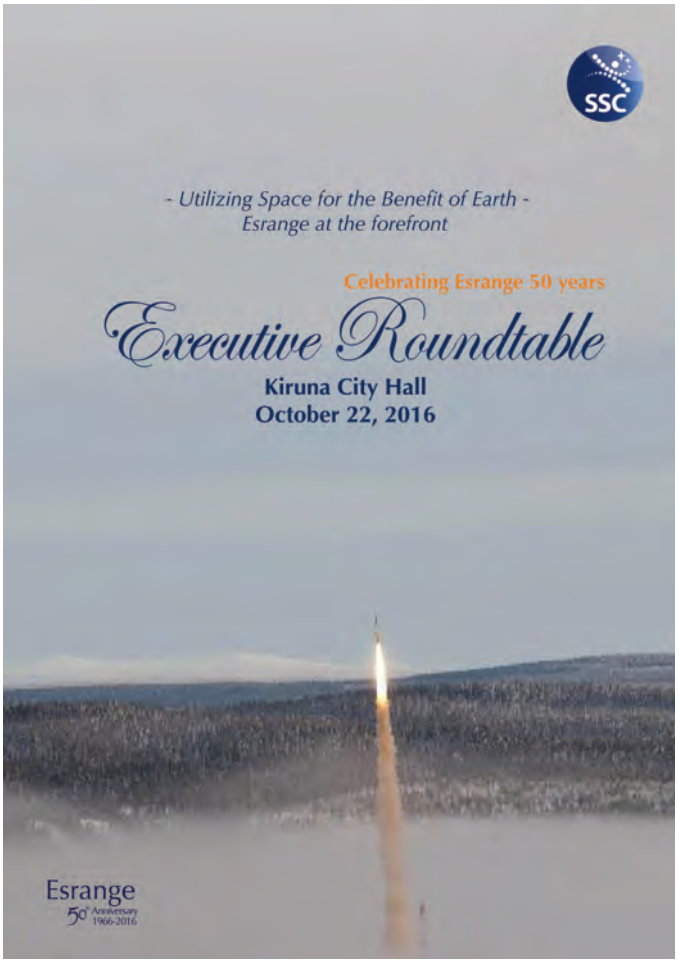
Contacts
Pascale Bresson — Tél. 01 44 76 75 39 — pascale.bresson@cnes.fr
Julien Watelet — Tél. 01 44 76 78 37 — julien.watelet@cnes.fr
presse.cnes.fr

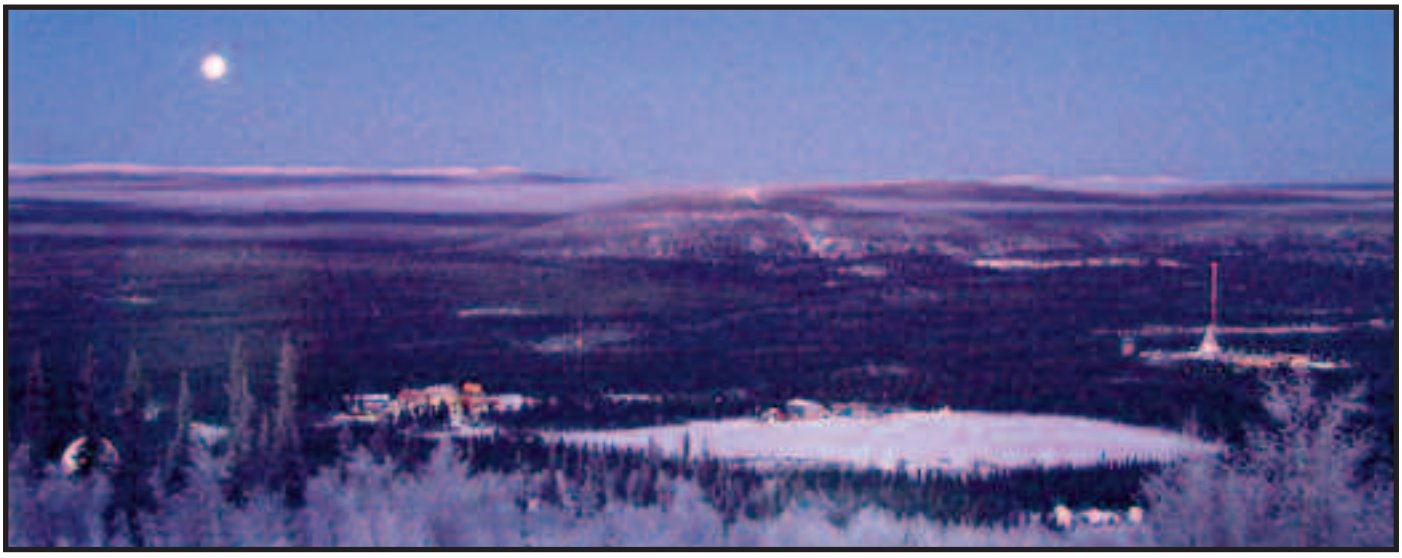
30e anniversaire en septembre 1994 : au centre, Jean-Daniel Levi, à sa droite Claudie Haigneré

Le Centre de lancement de ballons d'Aire-sur-Adour (CLBA) du CNES a été inauguré le 12 septembre 1964. La base annexe de Gap-Tallard a été mise en service en 1966. A l'occasion de ses 40 ans en 1994, il avait été indiqué que 2415 lâchers de ballons avaient été réalisés (cf. Air & Cosmos n°1486). Le premier Ballon Stratosphérique Ouvert (BSO) de 100.000 m^3 est lancé le 24 mai 1972. Le volume record français atteint 1,2 millions m^3 pour une masse de 1,3 t. Plus de 500 lâchers de ballons stratosphériques ont été effectués jusqu'en 2007. Puis les activités ont été arrêtées en 2008 pour s'adapter aux nouvelles règles de sécurité. En 2014, le 50e anniversaire n'a pu être célébré car la base était fermée. Le 3 mars 2016, elle a accueilli le 91e Programme Advisory Committee (PAC) de l'ESRANGE de l'ESA. Du 26 au 29 juillet 2016, les activités ont repris avec la campagne Stratéole-2. Puis, le 1e octobre, le Cnes a organisé une journée porte ouvertes.

50 ans de l'ESRANGE (1966-2016)

Le 22 octobre, l'Esrange Space Center de Kiruna (Suède) a fêté ses 50 ans. Construit par l'ESRO, le centre a lancé sa première fusée-sonde le 19 novembre 1966. Au cours des six premières années, près de 150 fusées ont été lancées. En 1972, il a été transféré à la Swedish Space Corporation (SSC) qui a étendu son activité aux ballons. En 50 ans, le centre a lancé 533 fusées. La fusée TEXUS est lancée depuis 1977 (Skylark, puis VSB-30 depuis 2005), la MASER (Black Brant, Skylark, puis VSB-30 depuis 2008) du SSC depuis 1987 et la MAXUS (Castor-4B) de SSC et Airbus depuis 1991. Le premierlâcher de ballon a eu lieu en 1974 et depuis, 524 autres ont été effectués. Actuellement, SSC a démarré le programme SmallSat Express consistant à lancer des petits satellites (cubesats) depuis Kiruna. Le premier lancement est prévu en 2021.





41e congrès Korolev : 110 ans de S.P.Korolev

par Christian Lardier

Le congrès Korolev s'est tenu du 24 au 27 janvier à l'université MGTU Bauman de Moscou.

Session pléniaire :

- "Situation actuelle et perspectives de développement des vols habités nationaux (110 ans de la naissance de S.P.Korolev)" par le constructeur général de RKK Energya E.A.Mikrine.
- "Mars et Lune : priorités de la cosmonautique russe" par le dircteur de l'IKI L.M.Zelenyi.
- "V.P.MIchine et son apport à la technique fuséo-cosmique et à la formation des ingénieurs (100 ans de sa naissance)" par le professeur du MAI O.M.Alifanov.
- présentation du livre "Il faut vivre avec passion" par Natalia Sergueievna Korolev, fille de S.P.Korolev.

Session n°1 : pionniers de la conquête spatiale. Histoire de la technique spatiale.

- "A.I.Sokolov, un des professionnels iconiques de la formation de l'armement de fusées et spatial" par V.P.Kouznetsov.
- "Le constructeur général de moteurs d'avions et de fusées N.D.Kouznetsov (1911-1995) par I.G.Kroutchinova (musée Tsiolkovsky de Kalouga).
- "M.G.Tatko : pages de la biographie d'un développeur de la technique spatiale" par V.N.Paramonov et S.V.Semenov (Université de Samara et Centre Progress).
- "GIRD" par le cosmonaute A.P.Alexandrov, RKK Energyia.
- "Ils étaient les premiers" (sur le premier groupe de cosmonautes) par V.P.Prikhodko.
- "Sur l'histoire du traitement mathématique des premiers projets spatiaux et des expériences scientifiques des vaisseaux pilotés" (sur M.V.Keldysh, théoricien de la cosmonautique) par T.A.Souchkevitch de l'Institut de mathématiques appliquées (IPM RAN).
- "Le rôle des ingénieurs-cosmonautes dans l'expansion du programme des vols spatiaux habités" par le cosmonaute A.You.Kaleri, RKK Energyia.
- "La télévision spatiale. Réalisation des idées de S.P.Korolev" par V.V.Zelenova et A.K.Tsytsouline du NII Télévision.
- "Orbites terrestres des pionniers du KIK (60 ans de la formation du réseau de poursuite)" par S.I.Migouline.
- "Contribution des spécialistes militaires dans la création du KIK. 50 ans des six directions spécialisées" par O.A.Skryl.
- "Expérience historique de l'activité du NIIP-53 du ministère de la Défense (cosmodrome de Plessetsk) dans la période de 1964 à 1976" par E.K.Babitchev.
- "Sur la date de création du GURVO" par le colonel V.I.Ivkine.
- "Sens des bâtiments de la flotte spatiale maritime dans la conquête du cosmos" par V.V.Mitropov.
- "Bilimbaï : route vers le cosmos" (sur l'avion-fusée BI-1) par S.P.Mogila et A.M.Moisseiev.

100 ans de V.P.Michine par Christian Lardier

Né le 18 janvier 1917, il termine l'Institut d'aviation de Moscou (MAI) en 1941 et entre à l'OKB-293 de V.F.Bolkhovitinov à Khimki où il s'occupe de l'armement de l'avion-fusée BI-1. En 1941/43, il participe aux essais en vol à Bilimbaï près de Sverdlovsk. En février 1944, il passe dans le NII-1 et part en Allemagne en août 1945 pour étudier la V-2. Là il rencontre Korolev et devient son adjoint à Nordhausen en août 1946. De retour à Moscou, il est adjoint de Korolev au SKB-3 du NII-88, puis à l'OKB-1 jusqu'en janvier 1966. Il reçoit la médaille de Héros du travail socialiste le 20-4-56 pour la R-5M, le prix Lénine le 18-12-57 pour Spoutnik-1, l'ordre de Lénine le 12-4-61 pour le vol de Gagarine. En mai 1966, il prend la direction de l'OKB-1/TsKBEM du MOM. En 1966, il publie le livre "Balistique des fusées guidées à longue portée" (écrit avec R.F.Appazov et S.S.Lavrov), livre que j'ai acheté à la librairie de la rue de l'Eperon à Paris dans les années 70 !

En 1957, il est docteur es sciences techniques et en 1959, professeur au MAI (chef de la chaire de cosmonautique en 1959/91). Il est membre-correspondant de l'Académie des sciences en 1958, puis académicien en 1966. Le 18-1-67, il reçoit un 3e ordre de Lénine pour ses 50 ans, puis la 1e médaille Korolev de l'Académie des sciences en 1967. Cependant, il n'aura pas le succès de son prédécesseur : il était constructeur principal lors des tragédies de Soyouz-1 en avril 1967 et de Soyouz-11 en juin 1971, et lors des quatre échecs de lancements de la super-fusée lunaire N-1 entre 1969 et 1972. Le 22 mai 1974, il est remplacé par V.P.Glouchko à la tête de l'entreprise. Il se consacre alors uniquement à l'enseignement. A partir de 1972, il écrit des articles sous le pseudonyme de M.Vassiliev. Il fait sa première apparition officielle en occident lors de l'IAF de Dresden en 1990 (il était venu incognito au salon du Bourget en 1965). En 1985, il publie le livre "Bases de la conception des engins volants" pour lequel il reçoit le prix d'Etat (avec V.K.Bezverbyi et B.M.Pankratov). Puis il a publié le livre "Comment nous ne sommes pas allé sur la Lune" en 1993.

© C.Lardier

En haut, Michine à Nordhausen en 1946 (debou à droite, derrière Korolev). Au milieu, à Baïkonour le 12-4-68, lors de l'ouverture de la maison-musée de Korolev. En bas, Michine à l'IAF de Dresden en 1990.

15 ans de la mission Andromède

par Christian Lardier

La mission Andromède s'est déroulée du 21 au 31 octobre 2001 (9 j 20 h). Elle est financée par le Cnes et réalisée par une astronaute de l'ESA (Claudie Haigneré). L'équipage principal comprenait Afanaseiev, Kozeiev, Haigneré (nom de code Derbent) et l'équipage doublure Zaletine, Koujelnaya (nom de code Enisseï). La commission d'Etat était dirigée par V.V.Alaverdov, directeur adjoint de Roscosmos. Le décollage est intervenu à bord du Soyouz-TM33, la mission s'est déroulée à bord de l'ISS et le retour à bord de Soyouz-TM32. Le programme de vol comprenait les expériences Cardioscience, Cogni, Acquarius, Spica-S, Immedias, LSO (éclairs et sprites dans l'ionosphère), Physique des plasmas (DLR), cristallisation de proteines GCF (ESA), EAC (questionnaires sur ordinateurs).

Photo CNES

Jean-Pierre Haigneré (à dr.) en compagnie du ministre de la Recherche Jean-Gérard Schwartzenberg

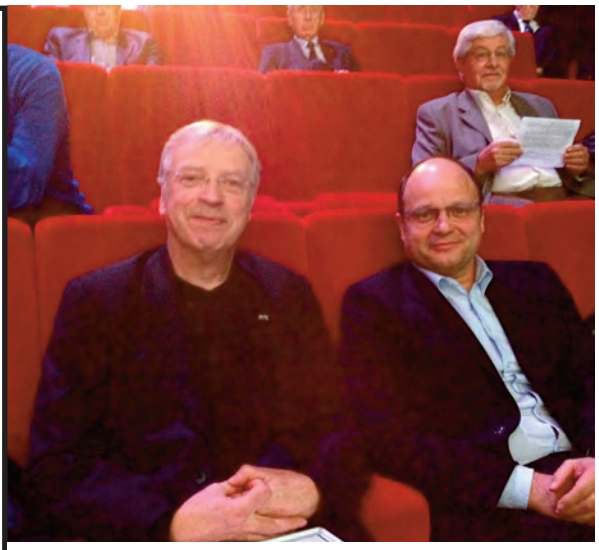
Photos Christian Lardier

Le congrès d'astronautique de l'IAF

Assemblée générale de la 3AF du 23 novembre 2016

A l'occasion de cette assemblée générale, Pierre Bescond, trésorier de l'IFHE, a été élu membre du conseil d'administration et Annick Jacquart, membre de l'IFHE, a été décorée de la médaille aéronautique par Michel Scheller, président de la 3AF. Le Grand prix spécial Espace a été remis au Cnes pour la réussite de la mission Rosetta.

Conférence du 5 décembre 2016

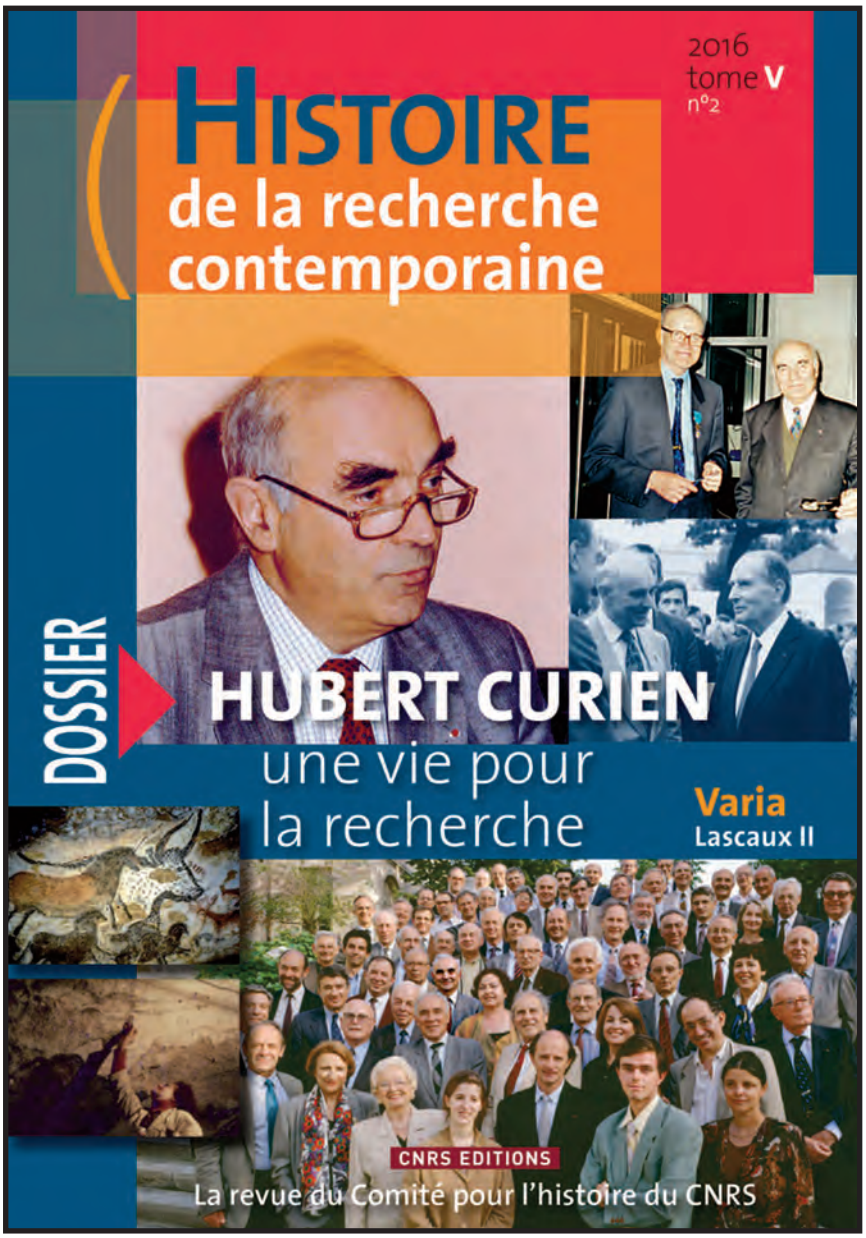


Alain Cirou et Lionel Suchet

Marie-Ange Sanguy reçoit son prix

Photos Christian Lardier

Conférence du 9 décembre 2016



Jean-Yves Le Gall

Philippe Waldteufel

Photos Christian Lardier

Bon de commande

50 ANS DE COOPERATION SPATIALE FRANCE-URSS/RUSSIE
GENESE ET EVOLUTIONS 1966-2016

Depuis sa création, l'Institut Français d'Histoire de l'Espace (IFHE) est engagé dans la réalisation de livres de témoignages qui sont écrit par les acteurs des programmes spatiaux. Chaque livre, qui comprend une soixantaine de contributeurs, constitue un ouvrage de référence. En 2007, l'IFHE a publié le livre «Les débuts de la recherche spatiale française : au temps des fusées-sondes». En 2010, il a publié le livre «Les ballons au service de la recherche scientifique». Ces livres ont été réalisés en partenariat avec le Cnes et la 3A Cnes. Ils ont reçu le prix Aubinière. Deux autres livres doivent sortir en 2015 : celui sur la coopération spatiale Franco-URSS/Russe et celui sur l'Observation spatiale de la Terre (imagerie optique et radar).

Sommaire

- **Première partie : D'une volonté politique à un âge d'or scientifique ;**
- **Chapitre 1 : Le lancement d'une histoire singulière**
- **Chapitre 2 : Organisation institutionnelle et souvenirs personnels**
- **Deuxième partie : Des premières missions scientifiques aux vols habités ;**
- **Chapitre 3 : Les programmes de coopération pour l'exploration pacifique de l'espace**
- **Chapitre 4 : Les vols habités en orbite basse (de Saliout-7 à Mir)**
- **Troisième partie : De l'URSS à la Russie : vols habités et lanceurs ;**
- **Chapitre 5 : Bouleversement politique**
- **Chapitre 6 : Les vols habités après 1995**
- **Chapitre 7 : Cosmonautes à la Cité des étoiles**
- **Chapitre 8 : La coopération industrielle et les lanceurs depuis les années 90**
- **Chapitre 9 : Compléter la gamme des lanceurs**
- **Chapitre 10 : Le regard de la presse**
- **Quatrième partie : Prospective**
- **Chapitre 11 : Table ronde du 20 novembre 2013 « Prospective avec la Russie »**
- **Conclusion**
- **Annexes**

Comme les livres précédents, il comprend 400 pages abondamment illustrées de documents d'archives.

Son prix est de 49,50 euros TTC + 10 euros de frais de port (France métropolitaine) = 59,50 euros par exemplaire

---

Bon de commande

A retourner à : Tessier & Ashpool
6 rue Saint-Laurent BP 432 Chantilly Cedex 60635

50 ANS DE COOPERATION SPATIALE FRANCE-URSS/RUSSIE
GENESE ET EVOLUTIONS 1966-2016

Nom et prénom……..
Adresse……..
Téléphone …….. adresse mail ……..
Signature

Bon de commande

OBSERVATION SPATIALE DE LA TERRE
LA FRANCE ET L'EUROPE PIONNIERES

Depuis sa création, l'Institut Français d'Histoire de l'Espace (IFHE) est engagé dans la réalisation de livres de témoignages qui sont écrit par les acteurs des programmes spatiaux. Chaque livre, qui comprend une soixantaine de contributeurs, constitue un ouvrage de référence. En 2007, l'IFHE a publié le livre «Les débuts de la recherche spatiale française : au temps des fusées-sondes». En 2010, il a publié le livre «Les ballons au service de la recherche scientifique». Ces livres ont été réalisés en partenariat avec le Cnes et la 3A Cnes. Ils ont reçu le prix Aubinière. Deux autres livres doivent sortir en 2015 : celui sur la coopération spatiale Franco-Russe et celui sur l'Observation spatiale de la Terre (imagerie optique et radar).

Sommaire

- **Première partie : Les prémices 1960-1977** ; Contexte national et international – Rôle et initiatives de la Défense ; Mise en synergie des domaines scientifiques et des perspectives d'utilisation de l'imagerie spatiale ; La France prend l'initiative, consciente des nombreux intérêts géostratégiques de l'observation de la Terre depuis l'espace ; Premières actions et programmes de niveau européen ; Les premières études et développements technologiques exploratoires.
- **Deuxième partie : La concrétisation des projets (1977 – 1986)** ; Les filières civiles, SPOT et ERS ; De SAMRO à la décision de programme HELIOS (1978 – 1986) ; Les choix technologiques ; La coopération internationale ; La mise en place du cadre juridique de l'observation de la Terre depuis l'espace.
- **Troisième partie : La mise en œuvre (1987-1995)** ; Lancements SPOT, ERS, HELIOS – Evolution et liens ; L'exploitation des premiers satellites SPOT et des deux satellites ERS de l'ESA ; Développement des Coopérations et des Relations Internationales ; L'Union Européenne entre en scène ; Exportation de stations de réception et de systèmes de traitement ; La réalisation du programme HELIOS 1 ; Evolutions de l'Europe de la Défense et observation satellitaire ; Définition et préparation de la génération suivante ; La diversification des initiatives et le rôle croissant de l'industrie .
- **Quatrième partie : L'ouverture au grand public et nouvelles applications (1996 – 2010)** ; Décisions politiques et apparition des satellites commerciaux ; Révolution apportée par Internet ouverture vers la Société de l'Information ; Développements des instruments et sauts technologiques ; Exploitation d'ENVISAT ; Naissance et mise en œuvre de GMES ; L'ère de l'offre de services ; Evolution des besoins et des politiques de la Défense ; Exportation ; Un contexte international en évolution rapide.
-

Comme les livres précédents, il comprend 400 pages abondamment illustré de documents d'archives.

Son prix est de 49,50 euros TTC + 10 euros de frais de port (France métropolitaine) = 59,50 euros par exemplaire

---

Bon de commande

A retourner à : Tessier & Ashpool
6 rue Saint-Laurent BP 432 Chantilly Cedex 60635

OBSERVATION SPATIALE DE LA TERRE
La France et l'Europe pionnières

Nombre d'exemplaires..... Montant total.....euros
Nom et prénom.....
Adresse.....
Signature

Carnet gris

John Glenn (18-7-1921/8-12-2016)

Né à Cambridge (Ohio), il grandit à New Concord où il passe son bac en 1939. Il étudie au Collège de Muskingum et passe son brevet de pilote en 1941. Après l'attaque de Pearl Harbor, il entre dans l'US Army Air Corps, puis dans l'US Navy où il effectue son premier vol en solo (Naval Air Station d'Olathe au Kansas). Il devient pilote du corps des Marines en 1943 et effectue 59 missions de combat dans le Pacifique (R4D, F4U Corsair). A la fin de la guerre, il est affecté à Patuxent River (Maryland). En 1948, il est instructeur à la base de Corpus Christi (Texas).

Puis il participe à la guerre de Corée de juin 1950 à juillet 1953. Là, il effectue 90 missions de combat (F9F Panther, F86F Sabre). Il retourne ensuite à Patuxent River à l'US Naval Test Pilot School qu'il termine en 1954. Il teste alors l'armement des avions. De novembre 1956 à avril 1959, il travaille au Bureau of Naval Weapons à Washington. Il effectue son premier vol supersonic le 16 juillet 1957. La sélection du premier groupe d'astronaute de la Nasa commence en janvier 1959 : de 508 candidatures, seulement 110 dossiers sont retenus. Ces derniers ont passé les examens médicaux en février et mars. Le 9 avril, les sept futurs astronautes sont officiellement présenté au public. Il y a trois pilotes de l'USAF, trois de la Navy et un seul du corps des Marines : Glenn. Il est d'abord doublure de Shepard et Grissom pour les deux premiers vols sub-orbitaux de mai et juillet 1961. Puis il effectue le premier vol orbital à bord de la capsule Mercury Frienship-7 de la mission MA-6. Il effectue trois orbites lors d'une mission de 4 h 55 min. Un capteur indiquant par erreur que le bouclier thermique n'était pas correctement fixé, Glenn n'a pas largué sa rétrofusée avant la rentrée dans l'atmosphère afin que le bouclier reste en place. Il reçoit la NASA Distinguished Service Medal le 23 février 1962. Il quitte la Nasa le 16 janvier 1964 et entre en politique. Il quitte l'armée le 1e janvier 1965 comme colonel. Il entre comme vice-président, puis président de la société Royal Crown Cola qui produit un soda à Columbus (Ohio) où il habite. Il est élu sénateur Démocrate de l'Ohio de 1974 à 1998 (quatre mandats). Il a été candidat à la président du parti Démocrate en 1984, mais il fut battu par Walter Mondale. Ensuite, il fut chairman du comité des affaires gouvernementales de 1987 à 1995. Il reçoit la Congressional Space Medal of Honor en 1978. Il a effectué un second vol à l'âge de 77 ans à bord du Shuttle (STS-95) du 29 octobre au 7 novembre 1998 (8 jours 21 h 44 min). Il reçoit la Congressional Gold Medal en 2011 et la Presidential Medal of Freedom en 2012. En juin 2014, il avait subit une opération du coeur. Il était marié avec Annie Margaret depuis le 6 avril 1943. Ils ont eu deux enfants (John David et Carolyn Ann) et deux petits-enfants. John Glenn était Franc Maçon. Il était membre de l'Académie internationale d'Astronautique (IAA). La Nasa a donné son nom au centre de recherche de Lewis à Cleveland (Ohio).

Laurent Fabius
Président de l'Assemblée Nationale
prie Monsieur Christian LARDIER
de lui faire l'honneur de venir Déjeuner à
l'occasion de la Veuve de M. John GLENN
le Mercredi 20 Janvier à 13 heures 00
1999
R.S.V.P.
01 40 63 59 16
Hôtel de la Présidence
128, rue de l'Université
75007 Paris

Igor Petrovitch Volk (12-4-1937/3-1-2017)

Né le 12/4/37 à Zmïlov près de Kharkov (Ukraine). Il termine l'école des pilotes militaires de Kirovograd en 1956 et devient pilote des PVO à Bakou en Azerbaïdjan (Il-28, Tu-16). Il quitte l'armée en 1963, puis termine l'école des pilotes d'essai de Joukovsky en 1965. Il travaille alors à l'Institut des essais en vol (LII Gromov) où il rencontre Anokhine et Gallaï. En 1969, il termine l'Institut d'aviation de Moscou par cours du soir. Il est pilote d'essai de 1e classe en 1971. Il vole deux fois sur le démonstrateur EPOS (avion 105-11) du programme Spirale de Mikoyan et Lozino-Lozinsky les 22 et 23 octobre 1976. En 1977, il est intégré dans le programme Bourane. En 1978, il est commandant du groupe n°1 du complexe A du centre d'essais en vol. En 1979, il fait partie du groupe de pilotes d'essais de Bourane. D'avril 1979 à décembre 1980, il suit une préparation générale à la Cité des étoiles. De septembre 1982 à mai 1983, il s'entraîne pour un vol spatial (Kizim-Soloviev-Volk), mais le programme est modifié et il est retiré de l'équipage. Il est pilote d'essai émérite en 1983. De décembre 1983 à juillet 1984, il s'entraîne pour son 1e vol spatial qu'il effectue à bord Soyouz-T12 (Djanibekov-Savitskaya-Volk). Il est cosmonaute de 3e classe en 1984. De novembre 1985 à avril 1988, il effectue 13 vols atmosphériques sur l'analogue BTS-02 (avec Stankiavitchus et Choukine). En février 1987, il dirige le groupe des pilotes de la navette Bourane au LII Gromov. Il s'entraîne en équipage avec Alexandre Ivantchenkov, puis quitte le groupe en 1995. Il est chef de centre au LII en 1995-1997, puis chef adjoint du LII jusqu'en 2002. Il avait 7000 heures de vol dont 3500 heures de vols d'essais à son actif.

Eugene Cernan (14-3-1934 à 16-1-2017)

Né à Chicago, il sort de l'Université de Purdue en 1956, puis entre dans l'US Navy où il devient pilote d'aéronavale en novembre 1957 (il vole sur T-34 Mentor, T-28 Trojan, T-33 Shooting Star, F9F Panther, A-4 Skyhawk). Il termine la Naval Postgraduate School de Monterey en 1961. Il est sélectionné dans le groupe d'astronautes d'octobre 1963. Il est doublure de Gemini-9, mais après l'accident d'avion de Bassett et See, l'équipage Stafford-Cernan vole à bord de Gemini-9 en juin 1966. Puis il est doublure de Gemini-12 en décembre 1966 et Apollo-7 en octobre 1968. Il fait partie de deux missions lunaires : Apollo-10 en mai 1969 et Apollo-17 en décembre 1972 (dernier homme à avoir foulé le sol de la Lune).En 1973/75, il participe au programme Apollo-Soyouz, puis quitte la Nasa le 1-7-1976. Il devient vice-président de Coral petroleum à Houston, puis président de Cernan Energy Corp à Houston.

Piers Sellers (11-4-1955 à 23-12-2016)

Né à Crowborough, Sussex, Royaume-Uni, il passe son bac à Kent en 1973. A cette époque, il pilote des planeurs et des avions à moteurs. Il passe un diplôme d'écologie à l'Université d'Edimbourg en 1976 et passe un doctorat de biométéorologie à l'Université de Leeds en 1981. Il quitte l'Angleterre en 1982 et commence sa carrière comme météorologiste au centre Goddard de la Nasa. Il devient américain en 1991 et astronaute en avril 1996. Il effectue trois missions spatiales à bord de STS-112 (7-12 octobre 2002), STS-121 (4-17 juillet 2006) et STS-132 (14-26 mai 2010). Il totalise 849 heures dans l'espace dont 41 h 10 min de sorties extra-véhiculaires (6 EVA). Il quitte la Nasa en 2011.

Duane Edgar Graveline (2-3-1931 à 5-9-2016)

Diplomé de l'Université de Vermont en 1952, puis passe un doctorat en médecine dans cette université en 1955. Il passe un master à l'Université John Hopkins en 1958. Il se spécialise alors en médecine aérospatiale et entre au Aerospace Medical Research Laboratory. En juillet 1962, il travaille à la Brooks Air Force Base. Il est sélectionné dans le groupe n°4 d'astronautes de na Nasa en juin 1965, mais il démissionne le 18 août 1965. Il retourne alors comme médecin à Burlington, Vermont jusqu'à sa retraite en 1991.

Thierry Duquesne (8-6-1960 à 21-11-2016)

Diplômé de l'école polytechnique (promo 1981), il intègre l'ENSAE (SupAéro) dont il sort diplômé en 1986. Il entre au Cnes comme ingénieur en mécanique spatiale, puis responsable technique d'un élément du satellite Hélios en 1989/96. Il intègre alors la DGA comme adjoint, puis directeur du programme de satellite d'imagerie radar Horus. En 1998, il est directeur technique du domaine Espace, Observation et Renseignement. En 2001, il est directeur d'opérations pour les renseignements spatiaux et terrestres. Il est nommé Architecte du système de forces Commandement et maîtrise de l'information en 2003/2005, puis directeur du CELAR en 2005/2009. Il est directeur de la Prospective, de la stratégie, des programmes de la valorisation et des relations internationales du Cnes en 2009/2015. Le 1-1-2016, il est directeur de la programmation, de l'international et de la qualité du Cnes. Il était officier de la Légion d'honneur et de l'Ordre National du Mérite.

Gabriel Laffairranderie (10-10-1941 à 13-12-2016)

Diplômé de l'Institut d'Etudes Politiques de Toulouse, il a reçu le titre de docteur en droit de la Faculté de droit de Toulouse pour une thèse sur le régime juridique des satellites en 1966. Il entre au CNES en juillet 1969 comme chef des affaires juridiques, puis rejoint en 1972 l'ESRO comme chef de la division des affaires juridiques. De 1983 jusqu'à novembre 2002 il est le conseiller juridique de l'ESA. A ce titre il participe à de nombreuses négociations internationales avec des acteurs européens et non européens, à des Conférences internationales, ainsi qu'aux réunions du Sous Comité Juridique du Comité des Nations Unies pour l'Exploration et l'Utilisation de l'Espace extra atmosphérique. Il a pris une part active á l'élaboration de la Convention de l'Agence Spatiale Européenne et des divers Accords internationaux conclus par cette dernière, fournissant aux délégations ses avis juridiques. Il est membre de l'Institut International sur le droit de l'espace (IISL) comme Directeur honoraire, de l'Académie internationale d'astronautique et de la Société Française de Droit Aérien et Spatial. Il a reçu le titre de Chevalier de l'Ordre national du mérite. Il a mis en place en 1989 et le préside toujours le Centre Européen sur le Droit de l'Espace (ECSL).

Daniele Auternaud (1944 à 28-10-2016)

Nous apprenons avec une grande tristesse la disparition de notre collègue Danièle Auternaud. Arrivée dans les années 1960, elle avait montré toute sa maîtrise au Département des essais d'environnement pour tester les cases d'équipement des missiles balistiques et des satellites. En 1985 l'occasion lui est donnée de diriger un projet très particulier, l'instrument caméra ISOCAM qui doit voler à bord du satellite d'astronomie infrarouge ISO, une mission engagée par l'Agence spatiale européenne. La réussite couronnera ses efforts après le lancement du satellite ISO en 1995. Cette expérience de projet, managériale comme technique, vient à point nommé pour désigner Danièle Auternaud comme Chef de projet de l'instrument très haute résolution du satellite de reconnaissance Hélios 2 sous maîtrise d'ouvrage de la DGA avec délégation au CNES. Elle dirigera le programme d'instrument jusqu'à la livraison des modèles de vol. Les deux satellites Hélios 2, lancés en 2004 et 2009, démontreront définitivement les capacités de très haute résolution pour la reconnaissance à but stratégique de la Défense dans diverses situations de crises ou d'opérations. Danièle Auternaud aura largement contribué à établir les qualités de l'Etablissement de Cannes dans ces techniques pointues en limite des capacités technologiques reconnues. Son autorité pour mener des projets difficiles laisse un souvenir impérissable à tous ses contemporains ingénieurs ou directeurs. Son mérite lui vaudra, sous l'égide du ministère de la Défense, d'être distinguée comme Chevalier de l'Ordre national du Mérite en 1999. Nos condoléances et notre sympathie vont à son époux, notre collègue Jacques Auternaud, et à son fils qui formaient avec Danièle une famille très dynamique, chaleureuse et sportive. Jean-Jacques Dechezelles

Faires-parts

Jacques Chaumeron (1921 à 8-11-2016)

Marie-Claude, Martine, Bernard, ses enfants
Marie, Stéphanie, Sylvain, Laetitia, Raphaël, ses petits-enfants
Aurèle et Maïa, ses arrière-petits-enfants
Paulette, sa sœur
L'ensemble de sa famille, tous ses proches et alliés

ont la profonde tristesse de vous faire part du décès de
Monsieur **Jacques CHAUMERON**
Ancien Directeur attaché à la Direction de la Division Espace de THOMSON
Survenu le 8 Novembre 2016 à Paris à l'âge de 95 ans
La cérémonie religieuse a eu lieu le vendredi 18 Novembre 2016 à 10h45
en l'Eglise du Saint-Esprit 186 Avenue Daumesnil Paris 12ème
L'inhumation a eu lieu au cimetière de Châlette-sur-Loing.

Votre présence, votre pensée,
Votre amitié, vos fleurs, vos offrandes,

Nous ont été d'un grand réconfort
lors du décès de

Monsieur Jacques VILLAIN

Nous en avons été profondément touchés
et tenons à vous en remercier très sincèrement

De la part d'Evelyne, son épouse
Laëtitia et Vanessa, ses filles
Ses sœurs, nièces et neveux

Vladimir Ivanovitch Lobatchev (8-11-1937 à 2-9-2016)

Termine l'institut d'aviation de Kazan en 1961, entre à l'OKB-1, puis chef de laboratoire au centre de calcul du NII-88 en 1967, chef du TsOUP en 1984/2009, docteur es sciences techniques en 1990, professeur, prix d'Etat en 1980 et 2002.

Alexandre Alexeievitch Negoda (28-2-1949 à 20-8-2016)

Termine l'Université de Dniepropetrovsk en 1972, puis travaille chez Youjnoe où il est secrétaire du PC de l'OKB en 1980/85, puis constructeur général adjoint en 1985/95, président de l'Agence spatiale ukrainienne (NAKU) en 1995/2005. Il est docteur es sciences techniques, prix d'Etat d'Ukraine.

Oleg Alexeievitch Sokolov (27-10-1945 à 15-9-2016)

C. Lardier et O. Sokolov à l'IAF d'Amsterdam en 1999

Diplômé de l'Institut d'aviation de Moscou en 1962, puis entre au TMKB Soyouz de Touraievo où il travaille sur les moteurs des missiles X-22, X-28, des sondes lunaires E-8 et du programme lunaire N-1-L3. Il participe à la guerre du Kippour en 1973/75. Puis il retourne au TMKB, au MIT (bus du missile Topol), au KB Saliout (satellite Nariad), au centre Khrounitchev, au RNIIKP, à la société Air Launch.

Anatoli Grigorievitch Tchesnokov (8-10-1926 à 5-12-2016)

Entre dans la NPO Lavotchkine en 1945, termine le MATI en 1952, travaille sur les avions, les missiles sol-air, le missile naval P-6, constructeur en chef de l'engin-cible La-17, constructeur principal des satellites d'alerte avancée US-K et US-KMO en 1969/2004, prix Lénine.

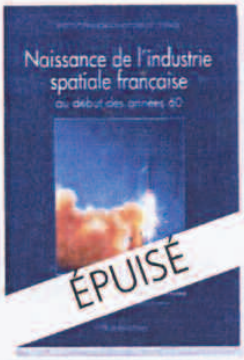
Youri Petrovitch Popov (2-5-1941 à 27-9-2016)

Termine l'institut physico-technique de Moscou (MFTI) en 1964, entre à l'Institut de mathématiques appliquées (IPM) dirigé par M.V.Keldysh. Il en devient l'adjoint en 1980, puis le directeur en 1999-2008. Docteur en 1980, professeur en 1981, membre-correspondant de l'Académie des sciences en 1997, prix d'Etat en 1981.

Klim Ivanovitch Tchourioumov (19-12-1937 à 15-10-2016)

Termine le technicum des chemins de fer de Kiev en 1955, l'Université d'Etat de Kiev en 1960, puis étudie les aurores boréales à Tixi (Yakoutie). En 1962, entre àl'usine Arsenal de Kiev où il s'occupe d'appareils spatiaux d'astronavigation. Il participe aux essais à Baïkonour et Plessetsk. Puis il se consacre à l'astronomie et découvre la comète 67P avec Svetlana Guerrasimenko en septembre 1969. Il passe sa thèse de doctorat à l'IKI en 1993. En 1998, il devient professeur à l'Université de Kiev. Il est membre-correspondant de l'Académie des sciences d'Ukraine en 2006.Il est membre de l'Union astronomique internationale depuis 1979 et de l'Union astronomique européenne depuis 1992.

Des premières expériences aux premiers satellites
Actes de la 1ème rencontre de l'IFHE
23-24 octobre 2000, Paris
Édité par l'ESA : SP-472
gratuit

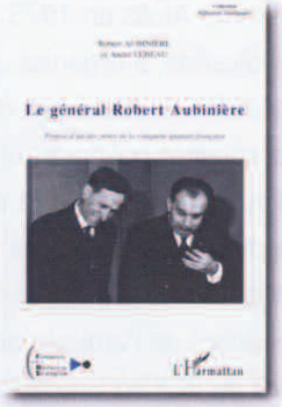


Naissance de l'industrie spatiale française
au début des années 60
Actes de la 2ème rencontre de l'IFHE
23-24 octobre 2001, Paris
Prix de vente public : **22 Euros**
266 pages, format 16,5x24
ISBN : 2-9518920-0-4

La France et l'Europe spatiale
1957-1972
Actes de la 3ème rencontre de l'IFHE
30-31 octobre 2003, Paris
Prix de vente public : **25 Euros**
268 pages, format 16,5x24
ISBN : 2-9518920-1-2

Les débuts de la recherche spatiale française.
Au temps des fusées-sondes
prix de vente 50 euros
400 pages format 22 x 28 cm
Editions Edite
ISBN : 978-2-846-08215-0

Actes 2005 : Les relations franco-américaines dans le domaine spatial 1957-1975
actes de la 4e rencontre de l'IFHE
8-9 décembre 2005
prix de vente 35 euros
400 pages format 16,5 x 24 cm
ISBN : 978-2-846-08238-9



Le général Robert Aubinière
par R. Aubinière et A. Lebeau
prix de vente 21 euros
208 pages format 15,5 x 24 cm
Edition FRS-L'Harmattan
ISBN : 978-2-296-05193-5

BON DE COMMANDE

à retourner à l'IFHE, 2 place Maurice Quentin - 75001 Paris.

La France et l'Europe spatiale	25 € (+3 € port) =	28 € x _____=_____
Au temps des fusées-sondes	50 € (+3 € port) =	53 € x_____=_____
Actes 2005	35 € (+3 € port) =	38 € x_____=_____

Les membres de l'IFHE bénéficient d'un tarif préférentiel

La France et l'Europe spatiale	12 € (+3 € port) =	15 € x _____=_____

Règlement par chèque à l'ordre de l'IFHE

NOM : _____ Prénom : _____
Fonction : _____
adresse : _____ code postal : _____ ville : _____