

# ESPACE & TEMPS

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



SATURN-V PARTIE 3.3



IL Y A 50 ANS : LES LANCEMENTS DE 1975

## La fusée postale qui devait franchir le détroit de Calais à Douvres n'est pas partie

Le ministre de l'Intérieur avait interdit l'expérience



Les essais de lancement sont interdits par le garde champêtre de Sangatte, par ordre du ministre de l'Intérieur. (Modern Photo). Il avait été fait un bruit considérable ment d'une fusée postale. Ils avaient an-

LES FUSÉES POSTALES

## MINISTÈRE DE L'ARMEMENT

Décret n° 46-1089 du 17 mai 1946 relatif à la création d'un laboratoire de recherches et d'études.

Le Président du Gouvernement provisoire,

Sur le rapport du ministre de l'armement,

Vu le décret du 29 avril 1933 fixant les attributions de la direction des fabrications d'armement;

Vu le décret du 6 juin 1933 portant réorganisation du service de l'artillerie et organisation des fabrications d'armement;

Vu les décrets du 26 octobre 1934 re-fondant les décrets du 29 avril 1933 et du 6 juin 1933.

CRÉATION DU LRBA DE LA DEFA

## IFHE

Institut Français d'Histoire de l'Espace

adresse de correspondance :

2, place Maurice Quentin

75039 Paris Cedex 01

e-mail : [contact.ifhe@orange.fr](mailto:contact.ifhe@orange.fr)

Tél : 01 40 39 04 77

Chers membres,

Tout d'abord, en ce début d'année 2025, le Conseil d'administration de l'IFHE vous adresse tous ses vœux de bonheur et de santé.

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.....Yves Blin

Vice-président.....Jacques Simon

Trésorier.....Pierre Bescond

Secrétaire général.....Jean Jamet

Administrateurs...Yves Blin, Jacques Simon, Pierre Bescond, Jean Jamet, Christian Lardier, Guy Duchossois

Représentant du CNES.....Pierre Tréfouret

### Conseil scientifique (formé 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, Yves Monier, Patrice Lille.

Impression: photocopies - tirage : 50 ex.  
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.

Dans le précédent numéro d'Espace & Temps, je mentionnais qu'en liaison avec le CNES, l'IFHE travaillait à l'organisation pour le début de l'année 2025 d'un colloque de 2 jours ayant pour thématique la préservation de la mémoire orale et écrite des activités spatiales. Grâce à l'investissement de tous les instants de Christian Lardier, ce colloque renommé « Premières Assises de l'Histoire Spatiale » se tiendra finalement dans les locaux du CNAM à Paris les 11 et 12 février 2025. Nous espérons que vous pourrez venir nous rejoindre pour cette manifestation dont nous attendons un impact positif pour le futur de notre association.

J'ai aussi le plaisir de vous confirmer que la parution au début du printemps 2025 de l'ouvrage sur les sciences de l'atmosphère et des océans rédigé sous la direction de Jean-Louis Fellous et co-édité par l'éditeur GINKGO et l'IFHE.

Il nous reste maintenant à finaliser le livre de témoignages compilant les interventions des conférences tenues pour fêter les cinquante ans du CNES, les quarante ans du CSG et les premiers lanceurs et satellites français. Nous avons bon espoir que la parution de cet ouvrage se réalise d'ici l'été 2025

Je voudrais finir cet éditorial en vous rappelant qu'en 2025, en conformité avec nos statuts, l'ensemble du conseil d'administration de notre association doit être renouvelé ainsi que les postes du bureau (président, vice-président, secrétaire général et trésorier) et je demande donc à chacun de réfléchir dès à présent à votre candidature. Je tiens à vous préciser que certains des membres du Conseil Administration sont aux commandes depuis une vingtaine d'années et qu'il est impérieux qu'une relève se mette en place pour conduire les destinées de notre association pour les années à venir. Un courrier d'appel à candidature vous sera transmis dans les semaines à venir.

Je vous laisse maintenant savourer ce nouveau numéro d'Espace & Temps.

Yves Blin  
Président de l'IFHE



De novembre 1967 à mai 1973, la fusée Saturn-V a accompli treize vols dont trois dans le cadre de mission inhabitée (Apollo-4 et 6, station Skylab). Dans les lignes qui vont suivre, nous allons vous proposer de découvrir les conditions dans lesquelles se sont déroulés les cinq premiers vols. Un prochain article s'intéressera aux sept autres vols.

### 1 - AS-501 – Mission accomplie

#### 9 novembre 1967 – Mission Apollo-4 – Charge utile CSM-017 et LTA-10R

Afin de réduire la période de mise au point de la fusée Saturn-V, la NASA fait le choix osé à l'époque d'essayer dès le premier vol le lanceur avec ses trois étages actifs. On imagine sans difficulté la très grande tension qui règne à Cap Kennedy pour la première tentative de lancement de Saturn-

V (AS-501) le 9 novembre 1967. Tôt dans la matinée du 8 novembre 1967, le compte à rebours final de 24 heures commence. Le compte à rebours est émaillé de quelques difficultés techniques mineures rapidement résolues sans incidence sur la chronologie. Le 9 novembre 1967, AS-501 décolle à peine une seconde après l'heure de lancement prévue (7 h 00 EDT). Le décollage se fait dans un déluge de feu qui illumine l'ensemble des installations de Cap Kennedy alors dans la pénombre de l'aube. Le tonnerre généré par les 5 moteurs F1 stupéfie les spectateurs. À cinq kilomètres et demi du pas de tir, dans le studio de la Columbia Broadcasting System,

la voix du journaliste vedette Walter Cronkite est presque noyée par le bruit généré par les moteurs du lanceur Saturn tandis que, sous l'effet des vibrations du sol, Cronkite est par ailleurs soumis à une pluie de débris provenant des murs et du plafond de sa cabine de radiodiffusion (1).

Ce premier vol est un succès indéniable. Lors d'une conférence de presse après le lancement, von Braun déclare : «Aucun événement depuis la création du Centre Marshall en 1960 n'égale le lancement d'aujourd'hui en importance (et je considère ce jour heureux comme l'un des trois ou quatre moments forts de ma vie professionnelle – seulement surpassé par l'atterrissage lunaire habité.»(2).

Le vol d'Apollo 4 est un succès à tous points de vue. Le vol marque les premiers essais en vol des étages S-IC et S-II ; le S-IVB est, quant à lui, essentiellement le même que celui utilisé dans les lancements de Saturn IB. Le premier étage S-IC fonctionne avec la précision attendue par les responsables du lancement. Une minuterie coupe le moteur F-1 central du premier étage à 135,5 secondes de vol, et les mo-

teurs extérieurs sont coupés par suite de l'épuisement des réserves d'oxygène liquide à 150,8 secondes, alors que le véhicule atteint 9660 kilomètres à l'heure et une altitude de 61,6 kilomètres. La séparation du premier étage a lieu à seulement 1,2 seconde des délais prévus, et les caméras à bord du S-II montrent une séparation nette des étages. L'ensemble des systèmes majeurs du premier étage (S-IC) fonctionnent dans des plages acceptables.

Sur le deuxième étage S-II, la séquence de démarrage du groupe de cinq moteurs J-2 à hydrogène et oxygène liquides se déroulent parfaitement et le fonctionnement des cinq moteurs est nominal. Deux petites anomalies sont observées par les contrôleurs au sol : la pression des bouteilles de démarrage des moteurs est un peu plus élevée que prévue et la



Figure 1 : Lancement AS-501 (Apollo-4)

température des parois des chambres de poussée a augmenté à des taux plus élevés que prévus. Aucune de ces anomalies n'a cependant dépassé les fourchettes opérationnelles prévues. Tous les autres systèmes de l'étage S-II ont fonctionné normalement. L'arrêt des moteurs de l'étage S-II se produit à 519,8 secondes, soit environ 3,5 secondes plus tard que ce qui était indiqué sur la chronologie nominale. L'isolation extérieure du réservoir d'hydrogène liquide de l'étage S-II, qui avait posé pas mal de problèmes pendant la phase de développement, s'est très bien comportée.

Les écarts de performances du troisième étage S-IVB sont plus importants que ceux des étages inférieurs. En atteignant l'orbite, le système de guidage met fin à l'allumage du premier troisième étage quelques secondes après le point d'arrêt prévu, lorsque l'étage a atteint une vitesse supérieure à 27 000 kilomètres par heure à une altitude de 192 kilomètres. Avant la séquence de redémarrage, après deux révolutions en orbite terrestre, les données télémétriques reçues à Cap Kennedy indiquent que la pression dans le réservoir d'hydrogène liquide est quelque peu inférieure au minimum prévu et que la pression des sphères d'hélium permettant la repressurisation est inférieure à la normale prévue pour la phase de préparation au redémarrage du moteur J-2 de l'étage S-IVB. L'équipe de contrôle de mission décide tout de même que le moteur pouvait être rallumé malgré ces anomalies. Finalement le troisième étage redémarre avec succès et la deuxième combustion place le vaisseau Apollo (CSM-017) sur une orbite elliptique avec un apogée culminant à une altitude de 16 000 kilomètres. La séparation du CSM-017 s'effectue dans de bonnes conditions permettant

à l'engin de poursuivre avec succès sa mission de test de rentrée à grande vitesse dans l'atmosphère terrestre. Il nous faut enfin mentionner le très bon fonctionnement de la case à équipements avec seulement 40 mesures douteuses et une seule paire de données erronées confirmées sur environ 2862 mesures effectuées pendant la mission (3).



Figure 2 : Vue de la Terre prise depuis le véhicule CSM-017 de la mission Apollo-4

Après des mois de doutes et de problèmes créés par la recherche et le développement houleux, le tragique incendie d'Apollo-1 à Cap Canaveral au début de 1967, la mission sans faille d'Apollo 4 ravit toute l'organisation de la NASA. Tout le monde regarde vers l'avenir avec optimisme. La direction de la NASA partage sa satisfaction avec les entrepreneurs d'Apollo-Saturn. Ainsi dans une lettre adressée à Bill Allen, président de la société Boeing, George Mueller souligne en termes élogieux le succès de l'équipe industrie-gouvernement. La mission d'Apollo 4, souligne Mueller, est un véritable point de repère, « ... Un très grand pas en avant. C'est, à mon avis, l'étape la plus importante du programme Apollo-Saturne. Exhortant à un dévouement continu à la tâche à venir, Mueller a conclu en faisant remarquer qu'il était possible de remplir l'engagement national de faire atterrir des Américains sur la lune et de les ramener sains et saufs sur Terre dans la décennie. » (4).

Avec le succès de la mission Apollo-4, la NASA se tourne avec optimisme vers le vol de la deuxième mission Saturn V, connue sous le nom d'AS-502, ou Apollo 6 et le général Phillips informa les directeurs du centre de la NASA que si l'AS-502 est un succès, l'AS-503 deviendrait la première mission habitée de Saturn V. Ainsi, l'AS-502 doit servir de répétition générale avant le premier vol habité (5).

## 2 – Le vol compliqué de l'AS-502

### 4 avril 1968 – Mission Apollo-6 – Charge utile CSM-020 et LTA-2R

L'euphorie générale qui gagne les rangs de la NASA après la réussite du vol inaugural du lanceur Saturn-V (AS-501) va être gravement ébranlée par les nombreux dysfonctionnements rencontrés par l'AS-502. Après un compte à rebours satisfaisant, l'AS-502 décolle du complexe de lancement 39 comme prévu, tôt le matin du 4 avril 1968. Le premier accroc du vol est le développement d'oscillations longitudinales, d'une fréquence de 5 Hz, affectant le premier étage S-IC, pendant les dix dernières secondes de la combustion de cet étage.



Figure 3 : Lancement de la fusée Saturn-V (AS-502)

Ces oscillations, connues sous le nom d'effet POGO, étaient aussi apparues pendant le vol de la première Saturn V, mais avec une amplitude largement plus faible que celle touchant l'AS-502. Après ces premiers moments d'inquiétude la pression diminue au sein du personnel contrôlant le lancement après le déroulement nominal de la phase de séparation du 1<sup>e</sup> étage et l'allumage des cinq moteurs J-2 du deuxième étage S-II. Mais hélas les

problèmes affectant l'AS-502 ne font que débuter. En effet, après que les moteurs de l'étage S-II fonctionnent depuis 4,5 minutes, le moteur numéro deux commence à se comporter de manière anormale conduisant à son arrêt prématuré. Une seconde après l'arrêt du moteur numéro deux c'est au tour du moteur numéro trois de s'éteindre soudainement. Pour compenser la perte de 40 % de la poussée délivrée par l'étage S-II, la case à équipements calcule un nouveau profil de vol pour atteindre l'altitude programmée pour la séparation du troisième étage S-IVB. La fin de fonctionnement de l'étage S-II avec ses trois moteurs en fonctionnement se déroule sans incident permettant au troisième étage S-IVB de prendre la relève pour se placer avec la case à équipements et la charge utile sur l'orbite terrestre de parking prévue.

Après deux orbites, la case à équipements lance l'ordre de rallumer le troisième étage. Mais rien ne se passe. Le moteur J-2 ne veut tout simplement pas redémarrer, malgré des efforts répétés. Les contrôleurs de mission commande alors la séparation du véhicule CSM du troisième étage défectueux, avant de mettre à feu le moteur du module de service pour placer le module de commande dans une meilleure position pour les tests de rentrée atmosphérique qui se déroulent pour leur part normalement. « Si le vol avait été habité, les astronautes seraient rentrés sains et saufs », souligné par la suite von Braun, « mais le vol laisse clairement beaucoup à dési-

rer. Avec trois moteurs en panne, nous ne pouvons tout simplement pas aller sur la Lune. » À la suite du vol très insatisfaisant de l'AS-502, les équipes se mettent au travail pour trouver des solutions aux problèmes rencontrés. L'effet Pogo a déjà été rencontré dans Titan-Gemini et d'autres lanceurs, et une solution serait probablement trouvée assez rapidement. Cependant, les causes des pannes de moteur du J-2 restent à élucider.

A partir des données télémétriques du vol de l'AS-502, l'équipe chargée de régler le problème du moteur J-2 découvre dans l'enregistrement des relevés de

température des thermocouples dans la section arrière de l'étage S-II qu'à partir de la 70<sup>e</sup> deuxième de vol, des indications révélatrices de la présence d'un flux de gaz froid. Un tel phénomène ne peut provenir que d'une fuite d'hydrogène liquide, et la fuite est localisée dans les régions supérieures du moteur numéro deux. Les ingénieurs notent aussi la concomitance de l'augmentation de ce flux froid à partir de la 110<sup>e</sup> seconde et la réduction de la poussée du moteur numéro deux. Confirmant la théorie d'une fuite de carburant, l'équipe de J-2 trouve des indications qu'une fraction de seconde avant l'arrêt du moteur numéro deux, un jet de gaz chaud a été émis dans la zone de la fuite. La seule théorie expliquant une éruption de gaz chaud, suivie d'un arrêt du moteur, est la rupture de la conduite d'allumage du moteur J-2 dans la partie supérieure du moteur. Ces données permettent au groupe d'enquête J-2 de reconstituer la séquence de la panne. La fuite de la conduite de carburant, menant à l'allumeur, a pulvérisé de l'hydrogène liquide dans la partie supérieure du moteur, même si une partie du carburant a continué à circuler dans la conduite et que le moteur a continué de brûler. Finalement, la conduite s'est complètement rompue et le gaz de combustion à haute pression de la chambre de combustion a refoulé et a jailli à travers la zone de rupture. La pression de la chambre de combustion a commencé à diminuer, de sorte que l'équipement de détection de faible poussée a déclenché une séquence pour arrêter le moteur en fermant les soupapes de carburant et d'oxydant. La séquence électrique de fermeture de la vanne LOX numéro deux est allée par erreur à la numéro trois. La fermeture de la soupape de carburant pour le moteur numéro deux et de la soupape LOX pour le moteur numéro trois a coupé les deux moteurs. La télémétrie du moteur J-2 du troisième étage a permis de mettre le doigt sur un scénario identique à celui du moteur numéro deux du deuxième étage : une conduite d'allumage défectueuse. Le S-IVB est arrivé en orbite terrestre avant la rupture totale de la canalisation mais interdisant tout redémarrage de ce moteur.

L'équipe d'enquête de MSFC et de Rocketdyne connaît maintenant le scénario ayant conduit aux anomalies de fonctionnement des moteurs J-2 du deuxième et du troisième étage, mais personne ne peut dire pourquoi. Les ingénieurs développent des bancs d'essai spéciaux pour tester à nouveau les conduites de carburant. Les tests commencent par soumettre les conduites de carburant de l'allumeur à des pressions, des débits et des vibrations de plus en plus élevés, dépassant les extrêmes qui pourraient raisonnablement être rencontrés lors d'une mission. Mais les lignes survivent aux essais laissant les ingénieurs dans l'expectative. Ensuite, les



Figure 4 – Séparation de l'interétage S-1C/S-II pendant le vol de l'AS-502

enquêteurs vérifient la possibilité de défaillances de résonance, en se concentrant sur les sections de soufflet dans les lignes. Les sections en accordéon, situées près de chaque extrémité de la ligne, sont destinées à fournir une flexibilité pour l'expansion et la contraction, et les ingénieurs se demandent si certains débits pourraient induire une vibration dans le soufflet – un phénomène qui, s'il est suffisamment grave, pourrait provoquer une

fatigue et une défaillance du métal. Il y a bien des vibrations mais les conduites testées résistent. Finalement, les techniciens de Rocketdyne décident de tester les lignes dans une chambre à vide, afin de placer les conduites dans un environnement proche de celui rencontré en vol. Huit lignes sont mises en place pour être testées dans une chambre à vide, et les ingénieurs commencent à pomper de l'hydrogène liquide à travers celles-ci à des taux et des pressions opérationnels. Avant que 100 secondes ne se soient écoulées, chacune des huit lignes s'est rompue. A chaque fois, la défaillance s'est produite dans l'une des sections du soufflet. En utilisant les vidéos acquises pendant les tests en chambre à vide, Rocketdyne a finalement pu expliquer les échecs. Les conduites de carburant de l'allumeur ont été installées sur le moteur à l'aide d'une tresse métallique de protection autour de la section du soufflet. Lorsque le moteur a été testé au sol, l'air ambiant a été liquéfié par l'hydrogène liquide extrêmement froid circulant dans les conduites et a été piégé entre le soufflet et la tresse métallique de protection. Dans ces conditions les vibrations dans la conduite de carburant se trouvaient amorties. Lorsqu'il est testé dans la chambre à vide, où l'environnement simule les conditions de l'espace, il n'y a pas d'air liquéfié pour amortir la résonance destructrice. Il est décidé de redessiner la conduite de carburant d'allumage. Les sections de soufflet sont remplacées par des coudes dans la conduite pour permettre l'expansion et la contraction pendant le vol. Parallèlement à l'enquête sur l'échec du J-2, un groupe de travail POGO, composé de représentants du MSFC et d'autres agences de la NASA, de l'industrie et des universités, analyse les données télémétriques du premier étage avec ses moteurs F-1 et l'ensemble du véhicule Saturn V. Ils rapportent que le phénomène POGO provient de deux sources. Pendant le fonctionnement des moteurs F-1, la chambre de poussée et la chambre de combustion de chaque moteur développe une vibration naturelle d'environ 5,5 hertz. De plus, l'ensemble du lanceur vibre en vol à une fréquence variable qui culmine à 5,25 hertz environ 125 secondes après le début du vol. Lorsque la fréquence du moteur est égale à la fréquence structurelle, les vibrations POGO sont amplifiées touchant de haut en bas de l'ensemble du véhicule. Les vi-



brations ne sont pas destructrices en elles-mêmes, mais elles augmentent les contraintes sur le véhicule et l'équipage des astronautes, car le vaisseau spatial plus léger, perché à l'extrémité de la grande fusée, est plus secoué que les moteurs F-1. L'équipe enquêtant sur l'effet POGO conclut qu'elle devrait «désaccorder» les fréquences du moteur en les éloignant de celles des fréquences structurelles. Le groupe explore un certain nombre de solutions possibles avant de se mettre d'accord sur des «amortisseurs» pneumatiques dans les conduites LOX menant à chacun des cinq moteurs F-1 du premier étage (cf. image 5).

Au Mississippi Test Facility, les ingénieurs démontrent l'efficacité des deux correctifs en août 1968, avec le tir d'essai du premier étage du S-IC équipé de l'équipement de suppression de l'effet Pogo au niveau des moteurs F-1, et du deuxième étage du S-II avec les conduites de carburant d'aluminium redessinées sur les moteurs J-2. Ces essais concluants ouvrent la voie à un lancement habité de l'AS-503, mission plus connue sous le nom d'Apollo 8.

**3 – VERS L'ATTEINTE DU PARI DU PRESIDENT KENNEDY : DE L'AS-503 À L'AS-505**

### 3.1 – Premier vol habité - Vol AS 503

**21 décembre 1968 – Mission Apollo-8 – Charge utile CSM-103 et LTA-B**

#### Equipage : Borman, Lovell et Anders

Si la mission d'Apollo 11 en 1969, qui a permis à Armstrong et Aldrin d'être les premiers hommes à fouler le sol lunaire, est la mission iconique du programme Apollo, la mission Apollo-8 prend sans l'ombre d'un doute la deuxième place. En juin 1967, un mémorandum de la NASA signale que le troisième vol de la Saturn-V (AS-503) a une faible probabilité d'être la première Saturn V à être habitée et que la probabilité était relativement faible que le vol AS-504 soit une mission habitée (6). A l'époque si l'AS-503 doit être un vol habité, il s'agirait d'un vol en orbite terrestre basse. Pourtant dans le même temps, certains cadres du siège de la NASA suggèrent déjà la possibilité que cette troisième Saturn-V puisse lancer une mission habitée en orbite lunaire (7).

En septembre 1967, Robert R. Gilruth à Houston préconise «quatre, ou peut-être même cinq missions habitées avant que la capacité d'atterrissage lunaire ne soit atteinte. L'une de ces missions serait une mission en orbite lunaire. A la même époque, Gilruth recommande de manière insistante que le troisième lancement de Saturn-V soit une mission inhabitée pour «consolider la maturité du lanceur». Gilruth note parallèlement que «la probabilité d'atterrir sur la lune

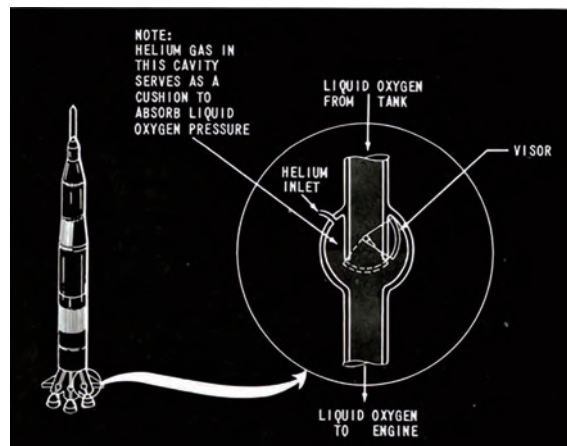


Figure 5 : Dispositif pneumatique amortisseur placé sur les conduites d'oxygène liquide des moteurs F-1

avant 1970 n'est pas élevée» (8). Confier un équipage à la mission AS-503 est devenu une question encore plus délicate à la suite des difficultés rencontrées par l'AS-502 au printemps 1968. Pourtant Phillips recommande la préparation de l'AS-503 pour un vol habité avec une option de retour à la configuration sans pilote si nécessaire. Le 29 avril 1968, Arthur Rudolph, le directeur du bureau du programme Saturn V, informe Phillips que les problèmes persis-

tants quant à la résolution des anomalies de l'AS-502 ne lui permettent toujours pas de faire une recommandation ferme pour une charge utile de Saturn V de 45 000 kilogrammes ou plus, que Phillips lui avait demandée (9). Néanmoins, les préparatifs pour le lancement de l'AS-503 en configuration habitée ou non habitée se poursuivent. Les planificateurs de la NASA veulent utiliser l'AS-503 pour un vol en orbite terrestre testant à la fois le module de commande et le module lunaire en leur faisant notamment effectuer des manœuvres qui simuleraient le plus fidèlement possible ces mêmes opérations dans l'environnement lunaire. À la fin du printemps et au début de l'été 1968, les travaux sur le module lunaire ont pris du retard. En août, le général Phillips conclut avec une certaine amertume que la mission originale de l'AS-503 ne pourrait pas être effectuée avant le début de 1969. Avec seulement 18 mois pour se rendre sur la Lune avant la fin de la décennie, le retard d'Apollo 8 est effectivement extrêmement grave.

Mais George Low, le directeur du véhicule Apollo à Houston, fait alors une proposition à Phillips que ce dernier qualifie d'«idée audacieuse». Low émet l'hypothèse de reporter les essais du module lunaire au vol de l'AS-504 et de confier à l'AS-503 un CSM avec équipage pour une mission en orbite lunaire. Une réunion convoquée à la hâte au MSFC par l'équipe de direction d'Apollo réunit les personnes clés du programme Apollo. Trois heures d'échanges permettent de conclure qu'un vol circumlunaire pour Apollo 8 semble tout à fait faisable et de proposer des études plus approfondies. De retour à Washington, Phillips explique le plan à Thomas O. Paine, administrateur par intérim, alors que James Webb assiste à une conférence sur l'espace à Vienne. Paine reste perplexe et avertit Phillips que. «Nous aurons beaucoup de mal à le vendre à Mueller et Webb» (10).

Le 19 septembre 1968, l'Office of Manned Space Flight procède à une revue approfondie de chaque problème découvert sur le vol de l'AS-502 et en examinant les solutions et les résultats des tests de ces dernières. Dans un long mémorandum s'appuyant sur les conclusions de cette réunion,

George Mueller recommande à l'administrateur par intérim Paine que l'AS-503 emporte un équipage (11). Le 11 novembre 1968, Mueller proposa à Paine que la mission de l'AS-503 inclue une mise en orbite autour de la Lune. La réponse de Paine à Mueller le 18 novembre 1968 spécifie que l'AS-503 n'emporterait pas le module lunaire et que la mission serait habitée et qu'elle comporterait une mise en orbite autour de la Lune.

Personne à la NASA ne veut une répétition de la mission AS-502, l'AS-503, le lanceur d'Apollo 8 fait l'objet d'un examen extrêmement approfondi sous la coupe de Dieter Grau, chef des opérations de qualité et de fiabilité du Marshall Space Flight Center. Cet examen permet de découvrir de nombreuses petites erreurs et problèmes potentiels. Après la confirmation de la résolution de ces anomalies, Grau donne le feu vert au lancement d'Apollo 8. Les essais de démonstration du compte à rebours avec et sans chargement des ergols se déroulent pour l'AS-503 du 5 au 11 décembre 1968. Leur bon déroulement ouvre la voie au compte à rebours final pour le lancement qui commencent quatre jours plus tard. Alors que le compte à rebours du lancement se poursuit le dernier test de suppression de l'effet POGO est effectué sur l'étage S-IC-8 au Mississippi Test Facility lors d'un test de tir statique de 125 secondes le 18 décembre. Le même jour, les ingénieurs du MSFC terminent une série de tests sur l'étage S-IVB pour vérifier la tenue des conduites de carburant redessinées.

Avec pour objectif principal de vérifier les procédures de rendez-vous en orbite lunaire, Apollo-8 décolle du pas de tir 39A du Kennedy Space Center à 7 h 51 (EDT), le 21 décembre 1968, avec un équipage composé de Frank Borman, commandant ; James A. Lovell, Jr., pilote du module de commande, et William A. Anders, pilote du module lunaire. Le moteur F-1 central du premier étage S-1C est stoppé 125,9 s après le décollage. La fusée AS-503 poursuit son vol sous la poussée des quatre moteurs F-1 périphériques jusqu'à leur arrêt 153,8 s après le décollage soit 2,4 s plus tard que ce qui est prévu. Les contrôleurs au sol constatent avec soulagement que le système de suppression de l'effet POGO a été efficace. Les cinq moteurs J-2 du deuxième étage sont allumés 155,2 s après le décollage suivi à 188,6s par le largage de la tour de sauvetage. Cependant lors des dernières dizaines secondes de fonctionnement de l'étage S-II appa-



Figure 6 : Décollage d'Apollo-8

alors que l'orbite visée était une orbite circulaire à 185,2 km d'altitude.

Au cours de la deuxième orbite, 2 h 50 mn après le décollage, l'étage S-IVB est rallumé pendant 5 mn 17 s, propulsant le CSM Apollo-8 sur sa trajectoire vers la Lune à une vitesse de plus 38 600 kilomètres par heure. Après l'injection sur la trajectoire translunaire, Borman commande le système de contrôle d'attitude de l'étage S-IVB afin que le vaisseau Apollo soit face au Soleil afin que, lors de la séparation d'Apollo-8, la partie supérieure de l'étage S-IVB, où sera positionné lors des prochaines missions le module lunaire, soit éclairée afin de vérifier les conditions d'éclairage lors des futures opérations d'extraction du module lunaire par le véhicule Apollo.

Après la séparation du vaisseau spatial qui intervient 3 h 21 mn après le décollage, le troisième étage éjecte les ergols qui reste à son bord pour se placer sur une trajectoire héliocentrique.

À 15 h 29 (EDT), le lundi 23 décembre 1968, Apollo franchit la ligne de démarcation qui sépare la sphère d'influence gravitationnelle de la Terre de celle de la lune. La veille de Noël, Apollo 8 se place en orbite autour de la Lune. Les trois membres d'équipage deviennent les premiers hommes à



Figure 7 : La Terre vue depuis la Lune lors de la mission Apollo-8

voir de leurs propres yeux la face cachée de notre astre des nuits. Après 10 orbites décrites autour du satellite naturel de la Terre, le moteur SPS d'Apollo-8 est mis à feu, le jour de Noël, pendant trois minutes. Cette impulsion permet au vaisseau spatial de s'insérer sur une trajectoire de vers la Terre. Le module de commande amerrit dans l'océan Pacifique le 27 décembre 1968.

Un examen des données télémétriques de l'AS-503 confirme que la



solution mise en œuvre pour régler les problèmes de POGO du premier étage s'est révélée efficace et que les conduites d'allumage modifiées des moteurs J-2 se sont parfaitement comportées pendant le vol des étages S-II et S-IVB. Reste cependant à régler le phénomène de mini-POGO affectant de deuxième étage dont l'origine se situe au niveau de la pompe à oxygène du moteur J-2 central de l'étage S-II. Pour le prochain vol, celui de l'AS 504, les ingénieurs décident de modifier le niveau de pressurisation du réservoir d'oxygène liquide du deuxième étage pour supprimer cette vibration mini-POGO.

### 3.2 – Vol AS 504

#### 3 mars 1969 – Mission Apollo-9 – Charge utile CSM-104 et LM-3

##### Équipage : McDivitt, Scott et Schweickart

Le succès de la mission Apollo-8 permet d'accélérer le rythme des vols. La mission Apollo 9 est la première à mettre en œuvre la configuration complète Apollo-Saturn, avec le module lunaire à bord. L'équipage est composé des astronautes James A. McDivitt, David R. Scott et Russell L. Schweickart.

Le lancement d'Apollo 9 a lieu à 11 heures (EST) le 3 mars 1969 après avoir été retardé de trois jours par rapport au planning initial prévoyant un décollage à 11h00 (EST) le 28 février. Ce délai a permis aux médecins de la NASA de traiter les rhumes attrapés par les trois astronautes d'Apollo 9 au cours des derniers jours d'activités de compte à rebours. Avant la décision de reporter le lancement, le véhicule spatial avait déjà fait l'objet de contrôles prévus dans le compte à rebours dont la durée totale est de 130 heures. Au moment de la décision de report, le décompte était passé à T-16 h.

Le compte à rebours a repris, conformément aux procédures, à T-42 h pour le vaisseau spatial et à T-28 h. pour le lanceur. Après un arrêt de chronologie prévu de 6 heures qui a commencé à 20 h (EST) la veille du lancement, le compte à rebours du véhicule Apollo 9 a repris à 2 h (EST) le 3 mars et s'est poursuivi sans heurts jusqu'au décollage. Le poids de la combinaison de véhicules spatiaux Apollo 9 / Saturn 5 (AS-504) au décollage est de 2941 tonnes, soit environ 120 tonnes de plus que le véhicule spatial Apollo 8 lors de son lancement le 21 décembre 1968.

Généralisant une poussée de 3 385 tonnes, les cinq moteurs F-1 du premier étage S-1C de Saturn 5 arrache le véhicule de 111



Figure 8 : Décollage Apollo-9 (AS-504)

mètres de haut du pas de tir 39A. La poussée du premier étage a duré 0,3 seconde de plus que le temps de combustion prévu (2 mn 39 s), selon le général Phillips.

Après la séparation du premier étage, la poussée maximale des cinq moteurs J-2, produisant chacun 102,3 tonnes de poussée, équipant le deuxième étage S-2 est confirmée par les contrôleurs de mission alors que le véhicule spatial passe à l'altitude de 68 kilomètres et que sa vitesse est de 2 835 m/s. Les données collectées pendant le lancement montrent que les moteurs de l'étage S-2 ont fonctionné 5,1 secondes de plus que prévu. Comme sur le vol AS-503, une oscillation mini-

POGO apparaît en fin de vol du deuxième étage (12). La persistance de ce phénomène démontre que la modification du niveau de pressurisation du réservoir d'oxygène liquide du deuxième ne résout pas le problème.

L'unique moteur J-2 du troisième étage S-4B fonctionne pendant environ 13 secondes de plus que la durée de combustion prévue de 1 min 52 s afin d'atteindre la vitesse souhaitée pour l'insertion orbitale de 7 698 m/s. L'insertion a lieu 11 min. 4 sec après le décollage. Malgré la durée de combustion plus longue, l'orbite atteinte a un périhélie de 190 km d'altitude et un apogée à 191 km qui se révèle très proche de l'orbite circulaire visée à 191 km d'altitude (13).

Après la mise en orbite, le module lunaire est extrait de l'adaptateur situé à la partie supérieure de l'étage S-IV par le véhicule CSM piloté par Scott. Après cette opération et les manœuvres d'éloignement du composite CSM-LM de l'étage S-IVB, le moteur J-2 est réallumé pour placer le troisième étage sur une trajectoire héliocentrique. Après cette manœuvre, les contrôleurs de mission devaient procéder au largage des propergols restant à bord de l'étage mais cette procédure n'a pas été couronnée de succès.

Le reste de la mission Apollo-9 se déroule de manière très

satisfaisante. Cette mission permet ainsi de tester l'allumage des moteurs des étages de descente et de remontée du module lunaire par les astronautes McDivitt et Schweickart et les manœuvres de poursuite du CSM par le module lunaire et enfin les procédures d'amarrage entre les deux véhicules. Cette mission voit aussi la sortie extravéhiculaire de Schweickart à partir du module lunaire alors que le CSM et le module sont amarrés. L'équipage d'apollo-9 revient sur terre le 13 mars 1969.



Figure 9 : CSM d'Apollo-9 vue depuis le porche du module lunaire



### 3.3 – Vol AS 505

#### 18 mai 1969 – Mission Apollo-10 – Charge utile CSM-106 et LM-4

##### Équipage : Stafford, Young et Cernan

Le véhicule, d'une de 2 906 tonnes, décolle du pas de tir 39B du Kennedy Space Center à l'heure prévue, soit 16 h 49 (UTC) le 18 mai 1969 sous la poussée des cinq moteurs F-1 du premier étage. Alors que l'engin atteint 44,5 kilomètres d'altitude après 2 mn 14,7 s de vol, le moteur central est arrêté. Les quatre moteurs extérieurs s'arrêtent pour leur part environ 26 secondes plus tard.

Les cinq moteurs J-2 du deuxième étage S-II s'allument à 2 minutes et 42,5 secondes après le décollage. Le moteur central du S-II est arrêté 7 min 40,1 s après le décollage, soit 1 mn 32 s. avant les quatre autres. L'arrêt anticipé du moteur central est la solution qu'a mise en place la NASA pour réduire d'un facteur dix l'amplitude de la vibration longitudinale (oscillation POGO) de 18 Hz qui s'était produite lors des vols Apollo 8 et 9 (14). Les responsables de la NASA ont estimé que cette vibration aurait pu endommager le module lunaire dont la structure a été conçue pour fonctionner en apesanteur et dans la gravité relativement faible de la Lune. Les 4 moteurs placés à la périphérie de l'étage S-2 sont coupés 9 mn 12 s après le décollage.

Le moteur J-2 du troisième étage S-4B commence sa combustion de 2 minutes et 34 secondes à 9 minutes 13 secondes après le décollage. L'étage S-IVB se place avec Apollo-10 (CSM/LM) sur une orbite de parking autour de la Terre 11 min. 43 sec après le décollage. Les responsables de la NASA déclarent qu'ils sont satisfaits de la résolution du problème POGO lors du fonctionnement de l'étage S-2 sur le vol de l'AS-505 et qu'ils prévoient d'utiliser à nouveau l'arrêt précoce du moteur central du deuxième étage S-2 pour empêcher l'oscillation longitudinale lors du lancement de la mission d'atterrissage lunaire d'Apollo 11 en juillet (15).

Le deuxième allumage du moteur J-2 de l'étage S-IVB permet de placer l'étage S-IVB et vaisseau spatial Apollo-10 sur une trajectoire translunaire. Après l'extraction du module lunaire par le CSM, diffusée pour la première fois en direct à la télévision, l'équipage d'Apollo-10 éloigne le composite CSM-LM de l'étage S-IVB afin de permettre aux contrôleurs de mission de procéder aux opérations permettant de

placer avec succès l'étage sur une orbite héliocentrique.

Le vaisseau spatial continue alors son vol vers la lune et se place en orbite autour de notre astre des Nuits après presque 76 heures après le décollage. Le 22 mai à 19 :00 :57 (UTC) les astronautes Stafford et Cernan séparent le module lunaire du vaisseau Apollo-10. Ils vont alors effectuer avec succès



Figure 10 : L'AS-505 en vol

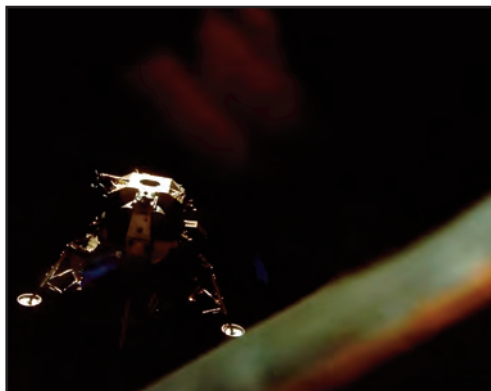


Figure 11 : Le module lunaire d'Apollo-10 en orbite autour de la Lune

une répétition générale de l'ensemble des manœuvres que devra réaliser le module lunaire de la mission Apollo-11 à l'exception de l'alunissage et le décollage de la Lune. Un peu plus de 8 heures de vol libre du module lunaire, Stafford et Cernan arrivent l'étage de remontée du module lunaire au module CSM. Après 31 orbites autour de la Lune le CSM d'Apollo-10 se place sur une orbite de retour de la Terre sous l'impulsion de son moteur du module de service. L'équipage termine son vol de huit jours avec un amerrissage au milieu du Pacifique le 26 mai 1969.

Tout est prêt pour la mission historique d'Apollo-11 que va emporter la fusée Saturn-V AS-506.

##### Nota :

1- Les conditions rencontrées par Walter Cronkite sont relatées dans l'ouvrage de Hugo Young et al. *Journey to Tranquility* (New York, 1970,

pages 220 - 221.

2- *Astronautics and Aeronautics*, 1967, p341

3- MSFC, Saturn V News Reference 12.1 – 12.2

4- George Mueller to William M. Allen, 21 Nov 1967

5- Gen. Philips to NASA centers, teletype, 15 nov 1967

6- « Manned Space Flight Program Progress, » draft, 8 June 1967

7- Robert O. Aller to Dir., Apollo Program, 9 June 1967

8- Gilruth to George E. Mueller, 19 Sept. 1967

9- NASA, *Astronautics and Aeronautics*, 1968, pp. 92-93; Arthur Rudolph to Gen. Phillips, telegram, 29 Apr. 1968

10- *Apollo Expeditions to the Moon*, NASA SP-350 (Washington, 1975), pp 171-175.

11- Mueller to Acting Administrator, « Request for Approval to Man the Apollo/Saturn V Launch Vehicle, » 5 Nov. 1968

12- *Aviation Week & Space Technology*, 26 mai 1969, p19

13- *Aviation Week & Space Technology*, 10 mars 1969 pp 276-277

14- *Aviation Week and Space Technology*, 28 Avril 1969, p19

15- *Aviation Week & Space Technology*, 26 mai 1969, p19

# Les fusées postales en France - L'expérience interdite de Sangatte

par Jean-Jacques Serra, membre de l'IFHE

## Introduction

Les années 1920-1930 ont vu l'émergence d'un grand nombre de passionnés, agissant individuellement ou en groupe, qui ont tenté de faire progresser la technique de la fusée. Certains avaient des objectifs aussi ambitieux que le vol spatial entre les planètes, d'autres préféraient s'attaquer à des problèmes plus terre-à-terre comme la propulsion de véhicules terrestres, navals ou aériens, ou le transport de courrier et de marchandises, tout cela à l'aide de fusées. Tous avaient un besoin commun, celui de financements pour leurs recherches. Beaucoup ont recouru à l'organisation de spectacles où des fusées étaient utilisées à différentes fins, mais toujours en public. D'autres, suivant l'exemple donné par Friedrich Schmiedel en 1928 [1], avaient choisi de vendre des documents philatéliques transportés par fusées, pour financer leurs travaux.

En France, la construction et l'emploi de fusées postales contrevenaient à deux monopôles d'état : celui de la fabrication des poudres et explosifs et celui de la distribution du courrier. Les lancements de ce genre de fusées y sont donc rares et les quelques exemples trouvés ont laissé peu de traces.

## Les précurseurs

Le terme de "fusées-postes" a été utilisé dès 1870 par Jean-David Schneiter, un imprimeur suisse installé à Paris [2]. Pendant le siège de la capitale, il a déposé un brevet [3] sur un type de fusée destiné à «communiquer les pensées des soldats et des habitants d'une ville investie, aux soldats ennemis qui l'assiègent.»

Ce brevet donne assez peu de détails sur la fusée elle-même : «Ce transport s'effectue par une Fusée, à l'extrémité et à l'avant de laquelle est fixée une boîte ou étui en tôle, en zinc, ou de quelque autre matière, conique, ou se terminant en pointe à son extrémité, c'est-à-dire du côté opposé à la fusée. Sur cette boîte on place une inscription qui annonce son contenu et qui invite à

l'ouvrir.» Mais il révèle le côté pacifique et une candeur certaine de son auteur : «Le moyen que je propose pour ouvrir les yeux des soldats envahisseurs consiste à leur parler par la voix d'un journal écrit dans leur langue et envoyé au milieu d'eux. (...) Lorsque ces soldats seront assez

éclairés ils ne voudront plus verser leur sang que pour la défense de leurs foyers et de leurs familles.»

Pendant la première guerre mondiale, le problème de la communication sur le champ de bataille se pose différemment ; il s'agit alors de transmettre rapidement des messages aux troupes plus ou moins dispersées. Plusieurs systèmes ont été envisagés : la fusée transportant un câble pour assurer une liaison téléphonique, le projectile porte-message lancé par mortier, et la fusée porte-message. Finalement, c'est cette dernière solu-

tion qui s'est avérée la plus efficace et qui a été retenue par les Britanniques.

La "message carrying rocket" (MCR) anglaise est basée sur un concept imaginé par un officier australien, William H. G. Geake [4]. Comme les fusées de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, elle est stabilisée par une baguette axiale entourée par les événements éjectant les gaz issus de la combustion de la poudre contenue dans le cartouche. Cette baguette comporte de haut en bas, le logement pour le message, puis deux charges, l'une fumigène et l'autre éclairante pour visualiser la trajectoire de l'engin. Elle est entourée par trois ailettes inclinées de manière à mettre la fusée en rotation. Au sommet du cartouche, un dispositif sonore (sifflet fonctionnant grâce au flux d'air) annonce son arrivée. Cette fusée, qui pouvait porter jusqu'à deux kilomètres, mesurait 899 mm de long dont 289 pour la tête (cartouche et sifflet) et pesait 1,22 kg. Elle a été utilisée à partir de début 1918 - avant que sa mise au point n'ait été achevée - et jusqu'à la fin de la guerre.

En 1919, l'École Centrale de Pyrotechnie (ECP) de Bourges a été chargée de reprendre le concept de la "fusée porte-message anglaise" et

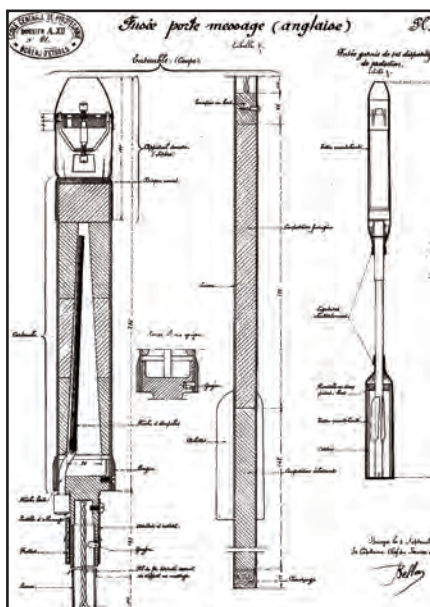


Figure 1 : Fusée porte-message anglaise, version ECP



de terminer sa mise au point [5]. Celle-ci s'est poursuivie jusqu'en 1926 avec plus de 270 tirs, et a porté essentiellement sur la composition de la charge motrice, celle du fumigène, l'empennage et l'appareil de lancement [6]. Les dimensions de cette fusée étaient voisines de la version anglaise, elle mesurait 893 mm de long dont 286 pour la tête (cartouche de 38 mm intérieur et siflet). La fusée porte-message a été qualifiée par la Commission d'Expériences de Bourges en 1928 [7]. Ces fusées ont servi lors des cours pratiques de tir de l'infanterie au moins jusqu'en 1936.

### Les fusées postales d'Ananoff

Le célèbre promoteur de l'aéronautique, Alexandre Ananoff (1910-1992) [8], s'est passionné pour cette science dès l'âge de 17 ans et a commencé à donner des conférences deux ans plus tard. Bien que son travail se soit essentiellement traduit par de la vulgarisation scientifique, il a néanmoins procédé à quelques expériences pratiques dans les années 1930-1931.

Dans une interview donnée en 1946 [9], il montre à des journalistes la photo d'un bateau sur lequel il avait monté un petit moteur à réaction, en précisant « Cette photo a été prise en fin 1930, lors des essais que je fis ici, en plein Paris, sur le lac du Bois de Boulogne. Mon bateau marcha très bien, trop même, car il montra, en touchant brutalement la rive, des velléités à s'envoler dangereusement. »

Ensuite dans son livre "Des premières fusées aux V-2" publié en 1947 [10], il déclare avoir tenté en 1931 « de relier la pointe de Grave à Royan au moyen d'une fusée postale. Sur trois lancées, une seule réussit pleinement. » La même année, une photographie de cette fusée est publiée dans Science et voyages [11]; on voit qu'il s'agit d'une fusée stabilisée par un long empennage et non par baguette. Ananoff ne donne pas davantage de détails sur sa fusée postale, mais sa portée estimée peut se déduire de la distance entre la pointe de Grave et Royan qui est de près de 6 km.

### Les expériences de Karel Roberti en France

On ne sait pas grand chose de la vie de Karel Roberti [12] avant la création de la Nederlandse Rakettenbouw (NRB) [Fondation néerlandaise pour

la construction de fusées] en octobre 1934 à La Haye. Gerard Thoolen, un marchand de timbres, en est le président, Karel Roberti en est le principal animateur. Après quatre campagnes publiques de tirs réalisées aux Pays Bas, deux en Belgique et une au Luxembourg (décrites en annexe), la NRB décide de procéder à de nouvelles expériences en France.

C'est ainsi la Fête aérienne du Tréport, du 7 au 9 septembre 1935, qui verra la première démonstration de "fusées aériennes" en France [13]. Le 9 septembre, en effet, la NRB y lance deux engins : la fusée P.27 "Paris" et l'avion-fusée R.V. 4 "Gynermer". La fusée est du type introduit en mars 1925 avec une hauteur de 1,25 m et un poids de 15 kg. Elle effectuera un vol sans encombre tandis que l'avion-fusée s'écrasera après avoir parcouru moins de 200 mètres [14], des résultats identiques à ceux obtenus la semaine précédente en Belgique.

Roberti et Thoolen envisagent alors d'effectuer une nouvelle campagne à Calais avec quatre engins (P.28 "La Douce France", R.V.5 "Garros", R.V.6 "La Manche", R.V.7 "Blériot"). Les autorités locales leur proposent une plage moins fréquentée, celle de Sangatte à environ 8 km de là. Si la démonstration du Tréport s'est faite dans la discrétion, celle de Sangatte, le 13 septembre, attire de nombreux journa-

listes venant de toute la France. On insiste sur le projet de transport de courrier à travers la Manche, mais ce n'est pas l'objet de l'expérience du jour comme le précise Thoolen quand on lui demande si leur fusée sera lancée en direction de Douvres : « C'était l'idée première de M. Roberti, mais, aujourd'hui, il a simplement l'intention d'effectuer un "tir" de quelques centaines de mètres dans cette vaste étendue des dunes, afin de montrer qu'il est sûr de son tir et de sa fusée. Il reviendra prochainement avec un engin plus puissant, de six mètres de long, qu'il dirigera sur Douvres. Si ses calculs sont exacts, la fusée doit atteindre les côtes anglaises en moins de deux minutes. [15] »

Une heure avant l'instant prévu pour le premier tir, un commissaire spécial venant de Calais intervient et annonce à Roberti qu'il vient de rece-



Figure 2 : Expériences d'Ananoff, bateau-fusée. Paris, 1930 (à gauche. Photo : Journal des Voyages, 8 août 1946), fusée postale. Royan, 1931 (à droite. Photo : Journal des Voyages, 22 mai 1947). Cette photographie ressemble beaucoup à certaines illustrations de fusée de Reinhold Tiling ; on ne peut pas écarter la possibilité d'une erreur iconographique.

voir du ministre de l'intérieur un télégramme officiel s'opposant à ce que les essais de la fusée soient effectués sur le territoire français et que cette décision est prise uniquement pour éviter les accidents éventuels. Malgré leurs protestations, les deux membres de la NRB en seront quittes pour remballer leur matériel et rentrer chez eux.

Cette interdiction scellera définitivement le sort des fusées postales en France.

### Les projets de fusées postales de Damblanc.

Louis Damblanc, le célèbre spécialiste des hélicoptères, des moteurs d'avion à compression variable et finalement des fusées [16], s'est également intéressé aux fusées postales. En juin 1935, il reçoit le Prix international d'Astronautique au terme d'une délibération laborieuse, certains membres du jury rechignant à attribuer ce prix à un travail purement expérimental. De plus, Damblanc n'est pas intéressé par les voyages interplanétaires « ... ne me demandez pas à quel moment nous irons dans la lune ? ce vieux rêve de l'humanité ? car je ne rêve jamais.[17]» Il porte ses efforts sur les applications pratiques et rapidement réalisables de la fusée, en particulier la fusée météorologique et la fusée postale.

Dès le mois de décembre 1935, trois mois après l'expérience interdite de Sangatte, Damblanc dévoile son projet : «Je construis maintenant des engins sur un principe nouveau et breveté. Avec des poudres spécialement étudiées, j'établis, au cours de la trajectoire, plusieurs étapes de combustion et je prolonge ainsi considérablement la portée. En mai ou juin prochain, je serai à même d'expérimenter mes fusées: le lancement sera exécuté en mer. Je compte dès maintenant obtenir une portée de l'ordre de 20 kilomètres encore jamais atteinte, et aussi



Figure 3 : Préparatifs de lancement au Tréport (à gauche) ; Roberti et Thoolen rangent leur matériel devant les gendarmes à Sangatte (à droite) [photo. Le Grand écho du Nord, 14 septembre 1935]

augmenter considérablement la hauteur zénithale.[18]»

Ces fusées nouvelles comportent donc deux innovations : 1) l'emploi de "poudres spécialement étudiées" qu'il ne pourra jamais mettre en œuvre car le Service des poudres ne lui livrera jamais des poudres double base encore à l'étude à

l'époque, et 2) l'emploi de "plusieurs étapes de combustion" avec séparation des étages à l'aide de jonctions en alliage fusible, technique qui sera validée au banc d'essai en mai 1936 [19].

Damblanc détaille son projet : « J'envisage la combinaison d'un service postal mixte : avions-fusées.(...) L'avion postal est une réalité, il dessert des centres urbains, mais il reste à créer la liaison de la ville au village.(...) Le courrier arrivera par avion dans un centre, et tout autour de ce centre, dans un rayon de 20 à 30 kilomètres, les lettres express seront distribuées par fusées. (...) Je prévois l'organisation de terrains ? de terrains-cibles, si vous voulez ? ayant 100 mètres de côté, donc de surface largement suffisante pour ne pas exiger une précision absolument rigoureuse du pointage. La fusée, dirigée par un appareil spécial, arrivera au-dessus du terrain et tombera ensuite, soutenue par un parachute.[20]» Et ce pacifiste convaincu terminait en disant : « J'espère, du reste, fermement, que la pacifique fusée postale supplantera la fusée de

guerre, de désastre et de mort.[21]» Les événements allaient lui donner tort.

Bien entendu, Damblanc ne sera jamais autorisé à expérimenter ses fusées au large des côtes comme il le souhaitait. Il sera amené à utiliser un champ de tir militaire, en l'occurrence celui de l'École de pyrotechnie de Bourges, qui fournira d'ailleurs la poudre et du personnel pour le relevé des trajectoires. Les essais en vol de ses fusées com-

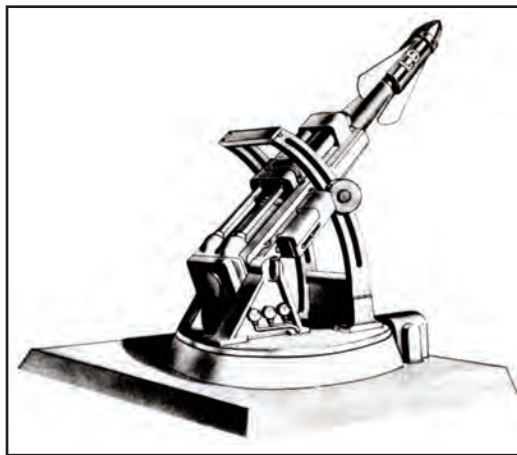


Figure 4 : Fusée postale sur son lance-fusée (dessin de Louis Damblanc)



menceront en septembre 1937 et se poursuivront jusqu'au début de la deuxième Guerre mondiale, mais jamais aucune d'entre elles ne sera équipée pour le transport du courrier.

Néanmoins, il a déposé deux brevets concernant des fusées destinées au transport de colis, juste avant l'invasion allemande [22] et juste après la libération [23]. Ces engins devaient être équipés de dispositifs agissant comme des «moyens sustentateurs et stabilisateurs (...) pendant le déplacement de ces engins sur la courbe ascendante et sur une partie de la courbe descendante de leur trajectoire » et aussi de « moyens autogyres (...) propres à être libérés en tout point voulu de ladite courbe descendante de manière que leur mise en rotation (...) soit rendue possible en vue de réduire la vitesse de translation de l'engin sur sa trajectoire descendante et son atterrissage en une position sensiblement verticale.» Cette solution élégante permettait d'augmenter la portée de l'engin et de remplacer le parachute pour l'atterrissage en douceur.

Au lendemain de la guerre, les priorités concernant l'emploi des fusées étaient ailleurs, et ce projet n'a jamais été réalisé.

### Conclusion

Au début des années 1960, de nouveaux projets de véhicules aériens destinés au transport de courrier ont vu le jour en France : le Latécoère 110 et l'engin Matra Iris [24]. Bien qu'ils aient été présentés comme des "fusées postales" par les journalistes de l'époque, ce n'étaient pas, à proprement parler, des fusées. Le premier était propulsé par turboréacteur et le second par statoréacteur ; de nos jours, on les appellerait des drones. Ces projets ont été assez rapidement abandonnés [25].

Les fusées d'Ananoff en 1931 et de Roberti en

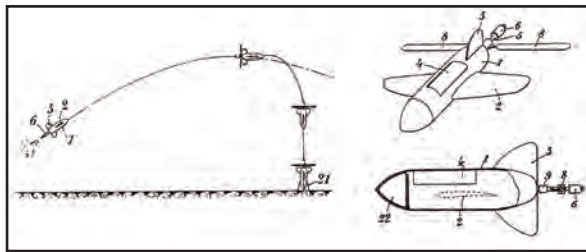


Figure 5 : Représentation schématique du fonctionnement de l'engin selon brevet n°864.212 (à gauche). Vue en perspective et en coupe axiale verticale de ce même engin (à droite).



Figure A1 : Préparatifs des lancements du 4 décembre 1934 à Katwijk aan Zee. [photo. Ruimtevaart, Jan 2014]



Figure A2 : Préparatifs des lancements du 24 janvier 1935 à Katwijk aan Zee. [photo. Timbroscopie, Mai 1999]

1935 sont ainsi les seuls exemples de fusées postales lancées en France pendant la grande période d'enthousiasme pour cette technique qui a précédé la deuxième guerre mondiale. Elle a aujourd'hui perdu tout intérêt en raison des progrès des autres moyens de transport ainsi que ceux des moyens de télécommunication.

### Annexe : Les fusées postales de Karel Roberti.

La NRB (Nederlandse Rakkettenbouw) procède à sa première campagne de lancements publics sur la plage de Katwijk aan Zee le 6 décembre 1934. Trois fusées sont prêtes, désignées P.7 "Orion," P.8 "Komeet" et P.9 "Meteoor." [26] Ce ne sont alors que de grosses fusées de feux d'artifice, avec baguette de stabilisation latérale, équipées d'un container pour emporter des enveloppes philatéliques, comme le

montre la photo A1. Le propulseur est fourni par Abraham Jacobus Kat, célèbre artificier de Leiden [27]. La campagne sera un échec total, les trois fusées ayant explosé au décollage [28].

La deuxième campagne de lancements de la NRB intervient au même endroit dès le 24 janvier 1935, avec trois nouvelles fusées, P.10, P.11 et P.12 "Poolster" [Étoile polaire]. Cette dernière fusée est stabilisée par des ailettes et non par une baguette (voir figure A2); elle effectuera deux vols très réussis [29].

La troisième campagne intervient au même endroit dans la nuit du 20 au 21 mars 1935, ce sont les premiers tirs de nuit. Trois nouvelles fusées sont employées, P.13 "Mars," P.14 "Mercurius," et P.15 "Venus." "Mercurius" est d'un type nouveau, plus grande que les précédentes [30] et construite en aluminium, elle pèse 15 kilos dont 6 kg de poudre. Elle fera un vol de 2,4 km (1.5 miles)[31].

La quatrième campagne, toujours à Katwijk aan Zee, voit, le 23 avril 1935, l'introduction de deux

nouveaux types de fusée : une fusée à parachute P.P.1 “Neerlandia”, et deux avions-fusées R.V.1 “Icarus” et R.V.2 “Santos Dumont” (R.V.=RaketVliegtuig) [32]. La fusée à parachute fera un vol très réussi, mais les deux avions-fusées perdront leurs ailes dès le début du vol [33].

Pour ces trois dernières campagnes, la NRB avait fait imprimer des “timbres” spéciaux illustrés par des fusées ce qui, même si ce n’étaient que des vignettes n’indiquant aucune valeur en florins, était illicite et vaudra des ennuis judiciaires à son président, Gerard Thoolen [34]. Ne pouvant parvenir à un accord avec la poste néerlandaise, la NRB sera amenée à poursuivre ses expériences seulement à l’étranger.

La cinquième campagne a donc lieu en Belgique le 9 mai 1935, sur la plage de Duinbergen, avec deux fusées : “Zeemeeuw” [Goéland] tirée vers Knocke et “Belgica” tirée vers Heyst (voir fig. A3). Les deux vols seront parfaitement réussis [35].

La plus intéressante des campagnes de la NRB, bien que peu documentée, est celle qui a eu lieu le 17 juillet 1935 à Clervaux, au Luxembourg. Depuis plusieurs mois, Roberti travaille à un projet de fusée capable de traverser la Manche et il sait que les fusées à poudre dont il dispose ne suffiront pas pour franchir la distance qui sépare le continent européen de l’Angleterre. La fusée expérimentée à Clervaux (R.Kr.1 “Luxemburgia”) sera sa première fusée à propulsion liquide ; elle fonctionne au gaz carbonique liquéfié [36], comme la voiture-fusée de Max Valier en 1929 [37]. Malheureusement, on ne dispose pas de photographie de cette fusée et on ne sait pas si elle a fonctionné correctement [38].

Une deuxième campagne belge a lieu le 4 sep-



Figure A3 : Préparatifs des lancements du 9 mai 1935 à Duinbergen. [photo. Airpost Journal, August 1935]

tembre 1935 en fin de journée, sur la plage Albert de Duinbergen, avec deux engins : l’avion-fusée R.V. 3 “De Schelde” [L’Escault] et la fusée P.26 “Jupiter” [39]. Le premier explosera à 30 m de la rampe, la seconde effectuera un vol parfait jusqu’à la plage de Knocke [40].

Après les deux campagnes françaises, Roberti procède à une dernière campagne de tirs le 6 juin 1936 à Duinbergen en Belgique avec deux engins : un avion-fusée R.V.8 “Albertine” et une fusée P.31 “Barbara”. Cette campagne ne fait plus référence à la NRB, mais à une “Société Belge de Fusées” comme mentionné sur les cartes transportées. L’avion R.V.8 est différent de ses prédécesseurs : plus léger, il porte une fusée à chaque aile au lieu d’une seule dans le fuselage. Après un décollage correct, ces fusées se détacheront et poursuivront leur vol seules tandis que le fuselage planera jusqu’à Knocke. Ensuite, P.31 explosera sur la rampe. Ce sont les derniers tirs connus de Karel Roberti.

#### Nota

1-Voir, par exemple, M. Kronstein, “Rocket Mail Flights of the World to 1986”, American Air Mail Society, 1986

2-L’auteur tient à remercier Frank H. Winter pour lui avoir signalé cet événement.

3-J.-D. Schneiter, “Fusées-postes ou moyens mécaniques de communiquer les pensées des soldats et des habitants d’une ville investie, aux soldats ennemis qui l’assiègent, et aussi, dans certains cas, celle des troupes d’investissement aux soldats d’une ville cernée,” Brevet n°91.160 du 31 décembre 1870

4-“Inventors Active”, The Newcastle Sun, 26 June 1919. Voir <https://trove.nla.gov.au/newspaper/article/162561221#>

5-Dépêche Ministérielle N°43.581 2/3 du 23 juin 1919.

6-“Fusée porte-message”, Étude n°547 de l’École Centrale de Pyrotechnie, P.V. n°1 à 21, 1919-1926. La série de P.V. reprend entre 1930 et 1936 (P.V. n°31) pour régler certains pro-

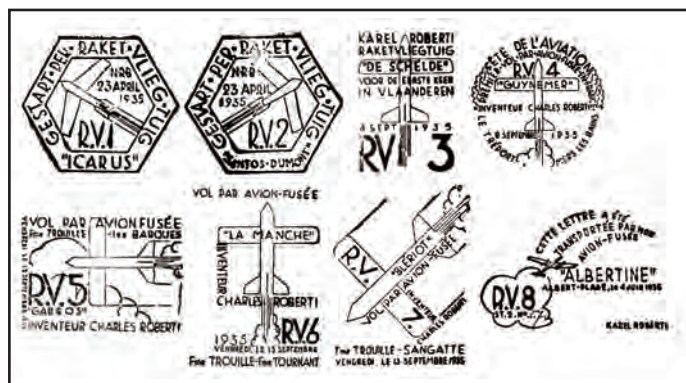


Figure A4 : Évolution des avions-fusées R.V. de Roberti d’après les cachets apposés sur les lettres emportées



blèmes industriels, ou de vieillissement.

**7**-"Fusée porte-message", Question n°124 de la Commission d'Expériences de Bourges (qui sera remplacée par l'Établissement d'Études Techniques de Bourges), P.V. n°1 à 12, 1927-1928. La série de P.V. se poursuit jusqu'en 1936 (P.V. n°26) pour assurer le suivi de la fabrication.

**8**-Pour des informations détaillées sur sa vie et son œuvre, voir "Alexandre Ananoff, l'astronaute méconnu", par Pierre-François Mouriaux et Philippe Varnoteaux, Ginkgo, Histoire d'espace, 2023

**9**-Frank Dominique, "Irons-nous dans la Lune ?", Journal des voyages, p.444, 8 août 1946

**10**-Alexandre Ananoff, "Des premières fusées aux V-2", p.45, Editions Elzevir, 1947.

**11**-Jean Dissart, "Nous verrons en juin les premières fusées postales", Journal des voyages, p.1282, 22 mai 1947

**12**-Karel Johannes Roberti est né le 18 novembre 1913 à La Haye et exerçait la profession de dessinateur pour la publicité. Son prénom est parfois orthographié Karl, ou même Charles dans les articles en français. Il a parfois été qualifié d'ingénieur par les journalistes mais lui se présentait comme un "inventeur".

**13**-Le progrès de la Somme, 7 septembre 1935

**14**-Billig's Philatelic Handbook, 1956 ; Bulletin de l'Amicale philatélique yonnaise, décembre 2000

**15**-Le Petit Parisien, 14 septembre 1935

**16**-Voir J-J. Serra and Ph. Jung, "Louis Damblanc: Multistage Rocket Pioneer", 46ème History Symposium of the International Academy of Astronautics, 1-5 Octobre 2012, Naples, Italie. Paper IAC-12-E4.2.02.

**17**-Chamine, "De Paris à Versailles en 40 secondes... La fusée supplantera-t-elle un jour l'avion ?", Le Jour, 13 mars 1936

**18**-C. de Rollepote, "Pour demain, la fusée postale", Excelsior, 30 décembre 1935

**19**-J.L. Breton, Procès-verbal d'essai de l'Office National des Recherches Scientifiques et des Inventions, 30 mai 1936

**20**-C. de Rollepote, *ibid.*

**21**-P. Rousseau "La fusée volante tuera-t-elle le canon ?", L'oeuvre, 12 avril 1936

**22**-L. Damblanc, "Perfectionnements apportés aux torpilles aériennes, notamment à celles propulsées par réaction", brevet n°864.212 du 24 novembre 1939

**23**-L. Damblanc, "Perfectionnements apportés aux engins automoteurs du genre des torpilles aériennes", brevet n°992.881 du 20 septembre 1944

**24**-L'Iris utilisait un dispositif autogyre pour l'atterrissage comme la "torpille aérienne" proposée par Damblanc.

**25**-Le Latécoère 110 a été expérimenté en vol alors que l'Iris n'a pas dépassé le stade de la table à dessin.

**26**-Le fait que la numérotation commence à P.7 laisse supposer que des lancements privés ont précédé cette campagne de lancements publics.

**27**-L'entreprise, créée en 1826, a été reprise par la famille Kat vers 1900. Dans les années 1930, A.J. Kat était le leader néerlandais du feu d'artifice, mais il fabriquait également des munitions pour le ministère de la Défense.

**28**-"Holland's First Rockets", Airpost Journal, March 1935 ; voir aussi Billig's Philatelic Handbook, 1956

**29**-idem.

**30**-Les hauteurs vont de 1,25 m à 1,75 m selon les sources, mais d'après les photos 1,25 m est la plus vraisemblable.

**31**-"Further Dutch Rocket Firings", Airpost Journal, June 1935 ; voir aussi Billig's Philatelic Handbook, 1956

**32**-Il s'agit en fait de modèle réduits d'avions. Le plus grand d'entre eux, lancé en juin 1936, mesurait 1,65 m de long pour 1,80 m d'envergure (voir The Astronaut, Août 1937)

**33**-"Karel Roberti Continues Dutch Rocket Experiments", Airpost Journal, July 1935 ; voir aussi Billig's Philatelic Handbook, 1956

**34**-Friedrich Schmiedl avait procédé de la même manière en Autriche sans être inquiet mais la législation de son pays était différente.

**35**-"Karel Roberti Continues Dutch Rocket Experiments", Airpost Journal, July 1935 ; voir aussi Billig's Philatelic Handbook, 1956

**36**-Le tampon apposé sur les documents philatéliques transportés indique «1. Raketenflug I Mit flüssige Lreibstoffen I (Kohlensäurerakete) I Clerf-Clervaux 17-7-35 I R.Kr.1 Luxemburgia» (traduction: 1<sup>e</sup> vol de fusée I à propergol liquide I (fusée à acide carbonique )

**37**-Voir, par exemple, Excelsior du 24 décembre 1929 (avec photos, page 6)

**38**-Billig's Philatelic Handbook, 1956 ; Castellum, septembre 1998

**39**-La fusée "Jupiter" devait effectuer un second vol (P.30 Jupiter) depuis Mol, mais il semble avoir été annulé.

**40**-Billig's Philatelic Handbook, 1956 ; Bulletin du Royal Club Philatélique de Wavre, janvier 2001.

# Les fusées postales en Astrophilatélie

par Yves Monier, membre de l'IFHE

## QUELQUES ESSAIS DE FUSEES POSTALES

Dans les années 30, des expériences de fusées postales furent menées dans différents pays en Europe. Les pionniers furent :

- F. Schmiedl en Autriche,
- G. Zucker en Allemagne et Grande-Bretagne,
- K. Roberti en Hollande, Belgique, France,
- Professeur Fumes à Cuba,
- A. Young en Australie,
- S. Smith en Inde.

La technologie ne paraissant pas très fiable, ces lancements n'eurent pas de suite opérationnelles reprises par les administrations postales.

D'autres lancements à caractères commémoratifs furent organisés de 1945, au début des années 60.

En 1963, la technologie des missiles ayant grandement évolué et acquis de la fiabilité, une maquette de fusée postale fut présentée à Gênes par la Société MATRA, lors de la 10<sup>e</sup> Exposition Aéronautique.

La mission du missile expérimental Iris devait le faire atteindre Mach 2 à 20 000 m d'altitude et durer 11 minutes, avec un fret estimé à 50 kg. Aucune suite ne fut donnée à ce projet le plus avancé.

Le transport par fusée postale restera ainsi au stade expérimental sans développements opérationnels.



Nous présentons quelques documents des pays suivants :



- AUTRICHE
- ALLEMAGNE
- GRANDE BRETAGNE
- ITALIE
- INDES BRITANNIQUES
- HOLLANDE
- BELGIQUE
- FRANCE
- AUSTRALIE
- ETATS-UNIS
- CUBA
- SUISSE
- POLOGNE
- YOUGOSLAVIE
- INDE



dans l'ordre chronologique du premier document présenté







8/9/1935 - Fusée P27 de K. Roberti au Meeting d'Aviation du Tréport Affranchissement pour la Hollande - Cachet à date du Tréport



Copie recto du document ci-dessus



8/9/1935 - Fusée P27 de K. Roberti au Meeting d'Aviation du Tréport Affranchissement pour Paris - Cachet à date du Tréport



Copie recto du document ci-dessus



13/8/1935 - Fusée P28 DOUCE FRANCE de K. Roberti - Autographe - Expérience interrompue sur ordre du Ministère de l'Intérieur



13/8/1935 - Avion Fusée RV6 LA MANCHE de K. Roberti - Autographe - Pli n°150 - Expérience interrompue sur ordre du Ministère de l'Intérieur



8/9/1935 - Fusée P27 de K. Roberti au Meeting d'Aviation du Tréport Autographe - Pli n° 392 - Cachet à date du Tréport



# La création du LRBA sous l'égide de la DEFA

par Patrice Lille, membre de l'IFHE



Avec la création du LRBA sous l'égide de la DEFA en 1946, l'aventure spatiale française, puis européenne, a démarré. Le LRBA a été le principal organisme responsable de la propulsion bi-liquide, permettant à la France de remporter des succès avec les fusées qu'elle a lancées. Le LRBA était le premier maillon des efforts consacrés au développement des missiles balistiques. On peut finalement dire que la fusée Ariane est la descendante directe du LRBA.

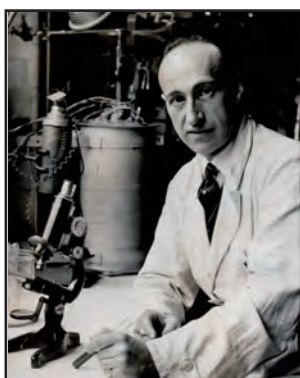
Les recherches sur les fusées à ergols liquides s'étaient poursuivies pendant la guerre et à la Libération avec les travaux du commandant Jean-Jacques Barré sur la fusée E.A. 1941. Les études de balistique ne se sont jamais complètement interrompues, même pendant l'occupation, et se sont orientées vers l'aérodynamique et les mesures. À Lyon, le général de brigade Joseph Dubouloz, chef de la section technique de la direction des matériels, avait regroupé un certain nombre d'experts chargés d'approfondir les théories de l'aérodynamique. À la fin de la Seconde Guerre mondiale, de nombreux rapports concernant le V-1 et le V-2 ainsi que les premiers engins sol/air (Rheintochter, Schmetterling, Enzian) furent transmis à l'état-major des armées, qui les fit parvenir à la Direction des fabrications d'armement (DFA) en 1945 (8). Les alliés se précipitèrent non seulement pour dépouiller les documents saisis, mais aussi pour occuper laboratoires et centres d'essais comme Brunswick, Peenemünde, l'île danoise de Bomholm, et attirer chez eux des ingénieurs et techniciens allemands (8). En mai 1945, le Général de Gaulle avait donné ses instructions «Il y aura tout lieu de transférer en France les scientifiques ou techniciens allemands de grande valeur pour les interroger à loisir sur leurs travaux et éventuellement les engager à rester à notre disposition» (3). Le Professeur Henri MOUREU,



Général Josef Dubouloz  
(1892-1967)



Professeur Henri Moureu  
(1899-1978)



Henri Moureu dans son  
laboratoire de chimie

docteur en chimie, assistant du professeur Frédéric Joliot-Curie a eu le mérite de s'intéresser aux armes allemandes de la fin de la guerre. Au début du mois de juillet 1944, il se rendit à Arronville, à Méry-sur-Oise, et à la Celle-Saint-Cloud, où étaient tombés des engins alors inconnus, qui étaient en fait des V-1. Le 8 septembre 1944, il apprit qu'un engin explosif avait terminé sa course à Maisons-Alfort et réalisa qu'il s'agissait d'un engin plus massif qu'un V-1, probablement un V-2. Dès lors, il visita tous les lieux d'impact en région parisienne en octobre 1944, examinant les débris de vingt V-2 en collaboration avec les services secrets alliés. La direction des fabrications d'armement confiée au professeur Moureu accompagné du commandant Jean-Jacques Barré, une mission en Allemagne du 9 au 17 mai 1945 à Oberaderrach au bord du lac de Constance pour examiner les prises de guerre des Français : le site d'Oberaderrach est une usine de réception et d'essais de V-2. Dès la Libération, c'est avec le professeur Moureu que le commandant Jean-Jacques Barré se rend en zone américaine en Allemagne à Nordhausen. Les deux hommes visitent en juin 1945 l'usine de Mittelwerke-Dora (7). Neuf wagons contenant quatre V-1 et de quoi assembler quatre V-2 s'y trouvent. Ils parviennent à les expédier en France. À partir de ce moment, le professeur Moureu a comme objectif spécifique de reconstituer des V-2 et de les produire en France. Avec l'aide du service scientifique de l'armée, du service des explosifs (2<sup>e</sup> bureau) sous l'égide de l'Armée de Terre, il met en place le GOPA (Groupement opérationnel des projectiles autopropulsés) en août 1945 (8). Ce groupement transitoire lui permet de recueillir les autorisations nécessaires pour se déplacer en Allemagne occupée. Cependant, les Américains, conseillés par les Britanniques, commencent à



se méfier des intentions françaises. Le bunker de lancement des V-2 à Wizernes dans le Pas-de-Calais sera dynamité par des commandos britanniques le 9 mai 1945, afin de préserver à jamais les Français de pouvoir l'utiliser (2). La Direction des fabrications d'armement (DFA) soumet à l'état-major un programme précis, conduisant à la création du CEPA (Centre d'études des Projectiles Autopropulsés) le 24 août 1945. Le CEPA comprends deux départements : un département scientifique avec du personnel civil et militaire et un département militaire rattaché à la DFA. La DFA associe au professeur Moureu, l'ingénieur militaire Jacques Lafargue en tant que directeur technique du CEPA jusqu'en 1947. Les deux hommes responsables conjointement du CEPA, jouent un rôle fondamental dans l'exploitation par la France de l'héritage scientifique du Troisième Reich. Les 3 et 5 mai 1946, un groupe restreint d'ingénieurs allemands (Rolf Jauernik, Helmuth Habermann et Helmuth Weiss, revenant de Cuxhaven en zone britannique et accompagnés du Dr. Herbert Graf, chef administratif du bureau d'Emmendingen (zone française occupée), prennent contact avec les autorités françaises et les ingénieurs militaires Jacques Lafargue et Pierre Girardin, représentants la DEFA à Paris. L'ingénieur militaire en chef (IMC) Pierre Girardin dira à propos d'Herbert Graf : «J'ai eu affaire à une sorte d'impresario peu technicien, mais sachant parfaitement présenter ses poulains.» Le but de l'entretien était de recruter deux groupes de techniciens et d'ingénieurs (EA) ayant travaillé à Peenemünde ou dans des instituts chargés d'études pour l'A-4 (V-2) ou le Wasserfall. C'est l'ingénieur militaire général Libessart, rentré d'Angleterre en 1945 qui fut chargé au début de 1946 par le secrétariat d'état à l'Armement Charles Tillon de trouver un lieu pour installer la direction des fabrications d'armement (DFA) qui deviendra la DEFA (1) le 27/6/46.



Ingénieurs et scientifiques allemands au LRBA.



Helmuth Habermann (1917-2009)



Général Paul Libessart (1889-1977)



Wilhelm Dollhopf



Otto Müller (1910-2002)

Celle-ci s'installera à la caserne Sully à Saint-Cloud en juin 1946 et en même temps, il était question que la DEFA crée un Laboratoire de recherches balistiques et aérodynamiques (LRBA) (1), le but étant d'accueillir en France deux groupes de scientifiques et techniciens allemands recrutés en 1946 (8) : on comptait 35 candidats dont Wilhelm Dollhopf (3), 35 ans, futur directeur de l'institut de recherche sur les moteurs chimiques en 1962 à Lampoldshausen, pour le groupe engins autopropulsés-propulsion (EAP), chargé de créer des moteurs et des engins à propulsion bi-liquide sous la responsabilité de Rolf Jauernik, et 25 candidats pour les engins autopropulsés-guidage (EAG), chargés de mettre au point les mécanismes et moyens de transmission permettant de piloter et guider les engins, dont les responsables étaient Otto Müller et Helmuth Habermann. Les groupes furent constitués en Allemagne et soumis au ministère de l'Armement, qui délivra 60 contrats de travail aux Allemands. Le LRBA fut créé par le décret du **17 mai 1946**. Le transfert des Allemands à Vernon s'effectua en deux périodes : une première fin mars 1947 et une dernière mi-mai 1947. Progressivement, la coopération de la DEFA avec le CEPA se relâcha et finalement le LRBA qui avait davantage de moyens s'imposa avec les experts en propulsion et en guidage, les laboratoires et les moyens d'essais couvrant l'ensemble des techniques pouvant conduire à

des systèmes d'armes. En novembre 1946, sous la direction des ingénieurs militaires généraux Libessart, Pujol et Norguet du génie maritime dont les deux premiers résidaient à l'école militaire à Paris, fut créé un grand LRBA avec Saint-Louis en Alsace, Mulhouse, Versailles/Satory, l'atelier de construction de Puteaux, le fort de La Briche et Vernon où furent regroupés les ingénieurs et techniciens experts en propulsion et en guidage provenant de Peenemünde. Les familles furent d'abord logées en Allemagne dans la zone française occupée près d'Emmendingen, puis transférées à Vernon en Normandie de fin 1947 jusqu'à la fin de l'année 1949, dans des logements provisoires sous la direction du docteur Herbert Graf. À Vernon, l'armée disposait d'un ancien atelier de chargement d'obus de mortier de tous calibres datant de juin 1940 en cours d'agrandissement, créé par le fabricant d'armes Edgar Brandt en 1936 avec un champ de tir installé en pleine forêt. Les baraquements existants furent transformés en laboratoires et en logements. L'ingénieur militaire principal Tesson, expert en aérodynamique fut également muté à Vernon en janvier 1947 avec pour mission d'y organiser un service aérodynamique et d'y installer la grande soufflerie supersonique C4 (jusqu'à Mach 4), directement inspirée de celle de Peenemünde (11). Vingt-huit aérodynamiciens, recrutés par le bureau d'études de Kochel (ville bavaroise où la soufflerie de Peenemünde avait été délocalisée après le bombardement anglais d'août 1943), furent également rattachés au LRBA (11). Cette grande soufflerie sera terminée en 1951 sous la direction de l'IMC Jean Sorlet (8). Il faut ajouter à cela douze ingénieurs allemands affectés à l'arsenal de Puteaux du CEPA, chargés de reconstituer un V-2 et son



Visite du ministre Coste-Floret (1911-1979) avec le professeur H. Moureu et l'ingénieur J. Lafargue à l'Arsenal de Puteaux autour d'un V-2 en 1947.



Jean Sorlet  
(1906-1997)



Otto Kraehe  
(1912-2009)



Pierre Girardin



Entrée du LRBA vers 1950

moteur (4). Parmi ceux-ci, les ingénieurs Otto Kraehe et Sohn qui seront finalement transférés au groupe EAP de Vernon le 1<sup>er</sup> Septembre 1947 (8). Au total, cent techniciens allemands, dont soixante à Vernon avec quinze ingénieurs militaires français. Dès les années 1950, Vernon se dote de huit souffleries, de deux tunnels de tir, dont un tunnel de tir hyper balistique, ainsi que de quelques souffleries à rafales (11). Le professeur Moureu cessa de s'intéresser aux fusées pour se consacrer à d'autres tâches. Dès lors, le CEPA sombra dans l'oubli (8). En 1949, peu avant le départ de l'ingénieur général Libessart, le grand LRBA éclata en morceaux et Vernon devint autonome. L'IMC Jean Sorlet nommé directeur de 1949 à 1953, avait pour mission d'organiser l'administration de l'établissement et de construire des bâtiments techniques et des logements sur la cité de la Madeleine, dénommée le «Buschdorf» (ce qui signifie «village dans la forêt»), par les enfants des familles allemandes. Pendant la période qui suivit l'année 1948, une centaine de spécialistes allemands avec un encadrement français très léger au début, élaborèrent des travaux préliminaires (projet 4212) pour un moteur hypergolique de 40 tonnes de poussée en vue d'un super missile V-2 d'une portée de 1000 km (5). Au cours de la réunion relative aux engins balistiques, tenue le 19 mars 1960, l'IMC Pierre Girardin avait mis en avant les travaux et les acquis technologiques de son établissement sur les engins à ergols liquides. Il précisait qu'un tel engin, d'une portée de 1000 km, dérivé du V-2 avait été mis en chantier en 1948 et arrêté en 1950 au profit des engins contre avions (5). L'état-major de l'armée s'était en effet aperçu qu'un tel programme était prématuré pour la France.



La DEFA et le LRBA orientèrent alors leurs recherches vers des travaux moins ambitieux (8). L'IMC Pierre Girardin avait précisé en mars 1960 qu'un projet de missile stratégique intercontinental, d'un poids total de 40 tonnes et emportant une charge militaire de 700 kilos, avait été établi en 1958 et transmis à la Direction technique et industrielle de l'aéronautique. La propulsion à liquides pour un missile balistique à longue portée, présentait des avantages. La rusticité du moteur permettait des prix de revient très faibles et l'expérience acquise autorisait le raccourcissement des délais et des aléas. Une autre étude (4211) démarrée en novembre 1946, avait atteint le stade des essais au banc (5). Il s'agissait de la fusée française EOLE à oxygène liquide et éther de pétrole, dérivée de celle du colonel Barré EA/51 qui explosa sur le point fixe n°1 à Vernon en le détruisant en janvier 1950. Le 22 novembre 1952 eu lieu le premier tir. La fusée Eole explosa après six secondes de course. Le 24 novembre, un second tir donna le même résultat. Après ces essais peu concluants, la fusée EOLE fut abandonnée par la DEFA. Après l'abandon des recherches coûteuses sur le super missile V-2, le LRBA se concentra sur une fusée-sonde de 4 tonnes de poussée toujours dans le but de mettre au point un missile balistique. En effet, la DEFA confia le 15 mars 1949 au LRBA l'étude d'une fusée-sonde à ergols liquides (4213) de classe inférieure au V-2. Le lancement du premier prototype eut lieu depuis Suippes (Marne) en juillet 1950 et fut un succès. En octobre 1947, l'armée avait créé à Colomb-Béchar une base de lancement des fusées sondes. Dès le 20 mai 1952, une série de lancements «technologiques» de cette



Tir de Veronique à Suippes en juillet 1950



Préparation du Parca à Hammaguir



radar Aquitaine



Veronique au KRBA en 1956



Veronique-AGI sur banc en forêt de Vernon.

fusée-sonde dénommée Veronique eut lieu depuis le champ de tir d'Hammaguir en Algérie (8). Néanmoins, dans l'attente de nouveaux projets d'importance, il était nécessaire d'utiliser le haut potentiel des ingénieurs allemands pour ne pas les perdre. Les spécialistes du guidage avec à leur tête le Dr ingénieur Otto Müller et l'IMC Antonin Collet-Billon, se consacrèrent à la réalisation de l'engin guidé sol-air PARCA (Projectile Autopropulsé Radioguidé Contre Avions) en 1948, testé dès 1954, mais stoppé par l'Etat-Major en 1958 en raison de l'obligation de produire le missile américain HAWK de l'OTAN (8). L'arrêt de ce programme par l'état-major laissa le LRBA au chômage technique (12). En 1955, les équipes du LRBA réalisèrent, avec la Compagnie Française Thomson Houston (CFTH), le radar AQUITAINE, un radar de trajectographie qui devait constituer, avec la fusée PARCA, un système d'armes complet. L'ingénieur allemand Karl-Heinz Bringer et l'ingénieur général en chef de l'armement Jean Corbeau orientèrent également les activités du département propulsion en premier lieu sur le missile PARCA. Puis ils conçurent et réalisèrent les fusées sondes Veronique-AGI demandées par le CASDEN (Comité d'Action Scientifique de Défense Nationale), puis la fusée Vesta, ainsi que les moteurs des fusées Diamant-A, Diamant-B avant de travailler sur le futur moteur Viking. En 1952, à Paris, la Direction technique des études fut confiée à l'ingénieur militaire en chef Lafargue dont les trois adjoints étaient responsables des trois services techniques du LRBA : à Paris, l'IMC Pierre Girardin, assisté de l'IMC Guilbaud, responsables du guidage avaient pour

photo : J-P Livi

photo : J-P Livi

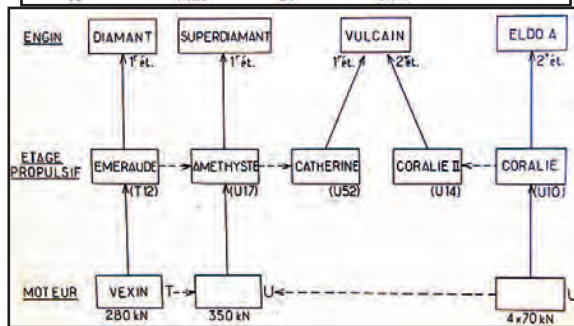
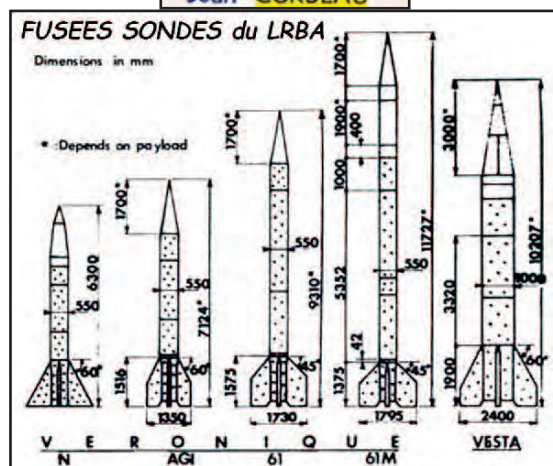
correspondant à Vernon l'IMC Collet-Billon. L'IMC Barre s'occupait de la propulsion, avec pour correspondant à Vernon l'IMC Jean Corbeau, remplacé à partir de 1954 par l'IMC Sevestre. L'IMC Carrière s'occupait de l'aérodynamique à Vernon et réalisa les premières recherches sur les statoréacteurs. Le 1<sup>er</sup> octobre 1953, l'IMC Pierre Girardin prit la direction du LRBA jusqu'en 1962 (12), date à laquelle il devint directeur technique du programme initial du CECLES-ELDO. Ses fonctions englobaient désormais aussi bien la technique que l'administration. La DEFA avait quelques difficultés à alimenter en personnel, en crédits et en études son laboratoire. Le LRBA a cherché à se définir une vocation en participant aux travaux destinés à la force de frappe dirigée par la SEREB, et a créé en son sein un nouveau service, le Bureau Technique en 1957. Ce bureau décidait d'un programme dont il surveillait la réalisation effectuée par le Service d'études qui disposait des moyens de l'établissement pour exécuter le programme. Il fut question à un moment donné d'abandonner la technique de propulsion par liquide. En 1960, le comité technique présidé par Pierre Girardin conclut ainsi que la solution optimale était représentée par un engin balistique équipé d'un endo-réacteur utilisant du propergol solide. Cependant, seules les études sur la propulsion liquide furent finalement poursuivies. Le LRBA avait mis au point, pour la fusée Veronique, une chambre de poussée



K-H Bringer (1908-1999)



Jean CORBEAU



Modèle fusée	Poussée	Charge utile	mise en service
Véronique-N normale	4 tonnes	60 kg à 65 km	1952-1953
Véronique-NA	4 tonnes	50 kg à 135 km	1954
Véronique-AGI	4 tonnes	60 kg à 210 km	1959-1969
Véronique-61	6 tonnes	60 kg à 300 km	1961-1973
VESTA	16 tonnes	1 t à 250 km	1964
Modèle moteur	Poussée	Durée	lanceur
Vexin	30 tonnes	100 sec	Emeraude-Safir
Valois	35 tonnes	115 sec	Diamant-A
Coralie	4 x 7 t / 22 tonnes	100 sec	Diamant-B
M-40	40 tonnes		Europ
Viking	55 tonnes		Experimental
			Ariane

de 4 tonnes orientable. L'orientation de la chambre étant assurée par des moteurs et des coupleurs électriques. La technique des chambres à double paroi a évolué après une mise au point assez longue vers celle des chambres en acier inoxydable refroidies par film d'acide nitrique (5). Cette

technique a été utilisée en l'extrapolant vers une chambre plus puissante d'une poussée de 6, 10 et 20 tonnes. Le LRBA était convaincu que l'extrapolation vers des chambres de 60 tonnes nécessaires aux missiles balistiques de longue portée pouvait être poursuivie (5). Le premier tir scientifique de la

fusée Veronique eut lieu en 1954 à Hammaguir. La mission principale demandée par les scientifiques était l'étude de la haute atmosphère, mais on étudia aussi le fonctionnement du moteur-fusée en vol. Jusqu'en 1975, 83 Veronique furent lancées, permettant de maîtriser des réalisations de plus grande envergure, telles que la fusée-sonde Vesta qui pesait 4,977 tonnes, mesurait 10,20 m de long avec une poussée de 16 tonnes pendant 56 sec. En matière de guidage, les ingénieurs du LRBA espéraient disposer d'une centrale de guidage d'un poids de 40 kg au cours de l'année 1960. En outre, des réservoirs résistants à une pression de 60 kg par mètre carré, comparables à ceux du missile proposé, furent réalisés à l'occasion du développement en cours de la fusée-sonde Vesta (5).

D'autres services furent créés, notamment le ser-



vice d'études qui, existait déjà au sein du département guidage, mais qui ensuite prit son autonomie en 1958 avec des fonctions accrues. Il était responsable des projets, et à l'aide de machines électroniques de type SABA, il permettait le traitement de toutes les données d'un vol de fusée. Ce service guidait et suivait le développement d'un programme. Le laboratoire inertiel inauguré en novembre 1963 permit de tester les appareils de pilotage par inertie : les gyroscopes, accéléromètres, tables d'inertie. Le laboratoire d'optique étudiait la faisabilité et la réalisation des satellites d'observation (8). Le service propulsion fut divisé en deux afin de séparer la partie études de la partie expérimentation. Le 1<sup>er</sup> septembre 1962, l'IMC Jacques Marchal est nommé directeur du LRBA. C'est la période au cours de laquelle le laboratoire s'orientera vers les moteurs des engins de la force de



Jacques Marchal  
(1912-1997)



Joseph Schlotzer  
(1905-1994)

frappe, le propulseur des Diamant-A et B, l'étage Coralie de la fusée Europa du CECLES-ELDO, utilisant la technologie de la fusée sonde Vesta. Le premier étage du lanceur Diamant A, le VE-121 Émeraude, troisième engin de la série des pierres précieuses, fut conçu par le LRBA et Nord Aviation et propulsé par le moteur Vexin de 28 tonnes de poussée pendant 8 secondes, muni d'une tuyère orientable unique, brûlant le mélange classique d'acide nitrique et d'essence de térébenthine. Il atteignit une altitude de 200 km. Sur les 21 essais du moteur Vexin au banc fixe PF-4 de Vernon, 18 furent couronnés de succès jusqu'en mai 1965 (9). Le LRBA avait en outre, en 1966, dans ses cartons le projet Vulcain, un lanceur de 100 tonnes, haut de 28 m avec,



A dr, fusée Vesta, à g., fusée Émeraude VE-121.



A dr, Cora sur PF-2, à g., Vexin sur PF-4 en 1963.

comme étage de base, 4 réservoirs Émeraude associés en paquet constituant l'étage Catherine

(11,4 m de haut, 2,8 m de diamètre, équipé de 4 moteurs Vexin soit 140 tonnes de poussée). Le second étage était composé d'un Coralie allongé (7 m x 2 m). Le lanceur Diamant-B bénéficia d'un nouveau premier étage L17 conçu par le LRBA et Nord Aviation, se différenciant du moteur Vexin par une plus grande capacité en ergols et surtout par un changement de ces derniers pour un couple plus énergétique. Il s'agissait du moteur Valois, de 35 tonnes de poussée au sol. Dès 1965, le LRBA développe, à sa propre initiative, un nouveau moteur, le M-40 développant 40 tonnes de poussée. Par rapport au Valois de poussée équivalente, l'innovation réside dans l'introduction d'une turbopompe d'alimentation, indispensable pour obtenir aisément une poussée importante (9). Le moteur Viking a été produit en

plusieurs versions pour les lanceurs Ariane 1 à 4 utilisés de 1979 à 2003 : Viking-1 (ou M-55) : dérivé du M-40 dont la poussée a été portée à 55 tonnes. Viking-2 (ou M-60) : 60 tonnes de poussée développée pour le premier étage d'Ariane 1. Viking-3 : version du Viking-4 destinée aux essais à l'air libre. Viking-4 : version destinée au deuxième étage fonctionnant dans le vide, il a un divergent très allongé. Viking-5 : version très améliorée du Viking-2 utilisée sur le premier étage d'Ariane-4. Viking-6 : dérivé du Viking-5 utilisé sur le propulseur d'appoint à liquides (PAL) d'Ariane-4 (9). Plus de 1100 moteurs Viking seront construits. Vint ensuite le moteur Vulcain pour Ariane-5 et aujourd'hui Vinci pour Ariane-6 qui est rallumable cinq fois électriquement pour permet-

tre des manœuvres en orbite (9). En 1958 et 1959 huit personnes du groupe EAP ont quitté le

LRBA sous l'égide de Wolfgang Pilz et de Wilhelm Dollhopf, afin de rejoindre le centre d'essai des moteurs fusées bi-liquides du Prof. Eugen Sänger à Lam-poldshausen (8). En 1965 on comptait encore 12 membres de l'EAP sur les 35 ingénieurs allemands recrutés en 1946 parmi lesquels Joseph Schlotz-er, spécialiste des vannes, dé-tendeurs et régulateurs pour tous les programmes de mo-teurs fusées du LRBA (12) et Karl-Heinz Bringer, chef de la section moteurs (8). La Di-rection Technique des Engins (DTEn) est créée en 1965 et à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1967, le LRBA lui sera rattaché. Ainsi, faute de s'être suffisamment intéressée aux engins, la DEFA perdait un établisse-ment de pointe, le LRBA. Après le départ de l'IMC Mar-chal en juillet 1971, c'est l'ICA Jacques Talbotier qui prendra la suite pendant un mois, mais le 1<sup>er</sup> octobre le LRBA sera séparé en deux, afin de séparer les activités industrielles rela-tives à la propulsion, des activités éta-tiques. Les activités industrielles du LRBA formeront avec la SEPR une nouvelle société : la SEP dont le direc-teur sera l'ancien directeur de la Direc-tion des Engins (DTEn), l'IGA Pierre Soufflet (9). Puis Karl-Heinz Bringer, intégré à l'équipe propulsion de la SEP, mettra au point les moteurs Vi-king qui équiperont les fusées Ariane. La SEP à Vernon deviendra la SNECMA puis sera intégrée en 1996 au groupe Safran. Les anciennes en-tités formèrent à partir de 2005 la di-division moteurs spatiaux de SNECMA (groupe Safran) puis de Safran Aircraft Propul-sion (9). Créée à l'initiative d'Airbus Group et de Safran en 2015, Airbus Safran Launchers est de-venue Ariane Group depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2017 (9). Le LRBA a conservé les activités militaires, tels que la soufflerie, l'imagerie spatiale, le pilotage, le laboratoire inertiel et la navigation qui restent



A dr, K-H Bringer et Viking-1, A g., le moteur Viking-5.



A dr, essai Viking-2 au PF-2, A g., essai Viking-5 au PF-2.



Pierre Soufflet, pdg de SEP (1919-2013).



Damien Bagaria (1948)

dans le giron du ministère des Armées. C'est l'IGA Damien Bagaria qui a repris la partie étatique composée pour l'es-sentiel de la soufflerie, du labo-ratoire inertiel et du tunnel de tir (8). A l'époque plus de 100 per-sonnes travaillaient à la souffle-rie. Les 1000 employés de l'ex LRBA dont 100 ingénieurs, 20 ingénieurs militaires et 15 ingé-nieurs sont alors partagés en 2 groupes de 500 personnes.

Mais la séparation se passe mal, les employés de la SEP en plein échec d'Europa-2 manifestent en 1972 à Ver-non et se demandent s'il existe encore un avenir à tra-vailer dans le domaine des fusées. Les essais des propulseurs à liquide se dérou-laient dans une enceinte regroupant les bâtiments destinés au stockage et à la

conservation des ergols. À l'écart se trouvaient les points fixes (PF). Le point fixe PF-1, mis en service dès 1949, pouvait recevoir des engins d'une poussée de 10 à 15 tonnes. L'engin EOLE à oxygène liquide, qui y était étudié, avait explosé sur ce point fixe. Le PF-1 accidenté fut provisoirement remplacé par le PF-3. En 1961, le PF-2 fut mis en service 8. Il pouvait accueillir des engins d'une poussée de 25 tonnes en fonctionnement normal et exceptionnellement jusqu'à 50 tonnes. Le PF-4, inauguré le 9 mars 1963 avec les essais du moteur du premier étage de Diamant, pouvait recevoir des engins d'une poussée de 100 tonnes. Le PF-5, quant à lui, était spécialisé dans la chasse des ergols. Un système de trompe raréfiant l'air

permettait de simuler le vol en altitude. Une grande sphère de 10 mètres de diamètre, dans laquelle on pouvait faire le vide, permettait de si-muler l'allumage en altitude. Sur chaque point fixe, plusieurs centaines d'essais furent réalisés. Chacun était équipé d'un réseau de mesures dont la complexité dépendait de l'état de la tech-



nologie électronique au moment de la conception et de la construction du banc (8). La croissance exponentielle de l'électronique permettait, pendant un tir au PF-4, d'effectuer 900.000 points de mesure (8). Sur tous les points fixes, l'engin était placé verticalement, tuyère en bas, et envoyait les gaz de combustion dans un carneau déflecteur qui les projetait loin des parties sensibles de l'installation. En 2000, le LRBA a arrêté ses essais aérodynamiques, et les souffleries ont été abandonnées. Elles avaient été étudiées et conçues dès la fin de la guerre sur le modèle de celles de Peenemünde, et ont servi à tester tous les missiles français ainsi que les fusées sondes, le deuxième étage Coralie de la fusée Europa et la fusée Ariane. Même le Concorde a utilisé cette soufflerie pour déterminer les dimensions des entrées d'air de ses réacteurs. Le site désaffecté par le ministère de la Défense fin 1999 est maintenant devenu une friche industrielle de 10 hectares, comprenant sept bâtiments principaux, entièrement fermée et isolée du reste du site. En 2008, le ministère de la Défense a décidé de transférer les activités techniques du LRBA en Bretagne. Ce site avait employé jusqu'à 1600 salariés civils et militaires. À sa fermeture en 2008, le LRBA comptait encore 450 employés et engageait 50 sous-traitants. Le LRBA a construit les premiers paliers à air, puis quelques années plus tard les paliers magnétiques. Ces activités ont conduit à la création de la Société de mécanique magnétique S2M en 1976, puis à l'exploration de la suspension magnétique active. Helmut Habermann a été l'un des principaux fondateurs de la société basée à Saint-Marcel à Vernon, devenue SKF



LRBA 1960



Entrée principale Ouest



Soufflerie du bâtiment S3



Entrée LRBA 2012



Campus de l'espace 2018



A dr, le banc PF-2, A g., le banc PF-4.

Magnetics en 2007. Cet établissement fait partie de la Délégation générale pour l'armement (DGA). Les études menées sur le projet Galileo, le GPS, les missiles tactiques et balistiques, ainsi que les systèmes de navigation, ont été transférées au centre DGA Maîtrise de l'information à côté de Bruz en 2012. Le LRBA a fermé ses portes en 2013. Le site du LRBA a été restitué à la ville de Vernon et est devenu le «Campus de l'Espace», fondé par le Plateau de l'Espace en 2018. Ce lieu rassemble une communauté d'entreprises, dont plusieurs leaders industriels mondiaux et d'étudiants dédiés à l'innovation et les technologies de pointe. Début 2019, le site affiche 300 emplois créés et accueille 300 étudiants. Grâce à la détermination des acteurs publics locaux, le passé industriel devient ici le futur technologique. Plus de soixante-dix ans après sa création, le site de Vernon a toujours pour spécialité la conception, le développement, la production et les essais des systèmes de propulsion à ergols liquides. L'essentiel de son activité concerne la propulsion cryotechnique (à hydrogène et oxygène liquides). Prometheus, le moteur de la fusée Ariane 6 et de Maia, le futur lanceur réutilisable, sera fabriqué à Vernon. Cela est garanti par les modalités de l'accord signé en septembre avec l'Allemagne. ArianeGroup emploie actuellement un peu plus de 800 personnes à Vernon mais, avec le développement de ces nouvelles activités, le site devrait franchir le cap des 950 salariés dès 2025. En effet, ArianeGroup Vernon est amené à devenir le fer de lance européen dans le combat contre l'américain Space X, notre concurrent direct. Parmi les personnes citées dans ce survol historique, cer-

taines figures émergent : le professeur Moureu, grand savant doté d'un véritable esprit visionnaire et animé d'un sentiment patriotique, l'ingénieur militaire Lafargue qui a organisé les premières réalisations de la DEFA, ainsi que les équipes des ingénieurs Sorlet et Girardin au LRBA. De plus, les ingénieurs et techniciens allemands ont contribué de manière décisive aux recherches militaires de la France et, plus encore, à la préparation de son aventure spatiale. Selon Jacques Villain, ancien président de l'IFHE, l'apport et la collaboration des ingénieurs et techniciens allemands avec leurs homologues français ont permis à la France de devenir en 1965 la troisième puissance spatiale mondiale, occupant également une position de premier plan dans le domaine des missiles et de l'aéronautique. Grâce à l'expertise acquise avec le programme Diamant, la France a ensuite pu proposer à ses partenaires européens de s'engager dans le programme Ariane.



moteur Prometheus

#### Sources

1. Evocation du passé 1935-1951 (cercle d'études Vernonnais) Témoignage du Général Pujol, André

Dufour, Lucien Tournon 1966

2. Les Allemands au LRBA <https://www.buschdorf.eu/>

3. [https://www.francetvinfo.fr/monde/europe/alle-magne/video-en-1945-le-general-de-gaulle-demande-de-recruter-les-inventeurs-allemands-du-missile-balistique-v2\\_2640032.html](https://www.francetvinfo.fr/monde/europe/alle-magne/video-en-1945-le-general-de-gaulle-demande-de-recruter-les-inventeurs-allemands-du-missile-balistique-v2_2640032.html)

4. Hervé Moulin. La construction d'une politique spatiale en France 2017 Beauchesne

5. Huwart Olivier. missiles et lanceurs spatiaux ; la France gaullienne relève un défi technologique et politique (1958-1964) 2002 CNRS Editions

6. Otto MÜLLER. Dossier pour Mr Hautefeuille (janvier 1987)

7. Huwart Olivier : Du V2 à Véronique : les premières recherches spatiales militaires françaises. In: Revue Historique des Armées, n°208, 1997. Services de santé. pp. 113-126;

8. Fayolle (Ingénieur général de l'armement). Comité pour l'histoire de l'armement terrestre 1945-1975 tome 3 centres de recherches LRBA, DGA

9. Rothmund Christophe. 70 ans de moteurs de fusées à Vernon. In: Études Normandes, 7e année, n°1, 2018. Septembre - Novembre 2018. pp. 39-45;

10. <http://www.avas.free.fr/le%20projet/vernon/histoire%20bis.htm>

11. <http://www.avas.free.fr/expo/expo.htm>

12. Bulletins du LRBA : <https://www.buschdorf.eu/y.php?id=bulletin>

## L'exposition "Per Aspera Ad Astra" 5/12/2024-1/3/2025

par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE

Le 5 décembre 2024, les Archives de l'Académie des sciences de Russie ont inauguré l'exposition annuelle «Per aspera ad astra». Le thème est «Depuis la Société pour l'étude des communications interplanétaires en 1924 jusqu'au premier lancement du lanceur Angara-A5 en 2014». L'exposition présente des documents et des objets sur le 60<sup>e</sup> anniversaire du vol de Voskhod-1, le 55<sup>e</sup> anniversaire du vol de Soyouz-4 et Soyouz-5, le 40<sup>e</sup> anniversaire du vol soviéto-indien de Soyouz-T11.

La section «Génie de la pensée des constructeurs» comprend des documents liés aux anniversaires de V.P.Makeiev (110 ans), T.M.Eneev (100 ans), M.F.Reshetnev (100 ans), V.N.Tchelomei (110 ans), G.N.Babakin (110 ans), K.D.Bouchouyev (110 ans), V.P.Barmine (115 ans), M.S.Riazansky (115 ans), A.A. Blagonravov (130 ans).

La section «Jubilés spatiaux» comprend les cosmonautes You.A.Gagarine (1934), V.F.Bykovsky (1934), B.V.Volynov (1934), V.V.Gorbatko (1934), A.S.Eliseiev



(1934) et A.A.Leonov (1934), A.G.Nikolaïev (1929), O.You.Atkov (1949) et You.M.Baturine (1949). En outre, des objets et des documents du vol de Soyouz-MS-25, qui a eu lieu en 2024 avec la cosmonaute biélorusse M.V.Vassilievskaja, sont exposés.

Les Archives d'État de Samara présentent des documents issus de ses fonds : croquis de A.A.Leonov, observations d'O.You.Atkov, dessins de V.I.Rojdest-

vensky et un certain nombre d'autres documents. Cette année, plusieurs entreprises ont pour la première fois fourni des documents : NPO Mach célébrant le 110<sup>e</sup> anniversaire de V.N.Tchelomei et le 80<sup>e</sup> anniversaire de l'OKB-52, le centre Makeiev célébrant le 100<sup>e</sup> anniversaire de V.P.Makeiev et le centre Progress, célébrant le 130<sup>e</sup> anniversaire de sa création et le 105<sup>e</sup> anniversaire de D.I.Kozlov, exposent des documents reflétant des pages intéressantes de leur histoire.

L'exposition est ouverte jusqu'au 1/3/2025.



# Il y a 50 ans : les lancements de 1975

par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE

## Janvier

10/1 : Lancement d'une Soyouz (11A511) de la plate-forme n°1 de Baïkonour avec le vaisseau Soyouz-17 7K-T n°38 (11F615A8). L'équipage comprend Alexei Goubarev et Georgui Gretchko. Il occupe la station Saliout-4 pendant un mois (29 j 13 h 19 min). L'atterrissage intervient le 9 février à 110 km au nord-est de Tselinograd en plein blizzard (vents de 25 m/sec).

10/1 : lancement d'une Titan-2 n°B-27 de Vandenberg avec la mission SOFT-1 (Signature of Fragmented Tanks) sur une trajectoire sub-orbitale. La mission du Test Target Program du BMD consiste, à la séparation du 2e étage, à fragmenter les réservoirs en pièces précisément dimensionnées pour évaluer la capacité des capteurs à faire la distinction entre ces pièces et le véhicule de rentrée.

17/1 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de la plate-forme 31 de Baïkonour (71,4°) avec un satellite-espion Zenith-2M (11F690). Devenu Cosmos-702, il effectue une mission de 12 jours.

21/1 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63) de la plate-forme 133 de Plessetsk avec le satellite de calibration DS-P1-You n°74. Devenu Cosmos-703, il retombe le 20 novembre 1975.

22/1 : lancement du satellite de télédétection Landsat-2 (953 kg) par la Delta n°107 (type 2910) de Vandenberg. Il est placé sur une orbite héliosynchrone à 901/914 km inclinée à 98,9°. Il est doté du Return Beam Vidicon (RBV) et du Multispectral Scanner System (MSS). Le 25/2/82, après 7 ans de ser-



A g., Goubarev-Gretchko, A dr., Commission d'Etat : Afanasiev, Maximov, Fadeiev.



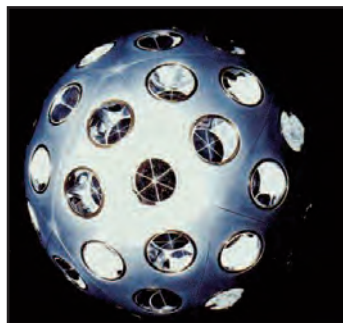
A g., l'équipage avec Fadeiev, Toloubko, Glouchko, Maximov, Goregliad, A dr., Gretchko à bord de Saliout-



L'atterrissage en plein blizzard près de Tselinograd.



Landsat-2



Starlette

vice, il est retiré des opérations en raison de problèmes de contrôle de lacet. Il est officiellement mis hors service le 27/7/83.

23/1 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (72,9°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-704, il effectue une mission de 13 jours.

28/1 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63) de la plate-forme 133 de Plessetsk avec le satellite de calibration DS-P1-You n°75. Devenu Cosmos-705, il retombe le 18 novembre 1975.

30/1 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M) de Plessetsk (62,8°) avec le satellite d'alerte avancée US-K/Oko n°4 (5V95). Devenu Cosmos-706, il fonctionne pendant 9 mois.

## Février

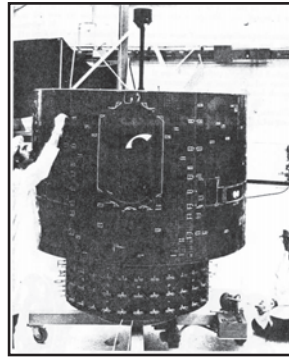
5/2 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de la plate-forme 132 de Plessetsk avec un satellite d'écoute électronique Tselina-OM (Cosmos-707). Il retombe le 7-9-1980.

6/2 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M) de Plessetsk avec le satellite de télécommunications Molnya-2 (11F628 n°12).

6/2 : Lancement d'une Diamant-BP4 de Kourou avec le satellite géodésique Starlette (47 kg). C'est une sphère de 24 cm de diamètre recouverte de 60 rétroreflecteurs lasers qui est utilisée pour mesurer les variations du champ gravitationnel terrestre, tant statiquement (variation du

champ gravifique en fonction du lieu) que dynamiquement (variations du champ gravifique en fonction du temps liées aux forces de marée). Il est placé sur une orbite 805/1108 km inclinée à 49,8°.

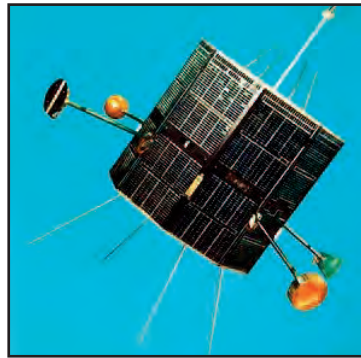
6/2 : Lancement de la Delta n°108 (type 2910) de Cape Canaveral avec le satellite météorologique géostationnaire SMS-2 (243 kg). Construit par Philco Ford, c'est un satellite spinné doté d'un radiomètre VISSR de Hughes. Il est retiré du service en 1982.



SMS-2

12/2 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de Plessetsk avec le satellite de géodésie Sphera (11F621 n°12) destiné à établir des cartes avec une précision de 3 m (Cosmos-708).

12/2 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (62,8°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-709, il effectue une mission de 13 jours.



SRATS/Taiyo

20/2 : Echec du lancement de l'Atlas-Centaur AC-33 de Cape Canaveral avec le satellite de télécoms géostationnaire Intelsat-4F6 (1410 kg).

24/2 : Lancement de la fusée Mu-3C-2 de Kagoshima avec le satellite scientifique SRATS/Taiyo de l'ISAS. SRATS (Solar Radiation & Thermospheric Satellite) est



Jumpseat-4

équipé des instruments suivants : moniteur de rayons X solaires, Hydrogène Lyman-Alpha, Lueur UV géocoronale et albédo UV terrestre, Température électronique, Analyseur de potentiel de retardement, Composition ionique, Mesure de la densité électronique. Il est placé sur une orbite 248/2984 km inclinée à 31,5°. IL retombe le 29/6/80.

26/2 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de la plate-forme 31 de Baïkonour (65°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-710, il effectue une mission de 13 jours.

28/2 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de la plate-forme 132 de Plessetsk avec une grappe de huit satellites Strela-1M (11F625) destinés aux liaisons du GRU (Cosmos-711 à 718).

## Mars

10/3 : Lancement de la première Titan-34B/Agenda-D (n°3B-50) de Vandenberg avec le satellite d'écoute électronique (Sigint) OPS-

2439/Jumpseat-4 (700 kg). Il est placé sur une orbite 295 x 39338 inclinée à 63.5 (HEO). C'est une plate-forme HS-318 de Hughes dotée d'une antenne parabolique de 22 m de diamètre.

12/3 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de la plate-forme 31 de Baïkonour (65°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-719, il effectue une mission de 13 jours.

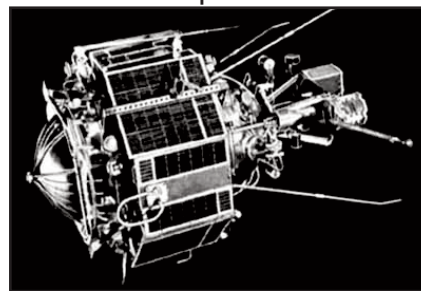
21/3 : Lancement d'une Soyouz-U (11A511) de Plessetsk (62,8°) avec le satellite-espion Zenith-4MT/Orion (11F629). Devenu Cosmos-720, il effectue une mission de 12 jours.

26/3 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (81,3°) avec un satellite-espion Zenith-2M (11F690). Il emporte une capsule Nauka (5KS-A).

Devenu Cosmos-721, il effectue une mission de 12 jours.

27/3 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de la plate-forme 31 de Baïkonour (71,4°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-722, il effectue une mission de 13 jours.

27/3 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de la plate-forme 132 de Plessetsk avec le satellite scientifique Intercosmos-13 (DS-U2-IK n°5) destiné à l'étude de l'ionosphère et des ceintures de radiations. Les expériences sont fournies par l'URSS, la Tchécoslovaquie. Il retombe le



Intercosmos-13

2 septembre 1980.

## Avril

1/4 : Lancement d'une Vostok-2M (8A92M) de Plessetsk avec le satellite de météorologie Meteor-1 n°21 (11F614) du VNIIEM.

2/4 : Lancement d'une Cyclone-2 (11K69) de la plate-forme 90 de Baïkonour. Elle lance un satellite de surveillance océanique US-A (17F16) de l'OKB-52 de Tchelomeï et de l'usine Arsenal de Leningrad équipé d'un réacteur nucléaire BES-5/Buk. Il devient Cosmos-723. Le 16 mai, il monte sur une orbite 898/976 km.

5/4 : Lancement d'une Soyouz (11A511) de la plate-forme n°1 de Baïkonour avec le vaisseau



Soyouz-18-1 7K-T n°39 (11F615A8). L'équipage comprend Vassili Lazarev et Oleg Makarov. Mais une panne du 3<sup>e</sup> étage provoque le retour balistique dans les montagnes de l'Altaï (durée de vol : 21 min 27 sec).



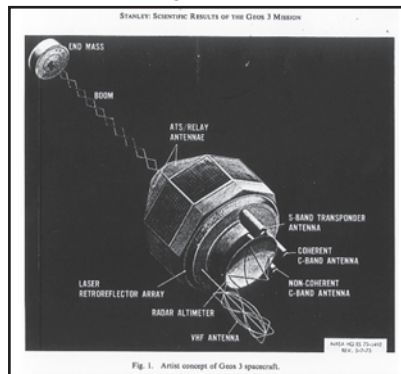
A g., Lazarev-Makarov, A dr., Commission d'Etat : Lazarev, Makarov, Klimouk, Sevastianov.

7/4 : Lancement d'une Cyclone-2 (11K69) de la plate-forme 90 de Baïkonour. Elle lance un satellite de surveillance océanique US-A (17F16) de l'OKB-52 de Tchelomeï et de l'usine



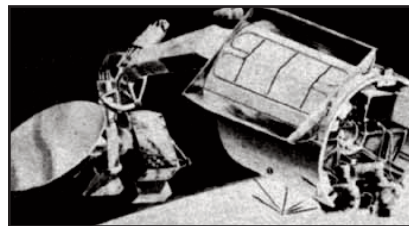
A g., Lazarev, Makarov, Klimouk, Sevastianov. A dr., atterrissage dans l'Altaï.

Arsenal de Leningrad équipé d'un réacteur nucléaire BES-5/Buk. Il devient Cosmos-724. Le 12 juin, il monte sur une orbite 857/951 km. 8/4 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63) de la plate-forme 133 de Plessetsk avec le satellite de calibration DS-P1-You n°76. Devenu Cosmos-725, il retombe le 6 janvier 1976.



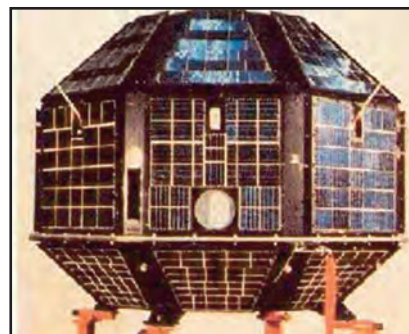
GEOS-3

10/4 : Lancement de la Delta n°109 (type 1410) de Vandenberg avec le satellite géodésique GEOS-3 (Geodynamics Experimental Ocean Satellite). Ce satellite de 346 kg, construit par JHU/APL, emporte un Radar Altimeter (ALT), Retroreflector Array (RRA), Doppler beacon (162 et 324 MHz), S-band Tracking System, C-band System et Satellite-to-Satellite Tracking (SST). Il est placé sur une orbite 825/849 km inclinée à 115° où il fonctionne jusqu'en juin 1979.



P72-2/RM-20

11/4 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de Plessetsk avec un satellite de navigation Cyclone-B/Parus n°2 (Cosmos-726).



Aryabhata

12/4 : Echec du lancement d'une Atlas-F (n°71F) de Vandenberg avec le satellite militaire P72-2/RM-20 (204 kg) du Space Test Program (STP). Il était doté des expériences UV Horizon (SAMSO-206) pour cartographier le spectre UV de l'horizon terrestre, IR Mapping (SAMSO-207) pour cartographier la sphère céleste dans l'infrarouge, Aero-

sol Monitor (ONR-123) pour mesurer la concentration et la distribution verticale des aérosols dans la stratosphère en observant l'extinction solaire, Wide Band Radio Propagation (DNA-002) pour étudier la propagation radio ionosphérique.

14/4 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M n°76043-531) de Plessetsk (62,8°) avec un satellite de télécommunications Molnya-3 n°3 (11F637). Il est

rentré dans l'atmosphère le 29 novembre 1988.

16/4 : Lancement d'une Soyouz-U (11A511) de la plate-forme 31 de Baïkonour (65°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-727, il effectue une mission de 12 jours.

18/4 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (72,8°) avec un satellite-espion Zenith-2M (11F690). Il emporte une capsule Nauka (15KS). Devenu Cosmos-728, il effectue une mission de 11 jours.

18/4 : Lancement du satellite-espion KH-8 Gambit-4 n°4344 (OPS-4883) de 4,1 t par la Titan-III B-Agena-D n°48 de Vandenberg. Il est placé sur une orbite 134 x 401 km inclinée à 110,5°. La mission dure 48 jours.

19/4 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de la plate-forme 107 de Kapustin Yar avec le satellite indien Aryabhata (360 kg). Il emporte un compteur proportionnel mesurant le rayonnement X dans la gamme d'énergie comprise entre 2,5 et 15 keV, un instrument de mesure des neutrons (20-500 MeV) et du rayonnement gamma (0,2-24 MeV) émis par le Soleil durant les tempêtes solaires, un instrument mesurant l'énergie des électrons de 100 eV ou moins et un instrument permettant de mesurer le rayonnement ultraviolet Lyman-alpha et les raies d'émission de l'oxygène de l'ionosphère. Il re-

nel mesurant le rayonnement X dans la gamme d'énergie comprise entre 2,5 et 15 keV, un instrument de mesure des neutrons (20-500 MeV) et du rayonnement gamma (0,2-24 MeV) émis par le Soleil durant les tempêtes solaires, un instrument mesurant l'énergie des électrons de 100 eV ou moins et un instrument permettant de mesurer le rayonnement ultraviolet Lyman-alpha et les raies d'émission de l'oxygène de l'ionosphère. Il re-

tombe le 11 février 1992.

22/4 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de Plessetsk avec un satellite de navigation Cyclone/Zaliv n°8 (Cosmos-729).

24/4 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (81,3°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-730, il effectue une mission de 12 jours.

29/4 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M) de Plessetsk (62,7°) avec un satellite de télécommunications Molnya-1 (11F67 n°33).

## Mai

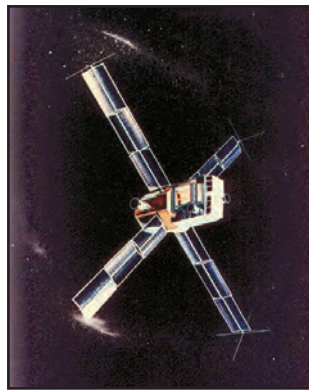
7/5 : Lancement de la Scout n°S-194C de la plate-forme San Marco avec le satellite Explorer-53/SAS-C (Small Astronomical Satellite) de 195 kg. Construit par JHU/APL, il est doté de quatre expériences d'astronomie X : EGE, GAE, GME et SME. Il retombe le 9/4/79.

7/5 : Lancement du satellite de télécoms géostationnaire canadien Anik-A2 (557 kg) par la Delta n°110 (type 2914) de Cape Canaveral. C'est un bus HS-333 de Hughes doté de 12 répéteurs en bande C. Il a fonctionné pendant environ 10 ans.

17/5 : Lancement d'une Diamant-BP4 de Kourou avec les satellites D-5A/Pollux (37,5 kg) et D-5B/Castor (77,5 kg). Le premier a testé le fonctionnement d'un propulseur à hydrazine, tandis que le second a testé l'accéléromètre triaxial ultra-sensible CACTUS de l'ONERA. Ils ont été placés

sur une orbite 270/1200 km inclinée à 30°. Pollux est retombé le 5/8/75 et Castor, le 18/2/79.

20/5 : Echec du lancement de la Titan-IIIC n°25 de Cape Canaveral avec une paire de satellites de télécommunications DSCS-2 F5 et F6 (520 kg). Construit par TRW, ils sont dotés de deux répéteurs en bande X. Le lancement échoue à cause



Explorer-53/SAS-C



Castor & Pollux



A., Klimouk, Sevastianov, Kovalenok-Ponomarev, A dr., Commission d'Etat : Afanassiev, Fadeiev, Karas, Klimouk, Sevastianov.



A g., Klimouk, Sevastianov. A dr., à bord de Saliout-4 .



L'atterrissage près d'Arkalyk.

d'une panne de l'étage Transtage.?

21/5 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de la plate-forme 31 de Baïkonour (65°) avec un satellite-espion Zenith-2M (11F690). Il emporte une capsule Nauka (9KS). Devenu Cosmos-731, il effectue une mission de 12 jours.

22/5 : Lancement de l'Atlas-Centaur AC-35 de Cape Canaveral avec le satellite de télécoms géostationnaire Intelsat-4F1 (1410 kg). Il fonctionne jusqu'en octobre 1987.

24/5 : Lancement de la Thor-Burner-2A n°24 de Vandenberg avec le satellite de météorologie militaire OPS-6226/DMSF-5C-F2 (195 kg). IConstruit par RCA, il est I est placé sur une orbite 797/881 km inclinée à 98,7°. Il fonctionne jusqu'au 30/11/77.

24/5 : Lancement d'une Soyouz (11A511) de la plate-forme n°1 de Baïkonour avec le vaisseau Soyouz-18-2 7K-T n°40 (11F615A8). L'équipage comprend Piotr Klimouk et Vitali Sevastianov. Il occupe la station Saliout-4 pendant deux mois (62 j 23 h 20 min). L'atterrissage intervient le 26 juillet à 56 km au Nord-Est d'Arkalyk.

28/5 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de la plate-forme 132 de Plessetsk avec une grappe de huit satellites Strela-1M (11F625) destinés aux liaisons du GRU (Cosmos-732 à 739).

28/5 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de la plate-forme 31 de Baïkonour (65°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-740, il effectue une mission de 12 jours.

30/5 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°77016-215) de Plessetsk (81,4°) avec le premier satellite de télé-détection Zenit-2M/NX alias Gektor-Priroda (11F690). Cette version civile du Zenit-2M est dotée de caméras FTOR-2R3. Devenu Cosmos-



741, il revient sur Terre le 11/6/75.

## juin

3/6 : Echec du lancement d'un Cosmos-3M (11K65M n°53721-257) de Kapustin Yar (PL107) avec le satellite DS-U3-IK n°5 alias Intercosmos-16A. La doublure sera finalement mise en orbite le 27/7/76.

3/6 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°76029-756) de Plessetsk (62,8°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-742, il effectue une mission de 12 jours.

5/6 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M n°76041-579) de Plessetsk (63°) avec un satellite de télécommunications Molnya-1K (11F658 n°2) et le petit satellite français SRET-2 (30 kg). Molnya-1K est retombé le 25/9/87 et SRET le 10/7/88.

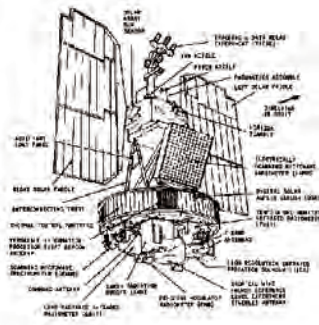
8/6 : Lancement d'une UR-500K/Proton-K (8K82K n°286-01) de la plate-forme 81/24 de Baïkonour avec la sonde Venera-9 (4V-1 n°660) de 4936 kg.

8/6 : Lancement d'une Titan-IIID n°10 de Vandenberg avec le 10<sup>e</sup> satellite-espion KH-9/Hexagon n°1210 (OPS-6381) et le sub-satellite d'écoute électronique SSU-1/P-226-1 (bus de P-11). Le KH-9 est placé sur une orbite 160 x 260 km inclinée à 96,4°, tandis que P-226 est sur une orbite 1387 x 1396 km inclinée à 95,09°. Le KH-9 fonctionne 150 jours.

12/6 : Lancement de la Delta n°111 (type 2910) de Vandenberg avec le satellite de télédétection Nimbus-6 (829 kg). Il est doté des instruments suivants : ERBS (Earth Radiation Budget Sensor), ESMR (Electrically Scanning Microwave Radiometer), HIRS (High-Resolution Infrared Radiation Sounder), LRIR (Limb Radiance Inversion Radiometer), PMR (Pressure Modulated Ra-



SRET-2



Nimbus-6



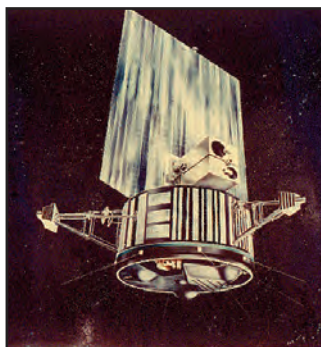
Venera-9/10



atterrisseur



Panoramas de Venera-9 et 10.



OSO-8

diometer), SCAMS (Scanning Microwave Spectrometer), TDRE (Tracking and Data Relay Experiment), THIR (Temperature-Humidity Infrared Radiometer). Il est placé sur une orbite 1099 x 1112 km inclinée à 99,6°. Il fonctionne jusqu'au 29/3/83.

12/6 : Lancement d'une Soyouz-U (11A511 n°76041-850) de Plessetsk (62,8°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-743, il effectue une mission de 13 jours.

14/6 : Lancement d'une UR-500K/Proton-K (8K82K n°285-02) de la plate-forme 81/23 de Baïkonour avec la sonde Venera-10 (4V-1 n°661) de 5033 kg. Venera-9 et 10 larguent leurs capsules dans l'atmosphère de la planète les 22 et 25 octobre. Elles émettent depuis la surface pendant respectivement 53

et 65 min et transmettent les premiers panoramas du sol vénusien. Les compartiments orbitaux se placent en orbite autour de Venus : 1510/112.200 km pour Venera-9 (fonctionne jusqu'au 27/4/76) et 1665/113.880 km pour Venera-10 (fonctionne jusqu'au 15/9/77).

20/6 : Lancement d'une Voskok-2M (8A92M n°76043-324) de Plessetsk avec le satellite d'écoute électronique Tselina-D n°6 (11F619). Devenu Cosmos-744, il est rentré dans l'atmosphère le 12/10/91.

18/6 : Lancement d'une Atlas-Agena-D n°5506A de Cape Canaveral avec le satellite d'écoute électronique géostationnaire (Sigint) OPS-4966/Canyon-6 n°7506 (350 kg) du programme AFP-827 du DoD.

21/6 : Lancement de la Delta n°112 (type 1910) de Cape Canaveral avec le satellite d'étude du Soleil OSO-8 (1066 kg), dernier de la série. Il est placé sur une orbite 467/475 km inclinée à 32,9°. C'était le premier Advan-



ced Orbiting Solar Observatory (AOSO) construit par Hughes avec le bus HS-331. Il emporte les expériences suivantes : High-Resolution Ultraviolet Spectrometer Measurements, Chromosphere Fine-Structure Study, High-Sensitivity Crystal Spectroscopy of Stellar and Solar X-rays, Mapping X-Ray Heliometer, Soft X-ray Background Radiation Investigation, GSFC Cosmic X-Ray Spectroscopy Experiment (GCXSE), High Energy Celestial X-ray Experiment, EUV From Earth and Space. Il a fonctionné jusqu'au 1/10/78 et retombe dans l'atmosphère le 8/7/86.

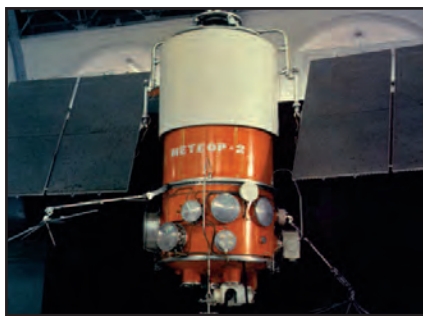
24/6 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63 n°45753-173) de la plate-forme 133 de Plessetsk avec le satellite de calibration DS-P1-You n°77. Devenu Cosmos-745, il retombe le 12 mars 1976.  
25/6 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°76041-785) de Plessetsk (62,8°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-746, il effectue une mission de 13 jours.

27/6 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°76041-198) de la plate-forme 41 de Plessetsk avec un satellite-espion Zenit-2M (11F690). Devenu Cosmos-747, il emportait un conteneur Nauka (22KS n°1). Il effectue une mission de 12 jours.

### juillet

3/7 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°76041-776) de Plessetsk (62,8°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-748, il effectue une mission de 13 jours.

4/7 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M n°53721-259) de la plate-forme 132 de Plessetsk avec un satellite d'écoute électronique Tselina-OM (Cosmos-749). Il retombe le 29/6/80.



Meteor-2



A g., les 8 cosmonautes soviétiques d'ASTP, A dr., l'équipage américain : Stafford, Brand, Slayton.



A g., commission d'Etat : Epichev, Glouchko, Kerimov, Afanassiev, Toloubko, Fadeiev, Tsarev, Bouchouyev, Chatalov.



A g., amarrage en orbite. A dr., à bord d'Apollo-Soyouz.



Atterrissage près d'Arkalyk et amerrissage d'Apollo.

8/7 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M n°77019-552) de Plessetsk avec le satellite de télécommunications Molnya-2 (11F628 n°13). Il est rentré dans l'atmosphère le 12/9/18.

11/7 : Lancement d'une Vostok-2M (8A92M n°77016 -383) de Plessetsk avec le satellite de météorologie Meteor-2 n°1 (11F632) du VNIIEM.

15/7 : Lancement d'une Soyouz-U (11A511 n°F15000-017) de la plate-forme n°1 de Baïkonour avec le vaisseau Soyouz-19 7K-TM n°75 (11F615A12). L'équipage comprend Alexei Leonov et Valery Koubassov. Il effectue deux rendez-vous avec la capsule Apollo lancée 7 h 30 plus tard avec l'équipage Stafford-Brand-Slayton :

le 1<sup>er</sup> rendez-vous a lieu le 17 juillet, le second le 19 juillet. L'atterrissage intervient le 21 juillet à 87 km au Nord-Est d'Arkalyk après une mission de 5 jours 22 heures 31 min.

15/7 : Lancement de la Saturn-1B n°SA-210 de Cape Canaveral avec le vaisseau Apollo n°CM-111 doté du module de jonction DM-2 de la missions ASTP (Apollo-Soyouz). L'équipage comprend Thomas Stafford, Vance Brand, Deke Slayton. Ils effectuent un rendez-vous avec Soyouz-19, puis reviennent sur Terre le 24 juillet après un vol de 9 j 1 h 28 min. C'était le premier vol commun américano-soviétique de l'histoire.

17/7 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63 n°64653-175) de la plate-forme 133 de Plessetsk avec le satellite DS-P1-I alias 11F620 n°15 (Cosmos-750). C'est un satellite de calibration radar pour les systèmes ABM et ASAT de la défense anti-aérienne. Il retombe le 29/9/77.

23/7 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°76041-200) de la plate-forme 43 de Plessetsk avec un satel-



lite-espion Zenit-2M (11F690). Devenu Cosmos-751, il effectue une mission de 12 jours.

24/7 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M n°53721-254) de la plateforme 132 de Plessetsk avec le satellite de calibration Taïfun-1 alias Vektor n°3 (11F633). Devenu Cosmos-752, il est rentré dans l'atmosphère le 28 février 1981.

26/7 : Lancement de la FB-1 (Feng Bao) n°701-05 de Jiuquan avec le satellite expérimental Shiyang-1. Il est placé sur une orbite 184/461 km inclinée à 69°. Il retombe le 14/9/75. Les deux précédents tirs du 18/9/73 et 12/7/74 s'étaient soldés par des échecs.

31/7 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°76041-786) de Plessetsk (62,8°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-753, il effectue une mission de 13 jours.

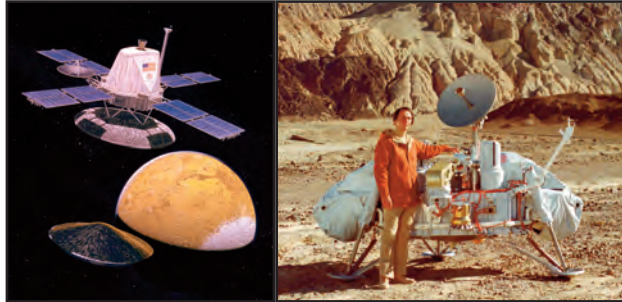
## août

7/8 : Lancement d'une Titan-2 n°B-52 de Vandenberg avec la mission SOFT-2/DG-2 (Signature of Fragmented Tanks) sur une trajectoire sub-orbitale. La mission du Test Target Program du BMD consiste, à la séparation du 2<sup>e</sup> étage, à fragmenter les réservoirs en pièces précisément dimensionnées pour évaluer la capacité des capteurs à faire la distinction entre ces pièces et le véhicule de rentrée.

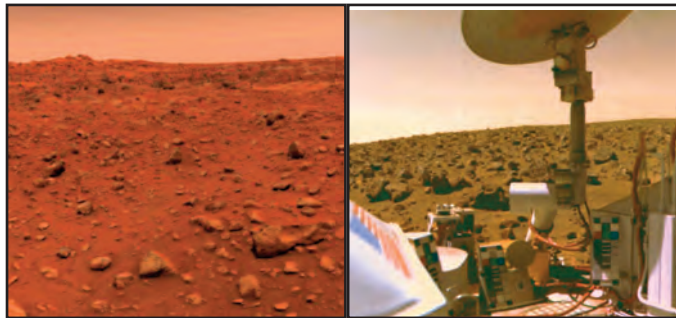
9/8 : Lancement de la Delta n°113 (type 2913) de Vandenberg avec le satellite d'astronomie gamma Cos-B (Celestial Observation Satellite B) de l'ESRO. Ce satellite de 278 kg, construit par MBB-Aérospatiale, est doté d'un instrument unique (chambre à étincelles, calorimètre et détecteur anti-coïncidence) pour étudier le rayonnement gamma extraterrestre dans la gamme d'énergie de 25 MeV à 1 GeV. Il est placé sur une orbite 339 x 99876 km incline à 90,13°. Il fonctionne jusqu'au 25/4/82 et retombe le 18/1/86.



COS-B



A g., la sonde Viking. A dr., Carl Sagan devant l'atterrisseur.



A g., la première image de Viking-1. A dr., photo de la surface prise par Viking-2.

13/8 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°78031-782) de Baïkonour (71,4°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-754, il effectue une mission de 13 jours.

14/8 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de Plessetsk avec le satellite de navigation Cyclone-B/Parus n°3 (Cosmos-755).

20/8 : Lancement de la Titan-III-Centaur n°23E-4/TC-4 de Cape Canaveral avec le sonde martienne Viking-1 (3,4 t). Les sondes Viking comprennent deux modules, le module orbital (orbiter) d'une masse de 2328 kg et le module atterrisseur (lander) d'une masse de 661kg dont 85 kg d'ergols. La mission principale est la recherche de la vie sur Mars. L'orbiter se place en orbite autour de Mars le 19/6/76 (1513 x 33.000 km décrite en 24,66 h). Le lander a atterri le 20/7/76 dans

l'ouest de Chryse Planitia où il fonctionne jusqu'en 1982 (6 ans 116 jours). L'orbiter fonctionne jusqu'au 7/8/80 (Cf. article de Y.Blin : «40 ans de l'atterrissage des sondes Viking» dans Espace & Temps n°17 de mai 2016).

22/8 : Lancement d'une Vostok-2M (8A92M n°76031-371) de Plessetsk avec le satellite d'écoute électronique Tselina-D n°7 (11F619). Devenu Cosmos-756, il est rentré dans l'atmosphère le 5/11/92.

27/8 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°76041-787) de Plessetsk (62,8°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-757, il effectue une mission de 13 jours.

27/8 : Lancement de la Delta n°114 (type 2914) de Cape Canaveral avec le satellite de télécoms géostationnaire franco-allemand Symphonie-2 (402 kg au décollage, 235 kg à poste). Construit par Aérospatiale et MBB, c'est un satellite 3-axes doté de deux répéteurs en bande C. Il est placé à 11,5° Ouest d'où il émet jusqu'au 19/12/84.



Lancement Symphonie-2

## septembre

2/9 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M n°78031-571) de Plessetsk (62,8°) avec un satellite de télécommunications Molnya-1 (11F67 n°34). Il est rentré dans l'atmosphère le 19 novembre 1985.

2/9 : Lancement d'une fusée géophysique Vertikal-3 (K65UP) qui atteint l'altitude de 502 km. Les expériences d'Intercosmos (URSS, RDA, Tchécoslovaquie, Bulgarie) portent sur l'étude de l'atmosphère et de l'ionosphère terrestres, ainsi que de l'interaction du rayonnement solaire à ondes courtes avec l'atmosphère terrestre.

5/9 : Lancement d'une Soyouz-U (11A511 n°F15000-016) de Plessetsk (67,2°) avec le satellite-espion Yantar-2K n°3 (11F624), alias Feniks. Devenu Cosmos-758, il effectue une mission de 20 jours.

9/9 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M n°76029-560) de Plessetsk avec le satellite de télécommunications Molnya-2 (11F628 n°14).

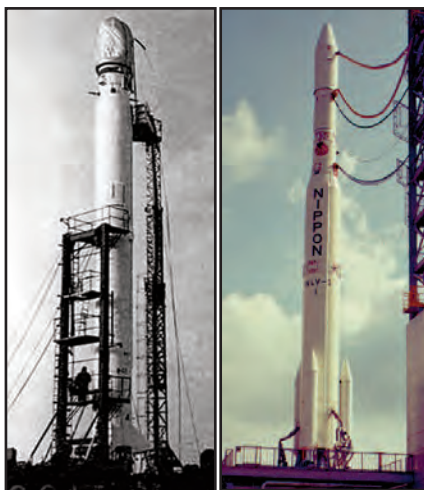
9/9 : Lancement de la N-1 n°1 (dérivé du Delta américain) de Tanegashima avec le satellite expérimental ETS-1/Kiku (85 kg). Il est placé sur une orbite 976/1104 km inclinée à 47°.

9/9 : Lancement de la Titan-III-Centaur n°23E-3/TC-3 de Cape Canaveral avec la sonde martienne Viking-2 (3,4 t). L'orbiter se place en orbite autour de Mars le 7/8/76 (302 x 33.176 km décrite en 24 h). Le lander a atterri le 3/9/76 à environ 200 km à l'ouest du cratère Mie de Utopia Planitia où il fonctionne jusqu'au 11/4/80 (3 ans 221 jours). L'orbiter fonctionne jusqu'au 25/7/78. Le programme Viking est arrêté le 21/5/83.

12/9 : Lancement d'une Soyouz-U (11A511 n°77016-662) de Plessetsk (62,8°) avec le satellite-espion Zenith-4MT/Orion (11F629). Devenu Cosmos-759, il effectue une mission de 11 jours.

16/9 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°76041-789) de Baïkonour (65°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-760, il effectue une mission de 14 jours.

17/9 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M



A g., Vertikal-3. A dr., N-1 n°1.



Intelsat-4A



D-2B Aura

n°53746-311) de la plate-forme 132 de Plessetsk avec une grappe de huit satellites Strela-1M (11F625) destinés aux liaisons du GRU (Cosmos-761 à 768).

18/9 : Lancement d'une Vostok-2M (8A92M n°76029-354) de Plessetsk avec le satellite de météorologie Meteor-1 n°22 (11F614) du VNIIEM.

23/9 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°77016-214) de la plate-forme 41 de Plessetsk avec un satellite-espion Zenit-2M (11F690). Il emportait une capsule SpK de Yantar (FEU-170-13 n°5L). Devenu Cosmos-769, il effectue une mission de 12 jours.

24/9 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M n°53721-260) de Plessetsk avec le satellite de géodésie Sphera (11F621 n°13) destiné à établir des cartes avec une précision de 3 m (Cosmos-770).

25/9 : Lancement d'une Soyouz-U (11A511 n°77016-011) de Plessetsk (81,3°) avec le premier satellite de télédétection Zenit-4MKT alias Fram (11F635). Devenu Cosmos-771, il effectue une mission de 13 jours.

26/9 : Lancement de l'Atlas-Centaur AC-36 de Cape Canaveral avec le satellite de télécoms géostationnaire Intelsat-4A-F1 (1515 kg). C'est un bus HS-353 de Hughes doté de 20 répéteurs en bande C. D'une durée de vie de 7 ans, il fonctionne jusqu'au 24/7/86.

27/9 : Lancement de Diamant-BP4 n°3 de Kourou - dernier tir d'un lanceur français - avec le satellite D-2B/Aura (115 kg). Il est placé sur une orbite 501/711 km inclinée à 37,1°. Construit par Matra, il est doté de deux spectromètres UV lointain, un spectrohéliomètre et une expérience mesurant le rayonnement ultraviolet émanant des étoiles dans la direction anti-solaire pour mesurer le rayonnement UV lointain émis par le Soleil et des sources diffuses telles que le milieu interplanétaire et interstellaire ainsi que les galaxies. Il fonctionne jusqu'au 28/12/76 et retombe le 30/9/82.

29/9 : Lancement d'une Soyouz-U (11A511 n°F15000-021) de la plate-forme n°1 de Baïko-



nour avec le vaisseau Soyouz 7K-S n°2L (11F732). Devenu Cosmos-772, il effectue une mission de 3 jours. C'est le 2<sup>e</sup> sur 6 vols d'essai du futur Soyouz-T(7K-ST).

30/9 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M n°53721-258) de Plessetsk (74°) avec le satellite de liaisons avec le GRU 11F626/Strela-2M n°10 (Cosmos-773).

### octobre

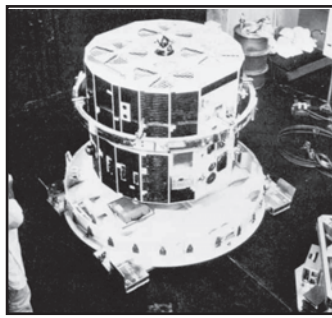
1/10 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°76041-790) de Baïkonour (71,4°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-774, il effectue une mission de 14 jours.

6/10 : Lancement de la Delta n°115 (type 2910) de Vandenberg avec le satellite scientifique Explorer-54/AE-D (Atmospheric Explorer) de 681 kg du centre Goddard de la Nasa. Il emporte les instruments suivants : Miniature Electrostatic Accelerometer (MESA), Capacitance Manometer, Cold Cathode Ion Gauge, Cylindrical Electrostatic Probe (CEP), Low-Energy Electrons (LEE), Magnetic Ion-Mass Spectrometer (MIMS), Neutral Atmosphere Composition Instrument (NACE), Neutral Atmosphere Temperature Structure (NATE), Open-Source Neutral Mass Spectrometer, Photoelectron Spectrometer (PES), Planetary Atmosphere Composition Test Reflected Gas (Spacecraft), Retarding Potential Analyzer/Drift Meter, Solar Extreme Ultraviolet Spectrophotometer (EUVS), Ultraviolet Nitric-Oxide Experiment (UVNO), Visible Airglow Photometer (VAE). Il est placé sur une orbite 141/3093 km inclinée à 90°

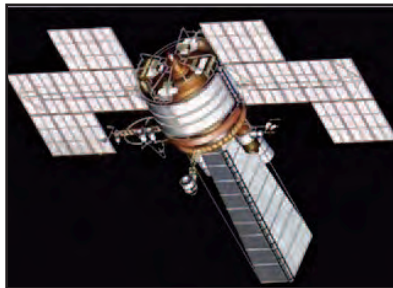
où il fonctionne jusqu'au 29/1/76, puis retombe le 12/3/76.

8/10 : Lancement d'une UR-500K/Proton-K (8K82K n°248-02) de la plate-forme 81/24 de Baïkonour avec le premier satellite d'alerte avancée géostationnaire US-KS/Oko-1 (74X6 n°2005), alias Cosmos-775.

9/10 : Lancement de la Titan-IIIB-Agena-D n°47 de Vandenberg avec le satellite-espion KH-8/Gambit-5 n°4345 (OPS-5499) de 4,1 t. Il est



Explorer-54



US-KS Oko-1



TRIAD/TIP-2



GOES-1

placé sur une orbite 125 x 356 km inclinée à 96,4°. La mission dure 52 jours.

12/10 : Lancement de la Scout n°S-195C de Vandenberg avec le satellite de navigation TRIAD/TIP-2 (Transit Improvement Program) de l'US Navy de 160 kg. Construit par RCA, il est orienté par gradient de gravité à l'aide d'un mât d'une longueur de 7,47 m. Il est placé sur une orbite 527/683 km inclinée à 90,4°.

16/10 : Echec du lancement d'une UR-500K (8K82K n°287-02) de la plate-forme 81/23 de Baïkonour avec la sonde lunaire E-8-5M n°412 de S. S. Krioukov (avant-dernière mission de retour

d'échantillons lunaires).

16/10 : Lancement de la Delta n°116 (type 2914) de Cape Canaveral avec le satellite de météorologie géostationnaire GOES-1 (631 kg au décollage, 295 kg à poste). C'est le premier satellite météo en GEO. Il est doté du Visible Infrared Spin-Scan Radiometer (VISSR), du Space Environment Monitor (SEM) et du Data Collection System (DCS). Il est exploité par la NOAA jusqu'au 7/3/85.

17/10 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°77016-216) de la plate-forme 41 de Plessetsk avec un satellite-espion Zenit-2M (11F690). Devenu Cosmos-776, il emportait un conteneur Nauka (20KS n°1). Il effectue une mission de 12 jours.

29/10 : Lancement d'une Cyclone-2 (11K69 n°51014-20L) de la plate-forme 90 de Baïkonour avec le satellite de surveillance océanique US-P n°2 (4Ya14) de l'OKB-52 de Tchelomei.

Devenu Cosmos-777, il fonctionne 89 jours et retombe dans l'atmosphère le 3 juin 1976.

### Novembre

4/11 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M n°53731-275) de Plessetsk avec le satellite de navigation Cyclone-B/Parus n°4 (Cosmos-778).

4/11 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°76041-791) de Plessetsk (62,8°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-779, il effectue une mission de 14 jours.

14/11 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M n°77016-588) de Plessetsk (62,8°) avec un satellite de télécommunications Molnya-3 n°3 (11F637). Il est retiré du service le 26 décembre 1978, et il est rentré dans l'atmosphère le 17 novembre 2017.

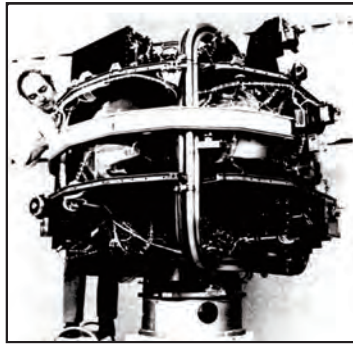
17/11 : Lancement d'une Soyouz-U (11A511 n°K15000-15) de la plateforme n°1 de Baïkonour avec le vaisseau Soyouz 7K-T n°64 (11F615A9). Devenu Soyouz-20, il effectue une mission automatique de 90 jours amarré à la station orbitale Saliout-4.

20/11 : Lancement de la Delta n°117 (type 2910) de Cape Canaveral avec le satellite scientifique Explorer-55/AE-E (Atmospheric Explorer) de 735 kg du centre Goddard de la Nasa. Il emporte les instruments suivants : Miniature Electrostatic Accelerometer (MESA), Bennett Ion-Mass Spectrometer (BIMS), Backscatter Ultraviolet Spectrometer (BUV), Capacitance Manometer, Cold Cathode Ion Gauge, Cylindrical Electrostatic Probe (CEP), Energy Analyzer Spectrometer Test (EAST), Extreme Solar UV Monitor (ESUM), Neutral Atmosphere Composition (NACE), Neutral Atmosphere Temperature (NATE), Open-Source Neutral Mass Spectrometer, Photoelectron Spectrometer (PES), Radiation Damage, Retarding Potential Analyzer/Drift Meter, Solar Extreme Ultraviolet Spectrophotometer (EUVS), temperature Alarm (Spacecraft), Visible Airglow Photometer (VAE). Il est placé sur une orbite 447/449 km inclinée à 19,6°. Il retombe le 10/6/1981.

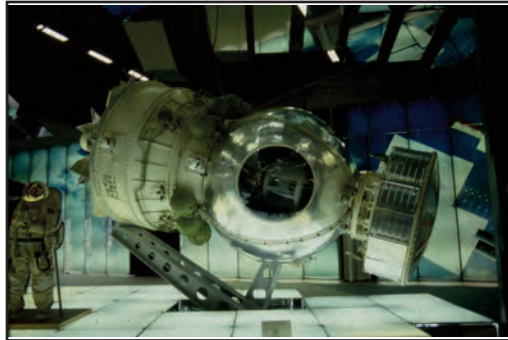
21/11 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°77016-213) de la plate-forme 31 de Baïkonour avec un satellite-espion Zenit-2M (11F690). Devenu Cosmos-780, il emportait un conteneur Nauka (20KS n°2). Il effectue une mission de 12 jours.

21/11 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M n°53731-271) de la plate-forme 132 de Plessetsk avec un satellite d'écoute électronique Tselina-OK (Cosmos-781). Il retombe le 26-11-1980.

25/11 : Lancement d'une Soyouz (11A511U



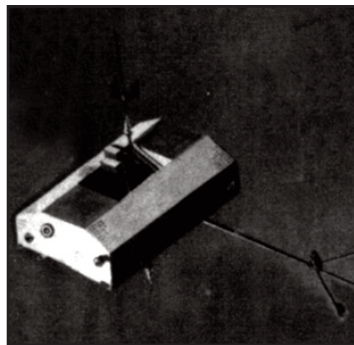
Explorer-55/AE-E



Satellite Cosmos-782/Bion-3



FSW-0-1



S3-2/S73-6 du STP

n°F15000-022) de Plessetsk (62,8°) avec un satellite biologique Bion-3 (Cosmos-782). Il emporte 25 rats (cinq conteneurs Bios comprenant chacun cinq chambres), une centrifugeuse avec dix échantillons subissant 1 g et 4 tortues subissant 0,6 g, quatre expériences américaines (mouches, œufs de poisson, tissus de carottes), l'expérience française Biobloc, des plantes et des graines de plantes, divers espèces de champignons et de bactéries, des cellules de rats de Chine (Biotherm-5), etc dans une mission de 20 jours.

26/11 : Lancement d'une LM-2C de Jiuquan avec le satellite récupérable FSW-0-1 (1,8 t). Il est placé sur une orbite 179/479 km incliné à 62,9°. Il revient sur terre le 29/11/75, un mois après son lancement.

28/11 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M n°53721-252) de Plessetsk (74°) avec le satellite de liaisons avec le GRU 11F626/Strela-2M n°11 (Cosmos-783).

## Décembre

3/12 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°76041-201) de la plate-forme 43 de Plessetsk avec un satellite-espion Zenit-2M (11F690). Devenu Cosmos-784, il emportait un conteneur Nauka (22KS n°2). Il effectue une mission de 12 jours.

4/12 : Lancement d'une Titan-2 n°B-41 de Vandenberg avec la mission SOFT-3/DG-4 (Signature of Fragmented Tanks ) sur une trajectoire

sub-orbitale. La mission du Test Target Program du BMD consiste, à la séparation du 2<sup>e</sup> étage, à fragmenter les réservoirs en pièces précisément dimensionnées pour évaluer la capacité des capteurs à faire la distinction entre ces pièces et le véhicule de rentrée.

4/12 : Lancement de la Titan-IIID n°13 de Vandenberg avec le 11<sup>e</sup> satellite-espion KH-9 Hexagon n°1211 (OPS-4428/) et le sub-satellite scientifique S3-2 ou S73-6 (OPS-5547) du Space Test Program (STP). Ce dernier emporte les instruments



suivants : Velocity Mass Spectrometer, Low Energy Proton Spectrometer, Energetic Electron Sensor, Magnetometer, Triaxial Piezoelectric Accelerometer, Spherical Electron Sensor and Planar Aperture Ion Sensors, Proton Time-of-Flight and Proton Alpha Counters, Neutral Density Experiments (Cold and Hot Cathode Gauges), Proton-Alpha Particle Detector, Electric Field Observations, Electrostatic Analyzers et Retarding Potential Analyzer (RPA). Le KH-9 est placé sur une orbite 157 x 234 km inclinée à 96,7°, tandis que le S3-2 l'a été à 233 x 1544 km. La mission du KH-9 dure 118 jours jusqu'au 1/4/76.

5/12 : Echec du lancement de la Scout n°S-196S de Vandenberg avec le satellite Explorer-56/DAD (Dual Air Density) du centre Langley de la Nasa. Il comprend deux sphères rigides de 0,76 m de diamètre pesant 40 kg chacune.

11/12 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M n°53746-308) de la plate-forme 132 de Plessetsk avec le satellite scientifique Intercosmos-14 (DS-U2-IK n°6) destiné à l'étude de l'ionosphère et des ceintures de radiations. Les expériences sont fournies par l'URSS, la Tchécoslovaquie. Il retombe le 27 février 1983.

12/12 : Lancement d'une Cyclone-2 (11K69) de la plate-forme 90 de Baïkonour. Elle lance un satellite de surveillance océanique US-A (17F16) de l'OKB-52 de Tchelomeï et de l'usine Arsenal de Leningrad équipé d'un réacteur nucléaire BES-5/Buk. Il devient Cosmos-785. Une anomalie est intervenue à la 4<sup>e</sup> orbite et il allume son moteur à la 10<sup>e</sup> orbite pour monter sur une orbite 893/1033 km.

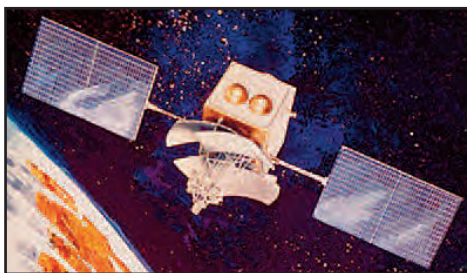
13/12 : Lancement de la Delta n°118 (type 3914) de Cape Canaveral avec le satellite de télécoms géostationnaire Satcom-1 (868 kg au décollage, 465 kg à poste) de RCA Americom (puis GE Americom). Construit par RCA, il est doté de 24 répéteurs en bande C. Il est exploité jusqu'en juin 1984.



Explorer-56/DAD



Intercosmos-14



Satcom-1



DSP-5



Radouga-1

14/12 : Lancement de la Titan-IIIC n°29 de Cape Canaveral avec le satellite d'alerte avancée géostationnaire DSP-5 (OPS-3165) de 1043 kg du Defense Support Program du DoD. Construit par TRW, il est doté d'un télescope IR pour détecter les tirs d'ICBM et SLBM soviétiques.

16/12 : Lancement d'une Voskhod (11A57 n°76041-792) de Plessetsk (65°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-786, il effectue une mission de 13 jours.

16/12 : Lancement de la FB-1 (Feng Bao) n°701-06 de Jiuquan avec le satellite expérimental Shiyao-2 (1,1 t). Il est placé sur une orbite 187/360 km inclinée à 68,9°. Il retombe le 27/1/76.

17/12 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M n°78031-567) de Plessetsk avec le satellite de télécommunications Molnya-2 (11F628 n°15). Il est rentré dans l'atmosphère le 7 mars 1987.

19/12 : Echec du lancement d'une Cosmos-3M (11K65M n°53721-263) sur la plate-forme de tir 132/1 de Plessetsk avec le satellite DS-P1-M (cible ASAT «Tioulpan»).

22/12 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M n°76041-575) de Baïkonour avec le satellite scientifique Prognoz-4 (SO-M n°504).

22/12 : Lancement d'une UR-500K (8K82K n°288-01) de la plate-forme 81/24 de Baïkonour avec le premier satellite de télécommunications géostationnaire Gran n°11L, alias Radouga-1 (11F638). Il cesse de fonctionner après seulement trois mois sur orbite, suite à la défaillance de son alimentation électrique.

25/12 : Lancement d'une Vostok-2M (8A92M n°76041-368) de Plessetsk avec le satellite de météorologie Meteor-1 n°23 (11F614) du VNIIEM.

27/12 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M n°F15000-142) de Plessetsk (62,8°) avec un satellite de télécommunications Molnya-3 n°4 (11F637). Il est retiré du service le 1<sup>e</sup> mars 1978, et il est rentré dans l'atmosphère le 12/8/86.

## 49<sup>e</sup> congrès Korolev du 28-31/1/2025 à Moscou

par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE

La session plénière comprend quatre exposés :

- "Etat actuel et perspectives de la cosmonautique nationale" par You.I.Borisov, directeur général de Roscosmos.

- "Vols automatiques et pilotés : concurrence ou développement complémentaire ?" par V.A.Soloviev, RKK Energiya et V.V.Khartov, TsNII Mach.

- "L'espace circumterrestre pour la science et la technologie" par A.A.Petroukovitch, directeur IKI.

- "Dangers et menaces venus de l'espace : que faire ?" par B.M.Choustov, institut d'astronomie RAN.

Dans la section n°1 d'histoire de la cosmonautique :

- "M.K.Tikhonarovov. À l'occasion du 125<sup>e</sup> anniversaire de sa naissance" par D.B.Jilenko, V.V.Souvalov, V.V.Yasioukevitch, NII-4/NITs TsNII VKS.

- "Cosmodrome Baïkonour. A l'occasion du 70<sup>e</sup> anniversaire de sa formation" par V.A.Menchikov, V.V.Yasioukevitch, NII-4/NITs TsNII VKS.

- "Histoire de la création des moteurs RD-171 et RD-120 pour le lanceur Zenit (40 ans du premier vol) par V.S.Soudakov, NPO EnergoMach.

- "Créateur des armes de missiles de la victoire. A l'occasion du 125<sup>e</sup> anniversaire de la naissance de A.G.Kostikov" par A.A.Gafarov, centre Keldysh.

- "Réalisation des idées de M.K.Tikhonravov" par S.A.Guerassioutine, Terre & Univers.

- "50<sup>e</sup> anniversaire de la «poignée de main dans



Ouverture du congrès : de g à dr, A.Rabotkevitch et Olga Selivanova (Archives de l'Académie des Sciences), S.K.Krikalev (Cosmonaute, Roscosmos).

l'espace». Documents des archives de l'Académie des sciences sur l'histoire du programme ASTP" par O.V.Ratchouk, ARAN.

- "Un mot sur Konstantin Ivanovich Konstantinov" par D.S.Demtchenko, V.F.Veber et V.V.Svotina (NII PME MAI).

- "Oleg Gazenko : pionnier de la médecine spatiale" par I.D.Maximova, T.V.Matiouchev, K.V.Gvozdokova, A.S.Nemtseva (MAI NIU), M.N.Khomenko (NIITs AKMiVE).

- "Histoire de l'équipe d'essais de l'Institut national de recherche et d'essais de médecine aéronautique et spatiale (1952-1963)" par I.D.Maximova, T.V.Matiouchev, A.S.Nemtseva, M.A.Cheina, S.K.Mohammad, M.L.Kozlov (MAI NIU).

- "Sécurité des vols habités : histoire 20<sup>e</sup> et 21<sup>e</sup> siècles" par S.V.Kritchevsky, Institut d'histoire des sciences et techniques RAN.

- "Cosmonautes du programme Vosotk et S.P.Korolev à Kouybichev en 1961/63" par G.V.Alexsouchine, SGEU, Samara.

- "Camarade Sun Jiadong - diplômé de l'Académie VVIA Joukovsky - directeur des programmes spatiaux chinois" par A.N.Vachenko et M.N.Grigoriev (VoenMekh) et Zhang Ziyang (université de Changchun).

Dans la section n°5 :

- "T.M.Eneiev : 100 ans de la naissance" par V.V.Ivachkine, IPM.

## Colloque "Charles de Gaulle, l'aéronautique et l'espace" 10-11/12/2024

par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE

La première journée était organisée par la Fondation Charles de Gaulle avec l'Armée de l'Air et de l'Espace à l'Ecole militaire le 10 décembre. L'ouverture a été assurée par Hervé Gaymard, président de la Fondation et le général Jean-Patrice Le Saint, directeur du CESA depuis août 2024.

La première partie du matin était consacrée à la période 1914-1940, tandis que la seconde partie de l'après-midi portait sur la période 1941-1945 (présentations de Claude d'Abzac-



Epezy du SHD, Jérôme de Lespinois du CESA, etc). L'unique présentation sur le spatial eu lieu en distanciel pendant l'après-midi : "L'espace dans la vision géo-stratégique de De Gaulle" par Philippe Varnoteaux de l'IFHE et l'association Histoires d'espace.

La seconde journée était organisée par la Fondation au Cnam. L'ouverture a été assurée par Arnaud Teyssier de la Fondation et Nadine Marienstras, cheffe du SHD depuis juin 2024.

La première partie du matin était consacrée à



l'aviation militaire comme vecteur de souveraineté politique militaire avec des exposés de :

- Andrew Knapp de l'Académie de l'air et de l'espace.
- la capitaine Louise Matz, de l'Ecole et de l'air et de l'UMR Sirice 8138 de la Sorbonne (qui a soutenue sa thèse de doctorat en histoire contemporaine sur la dissuasion nucléaire et sa portée politique et stratégique pour l'armée de l'air française 1956-1996 le 13/12/2024).
- Luc Berger, historien de Dassault Aviation.
- Felix Torres, historien, spécialiste de l'histoire et de la mémoire d'entreprise, co-auteur avec Jacques Villain de "Robert Esnault-Pelterie : Du ciel aux étoiles, un génie solitaire" en 2007.
- Pierre Grasser, qui a soutenue sa thèse de doctorat "Les coopérations franco-russes dans l'industrie aéronautique, de 1908 à 2014" en 2020.
- Jean-Emmanuel Terrier, Musée de l'air et de



Première journée à l'Ecole militaire : à g., discours d'ouverture par le général Le Saint, à dr., première partie du matin sous la présidence de Jean-Noël Luc, Sorbonne Université.



Seconde journée au Cnam, première partie du matin : à g., N. Marienstras. à dr., avec F. Fogacci, L. Berger et L. Matz.

- l'espace.
- La seconde partie de l'après-midi portait sur les dimensions géo-stratégiques et l'appropriation de l'espace militaire avec des exposés de :
- Commandant Baptiste Colom-y-Canals, SHD
- Capitaine Loris Paoletti, CDAOA
- David Burigana, Université de Padoue (Italie).

- Dominique Guillemin, SHD
- Lieutenant Hugo Herubel, CES
- Lieutenant-colonel Jérôme de Lespinois, CESA, référent Histoire de l'Armée de l'air et de l'espace, Académie de l'air et de l'espace.

## Séminaire du patrimoine aérospatial à l'Aéroclub de France 18-11/12/2024

par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE

Ce séminaire était organisé par la Société des Experts du Patrimoine. Aéronautique et Spatial (SEPAS) de Max Armanet, président d'honneur de la commission Patrimoine de l'AéCF. L'ouverture a été faite par Max Armanet, le général Jean-Patrice Le Saint, directeur du CESA et Catherine Maunoury, président de l'AéCF.

L'unique table ronde sur le spatial était l'après-midi : "A quoi sert la mémoire de l'espace ?" a été la question à laquelle ont dû répondre trois intervenants :

- Alain Charmeau, premier Pdg d'Ariane Group en 2015/2018.
- Jean-Pierre Haigneré, général de brigade aérienne, ancien spationaute Cnes/ESA.



En haut, la table ronde "Espace" : de g à dr, H.Herry, J-P Haigneré, A.Charmeau, Pierre Julien (modérateur). En bas, la salle de l'Aéroclub.

-Hervé Herry, maire-adjoint de Vernon (Eure), ancien du LRBA en 1974/2002, de la DGA en 2002/2004, puis Ide la DIRISI (Direction interarmées des réseaux d'infrastructure et des systèmes d'information) en 2004/2010. Il a évoqué la création de l'escadrille Air Jeunesse de l'Armée de l'air et de l'espace à Vernon. Par ailleurs, Eric Fauque, proviseur du Lycée Georges Dumézil, conseiller municipal de Vernon, a parlé de l'association European Space Heritage (ESH) créée à Vernon en avril 2024. Leur vocation est de transmettre aux jeunes de 12 à 25 ans le patrimoine spatial et aéronautique.





**premières ASSISES de L'HISTOIRE SPATIALE**  
**11-12 février 2025**  
 9 h 30 - 17 h 30  
**HISTOIRE ET MÉMOIRES DU SPATIAL : L'ENJEU DE LA CONSERVATION ET DU SOUTIEN EN FRANCE**  
 Un événement co-organisé par l'IFHE, le CNES et le Cnam



Plan d'accès au Centre Cnam Paris

# Pourquoi les « Assises de l'histoire spatiale » ?

L'histoire du spatial est liée à la maîtrise par l'humanité des milieux qui l'entoure : Terre, Mer, Air, Espace. C'est aussi l'histoire de l'outil qui permet d'atteindre l'espace cosmique et, bien sûr, celles des hommes et des femmes participant à l'aventure, qu'il s'agisse des pionniers ayant ouvert la voie à l'astronautique ou cosmonautique – Goddard aux États-Unis, Esnault-Pelterie en France, Hermann Oberth en Allemagne, Konstantin Tsiolkovsky en Russie – ou aux salariés de l'industrie spatiale. L'histoire du spatial est encore celle des satellites, des missions d'exploration du système solaire, des vols habités, et des usages de services satellitaires qui se sont développés depuis les années 1960. Les activités spatiales ne peuvent plus être considérées comme uniquement contemporaines : elles ont déjà un long passé sur lequel se construit, aujourd'hui, l'histoire de demain.

Cependant, la mémoire collective est courte : rapidement, tout tombe dans l'oubli ! Qui, à part les passionnés, se souvient de Spoutnik, Gagarine ou Armstrong ? Comme d'autres domaines, le passé du spatial est sujet aux détournements, aux usages politiques, voire à la manipulation. À l'heure où les réseaux sociaux et le contexte géopolitique et culturel favorisent la désinformation et la circulation à grande vitesse de « vérités alternatives », l'histoire a plus que jamais un rôle déterminant à jouer dans la compréhension du passé, du présent et la préparation de l'avenir.

Nous avons créé l'IFHE il y a 25 ans pour sauver la mémoire orale et écrite du secteur spatial. Aujourd'hui nous souhaitons réaliser un état des lieux en France afin de provoquer une prise de conscience permettant d'améliorer la situation et d'encourager les travaux historiques.

L'histoire du spatial est aussi l'affaire des historiennes et historiens professionnels, membres de l'université, et des institutions spatiales avec lesquels nous organisons ce colloque.

L'histoire du spatial est globale. Elle est traitée de façon différente selon les pays. Aux États-Unis, la Nasa dispose d'un département entier : nous avons invité son actuel directeur Brian C. Odom. En Russie, il existe de nombreux lieux dédiés à la conservation des archives spatiales ; des congrès historiques sont organisés régulièrement à Moscou (congrès Korolev en janvier), à Gagarine (congrès Gagarine en mars), à Kalouga (congrès Tsiolkovsky en septembre), etc. En Europe, l'ESA participe activement à la sauvegarde de la mémoire du secteur : son History Advisory Committee existe depuis 1991, ses archives ont été confiées aux archives de l'Union Européenne à Florence (Italie), un programme d'histoire orale a été mené dont les entretiens sont accessibles en ligne [→ [https://archives.eui.eu/en/oral\\_history](https://archives.eui.eu/en/oral_history)]. Le *ESA History project* a été mené par John Krige, Arturo Russo, Lorenza Sebesta, relayé par l'*Extended ESA History project* (BR-294 de 2011), ont alimenté deux collections d'ouvrages : les 40 *History Study Reports* (HSR) de 1992 à 2008 et les dix ouvrages parus aux éditions Beauchesne dans une collection dirigée par l'historien des sciences Robert Halleux. En France, des travaux sont réalisés à l'université, mais aussi par les sociétés savantes et les passionnés. Ce colloque regroupe les acteurs directs et indirects et les invite à présenter ce qu'ils font et ce qu'il serait possible de mieux faire pour sauvegarder et valoriser la mémoire orale et écrite du spatial en France et promouvoir l'écriture scientifique de l'histoire. A l'issue du colloque, l'IFHE élaborera une feuille de route avec des recommandations. L'histoire peut être mise au service de la réflexion systémique et de la prise de décisions pour l'avenir à condition d'exister ! Construire l'avenir en bénéficiant des leçons du passé est illusoire s'il n'y a pas de mémoire, pas de compréhension du passé.

**L'histoire du spatial est un domaine à conquérir !**

## Histoire et mémoires du spatial : L'enjeu de la conservation et du soutien en France

Lieu : Amphithéâtre Abbé Grégoire, Conservatoire national des arts et métiers 292 rue Saint-Martin – Paris 3<sup>e</sup> arr.

### Jour 1 : mardi 11 février 2025

9h15-9h45	Café d'accueil
9h45-10h15	<b>Accueil et introduction</b> Yves Blin, président de l'Institut Français de l'Histoire de l'Espace Thierry Horsin, adjoint du Cnam en charge de la recherche et de l'innovation Misoara Manda, Sous-directrice Coopération Scientifique, direction de la Stratégie du Cnes
10h30-12h30	<b>Session 1 : Construction de la mémoire et utilisation des sources : quelles actions des institutions et des tutelles ?</b> Modération : Céline Calleya (Cnes) Nathalie Tinjod ESA Nadine Marienstras SHD + Yoan Schleef, Châtelleraut Daniel Galarreta et Audrey Barthez Cnes Pierre Kirchner ESA
12h30-14h00	Déjeuner (libre)
14h00-15h30	<b>Session 2 : L'implication des associations dans la sauvegarde de la mémoire et du patrimoine</b> Modération : Daniel Galarreta (Cnes) Gabriel Dutschler European Space Heritage Christian Vanpouille AVAS Philippe Van Lierde Airitage Bernard Stephan, Gérard Frut, Francis Ligier Amicale des anciens de la SEP
14h30-15h00	<b>Session 3 : Les activités des sociétés savantes</b> Modération : Laurence Roche-Nye (Sincze-CRPM) Yves Blin IFHE Philippe Jung IFHE Gérard Brachet Académie de l'Air et de l'Espace Cécilia Angot Aéroclub de France
15h30-16h00	Déjeuner (libre)

16h00-18h00	<b>Session 3 : Les activités des sociétés savantes</b> Modération : Laurence Roche-Nye (Sincze-CRPM) Yves Blin IFHE Philippe Jung IFHE Gérard Brachet Académie de l'Air et de l'Espace Cécilia Angot Aéroclub de France
18h00	<b>Hall de la Bibliothèque centrale du Cnam</b> Présentation (sans vente) d'ouvrages sur l'histoire du spatial, résultats de travaux académiques, de travaux soutenus par l'Observatoire de l'Espace du Cnes et d'associations actives dans le domaine (IFHE, Airitage, Histoires d'Espaces, Amicale des Anciens de la SEP)

### Jour 2 : mercredi 12 février 2025

9h15-10h15	<b>Table-ronde : L'histoire du spatial, un enjeu en formation</b> Modération : Catherine Radtka (Cnam-HT25) Stéphane Lefebvre, Cnam LCL Jérôme de Lespinois, Armée de l'Air et de l'Espace Laurent Deroin, Cnes
10h15-10h45	Pause
10h45-12h45	<b>Session 4 : Travaux académiques, approches disciplinaires et orientations historiographiques</b> Modération : Catherine Radtka (Cnam-HT25) Pascal Ginet Sorbonne Université – Sincze/CRH Isabelle Sourbès-Vergier CNRS – centre Alexandre Koyré Jérôme Lamy CNRS-CESSP (En distanciel) Georges-Emmanuel Gleize Framespao
12h15-12h45	Pause

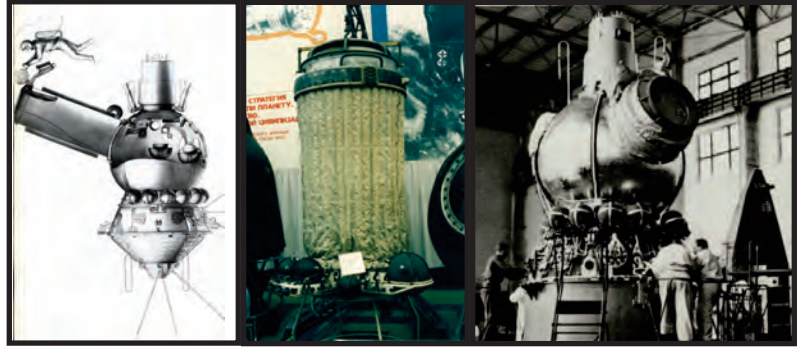
12h45-14h00	Déjeuner (libre)
14h00-16h00	<b>Session 5 : Perspectives internationales (en anglais)</b> Modération : Christian Lardier (IFHE) Christian Lardier IFHE Doug Millard Science Museum (London) Karl-Heinz Rohrwild Hermann Oberth Raumfahrt Museum (Munich) Brian Odom NASA
14h00-14h30	Retour sur un parcours dans les archives de l'histoire spatiale en Russie
14h30-15h00	The Search for Extraterrestrial Britain: Locating Histories of UK Space Activity
15h00-15h30	Histoire du spatial en Allemagne (titre provisoire)
15h30-16h00	Applied History and Archives at NASA History Office
16h00-16h15	Pause
16h15-17h45	<b>Session 6 : Le patrimoine matériel : une problématique spécifique ?</b> Modération : Evence Richard (Directeur DMCA Ministère des Armées) Marie-Laure Griffaton Victorienne Magnen Musée de l'Air et de l'Espace du Bourget Ines Prieto Cité de l'Espace Toulouse Jean Davoigneau Ministère de la Culture
16h15-16h45	Histoire et enjeux de la constitution et de la valorisation des collections spatiales du musée de l'Air et de l'Espace
16h45-17h15	Musées et Centres de culture spatiale au sein de l'IAF : des acteurs à part entière
17h15-17h45	Retour sur l'inventaire du patrimoine astronomique : genèse, méthodologie, bilan
17h45-18h00	<b>Conclusion</b>



## 60<sup>e</sup> anniversaire de la sortie de Leonov le 18/3/2025

par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE

Le programme Voskhod est entériné par la décision n°59 de la VPK du 13/3/1964. Le 8 juillet, la décision n°161 de la VPK ordonne la livraison des scaphandres Berkout et des sas Volga (250 kg) pour le Voskhod-2 (3KD) d'ici le 15 octobre. Les équipages sont sélectionnés : Belayev-Leonov, Gorbatko-Khrounov, Zaïkine-Kolodine. Le 10 décembre, il est prévu de faire un vol automatique de Voskhod avec un mannequin en décembre-janvier, puis le vol



Le vaisseau 3KD/Vykhod, le sas Volga et son montage.

du Voskhod avec sortie dans l'espace au premier trimestre 1965. Le 22 décembre, le décret n°P183/40 désigne la commission d'Etat de Voskhod-2 : elle est dirigée par le général Gueorgui Alexandrovitch Tiouline, 1<sup>e</sup> adjoint du MOM. Le 22 février 1965, le prototype du vaisseau Voskhod-3KD n°2 (Cosmos-57) est lancé avec deux mannequins. Le vol dure 24 h et le sas Volga fonctionne normalement, mais le vaisseau explose sur commande du système d'autodestruction



A g., Belayev-Leonov, à dr., Khrounov-Zaïkine

(APO) au moment du retour sur Terre. il est décidé de ré-éditer l'opération avec le satellite-espion Zenith-4 (Cosmos-59) qui est lancé le 7 mars. La capsule, qui possède l'anneau de base du sas de Voskhod-2 pour le tester pendant le retour dans l'atmosphère, atterrit avec succès le 15 mars. Le lendemain, la fusée avec le vaisseau Voskhod-3KD n°4 ou Voskhod-2 (5682 kg) du programme Vykhod (Sortie) est transférée sur la plateforme de tir.



A g., le scaphandre Berkout.

L'équipage (nom de code Almaz) comprend Pavel Ivanovitch Belayev (1925-1970), commandant de bord, et Alexei Arkhipovitch Leonov (1934-2019), 2<sup>e</sup> pilote. Pilote de l'aéronavale depuis 1944, Belayev a participé à la guerre contre le Japon sur l'île de Sakhaline. En 1959, il termine l'Académie de l'air Gagarine et il est affecté à la Flotte de la Mer Noire. Pilote de l'Armée de l'air depuis 1957, Leonov est affecté



La sortie de Leonov.



Atterrissage au nord de Perm

L'atterrissage est intervenu à 368 km de l'endroit prévu dans une forêt enneigée (à 100 km de Solikamsk au nord de Perm dans l'Oural). Il faudra 24 h pour retrouver l'équipage qui sera ramené de Perm à Baïkonour, puis à Moscou le 23 mars. Le vol, qui a duré 26 h 02 min, a failli se terminer par une tragédie.

dans la région de Kiev, puis part en Allemagne de l'Est en décembre 1959. Ils font partie du premier groupe de cosmonautes en mars 1960.

Le décollage intervient le 18 mars à 10 h 00. Dès la première orbite, le sas est déployé et à la seconde, Leonov effectue la première sortie extra-véhiculaire de l'histoire. Il s'éloigne de 5,35 m et tente de revenir dans le sas. Mais son scaphandre s'est gonflé et il ne peut rentrer dans l'écouille qui a un

diamètre interne de 0,7 m. Il décide alors de vider son scaphandre d'une partie de l'oxygène (la pression tombe à 0,27 atm) et plonge dans le sas la tête la première. Une fois à l'intérieur, il opère un retournement. Heureusement, le sas n'est pas rigide : il est en tissu déformable (diamètre interne de 1 m). Leonov a eu une grande frayeur !

Au total la sortie a duré 23 min 41 s hors de la cabine et 12 min 09 hors du sas. Le retour sur Terre est prévu à la 17<sup>e</sup> orbite. Mais le système de retour automatique ne fonctionne pas à cause d'une panne de l'orientation solaire. Aussi, Belayev a procédé au retour manuel à la 18<sup>e</sup> orbite.



## Le symposium d'histoire de l'IAC 2024 à Milan (Italie)

L'IAC s'est tenu du 14 au 18 octobre 2024. Comme chaque année, le Comité Histoire a organisé trois sessions :

### Coordination :

Chairs: A.I.Skoog, O.Liepack, T.Inbar, S.Häuplik-Meusburger  
Volume editor: G. Schwehm

### -Session-1 : Memoirs & Organisational Histories

Co-chairs: O.Liepack, K.Dougherty

Rapporteurs: P.Cosyn, N.Reinke

Philippe Jung, membre de l'IFHE, a présenté "Lucien Rudaux, science popularizer & the first space artist (1874-1947)" avec Francis Rocard (CNES) et Jean-Louis Heudier (Observatoire de la Côte d'Azur).

### Session-2 : Organizational, Scientific and Technical Histories

Co-chairs: V.Gomes, S.Häuplik-Meusburger

Rapporteurs: H.Mayer, R.Liebermann

### Session-3 : History of Italian Contribution to Astronautics

Co-chairs: S.Häuplik-Meusburger, G.Caprara, M.Ciancone

Rapporteurs: K.Dougherty, N.Tinjod

### Participants en présentiel ou distanciel :

Sandra Häuplik-Meusburger, Karl-heinz Rohrwild, Oti Liepack, Hannes Mayer, Vera Pinto-Gomez, Kerry Dougherty, Caroline Coward, Ingemar Skoog, Chris Gainor, Randy Liebermann, Michael Ciancone, Olga Dubrovina, Steve Salmon, Andrew Erickson, Mike Gruntman, Paivi Jukola, Rick Sturdevant, Tal Inbar, Randy Liebermann, Klaus Schilling, Rick W. Sturdevant, Gurbir Singh, Amer Khan, Jim Green, Pablo De Leon, Philippe Jung, Christian Lardier, Philippe Cosyn.

### Nouveaux membres :

-Steve Salmon, vice-président de la BIS (UK) depuis 2021.

-Olga Dubrovina, Université de Padoue

-Brian Harvey, journaliste de Dublin (Irlande), auteur de nombreux livres sur les programmes spatiaux de Russie, Chine, Europe, Inde et Japon.

Prochaine réunion : Spring meeting le 24/3/2025 à l'Aéroclub de France pour préparer le prochain congrès à Sidney (Australie) du 29/9 au 3/10/2025.



Dîner des participants au symposium d'histoire à l'IAC de Milan le 17 octobre 2024.



# Nouveaux livres

par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE

Le 29 novembre 2024, dans le Grand Hub du Centre d'Affaires de La Boursidière, l'association Airitage a présenté le livre "Voir, Décider, Agir", sur les Systèmes Opérationnels d'Information, développés pour la Défense tout autant que pour le Civil réalisé sous la direction de Claude Chassey avec 80 co-auteurs, édité et financé par AI-

RITAGE. Il retrace ces activités sur la quarantaine d'années depuis MATRA Espace jusqu'à une Division d'AIRBUS Défense & Space en passant par MS2I (Matra Sep Imagerie & Information), MCS (Matra Cap Systèmes), MS&I (Matra Systèmes & Information), puis Cassidian (époque EADS).



**Voir, Décider, Agir**

Des Missions, des Systèmes, et des Hommes...

Quel est le rapport entre le système PREDICT qui permet aujourd'hui à Météo France de vous lancer sur votre TV les alertes de risques d'inondation, entre le système FARMSTAR de plus en plus utilisé par 25 000 de vos agriculteurs français pour optimiser leurs plantations et leurs récoltes qui vous fournissent fruits et légumes, et le guidage terminal des missiles de croisière SCALP chez votre pays, la France, livre en ce moment à l'Ukraine ?

Si vous voulez savoir comment sont utilisés les satellites d'Observation de la Terre pour prévoir et déterminer les dégâts d'un épisode évenuel dévastateur des vallées des Alpes du Sud.

Si vous êtes curieux de connaître les satellites espions français utilisés par les services de renseignement militaire français qui ont détecté et compté les mouvements des chars russes plusieurs semaines avant l'invasion en Ukraine.

Si vous ignorez ce qu'est un Système de Commandement et de Coordination d'une Armée de l'Air ou d'un Bataillon de chars et de véhicules que vous voyez défilier sur les Champs Élysées le 14 Juillet,

**alors la lecture de « Voir, Décider, Agir » va vous passionner**

Vous y découvrirez comment, à travers de nombreuses évolutions successives d'entreprises et d'organisations, un continuum humain a mené cette Saga depuis les années 1980 à MATRA jusqu'à aujourd'hui chez AIRBUS Défense & Space : des Femmes et des Hommes souvent passionnés d'innovation, agissant dans un esprit de start-up sans cesse renouvelé.

Des ingénieurs de haut niveau technique ou managérial vous raconteront leurs joies et peines pour développer les grands projets qu'ils ont portés, souvent avec succès, pour des organismes ou des clients français, européens, ainsi que pour de nombreux clients lointains de par le monde.

Grâce à une riche illustration des techniques, des applications civiles et de défense, de la description de grands programmes qui ont participé à modeler le Monde actuel du Spatial et de la Défense, vous pourrez apprécier ces sagas à travers une centaine de témoignages humains d'acteurs clés, souvent émaillés d'anecdotes vécues en France, en Europe, et dans de nombreux pays étrangers.

Des QR-codes dans le texte vous permettront de visualiser sur votre smartphone de nombreuses interviews vidéo de responsables et de lire de courts e-books complémentaires.

MATRA sep ICT CAP-SESA EADS AIRBUS

**Les composantes du livre « Voir, Décider, Agir »**

Un fil rouge principal chronologique :

- Période 80-89 : Les Prémices Le Mot du Président, Claude GOUIMY
- Période 89-93 : Le Temps de l'Entrepreneuriat Le Mot du Président, Michel SCHMIT
- Période 93-97 : Le Temps de la Consolidation Le Mot du Président, Yves VÉRET
- Période 97-2002 : Le Temps de l'Expansion Le Mot du Président, Bernard PLAND
- Période 2002-10 : Le Temps de l'Intégration Le Mot du Président, Hervé GUILLOU
- Période actuelle : La Pulvéscence d'un grand Groupe Le Mot du Président, François LOMBARDO

Les prémices historiques :

- L'Histoire des Sites
- Racine MATRA Civil
- Racine MATRA Espace
- Racine SEP Image
- Racine Numélec
- Racine LCT (Laboratoire Central des Télécommunications)
- Racine CAP-SESA Défense

Les grandes filières, de 1980 à 2024 :

- Saga des Stations sol d'Imagerie satellitaire (satellites d'Observation de la Terre)
- Saga de la Géographie numérique
- Saga des Applications de la Géomatique civile
- Saga de l'Observation aérienne
- Saga de la Préparation de Mission avions et drones
- Saga des C3I (systèmes de commandement Armées de l'Air, Armées de Terre, Interarmes)
- Saga du C2 et des C3I Mer (systèmes de commandement Marine)
- Saga des Systèmes Logistiques SIL
- Saga du Homeland Security (Protection du Territoire et Sécurité du Citoyen)
- Saga du Renseignement militaire et de l'IMINT (Image Intelligence)
- Saga des Communications protégées et sécurisées
- Saga de la Cyber Security
- Saga du Contrôle Industriel
- Saga des Calculateurs massivement parallèles

- 40 ans de Stratégies successives & de Cultures d'entreprise variées
- 40 ans d'Innovation
- 40 ans de Science Mathématique

— Édité au format 21x29, 368 pages en quadrichromie, relié cartonné, papier de luxe —  
 — Publications AIRitage / AIRmag patrimoine Aérospatial / MATRA pour AIRBUS —



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 : \_\_\_\_\_

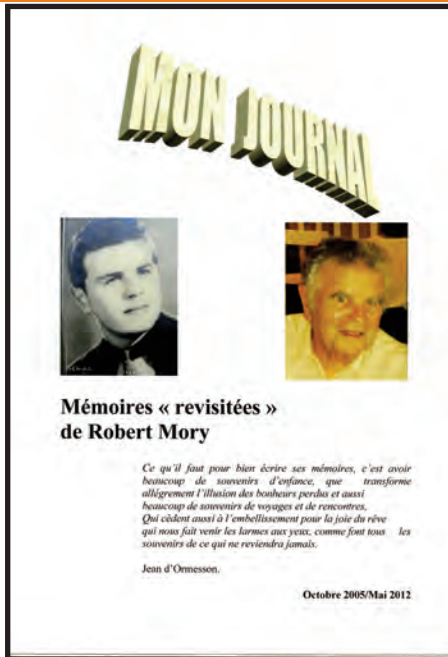
## Mémoires “revisitées” de Robert Mory (partie spatiale)

### Histoire de la conquête spatiale

Sans revenir à la préhistoire, il faut rappeler que la fusée fut inventée en 970 de notre ère, en Chine, par Feng Jishen. La fusée était constituée d'une sorte de tube en papier bourré de poudre noire, accrochée à une flèche. En brûlant, la poudre apportait un complément de vitesse à la flèche, dont l'extrémité comportait une bourre enflammée, et accroissait sa portée. La poudre noire était constituée d'un savant dosage de soufre, de salpêtre et de charbon de bois pilé. On retrouve ces fusées en 1083 dans les armées de SONG, qui mirent en déroute les armées mongoles lors du siège de Lanzhou où furent tirées 25.000 fusées, par fagotage de lots de 100, un peu à la manière des orgues de Staline qui furent utilisées lors de la seconde guerre mondiale. Ce type de fusée fut utilisé en 1258 par les mongols lors du siège de Bagdad, en 1428 par Jeanne d'Arc lors de la prise d'Orléans, en 1808 par les anglais qui détruisirent Copenhague.

Il faudra attendre le vingtième siècle pour que les pionniers de l'espace s'intéressent aux moteurs-fusées. C'est en 1926, année de ma naissance, que Robert Goddard, un américain, accomplit le premier acte fondateur de l'aéronautique en faisant voler la première fusée à propergol liquide de l'histoire (oxygène liquide et essence) qui a atteint 12,5 mètres d'altitude en 2,5 secondes, avec une vitesse maximale de 27 m/sec. En 1937, il a conçu une fusée qui a culminé à 2.700 mètres d'altitude.

Dans les années 30, Konstantin Edouardovitch Tsiolkovsky un russe, Herman Oberth un allemand et Robert Esnault-Pelterie en France ont ouvert la voie de la conquête spatiale. En 1932, Wernher Von Braun, engagé dans l'armée de terre allemande, a développé la fusée A-1 (oxygène liquide et éthanol, un carburé d'hydrogène). En juin 1942, la fusée A-4 d'une longueur de 14 mètres, de 1,65 mètre de diamètre et d'une masse de 13 tonnes, a emporté une charge d'une tonne à l'altitude de 360 km. La fusée



Robert Mory, né le 4/4/1926 à Niort, sort de Sup Telecom en 1949 et entre au CNET d'Issy-Les-Moulineaux. Sous la direction de P.Blassel, il participe aux vols de fusées-sondes à Hammaguir en 1958/61. Il passe au SECT (Service des équipements des champs de tir) de Colomb-Béchar en février 1962, puis devient directeur des champs de tir à l'ESTEC en septembre 1963. Il poursuivra sa carrière à l'ESA jusqu'en 1987. Il est décédé le 13/6/2024.

V-2, dérivée de la fusée A4, était un mono étage. Le premier tir eut lieu en octobre 1942. D'une longueur de 14 mètres pour un diamètre de 1,65 mètre et une masse de 12 tonnes, le V-2 était capable d'emporter une tonne d'explosifs sur une distance horizontale de 400 km. À propulsion bi liquide d'oxygène liquide et d'éthanol, les gouvernes et les volets déflecteurs de jet assuraient le contrôle de l'altitude et la trajectoire de l'engin. Le dernier tir eut lieu le 19 février 1945, de Peenemünde. Von Braun se rendit, à l'âge de 33 ans, à la 44<sup>e</sup> division d'infanterie des USA, le 2 mai 1945, à Reutte en Autriche, avec 130 ingénieurs et techniciens allemands. Six mois plus tard, il était transféré avec son personnel à White Sand au nouveau Mexique, et chargé de l'entraînement des troupes américaines sur les fusées V2 de 1945 à 1950. Le site de Peenemünde, en application des accords de Yalta, fut rendu aux

soviétiques après que les américains eurent ramené aux USA la totalité des archives, les pièces détachées, les V-2 en cours de montage et l'outillage.

Il ne fait aucun doute que c'est grâce à l'acquis allemand et en particulier grâce à l'avance technologique du V-2 et du talent de von Braun, que les américains ont pu s'engager dans la course aux missiles et à la conquête de l'espace dès le lendemain de la guerre. Il faut ajouter que von Braun, entré comme prisonnier de guerre, est sorti clandestinement pour rentrer officiellement aux USA par la frontière mexicaine pour obtenir, le 14 avril 1955, la nationalité américaine. Je reparlerai de von Braun dans les chapitres suivants.

La France n'est pas absente dans le partage de l'acquis technologique allemand, puisqu'une quarantaine d'allemands volontaires furent transférés au LRBA à Vernon, à l'issue de la 2<sup>e</sup> guerre mondiale, où ils s'appliquèrent à développer la fusée Véronique, lancée pour la première fois en 1952, dont je parlerai plus loin. Les soviétiques furent moins bien servis que les américains par l'héritage technologique spatial alle-



mand. Ils s'installèrent pendant un an dans les laboratoires de Peenemünde abandonnés par les américains, pour se familiariser avec les outils de fabrication des V-2, puis mirent en place un centre de production et de lancement de fusées identiques aux V-2, à l'est de Moscou. Le 18 octobre 1947, le lancement du premier V-2 russe eut lieu avec succès. En 1948, la fusée russe R-1 dérivée du V-2 voit le jour, à propulsion bi liquide (oxygène liquide et kérosène). Puis en 1957, l'URSS dispose de la fusée Semioroka, d'une masse de 270 tonnes, dont les 16 moteurs à propulsion bi liquide (combustible utilisé sur les V-2), montés en fagot, fonctionnent simultanément.

Les travaux de développement des fusées russes furent dirigés par Sergueï Pavlovitch Korolev, qui a largement contribué au développement et au lancement de Spoutnik, à l'alunissage des sondes lunaires, aux premiers vols habités et à la première sortie de l'homme dans l'espace. Je dois ajouter que Korolev, dès 1930, construisit puis expérimenta les premières fusées soviétiques à propergols liquides. Il fut arrêté et condamné en 1934 à 10 ans de goulag et interné avec Tupolev dans une prison pour savants. Libéré en 1942, mais non réhabilité, il mourut en 1966 d'un cancer (1), comme von Braun. Ses cendres reposent dans un mur du Kremlin, avec celles de Gagarine et des cosmonautes de Soyouz-11. Michine a été son élève et successeur.

En Chine, le développement des lanceurs «Longue Marche» est attribué à HsueShen, lequel travailla avec von Braun aux USA, puis retourna en Chine en 1954, accusé d'être membre du parti communiste américain.

Voilà ce que l'on peut dire des pionniers célèbres de l'Espace.

### **L'essor de la recherche spatiale**

En 1949, les soviétiques font exploser leur première bombe atomique. C'est le début de la guerre froide et le blocus de Berlin auxquels il faut attribuer l'essor rapide de la conquête spatiale. Les russes travaillaient depuis 1946 à la réalisation de fusées balistiques portant une charge de 3 tonnes à une distance de 3.000 km. Dès 1945, les américains lancent l'étude d'un projet de satellite REX. L'US Navy essuie de nombreux échecs au lancement de la fusée Vanguard. Le 1<sup>er</sup> mai 1960, un U-2 américain, avion espion, sera abattu à proximité d'une base d'essais de fusées

soviétiques. Le 4 octobre 1957, le satellite Spoutnik est lancé par les russes. D'une masse de 83 kg, Spoutnik se présente sous la forme d'une sphère dotée de 4 antennes et de 2 émetteurs qui envoyèrent au monde entier, pendant 21 jours, les « bip-bip » annonçant la naissance de l'ère spatiale. Un mois plus tard, soit le 3 novembre 1957, les russes satellisent la chienne Laïka, annonçant ainsi les futurs vols habités. Deux semaines après son lancement, la chienne Laila meurt en orbite par manque d'oxygène, sa récupération n'étant pas prévue.

Les américains, suite aux échecs de la fusée Vanguard, vont réagir et feront appel à Von Braun en le nommant Directeur, en février 1956, de Redstone Arsenal à Huntsville, Alabama. En 7 mois, il mettra au point la fusée Jupiter C, qui effectuera le 20 septembre 1956, un vol balistique atteignant l'altitude de 920 km, pour une distance au sol de 5.300 km. Quatre mois après le lancement de Spoutnik, les américains vont répliquer en lançant le 31 janvier 1958, la fusée Juno-I, composée d'un Jupiter-C, surmonté d'un 4<sup>e</sup> étage à poudre et d'un satellite Explorer-I de 14 kg, puis Explorer-II le 26 mars 1958 et Explorer-III le 26 juillet 1958. La course au prestige dans le domaine spatial est lancée entre les deux super puissances.

### **Mes premiers pas dans le cadre du Programme Spatial français**

#### **Les Fusées «Véronique»**

La France n'est pas en reste et, avec des moyens modestes, lance la fusée Véronique en 1952 à partir d'Hammaguir, au Sahara. La fusée disposait d'un moteur à propulsion bi liquide (acide nitrique et térébenthine) de 4 tonnes de poussée. Sa capacité d'emport maximal sera de 110 kg à 210 km d'altitude. Son dernier tir aura lieu en 1964. Véronique était lancée à partir d'une table de lancement, fixée par 4 boulons explosifs. Les 4 empennages sont pro-



Tour de lancement Véronique

longés par 4 bras, à l'extrémité desquels est fixé un câble souple en acier s'enroulant sur un tambour. À la mise à feu, les boulons explosifs libèrent la fusée et les câbles, entraînés au décollage de l'engin, lancent la mise en rotation du tambour assurant ainsi la position verticale du vecteur pendant les 60 premiers mètres de la Course du vecteur. Ce système de guidage permettait de réduire la dispersion de l'engin sensible au vent dans les premiers mètres de sa course, et d'assurer sa retombée dans une zone prédite.

En dépit de cette précaution, la fusée avait parfois une dispersion importante. Il m'est arrivé, par deux fois, d'aller la récupérer à l'impact par hélicoptère, dans le désert marocain dans la région de Tindouf, et d'effacer sa trace afin d'éviter un conflit de voisinage avec le Maroc.



Véronique prête au tir - l'équipe de lancement

La réalisation des charges utiles embarquées sur les fusées Véronique sera confiée au CNET (Centre National d'Etudes des Télécommunications), à mon département Télécommande et Contre Mesure. Avec mon équipe, nous réaliserons les charges utiles des 18 fusées qui seront lancées entre 1958 et 1961. Nous essuierons 3 échecs dus au lanceur, dont un qui explosa sur le pas de tir et deux qui furent détruits sur rampe par la Légion Étrangère, au canon de 20. En effet, cette fusée était très dangereuse dès que les pleins étaient réalisés, en raison de la porosité des réservoirs et de l'agressivité de l'acide nitrique. Un lanceur, qui explosa sur rampe, nous a causé une vive émotion en raison de la toxicité des gaz dégagés, car nous n'avions que 7 masques à gaz alors que nous étions 8 dans le blockhaus. J'avais oublié, dans le feu de l'action, de renvoyer le chauffeur sur la position sécurisée.

Le lancement des fusées Véronique s'effectuait à partir de la base d'Hammaguir, située à deux heures de vol sur Junkers. On vivait dans une atmosphère confinée pour des raisons de sécurité. Parfois, la canalisation qui alimentait la base était minée : on vivait alors avec 3 casques d'eau par personne et par jour, pour boire et se laver. Il n'était pas question de douche. J'ai dérogé une fois aux consignes de sécurité en allant à la chasse à la gazelle, avec le chef du poste 21, au cours de laquelle nous nous sommes égarés. J'ai rapporté un trophée qui est accroché dans l'entrée du chalet vosgien. C'était un champ de tir idéal pour les essais de fusées et missiles : les morceaux retombaient sur le plateau du GUIR, on allait les récupérer.

Il faut rappeler que, contrairement aux américains et aux russes dont l'objectif était de développer des missiles à but militaire et de les utiliser ultérieurement pour des projets scientifiques, la France a développé ses lanceurs à des fins pacifiques. Les 18 charges utiles que j'ai réalisées et lancées sur Véronique étaient porteuses de sodium ou d'ammoniaque gazeux, éjectés en haute altitude, afin de démontrer la possibilité d'améliorer les communications radio en

ondes courtes, à identifier, pour les services de l'Aéronomie, les lignes de force du champ magnétique terrestre en faisant exploser une charge de 110 kg de TNT en haute altitude, à effectuer des études sur le déplacement des couches sporadiques «E» et mesurer l'intensité des courants telluriques. Nous avons également réalisé des expériences sur le comportement des animaux en apesanteur.

Trois ans après le lancement par les russes de la chienne Laïka, et un mois après la mise en orbite du chimpanzé Ham par les américains, nous lançons sur Véronique le 22 février 1961, pour un vol balistique, le rat Hector. La charge utile comportait essentiellement un conteneur cylindrique dans lequel était enfermé le rat entravé dans ses harnais. Le CERMA (Centre d'Étude et de Recherches de la Médecine aéronautique), dirigé par le Médecin Général Grand-Pierre, avait ouvert la calotte crânienne du rat Hector, et implanté dix électrodes dans le cerveau. Par télémesure installée à bord, nous envoyions au sol les données recueillies pendant le vol. Au décollage de la fusée un clapet fermait l'orifice du cylindre dans lequel le rat était enfermé. Celui-ci disposait d'une autonomie d'air respirable pendant les 20 minutes de vol en apesanteur. Récupéré par parachute, le clapet du cylindre s'ouvrait afin d'assurer la respiration de l'animal. Pendant le vol, des lampes de différentes couleurs s'allumaient à bord et le rat, sevré avant le vol, était nourri à l'ouverture d'une mangeoire, afin de stimuler la rétículo et les muscles du cou. La mission a été un succès, mais en raison de la récupération tardive de la charge utile, le rat est mort en raison de la montée rapide en température du cylindre lors de la réentrée. Trois mois plus tard, le lancement d'un second rat a été un succès total. Deux autres rats, «Castor et Pollux» furent lancés avec succès en octobre 1962, puis la chatte «Félicette», un an plus tard. Je n'ai pas participé à cette dernière campagne organisée par le CNES (Centre National d'Etudes Spatiales) créé en 1962, étant en charge à cette époque, à Colomb Bechar, de l'implantation du système de trajectographie radar, pour la localisation



et la poursuite des futurs satellites français.

### Fusées «Centaure»

Dès 1958, et sous l'impulsion du Général De Gaulle, une nouvelle famille de lanceurs à ergol solide va naître. La Société Sud Aviation, future filiale de EADS, sera chargée en étroite coopération avec le CNET dirigé par Pierre Blassel, du développement

des fusées évolutives Bélier, Centaure, Eridan et Dauphin. J'ai été chargé d'effectuer, au camp de Satory, du tir au banc et de la qualification de ces propulseurs. Pour l'anecdote, j'ai assuré le transport depuis Saint Médard en Jales du premier pain de poudre «Epictète» à destination de la région parisienne. Aucune réglementation

existait à cette époque, j'avais demandé au chauffeur de placer un grand panneau sur le pare-choc avant du camion, sur lequel était écrit en lettres capitales, « explosifs ». Nous roulions à vitesse réduite en direction de Bordeaux, lorsqu'un camion a projeté des gravillons qui ont fait exploser notre pare-brise. Remis de nos émotions, nous sommes rentrés dans Bordeaux pour faire effectuer la réparation par un garagiste, sous le regard craintif des conducteurs de véhicules qui nous croisaient.

En 1958, j'ai été chargé de réaliser avec mon équipe de 54 personnes, l'unité mobile de lancement constituée d'une rampe de lancement, de remorques de télémétrie et de radar, du Poste de Commandement de tir, des portes câbles, des groupes électrogènes et des ateliers. Cette tâche a été réalisée en un temps record. Le premier tir de qualification en vol du premier Centaure eut lieu en septembre 1960, à partir du champ de tir d'Hammaguir, et le second en novembre de la même année.

En conflit avec mon Directeur Général Marzin qui s'apprêtait à céder au CNES cet ensemble mobile de lancement, dans le vain espoir de se voir attribuer la gestion des futures stations de poursuite des satellites de télécommunication, j'ai donné ma démission. Marzin, après m'avoir grossièrement insulté dans son bureau, m'a mis en surveillance pour m'empêcher de partir. En effet, pour partir, je devais effectuer huit ans de service à l'Etat, ou rembourser ma «pantoufle» qui représentait les frais d'enseignement aux Télécom. Le Ministère des Armées ayant pris à son compte cette «pantoufle» j'ai accepté, le 3 Février 1962, le poste d'ingénieur civil au SECT (Service des Equipements des Champs de Tir). Pour



Rampe mobile Centaure.

l'anecdote, j'ai retrouvé Marzin en 1982, devenu sénateur des Côtes du Nord, pour faire une conférence à sa demande à Perros-Guirec, sur les satellites d'observation de la terre. Lui ayant rappelé le traitement indigne auquel il m'avait soumis en 1962, il m'a mis la main sur l'épaule en m'affirmant que j'avais bien fait de démissionner des Télécom. Comme

quoi, un sénateur a parfois des trous de mémoire.

À Colomb-Béchar, j'étais chargé de l'implantation d'un système de restitution par radars Béarn et Aquitaine, de la trajectoire des satellites français. Cette nouvelle fonction, très enrichissante pour moi sur le plan professionnel, a eu un caractère éphémère puisqu'en

février 1963, j'obtenais le poste de responsable des équipements des champs de tir européens. J'avais viré ma cuti en optant pour l'Europe spatiale, au détriment du programme spatial français. L'année passée à Colomb Bechar, en alternance avec mon bureau au fort d'Arcueil, fut trop brève, à mon grand regret, pour achever la tâche qui m'était confiée ; mais j'ai eu la grande satisfaction de développer et de qualifier sur Mystère IV, un répondeur radar à embarquer ultérieurement sur satellites, afin d'améliorer le signal radar lors de la poursuite des satellites.

### Ma contribution au Programme Spatial Européen

Dans l'histoire de l'espace, il y a une année qui fut très importante pour moi et ma carrière, c'est l'année 1962. Les américains avaient fondé la NASA, et la France crée le CNES, organes nationaux de recherches spatiales. L'Europe prenait sa place dans le concert spatial en établissant à Paris l'ELDO (Organisation pour le Développement des Lanceurs Européens), et la COPERS (COMmission Préparatoire Européenne de Recherches Spatiales) qui donnera plus tard son nom à l'ESRO (Organisation Européenne de Recherche Spatiale), puis finalement en 1974, à l'ESA (Agence Spatiale Européenne). L'ELDO fut supprimée en 1972 à la suite des échecs successifs des fusées Europa I et Europa II, échecs dus à l'absence de maître d'œuvre, chaque Etat-Membre apportant son étage lanceur fonctionnant séparément mais échouant lorsqu'ils étaient assemblés.

Ayant choisi la recherche spatiale dans le cadre européen, j'ai passé le 23 janvier 1963 avec succès, une interview présidée par le Directeur Général du CNES, Monsieur M. Bignier, dans les bureaux de l'hôtel La Pérouse, annexe du Ministère des Affaires

Étrangères, situés avenue Kléber à Paris. J'avoue que j'ai été fort impressionné, autant par le niveau des questions qui me furent posées que par la majesté et le décorum des lieux. Sur huit candidats interviewés, trois furent retenus dont deux furent envoyés en stage à la NASA au centre de Goddard à Washington, et moi-même nommé à l'ESTEC (Centre Européen de Recherches et de Technologies Spatiales) en Hollande, au département fusées sondes.

### Mon stage en Angleterre

Le 8 février 1963, je rejoignais en Angleterre, le RAE (Royal Aircraft Establishment) à Farnborough, dans le Hampshire, pour un stage de six mois, en entraînement sur les fusées anglaises Skylark. Chef de cette mission, j'avais sous mes ordres deux français chargés de la conception des charges utiles, deux hollandais mécaniciens et un italien électricien.

Nous nous installâmes, Jacqueline, Frederic et moi, pour un mois, dans l'hôtel Alexandria, type rétro, mal chauffé. Nous avons laissé Betty et Janick aux bons soins de grand père et grand-mère Guitte, à Fontenay aux Roses, pour des raisons de scolarité. Puis nous avons loué le premier étage d'une maison meublée, au 21 Osborne Road.

La fusée Skylark était composée d'un étage à propergol solide de 8 mètres de hauteur, 0,60 mètre de diamètre, Sa masse au décollage était de 4 tonnes. Elle pouvait disposer d'un accélérateur d'appoint nommé «Cuckoo». Dédié à l'exploration de la haute atmosphère, ce vecteur pouvait emporter une charge utile de 110 kg à l'altitude de l'ordre de 120 km. Quelques lancements avaient eu lieu à partir du champ de tir de Woomera en Australie. L'objectif européen était de qualifier cette fusée porteuse de charges utiles à caractère scientifique pour des lancements à partir de latitudes moyennes, telle que celle de la Sardaigne et de latitudes hautes, telle que celles situées au-delà du cercle polaire suédois.

Notre tâche ne fut pas aisée, en raison de l'absence de maître d'œuvre britannique, de la dispersion des approvisionnements, (certaines pièces étant fabriquées sur le champ de tir en Australie), de l'absence de plans de fabrications et de procédures d'assemblage et de qualification des pains de poudre. Il fallut d'abord refaire les dossiers de fabrication, convertir les plans au système métrique et trouver au Pays de Galles un maître d'œuvre auprès duquel nous placerions des



Fusée Centaure sur rampe

contrats de fourniture.

Afin de rédiger les procédures de lancement, j'ai fait recruter R. Lavaud et A. Cochet que j'ai envoyé en mission en Australie pour formation, au début 1964, pendant 2 mois.

Tous ces travaux de mise en ordre n'ont pas été facilités par mes interlocuteurs anglais. J'ai dû demander l'intervention de P. AUGER, Président de la COPERS, pour qu'il intervienne auprès de la délégation anglaise afin que le contrat d'acquisition du premier lot de 10 Skylark soit accompagné d'une spécification technique décrivant la fourniture avec pénalités en cas de malfaçon, de retard de livraison et de défaut de fonctionnement en vol. En effet, nous avions des doutes sur la dispersion de l'engin et surtout sur le bon fonctionnement de la platine de séparation et d'allumage du 2<sup>e</sup> étage, celle-ci étant incontrôlable au sol.

En parallèle avec mes activités décrites ci-dessus, je devais également préparer les premiers lancements de la fusée à partir de Sardaigne prévus en 1964. Je fus amené à me rendre fréquemment à Rome, auprès des Ministères des armées et de l'industrie, pour convenir d'un protocole d'accord entre la délégation italienne et la COPERS. Mon interlocuteur était le Général Chizzerza, un personnage haut en couleur, massif, trouble et roublard, qui fut dans les années 30, le pilote personnel de Tchang Kai-Chek, puis de Mussolini. En fait, nos accords n'ont pas été respectés par les italiens, et j'ai dû faire appel à une firme italienne de la SPEZIA pour effectuer les travaux requis. Je me propose de parler de mes activités en Sardaigne dans le prochain chapitre.

De retour en France à la fin de mon séjour à Farnborough pour les vacances d'été 1963, je rejoignis le 8 septembre mon poste à l'ESTEC, provisoirement installé à l'Université T.N.O. à Delft. Laissant ma famille en France pour des raisons scolaires, mais aussi en raison de la précarité de ma carrière (J'avais un contrat d'un an seulement), j'ai vécu en célibataire à Delft dans une chambre meublée, étant appelé à partir en mission chaque semaine en Italie et en Suède.

Nous étions au début d'une aventure extraordinaire qui, comme toute aventure humaine, a eu des hauts et des bas, des succès et des échecs. Pendant les années 60-70, j'ai participé à de nombreux lancements de fusées sondes, de ballons stratosphériques et de satellites, pris part aux opérations en vol à partir des stations sol, contribué



au dépouillement des données scientifiques dans les centres de traitement et pris mes responsabilités dans les commissions d'enquêtes lors des échecs. Je vais essayer de partager, avec le lecteur, cette époque dans ce qui suit.

### **Mon rôle sur les champs de tir Européens**

Nommé en septembre 1963 responsable des équipements de champs de tir et des opérations de lancement des fusées sondes, j'ai contribué, avec mon équipe de 12 personnes, à la construction de trois champs de tir : Salto di Quirra en Sardaigne, Kiruna en Suède et Andoya en Norvège. De plus, j'ai dirigé les opérations de lancement, sur des champs de tir nationaux, de fusées Skylark à Woomera en Australie, de fusées Centaure à l'île du Levant en France et à Kàristos en Grèce avec des moyens mobiles que nous avons conçus. Je me propose de rappeler ici notre activité sur ces champs de tirs. À la rentrée scolaire de 1964, ma famille m'a rejoint en Hollande, où un très bel appartement nous attendait à Rijswijk. En janvier 1964, j'ai participé, sur invitation de la délégation anglaise, à une campagne de tir de deux fusées Skylark à partir du champ de tir de Woomera. Cette base, située dans le désert Simpson en Australie méridionale, avait été établie par les britanniques afin de tester et qualifier le missile «Blue Streak», le premier étage du lanceur Europa il dont on connaît l'échec. Cette invitation répondait à un désir très fort des anglais d'européaniser le champ de tir. Ce vœu a été repoussé par le Conseil Directeur de l'ASE, au profit du champ de tir italien situé en Sardaigne. En octobre 1964, j'ai organisé la campagne de tir de la fusée Centaure à partir de la base militaire de la marine nationale française de l'île du Levant, en méditerranée. Ce tir, réussi tant du point de vue des performances du vecteur que du point de vue scientifique, qualifiait le lanceur français dans le programme des fusées sondes de l'ESA. Pour la petite histoire, j'ai fait bloquer, au moment du tir, la rotation des cinéthéodolites car les serveurs avaient trop tendance à visionner le camp de naturiste, plutôt que le départ de la fusée. Le champ de tir Salto di Quirra, situé dans le village de montagne sarde de Perdas d'el Fogou (la pierre de feu), est une base militaire italienne. Cette base avait été établie pour le lancement d'une fusée italienne le Quirra qui n'a jamais été opérationnelle. Nous disposions d'une tour de lancement de 40 mètres de hauteur réalisée pour le



Tir de Skylark

Quirra, d'un blockhaus non équipé, d'un hall d'assemblage et d'un baraquement en mauvais état. Il fallait rigidifier la tour, l'adapter au Skylark positionner un déflecteur de jet, implanter un dispositif d'orientation de la tour en azimut et en élévation, réaliser et mettre en place un extracteur de prise ombilicale dernier instant et placer 3 rails de guidage de l'engin au centre de la tour. L'alignement correct des rails de guidage nous a posé quelques problèmes. TI a été résolu en adaptant un dispositif de guidage optique dont disposait une entreprise hollandaise pour l'alignement des rails du métro de Rotterdam. Enfin, nous avons restauré le hall d'assemblage et mis en place les dispositifs d'assemblage de la fusée, érigé des mâts d'antennes et de mesure de vent, et implanté une station mobile de télémesure. Aux autorités italiennes, incombaient la fourniture et l'exploitation d'une station radar, à Monte CARDIGA pour la restitution de la trajectoire des fusées, la sécurité au sol, le gardiennage, la surveillance en mer et dans les airs, nos transports et notre hébergement.

### **- Tir de Skylark**

Le premier tir eut lieu en mai 1964 avec un succès mitigé. Le général commandant du champ de tir nous a offert le champagne sur le vu de la restitution de la trajectoire donnée par le radar italien. En pleine libation, un paysan sarde a apporté, en poussant des hurlements, le propulseur d'appoint tombé dans son jardin à IERZU, village voisin. Or, ce propulseur, selon les données de la table traçante italienne, aurait dû tomber en mer, à 50 km de la côte. Après enquête, il s'est avéré que le radar italien n'avait pas fait l'acquisition au départ de la fusée et que les italiens nous avaient trompés en fournissant le tracé théorique de la trajectoire pour masquer leur échec. Sur le plan scientifique et de qualification du lanceur, ce fut un succès. Nous avons lancé de Sardaigne, entre 1964 et 1970, 42 fusées Skylark avec un seul échec, dû au non fonctionnement de la platine de séparation et d'allumage du 2<sup>e</sup> étage. Je n'ai pu appliquer les pénalités prévues dans le contrat d'acquisition en raison des pressions exercées par la délégation anglaise sur notre Directeur Général, qui était anglais à cette époque. À la suite de la campagne de tir en Sardaigne, j'ai reçu une promotion en recevant le grade d'ingénieur A4. La famille a passé les mois de juillet et août à ARBATAX, sur la côte orientale de Sardaigne. Pendant la campagne de tir. Janick et Betty en

profitèrent pour exercer la langue italienne, lors de leurs rencontres sur la plage de Capo San Lorenzo. Puis en 1965 nous avons procédé au lancement, avec succès, de deux Béliers, de dix Centaures et de quatre Dragons dont l'un n'a pas atteint la culmination nominale en raison d'une erreur humaine de pointage de la rampe de lancement.

En 1965, nous avons lancé à partir de la tour Skylark, deux fusées Zénith fabriquées par Contraves, pour le compte de la délégation suisse. La fabrication a été arrêtée, suite à un échec de propulsion.

Toutes les fusées françaises à ergol solide, développées par la société Sud Aviation de Courbevoie dont le propulsif était produit par la Poudrerie Nationale de Saint Médard en Jales, eurent leur heure de gloire de mai 1961 à 1974. Cette famille de vecteurs évolutifs était lancée à partir de la même rampe de lancement que j'avais développée lorsque j'étais au CNET. La masse de la charge utile pouvait varier de 30 à 500 kg, le diamètre de 0,40 à 0,88 mètre, pour une altitude variant entre 110 et 500 km. Une série de cent Dragons a été livrée sous le nom de Jéricho à Israël en 1965 pour être utilisés comme missiles de 500 km de portée, afin de répondre aux intentions belliqueuses du Colonel Nasser qui, en 1962, faisait parader des missiles soviétiques d'une portée comprise entre 370 et 600 km.

### - Aurore boréale

Kiruna est située au nord de la Suède, au-delà du cercle polaire arctique, sur le 68<sup>e</sup> parallèle. Sa principale richesse consiste en mines de fer. Son intérêt scientifique réside en l'observation d'aurores boréales polaires, phénomène lumineux qui peut apparaître la nuit. L'étude de l'aurore boréale permet de mieux connaître les propriétés physiques et chimiques de la haute atmosphère et fournir des informations sur la magnétosphère.

La construction de ce champ de tir, sur un terrain offert par la Suède, a posé des problèmes que nous ne maîtrisons pas en raison des conditions climatiques. En effet, la température peut descendre aux alentours de  $-40^{\circ}\text{C}$  l'hiver, pendant 3 à 4 semaines. De plus, la nuit polaire dure plus de six mois, d'octobre à mai ce qui pose, avec l'enneigement, des problèmes de logistique.

Afin de me familiariser avec les conditions de lancement en zone polaire, je me suis rendu en février 1965, à fort Churchill, en baie d'Hudson sur le 60<sup>e</sup> parallèle nord

Canadien, sur une base américaine enterrée de lancement de missiles. Cette base, située à cinq degrés du pôle magnétique, connaît en hiver des températures de l'ordre de  $-60^{\circ}\text{C}$ . Lors de mon bref séjour qui fut très profitable, la température était de  $-45^{\circ}\text{C}$ .

Mon rôle dans la construction du champ de tir de Kiruna s'est borné à la construction de deux pas de tir Centaure, du bâtiment d'assemblage et de stockage des fusées et des charges utiles, du PC de tir, à la mise en place d'une tour de mesure de vent de 100 mètres de hauteur et à la mise en condition climatique de la rampe de lancement. Les autres moyens ont été confiés aux services d'ingénierie de l'ESTEC, tels que les stations radar et télémesure, et aux suédois, la sécurité, les transports et l'hébergement. Le premier tir eut lieu, avec succès, en septembre 1966, à l'inauguration du champ de tir.

Dès 1965, nous avons placé un contrat de réalisation d'une tour de lancement des fusées Skylark auprès de SENER, sise à Bilbao en Espagne, choisie pour des raisons de politique industrielle. Cette entreprise, spécialisée dans la construction de grues portuaires, n'avait aucune compétence en matière de lanceurs et d'installations en conditions arctiques. Avec l'aide de R. Lavaud, nous avons pratiquement conçu l'installation et fait le choix des matériaux à utiliser en conditions arctiques. Le premier tir eut lieu, avec succès, en 1968. À l'occasion d'une campagne de tir à KIRUNA de juillet 1969 et du lancement de deux Centaures et d'un Dragon, nous avons fait, en famille sans JANICK, le voyage par route depuis notre résidence en Hollande. Nous avons franchi les polders du nord, atteint le port de Lubeck en Allemagne, traversé de nuit en ferry la mer baltique, atteint Malmö en Suède, Stockholm, Umea, Lulea et enfin Kiruna. Nous avons logé chez mon chef d'équipe anglais, Peter ST ARLING. En famille, nous avons visité le champ de tir. A la fin de la campagne, nous avons pris la route du retour par le nord de la Finlande, le Cap Nord pour découvrir le soleil de minuit, puis la Norvège et ses fjords magnifiques, par Tromsø, Trondheim, Bergen et Narvik en logeant dans des huttes le long de la route, et enfin Oslo où nous avons logé dans une ferme. Nous sommes rentrés par Copenhague, puis Darmstadt en Allemagne, où nous avons séjourné deux jours pour une réunion au Centre des Opérations. Nous avons enfin retrouvé le chalet après un périple de 9.000 km. Dès notre retour, nous sommes



Aurore Boréale



partis pour Antibes, assister aux obsèques de mon oncle Lucien.

En 1972, et après la décision d'arrêter le programme des fusées sondes, le champ de tir a été vendu à la Suède, pour une couronne suédoise symbolique. Les autorités suédoises ont lancé, jusqu'en 1999, des fusées canadiennes.

À Kiruna, l'ESA a construit une station de poursuite de satellites encore en fonction à ce jour. Pour l'anecdote, l'explosion de la centrale nucléaire de Tchernobyl a été annoncée le 26 avril 1986 par un exploitant suédois de la station qui, en dépouillant les données du satellite français SPOT, avait noté la montée anormale et rapide en température des eaux du lac de refroidissement de la Centrale. Il a acheté toutes les images SPOT détectant cet accident, au prix de 5 francs l'unité, puis les a vendues à CNN, une chaîne américaine de TV, à un prix extravagant. Depuis cette affaire, la société SPOT-Images contrôle chaque image avant de procéder à leurs ventes.

En octobre 1965, nous avons démarré l'aménagement du champ de tir situé à proximité de la base de l'OTAN, à Andoya, au-delà du cercle arctique norvégien. J'ai rédigé les annexes techniques liées au Mé-morandum d'Accord signé avec le ministère norvégien des affaires étrangères. Nous disposions d'un hall d'assemblage, qu'il fallut adapter à notre rampe mobile de lancement des fusées Centaure, en installant un cabestan à commande hydraulique afin de déplacer sur rails vers l'extérieur, l'ensemble rampe/fusée quelques instants avant le tir. La campagne de tir synoptique, avec ceux effectués à partir de Kiruna, a commencé le 5 janvier 1966. Le brouillage systématique des signaux de télémétrie apparaissant dès la mise en route de la charge utile, nous avons fait intervenir la couverture aérienne de la base. Un sous-marin soviétique, positionné au large des côtes, brouillait nos émissions. Nous en avons acquis la certitude, car ce brouillage disparaissait dès que le sous-marin surveillé par les avions de l'OTAN plongeait. Afin d'ar-

rêter ces incidents, la base a invité le commandant du sous-marin russe à visiter nos installations en vue de le convaincre de l'aspect purement scientifique de nos expériences. Ce qui fut démontré, et le brouillage a cessé.

### **-campagne d'éclipse solaire en Grèce**

La nourriture offerte à l'équipe de latins que nous étions ne

nous plaisant pas, Robert Giralt s'est chargé de la cuisine que nous avons fort appréciée. Après quatre semaines d'attente des phénomènes auroraux, nous avons lancé avec succès deux Centaure à trente minutes d'intervalle. A notre grande surprise, les norvégiens qui avaient été très sobres pendant la campagne, célébrèrent le succès de la campagne à leur façon. Pendant trois jours, sans discontinuer, ils s'enivrèrent à l'alcool fort jusqu'à rouler au sol. Ils étaient ramenés à leur domicile par des chauffeurs de taxis, à une heure fixée à l'avance, qui prenaient leurs clients étendus au sol parmi les ivrognes inconscients pour les ramener chez eux, pour recommencer le lendemain. Dire que la France a le ruban bleu de l'alcoollisme, que faut-il alors penser des Scandinaves?

En juin 1965, le comité scientifique de l'ESA a décidé de procéder à une campagne de tir pour l'exploration de la haute atmosphère sur le passage d'une éclipse solaire totale en Europe, prévue en juillet 1966. L'objectif des astronomes européens était essentiellement l'étude de la chromosphère et de la couronne solaire au moment du phénomène, vérifier les influences du flux solaire et l'effet Einstein sur les étoiles. Le choix du site s'est porté sur le village de Kàristos, situé à l'est d'Athènes, à l'extrême sud de l'archipel d'Eubée. La date du passage de l'éclipse solaire totale était fixée au 26 juillet 1966, à 12 h 26 très précisément. Nous avons 13 mois pour installer, à titre provisoire, un équipement de champ de tir, et construire les sept charges utiles prévues sur les sept vecteurs à lancer. Un Mé-morandum d'Accord a été convenu avec le gouvernement grec de l'époque. J'ai rédigé les annexes techniques liées aux accords. Il avait été convenu que les grecs fourniraient une station ionosphérique, une dalle en béton pour le pas de tir, le transport de nos matériels entre le port du Pirée et le site, le gardiennage, la sécurité et la surveillance en mer et dans les airs et l'hébergement. Ces accords n'ont pas été respectés par les grecs, à l'exception de la surveillance en mer et dans les airs, en raison du

coup d'Etat des colonels de mai/juin 1966. C'est en catastrophe que nous avons fait couler la dalle et organisé le transport de nos équipements. Nous nous sommes passés de la station ionosphérique.

### **A suivre.**

#### **Note de Christian Lardier**

**1** Korolev est mort sur la table d'opération lors d'une intervention liée à un polype au côlon.



Campagne Eclipse solaire en Grèce

# Carnet gris

## Alain Pompidou (5/4/1942-11/12/2024)

Né à Paris, il a été adopté en juillet 1942 par Georges Pompidou, premier ministre en 1962/68, puis président de la République en 1969/74. Il est docteur en histologie (étude des tissus biologiques) en 1971 et en biologie en 1985. Il est professeur à la faculté médicale de l'Université Paris-Descartes en 1974/2004. Il est également directeur de laboratoire de l'hôpital Cochin. En 1986/1989, il exerce comme conseiller scientifique auprès des ministres de la Recherche puis de la Santé, et en 1993/1997, auprès du Premier ministre. Il est élu Eurodéputé en 1989/1999. Il est membre fondateur de l'Académie des technologies en 1990/2004, puis vice Président en 2007/2009, puis président en 2009/2010. En



1994/1999 il est président du groupe d'évaluation des choix scientifiques et technologiques du Parlement européen, ainsi que de l'Inter-groupe Ciel et Espace européen. De 1999 à 2004, il est porte-parole du Conseil économique et social pour la recherche et la politique spatiale. En 1999, il est l'auteur du rapport commun de l'UNESCO et de l'ESA sur "L'éthique des activités spatiales". Il est rapporteur, puis membre, puis vice-président de la sous-commission de la Commission mondiale d'éthique (COMEST) de l'UNESCO en 2004. Enfin, il est président de l'Office européen des brevets (OEB) en 2004/2007. Officier de la Légion d'Honneur en 2000, de l'Ordre National du Mérite en 2004.

## Robert Halleux (18/8/1946-21/8/2024)

Né à Villers-l'Évêque, il fait des études de philologie classique à l'université de Liège en 1964/68, présente une thèse de doctorat en philosophie et lettres à l'université de Liège, puis poursuit des études de philologie et d'histoire des sciences à l'École Pratique des Hautes Études (EPHE) à Paris en 1973/76. Il est agrégé de l'enseignement supérieur en 1978. Il a été maître de recherches en 1982, directeur de recherches en 1986, puis directeur de recherches au Fonds national belge de la Recherche scientifique en 1991. Il fonde et dirige le Centre d'histoire des sciences et des techniques de l'Université de Liège en 1982. Professeur à l'Université de Liège en 1986/97, il a enseigné en tant que professeur invité dans plusieurs universités (Harvard, Hambourg, Louvain). Il a été représen-



tant de la Belgique à l'Union internationale d'Histoire et de Philosophie des Sciences en 1985 (secrétaire général en 1993/2001). Il a été Membre du Comité national de Logique, d'Histoire et de Philosophie des Sciences de l'Académie royale de Belgique (Président), du Comité belge d'Histoire des Sciences (membre du Bureau) et du Comité permanent pour les Sciences humaines de la Fondation européenne pour la Science. Membre de l'Académie internationale d'Histoire des Sciences (secrétaire perpétuel). Membre du ESA History Project depuis 1990, il dirigeait la collection Explorations aux Editions Beauchesne qui comprenait une douzaine de livres sur l'histoire des programmes spatiaux en Europe. Celui sur la France a été publié 2017 à partir de la thèse de doctorat de Hervé Moulin.

## John Morgan (1938-25/10/2024)

Il a grandi à Bideford et a commencé à travailler au Met Office britannique. Il s'est spécialisé à l'Université de Londres dans trois domaines : les prévisions météorologiques, les systèmes informatiques et la météorologie opérationnelle. Il a travaillé au sein de la division des prévisions du Met Office, notamment en Afrique du Nord, et a ensuite dirigé une équipe dans la branche de



recherche sur les satellites de l'organisation. En 1977, il s'est installé en Allemagne pour soutenir le Centre d'extraction d'informations météorologiques, une unité de l'ESA chargée de traiter les données du premier satellite Meteosat. À son retour au Royaume-Uni, il a contribué au groupe de travail qui allait finalement créer EUMETSAT, et en a été élu premier directeur en 1986/1995.



## Georges James (1/6/1928-11/9/2024) par Frank H. Winter

Né en 1928 à Hollywood (Californie), il a été fasciné par les possibilités des vols spatiaux dès sa jeunesse en lisant la bande dessinée du dimanche «Buck Rogers» qui présentait des histoires interplanétaires. À cette époque, le thème des vols spatiaux en était à sa phase de science-fiction et il y avait très peu de pionniers comme Robert H. Goddard qui étudiait les possibilités scientifiques de réaliser des vols spatiaux au moyen de fusées.

En 1943, à l'âge de 14 ans, James et cinq camarades de classe fondèrent la Southern California Rocket Society (SCRC). Ce petit groupe de jeunes adolescents a expérimenté des petites fusées à propulseur solide. Plus tard dans la même année, après quelques

changements de nom, le groupe a officiellement pris le nom de RRI (Rocket Research Institute). Sous sa direction, le RRI est devenu une organisation de conseil à but non lucratif composée de professionnels de l'ingénierie et de l'éducation en matière de fusées qui consacrent bénévolement leur temps libre à l'Institut. Ce dernier comprend d'importants programmes de sensibilisation éducative sur les vols spatiaux et des programmes de motivation pour les jeunes. Dans le cadre de son programme, le RRI a été amené à exploiter le Perkins Rocket Safety Test Center, une installation près de Sacramento qui permettait à son personnel et à ses étudiants de concevoir, de construire et de tester statiquement des moteurs de fusée. En 1949, James est diplômé du Glendale College et commence ensuite à poursuivre ses études à l'Université de Californie à Los Angeles (UCLA), bien que ses études soient interrompues pendant la guerre de Corée lorsqu'il est incorporé dans l'armée américaine en juin 1950. L'année suivante, il commence son service militaire en tant que rédacteur technique au Centre chimique de l'armée américaine, Edgewood Arsenal, Edgewood, Maryland. Après cette affectation, George passe plus d'un an à l'Army Ballistic Missile Agency (ABMA) à Redstone Arsenal, à Huntsville, en Alabama. Là, il est membre du personnel de liaison technique du Dr Wernher von Braun et sert comme rédacteur technique adjoint pendant le développement du missile Redstone (Des versions améliorées de cette fusée ont été utilisées pour lancer le premier sa-



De g à dr, Hervé Moulin, Karlheinz Rohrwild, George James, and Friedrich Schmiiedl, 1993.

tellite américain, Explorer-1, en 1958 et en 1961 les premiers astronautes américains dans l'espace, Alan B. Shepard, Jr. et Virgil I. Grissom lors des premiers vols du projet Mercury).

Après sa démobilisation, George a étudié de 1952 à 1953 grâce à une bourse à la Frank Lloyd Wright School of Architecture de Taliesin West, à Scottsdale, en Arizona. Au cours de ses études, il a aidé Wright, l'architecte de renommée internationale, sur plusieurs projets. Il a ensuite travaillé pour Aerojet-General Corp. de 1953 à 1971, principalement en tant que rédacteur technique. Son dernier poste chez Aerojet était celui de chef, spécialiste des données techniques, section des services

d'ingénierie, division d'ingénierie, opérations de fusées liquides. Parmi les projets sur lesquels il a travaillé chez Aerojet, on trouve les moteurs-fusées à carburant liquide pour les missiles Bomarc, Nike-Ajax, Titan-I et II, les moteurs du projet Gemini, le module de service Apollo et le moteur expérimental à oxygène/hydrogène liquides M-1.

En novembre 1971, à la demande du Smithsonian's National Museum (NASM), Aerojet a transféré George au NASM à Washington D.C. pour travailler sur une étude de faisabilité d'un musée aérospatial dans l'ouest des États-Unis. Ce projet avait en fait été lancé en 1970 par le Congrès américain par le sous-comité sur la science et l'aéronautique qui a conduit la NASA à fournir des fonds au NASM pour le projet de détermination du site d'un musée national permanent de l'air et de l'espace (À cette époque, le NASM était temporairement situé dans le bâtiment Arts and Industries de la Smithsonian Institution à Washington). L'étude de faisabilité en quatre volumes a été achevée avec succès dans les délais et remise au Congrès. Cependant, comme les choses se sont déroulées, le Congrès a finalement décidé d'approuver le financement de la conception et de la construction d'un tout nouveau bâtiment pour le NASM à Washington. De plus, l'inauguration devait avoir lieu en juillet 1976 pour commémorer le bicentenaire des États-Unis.

De 1974 à 1983, George a travaillé comme physicien à la National Science Foundation à Washington, où il a géré les programmes d'énergie

solaires, de recherche appliquée, d'ingénierie, de transfert de technologie et de sciences de l'information. Il a ensuite rejoint le ministère de l'Énergie (DOE), également à Washington, d'abord en tant qu'architecte et est devenu plus tard chef de projet du programme Building America du programme Building Technologies du Bureau de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables. George a pris sa retraite en 2011, après 35 ans de service fédéral.

Pendant ce temps, George a continué à rester actif dans la direction du RRI qui a obtenu des succès remarquables au sein de la communauté aérospatiale et, heureusement, ces activités sont bien documentées par George et d'autres dans divers articles historiques présentés aux congrès internationaux d'aéronautique (IAC).

L'une des premières réalisations notables du RRI a été la supervision par George du premier vol civil de fusée postale américaine après la Seconde Guerre mondiale en 1947. Le lancement du RRI a été filmé comme un film d'actualités RKO-Pathé qui a été présenté dans divers théâtres aux États-Unis. Également en 1947, le RRI a effectué certains des premiers tests américains avec des propulseurs de fusée hybrides. Plus tard, en 1973, ils ont commencé leur premier programme de test de propulsion à carburant liquide. Au fil des ans, la promotion et l'enseignement de la sécurité dans les expériences de fusées pour les jeunes ont reçu la plus grande attention de la part du RRI, grâce aux conseils de George. Ainsi, en 1957, à une époque précoce de l'ère spatiale où de nombreux accidents se sont produits lorsque des jeunes de nombreux pays ont mené leurs propres expériences de fusées sans surveillance, le RRI a créé le National Rocket Safety Program (NRSR). Le NRSR a aidé à fournir des conseils aux étudiants, en coopération avec l'industrie, les agences gouvernementales, les éducateurs et les parents pour la supervision de l'étude sûre de la fusée à partir de projets universitaires de niveau primaire de troisième cycle. Il

s'agissait d'un service gratuit couvrant les sciences spatiales des étudiants et la fusée supervisée à partir de projets universitaires de niveau primaire de troisième cycle.

Dans les années 1960, George a établi des liens avec l'Agence spatiale nationale française, le Centre national d'études spatiales (CNES), et le RRI a ainsi travaillé à la création du groupe d'étude sur la sécurité dans les expériences de fusées pour les jeunes (SYRE) en tant qu'adjoint du comité d'éducation de l'IAF. Les membres du SYRE ont ainsi tenu leur première série de conférences présentées au 20<sup>e</sup> Congrès de l'IAF en 1969 et les sessions du SYRE ont été présentées dans plusieurs autres pays depuis lors. En 1968, le RRI lui-même est devenu membre institutionnel de l'IAF.

Dès ses débuts, le RRI a également cherché à promouvoir la sensibilisation du public par le biais de programmes de sensibilisation, concernant à la fois la fusée et les vols spatiaux, par le biais de ses conférences et de ses publications comme sa lettre d'information Space Advocate qui met en lumière les actualités de l'industrie aérospatiale, les informations et les activités du RRI auprès d'un réseau d'éducateurs et de leurs étudiants.

Membre de longue date de l'IAF, George a été élu membre en 1986 de l'Académie internationale d'aéronautique (IAA). Il est également devenu membre émérite de l'American Association for the Advancement of Science (AAAS), membre associé et membre émérite de l'American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA), président du comité d'histoire de l'American Astronautical Society de 1971 à 1973, et pendant plus de 25 ans, président du SYRE.

Pour ses nombreuses et longues réalisations dans le domaine des fusées et de l'aéronautique, George a reçu de nombreuses distinctions, dont une plus tôt cette année, le prestigieux Distinguished Service Award de l'IAF. Il manquera sûrement beaucoup à tous ceux qui l'ont connu et qui ont toujours appris de lui.

**76TH INTERNATIONAL ASTRONAUTICAL CONGRESS SYDNEY**  
IAC2025.ORG

**SUSTAINABLE SPACE: RESILIENT EARTH**  
29 SEP - 03 OCT 2025, SYDNEY, AUSTRALIA

ORGANIZED BY: IAF  
HOSTED BY: SIAP  
CO-HOSTED BY: NSW  
SUPPORTED BY: IAA, ISAC



## Georges Estibal (14/8/1934-28/10/2024)

Né à Sainte-Colombe-de-Villeneuve (Lot-et-Garonne), il termine l'Ecole Nationale Supérieure de l'Electronique et de ses Applications (ENSEA) de Cergy-Pontoise en 1958 et entre à la compagnie des compteurs de Montrouge avant d'être ingénieur d'essais au CIEES de Colomb-Béchar en 1959/62. Puis il entre à Matra en 1963 : ingénieur Espace en 1963/69, chef du département Espace en 1969/75, directeur commercial en 1975/80, adjoint en 1980/86, puis directeur général de Matra Espace en 1986/89, directeur général de Matra Marconi Space (MMS) en 1990/96, administrateur de Satcom International en 1980/89, d'Arianespace en 1981/95, de MMS en 1989/95, président d'Intespace en 1992/96, directeur général de la Cité de l'espace en 1996/97 (Semecel), puis Président à partir de 1997. Il a été Président-fondateur des Amis de la Cité de l'espace et était Président d'honneur. Il a été adjoint au maire de Toulouse (Douste-Blazy puis Moudenc) et délégué de la Mairie de Toulouse



photo : Les amis de la Cité de l'Espace

Cérémonie des 50 ans du lancement de A-1 le 26/11/2015 à Toulouse.

à la Communauté d'agglomération du Grand-Toulouse en 2001/2008. Il était membre Académie de l'air et de l'espace en 2000, membre émérite AAAF en 2002, Membre de l'Académie Internationale d'Astronautique (IAA), membre de l'IFHE depuis sa création en 1999. Il était Officier de l'ordre national du Mérite, et il a reçu la médaille de l'aéronautique, la médaille d'or de la ville de Toulouse.

## Evgueny Pavlovitch Velikhov (2/2/1935-5/12/2024)

Né à Moscou, il termine l'Université de Moscou en 1961 et entre à l'institut à l'énergie nucléaire Kourchatov (IAE). En 1962, il part à la filiale de Troïsk (TRINITI) où il s'occupe de la conversion directe de l'énergie par convertisseurs de plasma thermoélectriques et générateurs MHD. Il passe son doctorat en 1964 et commence à enseigner en 1968. Il est élu membre-correspondant de l'Académie des sciences en 1968, puis académicien en 1974. Il dirige la création de générateurs MHD à ergols solides (avec le NII-125/NPO Soyouz) pour les lasers CO2 de haute puissance (générateurs de 10 à 1000 MW pendant 1 à 100 sec) développés dans le cadre de la Guerre des Etoiles en 1967/85. En 1971, il est directeur du TRINITI et adjoint de l'IAE. Il s'occupe alors de physique des plasmas et de la fusion thermonucléaire contrôlée. En 1973, il succède à L.A.Artsimovitch au



Conseil international de fusion de l'AIEA. Il développe un générateur MHD (500 MW pendant 10 sec) pour le Tokamak. Il reçoit alors le prix d'Etat en 1977, le prix Lénine en 1984, la médaille de Héros du travail socialiste en 1985. En 1988/92, il prend la direction de l'IAE. Puis il est président du RNTs

Institut Kourchakov en 1992/2015, vice-président de l'Académie en 1978/96, académicien-secrétaire des systèmes de calcul et de technologie de l'information en 1985/90, président du sous-comité pour les forces armées du Soviet Suprême en 1989/91, membre du conseil de défense en 1996/98, membre du conseil de sécurité en septembre 1999. En 2002, il reçoit le prix d'Etat pour la séparation laser des isotopes. En 2010/2012, il est président du Conseil du programme international ITER. Il est Héros de Russie en 2020.

## Pierre Morel (1933-14/10/2024)

Né en 1933 d'une famille très modeste, il fut reçu second (Sections "Sciences") en 1952 à l'Ecole Normale Supérieure (ENS). Il achève alors ses études supérieures à l'Université de Paris, est reçu à l'agrégation de Sciences Physiques et séjourne ensuite pendant cinq ans aux Etats-Unis comme attaché scientifique à l'Ambassade de France. Il poursuit en même temps les études qu'il avait commencées en France sous la direction du Professeur Aigrain et se spécialise plus étroitement, sous la conduite du Dr P-W Anderson des Bell Telephone Laboratories, dans l'étude des systèmes quantiques à grand nombre de particules. Il obtient son Doctorat ès Sciences pour un mémoire sur l'isotope 3 de l'Hélium. En 1963, il devient, jusqu'à 1964, directeur des programmes du Cnes. Il est directeur adjoint du service d'Aéronomie du Cnrs et maître de conférences à la Faculté des Sciences de Paris. Il est lauréat du Concours général et membre de l'American Physical Society ainsi que de l'American Geophysical Union. Il est le fondateur du Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD) de Paris VI, ENS, Cnrs, en 1968. Entre autres éminentes fonctions, il a été directeur général du Cnes en charge de la science et de la technologie (1975-1982), puis directeur du programme de recherche International sur le climat mondial (1982-1994). De 1995 à 2000 il a été "Visitor Senior Scientist" au Quartier Général de la NASA. Il est aussi un ancien secrétaire général du programme mondial de recherche sur le climat.

En 1990, il a publié "Gros Temps sur la planète", écrit avec Jean-Claude Duplessy.

### **Hommage de Jean-Louis Fellous intégré au livre de l'IFHE qui sera publié en mars 2025 :**

Arlène Ammar-Israël, qui fut responsable au CNES des programmes d'exploration du système solaire, rapporte qu'en tant que Directeur Général Adjoint du CNES, Pierre Morel eut en particulier la charge de la première mission cosmonautique française à bord de la station MIR. Sous son impulsion, le vol gratuit d'un cosmonaute français, Jean-Loup Chrétien, fut transformé en vol scientifique et il eut la lourde tâche de négocier avec les Soviétiques l'ajout d'un vaisseau supplémentaire Progress nécessité par une charge utile scientifique ambitieuse. Ce qu'il obtint non sans mal !

En plus de ses multiples activités, Pierre Morel a toujours réservé une part à l'enseignement. Il a enseigné à la Faculté des Sciences, à Paris, puis à Université



Paris 6, quand la Faculté s'est scindée entre Paris 6 et Paris 7. Ce qui frappait avant tout chez Pierre Morel était sa vision scientifique très large, mais aussi sa personnalité forte et volontaire, parfois clivante.

Les membres du comité éditorial de ce livre, dont il avait accepté en 2016 de rédiger la préface, lui sont à un titre ou à un autre redevables de l'orientation de

leur carrière scientifique. Ainsi, Jean-Louis Fellous se souvient qu'entré en 1964 à la Faculté des sciences de Jussieu avec le projet de faire des études de chimie, il doit aux cours de physique enthousiasmants de Pierre Morel d'avoir changé son fusil d'épaule. Marie-Lise Chanin se souvient du dilemme qu'elle lui a posé en lui proposant avec insistance d'accepter de créer, dans le cadre du PMRC, le programme SPARC qui introduisait une composante chimique liée à l'ozone dans un programme exclusivement dévolu à la Physique Mathématique. Cela lui fut très difficile. Jean-Claude André, dont Pierre Morel avait dirigé sa thèse en 1976, y ajoute les nombreuses escarmouches (pour ne pas dire plus) qu'il eut avec Thomas Rosswall, pilote du nouveau programme rival IGBP, autrement nommé « Global Change », pour garder les questions liées au CO<sub>2</sub> et au cycle du carbone le plus longtemps possible en dehors du PMRC. Guy Duchossois, qui l'a côtoyé dans les débuts des programmes d'observation de la Terre de l'ESA, rappelle que Pierre Morel a fortement contribué à l'adoption de la politique des données des missions ERS et suivantes, politique d'accès ouvert, libre et gratuit, au bénéfice de la recherche scientifique sur le climat. Alain Ratier se souvient d'une conversation singulière, au pied du siège de la NASA, où Pierre, n'étant pas américain, ne pouvait recevoir un visiteur étranger. Dans un jugement aussi péremptoire que provocateur, il avait estimé que l'innovation en observation de la Terre était l'apanage de la NASA. Evoquée comme contre-exemple, la mission lidar Doppler étudiée par l'ESA, était pour lui vouée à l'échec avec un laser infrarouge, mais l'ultraviolet, proposé à la NASA pour expérimentation sur le Shuttle, méritait d'être étudié... On sait que l'ESA abandonna finalement l'infrarouge et fit d'Aeolus une première mondiale. Philippe Waldteufel garde le souvenir de quelqu'un doté, notamment, de capacités d'exposition et de synthèse remarquables, et l'impression que dans l'ensemble, « nous-mêmes et nos projets en avons profité ».



## Boris Vassilievitch Tcherniatiev (12/1/1934-28/10/2024)

Né à Kotelnitch dans la région de Kirov, il termine l'institut d'aviation de Moscou en 1957, puis entre à l'OKB-256 de P.V.Tsybine à Douna (avions RSR, NM-1). En 1959/61, il passe à l'OKB-52 de V.N.Tchelomeï où il travaille sur le missile naval Ametist. En juillet 1961, il passe à l'OKB-1 de Koroïev où il travaille sur des programmes spatiaux. En 1974/94, il est constructeur principal adjoint pour l'étage supérieur Bloc-DM de la fusée Proton. En 1974/75, sous la direction de V.P.Glouchko, il a élaboré le «Programme complet à long terme» pour NPO



Energiya et un programme habité pour l'exploration lunaire basé sur les lanceurs Energiya et Vulcan. En 1977/80, il a été le premier adjoint du projet Energiya-Bourane. En 1994/98, il travaille chez Gazkom (satellite de télécom Yamal), en 1998/1999 au KB Saliout du centre Khrounitchev (étage Breeze), en 1999/2000 chez ZAO Pliot, en 2001/2004 au Centre de technologie et de systèmes d'information spatiales, et en 2004/2006, il dirige Glavcosmos, filiale de Roscosmos. Il était candidat es sciences techniques en 1974, prix Lénine en 1986.

## Jean-Pierre Sanfourche (12/3/1935-16/11/2024)

Né à Paris, il termine l'Ecole de l'Air (EA 54) et devient Officier-mécanicien dans l'armée de l'Air de 1958 à 1969 : il est successivement Officier-mécanicien à l'escadron 3/12 de la 12<sup>e</sup> Escadre de chasse (Cambrai 1958) ; Officier mécanicien de l'Escadrille d'Aviation Légère d'Appui 5n2 en Algérie (1959/60) ; Chef de division à la Base-Ecole de Rochefort (1960/63) ; Ingénieur stagiaire au Service d'Aéronomie du CNRS, dans le cadre de l'EMSST (Enseignement Militaire Supérieur Scientifique et Technique) (1963/66) ; Responsable des programmes d'essais de missiles tactiques au Centre d'Essais des Landes (1966/69). Il est Docteur-Ingénieur de l'Université de Paris en 1968. En 1969, il est placé en service, détaché auprès du Centre Spatial de Toulouse où il sera successivement Chef de projets Fusées-Sondes en 1969/72, Chef Adjoint de la Division Fusées-Sondes de 1972/75, puis Chef Adjoint de la Division Missions Scientifiques de 1975/76. En 1976, il entre à l'ESA où il exerce les fonctions de Chef de Projet "Première charge utile



du Spacelab" en 1976/81. En 1981, il intègre le Groupe Philips où il est successivement Responsable du Contrôle de Gestion à la Sodern de 1981/85, puis Attaché à la Direction Générale de TRT de 1985/88. En 1988, il entre à la CSEE (Compagnie de Signaux et d'Équipements Electroniques) où il exerce les fonctions de Directeur du Contrôle de Gestion en 1988/92. Il est Rédacteur en Chef de la Nouvelle Revue d'Aéronautique et d'Astronautique en 1992/98, puis devient Rédacteur en Chef de la Revue Air & Space Europe en 1999/2001. Il est Directeur Délégué de l'AAAF et Rédacteur en Chef de la Lettre Mensuelle "Aéronautique & Astronautique" en 2002/2004. Il était dernièrement rédacteur en chef de la Lettre 3AF ainsi que du magazine AEROSPACE EUROPE du CEAS (Council of European Aerospace Societies). Il était Lieutenant-colonel de l'Armée de l'air, titulaire de la Croix du Combattant. Il avait reçu la médaille du Cnes, la médaille de bronze de l'AAE. Il était membre émérite de 3AF en 2002 et chevalier de l'Ordre National du Mérite.

## Robert Dautray (1/2/1928-20/8/2023)

Né à Paris d'une famille juive émigré en France en 1902, son père (Kouchelevitz) est déporté à Auschwitz tandis qu'il part avec sa mère dans le Gard. Il passe son bac en 1944, puis retourne à Paris. Major des Arts&Métiers en 1945, puis de l'école polytechnique (X49), il entre au CEA de Saclay. En 1967, il dirige le développement de la bombe H



française (test réussi du 24/8/68). Directeur scientifique du CEA, il contribue au développement des applications civiles de l'atome. Il est haut-commissaire à l'énergie atomique en 1993/98. Il fut président du comité des programmes scientifiques du Cnes. Il était académicien en 1977, Grand croix de la Légion d'honneur en 2007.



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



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



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



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



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



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

### BON DE COMMANDE

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

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

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

<b>La France et l'Europe spatiale</b>	12 € (+3 € port) =	15 € x _____ = _____
---------------------------------------	--------------------	----------------------

**Règlement par chèque à l'ordre de l'IFHE**

NOM : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_  
 Fonction : \_\_\_\_\_  
 adresse : \_\_\_\_\_ code postal : \_\_\_\_\_ ville : \_\_\_\_\_