

ESPACE & TEMPS

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



IL YA 40 ANS : LA TRAGEDIE DE CHALLENGER



IL YA 65 ANS : LE VOL DE GAGARINE



IL YA 45 ANS : SOYOUZ-38 (CUBA)



IL YA 30 ANS : ARIANE-501

IFHE

Institut Français d'Histoire de l'Espace
 adresse de correspondance :
 2, place Maurice Quentin
 75039 Paris Cedex 01
 e-mail : ifhecontact@gmail.com

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 objectifs 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-président.....Jacques Simon
 Trésorier.....Manuel Bouyssou
 Secrétaire général.....Yves Blin
 Administrateurs...Christian Lardier, Jacques Simon,
 Yves Blin, Manuel Bouyssou, Pierre Bescond, Guy Duchossois.
 Représentant du CNES.....Pierre Tréfouret

Conseil scientifique (réuni en 2005)

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, Philippe Varnoteaux,
 Yves Monier.

Impression: photocopie à la demande

Crédit photo : Droits réservés

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

Chers membres,

Le 10 avril, nous avons ré-intégré notre local dans le bâtiment de la place Maurice Quentin où nous sommes sous-locataires du Cnes. La nouvelle situation est la suivante : nous avons un bail triennal avec préavis de six mois. Le loyer est de 650 euros par mois pour 10 m², soit une dépense de 7800 euros par an. En recette, nous avons 3000 euros de cotisations des membres et 10.000 euros de subvention du Cnes.

Le 26 mars, nous avons rencontré le nouveau président du Cnes, François Jacq. Nous lui avons présenté l'IFHE qui a fêté ses 25 ans d'existence l'année dernière. Nous avons évoqué la participation du Cnes à la publication du livre sur les 60 ans du Cnes et la création d'un Comité Histoire au sein du Cnes.

Notre prochaine assemblée générale se tiendra le 4 juin après-midi dans les locaux de l'ESA à Paris. Vous recevrez bientôt la convocation et nous espérons que vous viendrez nombreux. Votre présence est indispensable pour le bon fonctionnement de notre association.

Notre conférence du 30 janvier sur les premiers satellites français, avec Jean-Jacques Serra, Philippe Jung et Philippe Varnoteaux, a été un grand succès. Nous y avons remis le prix Robert Aubinière 2025 à Philippe Varnoteaux et Marius Le Fèvre (cf. photos page 52).

Nous travaillons actuellement à la publication de deux ouvrages : le livre sur les 60 ans du Cnes (recueil des conférences de la 3A Cnes sur les 50 ans du Cnes en 2012, les 50 ans du CSG en 2014 et les 50 ans des premiers satellites français de 2016), et les actes des premières Assises de l'Histoire spatiale en France de février 2025. Nous espérons les publier avant la fin de l'année.

Nous envisageons d'organiser les Seconde Assises de l'Histoire spatiale en France au début 2027 : l'idée serait de le faire à la Cité de l'espace de Toulouse en partenariat avec le Cnes et l'Université Jean Jaurès. Le thème serait sur la transmission du savoir.

Nous avons également en projet de réactualiser le Guide des Ressources, c'est-à-dire l'inventaire des archives spatiales en France, qui avait été réalisé par Hervé Moulin en 2003. Ce travail intéresse particulièrement le Service Historique de la Défense (SHD, notre partenaire pour les archives).

Enfin, en ce 12 avril, journée de la Cosmonautique, je vous ai concocté un article sur les mythes et légendes du vol de Youri Gagarine. Je vous laisse maintenant découvrir le nouveau numéro d'Espace & Temps. Bonne lecture

Christian Lardier
 Président de l'IFHE

Il y a 65 ans, le vol de Gagarine : mythes et légendes

par Christian Lardier, président de l'IFHE

En occident, de nombreuses anecdotes existent sur Youri Gagarine (1934-1968) et son vol historique.

Tout d'abord, était-il le premier ?

A l'époque, de nombreuses rumeurs parlaient de «cosmonautes morts dans l'espace» (cf. les frères italiens Judica-Cordiglia). La plus connue est celle du pilote d'essai Vladimir Iliouchine (1927-2010), fils du célèbre constructeur d'avions. Il aurait volé cinq jours avant Gagarine, mais le vol se serait mal terminé et aurait été gardé secret par les Soviétiques. En fait, Iliouchine était pilote d'essai chez Sukhoï et battait à l'époque des records mondiaux d'altitude, ce qui lui valut la médaille de Héros de l'Union soviétique en octobre 1960. Il est devenu général-major en 1973, prix Lénine en 1976, prix d'Etat en 1996. Mais toutes ces rumeurs étaient fausses. Le seul cosmonaute mort avant Youri Gagarine était Valentin Bondarenko (1937-1961) qui est décédé le 23/3/61 à l'âge de 24 ans lors de l'incendie qu'il aurait allumé par négligence dans la chambre sourdo-baryométrique à l'Institut de médecine aéronautique (IAKM) de l'Armée de l'air. Il faisait partie du groupe de 20 cosmonautes sélectionnés en mars 1960.

Ensuite, était-il le meilleur ?

Sur les 20 sélectionnés, seuls 12 vont voler. De mars à octobre 1960, ils suivent des cours, passent des examens médicaux, font du parachutisme à Engels, volent sur MiG-15 à l'aérodrome de Tchkalovski, etc. Puis six cosmonautes sont choisis pour le premier vol le 11/10/60. Les heureux élus sont Gagarine, Titov, Nelioubov, Nikolaïev, Popovitch, Bykovsky. Ils s'entraînent alors sur le simulateur du Vostok qui se trouve au LII à Joukovsky (instructeur M.L.Gallai). En janvier 1961, ils effectuent un vol simulé de trois jours avec utilisation du scaphandre et du système de survie. L'examen final a lieu les 17 et 18 janvier. Le 25 mars, ils assistent au lancement de Spoutnik-10 depuis Baïkonour. Le groupe est divisé en deux : Gagarine, Titov, Nelioubov (lieutenants) pour les premiers vols, Nikolaïev, Popovitch, Bykovsky (capitaines 1) pour des vols ultérieurs. Gagarine est d'origine ouvrière (fonderie), militaire à 21 ans, membre des Komsomols depuis 1949, membre du PCUS depuis juin 1960.

ИЗВЕЩАНИЕ

№ д.з. в. 41

ФИЗИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА

Имя: ГИГАРИН, Юрий Алексеевич
 Отчество: Алексеевич
 Дата рождения: 25.03.1934
 Место рождения: Московская область, с/пос. Давыдовское

№	Наименование дисциплины по учебному плану	Коллективно	Оценка
1	Марксовско-ленинская подготовка	4/6	Хорошо
2	Основы политической и коммунистической мысли	10/2	Хорошо
3	Русский язык	9/6	Хорошо
4	Конструкция самолета "Восток-2А"	8/9	Хорошо
5	Специальный курс тренировки	3/3	Хорошо
6	Специальный курс тренировки	2/2	Хорошо
7	Специальный курс кинофильмов	6/5	Хорошо

№	Практические занятия	Коллективно	Оценка
1	Геофизические подработки	2/46 сек.	Хорошо
2	Парашютные подработки	3/6 мин.	Хорошо
3	Специальные полеты (установка инерционного)	4 мин.	Хорошо
4	Маневр самолета в 1 / 1/16 / 10/1	3/2 сек.	Хорошо
5	Маневр самолета в 2 / 1/16 / 12/1	4/2 сек.	Хорошо

№	Специальные испытания	Коллективно	Оценка
1	Испытания в барокамере	4	Хорошо
2	Испытания в термобакаме	3	Хорошо
3	Испытания на центрифуге	3	Хорошо
4	Испытания на выносливость	1	Хорошо
5	Длительные полеты в условиях полнотемпературного / 11-12 / апреля	1	Хорошо

Учебный план выполнен полностью. Проведено ЦДК ВВС № 001 от 4.01.61 г. допуск к полету

Подпись: [Подпись]

Point sur l'entraînement de Gagarine du 9 janvier 1961.



Gagarine, Titov, Nelioubov sur la Place Rouge avant le vol.



Le groupe des six à Baïkonour

En janvier 1961, ils effectuent un vol simulé de trois jours avec utilisation du scaphandre et du système de survie. L'examen final a lieu les 17 et 18 janvier. Le 25 mars, ils assistent au lancement de Spoutnik-10 depuis Baïkonour. Le groupe est divisé en deux : Gagarine, Titov, Nelioubov (lieutenants) pour les premiers vols, Nikolaïev, Popovitch, Bykovsky (capitaines 1) pour des vols ultérieurs. Gagarine est d'origine ouvrière (fonderie), militaire à 21 ans, membre des Komsomols depuis 1949, membre du PCUS depuis juin 1960.

Titov est fils d'un professeur de littérature, militaire à 20 ans, ni membre des Komsomols, ni du PCUS. Enfin, Nelioubov est fils d'un garde-frontière, militaire à 20 ans, membre du PCUS en 1959. Selon la légende, pour les départager, on leur aurait administré un médicament qui provoque des céphalées pendant la nuit. Le lendemain, seul Gagarine aurait admis avoir eu un mal de tête !! Mais cela n'a jamais été confirmé. En réalité, à valeur égale, Gagarine avait simplement le meilleur profil pour être le premier, Titov étant doublure, Nelioubov étant triplure. Titov devait alors effectuer le second vol (Vostok-2 en août 1961) et Nelioubov, le suivant. Ce dernier s'entraîne pour un vol jusqu'en mai 1962, mais il est remplacé par Komarov à la suite d'un problème de santé lors d'un entraînement en centrifugeuse. Et il sera définitivement écarté le 4/5/63 à la suite d'un problème disciplinaire (altercation avec la police) et retournera dans une base aérienne dans la région d'Oussourisk (Extrême-Orient). En 1965, il se qualifie sur Mig-21 au centre de Lipetsk, mais il apprend ensuite qu'il ne pourra pas être admis au NII VVS. Il est alors entré dans une dépression nerveuse et s'est jeté sous un train le 18/2/66.

La déclassification des documents secrets :

Le vol de Gagarine était couvert par le secret car il était l'œuvre des ministères de la Défense (MO) et de l'industrie de défense (GKOT/MOP). La première fois que des détails ont été révélés, c'était 4 ans après le vol, en avril 1965 : le vaisseau est exposé à l'Exposition

des réalisations de l'économie nationale (VDNKh) à Moscou. Puis il est exposé au Salon du Bourget à Paris en juin 1965. Mais petit à petit, les infos ont été déclassifiées et publiées, notamment lors des anniversaires du vol. A cette occasion, il fut découvert que Gagarine s'était éjecté de sa capsule et s'était posé en parachute hors de celle-ci alors que le vol déclaré à la Fédération internationale aéronautique (FAI) par le commissaire sportif indiquait qu'il se trouvait dans la capsule. Un détail qui a provoqué une polémique.

Le schéma exact de la récupération du Vostok a été publié après la tragédie de Soyouz-1 le 23/4/67. En France, un article d'Alain Dupas dans *Air&Cosmos* du 13/5/67 fait la description de cette récupération.

En 1968, deux livres font une description du vol : la « Petite Encyclopédie de la cosmonautique » sous rédaction d'un collectif de savants (1^e édition)² et « Succès de l'URSS dans l'étude de l'espace cosmique » sous la direction de A.A. Blagonravov.

Pour les 10 ans, un article est également publié dans *Aviation & Cosmonautique* (mensuel de l'Armée de l'air) n°4/71. Puis K.P. Feoktistov, concepteur du Vostok et cosmonaute, fait une conférence au 13^e congrès international d'histoire des sciences, section d'histoire de la technique aéronautique, des fusées et du spatial, du 18-24 août 1971 à Moscou.

En 1980, dans le livre « Le patrimoine créatif de l'académicien S.P. Korolev - travaux choisis et documents » publié par Nauka, de nombreux documents de l'OKB-1 sont déclassifiés.

En 1981, pour les 20 ans, K.P. Feoktistov et Ya.K. Golovanov³ publient des articles très intéressants dans la revue *Novyi Mir* n°4/81 (*Nouveau Monde*).

En 1986, pour les 25 ans, Ya.K. Golovanov publie une série d'articles dans la *Komsomolskaya Pravda* des 2, 3, 4, 5, 6 avril, 11 avril et 20 mai. Il y dévoile l'identité de tous les candidats-cosmonautes du groupe de Gagarine, notamment celle de tous ceux qui n'ont pas volé dont Valentin Bondarenko qui est décédé le 23/3/1961. Ces révélations sont publiées dans un article de Serge Berg dans *Air&Cosmos* du 19/4/86.

En 1991, pour les 30 ans, le rapport de Gagarine à la Commission d'Etat du 13/4/61 est dévoilé dans l'*Aviation & Cosmonautique* n°4/91. Dans le *Izvestia TsK* n°5/91, il y a des archives du 10/9/60, 11/10/60, 30/3/61, 3/4/61, le dialogue des liaisons entre Gagarine et le sol pendant le vol du 12/4/61 et le rapport de Gagarine à la Commission d'Etat du 13/4/61.

Dans la *Pravda* du 8/4/91, un nouveau document est publié :



Le Vostok montré en 1961



Vostok exposé à Moscou en avril 1965



Vostok au Bourget en juin 1965

le « testament de Gagarine » sous la forme d'une lettre qu'il a écrit pour sa femme Valentina le 10 avril 4 après sa nomination par la Commission d'Etat, deux jours avant le vol. En effet, l'activité des cosmonautes était secrète et ils ne pouvaient pas en parler en famille. Ce n'est qu'après le vol que les épouses l'apprenaient. Lorsque Gagarine est revenu à Moscou le 14 avril, toute sa famille, dont Valentina, était à l'aéroport de Vnoukovo, à côté du Comité central, pour l'accueillir.

Lors d'une de mes visites à Baïkonour, j'ai reçu le texte original d'un article du général Anatoli Zavalichine. Ce texte a été reproduit, en partie, dans la revue *Krylia Rodina* n°4/91. Il y raconte

l'histoire des vols du Vostok (1K, puis 3K) jusqu'au 12 avril avec, notamment, la statistique du taux de réussite du lanceur (0,562 %) et du vaisseau (0,60 %).

Enfin, en 1991, le livre « Matériel sur l'histoire du vaisseau Vostok pour les 30 ans du premier vol de l'homme dans l'espace » est publié par Nauka (B.V. Raouchenbakh, V.N. Sokolsky, K.P. Feoktistov, You.V. Birioukov). Raouchenbakh a également présenté le développement du Vostok au congrès IAF d'octobre 1991 à Montréal (IAF-91-686).

En 2001, pour les 40 ans, l'article « Histoire de la conception du vaisseau Vostok » par l'ingénieur V.V. Molodtsov est publié dans « *L'Almanach cosmique* » n°5/2001 (revue de l'IMBP).

En 2011, pour les 50 ans, trois ouvrages sont publiés par les archives nationales : « *Le spatial soviétique* » qui est un recueil d'archives de l'APRF (archives du Président) de 720 pages, « *Le premier vol piloté* » en deux volumes qui est un recueil d'archives de APRF, GARF (archives nationales), RGANTD (documentation technique), RGANI (nouvelle histoire), RGAE (économie), ARAN (académie des sciences), TsAMO (ministère défense), TsARKV (armée des fusées et spatiales) et archives de l'Agence spatiale (RKA), et

« *L'homme, le vaisseau, le cosmos* », recueil de documents d'archives édité par RGANTD (846 pages).

Un excellent livre fait la synthèse de ces nouvelles informa-

tions : «108 min qui ont changé le monde : toute la vérité sur le vol de Youri Gagarine» de Anton Pervoukhine (528 pages). Enfin, un luxueux ouvrage de l'Institut d'étude des réformes et de l'entrepreneuriat a été publié à Moscou (711 pages).

En 2021, pour les 60 ans, le livre «Youri Alexeievitch et quelques pages de son épopée spatiale et de sa gloire terrestre» de V.N.Kouprianov et A.V.Lossik est publié à Saint Petersburg (316 pages). En 2026, pour les 65 ans, nous attendons un nouveau lot de nouveautés.

Le déroulement du vol :

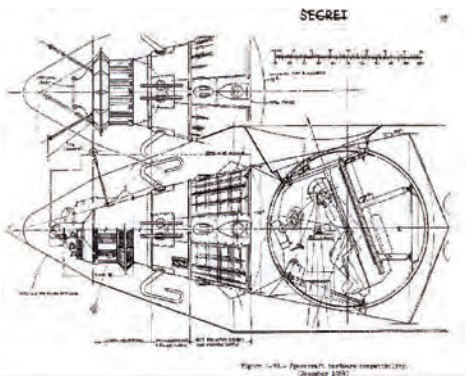
La tradition veut que, avant le vol, les cosmonautes et leurs doublures soient photographiés sur la Place Rouge et dans le bureau de Lénine au Kremlin.

En 1961/63, les cosmonautes arrivent à Baïkonour une semaine avant le lancement. Deux jours avant, il y a la commission d'Etat (cf. E&T n°31 de mai 2021) qui se réunit et désigne les cosmonautes principaux et doublures. Elle donne le feu vert pour le roll-out de la fusée sur la plate-forme de tir. La veille du lancement, les cosmonautes se rendent sur la plate-forme pour une cérémonie avec les personnels de l'équipe de lancement 5. Après le vol, les cosmonautes vont de la zone de récupération à Kouybychev où ils font leur rapport à la commission d'Etat avant de rentrer à Moscou.

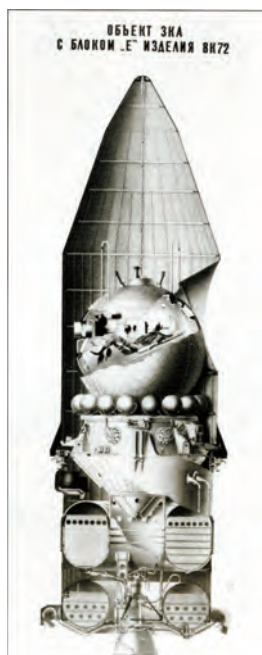
Où séjournent-ils au cosmodrome ?

A leur arrivée à Baïkonour le 5 avril 1961, ils demeurent d'abord dans l'hôtel de la zone n°0, dite Nulevka 6. Non loin de là, il y a la pergola sur la Syr-Daria où la commission d'Etat et les cosmonautes ont déjeuné le 10/4/61. Puis, pour leur dernière nuit, ils déménagent dans une petite maisonnette qui se trouve à côté du bâtiment de préparation de la fusée et du vaisseau (MIK) sur la zone n°2. Cette maisonnette, dite n°1, avait abrité le maréchal Nedeline 7 en 1956/60, puis les cosmonautes en 1960/63.

Il y avait trois autres maisonnettes : les constructeurs Korolev, Michine, Tchertok étaient dans la n°2, les constructeurs Barmine, Kouznetsov, Voskressensky étaient dans la n°3, tandis que les constructeurs Piliouguine, Glouchko et Riazansky étaient dans la n°4. La



Document de la CIA en décembre 1964



Le 3KA sur le bloc E de l'objet 8K72



La commission d'Etat du 10 avril 1961



Le testament (lettre à Valentina) de Gagarine, écrit le 10 avril, a été publié pour la 1^{ère} fois le 8/4/1991.

années 80 et 90. Dans son livre, I.P.Abramov de NPP Zvezda, a confirmé que cela n'avait pas eu lieu le 12/4/1961.

Lors du décollage, Youri Gagarine a dit « Poekhali » (« On y va ! ») :

n°1 est devenue un musée en 1964 et la n°2 en 1966 (à la mort de Korolev). En 1960/63, l'hôtel Zvezdnyi, dite la maison, est construit sur la zone n°17. Il a la même fonction que celui de la Nulevka (le constructeur Tchelomei y a séjourné). Plus tard, il deviendra l'hôtel Baïkonour. A côté, la 2^e maison est achevée le 25/6/64 : elle reçoit les cosmonautes de Voskhod-1 en octobre 1964, de Voskhod-2 en mars 1965 et de Soyouz-1 en avril 1967. En septembre 1967, la 3^e maison est terminée : c'est l'hôtel Kosmonaut qui est une extension de la 2^e maison (les deux bâtiments sont reliés par une galerie vitrée). La mise en service a lieu le 9/1/68 et elle reçoit les cosmonautes de Soyouz-3 en octobre 1968. En 1973/75, la 4^e maison est construite : cette extension est utilisée à partir de Soyouz-18 et 19/ASTP. En 1979/82, un simulateur de Soyouz baptisé Bivni est installé dans le complexe.

Entre l'hôtel et la rivière Syr-Daria, il y a l'allée des cosmonautes : c'est là que les cosmonautes plantent un arbre. Au début, les astronautes ont planté des arbres après le vol, et dans les années 1990, ils ont commencé à les planter avant le lancement. Actuellement, l'arbre est planté une semaine avant le lancement lorsque les équipages arrivent à Baïkonour : il n'y a alors que quelques photographes car les journalistes n'arrivent que quatre jours avant le lancement. L'arbre de Gagarine est mort en juin 2018.

Depuis 1968, la tradition veut que les cosmonautes mettent leur signature sur la porte de leur chambre à l'hôtel Kosmonaut. Et depuis 1973 (Soyouz-12), ils regardent, la veille du lancement, le film « Le soleil blanc du désert » qui était sorti en 1970.

Il y a une pseudo tradition qui voudrait que, lors du trajet en autobus du MIK à la plate-forme de tir pour le lancement, il y a un arrêt pour que les cosmonautes puissent faire pipi sur les roues de l'autobus. En fait, cela n'a existé que pendant les

années 80 et 90. Dans son livre, I.P.Abramov de NPP Zvezda, a confirmé que cela n'avait pas eu lieu le 12/4/1961.

Cette expression, devenue célèbre, serait naturelle. Sauf que depuis quelques années, elle est revendiquée par le fils du pilote d'essai Marc Gallai (1914-1998) qui était l'instructeur de Gagarine au LII. Selon lui, à chaque entraînement sur le simulateur, il commençait par un «Poekhali» que Gagarine reprenait à chaque fois.

A-t-il réellement effectué un vol orbital ?

Pour Vostok, le vaisseau a été placé sur une orbite 181/327 km inclinée à 65° et décrite en 89,34 min. Il a décollé de Baïkonour à 9 h 07, effectué une orbite, la rétrofusée a été allumée pour un freinage et il a atterri à 10 h 49 8 près d'Engels dans la région de Saratov. Quant à Gagarine, il s'est posé en parachute à 10 h 53. Ainsi, une orbite durait 1 h 30, tandis que le vol a duré 1 h 42 (102 min) pour la capsule et 1 h 46 (106 min) pour le cosmonaute 9. Cependant, l'heure officielle d'atterrissage de Gagarine est de 10 h 55 au lieu de 10 h 53, ce qui lui attribue un vol de 108 min pour l'histoire. Les Américains Shepard et Grissom des vols MR-1 du 5/5/61 et MR-2 du 21/7/61 étaient sub-orbitaux : il n'y avait pas de satellisation.

Les problèmes du vol :

Les lancements de Baïkonour ont eu lieu de la zone-1 (plate-forme Gagarine) et de la zone n°31. La première a servi aux vols Vostok-1 à 6, Voskhod-1 et 2, Soyouz-1, Cosmos-188, Cosmos-213, Soyouz-2, Soyouz-5, Soyouz-7, Soyouz-10 à 31, etc. La seconde a servi aux vols Cosmos-110, Cosmos-133, 11F615 n°1 (explosion au décollage), Cosmos-186, Cosmos-212, Cosmos-238, Soyouz-3, Soyouz-4, Soyouz-6, Soyouz-8, Soyouz-9, Soyouz-32, etc.

Lancement :

7 h 30 : Alors qu'il restait plusieurs dizaines de minutes avant le lancement, l'inattendu s'est produit. Les monteurs N.V.Seleznev, V.I.Chapovalov et V.I.Morozov ont effectué les dernières opérations et fermé l'écoutille. Soudain, le rapport : «Pas de KP-3! Pas de KP-3!». C'est V.E.Stadniouk du bunker qui rapporte à V.I.Yaropolov que l'un des trois voyants, signalant que l'écoutille est



Le déjeuner dans la pergola le 10/4/61.



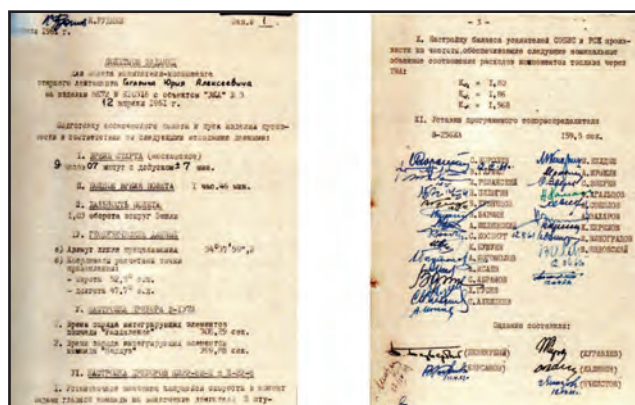
Plate-forme de tir le 11/4/1961 : Korolev, Keldysh, Gagarine, Kamanine.



Hôtel de la Nulevka (zone n°0).



Maisonnette n°1 de la zone n°2.



Le rapport de lancement du 12 avril 1961.

bouloignée, est éteint sur le panneau de commande central. S.P. Korolev prend une décision : rouvrir l'écoutille, trouver, éliminer le dysfonctionnement et la ré-installer. Et il reste très peu de temps avant le lancement. En toute urgence, les monteurs ont ouvert et fermé les 30 boulons de l'écoutille, vérifié à nouveau l'étanchéité avec un dispositif spécial (une «ventouse») et installé l'écoutille. Tout le monde soupira de soulagement quand, de la salle de contrôle, ils entendirent le rapport de V.E.Stadniouk: "Il y a un contact KP-3!"

Les ordres qui séquentent le vol du lanceur Vostok sont donnés de façon redondante par un intégrateur de vitesse embarqué et par la télécommande envoyée depuis le sol. Mais le système de télécommande n'a pas fonctionné. A partir de +177 sec, l'alimentation de ce système est sortie des plages admissibles, probablement à cause du dysfonctionnement du convertisseur PT-3500 du NII-627. La commande de pressurisation des réservoirs du Bloc-E est émise par l'intégrateur à +305,23 sec, soit 0,49 sec plus tard que prévu. En conséquence, la vitesse du lanceur est plus élevée de 22 m/sec. De même, la commande d'arrêt du moteur RD-0109 du Bloc-E est envoyée par l'intégrateur à +677,08 sec, soit 2,4 sec plus tard que prévu, et la vitesse conférée à la charge

utile est supérieure de 2,03 m/sec à la prévision. L'orbite est de 181/327 km au lieu de 180/230 km. Le Vostok n'ayant que la rétrofusée TDU pour réaliser la désorbitation, sans aucune redondance possible, il doit être placé sur une orbite avec un apogée maximal de 235 km, afin d'assurer une rentrée naturelle dans l'atmosphère en moins de dix jours.

Les réserves de bord sont dimensionnées en fonction de ce délai. Mais avec l'apogée de 327 km, le vaisseau Vostok de Gagarine serait rentré naturellement dans l'atmosphère en vingt-deux jours, soit une durée largement supérieure à ce que les réserves embarquées pouvaient tolérer.

Lors du vol, l'une des deux chaînes redondantes du trans-

pondeur Roubine-D ne fonctionne pas correctement. Ce système, fourni par l'OKB MEI, permet de connaître la position du vaisseau sur son orbite. En outre, le système de liaisons audio Zarya, fourni par le NII-695, pose problème : les communications descendantes étaient satisfaisantes, mais les communications montantes étaient anormalement parasitées.

Le retour sur Terre : A 10 h 25 min 4,2 sec, la commande de pressurisation des réservoirs du vaisseau est émise automatiquement. Après un délai de 3,7 sec, le moteur TDU S5-4/8D66 de l'OKB-2 est mis en service. La liaison entre les ballons d'azote (pressurisation des réservoirs) et la chambre de combustion permet de mettre la chambre en pression avant l'allumage et, pour empêcher les ergols de remonter dans les ballons d'azote, elle est munie d'un clapet, appelé OKNK. Le système de contrôle du vaisseau est muni d'un intégrateur de vitesse qui, quand il détecte une diminution de la vitesse du vaisseau de 136 m/sec, ordonne l'arrêt du moteur. En temps normal, l'atteinte de ce seuil est censée intervenir 41 sec après le démarrage du moteur. C'est la commande d'arrêt du moteur qui initie la séquence de séparation de la capsule qui abrite le cosmonaute. Mais le clapet OKNK ne s'est pas refermé complètement. Une partie du carburant est par conséquent perdue et ne contribue pas à la poussée. Le moteur s'arrête seulement 40,1 sec après son allumage, soit 0,9 sec plus tôt que prévu, quand le carburant est totalement épuisé. La baisse de vitesse n'a été que de 132 m/s, soit 4 m/s de moins que prévu. L'intégrateur n'a donc pas envoyé l'ordre d'arrêt du moteur qui devait initier la séquence de séparation des compartiments. Après l'arrêt du moteur, le clapet OKNK n'étant pas correctement fermé, l'azote sous pression arrive dans la chambre de combustion et s'échappe par la tuyère principale et par les verniers. Cela entraîne la mise en rotation du vaisseau selon les trois axes à environ 30°/s.

Le vaisseau amorce donc sa rentrée dans l'atmosphère avec son module de service toujours relié à la capsule, et

№ 154
Отчет ОКБ-1 по результатам запуска корабля-спутника с пилотом Ю. А. Гагариным на борту 3 мая 1961 г. (1 риф) секретности)

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ОТЧЕТ
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЗАПУСКА ТРЕТЬЕГО КОРАБЛЯ-СПУТНИКА «ВОСТОК-3А» С ПИЛОТОМ ГАГАРИНЫМ Ю. А. НА БОРТУ (осушествлен 12 апреля 1961 г.)

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Старт ракеты-носителя 8К72 с объектом «Восток-3А» № 3, на борту которого находился пилот Ю. А. ГАГАРИН, был произведен 12 апреля в 9 часов 6 минут 39 секунд по Московскому времени. В 9 часов 18 минут 28 секунд объект был выведен на орбиту в отдален от носителя.

Параметры орбиты:
— высота перигея 181 км,
— высота апогея 327 км,
— inclination орбиты 64°57',
— период 89,44 мин.

Перед включением торможной двигательной установки (ТДУ) объект был сориентирован на Солнце.

Исключение ТДУ было осуществлено в 10 часов 25 мин 4,2 сек (НИИ) включение — в 10 часов 25 мин 48,2 сек. Разделение торможного отсека и спускаемого аппарата произошло в 10 часов 36 мин (по-видимому, от системы аварийного разделения — от термодатчика).

Пилот и спускаемый аппарат приземлились соответственно в 10 часов 53 минуты и в 10 часов 48 минут, южнее города Звенигород.

Координаты точки приземления пилота 51°16' северной широты и 43°59' — восточной долготы.

Расстояние от точки приземления пилота до спускаемого аппарата составило — 1,8 км.

Отклонение точки приземления от расчетной лежит в пределах возможного расхождения.

Пилот на всех участках полета чувствовал себя нормально, все приборы по каналу системы «Звезда» работали исправно, изменения характера перегрузок и вибраций, периодические участки ступеней носителя.

Наблюдения пилота в оптический ориентир «Взгляд» показали, что «Взгляд» может быть использован пилотом для ориентирования объекта при ручном управлении (наблюдаясь через канал ориентира и объект поверхности Земли). Невозможность наступившая после окончания активного участка, не выявлено.

42

Rapport de l'OKB-1 du 3/5/61.

ПО ПРОСИМ ЧИТАТЕЛИ

ЗВЕЗДНЫЙ РЕЙС
ЮРИЯ ГАГАРИНА
(Документы о первом полете человека в космос)

12 апреля 1961 г. исполняется 50 лет с того исторического дня, когда Юрий Алексеевич Гагарин совершил первый в истории полет в космос на советском корабле «Восток». Он сделал всего один виток вокруг Земли. На это замечательное историческое событие в нашу эпоху Юрий Гагарин сразу же стал национальным героем, первым человеком планеты. Этот полет, осуществленный напряженным трудом ученых, конструкторов, инженеров, техников, рабочих, выдвинут Советским Союзом в лидеры мировой космонавтики, космонавта пространства в истории нашей страны, является частью истории человечества в целом. Книга по многоаспектным проблемам читателям публикуется краемчае в серии ЦК КПСС документы, связанные с подготовкой в 1960—1961 гг. и запуском 12 апреля 1961 года космического корабля с пилотом на борту, а также записи переговоров Ю. А. Гагарина с Землей и докладом космонавта Государственной комиссии. Документы снабжены подробными примечаниями и указателями имен. Сохранены пунктуация и орфография оригинала.

Общий отдел ЦК КПСС

О подготовке и запуске космического корабля «Восток» с человеком на борту

ИЗ ЗАПИСК Д. Ф. УСТИНОВА,
Р. Я. МАЛИНОВСКОГО, К. И. РУДНЕВА,
М. В. КЕДЫШИА, С. П. КОРОНЕВА И ДР. В ЦК КПСС •
(11 сентября 1966 г.)

ЦК КПСС

Сов. секретно
(особой важности)
Окс. № 1

Упомянутый запуск, полет в космическом пространстве и приземление космического корабля (объекта «Восток-1») ** по новому статусу внесены в список осуществленных полетов человека в космическом пространстве.

* В названии документа указаны подразделения предприятий, связанных с другими космическими полетами (полеты космонавтов космолета для исследования Луны и Венеры) Ряз.

** «Восток» и «Восток-1» — названия космического корабля («Восток-1» — космонавта и истинная запись сообщения, содержащая космический элемент — безмолвную передачу на Землю — 12 апреля, 21 апреля 1961 г.) Ряз.

Izvestia TsK n°5 de 1991.



Debriefing de Gagarine à la commission d'Etat à Kouybychev le 13/4/1961.



Arbre planté par Gagarine à Baïkonour.

avec une vitesse de rotation anormale. Une redondance avait toutefois été prévue à la conception. Des capteurs sur le module de service mesurent la température et à 10 h 36, quand elle atteint 150°C, en déduisent que le vaisseau est à l'altitude de 110 km et envoient l'ordre de séparation. Le module de service finit donc par se libérer. Du fait de l'interruption de la combustion du moteur, l'atterrissage n'a pas lieu dans la zone prévue, mais beaucoup plus à l'ouest : au lieu d'atterrir près du village de Novaja Alekseïevka, dans la Région d'Oulianovsk, il se pose près du village de Smelovka, à quelques kilomètres de la ville d'Engels. Le cosmonaute s'est éjecté de la capsule à 7000 m d'altitude. Son parachute principal s'ouvre normalement, mais le parachute de secours s'ouvre aussi, et le cosmonaute atterrit donc avec deux parachutes au lieu d'un seul. Dernier incident à signaler : le kit de survie (NAZ) s'est décroché du cosmonaute et a donc été perdu. Il n'a de toute façon pas été utile, car les équipes de récupération sont arrivées très rapidement.

Certaines sources attribuent à Vostok-1 un problème de séparation du module de service causé par le non fonctionnement des lanières métalliques : elles ne se seraient pas détachées à cause d'une erreur des monteurs lors de l'assemblage au MIK. En fait, cet événement est arrivé avec Vostok-2 en août 1961 : c'est la hausse de température pendant la rentrée atmosphérique qui a brûlé les lanières et libéré la capsule.

Les anecdotes non sourcées :

Gagarine aurait été orthodoxe car il aurait baptisé une de ses filles ? Pendant la période soviétique, la religion était interdite. Cependant, les grands-parents (babouchka) étaient croyants, mais ne pratiquaient que dans la clandestinité. Ainsi, il y avait parfois des baptêmes clandestins. Mais Gagarine était un communiste convaincu et le baptême de sa seconde fille, Galina née le 7 mars 1961, est difficile à croire car si cela s'était su, cela aurait pu avoir des conséquences sur sa carrière. Dans les Youri's Night (la dernière était

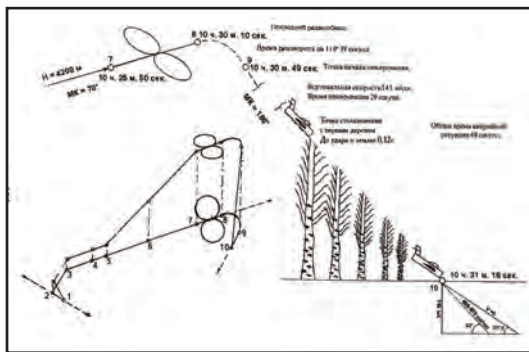
en avril 2021 pendant le confinement), un grand nombre de mythes et légendes, notamment sur les relations entre Korolev et Gagarine, ont été diffusées. Ce ne sont que des spéculations qui ne sont pas sourcées. Deux exemples :

-le vol de Gagarine n'était pas un événement majeur de 1961 car, à l'époque, d'autres événements plus importants l'avaient occulté : l'échec américain du débarquement à la baie des Cochons (Cuba) le 17-19/4/1961 et la construction du mur de Berlin le 12-13/8/1961. Certains historiens de la Guerre froide parlent du vol de Gagarine alors que d'autres n'en parlent pas.

-Korolev était «tout en un» : le chef du programme, l'ingénieur en chef, le capcom, le chef instructeur, etc. En réalité, le chef du programme était le président de la commission d'Etat, le ministre K.N.Roudnev. L'ingénieur en chef, ou constructeur principal et directeur technique, était Korolev. Le capcom était le cosmonaute Pavel Popovitch. En effet, les liaisons avec Gagarine étaient assurées à Baïkonour par Roudnev, Korolev, Youri Bykov, Nikolai Kamanine, Pavel Popovitch, Mark Gallai (nom de code Zarya-1). Ensuite, les liaisons sont assurées par les stations de Kolpachevo (IP-12, Sibérie, Zarya-2), d'Elizovo (IP-6, Petropavlovsk/Kamtchatka, Zarya-3), par le réseau Vesna en ondes courtes et les navires de poursuite qui se trouvent au large de l'Afrique dans l'Atlantique. Quant au chef instructeur, c'était le premier patron de la Cité des étoiles, le colonel E.A.Karпов.

La carrière de Gagarine :

Le 23/5/61, il devient commandant du groupe des cosmonautes, puis chef adjoint du TsPK pour l'entraînement aérospatial du 20/12/63 au 27/3/68 (chef de la 3^e section du TsPK le 20/3/64). Les autorités ne voulaient pas que Gagarine, héros national, ne prenne de risque dans un second vol. Mais lui, il voulait voler. Il obtient d'être inclus dans le programme Soyouz (7K-OK). De septembre 1965 à avril 1967, il s'entraîne sur le Soyouz et devient la doublure de Komarov pour le vol de Soyouz-1 le 23/4/67. En février 1968, il est diplômé de l'Académie de l'air Joukovsky (colonel-ingénieur). Le 27/3/68, il disparaît accidentellement lors d'un vol d'entraînement à bord d'un Mig-15UTI en compagnie de son instructeur V.S.Seregine.



L'accident du MiG-15UTI le 27/3/68.

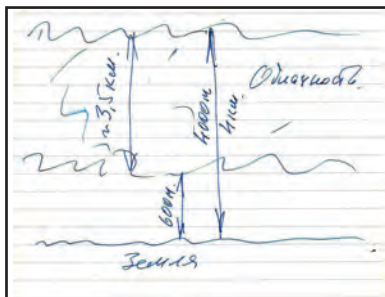


Schéma de V.V.Axenov.

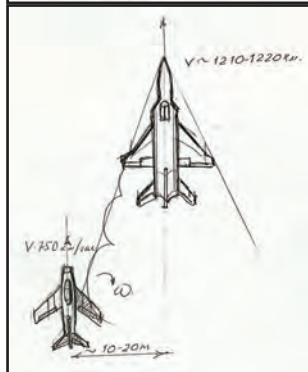
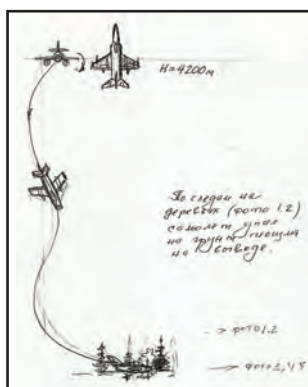


Schéma de A.A.Leonov.



Monument à Novoselovo.

La mort de Gagarine :

Ils avaient décollé de l'aérodrome de Tchkalovski à 10 h 18 pour se rendre dans la région de Kirjatch. Ils sont montés à 4200 m et ont effectué deux tours de 360° pour former un huit. Puis ils font demi-tour pour revenir à Tchkalov à 10 h 30. Ils opèrent un virage et une descente en piqué. Mais à 3000 m, un problème survient et l'avion entre en vrille. Une minute

plus tard, l'avion s'écrase dans un bois au sud-ouest du village de Novoselovo à 18 km au sud de Kirjatch. Les deux pilotes ne se sont pas éjectés. Que s'est-il passé ? L'avion volait entre deux couches nuageuses : une couche supérieure à 4000 m et une couche inférieure à 1000 m, toutes deux à forte nébulosité. La nébulosité s'améliorait à 500 m d'altitude.

Mais à cette altitude, l'avion piquait à la vitesse de 660-670 km/h avec un angle de 52°. Il entre en collision avec la cime des arbres et 0,12 sec plus tard, c'est l'impact avec le sol avec un angle de 20°. De nombreux scénarii ont été imaginés. Mais selon A.A.Leonov, le MiG-15UTI aurait été pris dans le sillage d'un Su-15 dans les environs à 1620 km/h. Lorsque j'étais à Moscou, j'ai eu l'occasion d'en discuter avec le cosmonaute V.V.Axenov qui était, comme Leonov, bien informé : il m'avait fait un dessin de l'accident.

Gagarine avait commencé des vols d'entraînement en février et avait effectué 18 vols sur MiG-15UTI d'une durée totale de 7 h entre le 13 et le 27 mars. Il totalisait alors 340 h 15 min de vol (au moment de son vol sur Vostok, il avait 257 h de vol et 41 sauts en parachute). Le colonel Seregine (1922-1968) était un héros de la seconde guerre mondiale qui était devenu pilote d'essai à l'institut de l'Armée de l'air (NII VVS) en 1953. En mars 1967, il totalisait plus de 4000 h de vol sur MiG-15, 17, 19 et 21.

Nota :

- 1- Capitaine est le grade supérieur à lieutenant. Au-dessus de capitaine, c'est major.
- 2- 2^e édition en 1970 sous la rédaction de l'académicien V.P.Glouchko (avec sa biographie), version française aux éditions Mir en 1971.
- 3- ingénieur du NII-1/Centre Keldysh en 1956, puis journaliste de Komsomolskaya Pravda en 1958.
- 4- Mais Valentina n'a lu cette lettre qu'après la mort tragique de son mari en 1968.

5- Jusqu'à Soyouz-21 en 1976.

6- C'est dans cet hôtel que séjournaient les dignitaires (Khrouchtchev, Brejnev, etc) et où le général de Gaulle avait une chambre en juin 1966.

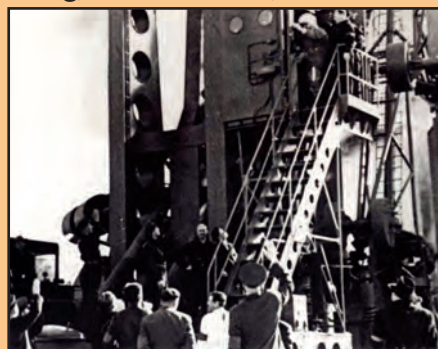
7- Nedeline est mort lors de la tragédie du 24 octobre 1960 (explosion du missile R-16 sur la plate-forme de tir).

8- La capsule a atterri à 10 h 49, tandis que Gagarine a atterri à 10 h 53 : la descente en parachute était plus lente.

9- Rapport de l'unité n°11284 (équipe de lancement dirigée par A.S.Kirillov) du 19/4/1961 : mission de vol et données de base sur le 8K72 n°E10316. Rapport de l'OKB-1 (Korolev, Bouchouyev, Tikhonravov) sur le lancement du 12 avril, daté du 3 mai 1961.

Les photos truquées de la censure

1-Korolev effacé de la plate-forme de lancement : A g, il est absent. A dr, il est en bas à droite !



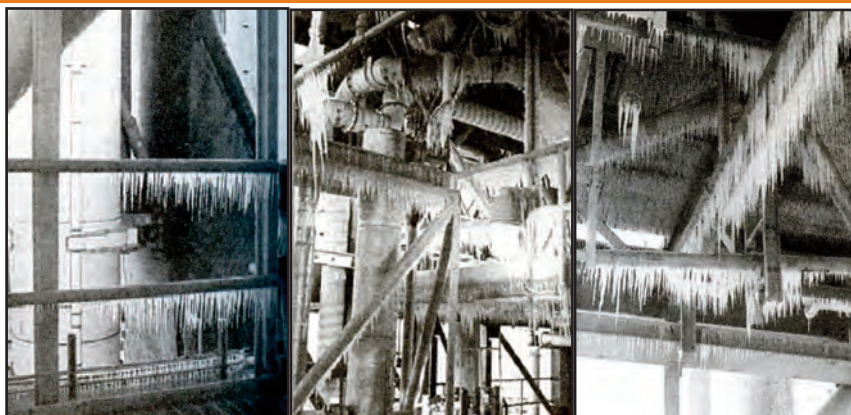
2- Groupe de cosmonautes en Crimée après le vol : A g, les cinq cosmonautes de Vostok avec Korolev, E.A.Karpov et N.K.Nikitine. A dr, le groupe de 1960 au complet avec, en plus, M.S.Titov du KGB et E.E.Tselikine (1922-1967), chef de la préparation au vol.



Il y a 40 ans, la tragédie de Challenger

par Christian Lardier, président de l'IFHE

Le 28 janvier 1986, la navette Challenger a décollé pour la 10^e fois de Cape Canaveral. La mission STS-51L (25^e vol du Shuttle) doit lancer le satellite-relais TDRS-B et étudier la comète de Halley. L'équipage comprend cinq hommes et deux femmes : le commandant Francis Scobee et le pilote Michael Smith, les spécialistes de mission Ellison Onizuka, Ronald McNair et Judith Resnik, et les spécialistes de charge utile Gregory Jarvis et Christa McAuliffe. Cette dernière est une institutrice qui avait été sélectionnée par la Nasa dans le cadre d'un programme d'éducation spatiale en 1984 (la doublure était Barbara Morgan). Mais à la 73^e sec de vol, la navette explose avec son équipage à bord. Cette tragédie est due à un joint d'étanchéité du booster droit qui s'était contracté sous l'effet du froid intense (-13°C relevé 1h30 avant le lancement). Il a laissé échapper des gaz incandescents : une bouffée noire était visible au décollage, puis un jet de flammes blanches fit l'effet d'un chalumeau sur le réservoir central qui contenait 600 t d'hydrogène et d'oxygène liquides. Selon la commission d'enquête, lors de la préparation du lancement, les préoccupations pertinentes du personnel de niveau III de la NASA et



Le gel sur la plate-forme de tir le matin du lancement.

des sous-traitants n'ont pas été correctement communiquées à la direction de la NASA responsable du lancement :

-Les objections au lancement exprimées par les ingénieurs de Morton Thiokol concernant l'effet néfaste des basses températures sur les performances du joint d'étanchéité du moteur-fusée.

-Le degré d'inquiétude de Thiokol et du centre Marshall concernant l'érosion des joints d'étanchéité des précédentes missions, notamment 51-C (janvier 1985) et 51-B (avril 1985).

Ainsi, la tragédie était due à un problème de conception du joint, qui fut ensuite modifié, et à un problème décisionnel à la Nasa. Il y aura une interruption des vols

du Shuttle de deux ans et huit mois : les vols ont repris avec STS-26/Discovery le 29/9/1988.

La navette ne disposait pas de système de sauvetage en cas de problème au lancement. Alors que les vaisseaux précédents en avaient :

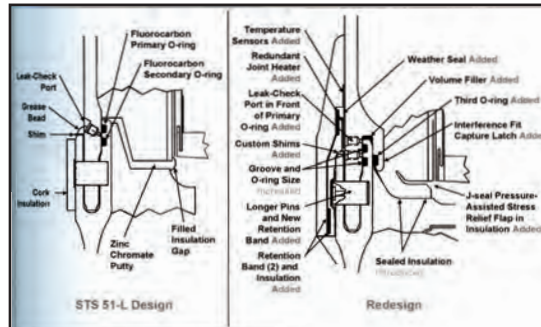
- Mercury était doté d'une tour de sauvetage à ergol solide.
- Gemini était équipé de sièges éjectables pour les deux astronautes.
- Apollo était doté d'une tour de sauvetage à ergol solide.

-Shuttle : au cours de quatre premiers vols, il était doté de deux sièges éjectables utilisables jusqu'à l'altitude de 36 km et à la vitesse de 3300 km/h. Au moment de l'accident, Challenger se trouvait à 16 km et volait à 2200 km/h. A partir du 5^e vol, les équipages de 4 à 8 astronautes sont installés sur de simples sièges.

Des sièges sont alors offerts à des astronautes étrangers (comme le français Patrick Baudry



Le jet de flammes blanches sur le booster.



Siège éjectable du Shuttle.

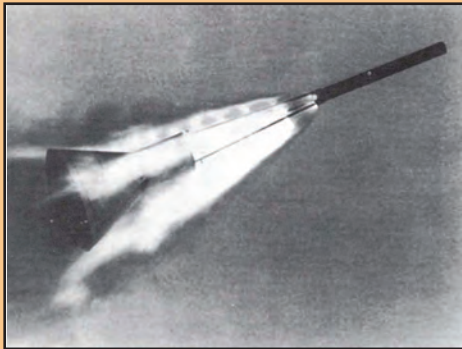
et le saoudien Al Saud), des sénateurs (comme le républicain Jack Garn et le démocrate Bill Nelson), des industriels (comme Charles Walker de McDD, Lodewijk Van Den Berg de EG&G Corporation, Loren Acton de Lockheed, Robert Cenker de RCA, Gregory Jarvis de Hughes), des scientifiques (comme Byron Lichtenberg du MIT, Taylor Wang du JPL). Finalement, après la tragédie du 28/1/86, le Shuttle a été doté d'un Crew Escape System qui a été utilisé à partir de STS-26. Ce système n'aura pas l'occasion d'être utilisé lors de l'exploitation du Shuttle jusqu'en 2011 (mission STS-135).

Côté Soviétique/Russe :

- Vostok (3K) avait un siège éjectable et le cosmonaute était en scaphandre.
- Voskhod (3KV) n'en avait pas car le siège éjectable était remplacé par trois sièges moulés avec des cosmonautes en survêtement. Il n'existe donc pas de moyens de sauvetage pendant les 44 premières secondes de vol.

Les systèmes de sauvetage des vaisseaux habités

1-Les systèmes des vaisseaux américains :



Tour de sauvetage de Mercury.



Siège éjectable de Gemini.



Tour de sauvetage d'Apollo.



Siège éjectable du Shuttle.

2-Les systèmes des vaisseaux soviétiques-russes :



Siège éjectable du Vostok.



Tour de sauvetage du Soyouz.



Tour de sauvetage de N1-L3



Siège éjectable K-36RB de Bourane.

-Soyouz (7K) a une tour de sauvetage (SAS) à ergol solide. Cette tour a été développée par le MKB Iskra de Moscou (constructeur principal I.I.Kartoukov). Elle en existe plusieurs variantes :

-le Soyouz type 7K-OK/11F615 avait une tour 11D828.

-le Soyouz type 7K-T/11F615A8 avait une tour 11D828M.

-le Soyouz type 7K-ST/11F732 avait une tour 11D855.

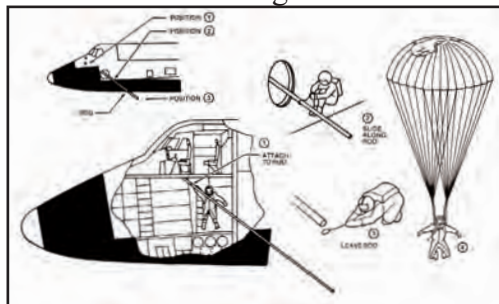
-le Soyouz type 7K-STM/11F732A51 avait une tour 11D855M.

Les 11D828 et 11D828M sont larguées 10 sec avant la coiffe et pendant cette période, le vaisseau ne peut être éjecté, ce qui n'est plus le cas avec les 11D855 et 11D855M. La tour a été utilisée une seule fois dans l'histoire : le 26/09/83 lors de l'échec du lancement du Soyouz-T10A (7K-ST n°16L) avec les cosmonautes Vladimir Titov et Guenady Strelakov. Ils ont eu la vie sauve grâce à l'utilisation du SAS sur la plate-forme de tir.

-La navette Bourane avait, comme le Shuttle, deux sièges



Le rapport de la commission Rogers.



Le Crew Espace System du Shuttle.

éjectables K-36RB de NPP Zvezda avec des cosmonautes en scaphandre Strij. Ce siège avait été testé lors des vols de vaisseaux-cargo Progress-38 à 42 en 1988/1990. Au cours des cinq vols, les sièges éjectables étaient éjectés pendant la phase active du lancement. Le siège K-36RB était de classe « 0-0 », ce qui signifie que le sauvetage était possible à partir de l'éjection d'un engin immobile jusqu'à des altitudes allant jusqu'à 35 km et des vitesses allant jusqu'à Mach 3,5.

La tragédie du 28/1/86 a fait l'objet d'une analyse approfondie par Diane Vaughan, une sociologue américaine à l'Université Columbia. Elle a publié le livre "The Challenger Launch Decision: Risky Technology, Culture and Deviance at NASA" en 1996 à University of Chicago Press. Mais les leçons de Challenger n'empêcheront pas une seconde tragédie : celle de STS-107/Columbia le 1/2/2003. Cette fois,

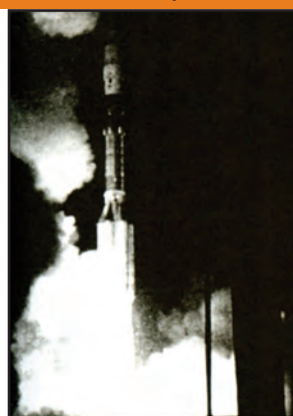
la navette s'est désintégrée pendant la rentrée atmosphérique. A lire, "Organizational Learning at NASA : The Challenger and Columbia Accidents" par Julianne G. Mahler, Georgetown University Press, 2009.

Il y a 40 ans, lancement de la station orbitale MIR

par Christian Lardier, président de l'IFHE

Le 20 février 1986, heure de Moscou, une fusée Proton (8K82K/UR-500K n°337-01) décolle de la plate-forme 200/39 de Baïkonour avec la station orbitale DOS-7 (17K n°127-01) de 20,9 t du complexe Mir (27K). Elle est le noyau d'une station modulaire qui comprend les cinq modules Kvant, Kvant-2, Kristall, Spectre et Pritoda.

A l'origine, le premier projet de station orbitale s'appelait 15K/Zvezda. Il était étudié par l'OKB-1 de Korolev en 1963/65 (lanceur 11A58). Puis il y eut la 11F71/OPS du programme militaire Almaz de l'OKB-52 de Tchelomeï en 1964 (lanceur Proton). En 1969, elle fut reprise par l'OKB-1-TsKBEM-Energiya de V.P.Michine pour faire une station civile : la DOS. La filiale en charge était l'OKB-23/Saliout de Fili (filiale de l'OKB-52 en 1960/81, puis d'Energia en 1981/88), tandis que l'usine de fabrication était l'usine n°23 Khrounitchev. Les OPS et DOS ont été, dans les médias, nommées comme des Saliout (du nom de l'OKB) : Saliout-1



Lancement MIR.



Le module de base en orbite.

du 19/04/71 était la DOS-1 (17K n°121), Saliout-2 du 3/4/73 était l'OPS-1 n°101-1, Cosmos-557 du 11/5/73 était la DOS-3 (17K n°123), Saliout-3 du 24/6/74 était l'OPS-2 n°101-2, Saliout-4 du 26/12/74 était la DOS-4 (17K n°124), Saliout-5 du 22/6/76 était l'OPS-3 n°101-3, Saliout-6 du 29/9/77 était la DOS-5-1 (17K n°125-01), Saliout-7 du 19/4/82 était la DOS-5-2 (17K n°125-02), Mir (27K) du 20/2/86 était la DOS-7 (17K n°127). La Mir-2 ou DOS-8 (17K n°128), prévue d'être lancée en 1996 pour une durée de 10 ans, n'a pas été réalisée.

En 1974, Energiya étudiait les stations DOS-7K n°6-1 et 6-2 qui doivent voler au 4^e trimestre 1978 et 1^e trimestre 1982. Elles comprennent un module de base avec une pièce de

jonction à quatre ports latéraux, les vaisseaux Soyouz-T (7K-ST/11F732) et Progress (7K-SG), ainsi que les deux modules de recherches. Ces derniers, acheminés par des modules de service de vaisseaux Progress, em-

portent 4,0 t de charge utile. Le complexe pèse un total de 40 t. Le décret n°132-51 du 17/2/1976 définit les spécifications des DOS n°7,8 et 9. Les deux premières sont des stations modulaires, tandis que la n°9 est un observatoire astrophysique doté d'un grand télescope en visible et ultraviolet. En 1980, le projet Gals portait sur une DOS-7K équipée d'un radiotélescope KRT-30 de 30 m de diamètre (abandonné en 1987). Selon L.A.Gorchkov, DOS n°5-3 est devenu DOS-7/Mir, tandis que DOS n°5-4 est devenu DOS-8/Zvezda.

Au début, le nom de DOS-7 était Energiya. Puis, en septembre 1984, elle est devenue MIR (Paix) qui devait être lancée pour l'ouverture du 27^e congrès du PCUS le 25 février 1986. Le planning était alors de lancer Kvant en mars 1986 et les trois autres modules entre juin 1987 et décembre 1989.

En 1981, le projet est de faire des modules TsM à base du vaisseau 37K : il y avait le TsM-E (Experimental), le TsM-D (Logistique), TsM-T (Technologique), TsM-KP (militaire). Mais en 1984, il est décidé d'utiliser des vaisseaux 77KS : il y avait le TKM-E/Kvant, le 77KSD/Kvant-2, 77KST/Kristall, 77KSO/Spectre (Optique) et le 77KSI/Priroda (Télé-détection).

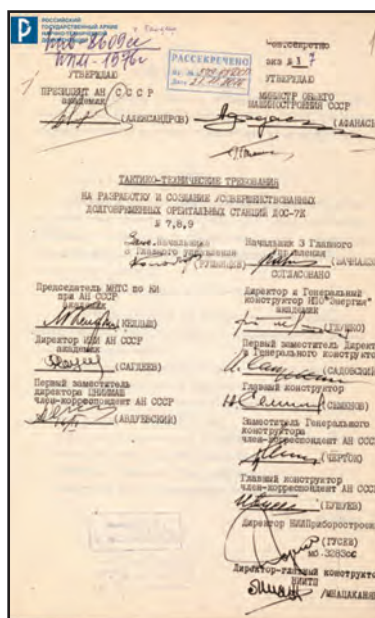
Le premier module TKM-E/Kvant (22797 kg) est lancé le 31/3/1987. Il comprend un remorqueur FGB/Bloc Cargo Fonctionnel (77KE n°16601) de 10 t, dérivé du vaisseau-cargo TKS de l'OPS, et le module scientifique TsM-E (37KE n°010) de 11 t. C'est un module d'astrophysique UV, X et Gamma (Glazar, Pulsar X-1, HEXE à détecteurs Phoswich, le télescope à masque codé TTM, Sirène-2, etc). Il possède deux pièces de jonction.

Le 77KSD/Kvant-2 n°17101 (19565 kg) est lancé le 26 novembre 1989. Il est équipé d'équipements complémentaires au module de base : sas, scaphandres Orlan-DMA et fauteuil spatial Icare (SPK) pour les sorties extra-véhiculaires,

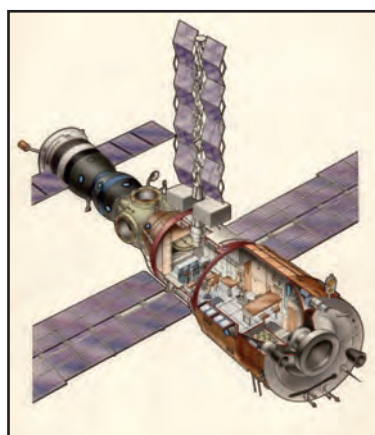
six gyrodines pour la stabilisation du complexe, une douche avec des réserves d'eau (300 litres), des appareils scientifiques (caméra MKF-6MA, plate-forme ASP-G-M



DOS-7K n°6-1 et 6-2 en 1974



DOS-7K n°7, 8 et 9 en 1976



La station MIR-module de base.

avec les instruments ITS-7D, ARIZ, MKS-M, Sigma, etc) et deux panneaux solaires qui apportent une puissance supplémentaire de 6,9 kW.

Le 77KST/Kristall n°17201 (19640 kg) est lancé le 31 mai 1990. Il est spécialisé dans les expériences technologiques (fours Krater-V, Zona-02 et 03, Optizon-1, appareils tchèque Cristallizator et français Alice-2, plate-forme de protection passive contre les vibrations VZP-1K, etc), mais emporte aussi des expériences astrophysiques (Glazar-2, Bouket, Granat-S), biologiques (serre Svet, Fertile), etc. Les deux panneaux solaires sont repliables et transférables. Ils fournissent 8,5 kW. La pièce de jonction multiple est dotée de l'APAS-89 pour recevoir la navette Bourane.

Le 77KSO/Spectre n°17301 (18807 kg) est lancé le 20 mai 1995. Il est doté de deux panneaux solaires de 6,9 kW. Initialement, il devait embarquer le système optique Oktava du TsNPO Kometa et de l'usine optico-mécanique de Kazan (appareils Pion-K, Lira et Bouton). Il était destiné à la détection de lancements de fusées et à leur poursuite dans l'espace. Pour la calibration, de petites cibles devaient être larguées par trois dispositifs de lancement placés à l'extérieur du module. Pour les grosses cibles, il fallait utiliser un sas. Cependant, avec la fin de l'Union soviétique, le programme est modifié. En juillet 1993, il est décidé d'embarquer 600-700 kg d'appareils américains. Un cône est monté à la place l'Oktava. Il possède deux panneaux solaires supplémentaires de 9,3 kW. Parmi les expériences scientifiques, il y a le lidar Balkan-1, les spectromètres Faza et Feniks, les appareils Roentgen Grif-1 et Taurus, l'appareil Astra-2 d'étude de l'atmosphère environnante, le spectromètre infrarouge Miras (Belgique), etc. Le 25 juin 1997, une seconde tentative d'essai du système TORU avec le vaisseau Progress-M-34 se termine par une collision avec le module Spectre (à 3 m/sec). Le module est endommagé et isolé du reste de la station.

Le 12 novembre 1995, le module de jonction 316GK (4350 kg) est amené à Mir par la mission STS-74 (1) et

Il y a 55 ans, la France faisait ses premiers pas dans l'astronomie spatiale avec D2A "Tournesol"

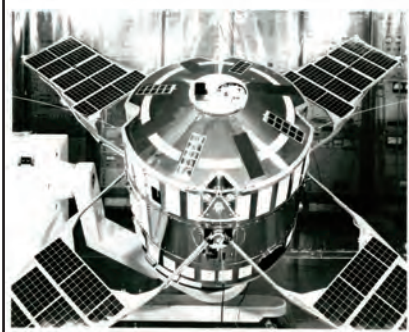
par Philippe Varnoteaux, docteur en histoire, membre de l'IFHE

Le 15 avril 1971, depuis le Centre spatial guyanais (CSG), Guyane française, le septième lanceur Diamant – le troisième en version Diamant-B 1 – place avec succès sur orbite le septième satellite français D2A aussi appelé «Tournesol», dédié à l'astronomie.²

Des débuts de l'astronomie spatiale au D2A

L'astronomie spatiale française commence dès le début des années soixante à Hammaguir, une des bases du Centre interarmées d'essais d'engins spéciaux (CIEES) située dans le désert algérien.³ Les instruments sont à l'époque embarqués dans les pointes de la fusée-sonde Véronique. Initiée par le Service d'Aéronomie du CNRS.⁴ La première expérience d'astronomie spatiale porte sur la physique solaire. Elle consiste à embarquer un coronographe pour étudier le spectre ultraviolet de la couronne solaire. L'intérêt ? Observer dans l'espace permet d'accéder au rayonnement ultraviolet absorbé par l'atmosphère terrestre. Préparée par le jeune astrophysicien Roger-Maurice Bonnet⁵ (aidé par Georges Courtès de l'Observatoire de Marseille⁶), l'expérience est emmenée le 10 mai 1963 à 135 km d'altitude par Véronique AGI-V48. Malheureusement, un incident technique lié au bras de guidage dévie la trajectoire de la fusée entraînant la perte de la pointe au Maroc. D'autres expériences d'astronomie suivront avec plus ou moins de succès...

Les expérimentations par fusée-sonde démontrent l'intérêt d'aller observer depuis l'espace, tout en soulignant les limites de cette technique qui offre un temps d'observation de quelques minutes seulement au-dessus de 80 km. L'idéal est donc d'embarquer les instruments dans un satellite artificiel.⁷ Ainsi, dès janvier 1964, alors qu'aucun satellite n'a encore été



En haut, D-2A Tournesol, en bas : D-2A Polaire.



Le satellite D-2A prêt au lancement.

placé sur orbite, Jacques Blamont, le directeur scientifique et technique du Centre national d'études spatiales (CNES) propose qu'un satellite soit consacré à l'astronomie solaire. Son objectif sera «d'accéder aux caractères physiques des émissions (largeur de raie et intensité par exemple) dont sont déduits des caractères physiques de l'atmosphère (température et pression par exemple)».⁸

Conception et expériences

Après avoir lancé et testé avec succès en 1966-67 ses premiers satellites technologiques D1 ⁹, le CNES développe la série D2, des satellites scientifiques dont les deux premiers (D2A) sont dédiés à l'astronomie solaire et à l'environnement de la Terre. Ayant la forme

d'un cylindre de 70 cm de diamètre, 80 cm de hauteur et 2,6 m d'envergure avec les panneaux solaires, les D2A ont une masse totale de 96 kg. Conçus sous la maîtrise d'œuvre du CNES, ils sont construits avec l'aide de plusieurs industriels, dont les principaux sont : Aerospatiale¹⁰ pour la structure, les panneaux solaires et antennes, télémétrie, système de stabilisation ; Thomson-CSF pour le récepteur-duplexeur de télécommande ; Matra pour le contrôle d'attitude ; SAT pour le générateur solaire ;

Electronique Marcel Dassault pour la mémoire de la télémétrie, les convertisseurs d'alimentation, le séquenceur pyrotechnique ; IER pour l'enregistreur magnétique de télémétrie ; SAFT pour les batteries d'alimentation, la batterie Cd-Ni de la chaîne pyrotechnique, etc. La durée de vie initiale est alors prévue pour six mois.

Quant à la partie scientifique, le premier D2A embarque deux principaux instruments (spectrophotomètre, analyseur Lyman-alpha), afin d'effectuer cinq expériences élaborées sous la responsabilité du

Service d'Aéronomie pour étudier le Soleil dans l'ultraviolet et la répartition de l'hydrogène autour de notre planète. «Ces expériences, rapporte Jacques Tziou dans Aviation Magazine d'avril 1971, utilisent de façon systématique les techniques de résonance optique mises au point par les équipes du professeur Kastler. Elles ont été conçues également par le professeur Blamont du laboratoire d'Aéronomie. L'une d'elles consiste à analyser l'émission solaire dans la raie spectrale dite de Lyman-alpha autour de 1216 Angström»¹¹. Une sixième expérience, appelée « antisololaire », vise à observer à l'opposé du Soleil, pendant les périodes d'ombre de l'orbite, pour détecter l'intensité de l'émission Lyman-alpha des nébuleuses ayant une atmosphère d'hydrogène, de la voie lactée ou encore d'étoiles proches du plan de l'écliptique.¹² Précisons que le programme D2A n'est pas inédit. Deux expériences ont déjà été effectuées dans le cadre de la coopération franco-américaine : l'une a été placée sur le satellite américain OSO 5 (janvier 1969-juillet 1975),¹³ l'autre sur OGO 5 (mars 1969-août 1971). Afin que le satellite puisse effectuer correctement ses observations, il est pointé en permanence en direction du Soleil avec une précision de l'ordre de 30' d'arc et une dérive inférieure à 5' arc / sec ; il tourne sur lui-même à la vitesse d'un tour par minute. Pour le contrôler, le satellite est équipé d'un système de stabilisation actif qui consiste en des micropropulseurs fonctionnant à l'azote, dont le principe consiste à détendre un gaz sous pression dans une tuyère, sans combustion. Les deux D2A sont ainsi les premiers satellites français équipés d'un tel système.¹⁴

Etant pointé en permanence vers le Soleil, le premier D2A reçoit le nom de « Tournesol », clin d'œil à la fleur qui se tourne vers le Soleil. Identique au premier (à part quelques instruments scientifiques), le second D2A doit être placé peu de temps après, mais sur une orbite différente, plus inclinée (75°), d'où son nom « Polaire ».



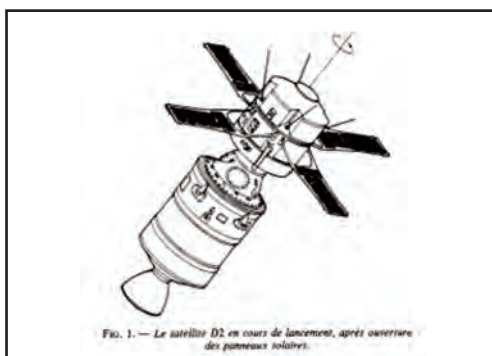
Lancement de D-2A le 15 avril 1971.

avril 1971. Diamant le place sur une orbite basse comprise entre 456 km (périgée) et 708 km (apogée), avec une inclinaison de 46,4°. Du 15 au 19 avril, 111 ordres sont transmis au satellite qui s'est stabilisé correctement. Quant aux expériences scientifiques, elles sont mises en route du 16 au 19 avril. Toutefois, dès le 4 mai suivant, une défaillance touche l'enregistreur magnétique du satellite. Cela n'empêche cependant pas le déroulement de la mission pendant 27 mois, jusqu'au 2 juillet 1973, réalisant 12.525 révolutions autour de la Terre, 20.331 télécommandes et 10.509 enregistrements de télémessure.

Un beau bilan

Si Tournesol ne déclenche pas un déferlement médiatique, la presse spécialisée rend compte du succès de la mission.¹⁹ Celle-ci réalise avec une haute précision des cartes de l'émission Lyman-alpha de la chromosphère solaire, mais aussi des mesures de température du vent solaire, de la densité de l'hydrogène géo-coral et des émissions interpla-

nétaires. Tournesol confirme aussi l'existence d'aurores équatoriales terrestres, découvertes en avril 1972 lors de la mission lunaire Apollo 16.²⁰ Enfin, il qualifie en vol la plateforme D2A, ouvrant la voie au développement de la version D2B avec Aura et Signe-3, lancés respectivement les 27 septembre 1975 et 17 juin 1977. Quant au jumeau Polaire, il n'a



Aviation Magazine international, n°560, 15-30 avril 1971

pu être placé sur orbite en raison de la défaillance du deuxième étage du lanceur Diamant-B.

Laissons le dernier mot à Roger-Maurice Bonnet, pionnier de l'astronomie spatiale, qui nous a récemment quittés : «La contribution française à l'étude du Soleil à partir de l'espace a permis à notre pays de rejoindre le club américano-anglais qui formait alors le noyau de cette activité». **21**

Nota :

1 Voir notre précédent article, «Il y a 50 ans, Diamant B, le lanceur qui a ouvert la voie à Ariane», Espace & Temps n°27, juin 2020, pp.3-16.

2 Les six satellites précédents étaient : Astérix (1965), FR 1 (1965), Diapason (1966), Diadème 1 (1967), Diadème 2, (1967), Peole (1970).

3 Pour en savoir plus, VARNOTEUX Philippe, Hammaguir, première base spatiale française, Ginkgo, Paris, 2024.

4 Le Service d'Aéronomie du CNRS est le premier laboratoire spatial français créé en 1958 sous l'impulsion du jeune astrophysicien Jacques-Emile Blamont qui en devient le second directeur en 1962 (jusqu'en 1985), le premier ayant été son directeur de thèse, le physicien Alfred Kastler (futur prix Nobel de physique en 1966).

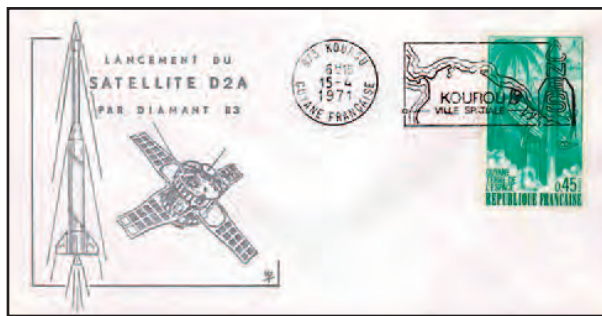
5 BONNET Roger-Maurice (1937-2026), astrophysicien français spécialiste du Soleil et de la physique stellaire, un des pères de la recherche spatiale, a été directeur des programmes scientifiques à l'ESA (1983-2001).

6 Précisons que dès le début des années 60, Georges Courtès avait, avec Maurice Viton, mis en place à l'Observatoire de Marseille une petite équipe ayant pour objectif de développer des instruments pour effectuer des observations depuis l'espace de l'environnement terrestre et des étoiles.

7 COURTÈS Georges, «Les débuts de l'astronomie spatiale», in «L'essor des recherches spatiales en France : des premières expériences scientifiques aux premiers satellites», IFHE Publications, 2001.

8 HURIET J.R., «Les expériences optiques du satellite D2A», in Nouvelle Revue d'optique appliquée, juillet-août 1970, I, n°4.

9 Trois satellites technologiques (effectuant également des expériences de géodésie) ont été lancés



Enveloppe premier jour du lancement de D-2A.

par Diamant les 17 février 1966 (D1A «Diapason»), 8 février 1967 (D1C «Diadème-1») et 15 février 1967 (D1D «Diadème-2»).

10 En juillet 1970, Sud-Aviation fusionne avec Nord-Aviation et la SEREB pour former la Société Nationale Industrielle Aérospatiale.

(SNIAS) rapidement appelée Aérospatiale.

11 TIZIOU Jacques, «Lancement de D-2A, huitième satellite français», in Aviation Magazine international, n°560, 15-30 avril 1971, pp.52-53.

12 Pour le détail des expériences, HURIET J.R., «Les expériences optiques du satellite D2A», op.cit.

13 L'instrument français a contribué à découvrir la variation de la forme de raie du rayonnement Lyman-alpha solaire en fonction du temps.

14 Anonyme, «Premier satellite à stabilisation active», in Air et Cosmos n°383, 10 avril 1971.

15 TIZIOU Jacques, «Lancement de D-2A, huitième satellite français», op.cit.

16 Voir https://videothèque.cnes.fr/index.php?urlaction=doc&id_doc=25511&rang=1

17 De même que le satellite expérimental de communications PEOLE devant être lancé avant Tournesol.

18 La capsule Mika (40 kg) était alors solidaire du troisième étage du lanceur Diamant. Ce dernier réussit néanmoins à placer sur orbite le satellite allemand Wika (63 kg), dédié à l'étude des variations spatio-temporelles de la densité électronique locale et de l'intensité du rayonnement Lyman-alpha de la géo-couronne.

19 TIZIOU Jacques, «Lancement de D-2A, huitième satellite français», in Aviation Magazine international, n°560, 15-30 avril 1971, pp.52-53 ; MORISSET Jacques, «Septième succès du lanceur Diamant. Le satellite scientifique Tournesol mis sur orbite», in Air & Cosmos n°385, 24 avril 1971, p.15, etc.

20 Pour les résultats scientifiques de D2A, voir CAZES S. et EMERICH C., «Interstellar Medium Ly ? Emission : Line Profile, Temperature and Polarization Measurements Deduced from its Geocoronal Absorption», in Astronomy and Astrophysics, vol. 59, n°1, juillet 1977, p. 59-68.

21 BONNET Roger-Maurice, «Les premières expériences françaises de physique solaire dans l'espace», in «L'essor des recherches spatiales en France : des premières expériences scientifiques aux premiers satellites», IFHE Publications, 2001, p.59.

Projets de lanceurs dérivés des missiles balistiques de première génération

par Jean-Jacques Serra, membre de l'IFHE

Le lanceur Diamant était un prolongement du programme de VE (Véhicules d'essais) de la SEREB (Société d'étude et de réalisation d'engins balistiques)¹ conçus pour mettre au point les futurs missiles balistiques de la force de dissuasion française. Lorsque ces missiles ont été disponibles, et même avant, l'emploi de certains étages servant à leur propulsion a été envisagé soit pour améliorer les performances de Diamant, soit pour constituer des lanceurs spatiaux totalement différents.

Pour faciliter la lecture, les caractéristiques de ces propulseurs, mesurant tous 1500 mm de diamètre, sont reportées en annexe.

Les déboires d'Émeraude et Diamant P10

Les trois premiers essais d'Émeraude, le futur premier étage à liquides de Diamant, ont été des échecs. Si le premier (juin 1964) était dû à un problème de pilotage, les deux suivants (juin et octobre 1964) concernaient la propulsion. L'emploi du premier étage des futurs missiles stratégiques (P10 car chargé de 10 t de propergol solide) aurait pu constituer une solution de secours si ces problèmes n'avaient pas pu être réglés rapidement. Mais les deux derniers vols d'Émeraude (février et mai 1965) ont été des succès, et lors des 15 vols de Saphir (entre juillet 1965 et janvier 1967) et des 4 vols de Diamant-A (entre novembre 1965 et février 1967), Émeraude a parfaitement bien fonctionné.

L'utilisation du P10 à la place de l'Émeraude aurait permis de gagner 10 à 15 kg sur la masse satellisable. De plus, le projet Diamant P10 tel qu'il était envisagé en 1966 ² prévoyait de remplacer le troisième étage P0.6 de 650 mm de diamètre de Diamant par un nouvel étage P0.9 de 800 mm (diamètre du deuxième étage Topaze) emportant 850 kg de poudre contre 640, ce qui permettrait de gagner 15 kg de plus. La masse totale satellisable (tir vers l'Est, orbite type 400/1.300 km) aurait pu atteindre voire dépasser les 100 kg.

La succession de Diamant-A : Super Diamant et Diamant-B

Mise en place le 1^{er} janvier 1966, la division des Lanceurs du CNES devait assurer le développement des lanceurs nationaux et gérer les contrats

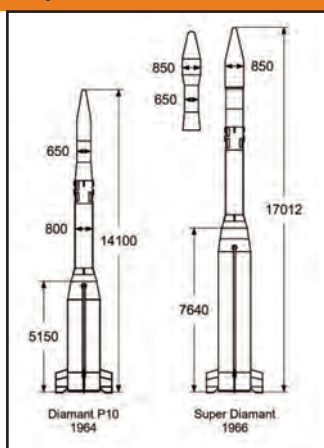


Fig 1 : Super Diamant.

passés en France pour la réalisation du deuxième étage Coralie du lanceur européen ELDO/Europa.

Le successeur du lanceur Diamant a été d'abord envisagé comme une amélioration du lanceur d'origine, en particulier celle du premier étage. La SEREB propose le P16, nouveau premier étage du missile SSBS qui remplace le P10 initialement prévu³, tandis que le LRBA propose le L17 Améthyste, version allongée d'Émeraude dotée des ergols de Coralie (peroxyde d'azote et UDMH). Le projet de

la SEREB, nommé Super Diamant, est décliné en deux versions. La première, qui conserve le troisième étage P0.6 du Diamant d'origine, est équipée d'une coiffe bulbe (850 mm de diamètre max) pour pouvoir abriter le satellite D2 (environ 750 mm). La seconde utilise le troisième étage P0.9 de 800 mm de diamètre déjà envisagé pour le Diamant P10, et une coiffe légèrement plus large. Les performances estimées pour ces deux versions sont les suivantes⁴ :

Super Diamant	3 ^{ème} étage P0.6	3 ^{ème} étage P0.9
Mission type D 2 (450/900 km, 45°)	155 kg	195 kg
Mission type Eole (700 à 800 km, 50°)	107 kg	122 kg

En mai 1967, le CNES retient le Diamant type L17, qui devient Diamant B, et conserve les deux étages supérieurs de son prédécesseur.

Parallèlement, le lanceur Europa devait lui-aussi être amélioré avec l'adjonction d'un PAS (Perigee-Apogee System)⁵ destiné à lui permettre d'atteindre l'orbite géostationnaire. Pour tester le PAS en vol, l'ELDO décide, en avril 1967, d'utiliser le VEMPA (Véhicule d'Essai des Moteurs de Périgée et d'Apogée) proposé par le CNES et constitué d'un L17 et d'une Topaze inerte.

Le nouveau lanceur est alors commandé à six exemplaires : 2 pour le CNES et 4 pour l'ELDO. Mais il apparaît alors judicieux de conserver l'étage de périgée du PAS (P0.7, 688 kg de propergol, 800 mm de diamètre) comme étage supérieur de Diamant-B. La décision est prise en juillet 1968 ⁶. Ceci

augmente à la fois les performances du lanceur et simplifie la coiffe. Après l'abandon du VEMPA à la fin 1968, les cinq Diamant B construits seront lancés pour le compte du CNES (entre mars 1970 et mai 1972).

L'orbite géostationnaire

La remise en cause par la Grande Bretagne de la viabilité du programme Europa a été exprimée dès février 1966 **7**, puis confirmée par une note envoyée aux six membres de l'ELDO en juin. Bien que la poursuite du programme ait été décidée lors de la conférence interministérielle du 8 juillet, l'inquiétude générée par les hésitations britanniques a conduit au lancement de travaux sur des solutions nationales pour atteindre l'orbite géostationnaire. Ainsi, en juin 1966, deux études étaient en cours **8**:

- Hyper Diamant, avec une capacité de 45 kg en 1970 ;
- Diogène, avec une capacité de 150 kg en 1973 **9**.

L'Hyper Diamant version 1966 est un lanceur quadriétage équivalent à un Super Diamant auquel serait ajouté un deuxième étage intermédiaire de type P10. On aboutit ainsi à un lanceur de formule P16-P10-P2.2 (Topaze)-P0.9. Il peut mettre sur orbite un satellite géostationnaire de 55 kg (avec le moteur d'apogée vide), masse comparable à celle du satellite américain Early Bird. L'étage supérieur joue à la fois le rôle de quatrième étage et de moteur de périgée ; la circularisation sur orbite à 36.000 km est ensuite confiée à un moteur d'apogée contenant environ 50 kg de poudre **10**.

Une nouvelle version de l'Hyper Diamant est révélée en 1967 et présentée au salon du Bourget **11** (fig.3). Dans cette version, les deux premiers étages (P16 et P10) sont conservés mais le troisième étage est remplacé par le P4 du missile MSBS M1. Le quatrième étage est un nouveau moteur P1.5 de Sud Aviation mesurant 1100 mm de diamètre. Il comporte également quatre petits boosters char-

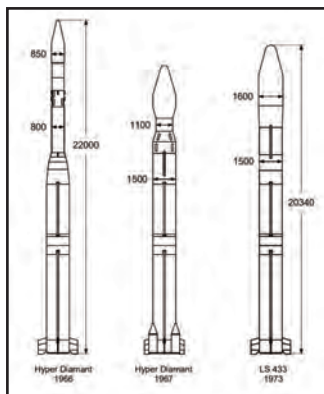


Fig 2 : Hyper Diamant et LS433.



Fig 3 : de g à dr, Hyper Diamant, Diogène, Vulcain au Bourget 1967.

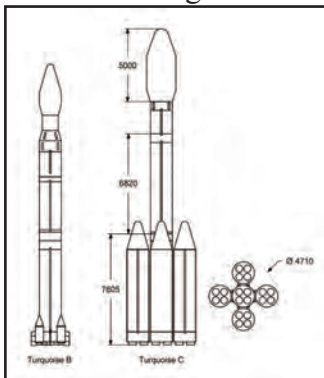


Fig 4 : série Turquoise.



Fig 5 : Turquoise B entre Diamant B et Obélix au Bourget 1971.

gés chacun de 300 kg de propergol et une coiffe bulbe pour loger la charge utile qui peut atteindre 75 kg en orbite géostationnaire **12**.

La série Turquoise

L'Hyper Diamant version 1967 n'avait plus aucun élément commun avec le Diamant d'origine. En 1968, ce lanceur prend le nom de Turquoise B ; la seule modification étant le passage de l'étage supérieur de P1.5 à P1.8 **13**. Une maquette de Turquoise B a été présentée au salon du Bourget en 1971 **14** (fig.5). Dans la même série, Turquoise A était un P16-P4-P1.8. Les performances en orbite basse annoncées pour ces lanceurs allaient de 170 à 280 kg pour Turquoise A et 310 à 500 kg pour Turquoise B.

Pour l'orbite géostationnaire, la SEREB propose un lanceur bien plus puissant désigné Turquoise C (fig.6). Son premier étage est constitué d'un assemblage de 5 moteurs P16 et les étages supérieurs sont identiques à Turquoise A (P16-P4-P1.8). Le quatrième étage P1.8 est placé à l'intérieur de la coiffe de 2 m de diamètre. La performance de Turquoise C en orbite de transfert depuis Kourou est donnée pour 430 kg, soit 220 kg pour la masse utile du satellite après mise à poste.

Ce lanceur dispose d'une marge d'amélioration. En remplaçant l'étage P4 :

- par un propulseur P6 (du missile MSBS M2), la masse satellisable en orbite géostationnaire augmente d'environ 20 kg ;

- par un étage cryogénique H6 de 2,25 m de diamètre (4 moteurs de 15 kN chacun), la masse utile du satellite après mise à poste atteint 350 à 400 kg.

La carrière du lanceur Europa s'est achevée en 1971 après 11 tirs sans la moindre satellisation. Aucune des solutions alternatives nationales n'a dépassé le stade de l'étude de faisabilité.

Lanceurs pour les applications militaires

En 1973, l'Aérospatiale **15** propose un lanceur spatial destiné aux applica-

tions militaires, c'est-à-dire capable de lancer des satellites de communication, observation et écoute radar. L'objectif principal de cette étude est de montrer qu'une solution peu coûteuse peut être trouvée sans compromettre les perspectives pour les programmes de lanceurs civils, en particulier le L3S, future Ariane. Dans cette optique, le lanceur désigné LS 433 est composé d'éléments disponibles, opérationnels et éprouvés¹⁶.

Comme les Hyper Diamant, le LS 433 utilise comme premiers étages les deux moteurs du missile SSBS S2 (P16 et P10). Ils sont surmontés d'un P6, deuxième étage des missiles MSBS M2 et SSBS S3, et d'un P0.7, troisième étage de Diamant B et BP4. Seules la coiffe bulbe (diamètre 1600 mm en mission basse ou 1100 mm en géostationnaire) et la jupe de raccordement sont à développer. Le lanceur peut être tiré indifféremment du CEL de Biscarosse ou du CSG de Kourou. Dans sa version nominale, le LS 433 type A peut placer 400 kg en orbite basse ou 68 kg en orbite de transfert géostationnaire. Ces performances sont environ le double de celles du lanceur Diamant BP4 utilisé à l'époque.

Parmi les évolutions possibles, il est prévu

- une version B avec quatre boosters à poudre Styx (moteur du missile Pluton) ;
- une version C en remplaçant le dernier étage P0.7 par un P2 à développer.

Ces deux versions peuvent placer respectivement 500 et 680 kg en orbite 200 km et 100 et 140 kg en orbite de transfert.

L'Aérospatiale prévoyait un développement en trois ans, suivi de deux tirs d'essais et une mise en service opérationnel en 1979.

Utilisations avec un premier étage à liquides

Les exemples précédents concernent les projets de lanceurs spatiaux utilisant des propulseurs de missiles stratégiques au premier étage, et éventuellement aux étages supérieurs. Il existe aussi des cas où l'utilisation de ce genre de propulseurs a été proposée sur un lanceur avec premier étage à liquides du LRBA.

Vulcain. - En 1966, le LRBA propose, lui aussi, une solution alternative pour atteindre l'orbite géostationnaire en cas d'abandon du Blue Streak britan-

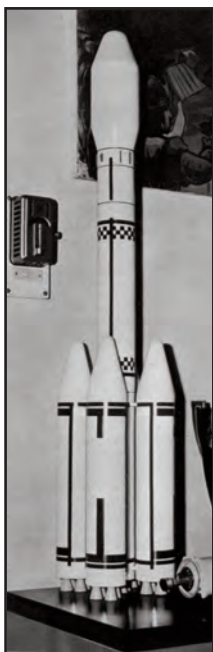


Fig 6 : Turquoise C.

nique. Elle est basée sur l'emploi d'un groupe de quatre réservoirs type Améthyste, deux de ces réservoirs contenant l'oxydant (N₂O₄), les deux autres le carburant (UDMH). L'ensemble, désigné Catherine ou D4, comporte quatre moteurs de type Valois¹⁷. Trois versions sont étudiées :

- Vulcain C, avec les étages supérieurs Coralie allongée (LRBA) et P4 ;
- Vulcain P, avec P16 et P4 ;
- Vulcain H, avec P16 et l'étage cryogénique H3.5 de la SEPR.

Les deux premières versions sont annoncées pour 1970, la dernière vers 1972-73. Leurs performances estimées sont les suivantes :

Masse satellisable (kg)	Vulcain C	Vulcain P	Vulcain H
Orbite basse (200 km)	1050	800	1600
Orbite géostationnaire	180	140	300

Dans ce tableau, les masses satellisables sur orbite géostationnaire comprennent la masse de l'enveloppe du moteur d'apogée, soit 23 kg pour le Vulcain C et 17 kg pour le Vulcain P.

Obélix. - Peu avant son rattachement à la SEP¹⁸, le LRBA propose un lanceur spatial de performances supérieures à celle du Diamant B dont il reste deux exemplaires à lancer et voisines de celles du lanceur américain Delta. Le premier étage L33, de 2 m de diamètre (comme Coralie), doit utiliser un moteur Viking (peroxyde d'azote et UDMH) encore en développement et délivrer une poussée de 60 t au sol. Le second étage est le P6 RITA 2 du missile MSBS M2, et le troisième étage est le P1.8, déjà proposé pour la série Turquoise. Obélix doit pouvoir placer des charges de 750 kg en orbite équatoriale à 200 km d'altitude, de 450 kg en orbite polaire 400 km, ou de 120 kg en orbite géostationnaire¹⁹.

Diamant BP4. - Quand approche la fin de carrière de Diamant B, le CNES espère pouvoir construire un successeur en coopération européenne. La première proposition est faite à l'Allemagne qui réaliserait une nouvelle case d'équipements et le système de contrôle au sol d'un Diamant B/C ("C" pour coopération), les étages propulsif étant fournis par la France²⁰. Une seconde proposition est ensuite faite à la Grande Bretagne avec un Black Diamant qui reprend le premier étage Améthyste surmonté du deuxième étage du Black Arrow. Le troisième étage pouvant être celui du Diamant-B²¹ ou bien celui du Black Arrow²². Aucune des deux proposition n'ayant été acceptée, c'est un Diamant franco-français qui sera construit, mais avec une production limitée à trois exemplaires. Ce Diamant BP4 reprend

le L17 Améthyste au premier étage et le P0.7 de Diamant B au troisième étage. Les modifications concernent essentiellement le deuxième étage P4 RITA 1 provenant du missile MSBS M1, et la coiffe du Black Arrow, relique du projet Black Diamant. Diamant BP4 a été lancé trois fois en 1975.

Conclusion

Bien que les propositions d'emploi de moteurs de missiles stratégiques français en tant qu'étages de lanceurs spatiaux aient été nombreuses et variées, elles ne se sont jamais concrétisées à l'exception des trois moteurs RITA des Diamant BP4.

Annexe : Caractéristiques des propulseurs des missiles stratégiques français de première génération :

Propulseurs Nord Aviation			
Désignation	P16 / 902	P10 / 903	P10 / 904
Utilisation	1 ^{er} étage SSBS	2 ^{ème} étage SSBS S2	1 ^{er} étage MSBS
Longueur	6,9 m	5,7 m	5,2 m
Diamètre	1500 mm	1500 mm	1500 mm
Masse totale	18,7 t	12,0 t	12,0 t
Propergol	Isolane, 16 t	Isolane, 10 t	Isolane, 10 t
Structure	Maraging Roulé soudé	Vascojet 1000 fluotourné	Vascojet 1000 fluotourné
Tuyère	4 tuyères mobiles	4 tuyères mobiles	4 tuyères mobiles
Contrôle vecteur poussée	Vérins électro-hydraulique	Vérins hydrauliques / générateur gaz et turbine	Vérins électro-hydraulique
Arrêt de poussée	Sans objet	4-DAP pyrotechniques	Sans objet
Durée	76 s	50 s	50 s
Poussée moyenne	55 t	45 t	45 t
Impulsion spécifique	238 s	239 s	239 s

Propulseurs Sud Aviation		
Désignation	P4 / RITA 1	P6 / RITA 2
Utilisation	2 ^{ème} étage MSBS M1	2 ^{ème} étage MSBS M2
Longueur	2,6 m	3 m
Diamètre	1500 mm	1500 mm
Masse totale	4,8 t	6,6 t
Propergol	Isolane, 4 t	Isolane, 6 t
Structure	Bobinée verre époxy	Bobinée verre époxy
Tuyère	1 tuyère fixe classique	1 tuyère fixe intégrée
Contrôle vecteur poussée	Injection de fréon	Injection de fréon
Arrêt de poussée	6 DAP pyrotechniques	6 DAP pyrotechniques
Durée	60 s	58 s
Poussée moyenne	16 t	25 t
Impulsion spécifique	239 s	241 s

Autres propulseurs Sud Aviation		
Désignation	P0.6	P0.7
Utilisation	3 ^{ème} étage Diamant A	3 ^{ème} étage Diamant B
Longueur	2,1 m (avec tuyère)	1,5 m (avec tuyère)
Diamètre	650 mm	800 mm
Masse totale	712 kg	760 kg
Propergol	Isolane, 641 kg	Isolane, 685 kg
Structure	Bobinée verre époxy	Bobinée verre époxy
Tuyère	1 tuyère fixe classique	1 tuyère fixe classique
Durée	49 s	46 s
Poussée moyenne	2,4 à 5,3 t	de 3 à 5 t
Impulsion spécifique	273 s (vide)	278 s (vide)

Note 1 : En 1966, le Super Diamant de la SEREB devait comporter un troisième étage Sud Aviation P0.9 de 800 mm de diamètre chargé de 850 kg de poudre²³. Cet étage devait être conservé pour le projet Hyper-Diamant version 1966. En fait, le seul étage Sud Aviation de 800 mm de diamètre a été le P0.7 de Diamant B/BP4 et PAS.

Note 2 : En 1967, l'Hyper Diamant de la SEREB devait comporter un troisième étage P1.5 de 1100 mm de diamètre. L'année suivante, l'étage était devenu un P1.8 sur la série Turquoise. Le P1.8 de Turquoise pesait en tout 1967 kg et brûlait pendant 56 s ²⁴.

Le P1.8 était également le troisième étage d'Obélix, il devait développer une poussée de 9 t ²⁵. Ce diamètre de 1100 mm a été retenu plus tard pour le propulseur 403 du troisième étage du missile M4 ; l'enveloppe n'était plus en fibre de verre mais en fibre de kevlar bobinée et le propergol n'était plus l'isolane mais le butalane.

Nota :

1-Fondée le 17 septembre 1959, la SEREB regroupait les grandes sociétés et organismes de l'industrie aéronautique. Les actionnaires sont : Nord Aviation, Sud Aviation, SNECMA, SEPR, Dassault, MATRA, ONERA et le Service des Poudres. Le LRBA, chargé de la fabrication du seul étage à liquides de la série des VE, n'en faisait pas partie.

2-Air et Cosmos N°136, 22 janvier 1966

3-Les performances des propergols solides disponibles à l'époque (Isolane) se sont révélées insuffisantes pour atteindre la portée exigée, ce qui a conduit la SEREB à augmenter la masse de propergol du premier étage du SSBS.

4-Air et Cosmos N°177, 10 décembre 1966

5-Les deux étages du PAS sont un étage de péri-gée de 800 mm de diamètre construit par Sud Aviation et un étage d'apogée italien de 400 mm intégré à la charge utile.

6-Les deux étages P0.6 de 650 mm de diamètre déjà construits seront réaffectés comme étages supérieurs des deux fusées Tibère de l'ONERA.

7-Aviation Magazine N°439, 15 mars 1966

8-"Conséquences de l'attitude britannique vis-à-vis du CECLES", Documents diplomatiques français, Note 133/QS du 4 juin 1966

9-Le projet Diogène comportait, en plus de moteurs de missiles stratégiques, un gros propulseur solide P40 de la SNECMA et un étage cryogénique H3.5 de la SEPR.

10-Air et Cosmos N°158, 25 juin 1966

11-World-wide Space Activities, US Gov. Print. Of-

face, p.154, septembre 1977

12-Aviation Week, 29 juin 1967

13-Air et Cosmos N°266, 2 novembre 1968

14-Aviation magazine N°564, 15 juin 1971

15-La SNIAS (Société Nationale Industrielle Aérospatiale), qui deviendra Aérospatiale, a été créée en 1970 par la fusion de Sud Aviation, Nord Aviation et SEREB.

16-Air et Cosmos N°485, 2 juin 1973 ; Aviation Week, 9 juillet 1973.

17-Air et Cosmos N°158, 25 juin 1966.

18-Les activités Propulsion du LRBA ont été intégrées à la SEP en octobre 1971.

19-Air et Cosmos N°391, 5 juin 1971.

20-Air et Cosmos N°373, 30 janvier 1971.

21-Aviation Week, 7 February 1972.

22-Air et Cosmos N°386, 2 mai 1971.

23-Air et Cosmos N°136, 22 janvier 1966

24-Air et Cosmos N°266, 2 novembre 1968

25-Air et Cosmos N°391, 5 juin 1971

Il y a 60 ans, Surveyor-1 devient la première sonde américaine à se poser en douceur sur la Lune

par Yves Blin, secrétaire général de l'IFHE

1 - La sonde Surveyor

A la surface de la Lune la sonde Surveyor-1 mesure 3 mètres de haut avec une empreinte au sol maximale de 4,27 mètres au sol. Sa masse au décollage est de 885 kg. Sur le sol lunaire sa masse a été estimée à environ 300 kg.

1.1 – Architecture générale

La structure, constituée d'un treillis de tubes d'aluminium, a la forme d'un triangle équilatéral, avec une jambe d'atterrissage disposée à chaque sommet. Chaque jambe comprend une jambe de force inférieure fixe articulée à la base, et une jambe de force télescopique supérieure fixée plus haut sur la structure principale via un amortisseur du même type que celui que l'on trouve sur les avions. Afin de pouvoir placer la sonde sous la coiffe du lanceur, les jambes sont rabattues sur la structure (Cf. Fig 1).

Chaque jambe du train d'atterrissage est équipée à son extrémité d'un patin. Le patin est un cylindre en nid d'abeille d'aluminium écrasable de 30,5 cm de diamètre et 12,8 cm d'épaisseur

qui a pour rôle d'absorber une partie de l'énergie due la vitesse verticale résiduelle au moment de l'atterrissage et d'assurer la stabilité de l'engin au sol. La surface supérieure du patin comporte une charnière qui permet à la jambe du train d'atterrissage de pivoter et d'assurer un contact ferme du patin avec le sol. Pour absorber le reste de

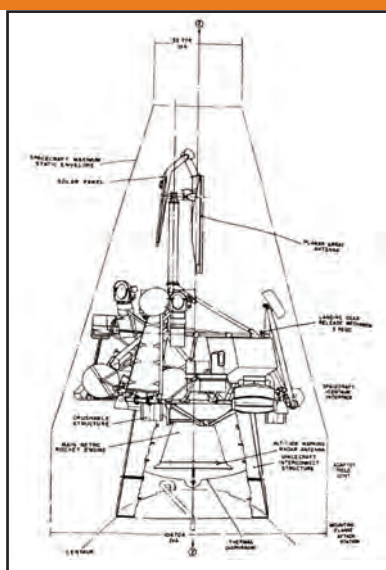


Fig 1 : Configuration de la sonde sous coiffe.

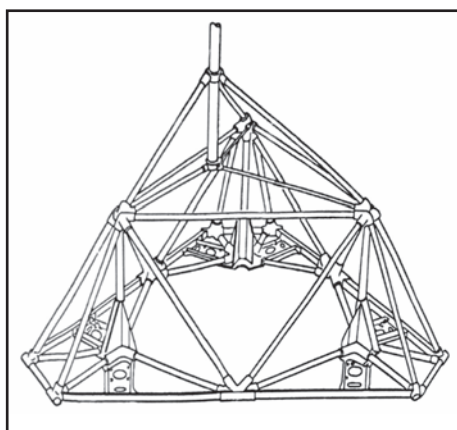


Fig 2 : Structure en treillis de la sonde Surveyor-1.

l'énergie cinétique chaque jambe du train d'atterrissage comprend dans sa partie supérieure un amortisseur en nid d'abeilles en aluminium de 18 cm de diamètre et 20 cm de long,

La structure en treillis est asymétrique, l'apex est décalé par rapport à la jambe n° 1 (Cf. Fig 2) et un mât fixé à ce point supporte le panneau solaire et l'antenne plate à haut gain. Le mât comprend une section fixe et une section supérieure mobile pour permettre simultanément au panneau solaire de faire face au Soleil et à l'antenne haut gain de faire face à la

Terre. Pour le lancement, le panneau solaire est placé à plat contre le mât. Après le lancement, une fois que la sonde s'était orientée pour diriger le mât vers le Soleil, le panneau est alors relevé de 90 degrés. L'antenne à haut gain élevé n'est prévue d'être déployée qu'une fois que le véhicule est sur la surface lunaire et son orientation est pilotée depuis le centre contrôle au sol. Pendant le vol vers la Lune et la phase

de descente vers la surface lunaire, les communications entre la sonde et le sol sont réalisées via les petites antennes omnidirectionnelles coniques situées à l'extrémité de deux mats articulés qui sont repliés sur la structure pendant la phase de lancement.

Deux compartiments dont la température interne

est régulée sont fixés sur les côtés de la structure triangulaire, Ils contiennent les équipements électroniques sensibles. Chaque compartiment dispose d'un plateau sur lequel sont montés les équipements et d'une enveloppe intérieure et d'une enveloppe extérieure, entre lesquelles est insérée une couverture isolante de 75 feuilles de mylar aluminisé. La surface supérieure de chaque compartiment comprend un radiateur de type OSR (Optical Solar Reflector).

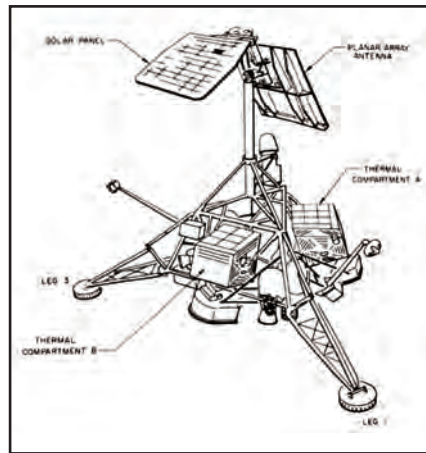


Fig 3 : Vue d'ensemble de la sonde.

Le compartiment «A», dont la température intérieure est maintenue entre 5°C et 52°C, abrite deux émetteurs, deux récepteurs, la batterie principale, le régulateur de charge, l'interrupteur d'alimentation principal et les appareils auxiliaires. Le compartiment 'B', dont

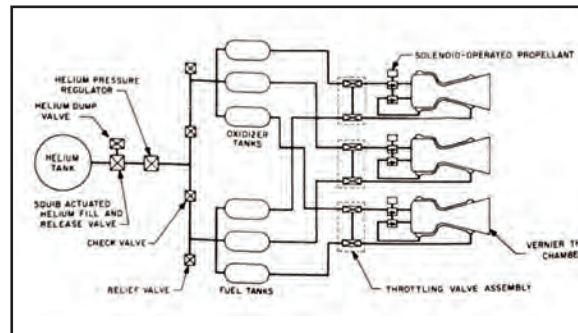


Fig 4 : Schéma simplifié du système de propulsion vernier.

la température intérieure est maintenue entre -18°C et 52°C, abrite le décodeur de commande central et les différents processeurs de traitement de signal. Chaque plateau de compartiment est équipé de capteurs de température dont les mesures sont transmises au sol par télémétrie, de résistances chauffantes pour éviter que leur température descende sous la limite basse et d'interrupteurs thermiques qui permettent de dissiper le surplus de chaleur via le radiateur placé sur la face supérieure de l'enveloppe afin de rester en dessous de la température maximale. Tous les équipements non logés dans ces compartiments sont montés directement sur la structure et reposent sur des motifs de peinture et des surfaces polies pour une régulation thermique passive.

1.2 – Système de contrôle d'attitude

L'attitude de la sonde est contrôlée pendant le vol Terre-Lune par des propulseurs à gaz froid alimentés par un seul réservoir sphérique d'une capacité de 2 kg d'azote sous haute pression. Ces propulseurs sont montés tête bêche par paire sur chaque jambe du train d'atterrissage. Les propulseurs de la jambe n° 1 assurent le contrôle du roulis. Les propulseurs des deux autres jambes assurent le contrôle du tangage et du lacet. Compte tenu de la position des propulseurs sur

les jambes d'atterrissage et afin d'assurer une autonomie de contrôle d'attitude dès la séparation de la sonde de l'étage Centaur, les jambes d'atterrissage sont déployées avant la libération du vaisseau spatial par le Centaur.

1.3 – Systèmes propulsifs

La rétrofusée à propergol solide, qui assure la plus grande partie de la descente propulsée vers la Lune, est fournie par la Thiokol Chemical Corporation, à Elkton, Maryland. Sa poussée varie entre 35 600 et 44 500 Newtons selon la température du moteur avant son allumage qui est conditionnée par l'illumination solaire. Sa mission est de ralentir la vitesse de la sonde lors de l'approche de la surface lunaire de 2 700 m/s à environ 110 m/s. La

tuyère de ce moteur dépassant le plan des patins du train d'atterrissage, Le moteur doit être largué dès la fin de son fonctionnement la masse de ce moteur représente les deux tiers de la masse au lancement de la sonde Surveyor.

Le système de propulsion vernier (Cf. Fig 4) comprend trois moteurs à hypergols (MMH/N2O4) fournis par la division des moteurs de réaction de la Thiokol Chemical Corporation, à Denville, New Jersey. Il a la charge de la manœuvre de mise-course pendant le vol Terre-Lune, de la stabilisation du véhicule pendant la combustion de la rétrofusée et de la phase finale de la descente après le largage de la rétrofusée. Chaque moteur vernier possède ses propres réservoirs de carburant et d'oxydant, les propergols étant forcés par des vessies pressurisées par de l'hélium provenant d'un réservoir commun aux trois moteurs., Chaque moteur vernier peut moduler sa poussée entre 133 et 463 Newtons. Le moteur vernier de la jambe n° 1 peut pivoter pour assurer le contrôle du roulis, alors que les autres sont fixes.

1.4 -Système de commande/contrôle

Pour la conception de Surveyor, il a été décidé minimiser la complexité du vaisseau spatial en limitant l'autonomie de la sonde. Cela a conduit à augmenter les types de commande (256 au total)

pouvant être envoyés à la sonde mais le nombre de canaux de télémétrie (100). En fait, Surveyor-1 est le premier engin spatial entièrement dépendant des commandes envoyées par le centre de contrôle au sol. Ceci a conduit à la nécessité d'utiliser des liaisons de communications en bande S pour disposer d'une grande bande passante.

Pour fiabiliser au mieux les communications entre la sonde et la Terre, la sonde Surveyor-1 emporte deux récepteurs et deux émetteurs. Chaque émetteur est connectée à une antenne omnidirectionnelle et à l'antenne à haut gain. Les données techniques (températures, tensions, courants, pressions, positions des interrupteurs, etc.) sont échantillonnées séquentiellement par quatre commutateurs par le processeur de traitement du signal d'ingénierie et converties en mots de 10 bits par un convertisseur analogique-numérique pour la transmission vers la Terre. Le signal vidéo provenant de la caméra TV étant déjà au format numérique, le signal vidéo d'imagerie est envoyé directement à l'émetteur. Les données liées au réglage de la caméra lors de chaque prise de vue sont transmises en parallèle via le canal télémétrique bas débit.

1.5 – Système énergie

Le sous-système d'alimentation du vaisseau comprend le panneau solaire, la batterie principale, la batterie auxiliaire, le régulateur de charge et l'électronique associée. Le panneau solaire compte 960 cellules qui peuvent délivrer jusqu'à 85 watts. La batterie principale est constituée de 14 cellules argent-zinc, et délivre 22 volts de courant continu et a une capacité de 3 800 watt-heures à un débit de 1 ampère. C'est la seule source d'énergie après la coupure de l'alimentation sol pour le lancement. Le panneau solaire est la principale source d'énergie pendant le vol Terre-Lune et en plein jour sur la Lune, la batterie principale complétant la fourniture en énergie aux heures de forte demande. Chaque fois qu'il y a un surplus d'énergie provenant du panneau solaire, celui-ci sert recharger la batterie principale. La batterie auxiliaire argent-zinc est installée dans une enceinte en magnésium scellée montée à l'extérieur sur la structure en treillis. Elle est non rechargeable, avec une capacité maximale de 1 000 watt-heures, et doit servir de secours à la batterie principale. Comme le mouvement du Soleil dans le ciel lunaire n'est que de 0,5 degré par heure, il n'est pas nécessaire d'un système autonome pour localiser le Soleil et maintenir le pan-

neau solaire tourné vers lui. Ainsi, toujours dans un souci de simplification, après l'atterrissage, l'orientation du panneau est réglée et ajustée par des commandes émises par le centre de contrôle. Pour fiabiliser au mieux les communications entre la sonde et la Terre, la sonde Surveyor-1 emporte deux récepteurs et deux émetteurs. Chaque émetteur est à une antenne omnidirectionnelle, l'antenne à gain élevé. Les données techniques (températures, tensions, courants, pressions, positions des interrupteurs, etc.) sont échantillonnées séquentiellement par quatre commutateurs par le processeur de traitement du signal d'ingénierie et converties en mots de 10 bits par un convertisseur analogique-numérique pour la transmission vers la Terre. Le signal vidéo provenant de la caméra TV étant déjà au format numérique, les données d'imagerie sont envoyées directement à l'émetteur. Les données liées au réglage de la caméra lors de chaque prise de vue sont transmises en parallèle via le canal télémétrique bas débit.

2 - Les objectifs du vol de Surveyor-1

Les objectifs principaux de la première sonde Surveyor sont de démontrer la capacité du vaisseau à effectuer une manœuvre au cours du vol Terre-Lune puis une descente propulsée vers un atterrissage en douceur sur la Lune à l'aide d'un système de moteurs-fusées à poussée variable. Cette mission a aussi pour but de montrer la capacité que le système à longue distance de la NASA, le Deep Space Network, à maintenir le contact avec le véhicule, tant en vol qu'à la surface lunaire. Les objectifs secondaires consistent à obtenir des données techniques sur les systèmes du vaisseau spatial à toutes les phases de la mission. Compte tenu des contraintes de lancement, de la nécessité d'avoir une trajectoire quasi-verticale de la sonde lors de la phase descente propulsée, et d'avoir une zone d'atterrissage exempte de cratères, de rayons et de crêtes, la cible d'atterrissage pour Surveyor-1 se trouve dans le secteur nord dans l'anneau Flamsteed, un ancien cratère de 110 km de diamètre.

Surveyor-1 étant un modèle d'essai d'ingénierie, la sonde n'embarque pas d'équipement scientifique. Néanmoins des données scientifiques sont attendues du vol de la sonde. Ainsi l'exploitation des données du radar de descente va permettre de fournir des informations sur la réflectivité radar de la surface lunaire et la surveillance de la température à bord de l'engin va donner un aperçu

sonde Surveyor-1 est accouplée à son lanceur, et la capacité de son système radio à communiquer avec les installations de communications du Cap est vérifiée. Le 26 avril est effectué un vol simulé jusqu'au largage de la sonde. Surveyor-1 est ensuite ramené à son hangar, et entre le 14 et le 16 mai, les ergols liquides du système propulsif vernier sont chargés et la rétrofusée à propergol solide est installée. Les dernières vérifications sur la sonde se terminent le 24 mai. Le vaisseau est réinstallé sur son lanceur le 26 mai. Trois jours plus tard, Surveyor-1 fait l'objet d'un ultime test de contrôle. Le compte à rebours commence le 30 mai 1966 à 08 h 30 GMT. Tout se déroule sans incident jusqu'à la marque T-90 minutes à 11h50 GMT, moment où la pause prévue d'une heure dans le planning commence. Lorsque le compte à rebours reprend à 12 h 50 GMT, les événements se enchaînent sans encombre jusqu'au lancement à 14 h 41 mn 01 s GMT (Cf. Fig 6). Considérant qu'il s'agit de la première mission opérationnelle à la fois pour un nouveau lanceur et un nouveau vaisseau spatial, cela est tout à fait remarquable.

La première phase de vol, où les moteurs booster et sustainer de l'étage Atlas fonctionnent en même temps, est guidée par un pilote automatique inertiel programmé. Après l'arrêt des deux moteurs boosters et leur largage, l'Atlas poursuit son vol sous la seule poussée de son moteur sustainer sous le contrôle du système de guidage inertiel de l'étage supérieur Centaur. Le Centaur possède quatre panneaux latéraux pour isoler son réservoir d'hydrogène cryogénique de l'échauffement aérodynamique lors de la montée dans les couches denses d'atmosphère terrestre. Les panneaux sont largués à une altitude de 92 km permettant d'alléger le lanceur de 540 kg. La coiffe en fibre de verre est larguée à 120 km. Après la fin de fonctionnement de l'Atlas après 240 secondes de vol, intervient la séparation de l'étage Centaur. Les moteurs RL-10 du Centaur commencent leur poussée 9,6 secondes après le largage par l'Atlas



Fig 6 : Lancement de Surveyor-1.

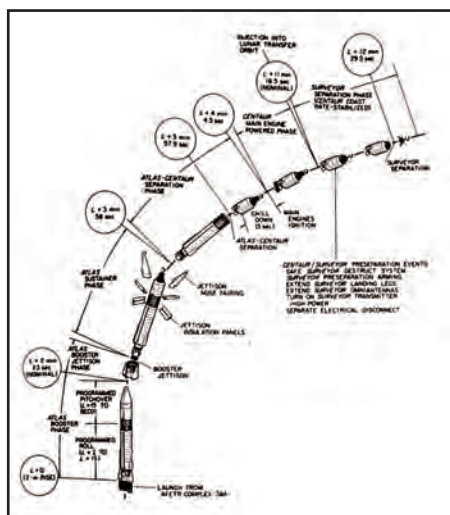


Fig 7 : Les principales phases de vol du lancement de Surveyor-1.

à une altitude de 155 km. Le Centaur poursuit son vol propulsé pendant 438,4 secondes jusqu'à ce que le système de guidage détecte qu'une vitesse de 10,514 km/s est atteinte. Au moment de l'injection sur la trajectoire vers la Lune, le véhicule est à une altitude de 166 km et à 3 600 km au sud-est du Cap Canaveral.

L'étage Centaur envoie alors à la sonde Surveyor-1, via la liaison ombilicale reliant les deux engins, les commandes de déploiement de ses trois jambes du train d'atterrissage et de ses deux antennes bas gain ainsi que la permutation de l'émetteur de la sonde en mode haute puissance. Ces commandes transmises, l'étage Centaur libère à 14 h 53 mn 38 s la sonde Surveyor qui s'éloigne à une vitesse relative de l'ordre de 0,3 m/s.

Surveyor-1 active rapidement les propulseurs à gaz froid de son système de contrôle d'attitude pour se stabiliser. Le vaisseau spatial manœuvre ensuite automatiquement pour acquérir le Soleil. Pour cela il opère dans un premier temps une mise en roulis à une vitesse angulaire de 0,5 degré par seconde pour permettre au capteur solaire large champ (10° x 196°) de détecter le Soleil. La détection du Soleil

acquise, la sonde stoppe sa manœuvre en roulis et engage un mouvement en lacet afin de permettre au détecteur solaire champ étroit de se caler sur le Soleil ce qui est acquis à 15 h 00 mn 34s GMT. A 15 h 03 mn 20s, des boulons explosifs sont actionnés pour libérer le panneau solaire. Puis un moteur pas à pas fait alors pivoter le générateur solaire de 90 degrés pour le placer face au Soleil et permettre de générer l'énergie électrique afin de commencer à recharger la batterie principale. La première station du Deep Space Network à acquérir le véhicule après l'insertion sur la trajectoire Terre Lune est celle de Johannesburg, en Afrique du Sud. Cette station récupère ainsi les données télémétriques de Surveyor-1 pour vérifier l'état de santé du vaisseau spatial. Les données acquises ne révèlent qu'un seul problème, en l'occurrence une incertitude sur le bon déploiement de la perche de l'antenne omnidirectionnelle 'A' (située au-dessus de la jambe n° 1) – le

capteur chargé de signaler cet événement ne l'ayant pas fait. À 15 h 20 mn 42s, l'émetteur est remis sur le mode faible puissance. Une commande est envoyée à 16 h 21 mn 21s pour tenter de déployer l'antenne, mais sans succès. Cela n'entrave cependant pas les communications pendant la croisière vers la Lune, mais les ingénieurs se réunissent pour examiner les implications de ce non-déploiement pour la phase de descente vers la surface lunaire.

L'opération suivante mise en œuvre via une commande transmise par le centre de contrôle du Jet Propulsion Laboratory (JPL) est l'acquisition de l'étoile Canopus par le capteur dédié placé sur la sonde afin de permettre à l'engin d'avoir une seconde référence pour son contrôle d'attitude. La manœuvre en roulis pour détecter Canopus commence à 18 h 53 mn 39s. Après une 220 degrés, l'étoile apparaît enfin dans le champ de vision du capteur, mais hélas le capteur n'arrive pas à se verrouiller automatiquement sur l'étoile. Le JPL autorise le véhicule à réaliser une rotation supplémentaire de 360 degrés, et lorsque l'étoile réapparaît à 19 h 13 mn 20 s dans le champ du senseur Canopus, le verrouillage du capteur est commandé par la Terre. En cas de perte d'attitude de croisière par le vaisseau, le système de contrôle de vol utiliserait les gyroscopes à 3 axes de son système inertiel pour tenter de se redresser.

Après sa séparation de l'étage Centaur la sonde se trouve sur une orbite elliptique terrestre avec un périhélie à 160 km d'altitude et un apogée à 384 000 km d'altitude avec comme point prévisionnel d'interception de la surface lunaire qui est légèrement à l'ouest du cratère Hansteen, de 45 km de diamètre, à environ 400 km au sud-ouest de la cible. Une manœuvre, planifiée sur le plan de vol, est alors confirmée pour corriger ce décalage mais aussi affiner la vitesse relative de la sonde par rapport à la Lune au moment de la phase de descente. Le 31 mai, le véhicule quitte son attitude de croisière et tourne sous guidage inertiel vers l'attitude pour cette manœuvre. A 06 h 08 mn 25s GMT, le vaisseau commute son émetteur sur le mode puissance élevée, et passe en mode débit télémétrique élevé deux minutes plus tard. La manœuvre en roulis est lancée à 06 h 30 mn 13 s GMT, celle en lacet est initiée à 06 h 34 mn 48 s, et l'attitude souhaitée pour l'impulsion de correction de trajectoire est acquise à 06 h 36mn GMT. Les 3 moteurs verniers sont mis à feu à 06 h 45 mn 03s. L'impulsion de vitesse requise de 20,3 m/s est obtenue après 20,8 secondes de combustion. Après cette correction de trajectoire le JPL détermine que le point d'arrivée est à moins de 16 km du centre du cercle cible. Toujours sous guidage inertiel, le vais-

seau lance une manœuvre en lacet inverse à 06 h 52 mn 55s et puis celle en roulis inversé à 06 h 58 mn 02s. Surveyor-1 retrouve son pointage vers le Soleil à 07 h 00mn 55s. Il est décidé de reporter la réacquisition de Canopus afin d'effectuer un test technique de mesure la dérive du gyroscope de roulis sur une période de 3 heures.

Quinze heures avant l'arrivée prévue du Surveyor 1 sur la Lune les ingénieurs du JPL se réunissent afin d'adapter le plan de vol pour tenir compte du non-déploiement de l'antenne omnidirectionnelle A. Il est finalement décidé de modifier les manœuvres de changement d'attitude précédant la mise à feu de la rétrofusée à propergol solide afin que l'antenne B, située entre les jambes n° 2 et 3, ne soit pas masquée par la structure du vaisseau spatial pendant la descente. Mais le choix de cette nouvelle attitude conduit à ne rendre inopérant le panneau solaire. Le JPL met donc en service les deux batteries de l'engin à 01 h 23 mn le 2 juin, soit environ 5 heures avant d'initier la descente. Conformément au plan de vol initial, la manœuvre pré-rétro commence 38 minutes avant la phase initiale de la descente. Elle commence par un roulis de +89,3 degrés qui débute à 05 h 36 mn 46 s et dont la durée est de 3 minutes. Puis suit une manœuvre en lacet de +60,0 degrés à 05 h 41 mn 47 et dure 2 minutes. La deuxième manœuvre en roulis est celle qui a été rajoutée pour pallier le non-déploiement de l'antenne omnidirectionnelle A. Le changement de l'angle de roulis de +94,2 degrés commence à 05 h 45mn 7 s et dure un peu plus de 3 minutes permet visait que l'antenne omnidirectionnelle 'B' est une ligne de vue dégagée sur la Terre, tant lors de la descente que des opérations en surface, jusqu'à ce que l'atterrisseur puisse déployer son antenne à gain élevé.

Une caméra TV a été placée à l'intérieur de la jambe n° 2 avec une orientation vers le bas colinéaire à l'axe longitudinal de la sonde. Une fois la manœuvre pré-rétro terminée, le plan de vol initial prévoyait que cette caméra d'approche, disposant d'un champ de vision de 6,4 ? 6,4 degrés, prenne une série de 100 images, à la manière des sondes Ranger, entre les altitudes de 1800 km et 100 km. Mais en raison de la complexité de la phase de descente, il a été décidé avant le lancement que la caméra d'approche ne sera pas utilisée pour cette première mission du programme Surveyor.

Le radar altimètre est mis en marche à 06 h12 mn 58 s soit seulement 2 minutes avant le début prévu de la descente. Ce radar impulsional à magnétron est orienté vers le bas sur l'axe longitudinal du véhi-

cule, et sa tâche unique est d'alerter le système de contrôle de vol lorsque la barre des 100 km est atteinte. C'est à partir de ce moment que le vaisseau effectue la descente de manière totalement autonome. Les performances de la rétrofusée dépendent de sa température d'allumage, des capteurs ont surveillé sa température pendant la phase de croisière Terre-Lune afin de permettre aux équipes au sol de calculer la durée de sa combustion. Avec la connaissance de la trajectoire issue du suivi trajectographique et des performances probables du moteur, les ingénieurs ont pu calculer à quelle altitude le moteur devait être allumé afin que la fin de combustion intervienne à l'altitude souhaitée. La vitesse du véhicule étant connue grâce aux données trajectographiques, il est donc simple pour le Space Flight Operations Facility du JPL de calculer combien de temps après avoir reçu la « marque » des 100 km le système de contrôle de vol doit attendre avant d'initier la séquence rétro. Le délai calculé est de 7,826 secondes. L'approche initiale se fait à 6,1 degrés par rapport à la verticale locale. A 06 h 4 mn 39,708 s le radar altimètre mesure le passage aux 100 km. Le système de propulsion vernier est allumé après le délai programmé, et la rétrofusée 1,1 seconde plus tard. A ce moment la sonde a une vitesse à 2 611 m/s. Comme le radar altimètre n'est plus utile après avoir fourni la marque des 100 km, et afin de réduire autant que possible la masse de la sonde il est éjecté au moment par la pression du gaz de l'allumeur au moment de la mise à feu de la rétrofusée.

La trajectoire a une tendance naturelle à se redresser vers la verticale à mesure que le véhicule ralentit, mais à cette phase de la descente, le système de contrôle de vol pilote individuellement les moteurs verniers pour maintenir l'attitude de pré-allumage en utilisant les données des gyroscopes à trois axes de son système inertiel. D'après la vitesse attendue lors de l'extinction de la rétrofusée, la poussée totale des trois verniers est calée à 863 Newtons par suite des instructions envoyées du sol peu avant la mise en route du radar altimètre. Par suite d'un parfait alignement de l'axe de la tuyère de la rétrofusée, l'attitude de la sonde pendant le fonctionnement va rester très stable. Le seul événement transitoire affectant l'attitude est lié au déploiement de l'antenne omnidirectionnelle A.

Avec la combustion du propergol solide de la rétrofusée, la décélération augmente au fur et à la mesure de la descente passant de quatre fois la gravité terrestre à l'allumage à dix fois juste avant la fin de combustion. À 06 h 15 mn 27,957 s, soit 39 secondes

après l'allumage de la rétrofusée, un accéléromètre mesure une chute brutale de la poussée sous la barre des 16 000 Newtons. C'est l'indication de la fin de combustion au sein de la rétrofusée qui permet au système de contrôle de vol de la sonde d'initialiser les actions post fin de combustion de la rétrofusée. Un délai d'environ 9 secondes est prévu pour que la poussée résiduelle du moteur diminue encore afin de pouvoir larguer en toute sécurité la rétrofusée. À 06 h 15 mn 39,956 s, des boulons explosifs sont déclenchés pour assurer le largage de la rétrofusée. En même temps, la poussée des moteurs verniers est réglée pendant plusieurs secondes sur la valeur maximale afin d'assurer une séparation nette de la sonde vis-à-vis de la rétrofusée. Pendant le fonctionnement de la rétrofusée, l'angle entre le vecteur poussée et le vecteur vitesse du véhicule va augmenter jusqu'à 5,5 degrés.

Pour la phase de descente propulsée, la sonde utilise le système RAVDS (altimètre radar et le capteur de vitesse Doppler est fourni par Ryan Electronics de San Diego, Californie. L'un de ses deux sous-systèmes du RADVS est un altimètre radar à micro-ondes continues modulées en fréquence avec son faisceau pointant vers le bas parallèlement de l'axe longitudinal pour mesurer la distance au sol. Le second sous-système est un radar Doppler autodyne cohérent à ondes continues à trois faisceaux. Le signal en sortie d'un seul klystron est réparti de manière égale entre les trois cornets émetteurs, et le décalage en fréquence (effet doppler) des signaux réfléchis par la surface lunaire est mesuré pour en déduire les composantes latérales de la vitesse du véhicule par rapport à la surface lunaire. Comme ces valeurs étaient mesurées dans le référentiel du vaisseau, elles peuvent être transmises directement au système de contrôle de vol. Les données du RAVDS sont utilisées pour la première fois à 06 h 15 mn 42,093 s, la distance au sol est de 8,47 km soit l'altitude compte tenu du très faible écart entre la direction du vecteur de vitesse à la fin de la combustion de la rétrofusée par rapport à la verticale, et la vitesse totale est de 131 m/s. Comme le véhicule a maintenu sa poussée le long du vecteur de vitesse existant au moment de l'allumage de la rétrofusée, le décalage de 5,5 degrés conduit à ce que la vitesse longitudinale est de 129,5 m/s. Dès que le radar altimètre devient opérationnel à l'altitude de 11 km, le contrôle d'attitude est basculé de l'inertiel au radar, et le véhicule aligne immédiatement son axe de poussée avec le vecteur de vitesse instantané pour initier le «virage gravitationnel» qui fait passer la tra-

jectoire à la verticale. Les verniers voient leur une poussée totale réduite à environ 490 Newtons pour obtenir une décélération constante de 0,9 fois la gravité lunaire, de sorte qu'à mesure que le véhicule tombe vers la surface lunaire, il n'accélère qu'à 0,1 fois la gravité lunaire. La sonde rejoint la trajectoire optimale de descente dans le plan distance sol-vitesse à 06 h 16 mn 05,893, s alors que la distance au sol est 5,5 km et la vitesse de 135 m/s. A partir de ce moment, une commande en boucle fermée permet d'adapter la poussée des moteurs verniers pour contrôler la vitesse de descente afin de suivre la trajectoire optimale. Au passage de la marque des 305 mètres à 06 h 17 mn 10,494 s, la trajectoire de la sonde est verticale avec un taux de descente de 31,4 m/s.

À 06 h 17 mn 28,719 s, lorsque le RADVS indique la marque de 3 m/s à une hauteur de 13 mètres, le système de contrôle de vol enclenche le maintien d'attitude » et ralentit pour se stabiliser à un taux de chute à 1,5 m/s. avec une vitesse latérale inférieure à 0,6 m/s. Lorsqu'à 06 h 17 mn 34,169 s le RADVS détecte que les patins du train d'atterrissage se trouvent à 3,66 m (12 pieds) au-dessus de la surface et commande l'arrêt des moteurs verniers afin de minimiser l'érosion du sol lunaire par les jets de gaz émanant de ces moteurs. La fin de la descente de la sonde se fait donc en chute libre. Surveyor-1 touche finalement la surface lunaire à 06 h 17 mn 35,7 s avec une vitesse verticale de 3,5 m/s, soit 12 km/h, et une vitesse horizontale inférieure à 0,3 m/s. L'axe longitudinal de la sonde n'était pas strictement vertical au moment de l'alunissage, c'est le patin de la jambe n°2 du train d'atterrissage qui touche en premier la surface lunaire puis celui de la jambe n°1 en enfin celui de la jambe n°3 avant que la sonde rebondisse sur une hauteur de 6 cm avant de se stabiliser définitivement sur le sol lunaire. Le système de référence inertiel indique que la sonde s'est stabilisée à moins de 1 degré de la verticale.

Surveyor-1 a atterri sur la Lune ! Au JPL au moment où le commentateur indique l'atterrissage, Gene Shoemaker, qui est à la tête de l'équipe en charge de la caméra TV équipant la sonde, s'exclame : « Mon Dieu, elle a atterri ! » Il avait estimé que la probabilité d'un atterrissage réussi lors de la première tentative n'était pas supérieure à environ 10 %.

L'alunissage effectué, la première tâche des équipes au sol est d'analyser les données télémétriques pour connaître l'état de la sonde. Il s'avère très bon. La phase de descente a consommé 54,3 kg d'ergols. Sachant qu'au lancement la sonde embarquait 83,5

kg et que la manœuvre de correction de trajectoire lors du vol Terre-Lune avait requis 7,5 kg, les réservoirs d'ergols des moteurs verniers contiennent 21,7 kg après l'atterrissage. Afin d'éviter tout incident lié à cette masse d'ergols encore présente à bord le JPL envoie à 6 h 27 mn une télécommande pour vider le réservoir d'hélium servant à pressuriser les réservoirs d'ergols.

L'alunissage de Surveyor intervient 57 heures après le lever du soleil sur le site d'atterrissage le 30 mai. Le Soleil est alors 28 degrés au-dessus de l'horizon Est, et il reste environ 290 heures avant le coucher du soleil. La première trame TV 200 lignes est transmise à l'aide de l'antenne omnidirectionnelle «B» et est reçue par la station de Goldstone à 06 h54. La station procède à la conversion des données image sous forme vidéo afin de les sauvegarder ainsi que la télémétrie associée, sur bande magnétique. La vidéo est par ailleurs relayée en temps réel au JPL qui la sauvegarde sur une pellicule photo de 70 mm, tout en l'affichant en parallèle sur des moniteurs du centre de contrôle et transmise aux médias américains et européens. Cette première image grand angle montre le patin de la jambe d'atterrissage n°2 et la surface lunaire adjacente. On observe que le patin ne s'est enfoncé dans le régolithe lunaire que de quelques centimètres et que sa partie écrasable ne présente pas de signe de déformation C'est une excellente nouvelle pour les ingénieurs d'Apollo, car bien que le module lunaire soit beaucoup plus lourd que le Surveyor, ses pattes sont dimensionnées pour exercer la même pression sur la surface lunaire.

Après un total de 11 photos prises au cours des 50 minutes suivantes pour inspecter la zone située entre les patins des jambes n° 2 et 3 du train d'atterrissage, le JPL transmet l'ordre d'orientation du panneau solaire vers le Soleil panneau solaire. La manœuvre d'orientation du générateur se termine à 08 h 56 et la charge de la batterie est lancée. Dans un second temps c'est l'antenne à gain élevé qui est déployée. Avec le Soleil et la Terre situés dans le ciel, il était possible d'estimer préliminaire l'orientation de l'atterrisseur à la surface – la jambe n° 1 se révèle tournée vers l'Ouest, et la caméra TV située entre les deux autres jambes du train d'atterrissage est du côté Est. À 09 h 40, la caméra TV est passée en mode 600 lignes.

En mode 600 lignes, la résolution de la surface à côté du pied de la jambe d'atterrissage n°2, qui se situe à une distance 1,6 mètre du miroir de la caméra TV, est de 0,5 mm. L'aspect de la surface ne

ressemble pas du tout à ce que le géologue Gerard Kuiper attend. Il semble s'agir d'une couche de matériaux à grain fin dont la densité est évaluée, grâce à la connaissance des conditions dynamiques de l'alunissage dynamique, entre 1 et

1,5 gr/cm³. Le fait le plus intrigant à l'examen de ces premières images du sol lunaire à haute résolution est que l'albédo de la surface non perturbée par l'atterrissage est de 6 %, alors que le matériau perturbé le long des patins du train d'atterrissage est généralement un tiers plus foncé, soit 4 %.

Surveyor-1 prend ensuite 120 images grand angle pour afin de générer au sol une vue panoramique du site grâce à une technique de mosaïquage développée par Raymond Batson de l'US Geological Survey. Ce panorama révèle une plaine doucement ondulante, parsemée de cratères et jonchée de débris fragmentés.

Avec le miroir de l'appareil positionné à 1,2 mètre au-dessus du sol, l'horizon était à environ 2 km. Six formations à l'horizon, dans un arc s'étendant du nord-est au nord-ouest, sont clairement des collines lointaines. La plus remarquable de ces formations est une crête au nord-est. Grâce à des observations effectuées au sol de la zone avant le lancement de Surveyor, la NASA arrive à affiner la localisation de la zone où a effectivement aluni Surveyor-1. Des images prises par Lunar Orbiter 1 en août 1966 permet de retrouver les formations géologiques vues à l'horizon sur le panorama pris par la sonde et d'affiner la position de l'atterrisseur à quelques kilomètres près. La sonde Lunar Orbiter 3 réussira à photographier le 22 février 1967 la sonde Surveyor-1 qui apparaît comme un objet lumineux avec une ombre longue et fine (Cf. Fig 9). Lors de la mission de cartographie du Lunar Orbiter 4 en mai 1967, le site d'atterrissage de Surveyor-1 est de nouveau photographié ce qui va permettre d'affiner la localisation de la sonde à 600 mètres et qui va permettre de confirmer que Surveyor-1 a aluni à moins de 15 km du point de visée.

Le 3 juin, le Surveyor 1 envoie des séries d'images utilisant ses trois filtres pour permettre de produire une image couleur du pied de la jambe n° 2 du



Fig 8 : Panorama du site de Surveyor (image ayant fait l'objet d'un traitement).

train d'atterrissage. Il s'avère que le seul objet affichant de vraies couleurs est la cible photométrique circulaire – la Lune semble être une gradation de gris, avec des ombres noires. Il faut plusieurs jours pour accumuler les 1.000 images nécessaires à un panorama en haute résolution.

A 12 h 55 le 4 juin, puis de nouveau à 09 h 46 le 6 juin, une expérience est menée pour déterminer si l'allumage d'un propulseur du système de contrôle d'attitude à gaz froid cause une quelconque érosion de la surface lunaire. Rappelons que ces propulseurs sont montés au niveau des patins des jambes du train d'atterrissage. Le propulseur de la jambe n° 2 est choisi car une de ses tuyères est bien orientée par rapport à la surface lunaire à 15 cm au-dessus. Le propulseur est donc actionné pendant 4,5 secondes de manière pulsée (20 millisecondes de fonctionnement séparés par une pause de 30 millisecondes). Il délivre une poussée de 0,06 livre à un angle de 72 degrés par rapport au sol. Ce cycle de 4,5 secondes est répété plusieurs fois. Un total de 30 photos sont prises avant, pendant et après cette activité. On observe sur ces images de légères marques au sol dans la zone où le jet aurait pu entrer en collision avec la surface, mais malheureusement, il n'a pas été possible de prouver sans aucun doute que cela avait été causé par l'expérience.

En raison de la modification de l'angle de roulis pour la descente afin de maximiser la force du signal de l'antenne omnidirectionnelle B, l'orientation du véhicule à l'atterrissage a permis à la caméra de passer beaucoup de temps à l'ombre des réseaux montés sur les mâts, et a ainsi pu fonctionner à des angles solaires plus élevés que prévu. Cela a permis de réaliser plusieurs images grand angle pour surveiller l'évolution de l'éclairage. En particulier, un panorama à 360 degrés a été réalisé en couleur pour mesurer la réflectance spectrale de la surface à proximité de l'atterris-



Fig 9 : Image Lunar Orbiter 3 où l'on distingue l'ombre de Surveyor-1 à la surface de la Lune.

seur. Le fait que les blocs grossiers aient un albédo plus élevé que la surface les rendait très faciles à observer à midi. Comme le site d'atterrissage se trouvait à 2,5 degrés au sud de l'équateur lunaire, le plus haut niveau où le Soleil s'est levé dans le ciel à midi local, à 06h17 le 7 juin, était de 87,5 degrés. L'appareil a dû cesser de fon-



Fig 10 : L'ombre de Surveyor-1 en fin de la première journée lunaire (Image ayant fait l'objet d'un traitement).

ctionner pendant deux jours car le système contrôle thermique ne permettait plus de maintenir dans la fourchette prévue, mais il a repris ensuite ses activités lorsque l'élévation du Soleil est tombée à 78 degrés. Le 10 juin, un panorama grand angle à 360 degrés est réalisé pour permettre d'observer les ombres situées dans la direction opposée à celles précédentes, et à partir du 11 juin, un panorama grand angle à 360 degrés est réalisé toutes les 24 heures pour surveiller les ombres qui s'allongent, y compris celles projetées par l'atterrisseur lui-même. À la fin de la journée lunaire, le véhicule recharge sa batterie et oriente son panneau solaire vers l'ouest afin de s'assurer qu'au prochain lever du Soleil il n'y ait pas de surtension électrique vers la batterie fortement qui va se refroidir pendant la nuit lunaire.

Le coucher de soleil local intervient à 15 h 12 le 14 juin. Une série de photos prises avec le disque solaire juste sous l'horizon permet de révéler la couronne solaire s'étendant jusqu'à 4 rayons solaires (mesurés à partir du centre du disque solaire) et la présence d'une éjection de masse coronale. La dernière photo est prise à 15 h 37, avec une exposition de 4 minutes, sous le seul éclairage de la Terre. Elle montre le patin de la jambe d'atterrissage n°2. Au cours de son premier jour lunaire d'opérations, l'atterrisseur a transmis 10 338 images. Après le coucher du Soleil, le JPL continue à suivre l'évolution de la température au sein des compartiments A et B thermostatés afin d'évaluer les pertes de chaleur au niveau des dits compartiments. 53 heures après le coucher du Soleil, le JPL envoie, à 20h31 le 16 juin, l'ordre à Surveyor-1 d'éteindre son émetteur et d'hiberner – seuls les deux récepteurs et le décodeur de commande restent allumés, car ils seront nécessaires pour réveiller l'atterrisseur s'il survit à la nuit. Le 28 juin, alors que le Soleil s'est levé depuis plusieurs heures sur le site d'atterrissage, une première tentative est faite pour ordonner à l'atterrisseur de réactiver son émetteur mais en

vain. L'ordre est donné quotidiennement, et enfin le 6 juillet à 11h29, environ 171 heures après le lever du soleil, la sonde Surveyor répond. La première commande du JPL est de faire tourner le panneau solaire pour recharger la batterie. Bien qu'elle ne puisse pas être mesurée directement, la température durant la longue

nuit lunaire a été estimée à -180°C. Le 7 juillet, la caméra TV réussit à prendre 24 images, montrant qu'elle fonctionne encore. Un plan est élaboré pour utiliser la caméra dans les 3 jours restants avant le coucher du soleil, mais avant que cela ne soit mis en œuvre, il est interrompu le 8 juillet par l'augmentation anormale de la température de la batterie. Après qu'un plan d'urgence ait été mis en place pour tirer le meilleur parti de ce qui devait être les dernières heures de vie de l'atterrisseur, la batterie commence à retrouver son état normal. A des fins de retour d'expérience au niveau technologique, deux tests sont menés par le JPL le 8 juillet. Le premier consiste à allumer la caméra d'approche pour vérifier qu'elle fonctionne – bien qu'aucune vidéo n'ait été réellement transmise. Le second consiste en une tentative d'allumage des moteurs verniers, c'est un échec. Des photos prises le 12 juillet pour surveiller l'état du véhicule révèlent que la vitre du radiateur sur l'un des les compartiments thermiquement contrôlés est fissurée. Le 13 juillet, Surveyor-1 commence à prendre des photos toutes les heures pour surveiller l'allongement des ombres. Lorsque la phase opérationnelle de la mission est déclarée terminée au coucher du soleil le 14 juillet, 11 240 photos ont été prises. Bien que Surveyor-1 ait continué à répondre aux commandes du JPL pendant plusieurs autres lunaisons, la caméra TV ne sera plus utilisée. Au cours de cette mission prolongée, le suivi télémétrique de l'atterrisseur à la surface a fourni des données sur les mouvements de la Lune. Les dernières données transmises par Surveyor-1 remontent à 07h30 le 7 janvier 1967, lors du 8^e jour lunaire.

Bibliographie

- NASA MISSION REPORT "Surveyor" – Apogee Books Publication – 1971
- Paving the way for Apollo 11 – David M. Harland – Praxis Publishing Ltd. – 2009
- Revue Aviation Week and Space Technology
- Revue Air & Cosmos

L'ASSOCIATION ASTROPHILATELIQUE DE FRANCE

par Yves Monier, membre de l'IFHE

Dès les années 1960, les Astrophilatélistes d'Europe du Nord s'organisent en clubs liés aux Fédérations nationales afin de promouvoir leur discipline. En France, des clubs apparaissent au sein d'entreprises comme SNIAS, AEROSPATIALE puis EADS, SEP puis SNECMA maintenant SAGEM, ARIANESPACE..... et d'organismes liés au secteur spatial, comme le CNES ou l'ESA. Cependant, ils ne sont pas rattachés à la Fédération Française des Associations Philatéliques, ce qui limite la reconnaissance de l'Astrophilatélie en France.

En 1998, le président de la FFAP encourage la création d'une association nationale. Celle-ci voit le jour en 2001 avec la fondation de l'Association Astrophilatélique de France dite 2AF. Jean-Louis Lafon (de Bertin) en est le premier président, Yves Monier (ancien du C2F) lui succède en 2017.

L'association vise à promouvoir l'histoire de l'Astronautique à travers la philatélie, en incluant également l'Astronomie. Dès 2006, la 2AF développe rapidement plusieurs outils de diffusion : un bulletin (Le Cosmophil), et un site internet puis des outils numériques comme un CD-ROM et un catalogue spécialisé d'enveloppes Européennes (Le Guérin) À partir de 2016, l'association modernise ses supports avec un nouveau site intégrant des milliers de documents



et des fonctionnalités d'échange entre membres. En 2020, les sites sont fusionnés, et en 2026, le site enregistre plus de 4000 enveloppes et 5000 timbres, témoignant d'un travail précis et de longue durée.

En 2022 La 2AF crée des partenariats avec : -la FISA, Fédération Internationale des Associations Astrophilatéliques et Aéro-

philatéliques.

-la SAF, Société Astronomique de France dont la création de la Commission Astrophilatélie a permis d'obtenir un timbre pour le centenaire de la disparition de Camille Flammarion en juin 2026.

Un astrophilatéliste de la SAF Stéphane S. avait créé depuis longtemps deux blogs ouverts à tous :

-Space Suites-Souvenirs d'espace : www.spacemen1969.blogspot.fr

-SpaceRelics : www.spacerelics.blogspot.fr

et il anime aussi le groupe WhatApps de la commission astrophilatélie de la SAF.

Voir le site 2AF : <https://www.astrophilatelie-de-france.fr>

Contactez La 2AF : 2af@astrophilatelie-de-france.fr

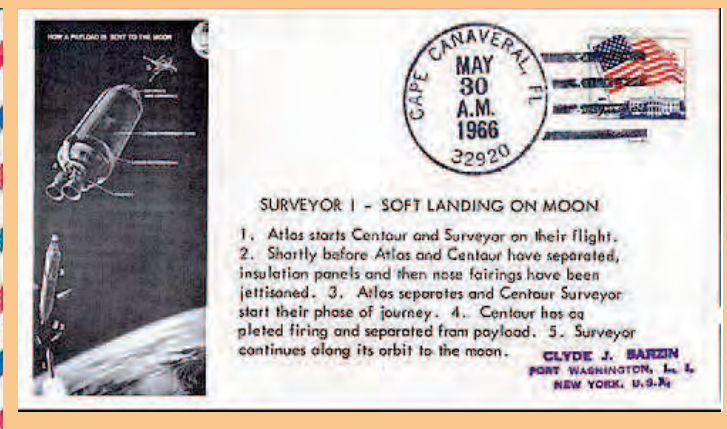
Bonne Exploration Astrophilatélique de la part d'Yves Monier

NB : C2F : Cosmos Club de France, auquel notre président C.Lardier collaborait sur l'astronautique soviétique



Les anniversaires astrophilatéliques

par Yves Monier, membre de l'IFHE



Il y a 30 ans : l'échec d'Ariane 501 le 4 juin 1996

par Christian Lardier, président de l'IFHE

Le 4 juin 1996, à 9 h 33 min 59 sec locale, la première Ariane 5, avec la charge utile Cluster de l'ESA (quatre satellites de 1,2 t chacun), décolle de l'ELA-3 au CSG de Kourou.

Mais un "rouge lanceur" s'était allumé à H-22 min 30 sec pour cause de mauvaise météo. Il avait décalé le lancement d'une heure.

A H+37 sec, le système de guidage inertiel tombe en panne, ce qui provoque le basculement du lanceur à l'horizontale, puis sa destruction à la 39^e sec.

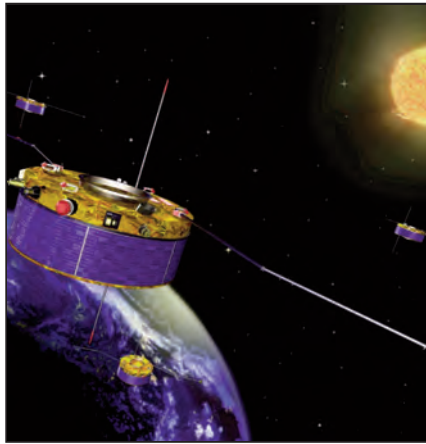
La partie du logiciel qui a interrompu les calculateurs de bord permet, sur Ariane 4, un réaligement rapide du système de référence inertiel en cas d'interruption tardive de la chronologie. Cette fonction de réaligement, qui n'a aucune utilité sur Ariane 5, a néanmoins été maintenue pour des raisons de communauté et pouvait, comme sur Ariane 4, rester active pendant 40 sec après le décollage. Sur Ariane 4, pendant ces 40 sec, les valeurs des variables ont des marges suffisantes. Mais sur Ariane 5, une des variables, la vitesse horizontale, est cinq fois supérieure à celle d'Ariane 4 et sa valeur sort des marges, ce qui a entraîné l'arrêt du fonctionnement des calculateurs.

Le 19 juillet, la commission d'enquête a remis son rapport. Il dit que l'échec est dû à des erreurs de spécification et de conception du logiciel du système de référence inertielle. Les revues et essais approfondis effectués dans le cadre du programme de développement d'Ariane 5 ne comportaient pas les analyses ou essais adéquats du système de référence inertielle ou du système complet de contrôle de vol qui auraient pu mettre en évidence la défaillance potentielle. Le rapport fait

14 recommandations, la première étant d'inhiber la



Le lanceur AR-501V-88



La mission Cluster



Les quatre satellites Cluster.



Décollage du 4 juin

fonction d'alignement. La charge utile était les quatre satellites Cluster de l'ESA d'un coût estimé à 420 M€. Construit par Dornier, ils pèsent 1,2 t chacun dont 650 kg d'ergols et doivent être placés sur une orbite à 25.000/125.000 km, la distance les séparant variant entre 200 et 20.000 km. Chaque satellite emporte 11 expériences scientifiques (72 kg) destinées à l'étude de la magnétosphère et des relations Soleil-Terre : magnétomètre FGM (UK), les instruments STAFF (France, CRPE, CNET), EFW (Suède), Whisper (France, LCPE), WBD (USA), EDI (Allemagne, Autriche, USA), CSI (France, CESR), PEACE (UK), RAPID (Allemagne), ASPOC (Autriche) et le processeur DWP (UK).

Histoire d'Ariane-5

L'idée date de 1977 et le premier avant-projet de 1978, c'est-à-dire avant le premier vol d'Ariane L01.

A cette époque, en plus de la mission de lancement de satellites, c'est ajouté celle de lancement d'une navette spatiale (Hermès). Un programme préparatoire avec le développement d'un moteur cryogénique HM-60 (60 t de poussée, est décidé au

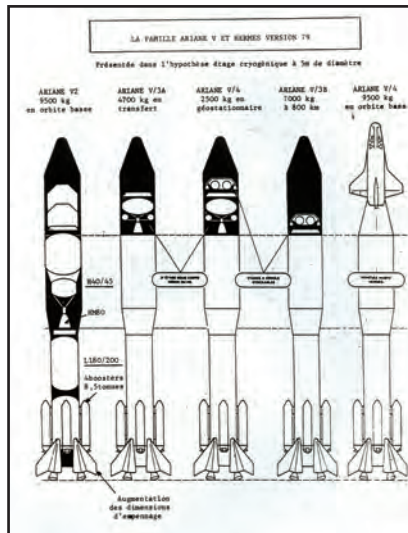
conseil de l'ESA du 31/1/1985 à Rome. Une proposition de programme est élaborée en avril 1985. Elle estime le coût à achèvement à 2600 M€ incluant le programme préparatoire (355 M€ pour les boosters P170, 270 M€ pour l'étage cryo H120, 738 M€ pour le HM-60, 200 M€ pour l'étage supérieur, 45° M€ pour l'ELA-3 au CSG, 185 M€ pour trois vols d'essais, 102 M€ pour la gestion, etc). Le premier vol est prévu fin 1994 pour des satellites et 1997 pour des vols habités. Le coût

doit être de 20 % inférieur à celui d'une AR-44L. Le programme est finalement lancé au conseil de l'ESA le 9-10/11/1987 à La Haye. La configuration est alors de boosters P230, d'étage cryo H155 et de deux étages supérieurs L-5 à ergols stockables et H-10 cryogénique. Les performances sont passées à 5 t en GTO pour l'étage L-5, 8 t en GTO pour l'étage H-10 et 18 t en LEO pour Hermès. Cette dernière est abandonnée au conseil de l'ESA de Grenoble le 9-10/11/1992.

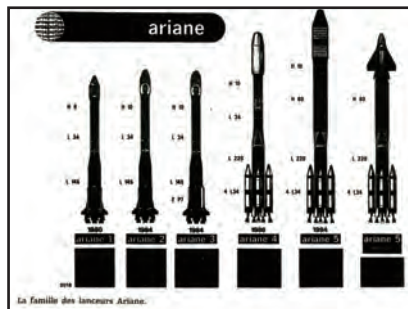
En novembre 1986, le programme scientifique adopte le lancement de Cluster sur le second vol de qualification d'Ariane-5. Le premier vol est alors prévu en avril 1995 et le second en octobre. En juin 1992, le lancement sur AR-502 était fixé à avril 1996. En octobre 1992, les charges utiles de 501 et 502 sont permutées : Cluster se retrouve sur 501 et Artemis sur 502. Finalement, 501 a pris 14 mois de retard : il passe d'avril 1995 à juin 1996. La fiabilité affichée alors était de 98,5 %.

Le coût à achèvement d'Ariane-5 était de 6580 M€ correspondant au 120 % du budget initial accepté aux conditions économiques de 1995. Après l'échec d'AR-501, les mesures correctives vont amener à un surcroît de 2 à 4 % des investissements déjà consentis, soit 131 à 262 M€. Le vol suivant, AR502/V101, a eu lieu le 30 octobre 1997, soit 16 mois plus tard. En juillet 2023, le vol V261 était le dernier des 117 vols d'Ariane 5 réalisés en 27 ans. Sur ces 117 vols, il y a eu quatre échecs : AR-501/V88 en juin 1996 (logiciel), AR-502/V101 en oc-

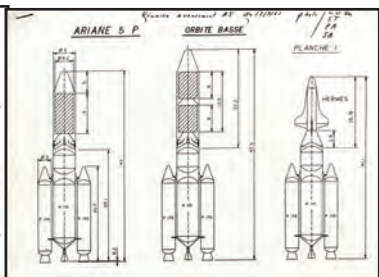
tobre 1997 (divergent du Vulcain), AR-501/V142 en juillet 2001 (Aestus), AR-517/V157 en décembre 2001 (divergent du Vulcain). Le taux de réussite était donc de 96,6 %.



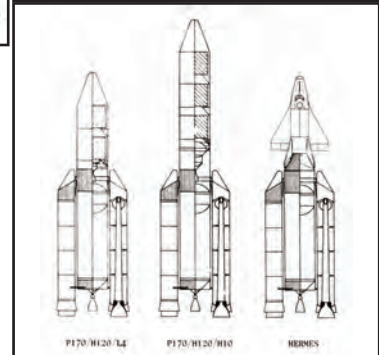
La famille Ariane en 1979



La famille des lanceurs Ariane.



Le projet Ariane-5 en 1983



Le programme en avril 1985

60 ans de Gemini-8

par Christian Lardier, président de l'IFHE

Le 15/12/65, il y a 60 ans, c'était le premier amarrage orbital de l'histoire spatiale. Le 16 mars 1966, à 14 h 00 TU, l'Atlas-Agena-D n°5302 est lancé avec la cible GATV (3175 kg) de Cap Canaveral. Puis à 16 h 41, une Titan-II lance la capsule Gemini GT-8 (3789 kg) occupée par David Scott et Neil Armstrong (doublures : Conrad et Gordon). A la 5^e orbite, à 22 h 14, ils réalisent le premier amarrage dans l'espace, mais 27 min plus tard, une rotation incontrôlée provoque un désarrimage précipité et le retour sur Terre à la 7^e orbite le 17 mars à 3 h 22. L'amerrissage intervient dans la Pacifique. La mission n'a duré que 10 h 41 min.



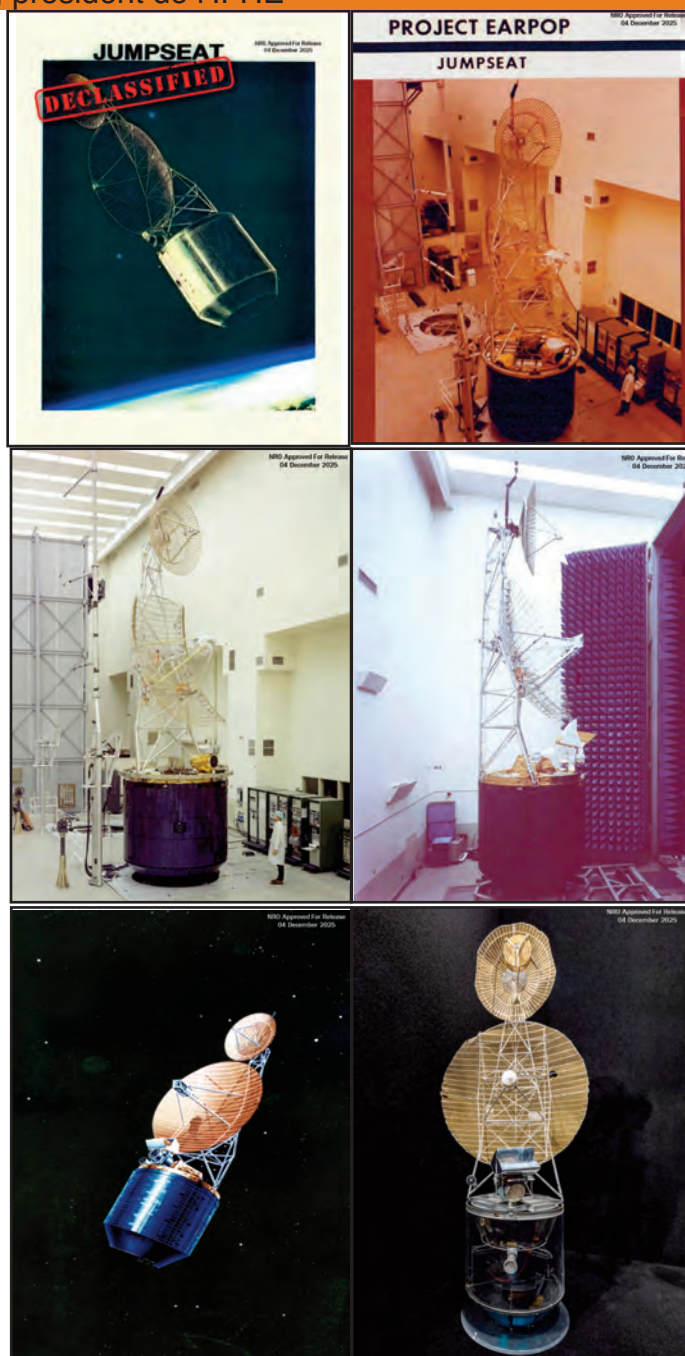
Déclassification de Jumpseat par le NRO

par Christian Lardier, président de l'IFHE

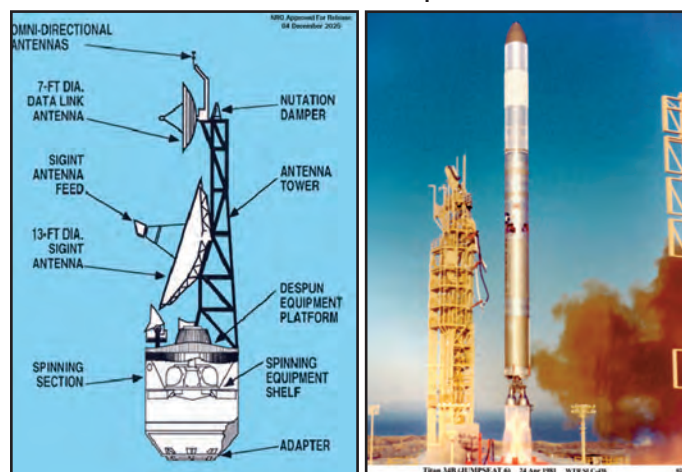
Le programme A du NRO, un programme conjoint USAF-NRO, était chargé du développement d'un satellite de surveillance en orbite haute (HEO) dans le cadre du «Projet EARPOP». Ce satellite, Jumpseat (program AFP-711), était un programme de collecte de signaux (ELINT) en orbite hautement elliptique (HEO) dont la mission principale était la surveillance du développement des systèmes d'armes offensifs et défensifs soviétiques. Il collectait les émissions et signaux électroniques (Sigint), les renseignements sur les communications (Comint), etc. Il était le premier ELINT en HEO à transmettre les données collectées à des centres de traitement au sol aux États-Unis. Une fois reçues, les données étaient fournies aux services concernés du DOD et à la NSA pour traitement et transmission aux décideurs politiques américains. Lancé de 1971 à 1987, Jumpseat a été exploité avec succès par le NRO jusqu'en 2006 (missions n°7701 à 7708).

Le satellite (680 kg) était construit par Hughes (bus HS-318) et possède une antenne parabolique de 4 m de diamètre, ainsi qu'une antenne plus petite pour les relayer les données au sol. Il était lancé de Vandenberg par des Titan-23B-Agena-D pour les trois premiers satellites, puis des Titan-34B-Agena-D pour les cinq suivants. Il était placé sur une orbite 350-700 x 39.000 km inclinée à 63°, dite orbite Molnya (HEO). Les lancements sont intervenus les 21/3/1971, 16/2/1972, 21/8/1973, 10/3/1975, 5/8/1978, 24/4/1981, 28/8/1984, 12/2/1987. Le lancement de 1972 s'était soldé par un échec à la suite d'une panne de l'étage Agena.

Les successeurs sont l'Advanced Jumpseat/Trumpet et le Satellite Data System (SDS). Le premier (5-6 t) serait construit par Boeing et serait doté d'une grande antenne parabolique. Trois satellites ont été placés sur des orbites HEO par des Titan-4 entre 1994 et 1997. Quatre Advanced Trumpet ont suivi en 2006/2017. Lancés sur HEO par des Delta-4M et Atlas-5, il emportent un capteur SBIRS-HEO d'alerte avancée. Cinq SDS-1/Quasar (bus HS-350) ont été lancés par des Titan-34B-Agena-D entre 1976 et 1985. Puis quatre SDS-2/Quasar (bus HS-389) ont été lancés entre 1989 et 1996, les trois premiers par le Shuttle (STS-28, 38 et 53) et le dernier par une Titan-4A. Ils sont placés en HEO sauf le second qui était en GEO. Puis huit SDS-3/Quasar ont été lancés entre 1998 et 2014 (trois en HEO et cinq en GEO). Enfin, trois SDS-4/Quasar ont été lancés entre 2016 et 2020 (tous en GEO).



Le satellite Jumpseat



Lancement Jumpseat-6 - 1981

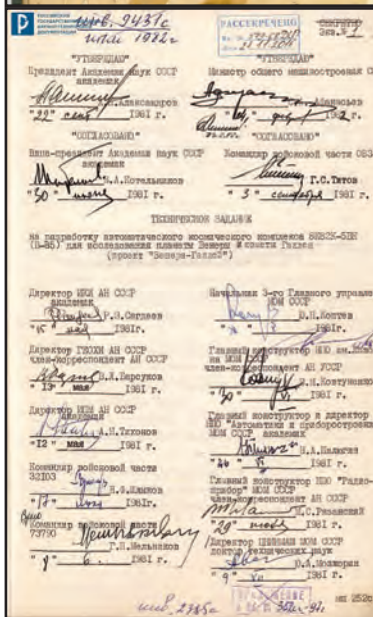
40 ans de la mission Vega (Venera-Halley)

par Christian Lardier, président de l'IFHE

Un article d'Arlène Ammar-Israël a été publié dans l'Espace & Temps n°18 en 2016 sur les 30 ans du survol de la comète de Halley par les sondes Giotto (ESA), Vega (URSS), MS-T5/Sakigake et Planet-A/Suisai (Japon, Explorer-59/ISEE-3/ICE (Etats-Unis). Côté soviétique, le RGANTD a déclassifié des archives du programme 8K82K-5VK (V-85), alias Vega.

A l'origine, le projet date de juin 1980 : il s'agissait alors de la mission Venera-85, estimée à 157 MRoubles, qui prévoyait quatre sondes basées sur le 4V1M (Venera-13 et 14) incluant un module de survol et une capsule de descente avec un ballon. Le ballon devait être fourni par la France (Cnes), son coût étant le 20 M\$. Après le passage de Vénus en juin 1985, le module de survol poursuit sa route vers la comète de Halley qui est survolée en mars 1986. Le mission 5V devient la 5VK (Venera-Kometa).

La décision n°3-3238s du 22/8/80 limite le nombre de sondes à deux, de 4840 kg, à lancer en décembre 1984. La capsule pèse 1750 kg, l'atterrisseur : 680 kg et le ballon : 100-120 kg. Il y a 90 kg d'expériences scientifiques sur la capsule et 130 kg sur la plate-forme ASP-G de 50 kg du module de survol. Les spécifications techniques sont élaborées entre mai et septembre 1981 : le document est signé par A.P.Alexandrov et V.A.Kotelnikov pour l'Académie des sciences, S.A.Afanasiev pour le ministère (MOM), G.S.Titov pour le GUKOS (unité n°08340), You.N.Koptev (chef 3° glavka MOM), les constructeurs V.M.Kovtounenko (Lavotchkine), N.A.Piliougine (NPOAP), M.S.Riazansky (NPORP), You.A.Mozjorine (TsNII Mach), R.Z.Sagdeiev (IKI), V.L.Barsoukov (GoeKhi), A.N.Tikhonov (IPM), N.F.Chlykov pour le réseau terrestre KIK (unité n°32103), G.P.Melnikov (TsNII-50). Le projet est approuvé le 24/3/1981.



De g à dr, M.V.Zimianine, L.N.Zaikov, A.I.Dounaiev, E.P.Velikhov, M.S.Gorbatchev, V.M.Kovtounenko, A.P.Alexandrov, You.A.Mozjorine.



1° rang : ?, G.M.Tamkovitch, ?, V.M.Balebanov, ?, R.Z.Sagdeiev, A.P.Alexandrov, ?, ?. 2° rang : V.A.Kotelnikov, ?, ?. 3° rang : A.A.Nazarov, ?, ?.

Au final, la sonde Vega pesait au total 4923 kg. La station se composait de deux parties : un module de survol de 3170 kg et la capsule de descente de 1750 kg. Cette dernière comprenait un atterrisseur de 680 kg et un ballon d'environ 120 kg, parachutes et système de gonflage à l'hélium inclus.

En France, le Cnes a testé le ballon vénusien (9 m de diamètre) au Centre d'Essai des Landes (CEL) en 1979. L'aérosat complet pèse environ 400 kg dont 200 kg pour la nacelle avec ses 25 kg d'appareils scientifiques. Mais en 1982, il est décidé de le remplacer par un ballon soviétique de 3,4 m de diamètre. L'aérosat complet pèse alors 115 kg incluant la gondole de 6,7 kg reliée par un film de 12 m de long. Au final, les sondes pèsent 4923 kg dont 3173 kg pour le module de survol et 1750 kg pour la capsule (680 pour l'atterrisseur et 115 kg pour le ballon). La capsule emporte 117 kg d'appareils scientifiques, tandis que le module de survol en emporte 253 kg incluant la plate-forme ASP-G de 85 kg.

Le président de la commission d'Etat était K.A.Kerimov. Le constructeur principal était V.M.Kovtounenko. Le premier adjoint était V.P.Panteleiev. Les adjoints étaient R.S.Kremnev et V.V.Kamnev. Le constructeur en chef était N.A.Morozov. Les lancements ont lieu les 15 et 20 décembre 1984 (5VK-17A n°901 et 902). Les capsules ont atterri sur Vénus les 11 et 15 juin 1985. Les ballons n°1 et n°2 ont dérivés dans l'atmosphère de Vénus pendant 48 et 49 h. Les 6 et 9 mars 1986, les modules sont passés à 8.880 et 8.045 km du noyau de la comète. Ils ont cessé de fonctionner les 30 janvier et 24 mars 1987.

R.Z.Sagdeiev (IKI) et V.A.Serebrennikov (Lavotchkine) ont reçu la médaille de Héros du travail socialiste en 1986, tandis que V.V.Kamnev (Lavotchkine) et E.P.Mazets (FTI Ioffe) ont reçu le prix Lénine en 1986.

75 ans de l'OKB-23 Saliout le 24 mars 2026

par , membre de l'IFHE

Créé le 24 mars 1951, l'OKB-23 est dirigé par V.M.Miassichtchev (1902-1978) pour réaliser un bombardier stratégique à réaction (avion 25, M4). Il est associé à l'usine n°23 de Fili (Moscou). Miassichtchev termine le MVTU en 1926, puis entre dans l'OKB de Tupolev. En 1934, il prend la direction du KB-6 qui réalise l'ANT-41. En 1936, il est chez Douglas aux Etats-Unis, puis en 1937/38, il dirige l'OKB de l'usine n°84 qui produit sous licence le DC-3 sous le nom de Lissounov-2. Il est emprisonné le 4/1/1938



V.M.Miassichtchev

dans la charaga TsKB-29-NKVD où il développe l'avion 102 (DVB-102). En 1941, il est évacué à Omsk. A la mort de Petliakov le 12/1/1942, il part à l'usine n°22 de Kazan où il dirige la production en série du Pe-2. En 1944, il est nommé général-major. Le 16/9/45, il reçoit l'Ordre de Lenine. En 1944/45, il dirige l'usine n°482 de Moscou où il élabore plusieurs projets d'avions : DVB-108, 202, 302, VB-109, RB-17, etc. Mais l'OKB est fermé en janvier 1946 : le personnel part dans l'OKB-240 d'Iliouchine. En 1946, il devient chef d'une chaire à l'Institut d'aviation de Moscou (MAI). Il est professeur en 1947. Le 24/3/1951, il ouvre l'OKB-23 avec G.N.Nazarov (1908-1985), V.M.Barychev (1913-1992), N.M.Glovatsky, E.S.Felsner (1905-1989), M.N. Petrov, L.L.Seliakov (1916-2002), K.V.Rogov, etc. Le 20/1/1953, c'est le premier vol de l'objet n°25/M4/3M (Bison) à moteur AM-3 de Mikouline, puis VD-7 de Dobrynine. Il sera produit à 116 exemplaires en 1954/60. Le 20/5/1954, le décret n°957-409 décide du missile de croisière objet n°40/M40/Bourane (M41 à moteurs-fusées d'Isaiev, M42 à statoréacteur de Bondariouk). Il est développé en 1954/60, mais ne volera pas. Le décret n°1607-728 du 30/7/54 décide de l'objet n°50/M-50 (Bouander) à moteurs NK-6, VD-19 ou M16-17. Le premier vol intervient le 27/10/1959. Mais il est arrêté en

1960 et l'avion effectue son dernier vol lors de la parade aérienne de Touchino le 9 juillet 1961. Le 17/12/1956, il est nommé constructeur général. Le 12/7/1957, il reçoit la médaille de Héros du travail socialiste. Puis il reçoit le prix Lénine 1957 (avec Nazarov, Barychev, Seliakov, Rodniansky). En 1959, il est docteur es sciences. Le 1/10/1959, il absorbe l'OKB-256 de P.V.Tsybine. Par le décret n°1057-434 du 3/10/1960, l'OKB-23 devient filiale de l'OKB-52 de Tchelomei.

Miassichtchev devient alors directeur du TsAGI jusqu'en 1967. L'OKB est alors confié à V.N.Bougaisky (1912-1994) en 1960/73, D.A. Poloukhine (1927-1993) en 1973/93, A.K.Nedaivoda (1938) en 1993/2003, You.O.Bakhvalov (1954) en 2003/2015, S.V.Kouznetsov depuis 2016. Il a été filiale de l'OKB-52/TsKBM/NPO Mach en 1960/81, puis de la NPO Energia en 1981/88 (décision du 22/6/1981 et décret du 6/6/1988). Il a développé les fusées UR-200, UR-100, UR-500/Proton, UR-700, Angara, les stations orbitales Saliout/Almaz/Mir/Zarya/Zvezda, le module Polius lancé par la fusée Energia, etc. Le 7/6/1993, l'OKB est intégré dans le centre Khrounitchev (ZIKh).

En 1967, il prend la direction de l'usine expérimentale (EMZ) de Joukovsky qui fut, dans le passé, la base d'essai en vol de l'OKB-23. Là, il développe l'avion M-17 Stratosfera/M-55 Geofizika. Le 24/2/1976, il devient filiale de NPO Molnya et développe le BM-T/Atlante en 1976/82, l'avion-analogue BTS-002 et la cabine de la navette Bourane en 1982/88. L'EMZ est dirigé par V.A.Fedotov(1913-2002) en 1979/86, V.K.Novikov (1939-2012) en 1986/2006, puis le général-lieutenant A.A.Proskournine (1943).

Miassichtchev a reçu l'ordre de Lenine le 27/9/62 (60 ans) et l'ordre du travail drapeau rouge le 29/3/76. Il est décédé le 14/10/1978.

45 ans du vol Soviéto-Cubain de Soyouz-38

par Christian Lardier, président de l'IFHE

Après le Tchecoslovaque Vladimir Remek, le Polonais Miroslav Germachevsky, l'Allemand de l'Est Sigmund Jähn, le Bulgare Georgui Ivanov, le Hongrois Bertalan Farkas, le Vietnamien Pham Tuan, c'est au tour du Cubain Arnaldo Tamayo-Mendez de rejoindre la station orbitale Saliout-6. Le 18 septembre 1980, le Soyouz-38 (11F615A8 n°54) est lancé avec l'équipage Youri Romanenko (commandant, 2^e vol) et Tamayo-Mendez. Leur nom de code est Taïmyr. L'équipage doublure com-

prend Khrounov (commandant, 2^e vol) et José Armando López Falcón.

En 1977, la sélection des cosmonautes est réalisée à l'Institut supérieur de médecine militaire de La Havane : sur 600 examinés, il en reste d'abord 80, puis 20, puis 9 à la fin de l'année. Puis 4 partent en URSS en janvier 1978. Le 1/3/1978, il n'en reste que deux et en octobre, Tamayo Menez est nommé dans l'équipage principal et Lopez Falcon dans l'équipage doublure.

Au lancement, la délégation vietnamienne comprend le membre du Politburo, 2^e secrétaire du PC cubain Raoul Castro (1931), le commissaire politique de l'Armée cubaine Antonio Perez Herrero, le président de l'Académie des sciences Wilfredo Torres (1933), etc. Coté soviétique, il y a le président de la Commission d'Etat le général K.A.Kerimov, le président d'Interkosmos B.N.Petrov, le directeur du cosmodrome le général You.N.Sergounine, le chef de la Cité des Etoiles G.T.Beregovoï, l'adjoint de l'Armée de l'air pour le cosmos V.A.Chatalov, etc.

Arnaldo Tamayo Mendez (né le 29/1/42): A 13 ans, il est cireur de chaussures et marchand de légumes. Puis, il est apprenti charpentier. A 17 ans, il entre à l'association des jeunes rebelles et l'année suivante dans les brigades des jeunes qui participent à la construction des routes et des logements. En 1960, il suit les cours de technique aéronautique de l'Institut technologique de Jaimanitas. L'année suivante, il entre à l'école d'aviation de Mariel qui l'envoie à l'école des pilotes d'aéronavale de Eïsk en Union Soviétique. En 1962, il revient à Cuba et sert dans l'armée de l'air où il devient pilote de 1^e classe. En 1967, il sert au Vietnam. En 1969/71, il suit des cours au Collège des forces armées révolutionnaires "M. Gomez" de La Havane. En 1976, il est chef adjoint d'une unité. En 1977/78, il participe à la sélection de cosmonautes. Il s'entraîne à la Cité des Etoiles en 1978/80, puis effectue un vol d'une semaine à bord de Soyouz-38 en septembre 1980. Il est nommé colonel en décembre 1980, puis général en février 1996. En 1981/90, il dirige le DOSAAF cubain : SEPM (Sociedad de Educacion Patriotico Militar). En 1992, il est Chef du Département des relations étrangères du ministère de la Défense de la République de Cuba.



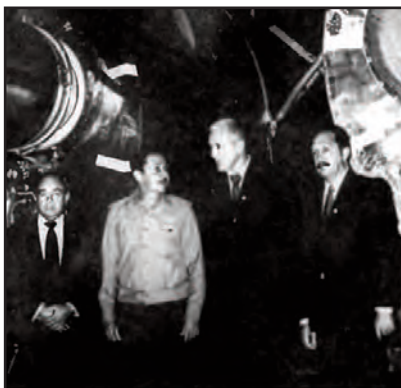
Romanenko-Tamayo Mendez et Khrounov-Lopez Falcon.



Romanenko-Tamayo Mendez.



Khrounov-Lopez Falcon.



La délégation cubaine à Baikonour.

José Armando Lopez Falcon (né le 8/2/50): Après ses études secondaires, il entre à l'école initiale des pilotes militaires "Carlos Ulloa" qu'il termine en juillet 1967. Puis il suit une formation à l'école supérieure des pilotes militaires en URSS en 1968/69 pour devenir commandant d'une escadrille. En 1976, il retourne en formation en URSS. En 1977/78, il participe à la sélection de cosmonautes. Il s'entraîne comme doublure à la Cité des Etoiles en 1978/80. A son retour, il devient Inspecteur du service de sécurité et des opérations aériennes. En 1995, il prend sa retraite de l'Armée.

Le 20 septembre, le vaisseau s'amarre à la station orbitale occupée par L.I.Popov et V.V.Rioumine. Le programme comprend les expériences scientifiques :

-Caraïbes : cinq expériences de cristallisation de Germanium dopé l'Indium, de couches épitaxiales d'Arseniure de Gallium et d'Aluminium-Arsenic-Gallium, de transport en phase vapeur d'un alliage Zinc-Indium-Soufre, de cristallisation d'Etain-Tellure et Germanium-Tellure.

-Sucre : étude de la croissance de cristaux de sucre en apesanteur à l'aide de l'appareil cubain "Cristallisateur".

-Zone: étude du processus de fusion par zone avec gradient de température d'un cristal de sucre à l'aide d'un appareil cubain.

-Tropico-3 : étude des ressources terrestres à l'aide de la caméra est-allemande MKF-6M.

-Biosphere-C (Cuba) : étude des ressources terrestres à l'aide de l'appareil photographique est-allemand Pentacou-6M (15 objectifs scientifiques).

-Antilles: étude des particularités spectrales d'objectifs naturels et agricoles

de Cuba à l'aide du spectromètre bulgare "Spectra-15".
-Spectra-15 : le spectromètre a été utilisé pour les expériences Atmosphère, Aube, Contraste, Horizon et Terminateur.

-Hatuey : étude de générations multiples de microorganismes (levure) se développant en apesanteur. Les échantillons sont dans des capsules spéciales de fabrication cubaine.

-Multiplicateur : étude de l'influence de l'apesanteur sur la croissance et la multiplication de microorganismes (levure) à l'aide d'un analyseur automatique enregistrant la densité optique de la suspension.

-Cortex : étude pour déterminer l'état du système nerveux central en apesanteur à l'aide d'un appareil cubain.

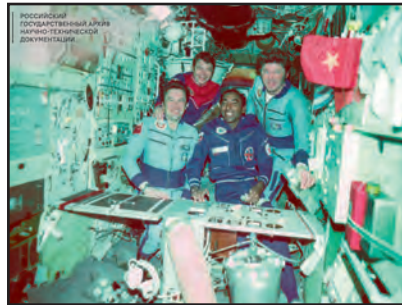
-Coordination : étude pour évaluer l'état du système nerveux en apesanteur (coordination du mouvement des mains, etc) à l'aide de l'appareil cubain Coordinographe.

-Support : étude pour déterminer les perturbations de l'activité motrice en apesanteur à l'aide de l'appareil cubain Cupula-Sand-501. Il permet d'évaluer les variations de structure et de fonction de la voûte plantaire.

-Antropométrie : étude pour déterminer la dynamique de variations des paramètres anthropométriques des



Décollage.



Dans la station Saliout-6.



Atterrissage du Soyouz-37.

cosmonautes (poids, taille, dimensions, etc) à l'aide de l'appareil cubain Cosmos-726.

-Perception : étude des variations du processus de sensation des cosmonautes en apesanteur à l'aide de l'appareil cubain Contact.

-Questionnaire OPROS pour déterminer l'adaptation de l'homme aux conditions spatiales.

-Expérience Loisir avec l'appareil vidéo Vatra et des enregistrements.

Le 26 septembre, les cosmonautes sont revenus à bord de Soyouz-37. Ils ont atterri à 175 km au Sud-Est de Djezkazgan (Kazakhstan). Le vol dure 7 jours 20 h 43 min. Pour ce vol, Romanenko reçoit l'ordre de Lénine, tandis que Tamayo Mendez est fait Héros de l'Union soviétique.

Du 28 septembre au 8 octobre, la station reçoit le vaisseau-cargo Progress-11. Puis le 11 octobre, l'équipage Popov-Rioumine rentre sur Terre à bord de Soyouz-38 après un vol de 185 jours. Le 27 novembre, Soyouz-T3 est lancé vers la station pour une mission de 13 jours.

80 ans du décret n°1017-419ss du 13/5/1946

par Christian Lardier, président de l'IFHE

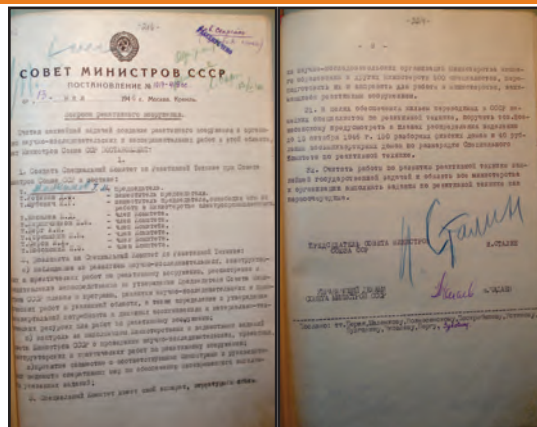
Le décret crée le Comité spécial pour la technique des fusées du Conseil des ministres dirigé par G.M.Malenkov (1902-1988).

Les adjoints sont le ministre de l'Armement D.F.Oustinov (1908-1984), I.G.Zoubovitch (1901-1956), 1^{er} adjoint du ministère de l'industrie électrotechnique, et les membres sont le maréchal N.D.Yakovlev (1898-1972), chef de la GAU, P.I.Kirpitchenikov (1903-1980), adjoint du

Gosplan, A.I.Berg (1893-1979), adjoint du Conseil des radars et directeur du TsNII-108, P.N.Goremykine (1902-1976), ministre des machines agricoles, I.A.Serov (1905-1990), ministre de l'intérieur et N.E.Nossovsky (1905-1978), chef de la direction technique du ministère de l'armement.

Le décret officialise les responsabilités :

- ministère de l'Armement (MV) : fusées à ergols liquides
- ministère des machines agricoles (MSKhM) : fusées à er-



Le décret n°1017-419ss du 13/5/1946.

gols solides, poudre, détonateurs.

- ministère de l'industrie aéronautique (MAP) : fusées ailées, moteurs à liquides, études aérodynamiques, essai de fusées.

- ministère de l'industrie électrotechnique (MEP) : radars et système de guidage sol et bord

- ministère de l'industrie navale (MSP) : gyroscopes, calculateurs, radars navals, autodirecteurs pour tirs sur des cibles sous-marines, etc.

- ministère de l'industrie chimique (MKhP) : ergols liquides, catalyseurs, etc.

- ministère des machines et instrumentation (MMiP) : installations de lancement, compresseurs, pompes, etc.

Les ministères créent des directions principales (glavka) :
-la glavka n°7 du MV dirigée par S.I.Vetochkine (1905-1991)
: NII-88 et usine n°88/ZEM, guidage : NII-20/NIEMI, optique, etc.

-la glavka n°6 du MSKhM dirigée par A.V.Sakhanitsky (1897-1977) : NII-1, KB-2, KB-3, GSKB-47, NII-24, NII-862, ergols solides : NII-125, NII-6, détonateurs : NII-22, NII-137, NII-504, NII-571, etc.

-la glavka n°14 du MAP dirigée par A.I.Eremeiev (1903-1959) : usine n°51, usine n°456, usine n°81, usine n°118, NISO/NII-25/NIIP, TsKB-17, NII-2GosNIIAS le 26/2/46, etc.

-la glavka n°10 du MEP dirigée par A.A.Zakharov (1912-2000) : NII-885, PKB-886, NII-20/VNIIRT, usine n°528/MRZ, NII-627/VNIEM, usine n°686, usine n°699, etc.

-la glavka n°1 du MSP dirigée par V.N.Tretiakov (1906-1993) : gyroscopes : MNII-1, NII-10, NII-49, etc.

-la direction spéciale n°2 du MKhP dirigée par V.V.Ofitserov : ergols liquides.

-la direction Spetzmach du MMiP dirigée par K.K.Gloukharev (1896-1970) : GSKB SpetzMach, usine Kompressor, etc. D'autres ministères contribuent aussi à fournir des éléments pour les fusées :

-le ministère de l'enseignement supérieur (minVUZ) avec l'OKB MEI (appareils de télémétrie).

-le ministère de l'industrie des moyens de liaisons (MPSS) créé le 28/6/1946 à partir du MEP : glavka n°6 dirigée par G.P.Kazansky (1913-1991) en 1946/47, puis S.M.Vladimirsky (1908-1989) en 1947/49 : reprend les entreprises de la glavka n°10 du MEP.

-le ministère de l'industrie lourde (MinTiajMach) pour des éléments des installations de lancement (grues, portiques, ponts roulants, etc).

-le ministère des machines de transport (MinTransMach) pour les wagons de transport des fusées et les wagons-citernes pour les ergols.

-GlavKislorod pour la production de l'oxygène liquide.

-le ministère de la métallurgie des non-ferreux (MinTsvetMet) pour l'usine n°523/NII Grafit qui faisait les gouvernes de la V-2.

-le ministère de l'industrie légère pour les parachutes.

Par ailleurs, un secteur des fusées, dirigé par G.N.Pachkov (1909-1993), est créé dans la direction de l'industrie de Défense du Gosplan.

Au ministère de la Défense, le 24 mai 1946, l'ordre n°007 crée une direction des fusées dans l'artillerie (4^e direction GAU) et dans la Marine (4^e direction VMF), crée l'Institut de la réaction n°4 de la GAU à Jubilenyi (Kaliningrad près de Moscou) dirigé par le général-lieutenant A.I.Nesterenko (1908-1995) et crée une commission pour choisir le site du futur polygone d'essai des fusées, dirigée par le général-lieutenant V.I.Vozniouk (1907-1976). Ce sera le polygone n°4 de Kapustin Yar près de Volgo-



Le Comité spécial en 1946 : au 1^{er} rang, de g à dr, P.N.Goremykine, N.D.Yakovlev, D.F.Oustinov

grad (unité n°15644). La 4^e direction de la GAU est confiée au général A.I.Sokolov (1910-1976) en 1946/53, tandis que la 4^e direction de la Marine est dirigée par le contre-amiral A.M.Brejinsky (1908-1981) en 1948/49. Le 10 juillet 1946, le décret n°1538-685 crée l'Académie des sciences d'Artillerie (AAN) dirigé par le général-lieutenant A.A.Blagonravov (1894-1975) en 1946/50.

L'Académie crée cinq instituts :

-NII-1 de l'artillerie de l'armée de Terre dirigé par le général-major S.N.Kapustine (1898-1974) en 1947/54, transformé en NIAI-1 en 1953/60, puis supprimé.

-NII-2 de l'artillerie de la défense anti-aérienne dirigé par le général-major O.S.Ovanoglian (1901-1958) en 1948/56, transformé en NII d'artillerie zénithale des PVO en 1955, puis en NII-2 à Kalinine/Tver en 1957, en charge des affaires spatiales en 1960 (PRO, PKO, SPRN, SKKP), devenu le NITs PVO du TsNII VKO en 2014.

-NII-3 (unité n°42261) ou Institut de balistique et d'armement d'artillerie dirigé par le général-lieutenant V.I.Chebaline (1903-1955) de septembre 1947 à septembre 1953, devenu le TsNII-3 de la GRAU (glavka de fuséo-artillerie).

-NII-4 (unité n°25840) ou Institut de la réaction dirigé par le général-lieutenant A.I.Nesterenko en 1946/50, puis le général-colonel-ingénieur P.P.Tchetchouline (1896-1971) en 1950/55, devenu le TsNII-4 des RVSN (Armée des fusées stratégiques). En juillet 1946, Tikhonravov, Gloukharev, Gvaï, Poïda, Galkovsky, Tchernychev, etc sont transférés au NII-4.

-NII-5 des radars et de l'instrumentation dirigé par le colonel F.G.Metline en 1947/1951, puis le colonel L.K.Mouraviev (1905-1972) en 1951/55, devenu le MNII d'automatique des appareils (MNIIPA) du ministère de l'industrie radio en 1966.

Le 10 mai 1947, le décret n°1454-388 "Questions de la technique des fusées" transforme le Comité spécial pour les fusées en Comité n°2 placé sous la direction du maréchal N.A.Boulganine (1895-1975), ministre de la Défense du 3/3/47 au 24/3/49.

Par le décret n°3656-1520ss du 28 août 1949, le comité n°2 en charge des programmes de fusées est dissous et remplacé par la glavka n°4 (4^e GUMO) dirigée par N.N.Kouznetsov du 30/8/49 au 5/8/50. Elle regroupe trois représentants des armées de terre (SV), de l'air (VVS) et de la mer (VMF) :

-Terre : général-major A.I.Sokolov (1910-1976) chef de la 4^e direction de la GAU en 1946/53.

-Air : général-major A.I.Kalinine (1901-1985) chef de la 4^e direction à la glavka de l'armement de l'armée de l'Air en 1949/53.

-Mer : contre-amiral A.G.Brezinsky (1908-1981) chef de la 4^e direction (URV) à la glavka de l'armement de la Marine en 1949/53.

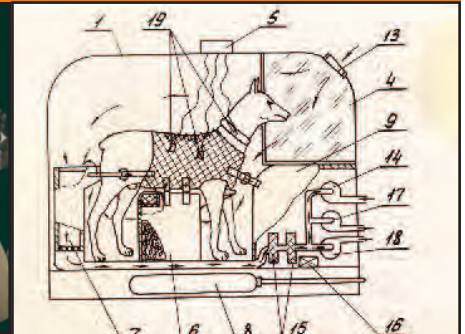
60 ans de Cosmos-110 : un vol de deux chiens pendant 22 jours

par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE

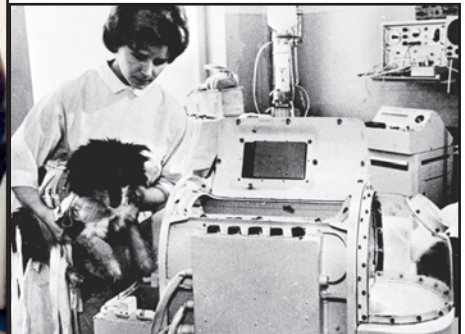
Le 22 février 1966, le vaisseau Voskhod-3KV n°5 (Cosmos-110) est lancé par une fusée Voskhod (11A57 n°R15000-06) sur une orbite 187x904 km inclinée à 51,9°. Le président de la commission d'Etat était le général G.A.Tiouline, 1^e adjoint du MOM. Le vaisseau est occupé par les chiens Veterok et Ougoliok (8 kg) qui se trouvent dans des cabines individuelles (20 kg) développées par G.I.Voronine de l'usine n°124/Nauka. Ils effectuent un vol de 21 jours 18 h 51 min à travers les ceintures de radiations. En outre, il y avait à bord des cultures de levure et d'algues (chlorelle), des bactéries (lysold), des échantillons de sérum sanguin et des préparations de protéines. Des appareils de dosimétrie mesuraient la composition et la distribution des radiations. Après 330 orbites, l'atterrissage intervient le 16 mars à 210 km au sud-est de Saratov à 60 km du point prévu. Les cabines individuelles sont récupérées et transportées à l'Institut des problèmes médico-biologiques de Moscou (IMBP) où les chiens ont été extraits de leur cabine. Le 24 avril, B.B.Egorov a indiqué qu'il a fallu trois semaines aux animaux pour se réadapter à la vie terrestre. Le 17 mai, les résultats sont publiés dans la Pravda : l'article est signé par V.N.Pravetsky, N.N.Gourovsky, B.B.Egorov, A.A.Kissilev. Les chiens sont revenus avec un rythme cardiaque accéléré, un poids diminué, une forte diminution de la teneur en calcium de l'organisme et des muscles atrophiés. Leur circulation sanguine est redevenue normale au bout de trois à quatre jours et leurs mou-



Présentation de la mission par B.B.Egorov. De g à dr, N.N.Gourovsky (3^e GUMZ), You.G.Nefedov (IMBP), V.N.Pravetsky (3^e GUMZ), B.V.Petrovsky (ministre), V.V.Parine (IMBP), A.I.Boumazian (ministre ad-



Légende : 1-cabine en aluminium, 2-réservoir d'aliments, 3-réservoir pharmacologique, 4-cloche transparente en plexiglas, 5-capturs physiologiques, 6-récueil des échantillons liquides, 7-recueil des déchets solides, 8-ballon de gaz comprimé, 9-éléments du système de survie (ventilateurs, filtres, etc), 10-apport de nourriture, 11-tube, 12-tuyau flexible, 13-bouche d'aération, 14-ventilateur, 15-filtre, 16-installation électronique, 17-ventilateur de secours, 18-ventilateur de puissance, 19-captur physiologique.



vements au bout de huit à dix jours. Le passage répété dans les ceintures de radiations paraît n'avoir eu aucun effet nocif sur leur organisme.

Le feu vert est donné au vaisseau Voskhod-3KV n°6 (Voskhod-4) avec l'équipage Volynov-Chonine (double Bregevoï-Chatalov) pour un vol de 18-20 jours. Le lancement est alors prévu entre le 23 et 28 mai 1966. Mais le système de survie n'est pas au point et le vol sera retardé de mois en mois jusqu'en décembre 1966, date à laquelle il est annulé (le lancement était alors prévu en janvier 1967).

Programme Voskhod en comparaison du programme Gemini à la mi-1965 :

Date	Vol URSS	mission	Vol USA	mission
Novembre 1965	Voskhod-3	2 chiens jusqu'à 30 jours	Gemini-5 Août 1965	2 astronautes durée 8 jours RDV avec REP (sphère de 34 kg)
Décembre 1965	Voskhod-4	2 cosmonautes durée 15 jours Pesanteur artificielle avec Bloc-I	Gemini-6 Sept-déc 1965	2 astronautes durée 8 jours RDV avec étage
Janvier 1966	Voskhod-5	2 cosmonautes durée 15 jours Médico-biologie	Gemini-7 Janv-févr 1966	2 astronautes durée 12-14 jours
Février 1966	Voskhod-6	Vol 3)5 jours EVA avec UMPK (distance 100 m)	Gemini-8 Avril-mai 1966	2 astronautes durée 8 jours RDV avec Agena-D et amarrage
Mars 1966	Voskhod-7	Idem Voskhod-6	Gemini-9 Juin-août 1966	Idem Gemini-8
			Gemini-10 1966	2 astronautes durée 2 jours RDV avec Agena-D et amarrage EVA avec MMU
			Gemini-11 1966	2 astronautes durée 2 jours RDV avec Agena-D et amarrage EVA avec MMU
			Gemini-12 1966	2 astronautes durée 2 jours RDV avec Agena-D et amarrage EVA avec MMU

Ensuite, le vol de Voskhod-3KV n°7 (Voskhod-5) devait être un vol médico-biologique de longue durée (15 jours) avec un équipage comprenant un pilote et un médecin. Trois médecins militaires avaient été sélectionnés : A.A.Kisselev (1934-2016), E.A.Ilyne (1937) et You.A. Senkevitch (1937-2003). Il devait y avoir aussi deux chiens et deux lapins.

Lors des vols n°6 et 7, il était prévu de faire un expérience de pesanteur artificielle grâce à un filin rigide reliant le vaisseau au dernier étage de la fusée (Bloc-I). Les deux vols suivants, n°8 et 9 (Voskhod-6 et 7), étaient avec des Voskhod-3KD pour sorties extra-véhiculaires (EVA). L'équipage comprend deux personnes. La durée des vols est de 3-5 jours. Il devait y avoir deux ou trois EVA, d'une durée totale de 3-6 h, à une distance de 50-100 m du vaisseau. Pour cela, le cosmonaute utilise le fauteuil UPMK. Pour le retour sur Terre, il était prévu la direction manuelle, l'orientation à capteurs ioniques et la rétrofusée à ergols solides. La possibilité d'utiliser une capsule de retour individuelle (LSK) est envisagée. Elle permet le retour en cas d'avarie du vaisseau. Elle devait être testée sur des satellites Zenit. Pour ces vols, un équipage entièrement féminin Ponomareva-Solovieva (double Sergueïtchik-Pitzkhelauri) a été entraîné. Mais Michine, qui succédait à Korolev, voulait modifier le programme Voskhod (n°6 et 7 pour EVA et annulation de n°8 et 9) car il freinait la création des vaisseaux Soyuz (7K-OK) et Zond (7K-L1). Finalement, aucun des vols (n°6 à 9) n'auront lieu.

60 ans de Luna-10 : premier orbiteur de la Lune

par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE

Le 1^{er} mars 1966, la sonde Luna-10A (E-6S n°204) est lancée à l'aide d'une fusée Molnya-M (8K78M n°N103-41). Mais l'échec du 4^e étage la laisse en orbite terrestre (Cosmos-111) et elle retombe dans l'atmosphère deux jours plus tard. Le 31 mars, la sonde "double" Luna-10B (E-6S n°206) de 1582,7 kg est un succès. Le 3 avril, elle place un satellite de 247,2 kg en orbite autour de la Lune (351x1014 km, inclinée à 71,54°, décrite en 2 h 58 min) qui émettra jusqu'au 30 mai (219 séances de liaisons en 56 jours). Elle émet l'International pendant le 23^e congrès du PCUS (29 mars à 8 avril 1966). En raison de l'absence de système d'orientation à bord de Luna-10, le vol vers la Lune s'est déroulé intégralement en mode de vol non orienté. Le complexe scientifique comprenait un spectromètre gamma 3134-03 pour l'étude du rayonnement gamma de la surface lunaire, un radiomètre SL-1 pour l'étude du rayonnement à proximité de la Lune, un

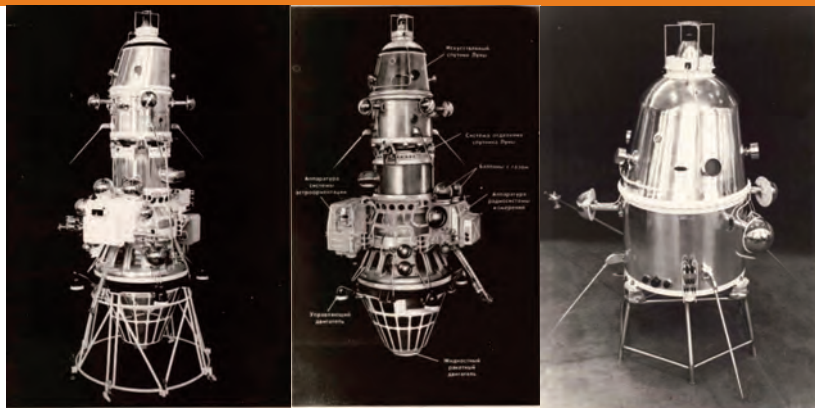


Fig. 3. Lunokhodovets vstavka „Tym-10“ (zobak) staz.

Fig. 4. Shkema vstavki.

Fig. 5. Diagramma „Tym-10“ (zobak) staz.

instrument D-153 pour l'étude du plasma solaire, un magnétomètre triaxial SG-59M monté sur une tige de 1,5 m de long, un instrument ID-1 pour l'enregistrement du rayonnement infrarouge de la surface lunaire, un enregistreur de particules météoritiques RMCh-1 et un instrument RFL-1 pour la détection du rayonnement de fluorescence X de la Lune. Luna-10 ne disposait d'aucun équipement de télévision ou de photographie.

**Complément d'illustrations du texte concernant la genèse
du CDE et BA 101 publié dans l'ESPACE et TEMPS n°45**

par Jean-Claude Renou, membre de l'IFHE

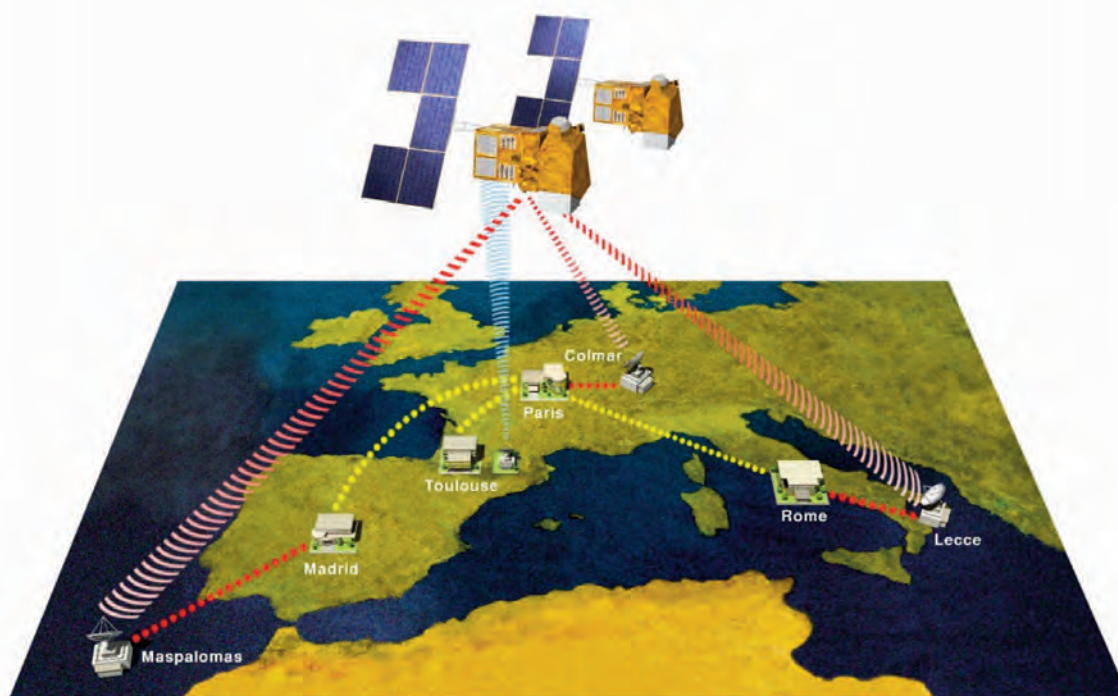


Illustration du réseau « Système Hélios 1 » Elle complète le récit de la procédure opérationnelle mise en œuvre quotidiennement par les différents acteurs responsables, qui est relaté dans la publication n°45 en pages 39 – en bas de la colonne de droite – et 40 – en haut de la colonne de gauche.



Satellite Pléiades HR, présenté dans la publication n°45 en page 40.



Pose des quatre microsattellites de la constellation Elisa- complémentaire à la constellation Essaim - présentée en page 42 de la publication n°45.



Exercice AsterX déroulé au CST du 17 au 28 mars 2025, présenté en page 48 de la publication n°45.



Cérémonie du 2 juillet 2025 sur la place du Capitole



Cérémonie du 2 juillet 2025 sur la place du Capitole



Remise du drapeau de la BA 101 par le général d'armée aérienne Jérôme Bellanger au colonel Laurent Rigal.

Séminaire HT2S au Cnam pour 2026

Le séminaire est organisé par Clair Juilliet, Samuel Le Tollec-Moreau et Catherine Radtka.

La 8 janvier, la séance était consacrée à Clair Juilliet (HT2S-Cnam), «Autour de l'ouvrage De Blériot à Airbus. Une histoire des industries aéronautiques - 1910 - 2024 (Dunod, 2025)».

Le 13 février, la séance était consacrée à François Rulier, historien, ATER à Sciences Po Toulouse, chercheur associé au FRAMESPA. Il a soutenu sa thèse intitulée "Law must precede man into space". Le milieu des juristes du droit de l'espace dans les années 1950 et 1960

: entre affrontements idéologiques, promotion de l'astroculture et défense de l'universalisme" le 25 septembre 2025. Il a présenté ses travaux récents ou en cours en citant notamment les travaux occidentaux de John Cooper (1887-1967), spécialiste du droit aérien en 1948, Andrew Haley (1904-1966), vice-président de l'IAF en 1951/54, puis président en 1957/59, Aldo Armando Cocca (1924-2020), pionnier du droit spatial. Du côté soviétique, les pionniers étaient Evgueny Korovine (1892-1964), président de la Commission de l'Académie des sciences de l'URSS sur les questions juridiques de l'espace interplanétaire en 1959 (après le décès de Korovin, la Commission cessa malheureusement ses activités et fut dissoute en 1973 par une résolution du Présidium de l'Académie des sciences de l'URSS), Guennady Zhukov (1924-2014), auteur du livre "Le droit spatial" en 1966, V.S. Verechetine (1932-2024), adjoint du secteur étranger au Présidium de l'Académie des sciences de l'URSS, puis vice-président du conseil Intercosmos en 1967, etc. En 1958, le premier colloque de l'International Institut of Space Law (IISL) se tenait à La Haye avec Michel Smirnov, Eugène Pepin (1887-1988), Isabella Diederiks-Verschoor (1915-2017), Andrew Haley, Fritz Gerlach.

Le 19 mars, la séance était consacrée à Lise Dubois, docteure en science politique, intervenante au CIENS et ATER en science politique à l'Institut d'études européennes de l'université Paris 8 Vincennes – St Denis. En novembre 2025, elle a soutenu sa thèse intitulée "La politique spatiale allemande. Objectifs stratégiques et échelles décisionnelles : anatomie d'une réémergence nationale dans le cadre européen (1982-2010)" à l'université Jean Moulin Lyon 3. Elle a présenté son

Séminaire de recherche
Laboratoire HT2S

le cnam

Mutations de l'aéronautique et du spatial (XVIII^e-XXI^e siècles)

Semestre 1 - Printemps 2026

- Séance 1 : jeudi 8 janvier
- Séance 2 : vendredi 13 février
- Séance 3 : jeudi 19 mars
- Séance 4 : jeudi 9 avril
- Séance 5 : jeudi 18 juin

Horaires, présentation des intervenants et sujets, salles...
Retrouvez **toutes les infos** régulièrement mises à jour sur
le site de l'IRHIST :
<https://irhist.sorbonne-universite.fr/>

Initiative
Nouvelles Initiatives
des universités et des techniques

le cnam
HT2S

travail sur «L'Allemagne et la puissance spatiale». Pour ses recherches, elle a travaillé dans les archives fédérales à Coblenz, les archives du DLR à Göttingen, les archives diplomatiques, celles du Ministère français de l'enseignement supérieur et de la Recherche. De plus, elle a réalisé 19 entretiens avec des acteurs. Le premier satellite allemand était Azur, lancé par une fusée Scout de Vandenberg le 8/11/1969. Puis ce furent DIAL sur Diamant-B le 10/3/1970, Aeros-A et B également lancés par des Scout en 1972/74, Helios-1 et 2 (construit

par MBB) lancés par des Titan-III/Centaur en 1974/76, Rosat (construit par Dornier) lancé par une Delta-2 en 1990, AbriXas (construit par OHB) lancé par une Cosmos-3M en 1999. Pour l'ELDO, elle a fourni l'étage Astris de la fusée Europa, puis a contribué à la famille Ariane. Dans le cadre de l'ESA, elle a longtemps été le second contributeur derrière la France. Depuis quelques années, elle a augmenté son budget pour devenir le premier contributeur en 2012, place légitime car l'Allemagne est la première économie européenne. Depuis le début, elle est leader dans les vols habités (Spacelab construit par ERNO), tandis que la France, 3^e puissance spatiale, est leader dans les lanceurs. Depuis 1978, l'Allemagne a cumulé 1035 jours 10 h 19 min dans l'espace (13 astronautes), tandis que la France a cumulé 825 jours 4 h 51 min (10 astronautes). Depuis 1975, elle a contribué à de nombreux programmes de l'ESA. Dans les télécoms, l'Allemagne a lancé les satellites Symphonie en 1974/75, TV-Sat en 1987/89, Heinrich Hertz (construit par OHB) en 2023. Dans l'observation de la Terre, l'Allemagne s'est spécialisée dans l'imagerie radar (TerraSAR, Tandem-X, SAR-Lupe, Sarah, etc). Dans le domaine optique, elle prévoit de lancer les satellites à haute résolution GEORG (construit par OHB). Et le 15/10/2025, l'Allemagne et la France ont formalisé un accord pour le programme d'alerte avancée Odin's Eye. Actuellement, deux sociétés privées développent un petit lanceur : ISAR Aerospace qui doit lancer Spectrum d'Andoya en Norvège et RFA qui doit lancer RFA Onde de SaxaVord en Ecosse. Le premier vol de Spectrum s'est soldé par un échec le 30 mars 2025. Le second vol est attendu en avril 2026.

Le 50^e congrès "Korolev" à Moscou les 27-30/1/2026

Les 27-30 janvier, c'était le 50^e congrès "Korolev" de Moscou. La session n°1 d'histoire comprenait les exposés suivants :

-Analyse des congrès Tsiolkovsky 1966/2026.

-Les pionniers du spatial par M.A.Ostachev, fils de A.I.Ostachev, vétéran du KIK.

-100 ans de A.I.Ostachev, collaborateur de Korolev.

-90 ans du moteur ORM-65.

-100 ans de K.P.Feoktistov.

-50 ans des premiers panoramas de Vénus.

-Histoire des systèmes de sauvetage des vols habités par S.V.Kritchevsky.



Viktoria Batchenko de l'IRI RAN.

1937 à 1944 par V.P.Lositsky (fonds Serebrov).

-préparation des cosmonautes du programme Apollo-Soyouz en 1973/1975 par V.S.Batchenko (IRI RAN).

-Sur l'histoire des projets d'équipe étudiants : les débuts du développement de la cosmonautique.

-Histoire de la navette Bourane.

-V.V.Streltsov dans la médecine aéronautique.

-Le fonds L.K.Korneyev dans les archives de l'Académie des sciences.

-Role du NKVD dans la formation des industries de haute technologie pendant la période d'avant-guerre et de guerre, de

Le 53^e congrès "Gagarine" à Gagarine les 9-12/3/2026

Le 9-12 mars, c'était le 53^e congrès "Korolev" de Moscou.

La session n°1 d'histoire comprenait les exposés suivants :

-Les pionniers de l'espace dans l'ouvrage de vulgarisation scientifique "L'espace. Rêve de 'humanité'".

-Les grands maîtres de l'espace habité : S.P.Korolev,

V.I.Yazdovsky, E.A.Karpov, Youri.A.Gagarine.

-80 ans de RKK Energiya par A.M.Pesliak, journaliste, membre Fédération cosmonautique.

-Histoire de la création du premier groupe de cosmonautes et de la préparation au premier vol habité.

-Histoire de la création des systèmes de protection contre les vibrations et les chocs pour les équipements de la capsule du vaisseau Voskhod.

-Histoire de la création, l'assemblage et les essais de la navette Bourane à Baïkonour.

-La balistique orbitale du vol de Youri Gagarine.

-100 ans de G.I.Severine.

-Caractéristiques de la préparation psychophysiologique de Gagarine et ses doublures.

-Le premier scaphandre : du projet à l'exploitation, sur les documents du RGANTD.

-Rôle de la Biélorussie dans le spatial international.

-Visite de Gagarine à la Reine d'Angleterre : vérité et légende.

-90 ans du moteur ORM-65.

-100 ans de K.P.Feoktistov par A.A.Mitina et D.A.Temartsev (TsPK).

-G.S.Titov : pilote de Siversk (26^e régiment de chasse



Serguei Krikalev à l'ouverture du congrès.

près de Gatchina où il fut affecté en 1957).

-Histoire en photos des archives du Musée des Chiens de Moscou.

-Activité scientifique de l'usine Zvezda en 1960/70 sur les documents du RGANTD.

-Travaux des navires de la flotte cosmique pour assurer le vol de

Gagarine.

-Troubles minéraux osseux lors des vols spatiaux : historique et recherches de l'IMBP.

-Conception d'un petit satellite radar pour la surveillance de la Terre par O.D.Jaldybina, Université de Samara.

-Tendance alternative du développement d'équipement de recherche et de sauvetage.

-Entraînement opto-vestibulaire lors de la préparation au vol de l'équipage du vaisseau Dragon de SpaceX.

-100 ans de K.P.Feoktistov par S.A.Guerassioutine (Terre&Univers).

-L'autobus pour les cosmonautes (65 ans du vol de Gagarine).

-Le champ de Gagarine (65 ans de l'atterrissage dans la région de Saratov).

-Nomination de Youri A. Gagarine au Conseil des nationalités du Soviet suprême de l'URSS par V.N.Koupryanov, chef section historique Fédération cosmonautique de Saint-Petersbourg.

-Garantir la vie en orbite : les étapes clés de la carrière de G.I.Voronine, concepteur des systèmes de survie des vaisseaux habités.

Spring Meeting IAA à l'AeCF le 23/3/2026

Le 23 mars, le spring meeting annuel du Comité Histoire de l'IAA s'est tenu à l'Aéroclub de France. Étaient en présentiel, Oti Liepack, Karl-Heinz Rohrwild, Hannes Mayer, Christophe Rothmund, Steven Salmon, Lev Zelenyi, Christian Lardier, Dmitri Prunariu.

En distanciel, Sandra Häuplik-Meusburger, Ingemar Skoog, Philippe Cosyn, Niklas Reinke, Mike Gruntman, Kerrie Dougherty, Andrew Erickson, Rachel Tillman, Paivi Jukola, etc. Il a été procédé à la sélection des exposés pour le 60^e symposium d'histoire du 79^e congrès IAC qui se tiendra à Antalya en Turquie les 5-9 octobre 2026. Les congrès suivants auront lieu à Poznan en Pologne en 2027 (70 ans Sputnik-1, 60 ans Intercosmos, 100 ans de la conférence de Robert Esnault-Pelterie à la SAF), à Samarkand en Ouzbekistan en 2028 (la session n°3 sera consacrée aux pays de l'Asie centrale : Kazakhstan, Turkmenistan, Ouzbekistan, Kirghizistan, Tadjikistan). En 2029, quatre candidatures sont en cours : Genève, Espagne, Houston, Muscat en (Oman). Par ailleurs, il a été procédé à l'élection



des nouveaux membres du Comité : Brian Harvey (Irlande), journaliste et auteur de nombreux livres sur le spatial, est devenu Observateur, tandis que Maximilien Berthet, diplômé de l'Université de Durham (UK) et enseignant à l'Université de Tokyo (Japon), membre de l'ACHA, et Danshas Vigneswaran, enseignant à l'Université d'Amsterdam (Hollande), ont été élus comme nouveaux membres potentiels.

Lors de la réunion IFHE-IAF le 16 janvier, Christian Feichtinger, directeur exécutif de l'IAF, nous a demandé de voir si un rapprochement entre les Comités Histoire de l'IAA et de l'ACHA (Comité de l'IAA-IAF-IISL créé en octobre 2005) pouvait être étudié. Le premier organise les symposiums d'IAC depuis 1967 et le second, dirigé actuellement par Sunny Narayanan, a publié deux livres sur l'histoire de l'AGI en 2011 et sur l'histoire de Sarsat-Cospas en 2016. Actuellement, ACHA travaille sur un livre sur l'Histoire de l'industrie spatiale mondiale. La partie européenne est écrite sous la direction de Gérard Brachet.

Olga Dubrovina le 14/2/2026

Le 14 février, à la Maison de la Recherche de Sorbonne Université, la chercheuse Olga Dubrovina a présenté ses travaux sur le programme spatial soviétique et la coopération internationale pendant la perestroïka en 1985/1991 (période Gorbatchevienne). Ils ont fait l'objet d'un livre qui vient d'être publié chez Palgrave-McMillan.

L'avant-propos est signé par John Krige qui fut l'historien en chef du programme d'histoire de l'ESA (1990-2005).

Olga Dubrovina est chercheuse postdoctorale au Département de sciences politiques, de droit et d'études internationales (SPGI) de l'Université de Padoue (2020:2024). Elle avait publié "Space Diplomacy in the



Olga Dubrovina à la Sorbonne.

Cold War Context: How It Worked on the Soviet Side" dans le recueil "Inventer une diplomatie scientifique partagée pour l'Europe : Études de cas interdisciplinaires pour penser avec l'histoire" publié en décembre 2022 dans le cadre du "Projet InsSciDE Horizon 2020". Puis elle avait présenté "Science et politique : Soviet-European cooperation soviéto-européenne

sur les Bions" au symposium d'histoire du Congrès IAF d'octobre 2024 à Milan. Pour faire ce dernier, elle avait notamment travaillé dans les archives de l'ESA à Florence (Italie) et interviewé des participants au programme des côtés européen et soviétique. Depuis mars 2026, elle travaille à l'Université de Trieste (Italie).

Lancement du PRI Sciences humaines et spatiales à l'EHESS

par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE

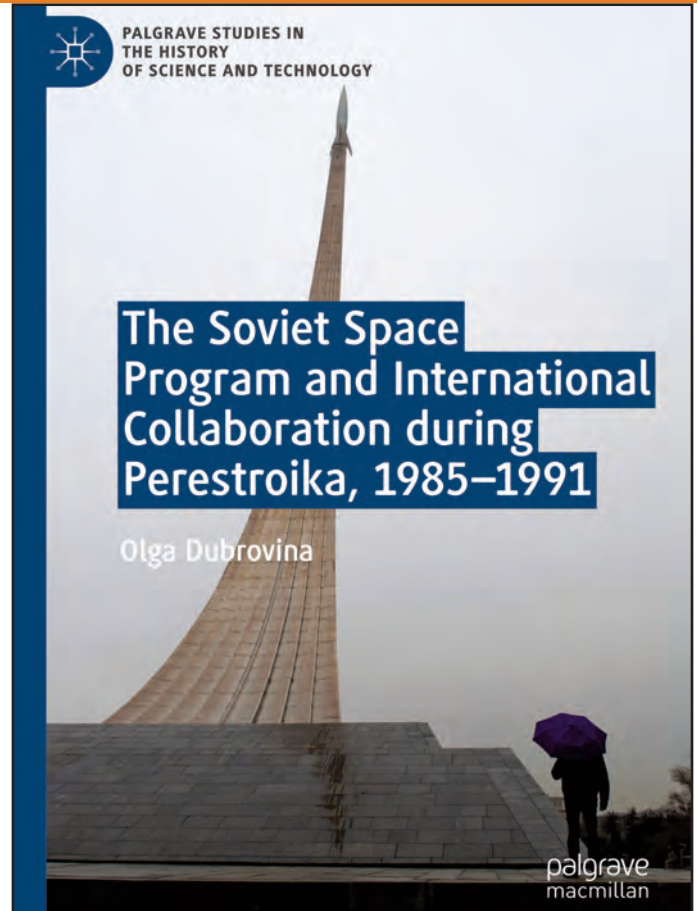
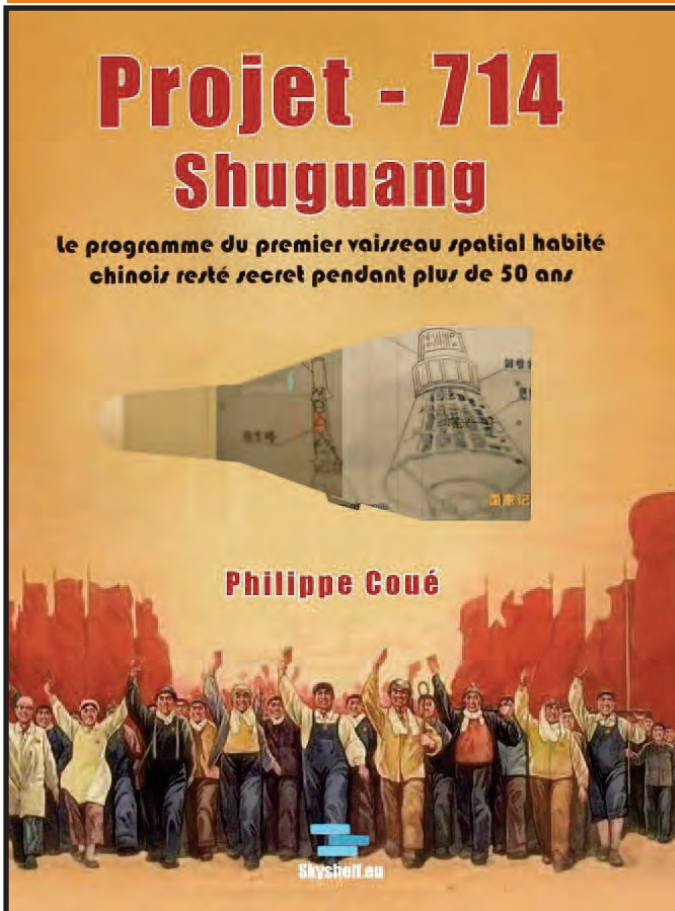
Le 28 janvier 2026, l'EHESS a démarré le programme de recherche interdisciplinaire (PRI) qui vise à ouvrir de nouveaux champs de recherche sur les activités spatiales tout en créant des ponts avec les mondes artistique et industriel, avec l'aide de ses partenaires Matrice. Une table ronde a réuni Isabelle Sourbes, Moimoko Seto, Margherita Arcangeli, Jérôme Dokic,



Reiner Maria Kiesow, Arnaud Saint Martin. Ce dernier a présenté son dernier livre et évoqué le travail effectué par la sociologue américaine Diane Vaughan sur l'accident de la navette Challenger le 28/1/86 (livre "The Challenger Launch Decision: Risky Technology, Culture, and Deviance at NASA" publié par University of Chicago Press en 2022).

Nouveaux livres

par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE



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

membre : 65 euros
bienfaiteur : > 65 euros
étudiant (< 30 ans) : 20 euros

Mode de paiement : _____ Montant : _____

Signature : _____

100 ans de la naissance de Konstantin Petrovitch Feoktistov (1926-2009)

par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE

Né le 7 février 1926 à Voronej, d'un père comptable Piotr Pavlovitch (1890–1984) et d'une mère sage-femme Maria Fedorovna (1890–1957), il a un demi-frère Alexandre (né d'une première union de sa mère, mort au front) et un frère aîné Boris (1922 - 1941, mort au front). Pendant la guerre, en août 1942, alors qu'il faisait du renseignement à l'âge de 14 ans, il a reçu une balle allemande qui est passé par le menton et le cou, mais qui ne l'a pas tué.

Il a réussi à rejoindre les siens, a été hospitalisé, puis évacué au Turkménistan où il a repris ses études en 1943. Il termine l'école technique supérieure Bauman (MVTU) de Moscou en 1949 (son diplôme porte sur un turboréacteur). En 1949/51, il est ingénieur au SKB-385 de Zlatoust alors dirigé par A.Ya.Cherbakov. En décembre 1951, il épouse Roxanne Nikolaïevna (1925-?), camarade de classe au MVTU, avec qui il a un fils : Nikolai (1953), économiste. Mais le couple divorce en 1955. En 1951/56, il s'occupe du calcul de la trajectoire des fusées balistiques au NII-4 à Joubilenyi. Il est candidat es sciences techniques en janvier 1955. Le 23/12/1957, il entre dans le secteur de conception n°9 de M.K.Tikhonravov dans l'OKB-1 de Korolev (chef de groupe, chef de section le 14/2/1959, chef de secteur le 12/1/1962). Il est alors chargé de la conception des vaisseaux OD-2, 1K, 3K/Vostok et 3KV/3KD/Voskhod. En 1961, il épouse sa second femme : Galina Nikolaïevna (1937-?), ingénieur de l'OKB-1, avec qui il a un fils : Andreï (1962), physicien. Le 20/7/1963, il devient chef adjoint du secteur n°3.

En mai 1964, il passe la visite médicale et s'entraîne sur le Voskhod à la Cité des Étoiles du 11 juin au 10 août. Deux équipages sont formés : Volynov, Katys et Egorov (principal) et Komarov, Feoktistov et Sorokine (doublure). Initialement prévu fin août, le vol est reporté au 15-20/9/64,



K.P.Feoktistov



Equipe de Voskhod-1 en 1964.



Feoktistov-Nixon-Beregovoi en 1969



Kizim, Makarov et Feoktistov en 1980.



Feoktistov, Lardier et Ducrocq en 1987.

puis en octobre. Finalement, le 9/10/64, l'équipage principal est Komarov, Feoktistov et Egorov. Lazarev est triplure pour les deux équipages. Voskhod-1 effectue un vol d'une journée le 12-13/10/64. Il est fait Héros de l'Union Soviétique et reçoit la médaille d'or Tsiolkovsky de l'Académie des sciences.

Le 1/9/1964, il devient chef adjoint du secteur n°93 (module lunaire LK), puis chef adjoint du secteur n°211 le 16/8/66 (vaisseau Soyouz). Après la tragédie de Soyouz-1 (mort de Komarov), il commence à s'entraîner sur le Soyouz en juin 1967. Il doit alors voler avec Beregovoi sur Soyouz-3. Mais il est écarté en mai 1968 lorsqu'il est décidé de faire un vol avec un seul cosmonaute à bord. Il fait partie du groupe qui s'entraîne pour le programme lunaire en Somalie en 1968. Le 12/9/68, il devient chef adjoint du complexe n°2 (station DOS-7K/Saliout). Le 13/11/73, il est constructeur principal adjoint du complexe DOS-7K. Le 20/6/74, il est constructeur général adjoint de la NPO Energia dirigée par V.P.Glouchko, constructeur principal adjoint de la station 27K/Mir. Le 1/1/77, il est cosmonaute-expérimentateur de 3^e classe. En 1978, il épouse Vera Viktorovna (1955), médecin, avec qui il a deux enfants : Natalia (14/7/79), architecte, et Konstantin (13/6/82), ingénieur. En 1980, âgé de 54 ans, il s'entraîne pour le vol de Soyouz-T3 (Kizim-Makarov-Feoktistov), mais il est remplacé pour raison de santé par Strelakov. Il est définitivement écarté du groupe des cosmonautes en octobre 1987. Il est docteur es sciences techniques en 1967 et professeur en 1969. ordre du travail du drapeau rouge 21/12/57 (Sputnik-1) et 17/6/61 (Vostok-1).

Il a reçu le prix Lénine en 1966 (Voskhod) et le prix d'état en 1976 (Saliout-4). Il a quitté l'entreprise en mai 1990 pour devenir professeur au MVTU. Il est décédé le 22 novembre 2009.

Conférence 60 ans des premiers satellites français le 30/1/2026

par Christian Lardier, président de l'IFHE



photos : C.Lardier, JM Lardier, P-F Mouriaux.

Carnet gris

Jacob Terweij (3/8/1946-7/2/2026)

Né à Amsterdam, il se passionne pour le spatial à l'adolescence. En 1962, à 16 ans, il voit Youri Gagarine à Helsinki lors du 8^e Festival mondial de la jeunesse et des étudiants (28/6-6/7/62). Il fait des études d'imprimerie. Il travaille pour le conseil municipal et devient imprimeur en chef dans une structure pour chômeurs. Dans cette structure, il y avait un garage, une imprimerie, un théâtre et une salle de cours d'électricité, de plomberie, de charpentier, etc.

En 1963, le groupe de travail des jeunes sur le spatial est créé : il commence à publier la revue Spaceview. Jacob intègre le groupe en 1967 et commence à travailler sur le spatial soviétique avec Maarten Houtman (1948-2017). Il devient membre de la Société d'amitié Hollande-URSS qui lui donne accès aux publications soviétiques (journaux, magazines, films). Pour sa part, Maarten rentre en contact avec les experts anglo-saxons Charles Sheldon II, Jim Oberg, Charles Vick, Philip Clark (BIS) et Geoffrey Perry (Kettering group). En juin 1971, ils se rendent au Salon du Bourget et rencontrent des Soviétiques. En octobre 1973, ils vont à Moscou, puis au congrès IAF de Bakou. A Moscou, ils signent un contrat avec TASS pour 10 photos/mois et s'abonnent au bulletin de Mezhdunarodnaya Kniga afin de commander les livres sur le spatial. En octobre 1974, ils font partie de l'organisation du centre de presse pour l'IAF d'Amsterdam. En juillet 1975, Maarten est accrédité à Moscou pour le vol Apollo-Soyouz. En 1978, Maarten a quitté le groupe et Jacob a repris son activité. Avec le début des vols habités d'Intercosmos, il a entrepris des voyages dans les pays de l'Est : Berlin-Est (RDA), Prague (Tchécoslovaquie, congrès IAF de 1977), Budapest (Hongrie, congrès IAF de 1983), Sofia (Bulgarie, congrès ASE en 1988), etc. Ces voyages ont permis de faire de nombreuses rencontres très intéressantes. En 1981, il commence à écrire des articles dans le magazine "Aarde&Kosmos". Puis il passera dans "L'Homme et la science". En 1986, Jacob et Bert Dubbelaar ont publié le



Jacob Terweij



Spaceview 1971



Jacob (à g.) interview V.Koubassov en 1975



Jacob (à dr.) avec Marteen Houtman en 1978

livre "Le projet Saliout" aux éditions Progress à Moscou. Le livre a été publié en russe, en anglais et en néerlandais. En 1987, il rencontre un nouvel équipier : Luc van den Abeelen. En 1989, il est invité avec sa fille à participer au premier camp spatial international d'un mois de Novossibirsk organisé par VAKO-Soyuz, présidé par le cosmonaute Alexandre Serebrov. Durant le séjour Serebrov l'a invité à assister au lancement de Soyouz-TM8 depuis Baïkonour le 5/9/1989. C'était sa première visite du cosmodrome. De 1990 à 1995, il est accrédité comme correspondant permanent auprès du Ministère des Affaires Etrangères (MID) à Moscou. Il s'installe à Bolchevo où il rencontre Nadejda qui devient sa femme le 3/1/1992. A cette époque, il va aux Salons MAKS à Joukovsky (il sera à tous les salons jusqu'en 2020), à Baïkonour deux à trois fois par an (à partir de Soyouz-TM9). Il visite également un très grand nombre de musées dont ceux de plusieurs entreprises spatiales. En 1995, il retourne vivre à Amsterdam où il travaille comme agent administratif dans une Maison des Jeunes et de la Culture qui dépend du conseil municipal. Il obtient un nouveau visa du type commercial qui lui permet de retourner régulièrement en Russie. Il commence alors la production de patches, conçus par Luc van den Abeelen, pour les vols habités Soyouz : ils fondent Spaceview-Spacepatches avec Jacques Edwin van Oene et Erik van der Hoorn. En 1999, le 2^e congrès IAF d'Amsterdam, 25 ans après le premier, est l'occasion pour Jacob de fêter les 25 ans de Spaceview. En 2006, Jacob fête ses 60 ans à Moscou et entame le voyage Moscou-Vladivostok et retour en voiture. Mais au retour, la voiture casse au Kazakhstan. En 2012, il participe à la réalisation d'un

film sur le cosmonaute néerlandais André Kuipers qui effectue son 2^e vol sur l'ISS en décembre 2011. Il commence à organiser des voyages touristiques à Baïkonour (groupes d'une dizaine de personnes). Il en réalisera plusieurs jusqu'au Covid en 2020. En mai 2015, il est à Saint-

Petersbourg où il visite la Fédération de cosmonautique, le musée Glouchko, etc. En août 2016, il fête ses 70 ans à Bolchevo. En 2017, il participe au salon MAKS en août, visite le Parc Patriot et participe au congrès Tsiolkovsky en septembre, puis participe aux 60 ans de Spoutnik-1 à Moscou et Saint-Petersbourg en octobre. En avril 2018, il visite la filiale du MVTU à Orevo. En septembre 2019, il participe au congrès Tsiolkovsky, se rend à Borovsk et au Musée d'Arkhipo-Ossipovka près de Gelendjik. Jacob avait deux filles : Micha (1971-1995) et Gioya

(1974-2018). Après le décès de Gioya, il a décidé de se séparer de ses archives spatiales en langue russe qui ont été transférées au Musée de Kalouga via l'ambassade de Russie à La Haye et Moscou. Les archives en hollandais, anglais ou allemand ont été données au Musée de l'aviation de Schipol. Puis il a déménagé dans un nouvel appartement plus petit pour personne âgée. En mars 2020, le covid ferme les frontières. En mai 2021, notre dernière rencontre sera à Amsterdam. Paix à son âme !
Christian Lardier



Jacob (à dr.) au Cospar de Toulouse en 1986



Jacob (à dr.) au 4^e congrès de l'ASE à Sofia en 1988.



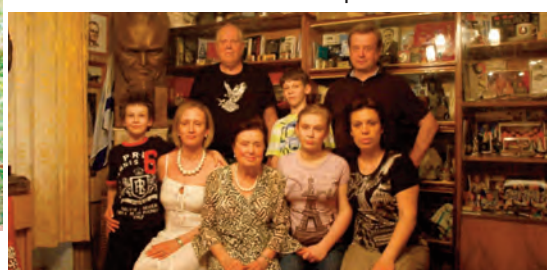
Jacob à Baïkonour en septembre 1989



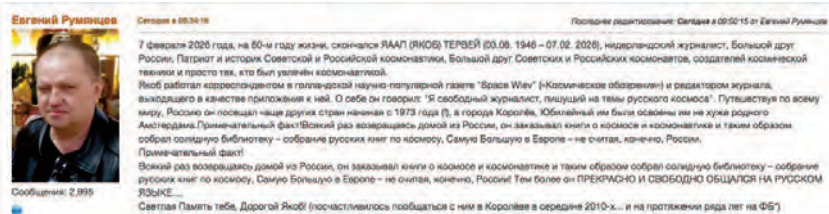
Jacob (à dr.) à la Fédération de cosmonautique en 1990.



Jacob avec Boris Tchertok à Bolchevo en 2007.



Jacob avec les familles Koroleva et Syromiatnikov à Moscou.



Nécrologie de Jacob Terweij sur le site Kosmitcheskii Memorial.



Jacob avec Luc van den Abeelen, Jacques Edwin van Oene et Erik van der Hoorn de Spacepatches.



Enterrement de Jacob le 17/2/2026 : Gerard van de Haar, Luc van den Abeelen, André Kuipers, Jacques Edwin van Oene et Christian Lardier.

Boris Nikolaïevitch Kantemirov (3/12/1932-28/1/2026)

Né à Kropotkin dans la région de Krasnodar, il est termine l'Académie militaire des liaisons Boudienny de Léningrad en 1956 et au NII-4, puis au TsNII-50 des RVSN à Jubilyen (ville de Korolev). Là, il participe aux programmes spatiaux, ainsi qu'aux essais nucléaires à Semipalatinsk. Il est candidat es sciences techniques en 1972. En 1983, il quitte l'armée pour travailler au Musée Poly-



technique de Moscou. En 2002, il entre dans le groupe Cosmonautique de l'IIET Vavilov. En 2009, il dirige le groupe d'histoire des techniques. En 2016/2018, il est chercheur du secteur d'histoire des sciences techniques. Il fut un des fondateurs de l'Académie de cosmonautique Tsiolkovsky (RAKTs) en 1991. Il était l'auteur des biographies de M.K.Tikhonravov et de N.G.Tchernychev.

Alexandre Filippovitch Yassinsky (26/11/1930-15/3/2026)

Diplômé de l'École technique électromécanique de Kiev en 1950, de l'École des communications de l'aviation militaire de Kharkov en 1953 et de l'École des ingénieurs aéronautiques de Kiev en 1961, il travaille à la station de poursuite de Oulan-Oude (NIP-13) en 1961/69, à la station de Simféropol (NIP-10) en 1969, chef en 1973/82, chef adjoint du réseau de poursuite



(KIK) pour l'armement en 1982/89, ingénieur principal d'un département du Centre de Golitsyno (GITs KS) en 1989-1996. Il est également directeur adjoint pour le KIK de la navette Bourane et membre de la Commission d'État pour le système Glonass. Général-major en 1984, prix d'Etat en 1981 pour le réseau de poursuite des stations orbitales, ordre du travail en 1974.

Pierre Julien (1942-28/11/2025)

C'est avec une immense tristesse que j'ai appris la disparition de Pierre Julien, un ami et collègue durant plusieurs décennies. Pierre (1-11-1953-12/1/2026) a été journaliste à RTL pendant 41 ans : il était spécialiste et passionné d'Aéronautique, Espace et Défense, rédacteur-en-chef adjoint au service étranger en 2011. Il fut un membre actif et plusieurs fois président de l'Association des journalistes professionnels de l'Air et de l'Espace (AJPAE). Il a également occupé la vice-présidence de l'Association des journalistes de Défense (AJD). En



juillet 2003, le ministère de la Défense lui a attribué la Légion d'honneur en même temps que Jean-Pierre Ferey (TF-1) et Bernard Bombeau (Air&Cosmos). Il était officier de réserve citoyenne dans l'armée de l'air et de l'espace. Il était à la retraite depuis 2020, mais je le rencontrais encore à l'Aéroclub de France (il était membre de la Société des Experts du Patrimoine. Aéronautique et Spatial de Max Armanet), au meeting aérien de la Ferté-Allais en mai, au Salon du Bourget de juin dernier. Cher Pierre, bon vol !! Repose en paix !

Nikolai Alexeïevitch Meliankov (12/12/1947-19/3/2026)

Diplômé du MVTU en 1972, il entre dans l'OKB-23 Saliout où il travaille dans le secteur de conception des vues générales. En 1975/77, il fait son service militaire dans les Forces de fusées stratégiques (RVSN). Puis il retourne dans l'OKB-23 où il devient chef adjoint de secteur qui travaille sur des thématiques spéciales. En 1996, il est nommé constructeur en chef du thème Rockot. En 2005, il est constructeur principal du complexe Rockot et des thèmes Zaryade (prolongation de vie) et 4202 (ogive manoeuvrante Avangard). Pour



le Rockot, il reçoit le prix du gouvernement en 2011 (avec V.L.Ivanov, You.O.Bakhvalov, A.I.Kouzine, V.V.Mikhailov, A.I.Ostroverkh du centre Khrounitchev, A.N.Ivanov des Forces spatiales, You.M.Motzak du KBTM/TsENKI, A.A.Postil de Roscosmos, A.I.Chevkonov du cosmodrome de Plessetsk). En 2014, il est nommé constructeur principal du complexe Rockot et des étages supérieurs à oxygène-hydrogène liquides (KVRB), ainsi que des thèmes Zaryade et 4202. Il avait pris sa retraite en 2024.

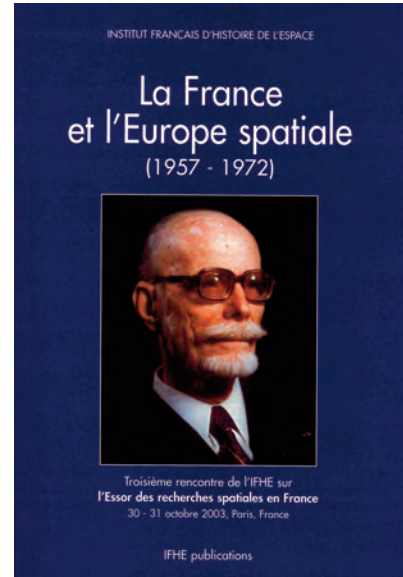
Les publications de l'IFHE de 2000 à 2013
(avertissement = certains ouvrages sont épuisés)



Les 1^{er} rencontres de l'IFHE
24-25 octobre 2000



Les 2^{es} rencontres de l'IFHE
23-24 octobre 2001



Les 3^{es} rencontres de l'IFHE
30-31 octobre 2003



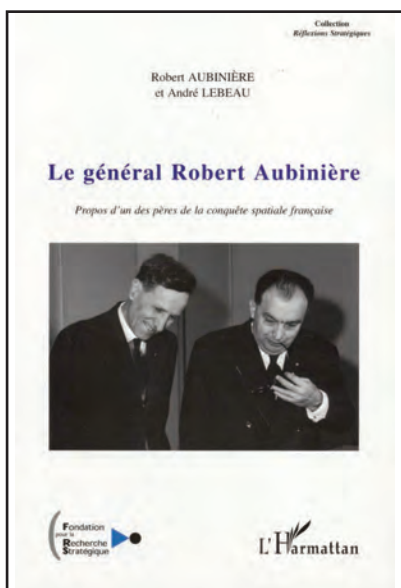
Relations Franco-Américaines
publié en 2005



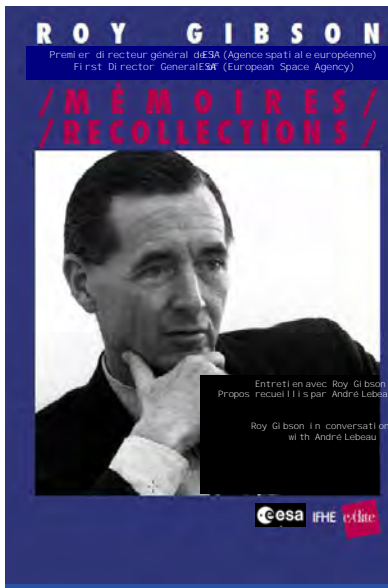
Au temps des Fusées-sondes
publié en 2007



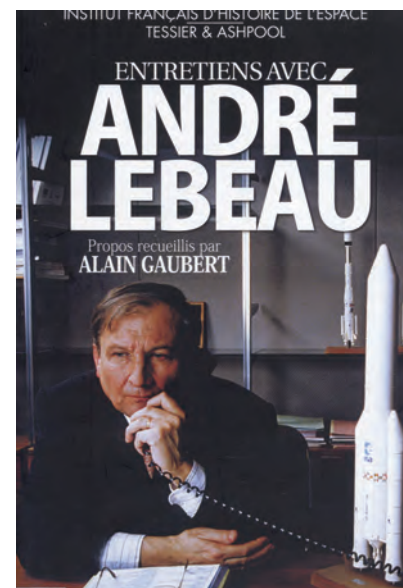
Les ballons au service de la
Recherche publié en 2011



Le général Robert Aubinière
publié en 2008



Mémoires de Roy Gibson
publié en 2011



Entretiens avec André
Lebeau publié en 2013