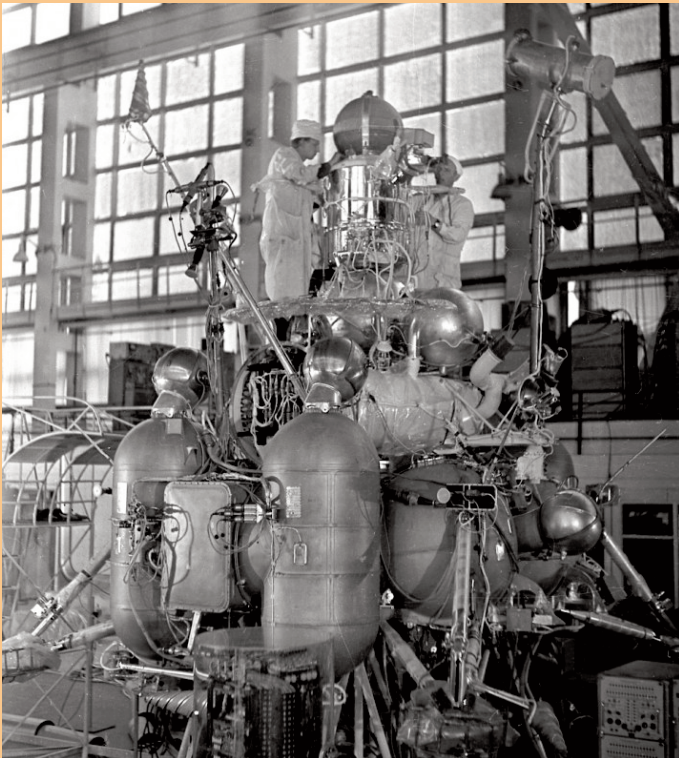
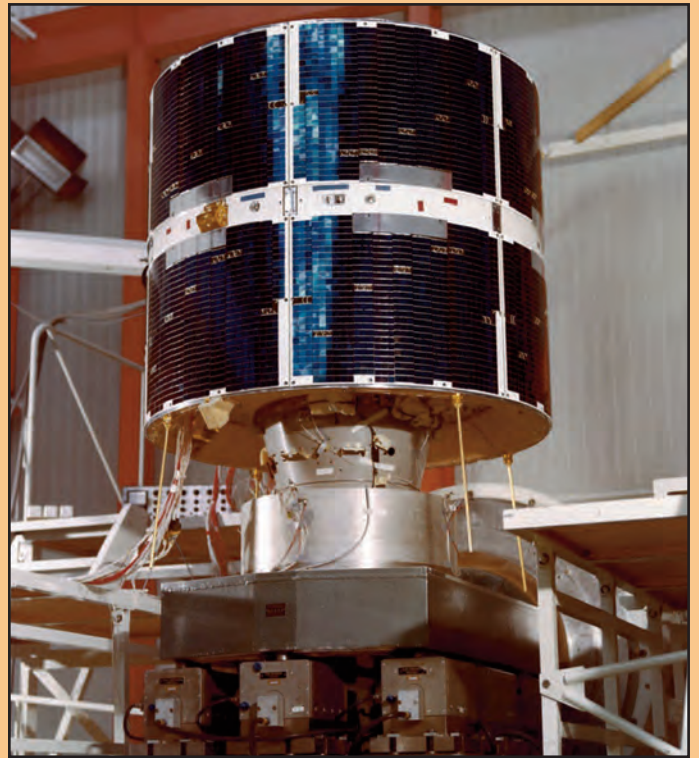


ESPACE & TEMPS

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



50 ANS LUNA-16 ET LUNOKHOD-1



45 ANS DE COS-B



BLACK ARROW



CORA

IFHE

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

L'institut Français d'Histoire de l'Espace (IFHE) est une association selon la Loi de 1901 créée le 22 mars 1999 qui s'est fixée pour 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-présidents.....Jacques Simon
 Trésorier.....Pierre Bescond
 Secrétaire général.....Jean Jamet
 Administrateurs...Christian Lardier, Alain Lebourg,
 Jean-Louis Fellous
 Représentant du CNES.....**Brice Lamotte?**

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, Patrice Lille, Jean-Jacques Serra.

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.

Chers amis,

Vous avez en main le dernier numéro d'Espace & Temps. Ce numéro est le fruit de l'investissement de Christian Lardier, président de notre association pendant 12 ans et aujourd'hui membre du Conseil d'administration, qui a su, grâce à son énergie et son volontarisme, motiver quelques membres de l'IFHE pour que ce numéro existe. Je tiens ainsi à remercier Jean-Jacques Serra et Patrice Lille pour leur contribution.

Malgré la crise sanitaire qui persiste, l'IFHE se doit de continuer d'aller de l'avant. Nous avons pour objectif d'organiser l'assemblée générale le 18 novembre 2020. Je vous rappelle que cette assemblée est essentielle pour la vie de notre association car elle doit renouveler l'ensemble du conseil d'administration et des responsabilités au sein du bureau.

Je profite de cette tribune pour vous exhorter à vous porter candidat à un poste d'administrateur et à une fonction au sein du bureau. L'IFHE a besoin de vous pour être mesure d'assumer la mission qu'il s'est donnée à sa création et que ses nouveaux statuts ont confirmée.

Je vous souhaite de passer un agréable moment de lecture avec cette nouvelle mouture d'Espace & Temps.

Portez-vous bien.

Yves Blin, Président de l'IFHE

Errata concernant l'article «Il y a 50 ans, Diamant B, le lanceur qui a ouvert la voie à Ariane» :

Dans le Bulletin précédent (n°27, juin 2020), nous avons rendu hommage à Diamant B et à ses «pères». La démarche était principalement de montrer dans quel contexte ce lanceur a été décidé, réalisé et développé, jusqu'à son premier tir. L'article a été salué par certains d'entre vous et je tiens à les remercier chaleureusement. Toutefois, et ce n'est pas excusable, quelques erreurs ou malentendus se sont glissés dans l'analyse :

- A propos des coopérations et des fusions entre les sociétés, il est écrit en note 38, page 15 : «Créée en 1958, la société Nord-Aviation (ancienne SNCAN) était un acteur important dans la conception de missiles en France et elle avait rejoint en 1959 la SEREB (...)». L'emploi du mot «rejoint» a jeté la confusion. Nous voulions dire que Nord-Aviation «apportait ses compétences» à la SEREB et non pas qu'elle fusionnait avec elle. Notre maladresse est d'autant plus grande que le mot «rejoint» a été réemployé notamment en note 41 pour Matra. Rappelons que la SEREB a été créée en septembre 1959 par l'Etat qui en a fait son mandataire pour la force de dissuasion, car aucune société à l'époque ne pouvait le faire. La SEREB a néanmoins fait appel à des sociétés qui avaient des compétences et qui l'ont rejoint en tant qu'actionnaire : Nord-Aviation, Sud-Aviation, SEPR, SNECMA, Dassault, MATRA, CEA, ONERA.

Quant aux fusions, elles interviennent un peu plus tard en 1969-1971, comme nous le soulignons d'ailleurs en page 11.

- Enfin, il nous a également été fait le reproche de ne pas avoir tenu compte du témoignage d'autres acteurs. Nous en sommes bien conscient, néanmoins le contexte du confinement et la commande tardive de l'article n'ont pas permis de le faire.

Philippe Varnoteaux

Les fusées antiaériennes françaises de la première guerre mondiale

Jean-Jacques Serra, membre de l'IFHE

Quand la guerre débute en 1914, tout le monde pense qu'elle sera courte en raison de la puissance des armes dans chaque pays. Mais rapidement, elle va changer de nature, avec des tactiques et des armes nouvelles, et s'installer dans la durée. L'utilisation des aéronefs, qu'il s'agisse de ballons au début puis d'avions, se généralise, d'abord pour l'observation et la reconnaissance, puis pour la chasse et le bombardement. La guerre de tranchées voit apparaître des projectiles d'artillerie nommés "torpilles aériennes", mais ces engins ne sont pas autopropulsés et n'ont rien à voir avec des fusées. Les seules fusées utilisées par l'Armée pendant cette période seront les fusées à signaux et les fusées éclairantes. Par contre, l'Aéronautique va expérimenter plusieurs systèmes de fusées antiaériennes et en utiliser certains en opération **1**. Dans un premier temps, il s'agira de fusées civiles adaptées à cette nouvelle fonction et, dans un second temps, de fusées spécialement étudiées pour augmenter leur portée et leur précision.

Fusées civiles réquisitionnées ou converties

En 1912, la Société centrale de sauvetage des naufragés avait entrepris de remplacer tous les canons porte-amarre par des fusées alliant une portée supérieure à une plus grande simplicité de maniement. Ces fusées à double charge propulsive, inspirées de la fusée britannique Boxer, pouvaient porter à 350 m de distance une amarre de 12 mm de diamètre. Quand la guerre survient, la fabrication est suspendue et le matériel déjà construit en grande partie réquisitionné pour le service des tranchées **2**.

Dès le mois de mars 1915, l'emploi de fusées paragrêles avait été proposé par Henri Guerre pour protéger Paris contre les avions et les dirigeables allemands **3**. Les fusées étaient groupées par faisceaux de six et lancées ensemble depuis le sol jusqu'à des altitudes de l'ordre de

1.000 à 2.000 mètres. Le projet n'a pas été retenu par la Section technique de l'aéronautique (STAé), même si l'idée est réapparue de temps en temps jusqu'à la fin de la guerre **4**.

Par contre, ce type de fusées a été utilisé avec succès en tant qu'arme antiaérienne lancée depuis avion à l'initiative du lieutenant de vaisseau Le Prieur **3**.

Fusées Le Prieur

Entré à l'École Navale en 1902, Yves Le Prieur **5** effectue son premier service à la mer en

Extrême Orient de 1905 à 1907. Il séjourne ensuite au Japon jusqu'en 1911, où rentré en France, il intègre l'École des officiers-canonnières. Il développe alors plusieurs dispositifs

de visée et de navigation, pour applications maritimes et aériennes.

En 1916, Le Prieur fait adopter, pour l'attaque des drachens et des zeppelins, des fusées simples et légères fabriquées par la société Ruggieri. Leur cartouche en carton, de 57,5 mm de diamètre extérieur et 39 mm de diamètre intérieur, est chargée de 200 g de poudre noire comprimée. La mise à feu est déclenchée par le pilote à l'aide d'un allumeur électrique de la Société française des munitions. Ces fusées sont stabilisées par une baguette latérale en bois d'environ 2 m de long, simplement insérée dans un tube fixé sur les mâts de la voilure et incliné à 17,5° vers le haut. Leur poussée est d'environ 30 kg, leur vitesse au départ de l'ordre de 100 m/s. La distance d'attaque favorable est estimée à 300 mètres **6**.

Deux modèles, désignés par l'initiale de leur cible (Z pour Zeppelin et D pour Drachen) ont été employés opérationnellement. Deux autres modèles (S et F), spécialement destinés à la lutte contre les avions, n'ont pas été mis en service.

La première démonstration devant le président Poincaré et le ministre de la Guerre a lieu le 4 février 1916, et dès le 22 mai, lors de la première

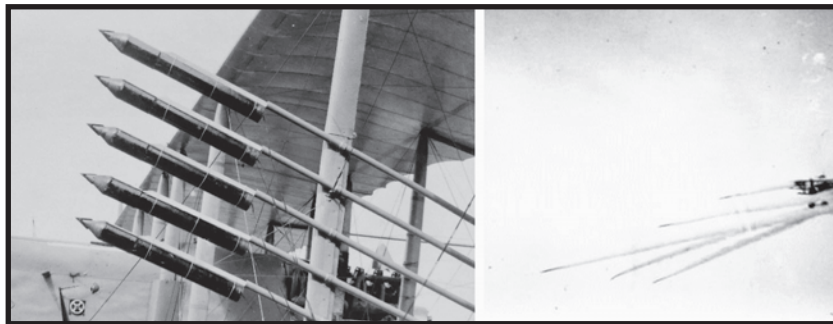


Figure 1: Fusées "Le Prieur" (à gauche), salve de fusées (à droite)

utilisation en opération à Douaumont, une escadrille de 8 avions Nieuport détruit 6 Drachens allemands. En tout, 50.000 fusées et 450 systèmes de lancement ont été produits pendant la guerre. Malgré leur tir assez irrégulier, 50 ballons et deux avions ont été détruits par des fusées Le Prieur avant leur retrait au profit de mitrailleuses à balles incendiaires.

Ces fusées, qui n'avaient pas été conçues comme un matériel militaire souffraient de problèmes de fiabilité. Différents problèmes ont été reportés par les officiers pyrotechniciens : étiquetage erroné, emballage défectueux, et surtout un défaut de contrôle de la production. Ceci a conduit les services officiels à lancer l'étude de fusées antiaériennes développées par, ou sous le contrôle, de l'Ecole Centrale de Pyrotechnie.

L'Ecole Centrale de Pyrotechnie (ECP)

L'Ecole Centrale de Pyrotechnie, transférée de Metz à Bourges en 1870 **7**, était l'établissement français chargé, entre autres, de maintenir la compétence dans le domaine des fusées de guerre quelles que soient leurs applications.

La plus grosse fusée de guerre mise en service par l'Armée française au XIXe siècle était la fusée de 12 (12 cm de diamètre) **8**. Ces fusées, qui pesaient 38,1 kg sans leur armure, comportaient un cartouche de 1,12 m de long et une baguette centrale à 5 cannelures longue de 1,50 m. Leur portée allait de 2.400 à 7.000 m selon la charge militaire (jusqu'à 60 kg) dont elles étaient équipées **9**. L'apparition du canon à tube rayé avait fait disparaître les fusées de guerre de l'arsenal français à partir de 1872.

Plus tard, le capitaine Louis de Place, dans les années 1886-1891 **10**, puis Eugène Turpin en 1894-1895 **11** avaient proposé, sans grand succès, des améliorations à ce type de fusées.

Les fusées Sautereau du Part

Polytechnicien (X1879), Ernest Félix Sautereau

du Part **12** est affecté à l'ECP en 1903 et devient membre de la Commission d'expériences de Bourges l'année suivante. Il est ensuite nommé directeur du cours supérieur technique de l'artillerie en 1911, puis adjoint au général directeur de l'artillerie au ministère de la guerre en 1914. Promu colonel en 1916, il est nommé directeur de l'école d'application de l'artillerie de Fontainebleau.

C'est en 1916 que le colonel Sautereau du Part entreprend de relancer des travaux sur les fusées de guerre, dont la fabrication était abandonnée depuis plusieurs décennies. Les études entreprises, avec l'aide du commandant d'Alès, comportent différents types d'essais, balistiques mais aussi chimiques afin d'optimiser la composition de la poudre.

Différentes applications sont envisagées **13** :

- pour l'aéronautique (artillerie d'avions et d'hydravions) ;
- pour l'armement des navires de commerce ;
- pour la signalisation à longue distance des navires de guerre ;
- pour la défense contre avions, et la possibilité de constituer des barrages aériens.

Ces dispositifs constitués d'un tube de lancement et de la fusée elle-même sont particulièrement facile d'emport et d'usage.

Les travaux commencent par la reconstitution et l'amélioration de la fusée de calibre 6 modèle 1862. La stabilisation de la fusée n'est plus assurée par une baguette axiale mais par un empennage hélicoïdal.

Note : En 1933, des fusées de 6

stockées à l'Atelier de Pyrotechnie du Bouchet ont été chargées en composition éclairante et testées par la Commission d'Expériences de Bourges **14**.

Aux anciens calibres viennent s'ajouter deux nouveaux calibres de 4, puis 3. Ce premier calibre (en réalité 44 mm) sera celui de la fusée-torpille essayée et mise en service **15** par l'aviation du camp retranché de Paris.

Principales Caractéristiques des Fusées de Guerre.

	Fusée de 3	Fusée de 4	Fusée de 6	Fusée de 9
Calibre du cartouche	30 m/m	44 m/m	60 m/m	90 m/m
d° de l'obus	52	75	105 à 120	160 à 210
Poids de poudre (charge militaire)	220 gr.	600 gr.	1700 gr.	7.000 gr.
Poids de l'obus chargé	800 gr.	1200 gr.	3 ^k 5 à 4 ^k 5	10 ^k à 12 ^k
Poids de la charge utile de l'obus (Explosif, composition incendiaire, éclairante)	300 gr.	900 gr.	2 ^k et 2 ^k 5	4 ^k et 7 ^k
Poids total de la fusée	1240 gr.	2800 gr.	6 ^k 5 à 9 ^k 5	27 ^k
Portée maxima.	1200 M.	1800 M.	3500 ^m à 2800 ^m	4500 ^m à 3500 ^m
Longueur de trajectoire sans vent.	600 m.	800 m.	1000 m.	
Altitude atteinte en tir vertical.	800 m.	1200 m.	2000 m.	3.500 m.
Vitesse moyenne (environ)	290	250		
Poids du tube de lancement	5 ^k 5	12 ^k 5	30 ^k 5	
Poids du rail de lancement	1 ^k 500	2 ^k 5	9 ^k 5	30 ^k 5

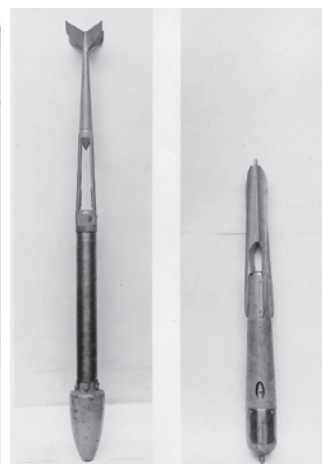


Figure 2 : Caractéristiques des fusées de guerre (à gauche) et exemples de réalisations (à droite). [Collection L. de Loitière]

servi de base au développement de fusées air-air de conception nouvelle **27**. Ce projectile était constitué d'une enveloppe empennée, en tôle mince, ayant la forme d'une bombe d'avion (voir fig. 6), dans lequel était placé une fusée assurant sa propulsion.

La fusée d'artillerie et la pyrotorpille de 75

Après l'abandon de la fusée de 44 mm, les lieutenants Bosc et Roux étudient une fusée de 30 mm, désignée "fusée d'artillerie" 1. Le cartouche de cette fusée mesure 30 mm de diamètre intérieur et 225 mm de long. Il est chargé d'un mélange de pulvérin et de poudre de mine lente comprimé à 1700 kg/cm². Ce cartouche est prolongé à sa partie inférieure par une tuyère conique d'environ 90 mm de long. C'est dans cette tuyère que se loge le dispositif de mise à feu qui est expulsé dès que la charge de la fusée commence à brûler.

Cette "fusée d'artillerie" de 30 mm est placée à l'intérieur d'une enveloppe de forme aérodynamique dotée d'un empennage. Le projectile ainsi obtenu est appelé "Pyrotorpille de 75".

La mise au point de la fusée et du projectile, à partir de juillet 1917, a comporté plusieurs aspects :

- recherche de la composition optimale du mélange fusant (rapport pulvérin / poudre lente de 1/3 à 2/1), de l'épaisseur de la tôle du cartouche (de 1,0 à 1,5 mm), du diamètre de l'évent (de 10 à 12 mm) de manière à obtenir une poussée élevée sans risque d'éclatement.
- évaluation de l'effet de la tuyère et de sa longueur sur la poussée de la fusée.

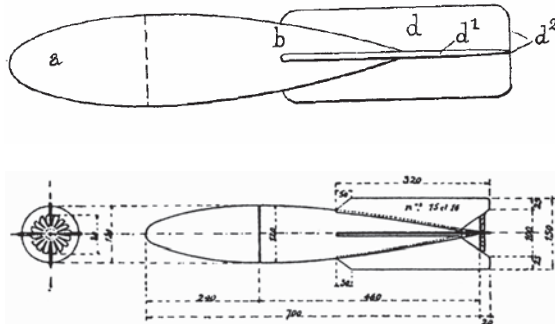


Figure 6 : Illustration du brevet n°512515 (à gauche) et bombe Gros-Andreau de 120 mm (à droite)

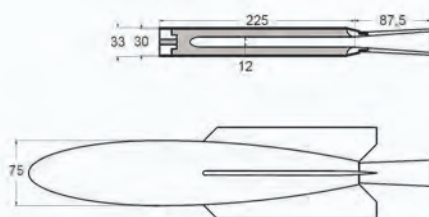


Figure 7a : Fusée de 30 et Pyrotorpille de 75 (d'après dessin manuscrit de la ref. 1)



Figure 7b : SPAD VII avec dispositif lance-fusées (noter les tuyères qui dépassent à l'arrière)



Figure 8 : SPAD XIII avec tubes lance-torpilles

Tirées sous un angle de 25°, ces fusées ont une portée moyenne de 870 mètres. L'envergure de l'empennage étant supérieur au diamètre du maître-couple du projectile, ces fusées ne pouvaient pas être lancées depuis un tube cylindrique. Elles étaient apparemment tirées d'une rampe de section rectangulaire.

Ces projectiles ont été expérimentés au Bourget en 1917, en présence de Henri Baleyguier, attaché à l'état-major du maréchal Foch. A la suite de ces essais, un lot de 20.000 fusées a été commandé mais leur fabrication n'était pas terminée au moment de l'Armistice, si bien qu'elles n'ont jamais été employées en opération **28**.

La torpille incendiaire de 60

Une "fusée d'artillerie" de 30 mm modifiée a été utilisée pour propulser des torpilles incendiaires de la STAé. Le cartouche, placée à l'intérieur d'une enveloppe empennée de 60 mm de diamètre, est allongé jusqu'à 10 ou 12 calibres, soit 300 ou 360 mm. Le premier modèle, sans tuyère, est chargé de 252 g de poudre et délivre une poussée de 96,9 kg. Le second, avec tuyère, emporte 267 g de poudre, et fournit une poussée de 102,5 kg **1**.

Note : En 1918, le même type de projectile a été testé en tant que fusée éclairante

pour le jalonnement des terrains d'atterrissage. Il était pourvu d'un empennage hélicoïdal et sa fusée de 30 avait un cartouche de 275 mm de long **29**.

Fusées Marcel Riffard

Quand la guerre commence, Marcel Riffard **30** est déjà un ingénieur aéronautique reconnu. Il est mobilisé au 38^e d'artillerie jusqu'en mai 1916 avant d'être affecté au camp retranché de Paris. Le 1^{er} mars 1917, il est transféré à Villacoublay pour y travailler en tant qu'ingénieur. En plus de son travail courant, Riffard étudie un projectile-fusée à stabilisation gyroscopique, un avion torpilleur à réaction directe, un avion blindé lance-flammes, etc. **31**

Le projectile-fusée sera réalisé par la maison Breguet et essayé en vol au Bourget sur un Breguet piloté par l'adjudant Verdier **32**. D'un calibre de 150 mm, ce projectile comporte un corps tournant entrant en frottement doux dans un tube monté sur un roulement à billes. La mise à feu de la charge propulsive est assurée au moyen d'un contact électrique. Pour vaincre l'inertie du tube à sa mise en rotation, deux moyens ont été étudiés : d'abord une série de petits trous orientés tangentiellement dans le fond du tube et dont la réaction provoque la mise en rotation, ensuite l'emploi d'une petite hélice pour vaincre l'inertie du tube. C'est cette version qui a été essayée par Verdier au Bourget, des vitesses de rotation de 8.000 tours/minute ont été obtenues.

Ce projectile n'était en fait qu'un élément d'un véritable système d'arme car il devait être lancé par un avion torpilleur, ou intercepteur, propulsé par un barillet de 48 fusées groupées en couronne autour du fuselage. Cet avion appelé RPD (Réaction Directe - Poudre), n'a jamais été construit.

On peut signaler une autre application de l'emploi des fusées étudiée par Marcel Riffard : le montage de fusées sur les mâts des avions mili-

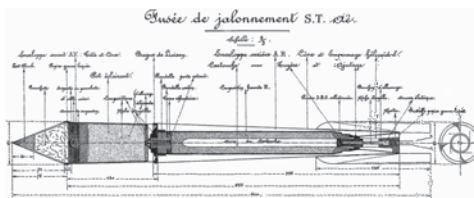


Figure 9 : Fusée de jalonnement STAé [ref. 29] Les réalisations par les civils

itaires (16 par mât) de manière à, soit améliorer le décollage, soit donner une capacité d'accélération pour le combat, soit enfin donner un appoint pour rejoindre ses lignes à un avion dont le moteur aurait été endommagé. Ces fusées ont été essayées au sol et avec des

résultats jugés satisfaisants.

Barrage aérien de Stéphane Passet

Nous avons vu que l'emploi de fusées par grêle pour la défense antiaérienne avait été proposé, sans succès, dès 1915.

Stéphane Passet (1875-1941) **33** a imaginé un dispositif de défense aérienne qui sera breveté en 1917 **34**. Il s'agit d'un dispositif permettant de déployer en l'air des câbles suspendus à des parachutes pour créer des barrages aériens. Ces dispositifs peuvent être largués par des avions ou tirés à l'aide de canons ou de fusées **35**.

L'industrialisation est confiée à la société Aster. Les expériences, qui débutent en mars 1918, concernent l'obus Robin de 75 et les fusées Sautereau du Part, de 60, 90 et 120 mm **36**. La fusée de 60 doit pouvoir emporter un câble de 50 m de long à 2.500 m d'altitude, celle de 90, un câble de 200 m à 4.000 m d'altitude et celle de 120, un câble de 250 m à 6.000 m d'altitude. Quelques centaines de dispositifs ont été commandés par la Direction des fabrications de l'Aviation et en partie livrés mais ils n'ont apparemment jamais été mis en service.

Poudres non conventionnelles

Toutes les fusées décrites précédemment employaient la poudre noire avec des dosages variables. Certaines formulations innovantes ont aussi été expérimentées pendant la première guerre **1**.

Poudre de Malloué

Félix-Armand Malloué (1872-1917) a proposé et fait expérimenter, à Maisons-Laffitte, une autre fusée de 30 mm munie d'une tuyère en 1916-1917. Cette fusée qui était placée à l'intérieur d'une torpille à

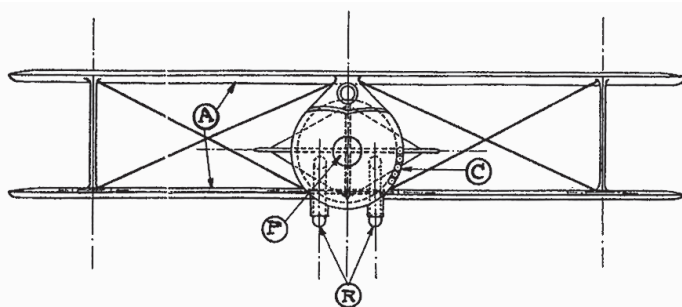


Figure 10 : Projectile Riffard (à gauche) et Riffard RPD vu de face (à droite) - (P indique la position du projectile-fusée, C celle de la couronne de fusées propulsives) - (Plus classiquement, A désigne les ailes et R les roues)

aillettes, était chargée d'une composition spéciale à base de coton poudre et de solvants **37**, le tout mélangé et comprimé sous forme de rondelles à 40 kg/cm². La charge, d'environ 200 grammes, était constituée par une pile de ces rondelles, les unes pleines, les autres annulaires, enfoncées à coup de maillet dans le cartouche et collées les unes aux autres. Les premiers essais de ces fusées ont donné de bons résultats, mais ils n'ont pas été poursuivis en raison du décès de Maloué. Par la suite, la technique consistant à décomposer la charge propulsive en une série de rondelles, pleines et annulaires, a été utilisée à l'ECP de Bourges.

Poudre de Lavère et Neuveglisse

En 1917, le capitaine Lavère et le lieutenant Neuveglisse de la poudrerie militaire du Bouchet ont proposé, pour charger les fusées, deux compositions à base de picrate d'ammoniaque, de nitrate de potasse et de gomme glycinée **38**.

Ces compositions ont été essayées, comprimées à 1700 kg/cm², pour le chargement de fusées de 30 mm type "artillerie" en tôle de 1,5 mm, munies de tuyères de 17 mm de diamètre au lieu de 12 mm. La première a donné une poussée d'environ 110 kg et la seconde une poussée de 125 kg.

Explosifs liquides

En France, les explosifs liquides ont été introduits au début des années 1880 avec la Panclastite (peroxyde d'azote + hydrocarbure) d'Eugène Turpin **39**. Mais, bien qu'il ait travaillé sur les fusées de guerre, Turpin n'a jamais envisagé l'emploi de liquides pour leur propulsion. Le premier à mentionner cet usage des explosifs liquides semble être l'opposant russe Alexandre Lavrenius résidant en France qui, accusé en 1890 de fabriquer des bombes à la Panclastite, déclara qu'il était en train de construire un moteur-fusée pour propulser les ballons **40**. Moins de dix ans plus tard, Pedro Paulet expérimentera son moteur-fusée à Panclastite dans les locaux de l'Institut de Chimie

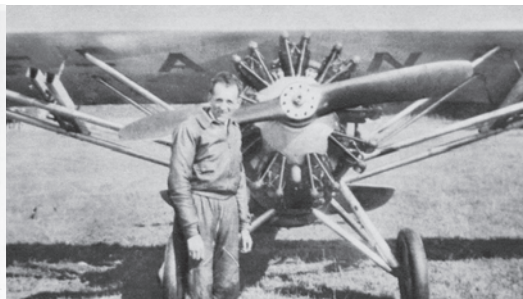
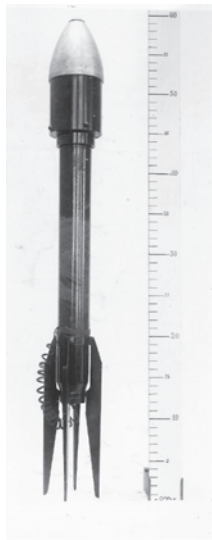


Figure 11 : Réalisations des années 1930 ; Fusée Sautereau du Part de 4 (à gauche) et essais en vol de pyrotorpilles Bory et Andreau depuis un GL25-B7 piloté par Jérôme Cavalli (à droite) - (noter les tubes de lancement à section carrée).

Appliquée à Paris avant que le directeur de cet Institut n'interdise tout essai avec des explosifs **39**.

Nous avons vu que la Panclastite a été utilisée pendant les deux dernières années de la guerre dans les bombes Gros-Andreau. Le mélange acide nitrique concentré plus carburant, connu sous le nom d'explosif de Sprengel, a également été expérimenté avec succès par Andreau fin 1918. Enfin, en 1917 à Puteaux, Bory a procédé à des expériences qui lui ont permis d'obtenir des forces de réaction atteignant 80 tonnes pour des tuyères dont le col avait un diamètre de 75 mm. Plus tard, il fera remarquer que même si «ces forces étaient de durée très faible, (...) leur grandeur ouvrait des perspectives extrêmement importantes en matière de propulsion par réaction **14**». Mais, en 1947, c'est pour une application dans le domaine des bouches à feu qu'il proposera ces explosifs liquides **41**.

Epilogue

A la fin de la guerre, tous les travaux sur les fusées antiaériennes sont abandonnés. Les civils sont démobilisés. Le général Sautereau du Part quitte l'armée quelques jours après l'armistice, l'ingénieur de 1ère classe Bory en janvier 1919.

Pendant les années 1920, seule la "fusée de jalonement" dérivée de l'ancienne "fusée-torpille" de 60 mm de la STAé fait l'objet d'essais réalisés par la Commission d'Expériences de Bourges **42**. Ces essais se dérouleront de 1920 à 1925.

Au début des années 1930, une campagne de presse repose la question des barrages aériens par "parachute et câble" de Stéphane Passet **43**. Aucune suite ne sera donnée. Curieusement, l'Amirauté britannique équipera ses navires mar-

chands d'un système analogue au début de la seconde guerre mondiale **44**.

En 1933, une série d'essais de fusées Sautereau du Part de calibre 6, stockées à l'Atelier de Pyrotechnie du Bouchet, est réalisée par la Commission d'Expériences

de Bourges **45**. Les tirs se déroulent de mars à août. Le Général Sautereau du Part et son ex-collaborateur Emile Bosc assistent aux essais. Bien qu'à la retraite, le général Sautereau du Part reprend alors ses études sur les fusées de **46**. Le contrat précise que 100 fusées seront livrées à l'Établissement d'Expériences Techniques de Bourges (ETBS) pour essais, par séries de 25, de façon qu'à la suite de chaque série d'essais l'inventeur puisse apporter des améliorations à l'artifice **47**. Ces travaux sont menés en collaboration avec les charbonnages du midi, dirigés alors par Emile Bosc, et la poudrière nationale de Saint-Chamas. Les essais se déroulent d'août 1934 à novembre 1935.

Vers 1935 précisément, Andreau et Bory relancent le projet de roquettes lancées d'avion avec l'aide de Charles Gourdou au sein de la Société Etudes et Contrôles Industriels (SECI) **48**. Ces nouveaux engins sont destinés à l'attaque des tanks et troupes à terre **49**. La première version est une évolution de la version de 1917: elle en conserve notamment un empennage d'envergure supérieure au diamètre du missile qui oblige à utiliser des tubes de lancement à section carrée **50**. Des pyrotorpilles construites sur fonds propres sont tirées d'un avion Gourdou-Leseurre, en présence de délégués de l'Aviation **51**. A la suite de ces essais officieux, des commandes sont passées par le ministère de l'Air, d'abord pour 100 projectiles, puis pour 900 projectiles **15**.

Le premier lot est expérimenté au Centre d'essais de Cazaux en 1937. La précision se révèle insuffisante avec une dispersion de 20 m sur une distance de 1 km **52**. Pour le second lot, la roquette est modifiée en réduisant l'envergure de l'empennage de manière à pouvoir utiliser des tubes de lancement cylindriques **53**.

A la même époque, la SECI propose également un système de roquettes sol-air contre les avions volant à basse altitude ou en piqué. Un système multitube est étudié et construit en collaboration avec Westinghouse. Il permet le lancement depuis un poste central de salves de 10, 20 ou 30 fusées. Des essais complets, comportant trois appareils synchronisés, sont menés en Sologne. Bien que présentés au ministère de l'Air, au ministère de la Guerre, ainsi qu'à des officiels britanniques, aucune décision ne sera prise à cette époque en vue d'une utilisation militaire de ces systèmes **49**.

Ce n'est qu'en 1940, que le général Dassault,

alors chargé de la défense anti-aérienne de la région parisienne, passera une commande de 20.000 fusées anti-aériennes et d'appareils de lancement sur voitures **43**. Il était malheureusement trop tard pour que la fabrication puisse être lancée.

Conclusion

Pendant la deuxième moitié de la première guerre mondiale, des avancées importantes ont été réalisées en France dans le domaine des fusées militaires. Elles concernent à la fois l'adoption des profils aérodynamiques, la suppression des baguettes de stabilisation remplacées par des empennages, l'introduction des tuyères et de poudres non conventionnelles. Même si bien des progrès restaient à faire, les pistes d'amélioration étaient clairement identifiées. Malheureusement, ces recherches ont été interrompues pendant plus de quinze ans, et dans les années 1930 le contexte avait considérablement évolué. Alors que Robert Esnault Pelterie proposait des fusées de plusieurs centaines de kilomètres de portée, Jean-Jacques Barré expérimentait des obus-fusées antiaériens à propulsion liquide et Jean Tercé des roquettes tirées d'avion chargées en poudre double base **54**. Mais dans cette période d'avant-guerre, les progrès étaient plus rapides à l'étranger et ils allaient faire entrer la science des fusées dans une nouvelle époque.

Nota :

- 1-"Résumé des essais d'utilisation des fusées effectués pendant la Guerre par l'Aéronautique", Rapport interne du Service des Poudres, CAA, Gisement 278-2H2, Carton 70
- 2-Annales du sauvetage maritime, 1er semestre 1916 et 1^{er} semestre 1917
- 3-H. Moulin et Ph. Jung, "Le Prieur and the First Air Launched Rockets", Proc. IAC, IAA.2.2.03, 1997
- 4-"Barrages aériens contre les Gothas", Le Temps, 31 mars 1918
- 5-Yves Le Prieur est né à Lorient (Morbihan) le 28 mars 1885, et décédé le 2 juin 1963 à Nice (Alpes Maritimes).
- 6-Lettre n°7381 D D/3 du Gouverneur Militaire de Paris à la Direction de l'Aéronautique, 5 juin 1916.
- 7-J. Jung, "Metz, Centre de Recherches Françaises sur les fusées au XIXe siècle", Académie nationale de Metz, 1993
- 8-A. Pralon, "Etude rétrospective sur les fusées

de guerre en France (deuxième partie) Aperçu technique”, Revue d’artillerie, Février 1883

9-Une fusée de 17 avait été expérimentée sans grand succès. Les explosions étaient nombreuses car les techniques de l’époque ne permettaient pas d’obtenir des tôles de dimensions et de qualité suffisantes.

10-D. Bellet, “Plus de canons”, Le Voltaire, 17 mars 1895

11-H. Alexandre, “Les brevets Turpin”, L’ingénieur civil, 15 novembre 1894

12-Ernest Félix Sauterau du Part est né le 19 juin 1859 à Strasbourg, ville qui deviendra allemande avec le traité de Francfort, signé en 1871, mais il optera pour la nationalité française le 25 avril 1872. Il s’éteindra le 13 mars 1943 à Autun (Saône-et-Loire).

13-L. de Loitière, arrière-petit-fils d’Ernest-Félix Sauterau du Part, communication privée, 27 mai 2018

14-“Tir zénithal de la fusée automotrice de 6 Sauterau du Part” dans “Question n°124 : Obus-fusée”, PV N°13, Séance du 10 mars 1933 (matin), Commission d’Expériences de Bourges, CAA, Gisement 24-3F3, Carton 145

15-Décisions ministérielles n°4597 3/12 et 4797 3/12 des 9 et 18 septembre 1916

16-Le lieutenant Emile Bosc était le fils du général Gabriel Bosc, fondateur de l’ordre du Mérite national.

17-M. Leclerc, “Instruction provisoire pour l’emploi de la fusée-torpille de 44 mm”, Service Aéronautique du Camp Retranché de Paris, Janvier 1917

18-J. Lucas, “La DCA de ses origines au 11 novembre 1918”, p.161, Ed. Baudinière, 1934

19-Georges Bory est né le 9 janvier 1888 à Narbonne (Aude) et décédé le 11 décembre 1975.

20-N. Galliot et G. Bory, “Dispositif destiné à amortir ou amplifier le recul des armes à feu”, Brevet n°493.422 déposé le 3 mai 1917

21-G. Bory, “Essai sur la balistique de la fusée ; Essai sur la balistique extérieure de la fusée dans le cas du tir presque vertical”, plis cachetés enregistrés par l’Académie des Sciences sous les n° 8360 et 8428, reçus dans les séances des 12 février et 20 août 1917.

22-G. Bory, “Essai sur la balistique de la fusée”, Mémorial de l’artillerie française, Tome 1, fascicule 3, 1922

23-Jean Andreau est né le 17 novembre 1890 à Pontacq (Pyrénées-Atlantique) et décédé le 25 juin 1953 à Paris.

24-“Etudes sur l’aéronautique faites au labora-

toire aérodynamique Eiffel de 1915 à 1918”, Le Génie civil, 4 avril 1920

25-J. Andreau, “Projectiles à forme de moindre résistance”, Brevet n°502.515 déposé le 30 octobre 1915

26-L’anilite était un explosif liquide, également connu sous le nom de Panclastite, dont les deux composants n’entraient en contact qu’après largage de la bombe grâce à un dispositif actionné par une hélice située à l’arrière de celle-ci.

27-G. Bory, “Le projectile-fusée”, Premier congrès d’Aéro-Electronique, Paris, 29 juin - 4 juillet 1953

28-G. Bory, Au sujet des premiers projectiles-fusées, La Jaune et la Rouge, n°147, mars 1961

29-“Tir de fonctionnement et tir aux vitesses de fusées automotrices pour l’Aéronautique” dans “Question n°124 : Obus-fusée”, PV N°4, Séance du 6 octobre 1920 (soir), Commission d’Expériences de Bourges, CAA, Gisement 24-3F3, Carton 145

30-Marcel Riffard est né le 30 novembre 1886 à Villa Ocampo en Argentine, et décédé le 9 juillet 1981 à Versailles.

31-“Les 28 ans d’aviation de Marcel Riffard”, Les Ailes, 3 décembre 1936

32-J. Grampaix, “ Intercepteur et projectile à réaction de Marcel Riffard en 1917 : solutions de 1959”, Aviation Magazine, N°274, Mai 1959

33-Stéphanne Passet quitte l’armée en 1910, après 15 ans de services, pour se consacrer entièrement à sa passion de la photographie. A partir de 1912, il travaille pour les Archives de la Planète d’Albert Kahn. Il effectue de nombreux voyages à l’étranger, notamment en extrême-orient. Mobilisé dans l’Artillerie en 1914, il postule à la Section photographique de l’Armée mais, étant apte au combat, reste sur le front.

34-S. Passet, “Engins pour barrage aérien contre avions”, Brevet n°493.695 demandé le 3 septembre 1917

35-Général Verraux, “Nous parviendrons à établir dans les airs des barrages que les avions ne pourront franchir”, Sciences et Voyages, 7 octobre 1920

36-“Des barrages que les avions ne peuvent franchir”, Le Cri de guerre, 15 décembre 1930

37-Composition : 12 g de coton poudre N°1 dissous dans 10 g d’acétone, auxquels on ajoute 40 g de coton poudre N°2, 90 g de poudre F3 et 6 g d’huile de ricin.

38-Les deux compositions étaient : 1) 92 g pi-

crate d'ammoniaque + 108 g nitrate de potasse + 8 cm³ gomme glycérinée, et 2) 145 g picrate d'ammoniaque + 55 g nitrate de potasse + 8 cm³ gomme glycérinée.

39-J-J. Serra, "L'étrange histoire du premier moteur-fusée à liquides", Espace et Temps n°19, Janvier 2017

40-"L'affaire des Russes", Le Rappel, 7 juillet 1890

41-"Perfectionnement aux matériels d'artillerie", Brevet N°1.003.687 demandé le 12 février 1947 par la Société Etudes et Contrôles Industriels pour laquelle travaillait Georges Bory

42-Dépêche ministérielle N°83705 2/3 du 2 décembre 1919

43-"Depuis 1917, on peut détruire les avions en plein vol", Le Cri de guerre, 5 novembre 1930; "Des barrages que les avions ne peuvent franchir", 15 décembre 1930; "L'Affaire Passet", 25 janvier 1931; "La défense anti-aérienne", 15 mars 1931

44-"Freighter's Rocket Gun Snarls Planes in Wires", Popular Mechanics, Januray 1943

45-Dépêche ministérielle N° 791 S 2/3 du 25 Janvier 1933

46-Dépêche ministérielle N°1901 S 1/12 du 19 septembre 1933, et N°4803 1/12 du 19 février 1934

47-"Premier essai de la fusée automotrice de 4 réalisée par le général Sautereau du Part" dans "Question n°124 : Obus-fusée", PV N°18, Séance

du 17 août 1934 (soir), Etablissement d'Expériences Techniques de Bourges, CAA, Gisement 24-3F3, Carton 145

48-La Société d'Applications Pyrotechniques (SAP), filiale de la SECI, a été créée en 1936 (voir Les documents politiques, diplomatiques et financiers, mars 1936)

49-"Le rôle prépondérant joué par l'industrie française dans la mise au point des fusées", L'Air, 15 mars 1945

50-SECI, "Perfectionnements aux projectiles automoteurs explosifs", Brevet n°832.464 déposé le 8 mai 1937

51-J. Liron, "MM. Gourdou et Leseurre avionneurs", Aviation Magazine, 1er avril 1968

52-R. Danel et J. Cuny, "Armes non orthodoxes" in "L'aviation française de bombardement et de renseignement", Docavia n°12, Larivière, 1980

53-SECI, "Projectile explosif automoteur", Brevet n°864.796 déposé le 20 décembre 1939

54-J-J. Barré, "Historique des études françaises sur les fusées à oxygène liquide", Mémorial de l'Artillerie Française, p.15, 1961. Consciente des limitations de la poudre noire, la SECI avait proposé de charger ses fusées avec « des mélanges à base de chlorate et de perchlorate, en particulier des mélanges connus sous le nom de cheddites », voir "Matières combustibles pour projectiles automoteurs", Brevet n°867.158 déposé le 5 juin 1940.

Les premières fusées à poudre sur avions en URSS

Christian Lardier, membre de l'IFHE

Les travaux sur les JATO à poudre commencent au 3^e secteur de V. I. Doudakov (1902-1975) au GDL de Leningrad en 1927. En mars 1931, un avion U-1 décolle avec des JATO. Le pilote S. I. Moukhine effectue une centaine de vols en 1931/33. Cette technique est ensuite appliquée aux TB-1 et TB-3 de Tupolev. Le pilote N. P. Blagine effectue les essais en vol du TB-1 en octobre 1933 à l'aérodrome de Commandement de Leningrad. En octobre 1933, il devient le 3^e secteur des applications aéronautiques (fusées ailées et accélérateurs d'avions) du RNII. Doudakov y développe des accélérateurs à poudre pour l'avion ANT-5/I-4 de Tu-

polev en 1935/36, mais le projet est abandonné.

Les obus-fusées de 82 et 132 mm sont également utilisés comme armement d'avions : le RS-82 (calibre 82 mm) fait partie de l'armement des chasseurs I-15 et I-16 en 1937. Le premier emploi militaire était à la bataille de Khalkhin-Gol lors de la guerre contre le Japon le 5 août 1939. Le RS-132 (calibre 132 mm), quant à lui, fait partie de l'armement du bombardier ANT-40/SB en 1938. Ce travail obtient le prix Staline en 1941 (L.E.Schwartz, F.N.Poïda, You.A.Pobedonostsev, I.I.Gvaï, V.A.Artemiev, A.S.Ponomarenko, A.S.Popov, A.P.Pavlenko, L.P.Lobatchev et M.F.Malov).



U-1 avec JATO (1931)



TB-1 avec JATO à poudre



I-16 avec RS-82

© C.Lardier

CESAR (cf. figure 1) qui est retenu pour construire le satellite et y intégrer sa charge utile scientifique.

La conception et la supervision scientifique de la fabrication de la charge utile scientifique étaient placées sous la responsabilité de la «Collaboration Caravane» qui regroupe six laboratoires scientifiques :

- * Laboratory for Space Research – Leiden – Pays-Bas
- * Istituto di Fisica Cosmica e Informatica del CNR – Palerme – Italie
- * Laboratorio di Fisica Cosmica e Tecnologie Relative del CNR – Milan – Italie
- * Max Planck Institut für Extraterrestrische Physik – Garching – Allemagne
- * Service d'Electronique Physique – CEN de Saclay – France
- * Space Science Department of ESA – ESTEC- Noordwijk – Pays-Bas

La phase de développement démarre en janvier 1972 après l'approbation définitive du projet et du choix du maître d'œuvre industriel par le Comité Administratif et Financier du CERS/ESRO. Pour la phase C/D (développement et fabrication) du projet COS-B, le CERS/ESRO met en place l'organisation détaillée dans la figure 2.

Jusqu'à début 1974, des efforts conséquents ont été faits afin de respecter la date de lancement prévue du 1er février 1975. Le changement de lanceur (Delta au lieu d'Europa-II), l'ajout dans la charge utile scientifique d'un détecteur de bouffées de rayons gamma et une série de problèmes de fiabilité de composants conduisent au glissement de la date de lancement de six semaines. En juillet 1974, le CESR/ESRO est obligé de repousser le lancement de COS-B à la mi-juillet 1975 afin de tenir compte des retards pris dans la livraison des unités de vol induits par des conflits sociaux

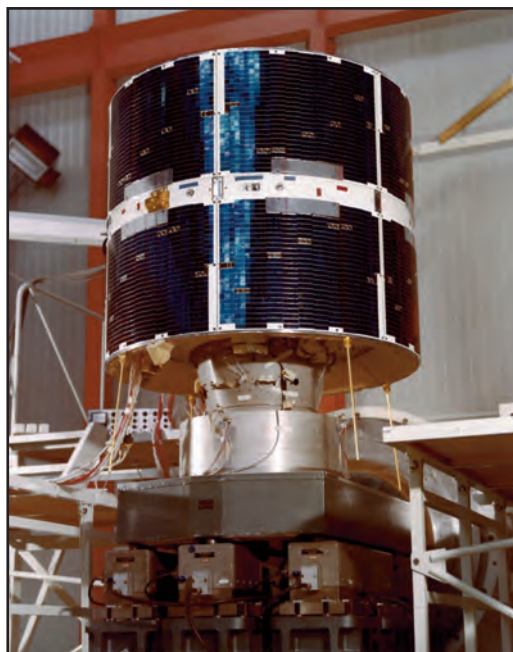


Figure 3 : Le satellite COS-B

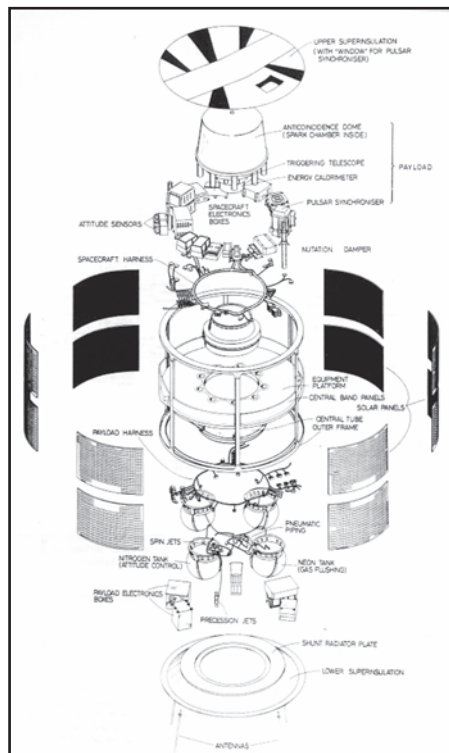


Figure 4 : Vue éclatée satellite COS-B

au sein des entreprises et organismes impliqués dans le projet. La conséquence principale de ce report est que le satellite COS-B, qui devait être le dernier engin lancé sous l'égide du CESR/ESRO, va devenir le premier satellite lancé sous les couleurs de l'Agence Spatiale Européenne qui succède au CERS/ESRO le 31 mai 1975. Enfin, une révision du calendrier des lancements de la fusée Delta, suite aussi à des mouvements sociaux chez le constructeur du lanceur et sur la base de lancement du Western Test range (Vandenberg), repousse la date du lancement de COS-B au début du mois d'août 1975.

Le satellite COS-B (cf. figure 3) fabriqué sous la maîtrise d'œuvre de MBB (Allemagne) est un cylindre de 1,4 m pour une hauteur de 1 m. Avec les antennes fouets la hauteur totale de COS-B est de 1,5 m. La surface externe du cylindre est recouverte de cellules solaires qui permettaient de délivrer 130 W en début de vie. Au lancement le satellite avait une masse totale de 278 kg dont 115 kg pour la charge utile scientifique et 11 kg de gaz (9,9 kg d'azote sous 250 bars pour le contrôle de la précession de l'axe de spin et de la vitesse de spin, 1,1 kg de néon sous 37 bars permettant 13 renouvellements de l'enceinte de la chambre à étincelles de la charge utile scientifique.

Le maintien de l'axe principal d'inertie du satellite selon une direction inertielle était assuré par sa mise en rotation rapide (10 tr/mn). Le maintien de cette attitude s'appuyait sur les données fournies par 2 senseurs d'attitude redondants (senseur combiné albédo terrestre/soleil) et la mise en œuvre de 2 amortisseurs de nutation, 2 tuyères pour la précession et 2 tuyères pour le contrôle de la vitesse de spin. Les données relatives au fonctionnement du sa-

tellite et celles récoltées par la charge utile scientifique étaient transmises par radio vers la Terre par un émetteur d'une puissance 6,5 W calé sur la fréquence de 139,95 Mhz. Selon les besoins trois débits pouvaient être choisis pour cette liaison descendante (80, 160 et 320 Bits/s). Les données étaient déchargées via cette liaison téléométrique lorsque le satellite était en visibilité des stations du réseau ESTRACK (Redu en Belgique et Fairbanks au Canada). Les télécommandes étaient envoyées au satellite via les mêmes stations sur la fréquence de 148 Mhz.

4 – La charge utile scientifique

La charge utile scientifique, d'une masse totale de 115 kg, était constituée du détecteur principal (Cf. figure 5) qui pesait à lui seul 95 kg, de l'électronique associée et d'un petit détecteur de rayons X.

La chambre à étincelles (notée SC sur la figure 6), cœur du détecteur principal, avait un volume de détection de 24 x 24 x 24 cm³ rempli de gaz (néon et une faible quantité d'éthane).

Dans ce volume étaient intégrées horizontalement 16 grilles de fils conducteurs entre lesquelles sont placées des feuilles de tungstène. C'est ce matériau qui émettait une paire d'électrons lorsqu'il était frappé par un rayon gamma. Quand une particule chargée traverse le gaz, elle laissait une traînée ionisée. Si une haute tension (plusieurs milliers de volts) était appliquée entre les grilles de fils conducteurs dans le millionième de seconde après le temps de passage de la particule, une étincelle électrique était créée au niveau de la traînée ionisée marquant la trajectoire de la particule chargée. L'électronique associée aux grilles de fils conducteurs déterminait alors la position de l'étincelle dans deux directions orthogonales.

Sous la chambre à étincelles était installé le télescope de détection comprenant deux détecteurs de scintillation (B1/B2) et des compteurs Cerenkov (C). Un tube photomultiplicateur était associé à chaque compteur. Une des propriétés des compteurs Cerenkov est de ne détecter que les particules chargées que dans un sens de propagation.

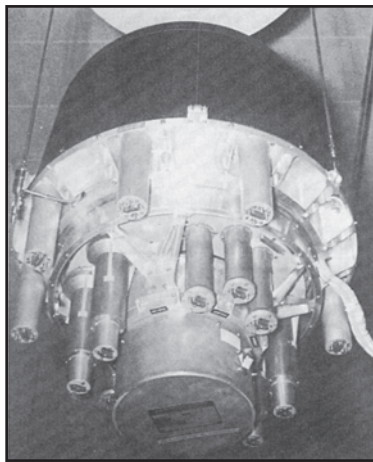


Figure 5 : Le détecteur principal

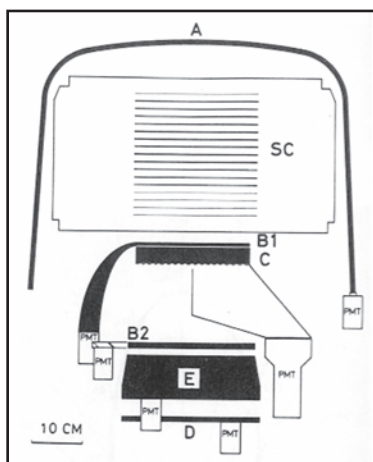


Figure 6 : Les éléments principaux du détecteur principal

Compte tenu de leur sens de montage sur COS-B, les détecteurs Cerenkov ne détectaient que les particules passées auparavant à travers la chambre à étincelles.

Si les détecteurs B1/B2 et C généraient des signaux simultanés, un signal de commande était envoyé pour que la haute tension soit appliquée entre les grilles de fils conducteurs dans la chambre à étincelles. Le dessus et les côtés de l'ensemble « à étincelles / télescope de détection » étaient protégés par un dôme (A) qui constituait, avec les 9 tubes photomultiplicateurs (PMT), un scintillateur anti-coïncidence. Si ce dôme détectait une particule chargée en même temps que le télescope de détection (B1/B2/C), la commande d'application de la haute tension aux grilles de fils conducteurs de la chambre à étincelles était inhibée. Grâce à ce dispositif seuls les rayons gamma pouvaient activer la chambre à étincelles.

La paire d'électrons (résultant de l'interaction d'un rayon gamma

avec une feuille de tungstène de la chambre à étincelles), après avoir traversée la chambre à étincelles et le télescope de détection, interagissait avec le calorimètre (E/D) où E était un détecteur à cristaux d'iodure de césium qui absorbait les électrons d'énergie inférieure à 300 MeV et D qui était un scintillateur dimensionné pour capter les électrons d'énergie supérieure non absorbés par E. Des tubes photomultiplicateurs (PMT) étaient combinés à E et D pour mesurer l'énergie des électrons absorbés et donc du rayon gamma incident.

Chaque déclenchement de la chambre à étincelles correspondait à un événement qui était référencé temporellement à la milliseconde près. L'électronique de la charge utile scientifique formait ensuite les données liées à un événement «rayon gamma» (temps, position des étincelles, énergie des électrons ...) avant de les envoyer vers le système de télémessure en vue de leur transmission au sol.

Terminons notre présentation de la charge utile scientifique en nous intéressant au détecteur de rayons X. Ce détecteur était constitué d'une matrice, de 80 cm², de détecteurs proportionnels

contenant de l'argon. Les événements de détection de rayons X étaient référencés temporellement afin de permettre la détermination d'une corrélation de ces événements avec les événements gamma détectés par le détecteur principal (chambre à étincelles / télescope de détection / calorimètre).

5 – Le satellite COS-B en opérations

Le 9 août 1975, à 1 h 48 GMT, la fusée DELTA 2913, emportant sous sa coiffe le satellite COS-B, décollait du Western Test Range (Vandenberg – USA) pour placer le satellite sur une orbite quasi-polaire fortement excentrique (périgée initial : 316 km, apogée : 99113 km, inclinaison : 90,14°).

COS-B, conçu pour une durée de vie opérationnelle d'un an, a été lancé avec des consommables et des marges techniques pour effectuer éventuellement une année opérationnelle supplémentaire.

Pour ses observations, le satellite COS-B était pointé vers des points de la sphère céleste fixés par l'équipe scientifique pendant 4 à 5 semaines en début de mission et jusqu'à 3 mois par la suite. Au total, COS-B a pointé 64 points différents pour autant d'observations réalisées par la charge utile scientifique. L'équateur de notre galaxie a été plus particulièrement observé.

Près de 50% de la sphère céleste a été couverte et un quart du temps d'observation a été dédié aux latitudes célestes élevées (au-dessus du disque de notre galaxie) afin de se focaliser sur des zones pouvant contenir des sources extragalactiques de rayonnement gamma. La charge utile scientifique fonctionnait environ 25 heures sur les 37 que mettait le satellite pour décrire son orbite. La position du périgée de l'orbite (argument : 335°) avait été choisi pour que



Figure 7 : lancement COS-B

COS-B soit en visibilité d'une des deux stations ESTRACK (Redu et Fairbanks) pendant les phases de fonctionnement de la charge utile. Ce choix a conduit à rendre inobservable les zones de la sphère céleste proche du grand-axe de l'orbite à cause de la présence de la Terre dans le champ d'observation de la charge utile scientifique ou de l'angle dans lequel était vu la Terre par les senseurs du contrôle d'attitude. Le choix de la position du nœud ascendant de l'orbite a permis que les zones de la sphère céleste situées à proximité du grand-axe de l'orbite ne contiennent pas de cibles d'intérêt pour la mission.

Le détecteur principal dédié à l'observation du rayonnement gamma a fonctionné de manière très satisfaisante pendant l'ensemble de la mission. Occasionnellement la chambre à étincelles a fonctionné de manière erratique ce qui était attendu notamment à cause de la dégradation du gaz (néon, éthane) contenu dans la chambre à étincelles. Ainsi, à intervalles réguliers, le centre de contrôle (ESOC – Darmstadt – Allemagne) remplaçait ce gaz afin de maintenir les performances du détecteur. Cependant, il est apparu au fur et à mesure du déroulement de la mission que la perte de performances au cours du temps, à cause de l'âge du gaz, avait tendance

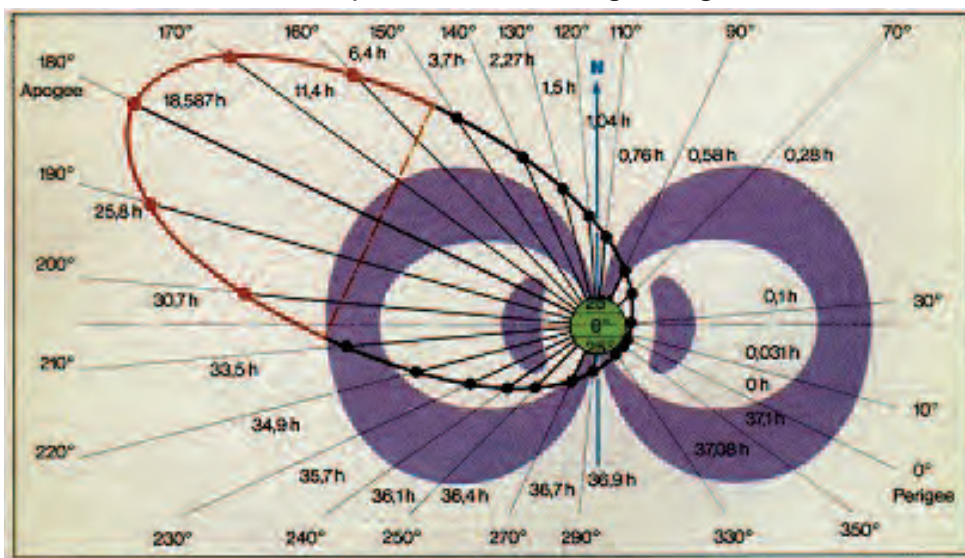


Figure 8 – Orbite COS-B – La partie rouge correspond à la portion de l'orbite où le détecteur principal pouvait réaliser ses observations.

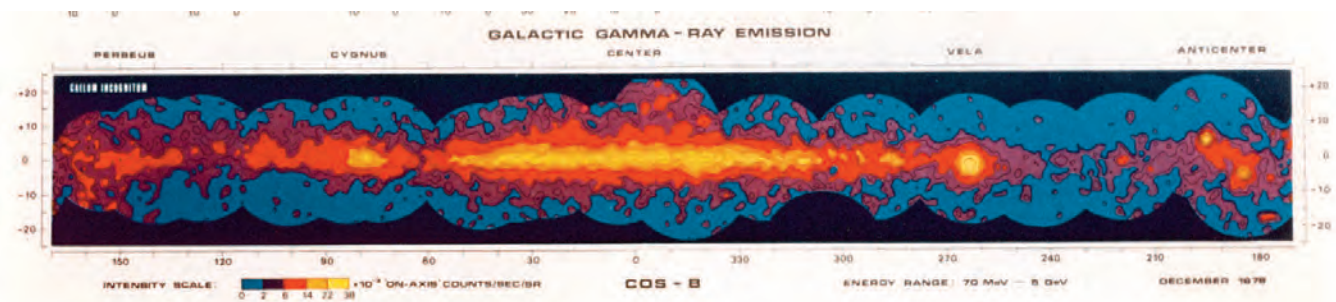


Figure 9 – Cartographie de la voie lactée dans la bande des rayons gamma établie grâce aux données collectées par COS-B

à se ralentir. Ceci a permis de passer à une période de remplacement de ce gaz toutes les 6 semaines en début de mission à environ toutes les 36 semaines en novembre 1981, date de la dernière opération de vidange / remplissage du gaz. Le télescope fonctionnait encore correctement au moment de la fin de la mission le 25 avril 1982. La fin de mission a été imposée par l'incapacité de contrôler l'attitude du satellite par suite de la consommation totale du gaz dédié à cette fonction. On peut cependant saluer le savoir-faire des équipes de l'ESOC dans la gestion de la mission de COS-B qui permit de maintenir opérationnel COS-B pendant 6 ans et 8 mois alors que les consommables embarqués au moment du lancement, notamment, les gaz du système de contrôle d'attitude, avaient été dimensionnés pour une mission d'au maximum 2 ans.

L'analyse des données scientifiques récoltées par COS-B et la production des archives scientifiques de la mission se sont achevées en 1985, dix ans après le lancement de COS-B. A cette époque, grâce à COS-B, la quantité de données

disponibles sur les rayonnements gamma galactiques et extragalactiques a augmenté d'un facteur 25. Parmi les nombreux résultats scientifiques de la mission, on doit notamment citer le catalogue 2CG qui répertoriait 25 sources de rayons gamma et la première carte complète du rayonnement gamma provenant de la Voie Lactée (cf. figure. 9). COS-B observa aussi le système binaire Cygnus X3 connu pour être une source intense de rayonnement X ainsi que le premier noyau galactique (3C273) émettant des rayons gamma.

Pour les lecteurs souhaitant aller plus loin dans la découverte de cette mission, je vous conseille le Bulletin N°2 de l'ESA (Août – Septembre 1975) sur lequel je me suis largement appuyé pour la rédaction de cet article. Vous pouvez aussi retrouver des informations intéressantes sur cette première de l'ESA sur le site internet de l'agence (www.esa.int).

Nota:

- 1 MeV = Mega-électron-volt = 1,6 10⁻¹³ Joule
- 2 Déclaration B. G. Taylor – Article internet site ESA du 7 août 2020

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 : _____

“Opération Palma-4 les 8-10 octobre 1970”

par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE

La visite du général de Gaulle à Baïkonour le 25 juin 1966, dite Palma-1, fut suivie par d'autres : Palma-2 portait sur la visite des dirigeants des pays socialistes les 19-20 septembre 1966, Palma-3 portait sur la visite d'une délégation tchèque les 23-24 octobre 1969, Palma-4 portait sur la visite du président français George Pompidou les 8-10 octobre 1970. Il a assisté au lancement du satellite-espion Zenith-2M (11F690), alias Cosmos-368, par une fusée Voskhod (11A57). Il emporte des expériences biologiques avec mouches, charençons, cellules de rats de Syrie, cellules humaines, culture de peau de carotte, de Gingseng, de

chou et de crêpis capillaris, Oignons, graines de salade et de pois, algues Chlorelle, divers espèces de champignons et de bactéries) pour un vol de 6 jours. Le même jour, un missile R-16U et un R-36 ont été lancés de silos.

Au cas où un problème se produirait sur la plate-forme n°31, un tir de réserve était prévu depuis la plate-forme n°1 dite "Gagarine". La fusée Voskhod (11A57) était alors porteuse d'un satellite-espion Zenit-4M (11F691). La fusée était prête à être lancée avec les réservoirs remplis pendant une journée complète. Un témoin raconte : "Dans certaines salles de l'installation de lancement, la contamination par l'oxygène gazeux a atteint 70%, et c'est déjà un risque d'incendie. Dans l'attente du lancement, les soldats ont commencé à s'amuser : dans les locaux des pompes du système d'extinction d'incendie à eau, ils ont mis le feu aux fils saturés de vapeurs d'oxygène, oubliant que leurs uniformes étaient également pollués. Le feu d'un fil brûlant s'est précipité vers le soldat. Ils se sont précipités pour l'éteindre. En quelques instants, six sont déjà comme des torches et il est impossible d'éteindre le feu. Un cri d'horreur paniqué ... Le feu qui s'éleva de cette façon près d'une fusée alimentée par le feu grandit de plus en plus. Les chefs de lancement, les colonels V. G. Sokolov, V. S. Patrushev, et le représentant de l'industrie A. M. Soldatenkov (TsSKB) ont pris la seule bonne décision dans cette situation : un lancement d'urgence !". C'est ainsi qu'est lancé le Zenit-4M le 9 octobre. Devenu Cosmos-370, il effectue une mission de 13 jours. Finalement, quatre soldats morts ont été enterrés.



“Il y a 54 ans : Les Tirs Cora sous l’égide du CNES”

par Patrice Lille, membre de l’IFHE

C’est dans le cadre du programme Europa, que l’ELDO avait chargé le CNES de mettre au point et de développer le 2^e étage dénommé «Coralie». La France fit donc des essais entre 1966 et 1967 d’un engin dit «Cora» sur le complexe d’Hammaguir en Algérie comprenant quatre rampes de lancements dont la rampe



La fusée Cora était l’attraction du pavillon du CNES en 1967

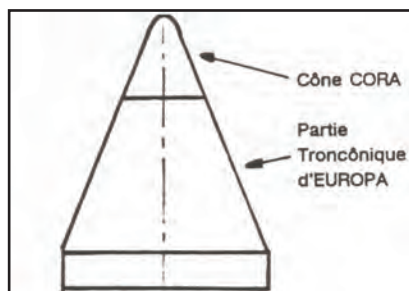
«Béatrice» dédiée aux lancements des missiles sol-air et des fusées Cora. Mais conformément aux accords d’Evian de 1962, la base d’Hammaguir fut évacuée en 1967. Le dernier tir Cora G3 a donc eu lieu au CEL à Biscarosse dans les Landes. La décision de



Base Béatrice en 1966

qualifier en vol le 2^e étage seul, avant d’entamer une phase passant par l’adjonction du troisième étage allemand actif a amené Nord Aviation à élaborer un véhicule dédié. Il s’agissait de Cora qui présentait une analogie proche de la partie supérieure du lanceur Europa. A l’origine du projet, deux générations de véhicules Cora étaient prévus. Les Cora-2 avec deux étages actifs ont été abandonnés pour des raisons de budget. Seuls restaient les Coras-1 dont trois tirs ont été réalisés.

Ce véhicule Cora-1 était composé de l’étage Coralie surmonté d’un 3^e étage allemand Astris inerte (qui était rempli d’eau pour simuler une masse opérationnelle équivalente), d’un satellite mannequin lesté et d’une coiffe tronquée fournie par FIAT en Italie. Afin d’obtenir une traînée minimale, une coiffe spécifique a été créée. Il s’agissait de la partie tronconique de la coiffe d’Europa surmontée



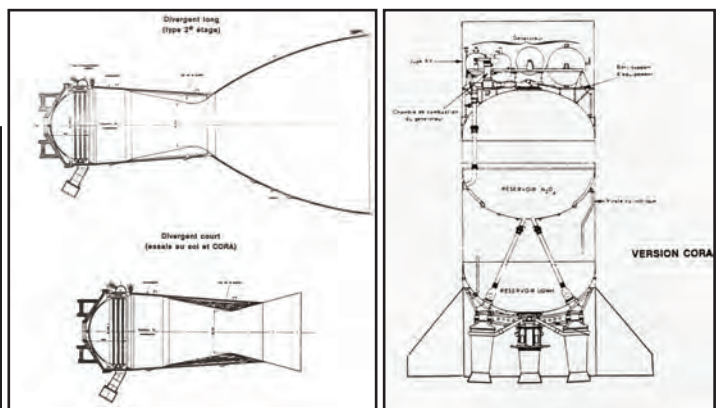
d’un cône dans son prolongement. Par ailleurs, Cora différait de Coralie par le fait que les divergents des tuyères

étaient tronquées pour pouvoir fonctionner au sol sans décollement et par le fait que la jupe tronconique arrière était remplacée par une jupe empennée. Son fonctionnement était optimisé pour les couches basses de l’atmosphère (8)

Depuis le début des travaux en France sur le 2^e étage d’Europa, l’organisation mise sur

le pied était la suivante: le département Engins (DEN) de la Délégation Ministérielle pour l’Armement (DMA) était chargé de la maîtrise d’œuvre du programme avec l’aide de la Société pour l’Étude et la Réalisation d’Engins Balistiques (SEREB) pour la coordination de l’ensem-

ble du projet. Les études de propulsion, de pilotage et les essais complets au point fixe étaient confiés au Laboratoire de Recherches Balistiques et Aérodynamiques de Vernon (LRBA), les structures et le montage final à la Société Nord-Aviation par l’intermédiaire de la SEREB. Cette dernière société ayant en outre la responsabilité directe des équipements généraux et des essais en vol. Le Département Engins de la DMA a estimé qu’une fois acquise la définition exacte du 2^e étage, il était préférable de désigner un maître d’œuvre industriel unique pour la phase de réalisation : ce dernier ne pouvait être que l’ensemble LRBA-Nord Aviation de par ses responsabilités initiales. Ainsi à partir du 1^{er} octobre 1963, le

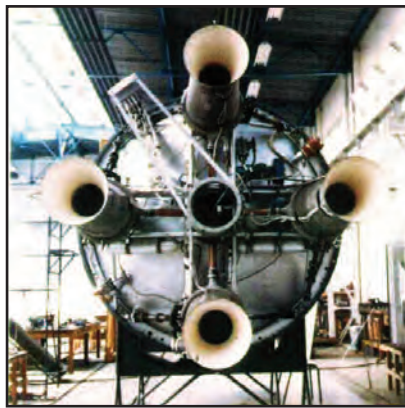


© Girard Aérospatiale

groupe composé par le LRBA et Nord-Aviation assumait la responsabilité de la suite des études, fabrications et des essais au sol et en vol du deuxième étage ; l'organisme d'exécution était le Bureau Permanent Nord-Vernon (dirigé par l'Ingénieur Militaire en Chef Jacques Talbotier et composé de représentants du L.R.B.A. et de Nord-Aviation. (8) Nord-Aviation était aussi chargé de l'industrialisation de Coralie, de l'étude et de la réalisation de la structure (roulé-soudé), des dispositifs de télémessure, du montage général et des contrôles dans les installations des Mureaux. Le montage et la formation de l'équipe de tir incombait à Nord Aviation. Au plan militaire, c'est le capitaine Roger Fulbert qui était l'officier chargé des opérations Cora à Hammaguir sous la responsabilité du capitaine Michel Robert.

Ajoutons que la coopération entre le LRBA et Nord Aviation était excellente tout comme elle l'avait été pour l'Emeraude, le 1^{er} étage de Diamant. L'engin «Cora», haut de 11,5 m pesait 16,5 tonnes avec la maquette du 3^e étage allemand, la coiffe terminale et le satellite mannequin italien. L'étage Coralie, à lui seul, pesait 2,071 tonnes à vide et 12 tonnes en charge et offrait une longueur de 5,125 m pour un diamètre de 2 m.

En ce qui concerne les ergols, il existait en France une expérience des propergols comprenant comme oxydant l'acide nitrique et le peroxyde d'azote et comme combustible l'essence de térébenthine, des amines et l'UDMH (Diméthylhydrazine Dissymétrique). Pour des raisons de performance, d'approvisionnement et de réactivité avec les gaz de pressurisation, le choix s'est porté sur le peroxyde d'azote



Cora dans l'installation des Mureaux (Nord aviation)



Essais moteurs à Vernon PF-4



Caricature de Roger Fulbert, officier des tirs Cora lors de la fermeture du CIEES

comme oxydant et sur l'UDMH comme combustible. Les réservoirs du 2^e étage contenaient ainsi environ 6.500 kg de peroxyde d'azote et 3.500 kg d'UDMH. (8) Le moteur quadri tuyère de Coralie développait une poussée de 28 tonnes pendant 100 sec.

Le 4 novembre 1966, l'ensemble des éléments constitutifs de la fusée Cora quitte l'usine des Mureaux dans un Noratlas de l'armée de l'air pour le Sahara. Le premier tir G1 a eu lieu le 27 novembre 1966 à 10 h 21min 14 sec. Ce fut un demi-succès, en raison d'une panne du système de pilotage 62 sec après le décollage... La mise à la masse accidentelle (isolant détérioré) du circuit de commande électrique d'une servovalve avait entraîné le blocage en fin de course du vérin contrôlant le braquage d'une des 4 tuyères. La tuyère antagoniste ne put compenser le déséquilibre, d'où une évolution en roulis très brutale après 70 sec de vol. L'engin n'étant plus contrôlé ni en tangage, ni en roulis, il se désintégra sous la violence des efforts subis. Le tir G2, eut lieu le 18 décembre 1966 à 9 h15 T.U., La durée de propulsion de 100 sec a porté la fusée à 55 km d'altitude, plafond atteint à la 176^e seconde. L'engin a rejoint le sol à 50 km de son point de lancement en plein Sahara. Ce vol fut un plein succès (1).

C'est le 6 octobre 1965 que Pierre Soufflet, directeur du DEN a demandé à Nord Aviation pour le compte de L'ELDO, d'entreprendre la Base ELDO du Centre d'essais des Landes. Le 3^e et dernier tir Cora a eu lieu le 25 octobre 1967 au CEL à Biscarosse (6). Ce fut la plus grosse fusée lancée d'Europe continentale mais ce fut un échec, dû sans doute à un défaut de câblage. (1)

Le tir G4 fut annulé et remplacé par le tir F7 d'Europa-1 ainsi que G5 et G6 de l'engin Cora-2 (Coralie + Astris actifs) qui furent remplacés par les tirs F6/1 et F6/2 d'Europa-1. Au cours de ceux-ci, Coralie ne s'est malheureusement pas allumé, en raison d'un problème de séquenceur initialisé par un signal électrique défectueux issu du premier étage Blue Streak. Après la maîtrise d'œuvre de Coralie par la SEREB sous la responsabilité du CNES, le 2^e étage a fonctionné correctement lors des tirs suivants. L'expérience de Coralie a finalement grandement profité à la fuséologie française et a été déterminante pour la domestication des ergols stockables liquides hypergoliques (diméthylhydrazine dissymétrique et peroxyde d'azote) qui n'étaient pas corrosifs ainsi que la maîtrise des matériaux avec des structures métalliques minces (technique du sandwich ondulé) et la résolution de problèmes dynamiques. Enfin on pouvait avec Cora, charger un ordinateur de contrôle automatique pour la mise en conditions et la surveillance de la fusée pendant la phase précédant l'envol dans les cinq dernières minutes avant le décollage.

Nota :

1-Christophe Rothmund : Europa et Cora, Les Fusées Oubliées : 22 novembre 1989 document non publié disponible au service historique de l'armée de l'air G/2304

2-Air et Cosmos N°176 3 décembre 1966 1^{er} fusée Cora : départ réussi
3-Air et Cosmos N°173 12 Novembre 1966. Cora page 21

4-Air et Cosmos N°179 succès du tir G2. 24 décembre 1966 page 15

5-Photos Hammaguir Girard (Aérospatiale) 1966

6-Lettre de Soufflet au PDG de Nord Aviation : objet, Base ELDO au centre d'essais des Landes (fonds d'Airitage Le Plessis Robinson Fonds Montmorency E214-2044052C)

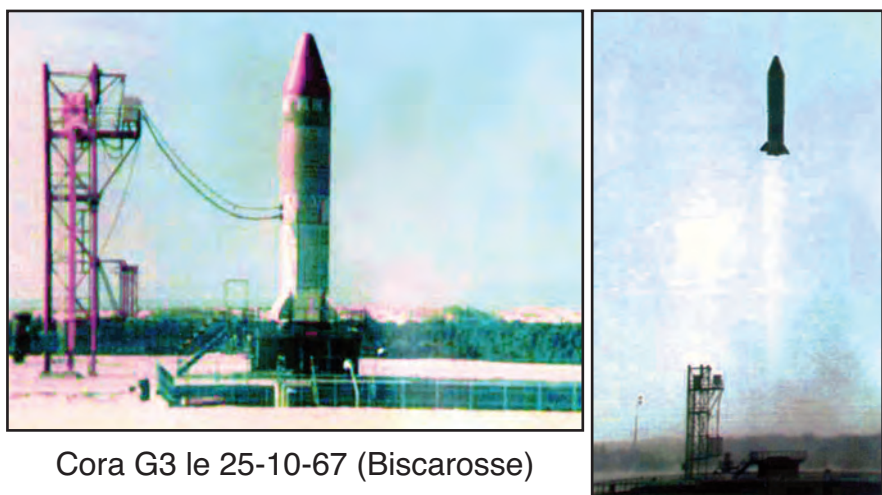
7-Espace et Temps Mars 2020 N° 26 Roger Ful-



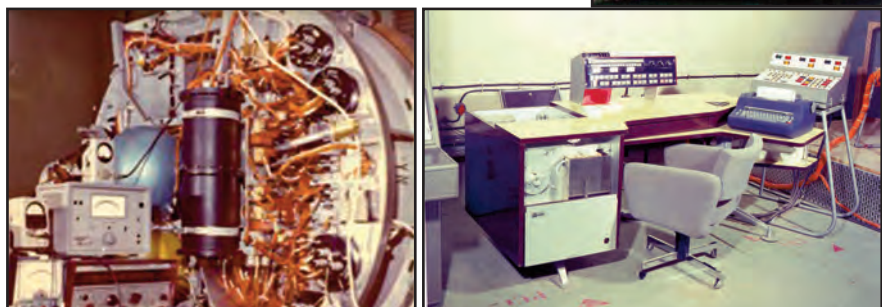
Cora G1 le 27-11-66 (Hammaguir)



Cora G2 le 18-11-66 (Hammaguir)



Cora G3 le 25-10-67 (Biscarosse)



Mesure des chaînes de télémesures sur Coralie (D. Godde) et pupitre du micro-ordinateur CAE pour les lancements Cora.

bert p39

8-Jean Corbeau. le deuxième étage du lanceur de satellites du CECLES-ELDO Technique et science aéronautiques et spatiales N° 6 décembre 1964 p 467-477

Le lanceur britannique Black Arrow

par Patrice Lille, membres de l'IFHE

Il se trouve que le lancement de Black Arrow il y a 50 ans, correspond également à la fin de la fuséologie en Angleterre. En effet 3 mois avant le dernier tir de la fusée anglaise le 28 octobre 1971 sous la responsabilité du département spatial de la RAE à Farnborough (établissement britannique royal pour l'aérospatial), le gouvernement britannique avait déjà annoncé le 29 juillet par la voix du ministre F. Corfield qu'il stoppait le programme Black Arrow qui faisait suite à la fusée Black Knight et aussi à l'arrêt de la participation britannique à L'ELDO en avril 1971. (La firme Hawker Siddeley continuait cependant à fournir le 1^{er} étage Blue Streak pour Europa 2).

Tout ceci fit que la centaine d'ingénieurs et scientifiques du RAE n'avaient pas explosé de joie quand est intervenu la satellisation de leur satellite X3 le 28 octobre. Le gouver-

n e m e n t britannique qui n'avait jamais caché sa préférence donnée aux lanceurs américains avait estimé que ce programme avait déjà coûté

trop cher (11,5 millions de livres dépensés pendant 6 ans au lieu des 7 millions prévus). Par ailleurs, ce programme n'avait pas donné les résultats escomptés. Sur les 3 tirs expérimentaux avant R3, il y a eu 2 échecs (le vol suborbital R0 le 28 juin 1969, avec cependant une répétition réussie de ce vol intervenue avec le vol R1 le 4



R2 avec le satellite Orba



R2 dans la test shop



A Woomera préparation de R3 dans la test shop



Test statique de Black Arrow à l'île de Wight

mars 1970 mais à nouveau échec de la satellisation le 2 septembre 1970 avec R2 (satellite Orba). Le comité de la chambre des communes chargé d'enquêter sur l'activité spatiale britannique avait le sentiment que les retards dans le programme, les lancements peu fréquents et la faible augmentation des budgets pour ce programme signifiaient que Black Arrow n'avait pas d'avenir. De plus, ce lanceur ne pouvait pas envoyer de satellites de communication en orbite géostationnaire, même en diminuant les composants électroniques (2) Le concept technique était solide au début du programme, mais en rai-

son de son développement modeste et très ralenti, son succès était menacé. Une décision prise dans les premières étapes du projet de le poursuivre de façon plus réaliste et plus vigou-

reuse en augmentant le taux de tirs aurait très bien pu aboutir à des lancements réussis et, éventuellement, à un retour commercial sur son utilisation (2). Au début, il était prévu de construire cinq lan-

ceurs, mais le programme a été stoppé après le quatrième tir. (2) Mais du fait de cette satellisation réussie à Woomera en Australie le 28 octobre 1971 avec la fusée nationale Black Arrow, le Royaume Uni a rejoint le club spatial en prenant la sixième place (après l'ex-URSS, les États-Unis, la France, le Japon et la Chine).

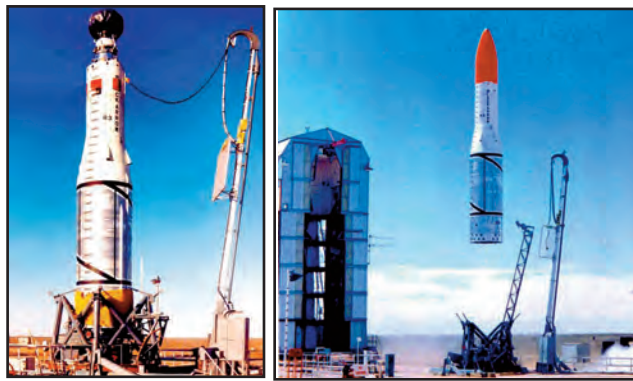
Caractéristiques

La fusée Black Arrow utilisait les moteurs développés pour Black Knight. C'était une fusée à trois étages de 13 m de haut pesant 18,1 tonnes, capable de lancer 135 kg en orbite basse quasi polaire elliptique. Le premier étage d'une longueur de 5,9 m

pour un diamètre de 2 m, pesait 14,1 tonnes. Il fonctionnait durant 125 secondes, propulsé par un moteur-fusée Gamma 8 à huit chambres de combustion et huit tuyères. Sa poussée était comprise entre 218 kN et 251 kN. Les moteurs étaient montés par paires sur des cardans à 1 axe, avec 2 paires orientées perpendiculairement aux 2 autres de façon à assurer une poussée vectorielle sur les 3 axes de roulis, tangage et lacet.

Le deuxième étage, d'une hauteur de 3,55 m pour un diamètre de 1,37 m, pesait 3,5 tonnes. Le moteur était le même que celui du premier étage mais avec seulement deux chambres de combustion et deux tuyères d'une poussée totale de 68 kN, montées solidairement sur cardan 2 axes. Les deux premiers étages brûlent un mélange hypergolique de kérosène et de peroxyde d'hydrogène à haute concentration. Ces deux premiers étages étaient construits par Rolls Royce.

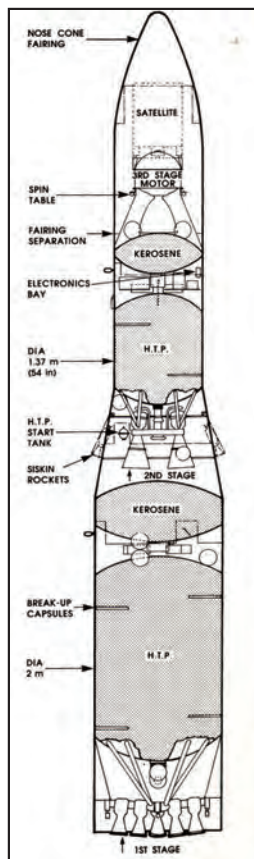
Le troisième étage fabriqué par RPE Wescott pesait 500 kg pour un diamètre de 71 cm et une hauteur de 1,3 mètre. Il était propulsé par un mo-



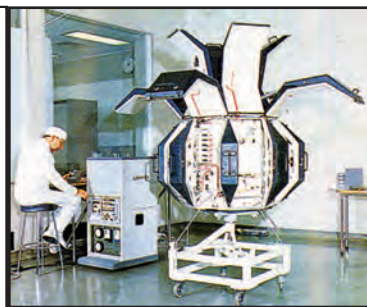
Tir R3 à Woomera en Australie le 28 octobre 1971



Contrôle des Moteurs Gamma 8



Configuration des trois étages de Black Arrow



Le satellite X-3 Prospero



William Creek (Australie)



Black Arrow à William Creek

teur sphérique à propulsion solide Waxwing d'une poussée de 21 kN durant 30 secondes, allumé après que l'étage ait été mis en rotation rapide (180 tours par minute), ce booster d'apogée permettait de donner une vitesse au satellite en

fin de trajectoire afin de le placer en orbite. Durant le tir R3, cet étage s'est aussi mis en orbite, tellement sa vitesse était accélérée et il a continué à pousser à tel point qu'il est entré en collision avec le satellite X3 détachant l'une des 4 antennes radio du satellite.

Le premier étage de Black Arrow qui était exposé à William Creek en Australie, a été ramené au Royaume-Uni par Skyrora et est maintenant exposé au musée Air Sciences Trust de Farnborough, à proximité du lieu de naissance du programme Black Arrow : le département spatial de la RAE. La cinquième et dernière fusée Black Arrow R4 qui n'a jamais été tirée est exposée à Londres au musée des sciences dans le quartier de Kensington.

Le satellite X3 qui était entièrement de construction britannique avec des équipements électroniques fournis par Marconi a été placé sur une orbite polaire elliptique de

La propulsion



1^{er} étage avec Gamma-8



2^e étage avec Gamma-2



3^e étage Waxving

1350/560 km et mesurait 71 cm de hauteur pour 114 cm de diamètre avec une masse de 66 kg. Il a été conçu pour mener une série d'expériences afin d'étudier les effets de l'environnement spatial sur les satellites de communication et est resté opérationnel jusqu'en 1973 au moment de l'arrêt des magnétophones. L'expérience de remplacement des cellules standards des panneaux solaires des satellites de communication en raison de la destruction habituelle des composés de silice par une couverture nouvelle à base d'oxyde de cérium a été testée avec succès. Les conceptions des systèmes de télémétrie ont également été testées. Le satellite a mesuré la détection de flux de micrométéorites avec présence de très petites particules. Cette mesure a utilisé le principe de l'ionisation par impact. Le satellite a été contrôlé par le Centre des satellites de Farnborough et a été officiellement

désactivé en 1996, bien que l'on ait tenté de rallumer le satellite ces dernières années le jour de son anniversaire. Il devrait rester en orbite jusqu'en 2071. Initialement, il devait porter le nom de «Puck» d'après l'œuvre de Shakespeare : (le songe d'une nuit d'été) mais finalement de peur d'embarrasser le ministre qui devait prononcer ce nom à la chambre des communes, il a été rebaptisé Prospero, (avec l'atmosphère magique de Tempest de Shakespeare) et malgré l'arrêt de l'activité des fusées au Royaume Uni, il a continué à être suivi par la station de Lasham dans l'Hampshire.

Sources

1. C.N. Hill "A vertical empire" 2001
2. Peter Morton "Fire across the desert" 1989
3. <https://en.m.wikipedia.org/wiki/Prospero>.
4. Air et cosmos N°408 du 6 novembre 1971 "La Grande Bretagne devient la 6^e puissance spa-

Modèle R-4 du musée de Londres



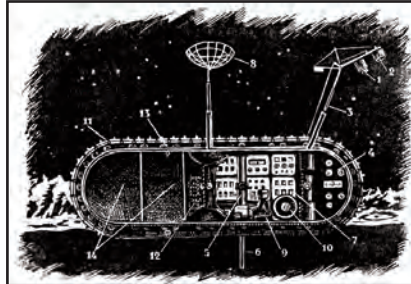
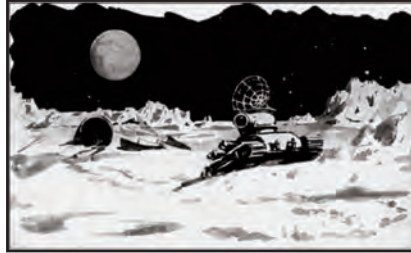
50 ans de Luna-16 et Luna-17/Lunokhod-1

par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE

La série de sondes lunaires E-8 a été développée par la NPO Lavotchkine : l'avant-projet date de mars 1966. A l'origine, il s'agissait du projet de véhicule L-2 (640 kg) du programme lunaire élaboré par Korolev en mai 1963. Le développement du châssis a été confié à l'institut VNII-100 de Leningrad (1), spécialisé dans les châssis de tanks. Le thème est baptisé "Char" en russe, "Boule" en français. En mars 1965, les sondes interplanétaires sont transférées de l'OKB-1 de Korolev à l'OKB-301 de Babakine, devenu NPO Lavotchkine (2). Sur les sondes Luna-11 et 12 (E-6LF n°101 et 102) de 1966 et Luna-14A et B (E-6LS n°112 et 113) de 1968, le VNII-100 a embarqué cinq transmissions expérimentales R-1 pour tester le fonctionnement d'engrenages et de roulements dans des conditions spatiales. Les transmissions sont fabriquées avec différents matériaux, différents revêtements et différentes huiles qui devront fonctionner en apesanteur en l'absence de collage ou soudage à froid. Elles seront nécessaires pour les roues du Lunokhod et le mécanisme de forage des missions de retour d'échantillons.

Le châssis à huit roues est développé en deux ans et demi avec une livraison du 1^{er} modèle de vol à l'OKB-301 en juillet 1968 (cf. tableau). Il devait être lancé en octobre 1968 et devenir Luna-15. Mais le programme prend du retard : le lancement est retardé en novembre, puis en décembre.

Entre-temps, en 1967, le E-8-5 est décidé pour le retour d'échantillons lunaires. Le 10 janvier 1968, le projet est prêt. Le 23 janvier, le décret n°23 du MOM l'ap-



Projet de véhicule lunaire (Tanketka) de You.S.Khlebtsevitch en 1955

prouve : le module de propulsion (KT) doté du moteur 11D417 est surmonté d'un étage de remontée (RE85 de 512 kg) doté d'un moteur S5-61 et d'une capsule de récupération sphérique de 34 kg.

Le décret n°19-10 du 8 janvier 1969 donne le programme des lancements : E-8 en février, octobre et novembre, E-8-5 en avril, mai, juin, août et septembre.

Le premier lancement intervient le 19 février 1969, mais c'est un échec : le 1^{er} étage de l'UR-500 (8K82 n°239-01) tombe en panne à la 52^e sec de vol. Le premier Luno-



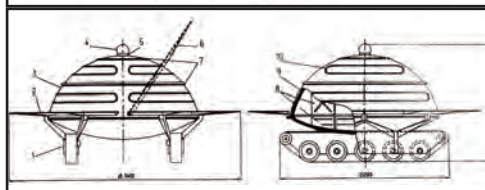
Le projet L-2 de véhicule lunaire (proposition pour 1963/68)

R&D	Septembre 1963-mai 1964
Proposition technique	Juin 1964-avril 1965
Avant-projet	Mai 1965-mai 1967
Livraison première maquette à Lavotchkine	mi-1967
Livraison premier modèle de vol	Juillet 1968
Lancement	Février 1969

Déroulement du programme de véhicule lunaire au VNII-100



Figure 7 Tank testing area of VNII-100: first models of moon-rover, first tests



Premiers modèles de véhicules du VNII-100

khod est perdu (E-8 n°201). Le 14 juin 1969, la sonde E-8-5 n°402 (5,88 t) est lancée par l'UR-500 (8K82 n°238-01), mais c'est l'échec du 4^e étage. La seconde sonde E-8-5 n°401 est lancée par l'UR-500 (8K82 n°242-01) le 13 juillet : elle devient Luna-15. Sur le trajet Terre-Lune, la température dans les réservoirs d'ergols de la fusée de retour augmente probablement en raison d'un problème avec la protection thermique. Cette température devant être mainte-

nue à 35° + ou -5° C, une rotation de 180° de l'engin permet de placer l'étage dans l'ombre du soleil. Puis il se place en orbite autour de la Lune et procède aux corrections de trajectoire pour un alunissage. Mais les liaisons sont interrompues à l'altitude de 3 km. Il semblerait que la sonde se soit écrasée sur une chaîne montagneuse dépassant 5 km d'altitude.

Le 23 septembre l'UR-500 (8K82 n°244-01) lance la sonde E-8-5 n°403. Cette 3^e tentative se solde par un échec à cause d'une panne du 4^e étage (Cosmos-300). Le 22 octobre, l'UR-500 (8K82 n°241-01) lance la sonde E-8-5 n°404. Il s'agit de la 4^e tentative, mais c'est un nouvel échec à cause du 4^e étage (Cosmos-305). Le 6 février, l'UR-500 (8K82 n°247-01) lance la sonde E-8-5 n°405. Il s'agit de la 5^e tentative, mais c'est un nouvel échec à cause du 1^e étage. Enfin, le 12 septembre, l'UR-500 (8K82 n°248-01) lance la sonde E-8-5 n°406 : la 6^e tentative sera la bonne et elle devient Luna-16. L'étage de retour ramène 105 g d'échantillons de la mer de la Fécondité le 24 septembre.

Babakine est fait Héros du travail socialiste le 9-11-1970. Le prix d'état est attribué à D. E. Okhotsimsky, V. A. Sarytchev (IPM), A. D. Konopatov, A. I. Fechenko (OKB-154), V. G. Stepanov (TMKB Soyouz), A. V. Flerov, V. S. Klimov (OKB-2), V. A. Okounev (1930-1991) OKB-686, K. G. Khlamov (KBOM).

Le 10 novembre, l'UR-500 (8K82 n°251-01) lance la sonde lunaire E-8 n°203. Elle devient Luna-17 et dépose le Lunakhod-1 de 756 kg dans la mer des Pluies. L'engin est téléguidé depuis la station de poursuite n°10 à Simferopol (Crimée) par deux équipes qui avaient été recrutées parmi le personnel du KIK en avril 1968. La première comprend I. L. Fedorov (chef), V. G. Dovgan, N. N. Ivanov, A. I. Kalinintchenko (conducteurs), N. Ya. Kozlitine (opérateur), V. G. Samal (navigateur) et A. E. Kojevnikov (ingénieur de bord). La seconde comprend



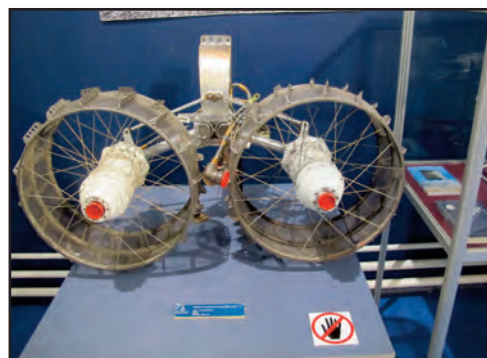
La sonde Luna-16 de 1970



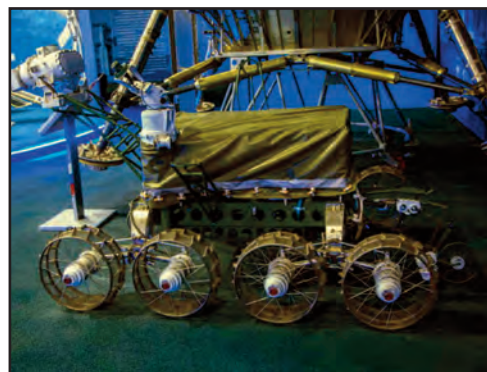
Luna-16 au musée de Lavotchkine



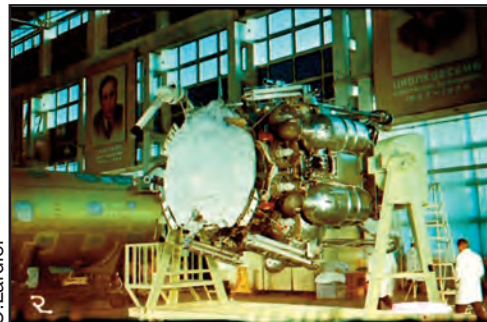
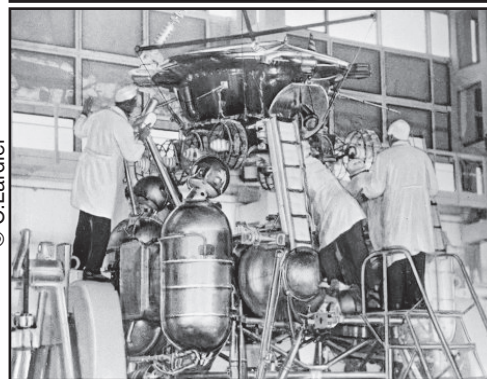
La sonde Luna-24 de 1976



Modèle des roues du chassis de Lunokhod



Lunokhod n°108 pour les essais terrestres en Crimée



Préparation de Lunokhod-1 (E-8 n°203) pour le lancement sur la fusée Proton de Baïkonour.

© C. Lardier

© C. Lardier

© C. Lardier

© C. Lardier



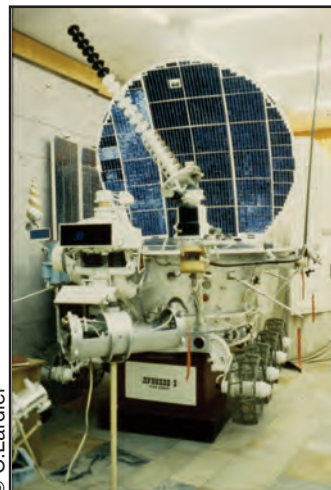
Lunokhod-1 au musée de Lavotchkine



Le chemin parcouru par Lunokhod-1



Lunokhod-2 de 1973



Lunokhod-3 au musée de Lavotchkine

You. F. Vassiliev (chef), N. M. Ere-
menko, G. G. La-
pytov, V. M.
S a p r a n o v
(conducteurs), V.
I. Tchouboukine
(opérateur), K. K.
Davidovsky (na-
vigateur) et L. Ya.

Mosenzov (ingénieur de
bord). Ils lui font par-
courir 10.540 m en 321
jours de service (douze
jours lunaires). Au cours
des 171 séances de liai-
sons, plus de 25.000
images ont été trans-
mises permettant de dé-
couvrir 500.000 m² de
terrain. Les caméras ont

pris environ 200
panoramas du
sol lunaire. La
composition des
roches a été étu-
diée à 25 reprises
et l'étude méca-
nique du sol a été
réalisée plus de

500 fois. Le téles-
cope X a été utilisé au
cours de 132 séances
de liaisons.

En 1972, R.S.Kremnev
reçoit le prix Lenine
pour Luna-17. En 1973,
le prix Lenine est attri-
bué à S. A. Afanaseiev
(ministre MOM), A. M.
Baklounov, G. N. Ro-
govsky (NPO Lavotch-
kine), A. L. Kemourdjian
(VNII TransMach), M. A.

Grigoriev (directeur de
l'usine n°3 d'Arzamas qui a fourni le RTG), A. V.
Tchourkine (NII-885), tandis que le prix d'état est
attribué à V. I. Komissarov, A. F. Soloviev et P. S.
Sologoub pour le châssis (VNII TransMach), A. I.
Dounaiev (NII-885), A. F. Kalinine (NII-648), A. K.
Tchvikov (NIP-10 KIK).

Le 2 septembre 1971 : Lancement de l'UR-500

Le projet d'observatoire lunaire basé sur le E-8

Dans le fonds 213 opis 1-1 delo 114 du RGANTD, il y a une proposition de programme du TsNII Mach datée du 19 juin 1967 pour un observatoire lunaire basé sur le E-8 à lancer par Proton en 1968 ou 1969. D'une masse de 1620 kg à vide, il comprend l'étage d'alunissage (KT) de 845 kg et l'observatoire prenant la place du Lunokhod de 775 kg. Le moteur est un S5-52 de l'OKB-2 de 1,6 t de poussée qui avait été développé pour les sondes E-7 et E-8. La charge utile scientifique comprend un télescope-réfecteur (d=500 mm et F=1250 mm ou d=350 mm et F=900 mm), un spectrographe UV, un spectrographe IR, un photomètre UV, quatre compteurs X pour observer le Soleil, la Terre, les planètes, les étoiles. Le document est signé par You.A.Mozjorine (directeur du TsNII Mach), A.D.Koval et A.F.Evitch.

(8K82 n°259-01) avec la sonde lunaire E-8-5 n°407 (Luna-18). Mais l'alunissage dans les montagnes de la mer de la Fécondité échoue.

Le 14 février 1972 : Lancement de l'UR-500K (8K82K n°258-01) avec la sonde lunaire E-8-5 n°408 (Luna-20). L'engin réussit à se poser dans les montagnes entre la mer des Crises et la mer de la Fécondité. Il ramène 55 g d'échantillons sur la Terre le 25 février.

Le 8 janvier 1973 : Lancement de l'UR-500 (8K82 n°259-01) avec la sonde Luna-21 (E-8 n°204). Elle dépose le Lunokhod-2 (840 kg) dans la mer de la Sérénité le 15 janvier. Il parcourt 37 km en 120 jours (cinq jours lunaires).

Le 28 octobre 1974 : Lancement de l'UR-500 (8K82 n°285-01) avec la sonde lunaire E-8-5M n°410 (Luna-23). L'engin s'écrase au sud-est de la mer des Crises (à la vitesse de 11 m/sec et une inclinaison de 10-15°).

Le 16 octobre 1975 : Echec du lancement de l'UR-500 (8K82 n°287-02) avec la sonde lunaire E-8-5M n°412.

Le 9 août 1976 : Lancement de l'UR-500 (8K82 n°288-02) avec la sonde lunaire E-8-5M n°413 (Luna-24). Elle ramène 170 g d'échantillons de la mer des Crises.

Une quatrième mission E-8-5 était en préparation, mais elle ne sera pas lancée. L'E-8 n°205 (Lunokhod-3) est fabriqué en prévision d'un lancement en 1977, mais cette mission sera annulée et l'engin est désormais exposé dans le musée de NPO Lavotchkine.

Nota :

- 1-cf. E&T n°25 page 26.
- 2-cf. E&T n°22 pages 14-21.

© C.Lardier

© C.Lardier

La naissance de l'industrie des missiles en Union soviétique

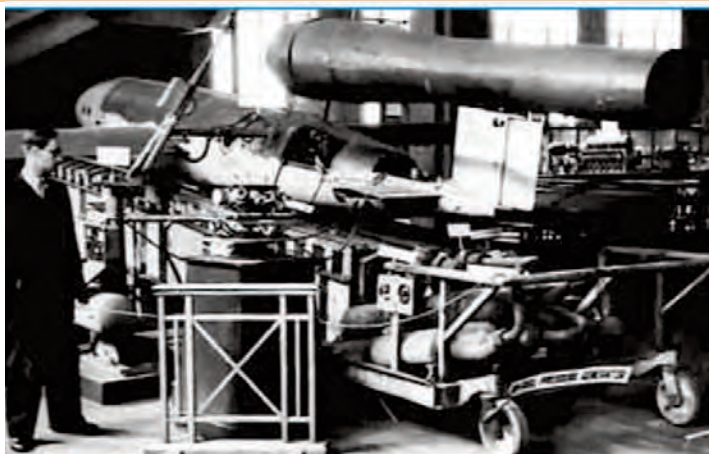
par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE (1^e partie)

Dès la fin de la seconde guerre mondiale, des entreprises ont été spécialisées dans le domaine des missiles. La première fut l'OKB-51 de N. N. Polikarpov (1892-1944). Le V-1 allemand a été testé en vol à partir de décembre 1942. Mais la production en série commence réellement en février 1944. Pendant ce temps, fin 1943, le déploiement de 96 sites commence en France. Ces installations sont repérées sur des photographies aériennes et sont bombardées dans le cadre de l'opération «Crossbow» à partir de décembre 1943. Le premier lancement sur l'Angleterre a lieu le 13 juin 1944. Rapidement, les Anglais récupèrent des éléments de V-1 sur leur sol. Parallèlement, Peenemünde est bombardé en août 1943. Après cela, les Allemands ont déployé une nouvelle base d'essai pour les V-1 et V-2 à Blizna près de Debitza en Pologne. Alors que la présence de la V-2 y est très bien documentée, celle de la V-1 l'est très peu. Néanmoins, nous savons qu'une campagne de tirs a eu lieu en avril 1944 ¹.

Selon Leonid Berenchteïn, qui faisait partie de la résistance ukrainienne, Sergei Shiryayev et Andreï Chuguev, qui avaient travaillé comme prisonniers à la construction de la base et avaient vu les missiles, avaient réussi à s'échapper de la captivité allemande et à rejoindre la résistance en juin 1944. Ils avaient alors pu témoigner de ce qu'ils avaient vu ².

Le 13 juillet, Churchill alerte Staline au sujet de Blizna. Le 26 juillet, dans le cadre de l'opération Most III, des britanniques partent sur un DC-3 de Brindisi (Italie), se posent sur un terrain en Pologne, embarquent des éléments de V-2 récupérés par la résistance polonaise et la ramènent à Brindisi. Fin juillet, les éléments sont envoyés, puis étudiés à Londres. Un groupe du NII-1 ³ est envoyé à Blizna du 5 août au 4 septembre 1944. Il ramène des éléments de V-2 à Moscou. Puis un groupe anglo-américain lui succède du 3 au 22 septembre.

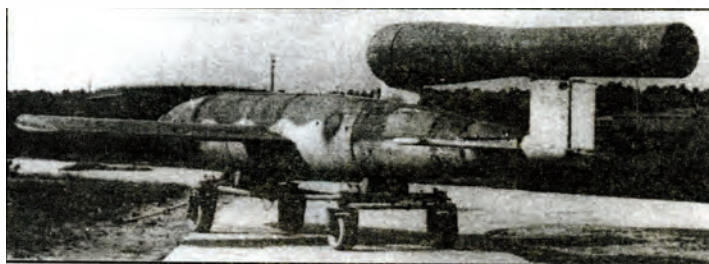
Selon Lev Berne et Vladimir Perov, les Britanniques ont transféré l'épave de deux V-1 écrasés à l'Union soviétique en août 1944. Une des épaves s'est retrouvée à l'usine n°300 de Mikouline et Stetchkine où le pulsoréacteur Argus a été examiné ⁴. Et Selon V. V. Satchkov, le 23 sep-



Доставленная из Англии Фау-1 в зале УВО-1 ЦИАМ.
Рядом - профессор В.И. Дмитриевский



Рис. 129. Общий вид самолета-снаряда, установленного в трубе Т-104. ЦАГИ. 1944 г. Фото. Филиал РГАНТД. Ф. Р-217. Оп. 3-1. Д. 249. Л. 2



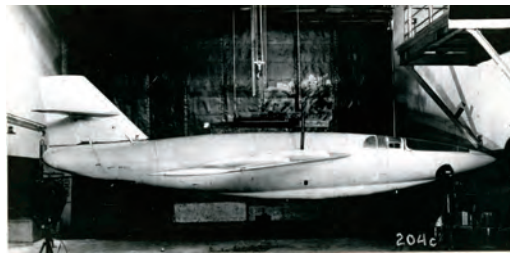
Авиационная ракета типа Фау-1 на испытаниях в СССР

tembre, un V-1 brisé et déformé qui était tombé dans un marais en Pologne arrive à l'OKB-51 ⁵. Selon le Rapport de la Commission pour technique à réaction de 1945 du Fonds RGAE n°8044 opis 1 delo 1318, «le premier modèle de V-1 a été donné par les Anglais en octobre 1944 et une version nationale doit être construite par l'usine n°51 du constructeur principal Tchelomeï». Selon V. P. Ivanov, ingénieur de Saint-Petersbourg, historien de Polikarpov depuis près de 25 ans, grâce à des informations fournies par des espions, Polikarpov aurait développé une copie

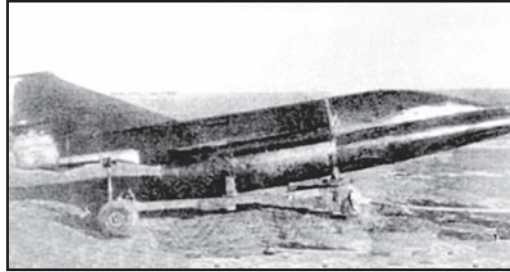
à poudre, D. M. Svetchanik (1910-1999) pour la bombe guidée FX-1400 alias Fritz-X et E. N. Kacherininov pour faire un missile air-air. En 1949, Tomachevitch part pour le KB-1 et il est remplacé par son adjoint M. V. Orlov jusqu'en 1958. En 1948, Kamenetsky est remplacé par Nadiradze jusqu'en 1958. Svetchanik, quant à lui, part au NII-48 de Novossibirsk en 1955. Enfin, Kacherininov part au NII-1/MIT en 1955. Le KB-2 devient le NII-642 en décembre 1951 qui est absorbé par l'OKB-52 de Tchelomei en décembre 1957.

Le 31/5/1946, l'OKB-293 de Khimki **15** est dirigé par M. R. Bisnovat **16** (1905-1977) et son adjoint V. N. Elagine (1910-1979). Il développe l'avion 05 en 1946/49, le missile air-air SNARS-250 et le missile ailé Chtorm en 1948/53.

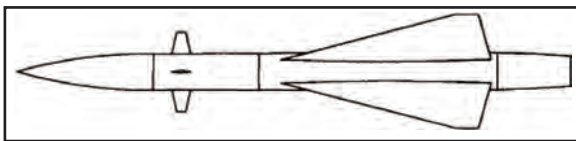
En octobre 1946, les ingénieurs allemands des OKB-1 de Dessau (avions de Baade) et OKB-3 de Halle (avions de Rössing) sont transférés en Union Soviétique. Ils arrivent à l'usine n°458 de Podberezie/Ivanovo près de Moscou. Le constructeur d'hydravions I. V. Tchetverikov, qui dirigeait l'usine depuis 1944, part à Leningrad. L'usine devient l'usine d'état n°1 avec deux bureaux d'études : l'OKB-1 dirigé par Baade et P. N. Oboukov pour faire des avions (EF-131, 140, 132, 126, 150) et l'OKB-2 dirigé par Rössing et A. Ya. Berezniak **17** (1902-1974) pour faire des avions-fusées (DFS-346, 468). En 1948, l'OKB-1 est pris en main par S. M. Alexeiev **18** (1909-1993) jusqu'en 1951. Les deux équipes sont transférées à l'usine n°491 de Savelovo/Kimry en 1951/53, puis les Allemands sont retournés en RDA. Le 12/10/51, l'usine n°1 devient la filiale n°1 de l'OKB de Mikoyan (Thème B) dirigée par Berezniak. Puis en



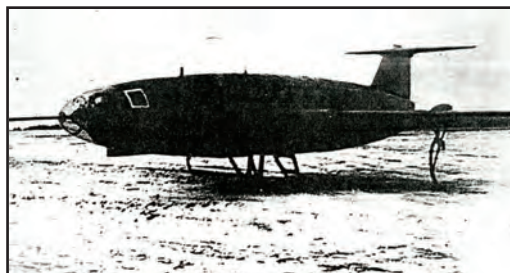
L'avion 5 de Bisnovat (OKB-293)



Le missile Chtorm de Bisnovat



Le missile air-air Snars-250 de Bisnovat



L'avion 346 de Berezniak



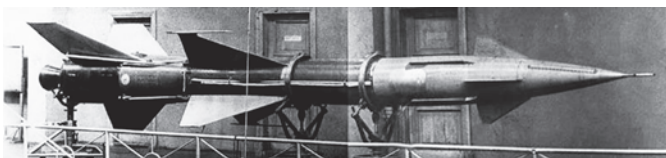
Le missile KS-1 Kometa de Berezniak

juin 1953, elle est renommée l'usine n°256 et l'OKB-256 (aujourd'hui DMZ et MKB Radouga). Il a produit les missiles KS-1 Kometa (dérivé du Mig-15), KSS Strela, KS-7 FKR-1, P-15, K-10, KSR-2, KSR-5, X-20, X-22, X-28, X-45, X-58, X-59, X-15, X-55, 3M80 Moskit, l'engin hypersonique GELA, etc. La filiale abrite également l'OKB de P. V. Tsybine en 1955/62 et la section spatiale de Mikoyan, dirigée par G. E. Lozino-Lozinsky **19** (1909-2001), en 1966/76 (avion 105 du programme Spiral).

Le 8/9/1947, le SB-1, dirigé par S. L. Beria **20** (1924-2000) et P. N. Kuksenko (1896-1980), est créé pour développer le complexe KS-1 Kometa doté du missile de Berezniak. S. L. Beria était le fils du bras droit de Staline et il travaillait avec l'avionneur Mikoyan, frère de Anastas, membre du Comité central et président adjoint du Conseil des ministres. L'adjoint est le colonel du NKVD G. Ya. Koutepov **21** (1910-1969). Le secteur n°32, dirigé par N. G. Zyrine en 1947, M. S. Yamaloutdinov en 1948, puis Tomachevitch de mai 1949 à 1953, développe le missile air-air K-5 (ChM pour Maloï, soit petit)

avec radar Izoumroud en 1951 et le missile sol-air 32B (ChB pour Bolchoï, soit grand), concurrent du V-300 de Lavotchkine. Le secteur n°38 est composé de spécialiste allemands de radars et d'autopilotes emprisonnés (Charaga). En 1953, ils sont transférés à l'institut physico-technique de Soukhoumi où se trouvaient déjà des atomistes. Le 9/8/50, un décret décide de la création du système de missiles sol-air S-25 Berkout pour la protection de Moscou. Le 12 août, le SB-1 devient le KB-1 du ministère de l'industrie d'armement. Enfin, le 3/2/51, la 3^e direction principale (TGU) du conseil des ministres est créée pour diriger ce programme. En 1953, Beria est arrêté et remplacé

par A. A. Raspletine (1908-1967). Le programme Berkout comprenait les radars A-100 et B-200, le missile sol-air V-300 de Lavotchkine (objet



Le missile sol-air ChB-32 de Tomachevitch

205), l'avion-intercepteur G-400 : Tu-4 doté de missiles air-air G-300 de Lavotchkine (objets 210 et 211), et l'avion de détection lointaine D-500 : Tu-4 doté de quatre radars Taïfun du NII-17.

En 1948/51, au KB-2, Nadiradze développe la fusée météorologique MR-1 qui effectue 50 vols pour l'Observatoire aérologique central (TsAO) en 1951/58. Elle est produite par l'usine Vympel de Moscou.

Un décret du 14 avril 1948 décide des travaux de R & D dans le domaine des fusées pour les deux années à venir (fusées du NII-88, de l'OKB-51, du NII-1, du KB-2 et de l'OKB-293). A cette époque, trois missiles ailés sont en concurrence :

10X de Tchelomeï, KSS Strela de Mikoyan, KSCh de Tomachevitch et Chtorm de Bisnovat. Mais le 19 février 1953, le décret n°533-271 ferme plusieurs OKB : l'OKB-51 de Tchelomeï et l'OKB-293 de Bisnovat deviennent des filiales de Mikoyan. L'OKB-51 est repris par le constructeur d'avions P. O. Sukhoï en novembre. Quant à

l'OKB-293, il est repris par le constructeur de missiles sol-air P. D. Grouchine (1906-1993). Tchelomeï ouvrira un nouvel OKB-52 en août 1955 à Reoutov, tandis que Bisnovat ouvrira



Le missile 205 de Lavotchkine pour le système S-25 Berkout



La fusée météorologique MR-1 de Nadiradze (1951)

l'OKB-4 en décembre 1954 à Touchino. Le premier fait des missiles navals (P-5, P-6, etc), tandis que le second fait des missiles air-air (K-8/R-88/R-98, K-80/R-4, etc).

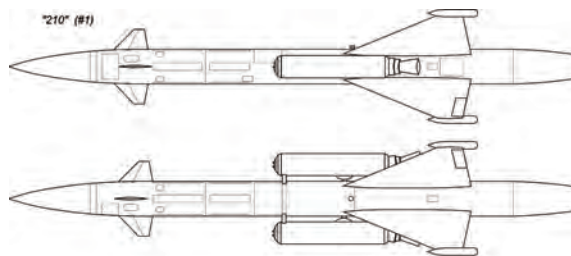
Les premiers missiles air-air sont développés par le KB-2 (Kacheriniov en 1946/53), l'OKB-293 (Snars-250 en 1948/53), le SB-1 (K-5/ChM en 1949/53) et l'OKB-301 (G-300 en 1950/52). Le Snars-250 (autodirecteur radar, IR ou TV) de l'OKB-293 de Bisnovat est tiré de Tu-2 en 1952 sans autodirecteur, du I-320 avec autodirecteur radar du NII-17 en 1952 (tir contre des ballons-cibles), puis abandonné le 19 février 1953 lors de la fermeture de l'OKB. Le K-5 est développé par K. N. Patroukhine (système) et Tomachevitch (missile) : le premier tir intervient le 8 octobre 1953 depuis un Mig-17P. Le 20/11/1953, l'OKB-2 de Grouchine est créé à l'usine n°293. Tomachevitch est transféré dans l'OKB, mais il ne s'entend pas avec Grouchine et part enseigner au MAI en 1954. Il développe le missile RS-1U monté sur Mig-17PFU et Yak25K. La portée est de 2-5,2 km avec une charge explosive de 13 kg. Le système de guidage du K-5 était

sous-traité aux NII-17 (radar), NII-801 (IR) et NII-380 (TV). Le RS-2U (K-5M) est monté sur Mig-19PM et Mig-21F, puis le RS-2US (K-5MS/K-51/K-55 avec autodirecteur IGS-58)

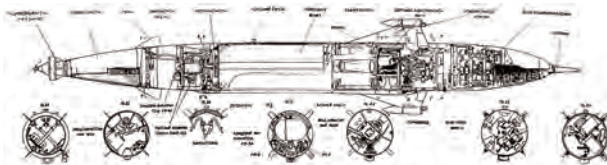


Ag., le missile P-15 de Berezniak, à dr., le missile KSCh de M.V.Orlov à Kapustin Yar en 1959

est monté sur Mig-21bis, Su-9, Su-11, Su-15. La production est transférée à l'usine n°455/KMZ de Kostino en 1956 (12.000 exemplaires du RS-2U). En 1956/57, environ 3000 missiles sont produits en série. Puis la production est également assurée aux usines n°485/Artiem de Kiev, n°575 de Kovrov, n°622 d'Ijevsk et n°43/Kommunar de Moscou. En 1950/52, Lavotchkine réalise la fusée air-air G-300 (objet 210) capable d'atteindre une cible à 15 km. Le bombardier Tu-4 devait être doté d'un radar D-500 et de quatre fusées G-300. D'un poids de 1000 kg, elle était identique à l'objet 205 avec un accélérateur à poudre. En 1952, l'objet 211 est doté d'un moteur d'Isaiev à deux niveaux de poussée qui permet d'améliorer les caractéristiques balistiques et de supprimer l'accélérateur à poudre. Les essais en vol sont réalisés à Kapustin Yar à la fin 1952, mais le programme est abandonné en 1953. Le décret du 30 décembre 1954 lance les programmes K-5M, K-6, K-7, K-8, K-9. Les deux premiers sont confiés à l'OKB-2 de Grouchine, le K-7 à l'OKB-134 de Toropov **23**, le K-8 à l'OKB-4 de Bisnovat et le K-9 à l'OKB-155 de Mikoyan. Le K-6 était destinée aux chasseurs de Mikoyan et Sukhoï. La portée est de 6 km avec une charge explosive de 20-25 kg. Les essais en vol ont lieu sur Mig-19 en 1956. Puis la version K-6V est testée en 1957/58 : l'altitude passe de 16 à 22-25 km. Mais le K-6 est abandonné le 16 avril 1958. Le K-7 est le premier missile air-air de l'OKB-134 **24**. Il existe en version à ergol solide (moteur PRD-21 d'Iskra) et à



Le missile 210 de Lavotchkine (1950/52)



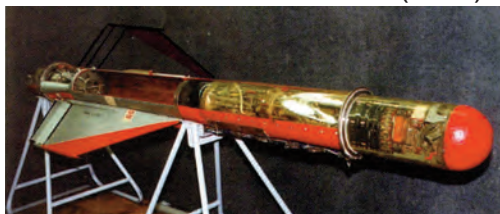
Le missile RS-1U/K-5 de Grouchine (1953)



Le missile RS-2U/K-5M de Grouchine (1955)



Le missile K-6 de Grouchine (1955)



Le missile K-7 de Toropov (1955)



Le missile K-8 de Bisnovat (1955)



Le missile K-9 de Mikoyan (1955)

Евгений Ерохин, <http://www.missiles.ru>

ergol liquide (moteur D-7 de 1,2 t de poussée développé par l'OKB-154 de Kosberg à Voronej). Les autodirecteurs sont à radar (OKB-287/Lenintez) et infrarouge (TsKB-393 et NII-10). Il est testé sur le Yak-25 en 1956/57, puis sur Mig-19 et T-3 en 1958. Il est modernisé en K-70 (sur E-150 avec conduite de tir Ouragan-5B) et K-75 (modèle réduit à la taille du K-5, masse de 84 kg au lieu de 150 kg, portée de 4 km au lieu de 6-9 km). Cependant, le K-7 est abandonné en 1958 au profit du K-8 de Bisnovat. Ce dernier est un missile de 275 kg propulsé par un moteur PRD-25 d'Iskra. Il doit recevoir des autodirecteurs radars du NII-648/NIITP et de l'OKB-287/Leninetz et infrarouge du TsKB-589/Geofizika et du NII-10/Altair. Les essais en vol sur Yak-25 et 27 ont lieu en 1957 : trois Il-28 sont abattus (portée 5-6 km, altitude 9-10 km). Mais le missile est abandonné au profit du K-8M plus performant. Ce dernier est testé sur Su-11 et intégré dans l'armement le 5/2/1962. Il donne naissance à de nombreuses versions : le K-8M-8/R-88 à autodirecteur IR du TsKB-589 (testé en 1959/60 puis abandonné), le K-8M-1/R-30 (1963) et le K-8M-2/R-98 sur Su-15 (1965). La production en série est assurée par l'usine n°455 (environ 10.000 exemplaires). Le prix Lenine est remis à M. R. Bisnovat, V. N. Elagine, G. I. Khokhlov, I. I. Menchikov, etc en 1966. Le K-80/R-4 est décidé en juin 1958, mais les performances demandées sont augmentées en juillet 1959. C'est un missile de 480-490 kg propulsé par un moteur PRD-84

d'Iskra. Il doit recevoir des autodirecteurs radars du NII-648/NIITP (PARG-10 de N. A. Viktorov) et infrarouge du TsKB-589/Geofizika (T-80NM de D. M. Khorol). La portée est de 25 km et l'altitude de 21 km. Les essais en vol sur E-152 ont lieu en 1961 et sur Tu-28-80 en 1962/64. Il est déclaré opérationnel en décembre 1963. Le Tu-28-80 (radar Smertch et missiles K-80) est intégré dans l'armement en avril 1965. La production en série est assurée par l'usine n°455 (environ 5.000 exemplaires).



Le missile K-13/R-3 de Toropov (1959)



Le système K-15 de l'avion La-250 de Lavotchkine (1953/60)

Le K-9 est développé par l'avionneur. D'une masse de 245 kg, il a une portée de 9 km. Des essais sont réalisés sur un E-152 avec conduite de tir Ouragan-5B en 1961, mais le missile est abandonné à l'arrêt du programme Ouragan-5B. En 1953/60, Lavotchkine développe l'avion La-250 Anaconda avec le système air-air K-15. Le missile (800 kg), à ergols liquides, est développé en version radioguidée (objet 275), à radar semi-actif (objet 277), à ogive nucléaire (objet 279). Une version à ergol solide (objet 280) est aussi étudiée. Mais le programme est abandonné au profit du Tu-28-80 de Tupolev.

En septembre 1958, la Chine a récupéré un Sidewinder américain sur un F-86 Sabre abattu et l'a transmis en URSS pour être examiné et copié (la documentation sera retournée en Chine en 1961). L'autodirecteur IR était particulièrement en avance. Il devient alors le missile K-13/R-3 de l'OKB-134. C'est un engin de 75-83 kg propulsé par un moteur d'Iskra. Deux autodirecteurs IR sont développés : IGS-59 du NII-10/Altair et TGS-13K du TsKB-589/Geofizika. La portée est de 7,6 km et l'altitude de 21,5 km. Les essais en vol sur Mig-19 ont lieu en décembre 1959 : cinq Mig-15 sont abattus. En février 1960, la production en série débute à l'usine n°43/Kommunar à Moscou et à l'usine n°485/Artiem de Kiev. En 1961, il est monté sur le Mig-21F-13 et Mig-21PF. La version radar est réalisée en 1962 : NII-648/NIITP (PARG-13VV de N. A. Viktorov). Les essais en vol sur Mig-21S se déroulent en 1963/67. La version K-13M est décidée en 1967 et intégrée dans l'armement en janvier 1974 (portée de 15 km et altitude de 25 km). Enfin, la version K-14 est décidée en 1974, puis abandonnée en 1979. L'OKB-134/Vympel a ensuite développé les mis-

siles air-air R-23/R-24, R-25, R-27, R-33, R-73, R-77/RVV-AE, sol-air 3M9/Kub en 1958/65 et 9M38/Bouk. En 1982, il récupère l'activité missile de l'OKB-4/Molnya (R-40, le R-60, air-sol X-29).

De son côté, l'usine n°455/Strela 25 de Kostino, créée en 1942, entreprend la production en série de missiles en 1955 : RS-1U, RS-2U, RS-2US, R-55, R-8M, K-80/R-4, X-66, X-23, X-25, X-27, X-31, X-35, etc. L'entreprise comprend également l'usine de mécanique de Kostroma et l'usine de construction de machines de Ben-

der. En décembre 1955, le KTB-2 est dirigé par N. T. Pikot. En 1957, un OKB est créé sous la direction de M. E. Edidovitch (1911-1961) avec Pikot comme adjoint. Il devient l'OKB Zvezda en 1976 26. En 1966, il met au point le missile air-sol X-66 à partir du propulseur du missile air-air K-8 et du système de guidage du RS-2US: il équipera le Mig-21PFM à partir de 1968. L'OKB développe ensuite les X-25MP, X-25MR, X-25ML, X-31A, X-31P et X-35, ainsi que les engins-cibles supersoniques ITs-59M Olen, ITs-60 Zayats, ITs-59V Magnit. En 2003, Strela-Zvezda entre dans la composition de la holding «Missiles Tactiques» (KTRV) dont il est devenu le leader.

Nota :

- 1 <http://www.heidelager.republika.pl/>
- 2 Leonid Efimovitch Bernchteïn (1921-2019) interviewé dans Yapomniou par G.Koïfman le 6 décembre 2007 voir <https://iremember.ru/memoirs/partizani/berenshteyn-leonid-efimovich/>
- 3 ex RNII, devenu NII-1 le 18 février 1944, puis NII des processus thermiques en 1965, puis centre Keldysh.
- 4 Journal «Dvigatel» n°5 de 2001 page 24
- 5 «Un demi-siècle à l'avant-garde» par V. V. Satchkov, NPO Mach, Reoutov, 2018, page 15
- 6 Termine l'institut polytechnique de Kiev en 1926, entre dans l'OKB Polikarpov en 1934/39 (adjoint en 1936), emprisonné au TsKB-29-NKVD en 1939/46, entre dans l'OKB Miassitchchev en 1946, de Tchelomeï en 1946/47, au KB-2 en 1947/49 (missile Hs-293/Chouka), chef de la section 32 du KB-1 en 1950/53 (K-5/ChM et 32B/ChB),



à l'OKB-2 de Grouchine en 1953, et finalement au KB-1 in 1955/74, prix d'état en 1953/69.

7 Laboratoire des moteurs aérobies dirigé par V. R. Levin en 1942/48, K. V. Kholchevnikov (1906-1976) en 1948/56, N. Ya. Litvinov (1908-1990) en 1956/78, V. A. Sosounov en 1978/82.

8 Devenu l'institut de cybernétique technique en 1963, l'institut des systèmes automatiques en 1970, l'institut des systèmes aéronautiques (GosNIIAS) en 1991. Il a été dirigé par le général-major P. Ya. Zalessky en 1946/51, V. A. Djaparidze en 1951/70, E. A. Fedossov en 1970/2006.

9 Termine l'institut de mécanique militaire de Léninegrad en 1932, travaille à l'usine Bolchevik en 1932/41, l'usine n°40 de Mitychi en 1941/43, au TsAKB de Podlipki en 1943/46, chef du KB-2 de l'Institut Berlin en 1945/46, au NII-88 en 1946/57 (chef secteur n°4 en 1946/50, adjoint de l'OKB-1 pour la R-11 en 1950/51, adjoint de l'OKB-3 en 1952/57), au KBSM de Léninegrad en 1957/73.



10 Travaille à l'usine n°38 de Podlipki en 1935/37, à l'OKB-16 en 1937/46, chef du KB-3 de l'Institut Berlin en 1945/46, chef de secteur au NII-88 en 1946/50, candidat es sciences techniques en 1952, docteur es sciences techniques en 1962.

11 Termine l'académie Dzerjinsky en 1932, travaille à Toulou, adjoint du KB de l'usine n°92 de Gorky en 1934/38, constructeur principal de



l'usine n°4 de Kolomensk en 1938/43, constructeur principal de l'usine n°88 de Podlipki en 1943/45, chef du SKB-88 le 30/11/45, en Allemagne en 1946, chef secteur n°6 en 1946/50, OKB-2 en 1950/52, OKB-3 en

1952/59, puis à nouveau OKB-2 en 1959/68.

12 Termine l'école technique supérieure en 1928, usine n°33 en 1933/37, usine n°28 en 1937, arrêté pour espionnage en 1938, OKB-16 du NKVD à Kazan en 1940/44, chef du secteur n°6 de l'institut Berlin en 1945/46, chef du secteur n°8 du NII-88 en 1946/50, NII-1 en 1950/51, institut Giprostroïmekhanizatsia en 1951/56, constructeur en chef usine n°918 (Zvezda) en 1956.



13 Termine MVTU en 1941,

constructeur principal du MIT (Mars, Tioulpan, Filin en 1953/58, Luna en 1957/61, Luna-M en 1959/64), docteur es sciences techniques en 1965, professeur en 1978, prix Lenine en 1966, prix d'Etat en 1983

14 Termine l'Institut d'aviation de Moscou en 1940, chef du SKB du TSAGI en 1941/46, constructeur principal de l'OKB de l'Institut de mécanique de Moscou (MMI) en 1946/48, constructeur principal au KB-2 en 1948/58, constructeur principal en 1958, puis chef du NII-1/MIT en 1961/87. Académicien en 1981, Héros du travail socialiste en 1976/82, prix Lénine en 1966, prix d'état en 1988.



15 OKB de V.F. Bolkhovitinov en 1939/46 où est réalisé l'avion-fusée BI-1 (Berezniak-Isaiev) en 1941. Filiale du NII-1 en 1944/46.

16 Termine le MAI en 1931, entre au TsKB, à l'OKB de Taïrov en 1935/38, constructeur principal OKB TsAGI en 1938/41, participe à la production des LaGG et des Yak en 1941/43, travaille à l'usine n°55 en 1944/46, constructeur principal de l'OKB-293 en 1946/53 (avion 5, missile Snars), constructeur principal de l'OKB-4 Molnya à Touchino en 1954/76. Héros du travail socialiste en 1975, prix Lénine en 1966, prix d'état en 1973.



17 Termine le MAI en 1938, travaille chez Bolkhovitinov en 1938/46 (avion BI-1 en 1941/46), adjoint de Mikoyan en 1946, constructeur principal en 1957, Docteur es sciences techniques en 1968, prix Lénine en 1962, prix d'état en 1970. Les successeurs sont I. S. Seleznev (1931-2017) en 1974/93, V. N. Troussov (1942) en 1993.



18 Termine le MAI en 1935, usine n°39 en 1933/37, OKB Lavotchkine en 1937 (1e adjoint en 1941/46), constructeur principal de l'usine n°21 de Gorky en 1946/48 (avions I-211, I-212, I-215), chef de l'OKB-1 de l'usine n°1 d'Ivanovo/Doubna en 1948/52 (avions de Baade), constructeur principal de l'usine n°918/Zvezda en 1952/74 de systèmes de sauvetage (sièges éjectables, scaphandres, moyens



de survie). Héros du travail socialiste en 1961.

19 Termine l'Institut d'aviation de Kharkov en 1933, y travaille jusqu'en 1940, constructeur principal adjoint de Mikoyan en 1941/76, constructeur général de la NPO Molnya en 1976/2001. Docteur es sciences en 1985, Héros du travail socialiste en 1975, prix Lénine en 1962, prix d'état en 1950/52.



20 Termine l'académie militaire des liaisons Bou-dienny en 1947, ingénieur principal du SB-1 en 1947/53, arrêté de juillet 1953 à fin 1954, ingénieur du NII Avtomatika de Sverdlovsk en 1954/64, ingénieur du NII Kvant de Kiev en 1964/88, chef secteur institut IPM AN USSR en 1988/90, directeur de la NPO Kometa de Kiev (Ukraine) en 1990. Ingénieur-colonel, docteur es sciences techniques en 1952 et prix Staline en 1953.



21 Technicien à l'usine n°39, dirige la charaga de Tupolev (TsKB-29-NKVD) en 1938/41, adjoint 4e secteur NKVD (Charaga) en 1941/47, chef en 1947/49, KB-1 en 1947/53, OKB-2 de Grouchine en 1953/69.



22 Termine le MAI en 1932, constructeur principal de l'usine n°135 à Kharkov en 1940, OKB-301 en 1942, ingénieur principal usine n°381 en 1943, travail au ministère en 1946, chef secteur Comité n°2 (fusées) en 1947/48, MAI en 1948/51, adjoint en 1951/53, directeur de l'OKB-2 Fakel de Khimki en 1953, constructeur général en 1960/91, Académicien



Nouveaux livres

A g, le dernier volume (n°50) de la série d'histoire de l'AAS (American Astronautical Society) est sorti chez Univelt. Il s'agit des proceedings du 51^e symposium d'histoire de l'IAF-IAA qui s'est tenu à Adelaïde en Australie en 2017. Ce volume a été réalisé par Michael Ciancone et Kerry Dougherty. Il contient les 19 présentations des trois sessions.

A dr, le dernier livre de Pavel Choubine est sorti : c'est l'histoire du vol tragique de Vladimir Komarov à bord de Soyouz-1 en avril 1967. Pour la première fois, il révèle des documents d'archives qu'il a trouvé au RGANTD à Moscou. Une version en anglais a été réalisée et est en cours d'impression. J'en conseille la lecture à tous les passionnés.

en 1966, membre du Comité central du PCUS en 1966/86, Héros du travail socialiste en 1958/81, Prix Lenine en 1963, Prix d'état en 1965. Ses successeurs sont V. G. Svetlov (1935) en 1991/2013, V. V. Doronine (1960) en 2013.

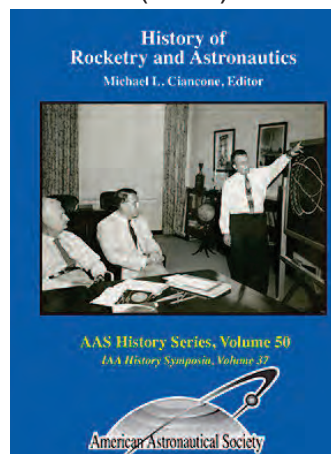
23 I. I. Toropov (1907-1977) termine le MVTU en 1930, TsAGI en 1932, chef KB-4 de l'usine n°32 en 1934, constructeur principal OKB de l'usine n°43 en 1943/49, prix d'état en 1950, directeur et constructeur principal de l'OKB-134 en 1949/61, professeur au MAI en 1961/77.



24 Créé en 1931 au TsAGI à partir des brigades n°12 et 13 d'armement aéronautique (I. P. Chebanov et A. I. Choulgine), devient l'usine n°32 en 1936 (quatre KB : Choulgine, Mojarovsky, Chebanov, Toropov), évacué à Kirov en 1941/43, devient l'usine n°43 en 1943 (Toropov), puis déménage sur le territoire de l'usine n°134 où se trouvait l'OKB de Sukhoï jusqu'à sa fermeture en 1949, entre dans la holding «Missiles tactiques» (KTRV) en 2005. Il est dirigé par I. I. Toropov en 1949/61, A. L. Liapine en 1961/81, G. A. Sokolovsky en 1981/2005, V. A. Rats en 2005/2012, puis N. A. Goussev depuis 2012.

25 Elle a été dirigée par N. K. Sorokine en 1942/43, M. P. Gorbounov en 1943/50, M. P. Arjakov (1903-1977) en 1950/74, V. A. Beliakov (1922- ?) en 1974/87, V. A. Chapochnikov (1946) en 1987/90, N. S. Joutchkov (1928) en 1990/94, S. P. Yakovlev (1949) en 1994/2002, V. A. Besonov (1950) en 2002/2003.

26 Il a été dirigé par You. N. Korolev (1925-1973) en 1966/73, V. N. Bougaïsky (1912-1994) en 1973/83, V. G. Galouchko (1934) en 1983/86, G. I. Khokhlov (1926-2010) en 1986/94, You. D. Novikov (1934-2010) en 1995/99, A. I. Belskikh (1952) en 1999/2003.





SESSION 1

Title

Memoirs & Organisational Histories

Description

Autobiographical & biographical memoirs of individuals who have made original contributions to the development & application of astronautics & rocketry. History of government, agencies, industrial, academic & professional societies & organizations long engaged in astronautical endeavors. This will include the entire spectrum of space history, at least 25 years old.

IPC members

- Co-Chair: Mrs. Marsha Freeman, 21st Century Science & Technology, United States;
- Co-Chair: Mr. Niklas Reinke, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Germany;
- Rapporteur: Mr. Philippe Cosyn, Belgium;
- Rapporteur: Dr. Sandra Haeuplik-Meusburger, Vienna University of Technology, Austria;
- Rapporteur: Dr. Irene Farquhar, United States;

PAPERS

Order	Time	Paper title	Mode	Presentation status	Speaker	Affiliation	Country
1		Early Rocket Organizations: Successes and Failures		withdrawn	Prof.Dr. Mike Pavelec	Air University	United States
2		Rockets for Regimes: Ballistic Missile Development in Nazi Germany and Maoist China	10	confirmed	Dr. Andrew Erickson	Naval War College/Harvard University	United States
3		60 Years International Institute of Space Law	10	confirmed	Mr. Hannes Mayer	Karl Franzens Universität Graz	Austria
4		Marinus Vertregt (1897-1963) – Space Flight Pioneer			Dr. Peter Buist	Netherlands Space Society (NVR)	The Netherlands
5		The Evolution of Japan's Space Policy and Organizations: Domestic, Diplomatic and Security Challenges		withdrawn	Prof. Hirotaka Watanabe	Osaka University	Japan
6		"Autonomy" in the Dawn of Japanese Rocketry: Two Different Approaches by Hideo Itokawa and Hideo Shima	10	confirmed	Dr. Naoko Sugita	Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)	Japan
7		Kathrine Johnson (1919-2020), the woman who quietly changed space exploration forever through precision and persistence	10	confirmed	Ms. Raveen Sidhu	University of Manitoba	Canada
8		A Higher-Fidelity Cost Analysis of Project Apollo	10	confirmed	Mr. Casey Dreier	The Planetary Society	United States
9		Operation Moonwatch in Australia	10	confirmed	Ms. Kerrie Dougherty		Australia
10		African Space Programs: Viewing the Past	10	confirmed	Dr. Benjamin Davis	The Davis Group	United States
11		The Zambian Space Oddity	10	confirmed	Mr. Virgiliu Pop	Romanian Space Agency (ROSA)	Romania

SESSION 2

Title

Scientific and Technical Histories

Description

The symposium will cover the history of space science, exploration, innovation & technology. Furthermore reflection on the cultural, socio-political impact are parts of it. This will include the entire spectrum of space history, at least 25 years old.

IPC members

- Co-Chair: Mr. John Charles, Space Center Houston, United States;
- Co-Chair: Ms. Vera Pinto Gomes, European Commission, Belgium;
- Rapporteur: Mr. Hannes Mayer, Karl Franzens Universität Graz, Austria;
- Rapporteur: Ms. Rachel Tillman, The Viking Mars Missions Education and Preservation Project (VMMEPP), United States;
- Rapporteur: Mr. Christophe Rothmund, Airbus Safran Launchers, France;

PAPERS

Order	Time	Paper title	Mode	Presentation status	Speaker	Affiliation	Country
1		The missing calculation behind the original "Karman line" definition – A credible hypothesis		withdrawn	Mr. Nicolas Bérend	ONERA - The French Aerospace Lab	France
2		Scientific Diffusion and the End of World War II		withdrawn	Prof.Dr. Mike Pavelec	Air University	United States
3		Reflections on Early Lunar base Design – from Sketch to the first Moon Landing			Dr. Sandra Haeuplik-Meusburger	Vienna University of Technology	Austria
4		50 years ago, the first East/West cooperation in space - Lunokhod 1, the first space rover	10	confirmed	Mr. Philippe Jung	Association Aéronautique & Astronautique de France (3AF)	France
5		Geophysics experiments from Apollo Lunar Surface Experiments Package	10	confirmed	Mr. Matt Harasymczuk	Analog Astronaut Training Center	Poland
6		The Apollo Soyuz Test Project – Its Legacy 45 Years On		withdrawn	Mr. Amer Khan		United Arab Emirates
7		"The 1936 Greenwood Lake Mail Rocket Experiments: The World's First Flown Liquid-Fuel Rocket Planes?"			Mr. Frank H. Winter	National Air and Space Museum	United States
8		The Technical Evolution of Spacesuits	10	confirmed	Ms. Fabiana Milza	Sapienza University of Rome	Italy
9		Sixty six years of excellence – Acta Astronautica	10	confirmed	Prof. Eva Yi-Wei Chang	University of Science & Technology	Taipei
10		The astronaut and its storytelling, embodiment for the spirit of exploration			Mr. Olivier Lamborelle	Space Applications Services NV/SA	Belgium
11		Cultural impact of the Apollo Program – the case of the "Apollo Diseases" in Africa.	10	confirmed	Mr. Virgiliu Pop	Romanian Space Agency (ROSA)	Romania

SESSION 3

Title

History of Middle Eastern Contribution to Astronautics and Astronomy

Description

Technical session with invited & proposed speakers. Origin (technical & political, science and social aspects) of the space activities & programs in the Middle East. This will include the entire spectrum of space history, at least 25 years old.

IPC members

- Co-Chair: Mr. Karlheinz Rohrwild, Hermann-Oberth-Raumfahrt Museum e.V., Germany;
- Co-Chair: Dr. Otfried G. Liepack, National Aeronautics and Space Administration (NASA), Jet Propulsion Laboratory, United States;
- Rapporteur: Ms. Kerrie Dougherty, Australia;
- Rapporteur: Prof. Radu Rugescu, Association Dedicated to Development in Astronautics (A.D.D.A), Romania;

PAPERS

Order	Time	Paper title	Mode	Presentation status	Speaker	Affiliation	Country
1		The origin of the Astronaut Program in Israel			Mr. Tal Inbar	The Fisher Institute for Air and Space Strategic Studies	Israel
2		TAUVEX - the story of an Israeli space telescope that stayed on the ground	10	confirmed	Mr. Tal Inbar	The Fisher Institute for Air and Space Strategic Studies	Israel
3		Aerospace and Astronomy Advances by the Middle East	10	confirmed	Mr. William E. Mayville	BLUECUBE Aerospace	United States
4		Impacts of the Astrolabe: A discussion of scientific discoveries supported by the astrolabe and the astronomers that used them during the Islamic Golden Age	10	withdrawn	Mr. Ryan Wall	Space Generation Advisory Council (SGAC)	United States
5		Space Heritage of Middle East during Reconnaissance Period	10	confirmed	Mr. Sachin Maruti Shet	R V College of Engineering, Bengaluru	India

55^e congrès Tsiolkovsky de Kalouga 15–17 septembre 2020



A la séance plénière, présidée par l'académicien Mikhail Marov, président de la Commission sur l'héritage scientifique de K. E. Tsiolkovsky de l'Académie des sciences, et le cosmonaute Oleg Artemiev, député de la ville de Moscou, il y a quatre exposés :

- "120 ans de S.A.Lavotchkine" par Kh.J.Kartchaiev et V.V.Efanov.

- "Tsiolkovsky : ses prévisions et la civilisation mondiale. Développement durable de la société" par You.A.Matveiev, A.A.Pozine, V.K.Iline, V.M.Cherschakov.

- "60 ans du TsPK Gagarine" par P. N. Vlassov, M.M.Kharlamov, A.A.Kouritsyne.

- "75 ans de la Victoire. Le projet Nordhausen -ville des fusées et de la mort" par V.P.Lositsky.

- présentation du livre "GIRD" par A.P.Alexandrov, ancien cosmonaute.

Autres exposés dans les sections :

- "Appareil pour se déplacer à la surface des corps célestes à la lumière des idées de K. E. Tsiolkovsky et H. Oberth" par S.V.Alexandrov.

- "K.E. Tsiolkovsky et J. Verne sur la menace d'utiliser des armement de fusées" par You.O.Droujinine, A.You.Emeline, M.I.Pavlouchenko.

- "Max Valier: Mérites et priorités historiques (125^e anniversaire)" par T.N.Jelnina.


- "Artillerie de fusée soviétique et allemande de la Seconde Guerre mondiale: analyse comparative" par A.M.Sitdikov.

- "Noms sur la carte de la Lune" par V.S.Soudakov et S.A.Kolinova (NPO EnergoMach).

- "Consultant scientifique du KB-1. 100 ans de la naissance de K.S.Kolesnikov" par L.V.Dokoutchaiev.

- "Pages de l'histoire du corps des cosmonautes - activité scientifique, obtention des diplômes scientifiques des cosmonautes (au 60^e anniversaire du corps des cosmonautes) par L.V.Ivanova et A.I.Chourov.

Bon de commande

 <p>50 ANS DE COOPÉRATION SPATIALE FRANCE-URSS/RUSSIE Genèse et évolutions 1966-2016</p> <p><small>Sous la direction d'Ariane Amman-Israël Préface de Jean-Yves Le Gall Introduction de Jacques Blamont</small></p> <p>T&A <small>Tessier & Ashpool</small></p> <p><small>INSTITUT FRANÇAIS D'HISTOIRE DE L'ESPACE</small></p>	<p>50 ANS DE COOPERATION SPATIALE FRANCE-URSS/RUSSIE GENESE ET EVOLUTIONS 1966-2016</p> <p>Depuis sa création, l'Institut Français d'Histoire de l'Espace (IFHE) est engagé dans la réalisation de livres de témoignages qui sont écrit par les acteurs des programmes spatiaux. Chaque livre, qui comprend une soixantaine de contributeurs, constitue un ouvrage de référence. En 2007, l'IFHE a publié le livre «Les débuts de la recherche spatiale française : au temps des fusées-sondes». En 2010, il a publié le livre «Les ballons au service de la recherche scientifique». Ces livres ont été réalisés en partenariat avec le Cnes et la 3A Cnes. Ils ont reçu le prix Aubinière. Deux autres livres doivent sortir en 2015 : celui sur la coopération spatiale Franco-URSS/Russe et celui sur l'Observation spatiale de la Terre (imagerie optique et radar).</p>
---	---

Sommaire

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

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

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

Bon de commande

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

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

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

Bon de commande



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

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

Sommaire

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

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

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

Bon de commande

A retourner à : Tessier & Ashpool

6 rue Saint-Laurent BP 432 Chantilly Cedex 60635

OBSERVATION SPATIALE DE LA TERRE

La France et l'Europe pionnières

Nombre d'exemplaires..... Montant total.....euros

Nom et prénom.....

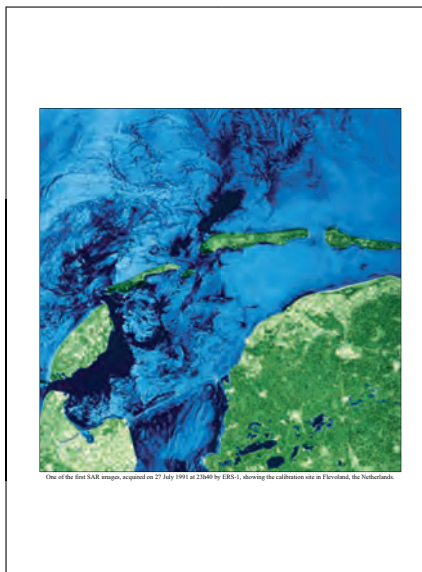
Adresse.....

Signature

NOUVEAU : l'Observation de la Terre en anglais



400 pages – format 22,5 cm x 29 cm – unpublished texts and illustrations – Price : 49,50 € / £ 41,25



CONTENTS

<ul style="list-style-type: none"> ■ Foreword: Steering Committee ■ Preface: Yves Sillard ■ Statement: Josef Achbacher <p>PART 1 • THE BEGINNINGS 1960-1976 COORDINATORS: JEAN-JACQUES DECHERELLE</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Introduction: Jean-Jacques Decherelle ■ Space, a new strategic area of defence: Jean-Jacques Decherelle ■ Scenarios and future users rally round: Aline Chabreuil ■ Earth observation satellites: France initiates the initiative: Gérard Brachet ■ Europe enters the scene: first steps and programmes: Guy Duchosson ■ Overview of initial studies and exploratory technologies: Jean-Jacques Decherelle, Christian Linder <p>PART 2 • PROJECTS BECOME REALITY 1977-1986 COORDINATORS: GERARD BRACHET, PHILIPPE ALBY</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Introduction: Gérard Brachet ■ The civilian sector, from SPOT to ERS: Gérard Brachet ■ The defence sector, from the SAMMO project to the decision to go ahead with Helios: Yves Billis, Jean-Jacques Decherelle ■ The main technological choices for high resolution observation satellites: Philippe Alby, Guy Duchosson ■ International cooperation gets on the move: Gérard Brachet, Guy Duchosson ■ A legal framework for Earth observation: Gérard Brachet, Guy Duchosson <p>PART 3 • IMPLEMENTATION AND EXPANSION 1986-1995 COORDINATORS: GERARD BRACHET, JEAN-JACQUES DECHERELLE</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Introduction: Jean-Jacques Decherelle ■ Explanation of the first SPOT satellites and ESA's two ERS satellites: Gérard Brachet, Guy Duchosson ■ Development of international relations and partnerships: Gérard Brachet, Guy Duchosson ■ The European Union enters the scene: Gérard Brachet, Guy Duchosson, Jean-Paul Malinvergne, Jean-Jacques Decherelle ■ Expanding receiving stations and processing systems: Philippe Alby ■ The Helios programme: Yves Billis, Philippe Alby, Jean-Jacques Decherelle ■ Evolution of European defence and satellite observation: Jean-Jacques Decherelle, Anne-Mare Mangray 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Definition and preparation of the next generation of European observation satellites: Gérard Brachet, Philippe Alby, Guy Duchosson ■ A diversification of initiatives and the increasing role of industry: Claude Goumy, Jean-Jacques Decherelle <p>PART 4 • A REVOLUTION: VERY HIGH-RESOLUTION IMAGERY BECOMES WIDELY AVAILABLE 1994-2010 COORDINATORS: JEAN-JACQUES DECHERELLE, JACQUES BERTH, MICHEL BOUTEFARD</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Introduction: Jean-Jacques Decherelle ■ A major change in the political context and the advent of commercial observation satellites: Gérard Brachet ■ The internet revolution and exploitation of SPOT-4 and 5: Philippe Deblaux, Gérard Brachet ■ Developments and technological breakthroughs: Michel Boutefard, Guy Duchosson, Jacques Loeux, Jean-Jacques Decherelle, Marc Tondran, Philippe Aubry ■ The exploitation of Envisat from March 2002 to April 2012: Guy Duchosson, Henri Laro ■ Birth and implementation of GMES/ Copernicus: Gérard Brachet, Guy Duchosson ■ The age of services and internet applications: Marc Tondran, Guy Duchosson, Gérard Brachet ■ Trends in defence needs and policies from 1996 to 2010: Yves Billis, Jean-Jacques Decherelle ■ French experts of Earth observation satellite systems: Michel Boutefard, Jean-Jacques Decherelle <p>CONCLUSION • REVIEW AND PROSPECTS CLAUDE GOUMY, GERARD BRACHET, JEAN-JACQUES DECHERELLE</p> <p>APPENDICES</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 - Basic principles of satellite imaging: Jean-Jacques Decherelle 343 2 - Management of radio frequencies for spaceborne Earth observation: Eduardo Madrid (ESA) 370 3 - Text of Resolution 41.65 of the General Assembly of the United Nations adopted on 3 December 1986: Principles Relating to Remote Sensing of the Earth from Outer Space 373 4 - Radar interferometry and its applications to ground movement: Didier Monneret (CNES) 375 5 - Airborne SAR campaigns organised by ESA between 1986 and 1995: Guy Duchosson 379 6 - United States legislative texts on Earth observation and the export of associated products, taken from public sources and the archives of the Clinton library 380
--	---

7



Purchase order to send with your cheque & postal address to :

Tessier & Ashpool Ltd
Rue St Laurent - BP 432
60635 Chantilly cedex (FRANCE)

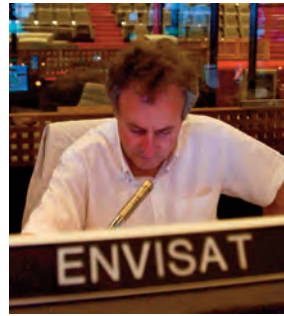
or make a payment by transfer to our accounts :

BE 24 0013 8692 9238 (for Payments in Euros €)
GB 81 NWBK 608 007 60104449 (for payment in GB Pounds)

Carnet gris

Jacques Louet (7-1-1947 à 9-7-2020)

Diplômé de l'Ecole nationale de l'aviation civile, il avait commencé sa carrière au CEV de Brétigny – après un stage au Cnes sur le programme Eole – où il s'était occupé de la qualification de systèmes de pilotages pour avions. En mai 1976, il entre à l'ESA pour s'occuper du programme Aerosat qui devait être réalisé par l'Europe, les Etats-Unis et le Canada. Après l'abandon d'Aerosat, il est passé sur le satellite de télécommunications OTS. Puis en 1979, c'est l'observation de la Terre à l'ESTEC avec le programme



ERS, puis Envisat. Il a rejoint ce dernier en 1993 comme directeur système (segment sol) avant de prendre aussi la responsabilité de la charge utile en 1998, puis de la totalité du programme en 2000. Après le lancement réussi d'Envisat en 2002, il passe à la Direction scientifique où il devient chef du département des projets scientifiques jusqu'à son départ en retraite en juillet 2010. Il est décédé après une très longue maladie à l'âge de 73 ans. Je l'avais très bien connu, paix à son âme. Christian Lardier

René Collette (1936 à 22-2-2020)

Diplômé de l'Université de Liège en 1957, il est chercheur à l'Université en 1957/58. Puis il part étudier au California Institute of Technology à Pasadena jusqu'en 1963. Il travaille alors à la Royal Military Academy de Bruxelles pendant deux ans (technologie des lasers). Il entre à l'ESRO en 1964 dans la division du Large Astronomical Satellite (LAS). Puis il participe à la conception des missions HEOS-2,



ESRO-4, COS-B et GEOS-1. Après cela, il commence à s'occuper de satellites de télécommunications : OTS, ECS, Marecs, Olympus. En 1977, il prend la direction du département des télécommunications de l'ESA. En décembre 1989, il est nommé directeur des programmes de télécommunications. Enfin, d'avril 1997 à mars 1998, il est directeur des Applications (son successeur est Claudio Mastracci).

Gerald Carr (22/8/32-26/8/2020)

Né à Denver (Colorado), il grandit à Santa Ana en Californie. Diplômé de l'Université de Sud Californie en 1954, il entre dans les Marine Corps à la base de Quantico (Virginie). Il devient pilote aux Naval Air Station de Pensacola (Floride) et de Kingsville (Texas). En 1961, Il termine l'US Naval Postgraduate School et, l'année suivante, l'Université de Princeton. Il vole sur des avions F9F Cougar, F6A Skyray, F-8 Crusader, F-4, T-1A, T-28, T-33, T-38, etc. Il cumule plus de 8000 heures de vol dont 5365 heures sur avions à réaction. Il est sélectionné dans les groupe n°5 des astronautes de la Nasa en avril 1966. Il est d'abord support crew et Capcom pour les vols Apollo-8 et 12, puis il est désigné comme pilote du LEM pour la mission Apollo-19 qui est finalement annulée en 1970. Il passe alors sur le programme Skylab comme commandant de bord de la troisième mission d'occupation de la station orbitale (Skylab-4). Il effectue ce vol du 16 novembre 1973 au 8 février 1974 (vol record de 84 jours). Il effectue trois sorties extra-véhic-



ulaires d'une durée totale de 15 h 51 min. Il quitte l'armée avec le grade de colonel en septembre 1975 et la Nasa en juin 1977. Puis Il devient vice président Bovay Engineers à Houston jusqu'en 1981. Il est ensuite consultant de Applied Research inc à Houston en 1981/83. Il dirige le projet de télescope de l'Université du Texas en 1983/85. En 1984, il a créé sa propre société Camus Inc dans le Vermont où il fournit son expertise sur les vols habités et produit les oeuvres de sa seconde femme Patrica Musick qu'il avait épousé en 1979.

Victor Kirillovitch Goupalov (20-2-1936 à 11-5-2020)



Termine l'institut polytechnique de Tomsk, usine n°1001/KrasMach : adjoint d'atelier, chef en 1964, chef production en 1969, ingénieur principal en 1970, directeur en 1975/85, DG en 1985/2005. Il produit les fusées de l'OKB-10 de Rechetnev (R-14, 11K65), ainsi que les SLBM de Makeiev (4K10/R-27, 4K75/R-29, 3M40/R-29R, 3M37/R-29RM, etc). Il était Héros du travail socialiste en 1982, prix d'Etat en 1974, ordre de Lénine en 1976 et ordre du travail du drapeau rouge en 1971.

Nikolai Ivanovitch Leontiev (1-8-1928 à 6-8-2020)



Diplômé de l'Institut d'automécanique de Moscou en 1951, il entre dans l'OKB-3 de D.D.Sevrouk au NII-88, secrétaire des Komsomols en 1953, termine les cours de perfectionnement (VIK) du MVTU en 1955. En 1959, quand OKB-2 et OKB-3 fusionnent, il devient chef de groupe de l'OKB-2 (moteur de missiles sol-air), puis adjoint du secteur des moteurs pour SLBM. Il est 1^e adjoint en 1971, puis chef et constructeur principal de l'OKB-2/KB KhimMach en 1985/2001. Il est docteur es sciences techniques en 1988, professeur en 1991, prix Lénine en 1974 et prix d'Etat en 1995.

Mikhail Mikhailovitch Mirochnikov (3-9-1926 à 31-5-2020)



Diplômé de l'Institut d'instrumentation aéronautique de Leningrad en 1949, travaille à l'institut d'optique d'Etat "Vavilov" (GOI) : chef adjoint en 1959/61, chef de labo en 1961/63, adjoint pour science en 1964, directeur en 1966/89. Il contribue au développement de dispositifs optiques pour satellites et d'instruments pour les satellites d'alerte avancée (US-K/Oko, US-KS/Oko-1, US-KMO/Oko-2) dont un télescope infrarouge avec un miroir principal de 1 m de diamètre en béryllium. Il est docteur es sciences techniques en 1965, professeur en 1970, membre-correspondant de l'Académie des sciences en 1984 Héros du travail socialiste en 1976, prix Lénine en 1981, ordre de Lénine en 1971 et ordre du travail du drapeau rouge en 1966, insigne d'honneur en 1957 et 1961.

Vadim Loukitch Sedykh (4-7-1934 à 27-4-2020)



Diplômé de l'université "VoenMekh" de Leningrad en 1958, puis avait travaillé au KB Arsenal (TsKB-7) d'ingénieur à adjoint du directeur et constructeur général. Il avait travaillé sur les fusées à ergols solides RT-2P (SS-13), RT-15 (SS-14), R-31 (SSN-17), etc. Il avait été président de la section de Saint-Petersbourg de la Fédération de cosmonautique (FKR).

Mikhail Nikolaievitch Pavlinsky (8-12-1959 à 1-7-2020)



Termine le MIFI en 1983, puis entre à l'Institut de recherches cosmiques (IKI) où il devient chef du secteur n°52 et directeur adjoint. Spécialiste d'astronomie X et gamma, il a travaillé sur le satellite franco-soviétique Granat, puis a dirigé le programme du satellite Spectre-RG.

Alexandre Aronovitch Gourchtein (20-2-1937 à 3-4-2020)

Diplômé de l'Institut des ingénieurs de géodésie, photo aérienne et cartographie de Moscou (MIIGAK) en 1959, il entre à l'institut d'astronomie "Shterberg" de l'Université de Moscou. Il est candidat es sciences physico-mathématiques en 1965, puis entre l'OKB-1 de Korolev (cartographie lunaire). En 1966, il entre à l'IKI où il est chercheur, adjoint de secteur, chef de laboratoire jusqu'en



aux Etats-Unis (Grand Junction Colorado). 1981. Il participe au programme de sondes lunaires et reçoit le prix "Pour la valeur du travail" en 1970 pour le succès de Luna-16. Il est docteur es sciences physico-mathématiques en 1981. Puis il passe dans l'institut d'histoire des sciences et techniques (IIET) où il devient directeur adjoint pour la science. En 1995, il part vivre

Evgueny Ivanovitch Yourevitch (25-11-1926 à 3-6-2020)

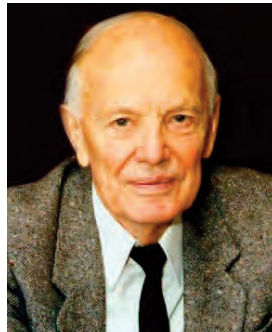
Né à Leningrad, il est évacué pendant le blocus en 1941/44, puis il termine l'Institut polytechnique en 1949 où il enseigne à la chaire d'automatique et de technique du calcul. En 1965 il crée un laboratoire (secteur en 1966, OKB en janvier 1968, puis TsNII de robotique et de cybernétique technique en juin 1981). Il en est le chef et le constructeur principal jusqu'en 1987, puis retourne à l'Institut polytechnique en 1987/92. En 1965, il



est l'auteur de l'altimètre à rayons gamma Kaktus qui assure le déclenchement des moteurs d'atterrissage en douceur du Soyouz. Puis il réalise le bras manipulateur Aist pour la navette spatiale Bourane, ou encore un robot de déblaiement de la centrale nucléaire de Tchernobyl. Il est docteur es sciences techniques en 1966, professeur en 1967. Il a reçu l'ordre du travail du drapeau rouge en 1970 et 1982.

Boris Evguenievitch Paton (14-11-1918 à 26-8-2020)

Né à Kiev, il est le fils d'Evgueny Oskarovitch Paton (1870-1953), créateur de l'Institut de soudure électrique de Kiev en 1934, Héros du travail socialiste en 1943, prix Staline en 1941. Il termine l'Institut polytechnique de Kiev en juin 1941. Il travaille à l'usine Krasnoe Sormovo de Gorky en 1941/42, puis entre dans l'institut de son père qui est évacué à Nijny-Tagil dans l'Oural en 1941/44. Il devient chef de secteur en 1945/50, puis directeur adjoint en 1950/53. Il est docteur es sciences techniques en 1952. Il prend la direction de l'institut à la mort de son père en 1953 et reste à ce poste jusqu'à sa mort en 2020 (101 ans). En 1964, il élabore une expérience de soudure dans l'espace avec Korolev. Au début, elle était prévue sur un vaisseau Voskhod en 1966. En 1965, des essais sont réalisés à bord d'un Tu-104 (25-30 sec d'apesanteur). Mais en octobre 1965, Korolev transfère l'expérience du Voskhod sur le Soyouz. Un vol autonome d'une semaine était prévu après l'amarrage des vaisseaux Soyouz-1 et 2 en 1967. A la suite de la tragédie de Soyouz-1, le vol est reporté en avril-



mai 1969. Deux cosmonautes de l'Institut Paton sont recrutés en mai 1968 : Fratouchny et Lankine. Finalement, l'expérience Vulkan est réalisée par Chonine et Koubassov sur Soyouz-6 en octobre 1969. Une seconde expérience URI est réalisée par Djanibekov et Savitaskaya en juillet 1984 (Soyouz-T12/Saliout-7). En mai 1986, l'expérience est rééditée par Kizim et Soloviev (Soyouz-T15). Paton était membre-correspondant de l'Académie des sciences (AN) d'Ukraine en 1951, académicien en 1958, président de l'Académie en 1962/2020, académicien de l'AN d'URSS en 1962, membre du présidium de l'AN en 1963/91. Il était Héros du travail socialiste en 1969 et 1978, Héros d'Ukraine en 1998, prix Lenine en 1957, prix Staline en 1950, prix d'Etat d'Ukraine en 1970 et 2004, ordre de Lenine en 1967 et 1975, médaille d'or Lomonossov en 1980 et Korolev en 2003. Il était membre du Comité central d'Ukraine en 1960/91, membre du Comité central du PCUS en 1966/91, député au Soviet Suprême d'Ukraine en 1959/88, député de Kiev au Soviet Suprême d'URSS en 1962/89.



**Des premières expériences
aux premiers satellites**
Actes de la 1^{ème} 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^{ème} 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^{ème} 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
PRÉFACE DE JACQUES BLANCHOT

**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



**Les relations franco-américaines
dans le domaine spatial**
1957-1975

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



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

BON DE COMMANDE

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

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

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

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

Règlement par chèque à l'ordre de l'IFHE

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