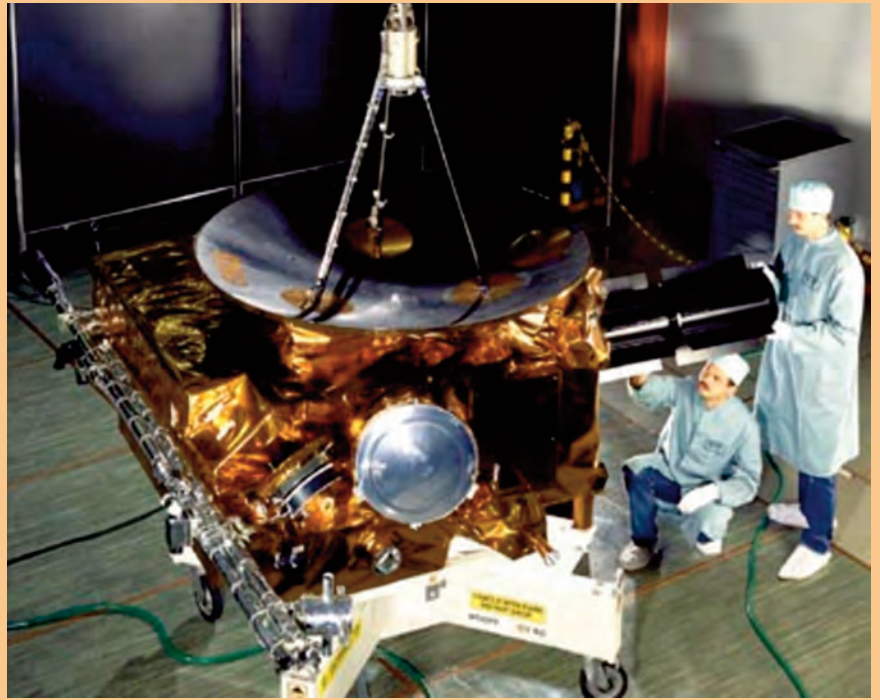


ESPACE & TEMPS

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



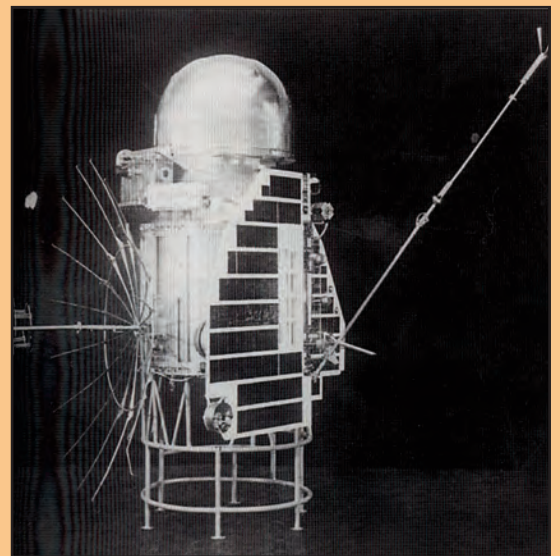
VÉRONIQUE-AGI (1959)



30 ANS DE ULYSSES (PARTIE N°2)



LE PROGRAMME LUNAIRE SOVIETIQUE



60 ANS DE VENERA-1

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

Chers amis,

Nous nous sommes quittés en 2020 avec la parution en décembre du numéro 29 d'Espace & Temps. A l'aube de 2021 nous nous retrouvons avec une nouvelle mouture de notre revue.

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.

Cette année 2021 sera une année riche en anniversaires spatiaux :

Conseil d'administration

Président d'honneur.....Michel Bignier †
 Président.....Yves Blin
 Vice-président.....Jacques Simon
 Trésorier.....Pierre Bescond
 Secrétaire général.....Jean Jamet
 Administrateurs...Christian Lardier, Alain Lebougre,
 Jean-Louis Fellous
 Représentant du CNES.....Emmanuel de Lipkowski

- Les 60 ans du vol de Youri Gagarine et de la création du CNES, agence spatiale française.
- Les 50 ans de la première station spatiale de l'histoire (Saliout 1), de la première mise en orbite d'une sonde autour de la planète Mars (Mariner 9), des missions lunaires habitées Apollo 14 et 15 mais aussi du drame de Soyouz-11 ;
- Les 40 ans du premier vol de la navette spatiale américaine Columbia et des missions vénusiennes soviétiques Venera-13 et 14
- Les 30 ans du lancement de Telecom-2A, premier satellite dual de télécommunications de seconde génération français.

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.

Autant de thèmes qui ne manqueront pas d'être traités dans les prochains numéros d'espace & Temps.

Je profite de cette tribune pour vous informer de la parution très récente de deux ouvrages collectifs auxquels ont participé plusieurs membres de l'IFHE et dont je vous recommande la lecture :

- « L'aventure Spatiale Française depuis 1945 - Hors-Série N°10-2020 de Mémoire et Vérité de l'Association de Soutien à l'Armée Française (ASAF) sous la direction de Gérard Brachet
- « Les enjeux stratégiques de l'espace » - Hors-Série des Carnets du Temps du Centre Etudes, Rayonnement et Partenariats de l'Armée de l'Air (CERPA-CESA)

2021 débute comme s'est terminée 2020 mais nous espérons tout de même que nous serons en mesure de tenir, avant l'été prochain, l'assemblée générale de l'année 2020 que nous n'avons pu tenir à cause de la crise du COVID-19 ainsi que l'assemblée générale de 2021.

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, Philippe Varnoteaux, 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.

Bonne lecture.

Yves Blin
 Président de l'IFHE

Le premier programme scientifique français d'emploi de fusée (partie n°1)

par Philippe Varnoteaux, docteur en Histoire, membre de l'Institut français d'histoire de l'espace, vice-président de l'association Histoires d'espace.

A la fin de cette année, le Centre national d'études spatiales (CNES) fêtera ses 60 ans. C'est l'occasion d'évoquer dans les colonnes d'Espace & Temps les initiatives et les démarches qui ont conduit au cours de la seconde moitié des années 50 à la naissance du premier programme spatial français, programme repris et étoffé par le Comité des recherches spatiales en 1959, puis par le CNES en 1962 (après sa création en décembre 1961).

Avant le Spoutnik d'octobre 1957, les affaires spatiales sont embryonnaires, elles sont en train d'émerger avec l'exploration de la haute atmosphère. Cette dernière suscite un vif intérêt, car ce « vaste océan aérien » est encore très mal connu, alors qu'il est devenu un espace stratégique pour notamment la navigation aérienne et les communications.¹ Il s'agissait alors d'en savoir plus. Ainsi, au tout début des années cinquante, des physiciens de la haute atmosphère avancent l'idée de l'explorer dans le cadre d'une Année géophysique internationale (AGI) - qui ambitionne une étude globale de la Terre.² Pour cela, ils comptent notamment sur la fusée, une nouvelle technologie qui a fait son apparition avec la Seconde guerre mondiale. Au cours de son vol balistique, la fusée pourra effectuer des mesures in situ de l'atmosphère à des altitudes de 100 à 300 km – ce que les ballons ne pouvaient faire – en embarquant dans la pointe des instruments scientifiques. Toutefois, la technique des fusées-

sondes étant limitée à la durée du vol balistique, Américains et Soviétiques annoncent en 1955 l'intention de placer également sur orbite des satellites artificiels qui pourront procéder à des études sur des temps plus longs. En France, les scientifiques s'engagent également dans l'AGI à travers un Conseil national pour l'AGI présidé par Pierre Lejay. Sur l'idée du physicien Etienne

Vassy,³ une petite partie du budget est allouée au développement d'un programme scientifique d'emploi de fusée. Pour cela, les militaires de l'armée de Terre, à travers le Laboratoire de recherche balistique et aérodynamique (LRBA) de



Science & Vie avril 1952

Vernon, attaché à la Direction des études et fabrication d'armement (DEFA), construisent et testent entre mai 1952 et février 1954 Véronique N, la première fusée française à propulsion à liquide opérationnelle ; les performances sont cependant encore bien limitées.⁴ De plus, les mentalités ne sont pas en sa faveur, car nombre de scientifiques la perçoivent d'abord comme un engin de guerre.⁵ Ne suscitant donc pas l'engouement au sein de la communauté scientifique française, Véronique est portée quasi à bout de bras par le Comité d'action

scientifique de la Défense nationale (CASDN)...

Le CASDN, l'organisme français qui s'intéressait aux fusées

Créé le 24 mai 1948, le CASDN a pour mission de coordonner la recherche militaire pour mieux rapprocher les scientifiques des armées d'une part, et pour mieux financer les recherches d'autre part. La priorité est de moderniser les armées au plus vite. Pour cela, plusieurs scientifiques de haut niveau ont intégré l'organisme comme les normaliens Jean Coulomb (directeur de l'Institut de physique du Globe de Paris), André Danjon (directeur de l'Observatoire de Paris), Joseph Pérès (professeur de mécanique des fluides à la Sorbonne) et Yves Rocard (directeur du laboratoire de physique de l'Ecole Normale). Intègre également le CASDN dès 1949, Etienne Vassy, le responsable du Laboratoire de physique de la faculté des sciences de l'Université de Paris. Parmi l'un des domaines scientifiques qui attire l'attention du CASDN figure l'étude de la haute atmosphère. Scientifiques et mi-



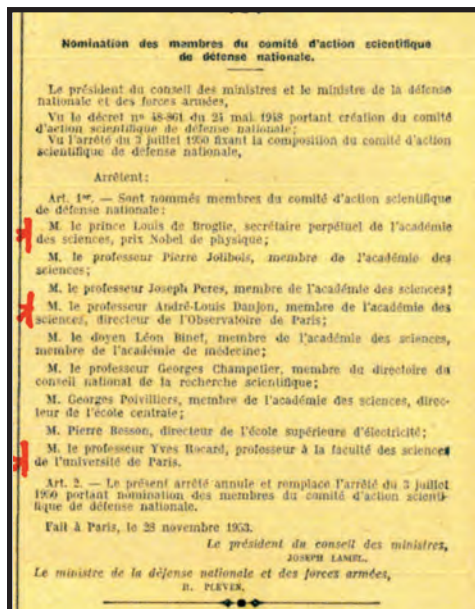
Véronique N6 de novembre 1952

litaires partagent la même envie de mieux la connaître ainsi que les phénomènes qui s'y déroulent pouvant perturber les communications, un champ vital pour les armées. Le physicien Etienne Vassy milite ardemment pour que soit développées des fusées capables d'aller étudier in situ l'atmosphère,⁶ comme le font déjà les Américains.⁷ Il obtient l'appui de certains militaires convaincus et passionnés comme le colonel Genty.⁸

La meilleure manière de démontrer l'intérêt scientifique de la fusée est alors d'organiser une campagne scientifique. Or, celle-ci devient possible en 1954 après le succès de Véronique NA14 qui, le 21 février, atteint l'altitude de 135 km. La campagne scientifique se déroule en octobre avec une expérience préparée par Etienne Vassy et Karl Rawer⁹, consistant à réaliser des mesures radioélectriques émis par des stations au sol pour en étudier leur propagation dans l'atmosphère. Les 17 et 29 octobre, Véronique NA13 et NA12 sont lancées depuis le Centre interarmées d'essais d'engins spéciaux (CIEES), en Algérie française.¹⁰ Seule la seconde est un succès, atteignant 104 km d'altitude. Toutefois, la télémessure n'étant pas encore au point, il a fallu récupérer la pointe de la fusée (dans laquelle se trouvaient les précieuses données enregistrées pendant le vol). Or, cela a nécessité près de six mois pour retrouver la pointe... de quoi alimenter les scepticismes et les critiques à l'égard de cette technologie, tant au sein de la communauté scientifique que celle des militaires.¹¹

Des fusées-sondes pour un programme scientifique

Au cours de la première moitié de l'an-



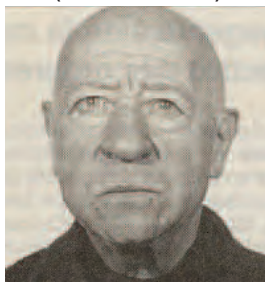
Composition du CASDN le 23-11-1953 (journal officiel)

Paul Bergeron (1890-1967)

Polytechnicien, il fait sa carrière dans l'armée. Pendant la seconde guerre mondiale, il est fait prisonnier, s'évade et rejoint l'Afrique du Nord. Général, il dirige le CASDN en 1948/55, puis devient pdg de Philipps & Pain-Vermorel (société de véhicules d'incendie et d'extincteurs) en 1956/62. Parallèlement, il dirige la Société Française d'Astronautique (SFA) en 1955/60). Son successeur au CASDN est le général Maurice Guérin (1900-1978) en 1955/61, et son successeur à la SFA est Edmond Brun (1898-1979) en 1960/62. Le CASDN a été rattaché au SGDN en 1966, tandis que la SFA est devenu la 3AF en 1972.



Etienne Vassy (1905-1969)



Robert Genty (1910-2001)

née 1955, l'avenir du programme de fusée-sonde Véronique devient incertain, au grand dam d'Etienne Vassy. Sa femme Arlette Vassy, une spécialiste de l'ionosphère qui a également travaillé avec son mari, se souvenait : « Mon mari était abattu lorsqu'on lui a annoncé l'annulation des Véronique pour l'AGI... Beaucoup critiquaient sa démarche (...). Certains scientifiques ne prenaient pas au sérieux cette histoire de Véronique ». ¹² En effet, à la mi-1955, les crédits alloués aux Véronique ont quasi disparu... ¹³ Feu Jacques Blamont ¹⁴ se souvenait également de la situation : « (...) aux ennemis personnels de Vassy se joignent les adversaires des fusées, considérées alors par les scientifiques et les militaires comme un gadget coûteux, inutile, peu fiable et dévoreur de crédits ». ¹⁵ N'oublions pas que la France était depuis 1946 engagée dans des guerres de décolonisation (Indochine, Algérie), nécessitant des crédits d'équipement militaire conséquents...

A la tête du CASDN depuis juin/juillet 1955, le général Guérin prend l'initiative : ardemment soutenu par son adjoint Genty, il multiplie les réunions au sein de son organisme à travers notamment le sous-comité « Haute atmosphère ». Entre juillet et décembre, des discussions, il ressort l'idée de poursuivre le soutien au développement de fusées-sondes en faisant tout pour convaincre le gouvernement de remettre les crédits, mais aussi d'évaluer l'intérêt d'un satellite artificiel et d'un lanceur. ¹⁶ Concernant les fusées-sondes, il estime raisonnable la construction d'une quinzaine de Véronique modernisées dites AGI ¹⁷ et, pour que les études puissent aboutir, il s'engage à trouver un peu plus de 70

millions de francs... en sollicitant notamment les directions techniques des armées (DEFA, DTIA, DCCAN).**18** Désireux de réussir la mise au point des Véronique AGI, Guérin sollicite le Centre national d'études des télécommunications (CNET) pour l'élaboration des pointes avec la télémessure, tandis que la DEFA se charge de la fabrication des fusées (sous-traitée à l'Atelier de Tarbes).

Toutefois, les équipes du LRBA ayant été entre temps dispersées, la remise en route du programme Véronique allait prendre plus de temps que prévu. C'est la raison pour laquelle le général Guérin se tourne également vers l'ATEF (Association technique pour l'étude des fusées) qui est alors en train d'étudier le développement de Monica IV, une fusée-sonde à propulsion solide.**19** Cependant, Véronique et Monica ne sont pas des engins équivalents.**20** De plus, la réalisation de Monica allait rencontrer au cours des années 1956-57 des difficultés techniques retardant là aussi son emploi...**21**

In fine, il faut attendre la formation du gouvernement de Guy Mollet (1^{er} février 1956 / 21 mai 1957), issu des élections législatives de janvier 1956, pour voir la situation se débloquer définitivement. Ainsi, en avril 1956, les crédits sont enfin réalloués au programme Véronique, et les futures campagnes scientifiques sont confirmées et la responsabilité en est confiée au CASDN.**22** Dépité, Etienne Vassy ne cache pas sa déception, déclarant quelques mois plus tard : «Au total, il a fallu attendre non seulement les élections de janvier 1956, mais que quelques mois se soient écoulés pour que le gouvernement se mette en place, et c'est alors seulement que l'on a repris la question des Véronique. Résultat, on avait perdu deux ans et demi d'avance (...).»**23**

Reste au CASDN à définir précisément les expériences scientifiques appelées à être embarquées dans les pointes Véronique AGI et Monica...



André Danjon (1890-1967) directeur de l'Observatoire de Paris en 1945/63, membre du CASDN, membre du Comité pour l'AGI en 1957/58.



Jean Coulomb (1904-1999) directeur de l'Institut de physique du Globe en 1941/59, directeur du Cnrs en 1957/62, du Cnes en 1962/67, membre du Comité pour l'AGI en 1957/58.

Un programme scientifique pour les fusées-sondes

A partir du printemps 1957, les discussions reprennent de plus bel au sein du CASDN en ce qui concerne les expériences scientifiques qui doivent être embarquées dans les premières Véronique AGI. Il subsiste cependant encore des incertitudes. Trois équipes scientifiques réfléchissent à la question, celle d'Etienne Vassy du Laboratoire de physique de l'atmosphère, celle de Karl Rauer de l'Institut Saint-Louis (en coopération avec Vassy), et celle d'Alfred Kastler (à la tête du Laboratoire de spectroscopie hertzienne de l'Ecole Normale supérieure). Si Vassy et Rauer entendent réaliser des mesures in situ dans l'atmosphère, la seconde envisage des observations depuis le sol à l'aide de nuages de sodium émis en haute altitude. L'idée des nuages de sodium a été suggérée dès 1955 **24** par le jeune étudiant Jacques Blamont à son directeur de thèse Kastler qui travaillait alors sur la présence du sodium dans l'atmosphère.

Alors que les discussions vont bon train au sein du CASDN, les «bip, bip» du Spoutnik soviétique se font

entendre le 4 octobre 1957. Jean-Claude Pecker, qui a connu les premiers développements de l'astronomie spatiale, se souvenait : «Stupeur aux USA, où le retard était flagrant sur l'URSS. Réveil en France. (...) André Danjon, qui participait activement au comité de l'Année géophysique, prit une colère mémorable. Il convoqua deux jeunes chercheurs, Jacques Blamont et moi-même, le lendemain du lancement du Spoutnik. Il nous dit : «Je veux avoir sur mon bureau (...) un plan original, compétitif, et réaliste, portant sur une période de dix ans pour la recherche spatiale astronomique et géophysique en France». Jacques Blamont se souvenait également de ce moment mémorable : «J'arrivai d'Amérique (...) pour apprendre que les patrons qui soutenaient ma carrière, André Danjon, Jean Coulomb (devenu directeur général du CNRS) et Alfred Kas-

... tler voulaient que je prenne en main l'utilisation scientifique des Véronique de l'AGI, pour aider Vassy. Le 15 octobre, je fus entendu par les officiers du CASDN et fis accepter pour les trois premiers tirs, l'idée des nuages de sodium dont j'apportais d'Amérique la technique»**25**, c'est-à-dire les plans complets d'un système d'éjection de vapeur de sodium utilisé sur des fusées Aerobee.**26** L'idée était donc de projeter du sodium par une fusée Véronique le long de sa trajectoire et d'en observer le comportement du nuage au crépuscule. D'un point de vue technique, cette méthode permettait d'éviter d'avoir de l'électronique dans la pointe de la fusée (qui fonctionnait encore avec des tubes, le transistor ne se répandant que vers la fin des années 50) et, d'un point de vue scientifique, elle contribuerait à en savoir plus sur la dynamique d'une région de l'atmosphère terrestre (entre 100 et 200 km) encore inconnue.

La naissance du Service d'aéronomie

A la mi-octobre 1957, les responsables du CASDN (en accord avec Jean Coulomb, André Danjon et Alfred Kastler) prennent la décision d'attribuer au jeune Blamont les trois premiers lancements de Véronique AGI planifiés pour décembre 1958.**27** Tout juste élu professeur à la faculté des sciences de l'Université de Paris, Blamont, épaulé par le colonel Genty, donne la priorité à la formation d'une équipe pour préparer les expériences : outre les militaires du contingent Paul Coutant (ingénieur au CEA) et Claude Cohen-Tannoudji (agrégé de physique) sont recrutés quatre jeunes normaliens (Philippe Delache, Pierre-Yvan Gal, Pierre Léna, François Roddier), Marie-Lise Lory (plus tard Chanin) et un technicien (Frayse).

Du 15 au 20 juin 1958, Jacques Blamont se rend au CIEES de Colomb-Béchar afin de définir l'organisation des lancements et de préparer la campagne scientifique. Il rencontre alors le directeur du centre, le colonel Robert Aubinière (qui en 1962 deviendra le premier directeur général du CNES). Ce dernier lui apporte son «soutien complet pour l'accomplissement de [la] mission, grâce aux puissants moyens dont il disposait (trois mille hommes au CIEES en 1960)».**28** A



Le Service d'aéronomie en 1958

cette occasion, Jacques Blamont prend conscience de l'importance et de l'urgence à créer une structure qui permettrait d'engager la France dans l'aventure spatiale.**29** Son sentiment se renforce d'autant plus qu'à la même époque les Etats-Unis se dotent de la NASA. Le jeune Jacques Blamont tente alors de persuader «Danjon et

Coulomb (...) de créer un laboratoire propre au CNRS, qui serait l'instigateur de la politique spatiale du pays, et qui reçut le nom modeste de Service d'aéronomie à sa naissance instantanée en octobre 1958».**30** Officiellement créé le 16 décembre 1958, le Service d'aéronomie est installé rue Lhomond dans un local de...24 m². Le premier laboratoire spatial venait de naître. Si la direction incombait à Alfred Kastler, le véritable patron en était le sous-directeur Jacques Blamont.

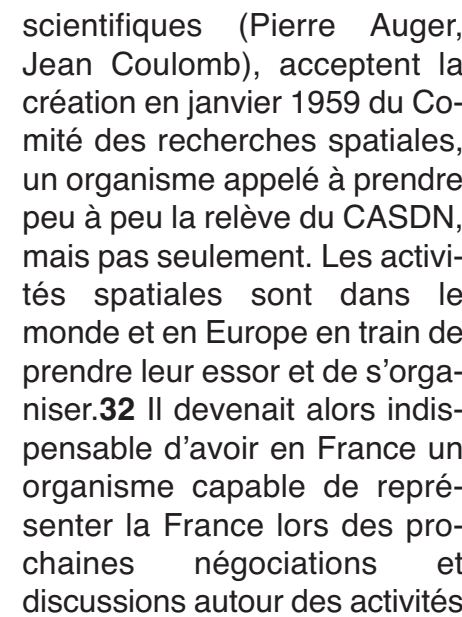
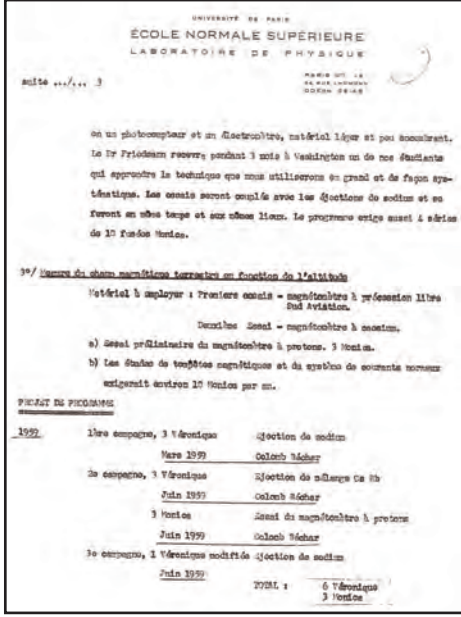
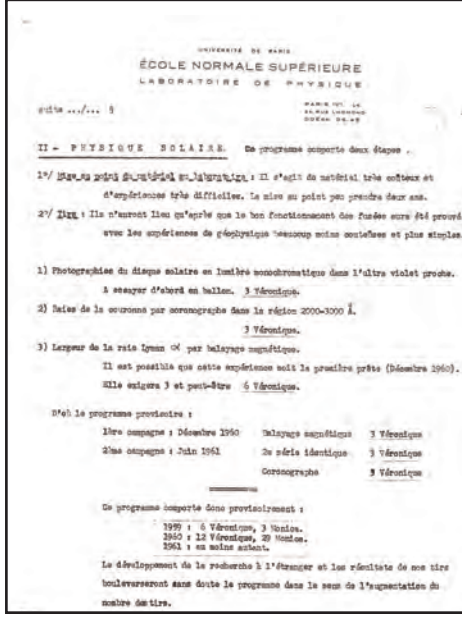
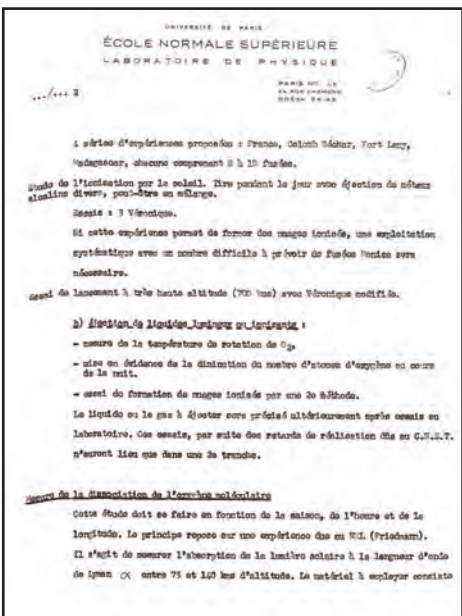
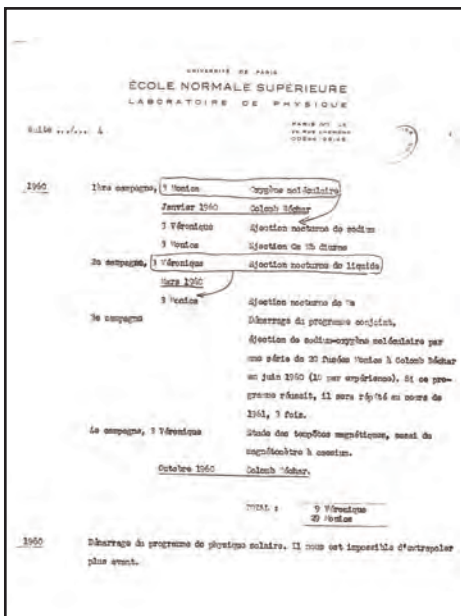
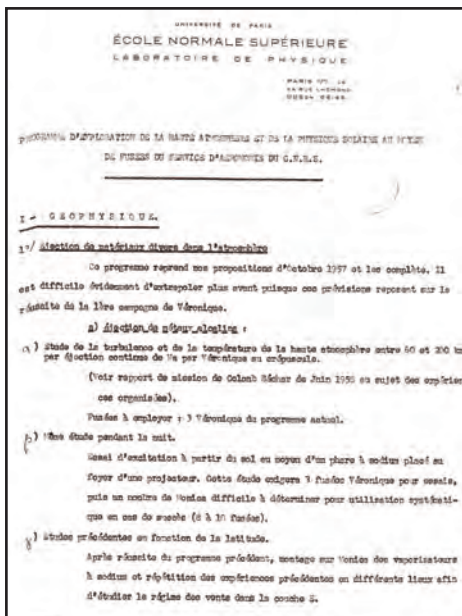
Le premier programme scientifique d'emploi de fusées-sondes

Alors que se met en place le Service d'Aéronomie et que se prépare la première campagne scientifique de Véronique AGI, Jacques Blamont présente le 3 décembre 1958 à son autorité supérieure (Directeur de l'Observatoire de Paris) un rapport définissant pour les prochaines années le (premier) programme scientifique d'emploi de fusées-sondes. Celui-ci repose alors sur deux grands axes, le premier sur la géophysique avec :

- l'éjection de divers matériaux dans l'atmosphère (des métaux alcalins pour étudier la turbulence et la température de la haute atmosphère entre 60 et 200 km, des liquides lumineux ou ionisants pour mesurer la température, mettre en évidence de la diminution du nombre d'atomes d'oxygène) ;
- la réalisation de mesures de la dissociation de l'oxygène moléculaire entre 75 et 140 km ;
- l'étude du champ magnétique terrestre en fonction de l'altitude.

Quant au second axe, il porte sur la physique solaire. Pour Blamont, celui-ci nécessite alors la mise au point de matériels scientifiques spécifiques pour des expériences délicates à effectuer. Il est envisagé :

- de photographier le disque solaire (en lumière monochromatique dans l'ultra violet proche) ;
- d'étudier la raie de la couronne par coronographe ;



- d'étudier la largeur de la raie Lyman alpha.

Au final, pour les expériences de géophysique, est préconisé pour 1959 l'emploi de 6 Véronique et 3 Monica au cours de deux campagnes (mars, juin) puis, pour 1960, 9 Véronique et 29 Monica au cours de quatre campagnes (janvier, mars, juin, octobre). Quant aux études de physique solaire, il est envisagé «3 Véronique peut-être 6». **31**

Alors que le CASDN met en place en novembre 1958 le «sous-comité Espace» pour coordonner et mener la première campagne scientifique de Véronique AGI désormais planifiée pour mars 1959, les autorités politiques, à la demande des

scientifiques (Pierre Auger, Jean Coulomb), acceptent la création en janvier 1959 du Comité des recherches spatiales, un organisme appelé à prendre peu à peu la relève du CASDN, mais pas seulement. Les activités spatiales sont dans le monde et en Europe en train de prendre leur essor et de s'organiser. **32** Il devenait alors indispensable d'avoir en France un organisme capable de représenter la France lors des prochaines négociations et discussions autour des activités spatiales.

Quelques références

- BLAMONT Jacques, «Onze années rue Lhomond avec Kastler et Brossel», in Société des Amis de l'École Normale Supérieure, Bulletin n°225-226, décembre 2002.
- BLAMONT Jacques, «Les Normaliens et les activités spatiales en France», in Société des Amis de l'École Normale Supérieure, Bulletin n°230, juillet 2004.
- BLAMONT Jacques, L'action sœur du rêve, souvenirs de voyage, e/dite, Paris, 2012.
- CHANIN Marie-Lise (sous la direction), L'École de l'espace. Le Service d'aéronomie 1958-2008, CNRS éditions, Paris, 2008.
- MOULIN Hervé, «La France dans l'espace 1959-1979, contribution à l'effort européen», Publication ESA HSR-37, juin 2006, consultable en ligne : <https://www.esa.int/esa->

pub/hsr/HSR_37.pdf

- MOULIN Hervé, «1959, une année décisive pour le développement des activités spatiales françaises», in Gazette du groupe Île-de-France de la 3AF, novembre 2010.

- MOULIN Hervé, La construction d'une politique spatiale en France, Beauchesne, Paris, 2017.

- VARNOTEAUX Philippe, « La naissance de la politique spatiale française », in Vingtième siècle, n°77, 2003-1.

- VASSY Etienne, « La participation du Laboratoire de physique de l'atmosphère à la recherche spatiale», in Space Research, Proceeding of the 1st International Space Science Symposium, COSPAR, Nice, 1960.

Nota:

1 NORTON J. Leonard, Ciel des hommes, Arthaud 1955.

2 Sous l'action des Américains Lloyd Berkner et James van Allen, et du Britannique Sydney Chapman, des physiciens de la haute atmosphère proposent au tout début des années 1950 une Année géophysique internationale pour 1957-58 au moment où aura lieu une forte activité solaire qui ne manquera pas d'entraîner des répercussions dans l'atmosphère terrestre. Sur le programme de l'AGI, voir BUEDELER Werner, L'Année géophysique internationale, UNESCO, 1957, consultable en ligne :

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000128395>

3 Etienne Vassy (1905-1969), physicien de l'atmosphère, spécialiste de la météorologie, entre en 1942 à la faculté des sciences de l'université de Paris (ce qui lui a valu des soucis à la Libération). En 1956, il publie le premier volume Physique de l'atmosphère (Gauthiers-Villars), deux autres volumes suivent en 1959 et en 1966.

4 Après des essais de modèles réduits, les spécialistes du LRBA mettent au point Véronique N (Normale) qui réussit son premier vol le 22 mai 1952 depuis les champs de tirs sahariens du Centre interarmées d'essais d'engins spéciaux (CIEES, Colomb-Béchar, Algérie) ; elle atteint 60 km d'altitude. Avec la version NA (Normale Allongée), Véronique peut atteindre l'espace : ainsi, les 20 et 21 février 1954, deux Véronique NA sont testées (la seconde, NA 14, atteignant 135 km d'altitude).

Sur Véronique, voir notre article co-écrit avec Jean-Jacques Serra, «Il y a 50 ans, Véronique propulsait la France dans l'espace !», in l'Astro-

nomie n°14, mars 2009, pp.30-35.

5 VARNOTEAUX Philippe, L'aventure spatiale française de 1945 à la naissance d'Ariane, Nouveau Monde, Paris, 2015, pp.137-145.

6 VASSY Etienne, L'exploration de la haute atmosphère à l'aide d'engins autopropulsés, Poulet-Malassis, Alençon, 1949

7 DUCROCQ Albert, «L'exploration de la haute atmosphère», in Sciences et Avenir n°62, avril 1952. Ducrocq évoque l'exploration de la haute atmosphère par des fusées dérivées de V2 capables d'atteindre des altitudes de 280 km. Il fait le point des technologies américaines en cours de développement.

8 Le colonel Genty (1910-2001), docteur ès-sciences, ingénieur de l'Ecole supérieure d'électricité, membre du CASDN à partir de novembre 1953, est considéré comme le père de l'orbite héliosynchrone. Il s'est particulièrement investi dans la question des fusées et a publié à plusieurs reprises sur le sujet («De l'engin autopropulsé à très grande portée», Revue de Défense nationale, n°130, novembre 1955 ; «Tir intercontinental et géodésie militaire», Revue de Défense nationale, n°143, janvier 1957 ; «Stratégie et tactique spatiale», Revue de Défense nationale, n°220, janvier 1964, etc.).

9 Karl Rawer (1913-2018), physicien allemand spécialiste de la propagation des ondes radio. Entre 1946 et 1956, il est directeur scientifique du Service de prévision ionosphérique de la Marine française.

10 Sur le CIEES, voir notre article «70 ans du CIEES», in Espace & Temps n°20, juin 2017.

11 La lecture de certains procès-verbaux des réunions du comité directeur du CASDN révèle l'intervention parfois musclée d'officiers ou de sous-officiers particulièrement critiques envers Véronique qui, selon eux, «coûte cher» et contribue à «dispenser les crédits» (militaires).

12 Entretien entre Arlette Vassy et Philippe Varnoteaux, le 22 novembre 1996.

13 Le procès-verbal de la réunion du CASDN en date du 26 janvier 1956 le confirme, in SHAA, 4.4398.

14 Jacques-Emile Blamont (1926-2020) a été un des premiers acteurs du spatial français, promoteur de nombreuses coopérations (Etats-Unis, URSS, Inde). En 1962, au moment où se crée le CNES, il en devient le premier directeur scientifique et technique. Il a notamment joué un rôle fondamental dans la réalisation des premiers satellites français.

15 Jacques Blamont, L'action sœur du rêve, souvenirs de voyage, e/dite, Paris, 2012, p.99.

16 Réunions des 19 octobre, 23 novembre, 16 décembre 1955, in SHAA, carton CAS.

17 Véronique AGI doit permettre d'emporter une charge scientifique de 60 kg à 210 km d'altitude contre, pour la même charge utile, 135 km pour la version NA et 70 pour la version N.

18 MOULIN Hervé, La construction d'une politique spatiale en France. Entre indépendance nationale et dynamiques européennes 1945-1975, Beauchesne, Paris, 2017, p.76.

19 Moins puissantes que Véronique, les fusées Monica ne peuvent guère emporter une charge scientifique que d'une quinzaine de kilos à des altitudes comprises entre 55 km pour Monica I à 94 km pour Monica IV.

20 D'une hauteur de 7,3 m pour un diamètre de 55 cm, Véronique AGI est une fusée à propulsion liquide (acide nitrique, essence de térébenthine) pouvant emporter 60 kg de charge dans sa pointe, tandis que Monica IV est un engin à propulsion solide d'un diamètre de 16 cm pour une hauteur de 5,1 m pouvant emporter une charge de 15 kg seulement.

21 Quand les Véronique AGI prendront leur envol à partir de mars 1959, et qu'en mai 1961 apparaîtra également une nouvelle famille de fusées-sondes à propulsion solide (Bélier, Centaure) conçue par Sud-Aviation, les Monica seront abandonnées.

22 MOULIN Hervé, La construction d'une politique spatiale en France, op.cit., p.76.

23 PRIOURET Roger, «Possibilité pour le voyage autour de la Lune», in Le Figaro, 27 novembre 1957, p. 5.

24 BLAMONT Jacques, «Les normaliens et les

activités spatiales en France», in Société des Amis de l'École Normale Supérieure, Bulletin n°230, p.4.

25 Idem, pp.4-5.,

26 MOULIN Hervé, La construction d'une politique spatiale en France, op.cit., p.80.

27 Les retards feront que les lancements auront lieu en mars 1959. BLAMONT Jacques, «Onze années rue Lhomond avec Kastler et Brossel. Des caves de la rue Lhomond aux fusées spatiales du CNES», in Société des Amis de l'École Normale Supérieure, Bulletin n°225/226, décembre 2002, pp.12-13.

28 Idem, p.15.

29 Idem, p.15.

30 BLAMONT Jacques, «Les normaliens et les activités spatiales en France», op.cit., p.5. Sur la création du Service d'aéronomie du CNRS, voir BLAMONT Jacques, «Genèse et jeunesse», in L'École de l'espace. Le Service d'aéronomie 1958-2008, CHANIN Marie-Lise (sous la direction), CNRS éditions, Paris, 2008, pp.26-27.

31 BLAMONT Jacques, «Projet de programme scientifique d'emploi de fusées», 3 décembre 1958, adressé au directeur de l'Observatoire de Paris André Danjon. Dans la lettre qui accompagne le rapport, il n'hésite pas à écrire que «ces propositions correspondent à des expériences qui ont toutes un intérêt scientifique de premier ordre ; elles paraissent possibles avec l'infrastructure et les engins dont nous disposons».

32 Des scientifiques du Conseil international des Unions scientifiques (ICSU) mettent en place en octobre (Washington) / novembre (Londres) 1958 le Committee on Space Research (COSPAR), dont l'objectif est de discuter et d'organiser des recherches en lien avec l'exploration spatiale.

ULYSSES – La découverte du Soleil en 4 dimensions Partie n°2

par Yves Blin, président de l'IFHE

Les survols de Jupiter et des pôles du Soleil

Dans la partie 1 nous avons évoqué la genèse de cette mission d'exploration jusqu'au lancement de la sonde ULYSSES le 6 octobre 1990. Dans cette seconde partie, nous vous proposons de découvrir la sonde et ses instruments scientifiques et de suivre son fabuleux voyage au-dessus des hautes latitudes solaires avec à la clef d'importantes découvertes scientifiques.

1 – La sonde ULYSSES

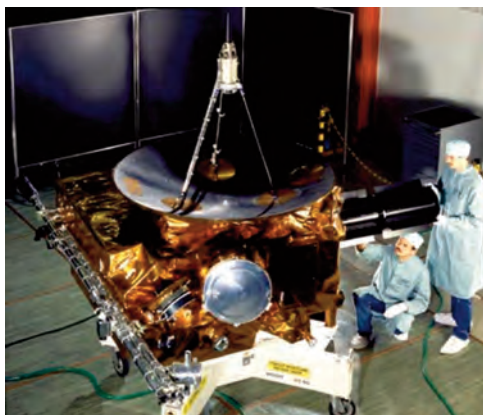
La sonde ULYSSES, d'une masse de 367 kg au moment du lancement, était constituée d'une plateforme quasi-carrée de 3,2 mètres par 3,3 mètres sur laquelle étaient greffés plusieurs appendices. La plateforme, dont les cloisons sont des panneaux en nid d'abeilles d'aluminium, intégraient une partie de l'électronique et un réservoir contenant 33 kg d'hydrazine. Sur la face supérieure perpendiculaire à l'axe de spin de la sonde était installée l'antenne bande X de 1,65 mètre de diamètre, l'antenne grand gain en bande S

ainsi qu'une antenne bas gain utilisée lorsque la sonde était proche de la Terre en début de mission. Sur la face inférieure se trouvaient en plus l'interface mécanique avec l'étage PAM-S, la 2^e antenne grand gain en bande S montée sur une petite poutre, l'antenne monopôle longue de 7,5 mètres de l'expérience UARP et les radiateurs du contrôle thermique.

Sur un des faces latérales de la plateforme était disposé le générateur électrique radio-isotopique (RTG) monté sur une poutre. Le RTG, contenant 10,75 kg de plutonium, fournissait 285 W en début de vie. Sur la face latérale opposée au RTG étaient installés la majeure partie de l'électronique de la sonde, les deux enregistreurs à bandes magnétiques, la grande majorité des instruments scientifiques et une bôme de 5,6 mètres de long, repliée en trois pour le lancement, au bout de laquelle se trouvait le reste des instruments scientifiques.

Sur les deux autres faces latérales de la plateforme se trouvait le dispositif de déploiement par centrifugation des deux dernières antennes de l'expérience UARP. Dépliées ces deux antennes conféraient une envergure de 72 mètres à la sonde.

La stabilisation d'ULYSSES était obtenue par une mise en rotation à 5 tours par minute autour de l'axe colinéaire avec de celui de l'antenne bande X. L'objectif était de maintenir pointée en permanence vers la Terre cette antenne. Le système de contrôle d'attitude comprenait quatre senseurs solaires et deux dispositifs de contrôle de l'axe de spin. Le premier dispositif permettait de décaler légèrement l'antenne bande X. Le second, dérivé du système CONSCAN qui équipait les sondes américaines Pioneer-10 et 11, disposait de 8 moteurs fusée de 2 Newtons de poussée montés par paire sur chacun des côtés latéraux de la plateforme. Ces moteurs, outre leur contribution au maintien de l'attitude de la sonde, permettaient de réaliser de petites correc-



Test d'Ulysse à l'ESTEC

tions de trajectoire.

2 – Les instruments scientifiques

Dix instruments scientifiques, d'une masse totale de 55 kg, ont pris place sur la sonde ULYSSES. Passons en revue ces équipements :

- Le Magnétomètre VHM/FGM pour la mesure de champ magnétique dans l'héliosphère.

L'objectif était d'étudier les variations de ce champ magnétique selon la latitude solaire. Cet instrument a aussi permis l'étude du champ magnétique de Jupiter. Le principal investigateur était A. Balogh de l'Imperial College de Londres (Royaume-Uni).

- SWOOPS (Solar Wind Observations Over the Poles of the Sun) pour l'étude du vent solaire tout au long de la trajectoire de la sonde ULYSSES. Cet équipement pouvait mesurer les caractéristiques (vitesse, distribution angulaire et énergie) des électrons et des ions constituant le vent solaire. Le principal investigateur était D.J. McComas du Southwest Research Institute (USA).

- SWICS (Solar Wind Ion Composition Instrument) était un spectromètre chargé d'établir la nature des atomes et ions formant le vent solaire et de mesurer leur charge électrique, leur température et leur vitesse moyenne. Cet instrument a aussi été utilisé pour analyser les caractéristiques des gaz neutres d'origine interstellaire qui pénétraient l'héliosphère en s'ionisant. Cette expérience scientifique était sous la coupe de deux investigateurs principaux, J. Geiss de l'ISSI (Suisse) et G. Gloekler de l'Université du Michigan (USA).

- URAP (Unified Radio and Plasma Wave Instrument) pour l'étude des ondes radio émises par le Soleil et des ondes électromagnétiques générées dans le vent solaire à proximité de la sonde. ULYSSES. R.J. MacDowall du Goddard Space Flight Center de la NASA (USA) en était le principal investigateur.

- EPAC (Energetic Particle Composition) et GAS.

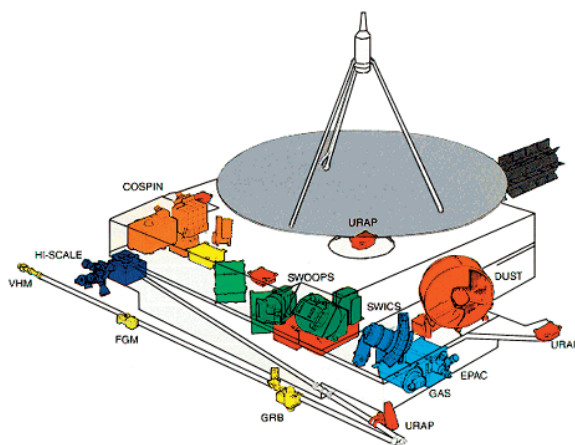


Figure 1. – Implantation des instruments scientifiques

L'expérience. EPAC a mesuré les flux, la distribution angulaire, le spectre énergétique et la composition des ions dont l'énergie est comprise entre 300 KeV et 25 MeV. L'équipement GAS, pour sa part, a étudié les gaz neutres d'origine interstellaire. EPAC et GAS était placé sous la responsabilité de N. Krupp de l'Institut Max Planck de Lindau. (Allemagne).

- HI-SCALE (Heliosphere Instrument for Spectra, Composition, and Anisotropy at Low Energies) était un instrument mesurant les caractéristiques des particules de basse énergie. Il était placé sous la responsabilité de L.J. Lanzerotti de l'Institut de Technologie du New Jersey (USA).

- COSPIN (COsmic ray and Solar Particle Investigation) avait pour mission de mesurer les caractéristiques des rayons cosmiques et des particules de haute énergie produites par le Soleil. R.B. McKibben de l'Université du New Hampshire (USA) avait la charge de cette expérience.

- L'objectif de l'expérience GRB (Solar X-Ray and Cosmic Gamma-Ray Burst Instrument) était l'étude du rayonnement X émis lors des éruptions solaires et des sursauts gamma d'origine. Cette expérience était américano-germano-française sous la responsabilité de K.C Hurley de l'UC Berkeley (USA), de M. Sommer (Allemagne) et du CESR de Toulouse. A cette expérience était aussi associée les Pays-Bas.

- DUST, détecteur de poussière fourni par le laboratoire Max Planck de Lindau (Allemagne), était destiné de mesurer la vitesse, la masse, la charge électrique et l'azimut d'arrivée des grains de poussière dont la masse était comprise entre 10^{-16} et 10^{-6} gramme afin d'avoir une cartographie des caractéristiques de la poussière en fonction de la distance au soleil et du plan de l'écliptique. H. Krüger de l'institut Max Planck était le principal investigateur.

3 – De la Terre à Jupiter

Le 6 octobre 1990, ULYSSES est injectée sur sa trajectoire vers Jupiter (Cf. partie 1). Sa vitesse

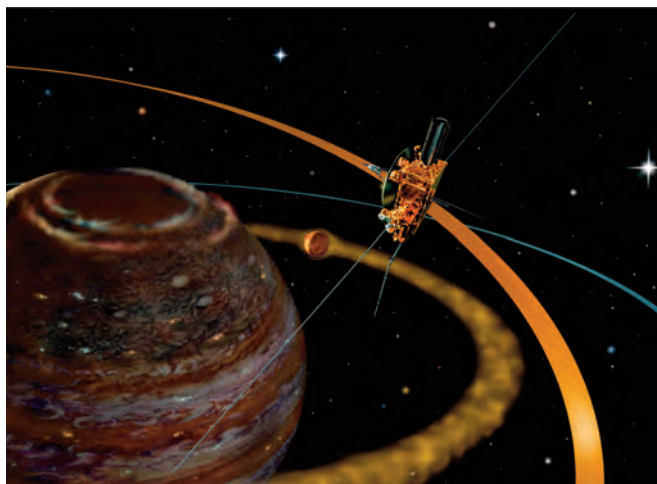


Figure 3 – Survol de Jupiter par Ulysses (Vue d'artiste)

la conduit dès le 7 octobre d'être deux fois plus éloignée de la Terre que la Lune. A sa sortie de la sphère d'influence de la Terre sa vitesse relative par rapport à la Terre est de 10,8 km/s. Cette vitesse combinée à celle de la Terre par rapport au Soleil conduit la sonde ULYSSES à avoir une vitesse de 40,5 km/s par rapport au Soleil, soit une vitesse

proche de la vitesse d'évasion du système solaire. Pendant son premier mois de vol, la sonde effectue deux corrections de trajectoire. Rapidement les responsables de la mission notent une oscillation de l'axe de spin de la sonde qui perturbe les communications entre la Terre et la sonde avec l'antenne bande X. Cette oscillation est due à un gauchissement de la poutre centrale induite par la chaleur du Soleil. Heureusement la trajectoire suivie par ULYSSES conduit petit à petit à faire passer une partie de la poutre dans l'ombre de la sonde permettant ainsi de diminuer le gauchissement de la poutre et de facto les oscillations de l'axe de spin. Pendant ce temps, les instruments scientifiques sont calibrés et les premières observations du milieu interplanétaire au niveau de l'écliptique sont réalisées.

En décembre 1990, alors que la sonde est en opposition avec la Terre, les scientifiques testent une méthode visant à essayer de détecter des ondes gravitationnelles. Hélas les oscillations de l'axe de l'antenne parabolique bande X ne leur permettent pas de mener à bien leur expérience. Une troisième correction intervient le 3 juillet 1991 pour affiner les conditions de survol de Jupiter avec un périjove à seulement 250 km du point prévu. Le 21 août 1991, alors que la sonde passe derrière le Soleil tout en étant vue de la Terre un peu haut dessus de notre étoile, un sondage bi-fréquence de la couronne solaire est réalisé. Trois mois après, ULYSSES se prépare pour son survol de Jupiter avec la calibration finale des instruments scientifiques.

A un peu moins de 8 millions de kilomètres de Jupiter, Ulysses traverse l'onde de choc entre le vent solaire et le puissant champ magnétique de la planète géante. Dans la magnétosphère jo-

vienne, les instruments détectent la présence d'ions de soufre et d'oxygène provenant des éruptions volcaniques du satellite IO. A 12 h 02 UTC, le 8 février 1992, Ulysses survole Jupiter à une altitude de 379 000 km. Moins de deux heures plus tard, l'engin commence sa traversée de 5 heures, du Nord au Sud, du tore de plasma existant au niveau de l'orbite d'IO.

Les équipements radiofréquences sont alors utilisés pour sonder ce tore pour mesurer la densité d'électrons sur la ligne joignant la sonde à la Terre. Les résultats de ces mesures vont se révéler surprenantes avec des inhomogénéités inattendues dans cette distribution électronique. Alors que la gravitation jovienne tord la trajectoire de la sonde vers l'hémisphère austral de la planète géante plongé dans la nuit, le détecteur de poussière d'Ulysses n'enregistre que 9 impacts démontrant le rôle de nettoyage du champ magnétique jovien et des particules chargées qu'il piège. Ulysses quitte définitivement la magnétosphère jovienne le 16 février 1992. La réaction de gravitation avec Jupiter permet à Ulysses d'être placée sur une orbite héliocentrique inclinée à 79° par rapport à l'écliptique avec un périhélie à 1,341 UA et un aphélie à 5,408 UA. Ulysses commence son voyage dans la 3^e dimension du système solaire.

4 – Premier survol des pôles du Soleil

En s'éloignant de Jupiter Ulysses détecte périodiquement, environ tous les 28 jours, des bouffées de poussière en provenance de la planète géante. L'origine de ces émanations, en l'occurrence les volcans d'IO, sera découverte plus tard grâce à la sonde Galileo. Ulysses décèle aussi des poussières dont les vitesses et directions indiquent une origine galactique. Cette découverte in-



Figure 4 – Trajectoire de survol de Jupiter par la sonde Ulysses

firmes les prédictions des modèles scientifiques qui prévalaient à l'époque et qui stipulaient que le vent solaire interdisait toute pénétration de poussières interstellaires. Or les mesures réalisées par Ulysses montrent qu'au-delà de 3 UA le flux de poussières interstellaires est supérieur au flux de poussières provenant du système solaire.

Une séance de détection d'ondes gravitationnelles est effectuée par Ulysses pendant 28 jours à partir du 20 février 1992.

Une autre séance est menée en Mars 1993 cette fois-ci en combinaison avec les sondes américaines Galileo et Mars Observer.

Alors qu'elle se trouve à 2,8 UA du Soleil, Ulysses débute le 26 juin 1994 son premier survol du pôle Sud de notre étoile. Les scientifiques ont décidé, de manière arbitraire, que la phase de survol du pôle Sud correspond à la période où la sonde atteint une latitude de 70° Sud. Selon cette définition, le survol du pôle Sud va durer 132 jours. Pendant cette période Ulysses continue à se rapprocher du Soleil. Le 13 septembre 1994, la sonde atteint sa latitude australe maximale (80,2° Sud), sa distance au Soleil n'est plus que de 2,3 UA. Le 5 novembre 1994, ce premier vol du pôle Sud prend fin alors qu'Ulysses n'est plus qu'à 1,9 UA de notre astre des jours.

Entre octobre 1994 et février 1995, l'angle entre les directions de la Terre (direction vers laquelle est orientée l'antenne grand gain de la sonde pour transmettre les données scientifiques col-

lectées) et du Soleil est tel que la poutre axiale d'Ulysses est de nouveau éclairée créant les conditions pour une nutation de l'axe de spin, et donc de l'axe de l'antenne grand gain. Heureusement les contrôleurs au sol ont développé, depuis la première détection de cette nutation lors du vol vers Jupiter, une procédure d'amortis-

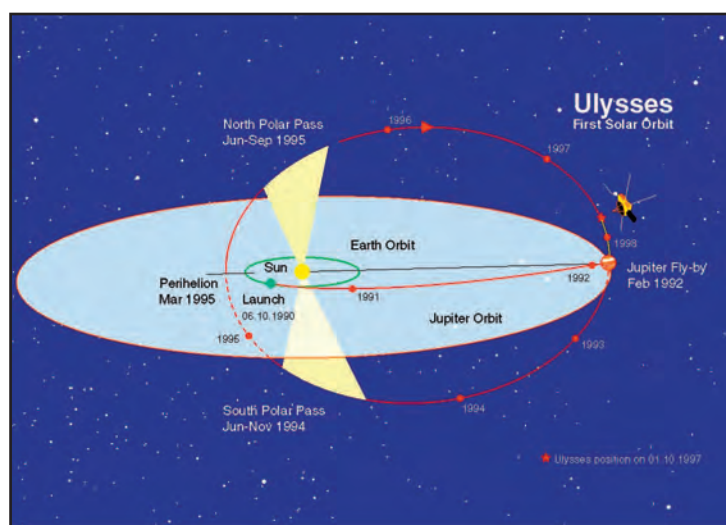


Figure 5 – Ulysses - La première orbite de survol des pôles du Soleil

sement qui va se révéler efficace et conduire à la perte de très peu de données.

Le 13 mars 1995, Ulysses passe au périhélie et de manière quasi-concomitante traverse le plan de l'écliptique en se dirigeant vers le Nord. Le survol du pôle Nord du Soleil se déroule du 19 juin au 29 septembre 1995. Elle atteint sa latitude boréale maximale (80,2° Nord) le 31 juillet 1995.

Les premiers survols des pôles du Soleil interviennent alors que le Soleil est à un minimum de son activité de son cycle de 11 ans. Cette activité minimale est caractérisée par l'existence de «trous» dans la couronne solaire à moyenne et haute latitudes. Les scientifiques avaient démontré que ces «trous» émettaient un vent solaire plus rapide. Ulysses détecte effectivement un vent solaire très rapide (vitesse de 750 km/s, soit le double de la vitesse du vent solaire dans le plan de l'écliptique) alors qu'elle dépasse les 40° de latitude. Ces vents solaires rapides sont détectés par Ulysses pendant toute la phase de survol du pôle solaire Sud. En février 1995, alors que la sonde passe sous 22° de latitude Sud, le vent solaire équatorial plus lent est de nouveau détecté. Deux mois après, alors qu'Ulysses remonte vers le pôle Nord de notre étoile, le vent solaire rapide est de nouveau détecté.

La composition du vent solaire mesurée par Ulysses conduit les scientifiques à conclure que ce vent solaire provient de zones du Soleil ayant des températures inférieures d'environ 100.000°C de celle notée au niveau de l'équateur de notre astre des jours. Ce vent solaire plus rapide, provenant des hautes latitudes solaires, s'avère aussi beaucoup plus riche notamment en oxygène. Pendant ces survols polaires solaires, Ulysses détecte un champ magnétique dont la structure est beau-



Figure. 6 – La comète Yakutake le 25 mars 1996

coup plus complexe que le modèle de dipôle magnétique communément retenu avant la mission de la sonde européenne.

Après qu'Ulysses ait terminé son survol du pôle Nord du Soleil, l'Agence Spatiale Européenne, décide avec la NASA de poursuivre la mission jusqu'à fin 2021 afin de pouvoir réaliser un second survol des

pôles de notre étoile au moment où elle sera à son niveau d'activité maximale.

Une observation étonnante est réalisée le 1er mai 1996 alors que la sonde se trouve à 3,7 UA. Ulysses détecte une soudaine baisse de la densité du vent solaire ainsi qu'une perturbation du champ magnétique et la présence d'ions lourds. Après 2 ans d'étude les scientifiques en concluent que la sonde avait traversé la queue de la comète C/1996B2 Hyakutake. A la lumière de cette découverte, les scientifiques décident de réexaminer les perturbations du champ magnétique détectées par Ulysses en 1990 et 1995. Ils déterminent qu'elles étaient dues à la traversée des queues des comètes 122P/De Vico et 12P/Pons-Brooks.

5 – Deuxième survol des pôles du Soleil

De nouveau en 2000, Ulysse croise les queues des comètes C/1999T1 McNaught-Hartley et C/2000S5 SOHO. Alors que la sonde se rapproche pour la deuxième fois du Soleil, les mesures collectées mettent en exergue une structure beaucoup plus tourmentée du vent solaire et du champ magnétique.

Les scientifiques attendaient de tels résultats car notre étoile était entrée dans sa phase d'activité maximale de son cycle. Dans cette période, il n'y a plus de corrélation entre la latitude solaire et la vitesse du vent solaire. En fait les données amassées par Ulysses montrent que le vent solaire est plus variable et plus lent en moyenne à

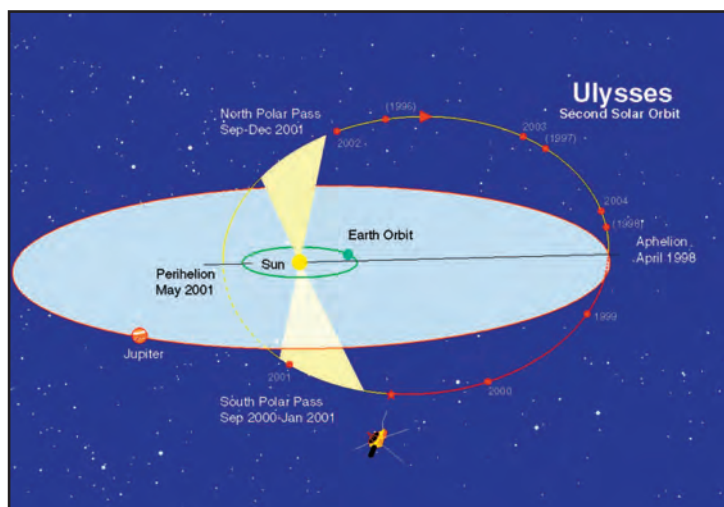


Figure 7 – Ulysses - La deuxième orbite de survol des pôles du Soleil

toutes les latitudes jusqu'à 70°. C'est seulement au-dessus de ces hautes latitudes qu'Ulysses retrouve le vent solaire rapide.

Une des principales caractéristiques du maximum d'activité solaire est l'augmentation des éjections de masse coronale. Ainsi en mai 2001, alors qu'Ulysses passe au périhélie de son orbite héliocentrique, elle est frappée de plein fouet par une éruption solaire. Ulysses mesure ainsi le champ magnétique et la densité de vent solaire les plus élevés mesurés depuis le début des vols interplanétaires.

La période d'activité maximale du cycle solaire correspond aussi à l'inversion de la polarité magnétique des pôles de notre étoile, Ulysses confirme ce phénomène en mesurant que le pôle Nord du Soleil a la polarité qu'avait le pôle Sud un an auparavant.

Alors qu'Ulysses est en train de réaliser sa 2ème série de survol des pôles du Soleil, l'Agence Spatiale Européenne et la NASA décide une deuxième extension de la mission jusqu'à Septembre 2004. Alors qu'Ulysses se rapproche de son aphélie, elle effectue de nouvelles et précieuses mesures sur des éjection masse coronale en Octobre et Novembre 2003. Les mesures sont d'autant plus intéressantes car, vu la distance d'Ulysses du Soleil, ses instruments ne sont pas saturés.

6 – Vers la fin de mission

La dernière partie de la mission d'Ulysses commence son deuxième et dernier passage à proximité de Jupiter (120 millions de kilomètres, 7° au-dessus de l'équation de la planète). L'ESA et la NASA vont maintenir, pour ce passage, une liaison télémétrique permanente pendant quarante jours afin de pouvoir récupérer les données scientifiques qui ne peuvent plus être enregistrées à bord de la sonde. En effet, la puissance électrique fournie par le générateur radioisotopique est insuffisante pour mettre en œuvre les enregistreurs magnétiques. Il en est même pour les équipements scientifiques qui sont per-

mutés à intervalles réguliers. Pendant ces 40 jours, pas moins de 17 jets de poussières en provenance de la sphère d'influence de Jupiter sont détectés, soit le double de ce qui avait été détecté lors du premier survol en 1992 – 1993.

En février 2007, Ulysses traverse pendant 4 jours la queue de la comète C/2006P1 Mc Naught alors que le noyau de la comète est à 1,6 UA de la sonde. Ainsi, malgré la distance, cette découverte démontre que les ions issus de la comète n'ont pas été totalement dispersés par le vent solaire.

Ulysses survole une troisième fois le pôle Sud du Soleil en février 2007. En novembre de la même année la sonde débute son troisième survol du pôle Nord du Soleil. Afin de collecter des données scientifiques sur l'ensemble de ce survol, l'ESA et la NASA décident de prolonger une quatrième et dernière fois la mission jusqu'à mars 2009.

Mais les contrôleurs au sol vont devoir jongler avec le peu d'énergie électrique fournie par le générateur radioisotopique pour maintenir au mieux les équipements de la sonde à une température suffisante, notamment les réservoirs d'hydrazine nécessaire pour le contrôle d'attitude, tout en faisant fonctionner de manière alternée les instruments scientifiques et l'enregistrement de leurs données sur les enregistreurs. La situation est compliquée par la panne de l'émetteur bande X dès le 15 janvier 2008 qui prive la sonde de sa liaison haut débit avec la Terre. Cependant les équipes au sol de l'ESA et de la NASA réussissent à récupérer une bonne partie des données scientifiques jusqu'au 15 Mars 2008, date à laquelle la sonde passe en dessous de 70° de latitude Nord et qui correspond à la fin du survol du pôle Nord du Soleil.

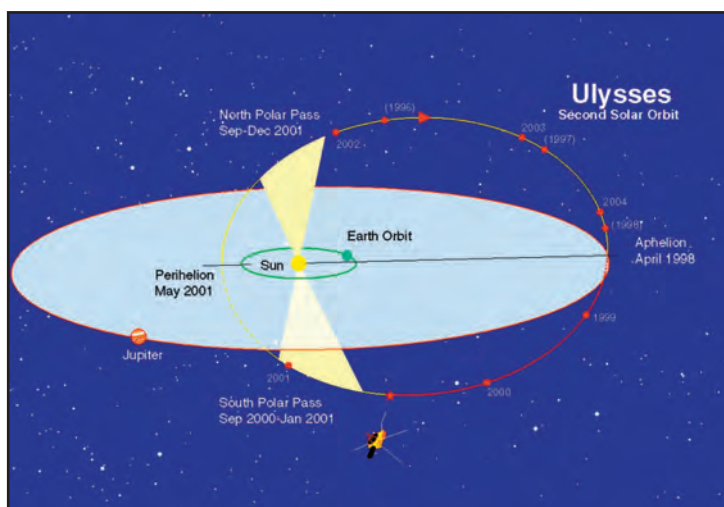


Figure 8 – Ulysses - La troisième orbite de survol des pôles du Soleil

La situation énergétique d'Ulysses continuant à se dégrader, il est décidé de faire fuir l'hydrazine afin d'éviter le gel des lignes d'ergols. Finalement, la mission de la sonde est officiellement arrêtée le 30 juin 2009.

Pendant ses 19 ans de vie ULYSSES dépassa largement les objectifs initiaux en couvrant un cycle so-

laire et demi et en collectant des données scientifiques de tout premier ordre. Ulysse reste la seule sonde qui à ce jour à avoir exploré le Soleil en quatre dimensions. Ulysse restera donc dans l'histoire comme une mission scientifique majeure même si hélas elle ne rencontra pas l'intérêt des médias de l'époque.

Sources utilisées pour la rédaction de cette deuxième partie :

- Robotic Exploration of the Solar System – Part 2 – Hiatus and Renewal 1983 – 1986 – Paolo ULIVI with David M. HARLAND – SPINGER_PRAXIS – 2009

- Article « L'engin le plus rapide » d'Albert Ducrocq – Air & Cosmos N° 1301 – 13 octobre 1990

- Site internet de l'ESA

Nota :

1 1 Unité Astronomique = 149 597 870 700 mètres

Complément sur les fusées-sondes Paulet

par Jean-Jacques Serra, membre de l'IFHE

Dans le numéro 19 d'Espace et Temps de janvier 2017, nous avons présenté le programme de fusées-sondes Paulet, nom du célèbre Péruvien, ingénieur, diplomate, architecte, artiste, etc. et concepteur du premier moteur-fusée à liquides expérimenté à Paris vers 1898-1901. De



nouvelles informations, impliquant indirectement la France dans ce programme, nous amènent à compléter cette présentation.

C'est en décembre 2004, que la CONIDA (Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial) du Pérou a annoncé sur son site Web, son intention de développer un programme national de fusées-sondes. Dès ce moment, les caractéristiques annoncées pour la fusée Paulet I rappelaient fortement celles de la fusée argentine Orion.

En février 2005, la CONIDA a été contactée par l'ICTE (Instituto Civil de Tecnología Espacial) argentin qui avait un projet de performance équivalente et lui a proposé une collaboration. L'ICTE était au départ une association d'amateurs qui avait réalisé un important programme de lancements dans les années 1963-1972 et qui venait de se reformer en 2003 en tant qu'organisation non gouvernementale "dédié aux activités de recherche, d'éducation et de développement dans les disciplines aérospatiales et à celles visant l'exploration pacifique du cosmos". Son président d'honneur était Miguel Sánchez Peña, qui avait dirigé le programme national argentin de fusées-sondes au moment de son apogée.

En juin 2005, la CONIDA a convenu, de rencontrer les représentants de l'ICTE à l'occasion d'un voyage à Buenos Aires préalablement prévu pour visiter la CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales), organisme officiel argentin. Cette rencontre a eu lieu le

13 juillet suivant, en présence de représentant des organismes étatiques argentins. Ces derniers ont été clairs : ni la CONAE, ni l'Institut de Recherche Scientifique et Technique des Forces Armées ne contribueraient à la collaboration, mais ils feraient leur possible pour la faciliter.

La collaboration CONIDA-ICTE devait débiter par une mission d'information de deux ingénieurs de la CONIDA (Pedro Villanueva Ponce, directeur des opérations en charge du développement de la fusée-sonde Paulet I et Lisandro Canales Rimachi, responsable du développement du propulseur solide) en Argentine du 15 au 23 août. Il étaient accompagnés par deux représentants de l'ICTE (Roberto Jorge Martínez et Gabriel Boggetti) qui s'était, entre temps, assuré les services du spécialiste de la chimie de la propulsion Arnaldo José Guevara.

Ensuite, ce sont deux représentants de l'ICTE (Roberto Jorge Martínez et Arnaldo José Guevara) qui se sont rendus au Pérou du 22 au 26 novembre. Le 23 novembre, alors que la délégation visitait la base de Punta Lobos, les Argentins ont découvert, dans un bâtiment, onze blocs Mimosa (Plastolite) d'origine française, similaires à ceux utilisés par l'Orion I (voir Espace et Temps

n°16, février 2016). Ces blocs, rangés dans des caisses en bois, avaient été offerts par l'Argentine lors de l'opération Castor (1979). Dans un autre bâtiment, il y avait également, un exemplaire complet d'Orion II inerte, qui expliquerait peut-être les caractéristiques annoncées pour la future fusée Paulet.

Il était donc évident qu'il fallait tenter d'utiliser ces blocs en attendant la fabrication d'un propergol national. Mais le comportement de blocs datant d'une quarantaine d'années, dont certains s'étaient ovalisés avec le temps, était loin d'être garanti. Différentes analyses ont alors été réalisées, puis à partir de la mi-2006, des essais au banc ont été entrepris avec des blocs de longueurs croissantes jusqu'à la valeur nominale. Et les résultats ont été satisfaisants.

Ainsi donc, les deux premières fusées Paulet

(Paulet I en décembre 2006 et Paulet IM en septembre 2009) ont été propulsées grâce à des blocs français fabriqués dans les années 1960! Il s'agit probablement d'un record de longévité.

La CONIDA a ensuite fabriqué son propre propergol, toujours de type Plastolite, c'est-à-dire avec un liant PVC. Après un échec en novembre 2010, deux fusées (X-PAX-II en septembre 2011 et Paulet IB en juin 2013) ont employé ce propergol. Les prochains tirs, prévus en 2021, devraient voir la mise en œuvre de blocs à liant polyuréthane.

Source : Roberto Jorge Martínez, "Colaboración argentina en la coheteria peruana", Revue de l'Instituto Nacional Newberiano, N°1, Août 2014. Présenté au XIV Congreso FIDEHAE (Federación Internacional de Entidades de Estudios Históricos Aeronáuticos y Espaciales), Buenos Aires, 2014

Révélation sur le programme lunaire soviétique

par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE

Lorsque le président Kennedy décide le programme Apollo en mai 1961, l'Union Soviétique est déjà engagée dans le projet de super-fusée N-1 (Nositel pour "porteur") depuis le 23 juin 1960. Le projet de l'OKB-1 de Korolev est adopté le 24 septembre 1962 avec un début des essais en vol en 1965.

Le 22 mars 1963, Korolev organise la 1^e réunion du Conseil des constructeurs sur le programme de conquête de la lune. Il élabore un plan pour 1963/68. Il comprend cinq projets :

- L-1 : survol de la Lune
- L-2 : voiture lunaire (Lunakhod)
- L-3 : alunissage d'un homme
- L-4 : 2-3 cosmonautes en orbite lunaire
- L-5 : véhicule lunaire lourd (transport de 3-5 cosmonautes ou 3,5 t de charges)

1-Le programme L-1 :

En 1963, le survol de la Lune est prévu avec le train lunaire 7K/9K/11K de l'OKB-1. Mais lorsque le programme lunaire est décidé par le décret n°655-268 du 3 août 1964, les efforts sont répartis entre l'OKB-52 de Tchelomei pour le survol lunaire en 1966/67 (complexe UR-500+LK-1) et l'OKB-1 de Korolev pour l'alunissage en 1967/68 (complexe N1-L3). Tchelomei doit lancer la première UR-500/Proton (2 étages) en juillet 1965, puis l'UR-500K (3 étages) en 1966/67. Il est prévu de lancer 24 vaisseaux LK-1 de 18 t : 12 automatiques et 12 habités. Mais après le limo-

geage de Khrouchtchev en octobre 1964, Tchelomei perd son influence. En mars 1965, le ministère des machines générales (MOM) est créé et il redistribue les cartes entre Tchelomei et Korolev. Ce dernier propose de lancer un 7K/Soyouz sans compartiment orbital (5,5 t au lieu de 6,7 t) avec l'UR-500K dotée d'un 4^e étage Block-D (5^e étage de la N-1). Une commission d'expertise examine le projet en août et décide de réunir les efforts de deux OKB. Le 25 octobre le LK-1 est arrêté et remplacé par le 7K-L1, alias Zond (11F91). L'avant-projet est présenté le 30 novembre. Le 13 décembre, l'UR-500K/7K-L1 est signé par les deux constructeurs. Mais le Korolev décède le 14 janvier 1966. Il est remplacé par son premier adjoint V. P. Michine. Le 27 avril, un décret ordonne la fabrication de 14 vaisseaux (5 en 1966 et 9 en 1967). Le 3 novembre 1966, il est indiqué que le 7K-L1 doit voler en automatique en décembre 1966-janvier 1967, puis en variante habitée en mars-avril 1967. La commission d'état, dirigée par G.A.Tiouline, se réunit le 24 décembre. Elle prévoit deux tirs de 7K-L1P (P pour "simplifiés") en février et mars 1967, puis deux 7K-L1 (version standard) en avril et mai 1967, puis le premier vol habité le 26 juin 1967. Mais le résultat est le suivant : Cosmos-146 et 154 en mars et avril 1967, puis deux échecs en septembre et novembre 1967 !!!

Au total, il y aura 12 lancements en 1967/70 (cf

tableau). Les deux vaisseaux restants sont le n°1P pour les essais terrestres et le n°10L qui ne sera pas lancé. Pour effectuer un vol habité, il fallait au préalable deux vols automatiques réussis consécutivement. Or, Zond-5 a effectué un retour balistique et la capsule de Zond-6 s'est écrasée à l'atterrissage. Il est trop tard pour réaliser un vol piloté avant la mission Apollo-8 de décembre 1968. Trois équipages s'entraînaient : Leonov-Makarov (principal), Bykovsky-Roukavichnikov (double) et Popovitch-Sevastianov (triple). Ils auraient pu utiliser une fenêtre de lancement le 8 décembre 1968, mais c'était trop risqué !!! Le programme est arrêté le 3 mars 1972.

N° du vaisseau	Date lancement	Résultat	commentaire
2L Cosmos-146	10 mars 1967	succès	2 allumages du Bloc-D
3L Cosmos-154	8 avril 1967	échec	Panne Bloc-D
4L	28 septembre 1967	échec	Panne 1 ^e étage
5L	22 novembre 1967	échec	Panne 2 ^e étage
6L Zond-4	2 mars 1968	Succès partiel	Panne capteur orientation capsule détruite
7L	23 avril 1968	Echec	Panne après largage coiffe
8L	14 juillet 1968	Echec	Problème Bloc-D au sol
9L Zond-5	15 septembre 1968	Succès partiel	Retour balistique
12L Zond-6	10 novembre 1968	Succès partiel	Destruction capsule à l'atterrissage
13L	20 janvier 1969	Echec	Panne 2 ^e étage
11L Zond-7	8 août 1969	Succès total	
14L Zond-8	20 octobre 1970	Succès partiel	Retour balistique

Récemment, certaines archives de l'OKB-1/RKK Energiya ont été déclassifiées. Parmi elles, le projet de survol lunaire avec l'utilisation de deux lancements : un 7K-L1 est d'abord placé en orbite terrestre, puis un 7K-OK est lancé avec un équipage de trois cosmonautes. Ils s'amarrent et deux cosmonautes passent le 7K-L1 qui est propulsé vers la Lune par le Block-D. Sur le document, on peut voir que la pièce de jonction était identique à celle des Cosmos-186 et 188 qui effectuèrent le premier rendez-vous automatique en 1968. Quant au passage de deux cosmonautes d'un vaisseau à l'autre par une sortie extra-véhiculaire, il était prévu avec Soyouz-1 et 2

en avril 1967, puis fut réalisé par Soyouz-4 et 5 en janvier 1969.

2-Le programme L-2

Le L-2 est la voiture lunaire 13K qui deviendra le E-8/Lunokhod. Il était un élément du programme d'homme sur la Lune. En 1963, la première variante faisait appel aux vaisseaux 9K et 11K pour assembler un train lunaire de 23 t comprenant le L-2 de 5,0 t. L'assemblage nécessitait le lancement de six fusées Soyouz. En 1965, la seconde variante devait être lancée par deux fusées Soyouz : la première devait placer l'étage Block-M en orbite, puis la seconde, le complexe E-8. Ce dernier comprend l'étage Block-N, l'étage d'alunissage et le Lunokhod (640 kg). Le Block-M est un Block-D de taille réduite (diamètre de 3 m au lieu de 4 m). Il est équipé du système de rendez-vous Igla et d'une pièce de jonction. Le Block-N est emprunté au 7K-PLK (LOK simplifié). Le Block-N est donc dérivé du Block-I doté de l'installation motrice S5-51/11D68 comprenant un moteur de correction de 3,38 t de poussée (deux chambres) et un moteur de manoeuvre de 417 kg de poussée (monochambre). Il est également équipé du système de rendez-vous Igla et d'une pièce de jonction. L'étage d'alunissage est doté du même moteur que le module lunaire LK (Block-E doté du RD-858/RD-859). L'ensemble pèse 13 t en orbite terrestre dont 7,3 t pour le complexe E-8.

© article d'Igor Afanaseiev dans Ruskyy Kosmos

КОСМИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС Л1

(ВАРИАНТ С ПЕРЕСАДКОЙ ЭКИПАЖА)



Выводимые объекты

КОМПЛЕКС Л1	КОРАБЛЬ 7К-ОК
-------------	---------------



Из проспекта «Космический комплекс Л1»

ПЕРЕСАДКА ЭКИПАЖА

КОРАБЛЬ 7К-ОК КОМПЛЕКС Л1



ВЕС КОМПЛЕКСА Л1 НА ОРБИТЕ ИСЗ	19 000 КГ.
СОСТАВ ЭКИПАЖА	2 ЧЕЛ.
ПАРАМЕТРЫ ОРБИТЫ ИСЗ:	
ВЫСОТА	205 КМ.
НАКЛОНЕНИЕ	51,5°

	КОРАБЛЬ 7К-Л1	РАЗГОННЫЙ БЛОК Д
ВЕС (ПОСЛЕ ПЕРЕСАДКИ ЭКИПАЖА)	5 550 КГ.	13 450 КГ.
КОМПОНЕНТЫ ТОПЛИВА	АК-27+ДМГ	O ₂ + РГ-1
ТЯГА ДУ	400 КГ.	8 500 КГ.
УДЕЛЬНАЯ ТЯГА ДУ	278 КГ/КГ	346 КГ/КГ
ГАБАРИТЫ: ДЛИНА	5,7 м.	5,5 м.
ДИАМЕТР	2,7 м.	3,7 м.

РАЗГОННЫЙ ВЕС ТАКОЖЕ И, КАК ПРИ ПОЛНОМ ПОЛЕТЕ.

Le complexe 7K-L1 en version à deux lancements et transfert d'équipage

En mars 1965, les sondes interplanétaires sont transférées de l'OKB-1 à l'OKB-301 de Lavotckine. Début 1966, il propose une nouvelle version du complexe E-8 lancé par l'UR-500K. L'étage d'alumage est doté du moteur S5-52 de 1,6 t de

poussée qui avait été développé pour l'orbiteur lunaire E-7. Finalement, en 1968, il reçoit un S5-61 de 1,9 t de poussée. Le décret du 9 janvier 1969 prévoit trois lancements en février, octobre et novembre 1969 (cf article dans Espace & Temps

Л-2 ИССЛЕДОВАНИЕ ЛУНЫ САМОХОДНЫМИ АППАРАТАМИ

СХЕМА ПОЛЕТА АППАРАТА Л-2 НА ЛУНУ

Основные задачи:
Исследование рельефа поверхности Луны, измерение механической жесткости поверхности Луны;
Измерение температуры по фазам и распределению температуры по фазам;
Измерение механического шума;
Измерение напряженности радиационного излучения на поверхности Луны;
Выход посадочной площадки наземной аппаратуры экспедиции;
Работоспособность радиостанции.

ОБЩИЙ ВИД АППАРАТА Л-2 С ПОСАДОЧНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ И ЮСТИРОВОЧНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ ПЕРЕД ПОСАДОЙ

Составные части:
Солнечная батарея
Полосная антенна
Вспомогательная антенна
Вспомогательная посадочная платформа
Система ориентации
Система управления
Система торможения
Система стабилизации
Система аварийного спасения
Система связи
Система радионавигации
Система радиосвязи
Система радиолокации
Система радиотелеметрии
Система радиотелевизионной связи
Система радиотелеметрической связи
Система радиотелеметрической связи
Система радиотелеметрической связи

САМОХОДНЫЙ АППАРАТ Л-2

Основные характеристики:
Максимальная масса аппарата — 200 кг
Максимальная скорость движения — 0,5 км/ч
Максимальная дальность движения — 10 км
Максимальная температура эксплуатации — от -100 до +100 °С
Максимальная влажность — до 95%
Максимальная радиация — до 100 рад/сутки
Максимальная вибрация — до 10 г
Максимальная нагрузка на шасси — до 100 кг
Максимальная нагрузка на приводы — до 10 кг
Максимальная нагрузка на приводы — до 10 кг
Максимальная нагрузка на приводы — до 10 кг

Из проспекта «Предложения по исследованию и освоению Луны в 1963-1968 гг.»

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

РАКЕТНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ВЫСАДКИ ЛУННОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ РАКЕТНОЙ СИСТЕМЫ

КОРАБЛЬ Л-3
РАКЕТА «РК»
ТАНКЕР-ЗАПРАВЩИК «ЗРК»

ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ

ВЕС СИСТЕМЫ:
При старте в Луне — 200 т
При старте в Луне — 80 т
При старте в Луне — 20 т
При старте в Луне — 5 т
При старте в Луне — 2,5 т
Число ступеней в системе — 3
Число ракетных двигателей — 3
Топливная система — 2-3 т
Система — 1 т
Система — 2-3 т

СРЕДСТВА ЭКСПЕДИЦИИ НА ЛУНЕ

1. Корпус Л-3
2. Стартовая ступень
3. Посадочно-взлетное устройство с жестируемыми двигателями
4. Тормозная ступень
5. Раздаточная ступень

ИНБ 0-1077се ЖЗЛ

Le projet L-3 d'homme sur la Lune (proposition d'avril 1963)

Л-3 ВАРИАНТ Д-А

ДОСТАВЛЯЕМЫЕ БЛОКИ ПУСК I

ВЕС ТАБЛЕТКИ — 85 т
ДЛИНА — 22 м
ДИАМЕТР — 6 м

ПУСК II

ВЕС ТАБЛЕТКИ — 85 т
ДЛИНА — 12 м
ДИАМЕТР — 6 м

ПУСК I

ВЕС ТАБЛЕТКИ — 85 т
ДЛИНА — 12 м
ДИАМЕТР — 6 м

ИЗ ПРОСПЕКТА «КОСМИЧЕСКАЯ РАКЕТНАЯ СИСТЕМА Н-1, ЛУННЫЙ ВАРИАНТ Л-3 (1964 Г.)»

Число пусков — 3
Состав доставляемых на орбиту НСЗ блоков:
- 1 блок «А»
- 1 блок «Б»
- 1 блок «В»
- 1 блок «Г»
- 1 блок «Д»
- 1 блок «Е»
- 1 блок «Ж»
- 1 блок «З»
- 1 блок «И»
- 1 блок «К»
- 1 блок «Л»
- 1 блок «М»
- 1 блок «Н»
- 1 блок «О»
- 1 блок «П»
- 1 блок «Р»
- 1 блок «С»
- 1 блок «Т»
- 1 блок «У»
- 1 блок «Ф»
- 1 блок «Х»
- 1 блок «Ц»
- 1 блок «Ч»
- 1 блок «Ш»
- 1 блок «Щ»
- 1 блок «Ъ»
- 1 блок «Ы»
- 1 блок «Э»
- 1 блок «Ю»
- 1 блок «Я»
- 1 блок «А»
- 1 блок «Б»
- 1 блок «В»
- 1 блок «Г»
- 1 блок «Д»
- 1 блок «Е»
- 1 блок «Ж»
- 1 блок «З»
- 1 блок «И»
- 1 блок «К»
- 1 блок «Л»
- 1 блок «М»
- 1 блок «Н»
- 1 блок «О»
- 1 блок «П»
- 1 блок «Р»
- 1 блок «С»
- 1 блок «Т»
- 1 блок «У»
- 1 блок «Ф»
- 1 блок «Х»
- 1 блок «Ц»
- 1 блок «Ч»
- 1 блок «Ш»
- 1 блок «Щ»
- 1 блок «Ъ»
- 1 блок «Ы»
- 1 блок «Э»
- 1 блок «Ю»
- 1 блок «Я»

Le projet L-3 d'homme sur la Lune (proposition de 1964)

n°28 de septembre 2020).

3-Le programme L-3

Au début, le projet "Homme sur la Lune" prévoit quatre lancements : trois N-1 (11A52) et une Soyouz (11A511). Les deux premières N-1, d'une performance de 75 t, placent d'abord en orbite terrestre deux vaisseaux-citernes (tanker) 21K qui contiennent chacun 65 t d'ergols. La troisième lance le complexe 19K comprenant l'étage de propulsion et le module lunaire. Ils s'amarrent en orbite et les ergols sont transférés dans l'étage de propulsion. Une fois ravitaillé, le complexe pèse 200 t dont 156 t pour l'étage de propulsion (130 t d'ergols) et 44 t pour le module lunaire. L'ensemble est alors rejoint par un vaisseau habité Soyouz (L-3). L'équipage comprend 2-3 cosmonautes. Il existe quatre schémas de mission :

- avec assemblage en orbite terrestre et alunissage direct (trois N-1 et une Soyouz).
- avec assemblage en orbite lunaire (une N-1 avec le vaisseau d'expédition et une N-1 avec le vaisseau de retour).
- schéma avec ravitaillement à la surface de la Lune (trois N-1 pour le vaisseau d'expédition et deux vaisseaux-citernes).
- Le dernier schéma comprend des assemblages en orbite terrestre et lunaire (deux N-1).

En août 1964, le programme N1-L3 est adopté pour l'alunissage en 1967/68. La N-1 doit alors effectuer 4 vols en 1966, 6 vols en 1967, 6 vols en 1968. Cette fois, la performance de la N-1 est portée à 95 t et la mission ne nécessite qu'un seul lancement. Le complexe L-3, terminé le 25 décembre 1964, est alors composé du Block-G (étage de libération), du Block-D (étage de manœuvre), du vaisseau LOK (11F93) de 9,85 t et du module lunaire LK (11F94) de 5,5 t. Comme pour Apollo, il y a un rendez-vous en orbite lunaire. A départ, il est prévu de lancer un Lunokhod E-8 avec une fusée UR-500K un à deux mois avant l'alunissage. Pour cela, deux lancements sont préparés : un principal et un de ré-



Schéma n°1



Schéma n°2



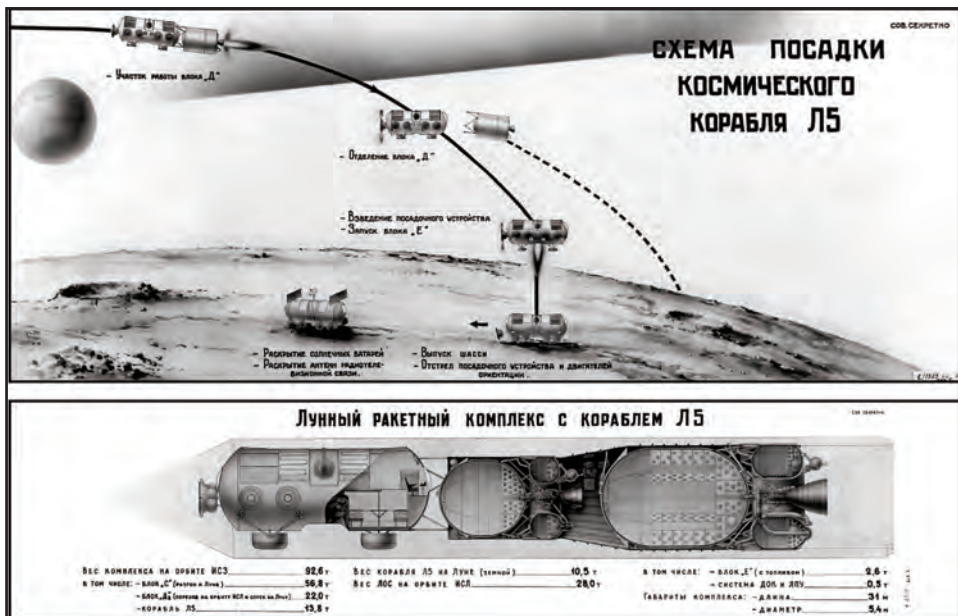
Schéma n°3



Schéma n°4

© Site internet Planeta Koroleva

qui permettait de porter la performance à 110-120 t en orbite terrestre et pouvait poser 6,2-9,2 t sur la Lune, soit deux hommes pendant plus de 30 jours. En 1969/70, le plan était de faire la N-1FV (F pour Forçage et V pour Vodorod/Hydrogène) pour lancer 160 t et poser 13,1 t afin d'avoir jusqu'à six hommes sur la Lune pendant un à six mois (rayon d'action jusqu'à 250 km). En 1970/75, la performance de la N-1FV est portée à 195 t pour poser 16,3 t sur la Lune. Cette phase permet de construire une base lunaire étudiée par le GSKB SpetzMach de V.P.Barmine qui prendra le surnom de "Barmingrad". Le Forçage consiste à porter la poussée des moteurs du 1^e étage de la N-1 de 150 à 175 t et ceux du 2^e étage de 175 à 200 t. Pour sa part, le 3^e étage Block-V devient cryogénique. Dans une seconde phase, les 2^e et 3^e étages deviennent cryogéniques. Le moteur pour le 2^e étage devait être le NK-35 de 200 t de poussée de N. D. Kouznetsov (OKB-276 de Samara), celui du 3^e étage devait être le 11D54 de 40 t de poussée de A. M. Lioulka (OKB-165 à Moscou). Ensuite, en 1969, la version N-1M est étudiée avec le 3^e étage cryo Block-M, le 4^e étage cryo Block-S et le 5^e étage



Le projet L-5 (2^e variante)



Le projet L-5 (2^e variante)

cryo Block-R. Le Block-S est doté d'un moteur 11D57 à tuyère déployable de Lioulka, tandis que le Block-R est doté d'un moteur 11D56 de l'OKB-2 d'A.M.Isaiev (KB KhimMach de Podlipki). Les essais statiques des 11D54/11D57 et 11D56 se sont déroulés de 1967 à 1976. Mais aucune des ces variantes ne verra le jour.

© Livre sur la N-1 de Pavel Choubine

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

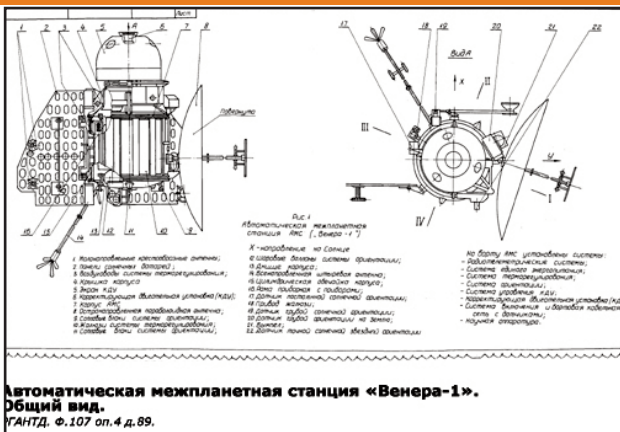
Mode de paiement : _____ Montant : _____

Signature : _____

60 ans de la sonde Venera-1

par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE

Les 10 et 14 octobre 1960, deux sondes martiennes 1M n°1 et 2 sont lancées de Baïkonour. Mais ce sont deux échecs à cause du 3^e étage. Quatre mois plus tard, c'est au tour de deux sondes vénusiennes. Le 4 février 1961, une fusée Molnya (8K78 n°L1-6) lance la sonde vénusienne 1VA n°1 (Spoutnik-7). C'est un échec à cause de la panne du 4^e étage bloc-L (transformateur



Ag., schéma de la sonde Venera-1. A dr. la sphère de Spoutnik-7 renfermant les médailles commémoratives qui a été retrouvée en Sibérie en 1963.

qui n'était pas hermétique). L'engin de 6,48 t reste en orbite terrestre basse pendant deux jours. Le 12 février, une fusée Molnya (8K78 n°L1-7) lance la sonde vénusienne 1VA n°2 (Spoutnik-8/Venera-1). Cette fois, c'est un succès et la sonde de 643,5 kg est placée sur une trajectoire lui permettant de survoler Vénus le 19 mai à une distance de 100.000 km. Mais le système d'orientation sur le Soleil fonctionne mal et débranche les récepteurs de commande pour économiser de

- Commission d'Etat pour l'Objet M**
(décret n°999-414 du 9-9-1960)
- Président :** K.N.Roudnev (ministre GKOT)
- Adjoints :**
Keldysh (académie des sciences)
Korolev (OKB-1, directeur technique)
Mrykine (adjoint GURVO)
- Membres :**
F.A.Agaltsov maréchal, adjoint préparation militaire VVS
V.A.Ambartsoumian académicien, astronome
A.V.Belousov chef SKB-567
K.D.Bouchouyev adjoint OKB-1
I.T.Boulytchev général, adjoint MO pour les liaisons
A.G.Golovko amiral, 1^e adjoint VMF
K.V.Gertchik directeur Baïkonour
A.You.Ichlnsky adjoint NII-944
G.N.Pachkov adjoint VPK
L.A.Grichine adjoint GKOT
A.I.Sokolov général, chef NII-4
K.A.Kerimov colonel, chef 4^e glavka RVSN
A.I.Chokine adjoint GKRE
- Constructeurs (membres de droit):**
Glouchko directeur OKB-456 (moteurs)
Riazansky directeur NII-885 (systèmes radio)
Piliougine adjoint NII-885 (guidage)
Kouznetsov directeur NII-944 (gyroscopes)
Barmine directeur GSKB SpetzMach (plate-forme de tir)
M.V.Melnikov adjoint OKB-1 (moteurs)
S.A.Kosberg directeur OKB-154
You.K.Khodarev adjoint SKB-567



Venera-1 au musée MMK de Moscou

l'énergie. Le programmeur de bord ordonne la dernière séance de liaison le 17 février (2 millions de km). La panne était due à une erreur de conception. Le capteur d'orientation solaire n'était pas pressurisé et certains éléments n'étaient pas prévus pour supporter le vide. De plus, les

sondes étaient arrivées à Baïkonour sans avoir préalablement subi des essais complexes à l'OKB-1 car ce dernier était submergé de travail. Les appareils radio qui devaient fonctionner quatre mois dans le vide n'avaient été vérifiés que pendant quelques heures.



104 ans de la naissance de V.P.Michine

Le 18 janvier 1917, il y a 104 ans, c'était la naissance de Vassili Pavlovitch Michine (1917-2001). Né à Byvalino dans la région de Moscou, il termine l'institut d'aviation de Moscou en 1941. Pendant ses études, il devient instructeur de planeur à l'aéroclub du MAI. En 1940, il fait son stage à l'usine n°84 de Khimki. Lorsque la guerre éclate, il entre à l'OKB-293 de V.F.Bolkhovitinov où il travaille sur l'avion-fusée BI-1 de Bezreznik-Isaiev. Il reçoit pour cela l'Etoile Rouge le 16/9/1945. L'OKB est intégré dans le NII-1 le 18/2/1944. En août 1945, il est envoyé en Allemagne pour récupérer la technologie des fusées allemandes. Il retrouve les plans de la V-2 à Prague. Il rencontre Korolev et devient son adjoint en septembre 1946 (SKB-3 du NII-88). Le 26 avril 1950, il devient son premier adjoint à l'OKB-1. Il travaille sur les fusées R-1, R-2, R-5, R-11, R-7. Il reçoit la médaille de Héros du travail socialiste et l'ordre de Lénine le 20/4/1956 pour la R-5M. Puis le prix Lénine le 28/12/1957 pour Spoutnik-1. Il devient docteur es sciences techniques en 1957, puis membre-correspondant de l'Académie des sciences en 1958. Il est nommé professeur en 1959 et dirige la chaire de cosmonautique n°601 du MAI en 1959/91. Il reçoit son second ordre de Lénine le 17/6/1961 pour le vol de Gagarine. En mai 1966, il prend la succession de Korolev à la tête du TSKBEM. Il publie son livre "Balistique des fusées guidées à longue portée" chez Nauka (avec S.S.Lavrov et R.F.Appazov). Il devient



Académicien. En 1967, il reçoit son 3e ordre de Lénine pour ses 50 ans et la première médaille Korolev de l'Académie des sciences. Mais il subit aussi son premier drame avec la mort de Komarov en avril (Soyouz-1). Il prend la direction du programme d'homme sur la Lune N1-L3 qui verra quatre échecs de la super-fusée en 1969/72. Le programme de survol lunaire 7K-L1 (Zond), quant à lui, ne permettra pas d'envoyer des cosmonautes autour de la Lune (12 lancements en 1967/70). En 1971, il subit aussi son second drame avec la mort de Dobrovolsky, Volkov et Patsaiev en juin (Soyouz-11). En mai 1974, il est écarté du TSKBEM et il est remplacé par V.P.Glouchko. Il travaille désormais au MAI. Il reçoit néanmoins l'ordre du travail du drapeau rouge le 17/9/1975. En 1984, il reçoit un prix d'Etat pour le travail sur les protections thermiques (avec O.M.Alifanov, B.M.Pankratov, E.A.Artioukine, V.S.Kouznetsov). En 1985, il publie le livre "Bases de la conception des appareils volants" (avec V.K.Bezverbyi, B.M.Pankratov, D.N.Cheverov). Il a écrit un certain nombre d'articles sous le pseudonyme de professeur M.Vassiliev pendant la période de 1971/77, puis il a publié des articles et des livres sous son vrai nom. Il a notamment dévoilé les secrets du programme N1-L3 en 1989, 20 ans après Apollo-11. Je l'ai rencontré la première fois le 8 octobre 1990 au congrès IAF de Dresden. Puis je l'ai revu au congrès IAF de 1992 à Washington. Il est décédé le 10 octobre 2001.



Michine en Allemagne 1945



Michine à Nordhausen 1946



Michine avec les 3 "K" 1959




Commission d'Etat de Soyouz-3 en 1968

Organizer: IAF (International Astronautical Federation) Host: ROSCOSMOS

14 - 18 JUNE 2021
St. Petersburg, Russia
60th Anniversary of Yuri Gagarin's Spaceflight

GLEX 2021
GLOBAL SPACE EXPLORATION CONFERENCE
www.glex2021.org

Bon de commande

 <p>50 ANS DE COOPERATION SPATIALE FRANCE-URSS/RUSSIE Genèse et évolutions 1966-2016</p> <p><small>Sous la direction d'Arlène Ammar-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>	<h3>50 ANS DE COOPERATION SPATIALE FRANCE-URSS/RUSSIE GENESE ET EVOLUTIONS 1966-2016</h3> <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.....

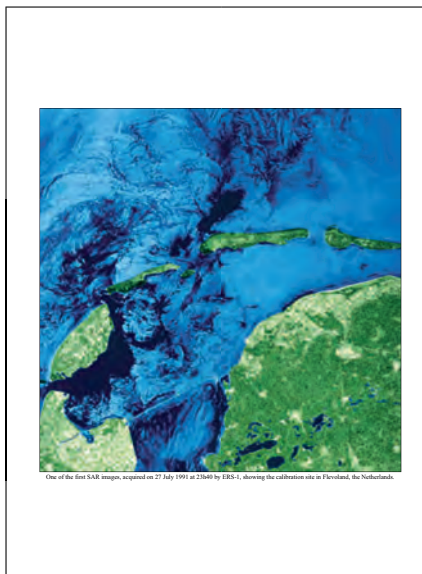
Adresse.....

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 obstacles 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 ■ Evolution 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 - Airbus 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
--	---



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

Isaac Revah (1934 à 26/12/2020)

Né à Thessalonique (Grèce) en 1934. Son père Bénico Revah(1904-1978) était de nationalité espagnole. En août 1943, il est déporté au camp de Bergen Belsen. En février 1944, il est rapatrié en Espagne. En juin 1944, il part pour Casablanca (Maroc) et atteint plus tard le protectorat britannique de Palestine. En mai 1948, la famille d'Isaac Revah est retournée à Paris. Cependant, sa sœur, Léla Sadai, a déménagé en Israël. Diplômé de l'Université de la Sorbonne, il entre au CNET en 1962 où il étudie la basse ionosphère. En 1970/71, il travaille au Centre Spatial Goddard de la NASA où il développe une méthode originale appliquée aux données du satellite Nimbus pour l'étude de la structure verticale de l'atmosphère. De retour en France, il développe une nouvelle génération de radar météorologique et de sondeurs acoustiques. Il a ensuite dirigé le Centre de recherches en physique de l'environnement terrestre et planétaire (CRPE), avant de rejoindre le CNES en 1984, comme Directeur des Programmes, chargé de la mission Environnement, puis directeur des Affaires Internationales. Après sa retraite en 1998, il avait été conseiller à l'Académie des Sciences auprès du Professeur Jacques-Louis Lions, ancien président du CNES, puis pris le poste à temps partiel de Directeur Exécutif du COSPAR, de 2001 à 2008.



tant que Directeur Exécutif, poste qu'il quitta à la fin 2007, et je lui succédai de 2008 à la fin 2019. C'est dire que ma vie professionnelle s'est trouvée pendant 50 ans liée à la sienne, doublée d'une amitié profonde. Isaac m'a beaucoup appris, comme à toutes celles et tous ceux qui l'ont connu. J'ai notamment retenu ce principe qu'il m'a incul-

qué au CNES, où nous avons ensemble été amenés à recruter plusieurs ingénieurs. Il disait qu'il y a deux sortes de directeurs : ceux qui embauchent des gens moins bons qu'eux, de peur que les nouveaux venus leur fassent de l'ombre ; et ceux qui embauchent des gens meilleurs, plus compétents qu'eux, car cet avantage ne pourrait que rejaillir sur la qualité du travail accompli, et qu'en fin de compte, on avait tout à y gagner. Cette leçon, et le souci permanent de rigueur, de clarté d'expression, d'attention aux autres, sont quelques-uns des cadeaux dont je lui suis redevable. Isaac va nous manquer.

Michel Glass (équipe radar météorique)

Je ne suis pas vraiment surpris, mais il n'empêche que je suis très triste.

Encore un souvenir de notre jeunesse qui disparaît.

Daniel Vidal-Madjar (équipe sondeur à diffusion incohérente, puis CNES)

Je me souviens, il y a longtemps, avoir répondu à Michel Petit qui m'annonçait son prochain départ à la retraite : «Tu ne vas tout de même pas nous laisser seul !». Aujourd'hui je me sens encore plus seul...

Alain Weill (équipe sodar)

Merci Jean-Louis de nous prévenir.

Kaki, une personne incroyable que j'aimais bien et... que je n'avais pas vu depuis bien longtemps ! Je me souviens de Judith et de leur fils et fille tout jeunes, à Aire sur l'Adour. La semaine dernière à la TV j'ai vu interviewer son fils sur des questions de biologie... et je l'ai trouvé «plus vieux» que son père, car j'avais l'image de Kaki au moment où il a quitté le CNET et le labo. Je suis très peiné. Transmets, s'il-te-plaît, un très amical message à Judith et à sa famille. Décidément cette année bouscule toute la compréhension du monde que l'on peut avoir !!

Jacques Testud (équipe radar Ronsard)

Messages et témoignages reçus après le décès d'Isaac Revah

-Anciens collègues du laboratoire RSR/GRI, CRPE, CETP et LATMOS

Jean-Louis Fellous (équipe radar météorique, puis CNES, puis COSPAR)

Ma rencontre avec Isaac date d'octobre 1969, lorsque Pierre de Félice m'envoya rencontrer André Spizzichino et Isaac Revah, qui recherchaient un étudiant pour un stage de DEA. Isaac me présenta le radar météorique. C'était un homme d'une élégance et d'un charme peu commun, avec ses sourcils noirs et ses cheveux d'argent, et je fus fasciné à l'idée de travailler avec des personnalités aussi remarquables. Après que j'eus quitté le CRPE en 1982, Isaac me rejoignit au CNES et redevint mon Directeur. En 2001, après sa retraite, il fut recruté par le COSPAR en

C'est avec beaucoup d'émotion que j'apprends la nouvelle du décès de Kaki. Il alliait des qualités managériales hors pair et une valeur humaine qui m'en a imposé en bien des circonstances. Je sais ce que lui dois. Je partage la tristesse de Judith.

Patrick Canu (équipe ionosphère magnétosphère)

Merci beaucoup de nous avoir transmis cette information malgré sa teneur. Nous avons la chance, après son départ du CRPE, de croiser Kaki dans les couloirs du CNES à Paris. Une des dernières rencontres, au siège du CNRS rue Michel Ange était pour lui l'occasion de nous montrer comment il se maintenait en forme et avait bonne apparence à plus de 75 ans. Transmets à sa famille, de ma part et celle de Michelle, toute notre amitié et notre respect au nom de tous les souvenirs que nous avons de lui et de cette époque.

Hervé de Féraudy (ancien Directeur du CETP)

C'est une nouvelle triste de chez triste ! Merci, Jean-Louis, de nous l'avoir transmise. «Kaki», si je puis me permettre pour la première fois cette familiarité, était tellement attachant. Ce que j'avais apprécié de lui, par-dessus tout, c'est qu'il se prenait sans doute au sérieux, mais certainement pas au tragique, du reste comme ses prédécesseurs, à commencer par Michel Reyssat. Peut-être ces messages, qui ne vont pas manquer de passer sur ces ondes, mettront-ils un peu de baume au cœur des siens ? Amitiés à toutes et à tous

Marie-Lise Chanin (équipe Lidar de l'ancien Service d'Aéronomie)

Merci Jean-Louis de ton message, qui allonge encore la liste des disparus de l'année 2020. Heureusement il n'a pas souffert, c'est ce que l'on peut espérer de mieux, sans évidemment que cela soit trop tôt... et c'est toujours trop tôt. Transmets mes condoléances à sa femme que je ne connais pas d'ailleurs et auxquelles s'en ajoutera bien d'autres.

Bertrand Lembège (équipe ionosphère magnétosphère)

Merci de nous avoir transmis cette nouvelle qui est effectivement très triste...Je garde un très bon souvenir d'Isaac à mon entrée au CNRS et mon affectation au CETP dans l'équipe de Roger Gendrin juste après mon post-doc de 2 ans passés à l'ESTEC (ESA) à Noordwijk. Son accueil en tant que directeur de laboratoire avait été très chaleureux, ce qui était un point particulièrement important lors d'un retour «au pays». Transmets



Réunion Franco-Soviétique à Erevan en 1986. Au premier rang, g à dr, D.Sacotte, H.Bourlakoff, I.Revah.

mes condoléances à sa famille et à ses proches.
Patrick Robert (équipe radar météorique, puis ionosphère magnétosphère)

Oh non...Quelle tristesse...J'aimais beaucoup Revah, que je n'ai jamais pu appeler Kaki malgré son souhait, par respect de la part du jeune homme que j'étais... à l'époque...C'est lui qui m'a embauché en 1977, pour travailler sur GEOS. Sa chaleur et sa gentillesse m'ont toujours beaucoup ému...Je crois que la dernière fois que je l'ai vu, c'était au COSPAR à Houston en 2002... Toujours aussi gentil, il nous avait invité Gérard B. et moi à la fête où on ne s'était pas inscrit.... À l'époque, je trouvais qu'il n'avait pas changé ni vieilli, toujours ce même regard, ces yeux et ce sourire...Encore un géant de cette belle époque qui part... Toutes mes pensées émues à sa famille...

Elisabeth Porteneuve (équipe informatique)

C'est un chagrin immense quand un homme bon s'en va. Embauchée au CNET à Issy-les-Moulineaux, vers la fin de préparation de lancement du satellite GEOS, j'ai eu de la chance d'y passer tant d'années intéressantes, avec beaucoup de gens fascinants. Isaac Revah est celui qui est resté gravé dans ma mémoire de gratitude, attachant, souriant, et bon. Que de bons souvenirs de l'ISSS3 (toujours les mêmes ...) à La Londeles-Maures et à Beaulieu-sur-Mer, où Isaac et Judith Revah sont venus, parmi d'autres, à un dîner de gala qui couronnait cette école d'été.

Et à la fin, il ne reste que l'Album des photos ...

http://album.cetp.ipsl.fr/1984-1987_files/page13-1020-full.html

<http://album.cetp.ipsl.fr/index.html>

Au revoir Isaac Revah,

Toutes mes condoléances à Judith, et à la famille.

Aline et Jean-François Karczewski (LPCE Orléans)

Nous sommes tristes ; nous l'aimions.

Ils sont venus à St Cyr dans le but d'acquiescer un piano à céder. Avec une élégance rare, ils ne l'ont pas acheté... On a passé un grand moment. Et bien d'autres au CNET et CNES. Condoléances à ses proches. 2020 : stop, ça suffit !

Philippe Waldteufel (équipe radar Ronsard, entre autres)

Grande tristesse. Dans les années 60, Kaki était l'un des principaux protagonistes du radar météorologique, pendant que je cheminai, d'abord coraqué avec brio par Michel Petit, du côté du sondeur à diffusion. Puis, au début des années 70, nous avons passé des relais et nous sommes retrouvés, avec André Spizzichino et Michel Aubry, dans la constitution d'une nouvelle équipe, consacrée à l'étude d'une zone nouvelle pour nous tous (la troposphère terrestre) mais à l'application d'un principe (le radar) que nous connaissions déjà assez bien. Ainsi sont nés les radars Doppler RONSARD, innovants pour l'époque, qui ont loyalement servi leur discipline pendant les décennies suivantes. Puis l'équipe s'est séparée, et chacun s'est retrouvé aspiré par des responsabilités nouvelles. Mais derrière l'éclatement géographique et l'exploration de nouvelles institutions (le CNES pour Kaki, l'Observatoire du Puy de Dôme, etc. pour moi), nous sommes restés proches. Je me délectais de nos dialogues qui oscillaient perpétuellement entre l'humour et le sérieux. André nous a quittés le premier, puis Michel Petit est parti, et à présent Kaki. Grande tristesse en vérité.

Marie-Louise Duboin et Jean-Pierre Mon (équipe ionosphère)

Jean-Pierre et moi sommes profondément tristes car nous avons tous deux une véritable affection, teintée d'admiration pour Kaki. Que de bons souvenirs nous gardons du travail avec lui ! Transmets à son épouse nos très sincères condoléances...

Edmond Pawela (équipe informatique)

Quelques souvenirs qui reviennent de loin. Association d'idées sur quelques infos qui filtraient sur sa vie...

La valeur de la famille

Ses qualités personnelles certainement qui l'ont fait sélectionner pour progresser dans les responsabilités et qui lui ont permis de les assumer, en s'appuyant sur une équipe compétente ... malgré les difficultés ... pour le bien de la communauté... tout en sachant déléguer et veiller sans pesanteur au succès des projets...

En bref, de ce que je connais de la vie de Revah, je peux résumer par «Mission accomplie».

Non pas que je croie à la fatalité, mais au contraire à la liberté de choisir... le reste ne dépend pas totalement de nous... à nous de faire ici et maintenant les choix et les efforts dans le sens du bien commun avec des informations partielles, sur un avenir incertain...

Laurence Eymard (équipe basse atmosphère, télédétection) et François Baudin (directeur technique)

Transmets de notre part nos amitiés à Judith. Nous avons trop de souvenirs d'Isaac pour les rappeler par écrit, mais personnellement je n'oublierai jamais mes débuts au CRPE, sa capacité à diriger de façon chaleureuse (mais ferme), et tous nos échanges au fil des années, dans nos rencontres professionnelles et amicales.

Jean-Jacques Berthelot (LPCE Orléans, puis équipe planétologie au LATMOS)

Comme tous ceux qui l'ont connu, très peiné par l'annonce de la disparition d'Isaac, un pilier de notre communauté dont je n'étais pas aussi proche que les anciens combattants de RSR, en particulier, bien sûr, ceux qui, comme Philippe et toi-même avaient longtemps travaillé avec lui. Pour être honnête, la très grande gentillesse dont il avait fait preuve lors de nos premières rencontres m'avait étonné, car ce n'était pas la caractéristique la plus répandue dans le milieu mais, en le connaissant mieux, j'ai rapidement compris que c'était sa nature profonde et qu'il avait aussi la capacité rare de savoir se mettre à la place de son interlocuteur tout en argumentant avec habileté et une grande amabilité lorsqu'il défendait un point de vue différent de celui-ci. Je l'avais revu de temps à autre au CNES, mais ces dernières rencontres m'apparaissent bien lointaines aujourd'hui. Transmets à sa femme et à ses enfants mes condoléances en leur disant le souvenir marquant que j'ai conservé de lui.

Georges Scialom (équipe informatique)

Triste nouvelle ! Kaki était pour moi l'incarnation de l'élégance à tous les sens du mot. C'est dans son groupe avec P. Waldteufel que j'ai fait mes premières armes au CNET à l'issue de ma thèse de 3^e cycle. J'adresse à Judith et à ses enfants mes plus sincères condoléances.

Nicole Cornilleau-Wehrin

C'est une bien triste nouvelle qui me fait beaucoup de peine. Kaki était agréable, souriant et juste. Je le connaissais depuis mon arrivée au CNET

début 1971. Il a été membre de mon jury de thèse d'état, ce qui a permis des échanges intéressants. Lorsque Kaki a quitté le CNET, j'ai eu l'occasion de le rencontrer plusieurs fois, par exemple lors de congrès du COSPAR, des 50 ans du CNES à Paris. C'était toujours un moment agréable. S'il te plait, Jean-Louis, transmet à sa famille mes plus sincères condoléances.

Marie-Edith Frézal (équipe radar météorique)

Chère Judith, C'est avec une profonde tristesse que j'ai appris par Jean-Louis le décès de Kaki. Je prends part à votre peine et je me souviendrai toujours avec affection et estime de lui, de son humour, sa gentillesse, et son attention. Je suis de tout cœur avec vous en ces jours douloureux et vous envoie mes amitiés.

Danièle Hauser (équipe radar Ronsard)

Je suis également très peinée par cette triste nouvelle. Je l'ai côtoyé pendant ma période de thèse et après-thèse au CRPE au sein de l'équipe RONSARD qu'il a largement contribué à mettre en place et faire prospérer. Kaki avait un grand charisme, il savait écouter ses collègues, les motiver et être un relais efficace avec nos administrations pour développer une vraie stratégie de laboratoire. J'ai de nombreux souvenirs d'échanges à la fois professionnels et amicaux, lors des pauses déjeuner, par exemple. Bien après la fin de ses responsabilités professionnelles, il avait gardé un contact chaleureux avec le LATMOS et était venu nous voir au moins une fois à Guyancourt. Lors de ses années CRPE, il était très discret sur ses années d'enfance et jeunesse, mais j'en ai appris un peu plus, beaucoup plus tard, lorsque que nous avons réalisé que nous avions des connaissances communes au sein du cercle de généalogie juive auquel il a raconté l'histoire incroyable du sauvetage de sa famille. Sincères condoléances à sa famille.

Monique Massebeuf (équipe radar météorique)

Ce fut une fin d'année bien triste pour notre petit groupe d'anciens du radar météorique et pour moi c'est la perte d'un très vieil ami que je connaissais depuis 1965, date de mon embauche au CNET, dans l'équipe de Spi. Après avoir travaillé quelque temps sur les données de la liaison La Haye-La Crau, j'ai travaillé avec «Revah» (que j'ai eu beaucoup de mal plus tard à appeler «Kaki») avec beaucoup de plaisir car c'était très agréable de travailler avec lui. C'étaient les débuts du radar météorique. Spi,

Revah, deux personnalités différentes, complémentaires, qui s'entendaient à merveille. Tous les deux d'une très grande gentillesse. Avec Kaki et la petite équipe technique, j'ai participé aux 1ères campagnes de mesures du Radar Garchy-Sens-Beaujeu, au dépouillement et à l'étude des données. Puis il y eut la thèse de Kaki. Je garde de cette époque le souvenir d'une ambiance de travail simple, chaleureuse, joyeuse, amicale. Je sentais combien Kaki était attaché à sa famille, au cours des conversations que nous pouvions avoir. C'est de cette époque que date notre amitié. Judith et Kaki, je ne saurais vous séparer. Les « petits repas entre amis » vont désormais avoir lieu sans Kaki... Avec lui, je pouvais discuter de tout. Il me manquera !

-Anciens collègues du CNES et de l'Agence spatiale européenne

Jean-Yves Le Gall (président du CNES)

Merci pour cette triste nouvelle.

Nous le regretterons beaucoup.

Alain Ratier (devenu Directeur général d'EU-METSAT, à la retraite au 31 décembre 2020)

Merci Jean Louis de cette triste nouvelle. On ne l'imaginait pas vieillir, la classe n'a pas d'âge.

Sophie Coutin-Faye (responsable de programmes en géophysique interne)

Jusqu'au bout, cette année se sera révélée un cauchemar. Je me souviens d'Isaac comme quelqu'un de très agréable, avec une grande classe et élégance, beaucoup d'humanité. Il m'avait fait passer mon dernier niveau d'entretien d'embauche. Ces années à la Direction des Programmes, sous son empreinte, auront beaucoup compté pour moi. Merci de transmettre mes condoléances à sa famille.

Guy Duchossois (Responsable de programmes d'observation de la Terre à l'ESA)

Quelle triste nouvelle ! Isaac, que j'ai souvent rencontré dans le cadre de ses diverses responsabilités, avait une personnalité exceptionnelle d'intelligence, de courtoisie et toujours avec une grande bienveillance. Il était doté d'une culture immense et cela dans de nombreux domaines. C'était toujours un plaisir de le rencontrer lors d'événements scientifiques et spatiaux. Je sais que de nombreux collègues de l'ESA, qui l'ont aussi bien connu, partagent mon sentiment. Je te serais reconnaissant, Jean-Louis, de bien vouloir transmettre mon témoignage à son épouse et sa famille. Je leur adresse toutes mes très sincères condoléances.

Simone (Mouche) Dumont (Affaires internationales du CNES)

C'est une bien triste nouvelle, merci de me la donner.

Bertrand de Montluc (affaires financières, puis affaires internationales)

Cela me touche. Non pas tant parce que Isaac m'adorait, ce n'était pas le cas ! C'est pourtant Luton qui l'avait choisi au risque de faire des vagues. Mais je l'estimai comme homme de bien et de dévouement.

Daniel Sacotte (Direction des programmes, puis affaires internationales, cabinet de Curien, ESA)

C'est une bien triste nouvelle, Isaac reste pour moi une personne exceptionnelle, déroutante et fascinante. Une des rares personnes que j'admire. Si tu es au contact de sa famille transmets mes pensées attristées.

Aline Chabreuil (Observation de la Terre)

Merci Jean-Louis pour ce message qui comme pour beaucoup de ceux qui ont connu Isaac, m'a rendue triste.

Arlène Ammar-Israël (programmes exploration planétaire, météo opérationnelle, sciences de la vie)

Je viens de recevoir le mail de Jean-Louis et je suis bouleversée d'avoir appris qu'Isaac venait de nous quitter. J'aurais eu la chance de le connaître pendant un demi-siècle et d'entretenir avec lui des relations très amicales. J'ai tant de souvenirs de moments partagés depuis le milieu des années 70 quand il dirigeait le CRPE, puis au CNES où j'étais sa collaboratrice pendant plusieurs années quand il fut directeur des programmes. Autant d'occasions qui m'ont permis d'apprécier sa vision et sa clairvoyance sur la politique spatiale de la France. Nous avons partagé de nombreuses missions ensemble, de Baïkonour à Houston ! Et puis ses travaux et témoignages menés par la suite m'ont révélé ses autres engagements. Je garderai toujours également le souvenir de son charme et de sa grande élégance. J'ai eu la chance avec Laurent de vous avoir à la maison ainsi que Jean-Louis et Martine il n'y a pas si longtemps. Je suis très émue et pense très fort à toi chère Judith et, depuis Tel-Aviv, t'adresse mes très sincères condoléances ainsi qu'à toute la famille.

Alain Podaire (observation de la Terre, GIP MEDIAS-FRANCE, Commission européenne, MERCATOR)

Triste nouvelle que le départ d'Isaac. Je garderai le souvenir d'un homme subtil et élégant, avec un recul toujours bienvenu sur le cours ordinaire des choses. Je viens aussi de découvrir, au travers des conférences qu'il a données ces dernières années, l'histoire de sa jeunesse, que je connaissais mal et qui le rattache vraiment au pourtour méditerranéen, d'où beaucoup de choses partent et dérivent. C'est vraiment bien qu'il ait choisi d'ouvrir sa mémoire sur cette période. Si tu le peux, transmets toutes mes condoléances et l'assurance de ma sympathie à sa famille et ses proches.

Jean-Jacques Sussel (ancien directeur du centre spatial de Toulouse)

Isaac était une personnalité si attachante : sa disparition nous laisse dans la peine. Nos aïeux auraient ajouté : «Bénie soit sa mémoire...1».

Gérard Brachet (ancien Directeur Général du CNES)

C'est une bien triste nouvelle que tu nous communique. Je te prie de transmettre mes très sincères condoléances à Judith.

Alain Bensoussan (ancien président du CNES)

Jean Yves (Le Gall) m'a transmis ton message. Je suis atterré par le décès d'Isaac, que j'aimais beaucoup, et qui m'a énormément aidé.

Francis Rocard (responsable de programmes exploration planétaire)

Triste nouvelle. Isaac m'avait contacté pour postuler au CNES. C'est un peu grâce à lui que j'ai ainsi pu entrer dans le monde Cnessien. Je lui dois beaucoup.

Jérôme Benveniste (ESA, responsable océanographie, fils de Jacques Benveniste)

Isaac Revah nous a quittés...

<https://esefarad.com/?p=101466>

<https://esefarad.com/?p=53085>

https://www.abc.es/cultura/abci-adios-isaac-revah-judio-espanol-sobrevivio-holocausto-202012281744_noticia.html

<https://esefarad.com/?p=88408>

<https://esefarad.com/?p=70050>

<https://esefarad.com/?p=69949>

<https://esefarad.com/?p=35916>

<https://esefarad.com/?p=35907>

<https://esefarad.com/?p=92463>

<https://esefarad.com/?p=78207>

<https://esefarad.com/?p=70746>

<https://esefarad.com/?p=67837>

Une pensée pour honorer sa mémoire.

-Anciens collègues du COSPAR

Jean-Claude Worms (nouveau directeur exécutif depuis janvier 2020)

C'est bien triste, je l'aimais bien Isaac...

Roger-Maurice Bonnet (président du COSPAR après Gerhard Haerendel)

Merci de nous avoir appris cette triste nouvelle.

Aaron Janofsky (Assistant du Directeur)

Je suis désolé d'apprendre les nouvelles mais soulagé de savoir que c'était sans souffrance. Quelle tristesse cette fin d'année.

Annie Stepniak (comptable du COSPAR)

Quelle tristesse ! Je n'aurai que mes bons souvenirs avec Isaac.

Leigh Fergus (Secrétaire administrative)

Désolée de l'apprendre aussi, tristes nouvelles en effet.

Silvia Wenger (secrétaire de Roger Bonnet à l'ISSI à Berne, assistait au Bureau du COSPAR)

Je te remercie de m'avoir informé personnellement du décès de notre très cher ami Isaac. Quelle triste nouvelle ! Encore un très cher et proche ami qui est parti dans cette année épouvantable. Je ne trouve pas de mots et je suis profondément triste de cette perte.

Gerhard Haerendel (président du COSPAR qui a recruté Isaac)

Thank you for informing me immediately, although your message makes me very sad. I can also say that I lost a dear friend. We had some wonderful years together at COSPAR, including a two-weeks trip to China with our wives in 2002. But above all, I had a deep respect for his humane personality.

Jean Audouze (ancien représentant français au COSPAR)

Très chère Madame, C'est bien tardivement que je viens vous adresser toute ma sympathie devant le décès de votre mari Isaac. Veuillez me le pardonner. Isaac a été très présent à de nombreux moments de ma propre carrière, d'abord au CNES dont il fut le directeur des programmes scientifiques puis au COSPAR alors qu'il en était le directeur exécutif au moment où j'étais le représentant de la France au Conseil de cet organisme et membre de son Bureau. Ce fut un collègue particulièrement amical et chaleureux, soucieux de servir la communauté spatiale française et internationale qui a laissé une belle empreinte dans tous les organismes auxquels il apporta son précieux et indispensable concours.

Je l'ai toujours connu affable et souriant avec un état d'esprit constamment optimiste. Vous déplorez la mort de votre très cher mari dont nous savions combien il était attaché à vous et à vos enfants. Je déplore la perte d'un collègue remarquable en tous points dont je pense qu'il voulait bien m'honorer de son amitié. Je vous prie donc, très chère Madame, d'accepter mes plus sincères condoléances et de les partager avec vos enfants qui doivent être dans la peine comme vous. La communauté spatiale française et internationale pleure aujourd'hui celui qui en fut l'un des représentants les plus éminents et conservera longtemps le souvenir de ce collègue exceptionnel. Veuillez agréer, très chère Madame, l'expression de mes sentiments de compassion et de tristesse.

Autres personnalités

Christian Lardier (journaliste d'Air et Cosmos et ex-président de l'Institut Français d'Histoire de l'Espace)

Je l'avais bien connu lorsque j'étais journaliste et il avait été membre de l'IFHE !! Triste nouvelle !!! Paix à son âme !!

Jean-Jacques Dechezelles (ancien dirigeant dans l'industrie spatiale)

Partageons cette peine de plus dans cette fichue année. Isaac Revah n'était pas toujours expansif avec l'industrie, mais il avait de bonnes convictions.

Jean-Claude André (Météo-France, CNRM, GIP MEDIAS-FRANCE)

Triste nouvelle... mais merci néanmoins de l'avoir transmise. Pour moi, la rencontre avec Isaac est indissociable de la «bande des 4» (Aubry, Revah, Waldteufel, Spizzichino) qui descendait comme un seul homme de l'ionosphère pour s'occuper de l'atmosphère neutre et de la couche limite, au milieu des années 70 si j'ai bonne mémoire, à l'époque où je découvrais les joies des campagnes sur le terrain.

-Collègues américains 2

Lisa Shaffer (affaires internationales de la NASA, CEOS)

Thanks for letting me know. I am so glad I was able to reconnect with him in 2019 **3** with your help.

William (Bill) Townsend (NASA Ocean programs, GSFC, puis Ball aerospace)

Very sorry to hear this Jean-Louis. Thanks for sharing this bad news. Agree with you that 2020 cannot end fast enough. It has been a really tough year.

W. Stanley (Stan) Wilson (NASA Ocean pro-

grams, puis NOAA Chief Scientist)

Thank you, Jean-Louis, for the sad news. Isaac was such a gentleman, articulate and so very helpful, especially helping nurture our CNES/NASA partnership in its early days. I will miss him. I did not know about his time in Bergen Belsen; one does not know a lot about friends and colleagues until it is too late.

William (Bill) Patzert (NASA Ocean Programs, puis JPL science Communication)

Isaac was a positive, thoughtful, and warm man. Too bad I did not know his back story at Bergen Belsen. What a frightening way to begin life. I would have loved to have heard the story from him. In the rush through our careers and projects, we do not take enough time to really learn about friends and colleagues. My deepest condolences to his family. Isaac lived an amazing life and enriched every person and project that he touched. He was a mensch 4.

Susan (Sue) Fruchter (NASA international affairs)

Thank you for sharing this information Jean-Louis. I too was unaware of the amazing story of his childhood, and like Patzert, wish I could have heard it from his Isaac himself. It is also a wonderful picture that you shared with us, Lisa.

Charles Kennel (Scripps Institution of Oceanography, COSPAR Bureau)

Lisa Shaffer passed your message about Isaac's passing to me. Why is it that sad occasions like this are when one communicates with old friends? I guess it is because each human being bonds people together in unique configurations that reflect who they had been in life. Isaac's face is before me in my minds' eye as I write this.

David Halpern (Jet Propulsion Laboratory, COSPAR)

Thank you for informing us of the sad news. Isaac, a wise and kind gentleman, was a great source of inspiration. I recall being in Paris and spending a memorable evening with Isaac and Judith. That was when I learned about his remarkable journey in Greece, in Bergen-Belsen, in Spain, in Palestine, and then coming to Paris. Isaac and his story

should be forever remembered.

Pierre Bäuer (équipe sondeur, puis directeur adjoint)

C'est une bien triste nouvelle. J'ai eu le privilège d'être son adjoint au CRPE et garde un souvenir ému de cette époque. Kaki a eu une trajectoire exceptionnelle. En effet, né à Salonique (Thessalonique maintenant), il avait un passeport espagnol (diaspora juive espagnole implantée à Salonique à partir de 1492) et a été déporté avec sa famille au camp allemand de Bergen-Belsen. Il a été sauvé grâce à un consul espagnol en Grèce qui a organisé le rapatriement depuis le camp vers l'Espagne d'un groupe d'espagnols juifs de Salonique. Il est arrivé en France à 14 ans après avoir séjourné au Maroc. Quel parcours !

Nota :

1 יהיה ורכז וררר (yihyè zikhro baroukh)

2 Pour la plupart, ces collègues ont été les interlocuteurs du CNES pour le projet de satellite océanographique franco-américain TOPEX-Poseidon, et pour la création du Comité mondial des satellites d'observation de la Terre (CEOS).



3 Voir photo ci-après.

4 Mensch (Yiddish: שטנעם, mentsh, derived from German: mensch, 'human being', from Middle High German mensch, from Old High German mennisco; akin to Old English man human being, man) means "a person of integrity and honor."

Hommage à Georges JEAMBRUN (1927-2020)

Premier agent du Centre Spatial de Toulouse - Un homme de l'air et de l'espace

Georges JEAMBRUN nous a quittés le 12 octobre 2020 après un parcours exceptionnel pour ce franc-comtois originaire de la petite commune de Liebvillers dans le Doubs.

Pupille de la nation, il est admis à l'école des en-

fants de troupe d'Autun, puis au Prytanée militaire de La Flèche. Il y prépare le concours des grandes écoles militaires. Il est reçu à l'École navale et à l'École de l'air. Il choisit cette dernière et intègre l'École de Salon de Provence dans la

promotion 1947. Il en sort officier pilote de chasse en 1949.

Il épouse Odile en 1950. Ils auront trois enfants. L'armée de l'air et les diverses mutations professionnelles vont le conduire, ainsi que sa famille, à découvrir des horizons très variés.

La décennie 1950 est une période difficile pour la France : fin de la guerre d'Indochine (août 1954) et début de la guerre d'Algérie (novembre 1954) dans laquelle Georges Jeambrun est impliqué. Il vole sur les mythiques Douglas DC3 et Junkers 52, sur NC 700

Martinet ainsi que sur le récent Nordatlas 2501. Il fait également une formation complémentaire à Supaéro. A la fin de cette décennie 50, le Général de Gaulle devient Président du Conseil puis est élu Président de la République, avec de grandes ambitions pour la France. Georges Jeambrun est affecté à Colomb-Béchar en 1961. Cet oasis de l'Algérie française est, depuis la fin de la seconde guerre mondiale, le lieu choisi par les militaires français pour expérimenter de nouveaux systèmes d'armes. L'armée avait implanté là, dès 1947, un

Centre d'Essais qui devient en 1948 le Centre Inter-armée d'Essais d'Engins Spéciaux (CIEES). Jusqu'au milieu des années 50, les travaux réalisés sur les missiles et les fusées, comme la plupart des recherches sur la haute atmosphère ont été exclusivement poursuivis dans un cadre militaire. Couverts par le secret, ils étaient ignorés de l'opinion publique. Lorsque Georges arrive sur la base aérienne (BA 145) de Colomb-Béchar, le CIEES est dirigé par le colonel pilote de l'armée de l'air Robert Aubinière. Georges est affecté au Groupe Saharien de Reconnaissance et d'Appui (GSRA 78 «Tindouf») qu'il va commander. Ce groupe, véritable «méhariste aérien», doté de junkers 52, Douglas DC3, Broussards et Nord 2501 a pour missions de parcourir le désert afin de connaître les déplacements qui s'y font, affirmer la présence militaire et, éventuellement, appuyer des troupes au sol (la guerre d'Algérie n'est pas terminée !). Depuis



G. Jeambrun et l'astronaute David Scott.



1959, à côté des militaires, de nouveaux acteurs ont fait leur apparition à Colomb Béchar, organismes de recherche et industriels comme Sud-Aviation, dans le cadre du développement et des essais de fusées-sondes.

Georges Jeambrun rentre en métropole en 1963. Il est affecté au CEAM (Centre d'Expériences Aériennes Militaires) à Mont-de-Marsan. Là, il vole sur Broussard, Morane-Saulnier MS 760, Martin B26 et sur l'avion de chasse à réaction français CN170 plus connu sous le nom de «Fouga Magister» qui deviendra plus tard l'avion de la «patrouille de France» de l'Armée de l'air française.

Il est détaché hors cadre auprès du CNES (Centre National d'Études Spatiales) en 1964. A cette époque, le CNES était installé à Paris, pour le siège, et provisoirement à Brétigny-sur-Orge en banlieue parisienne, pour les services techniques (lanceurs, fusées-sondes, ballons et satellites). Son Directeur général n'est autre que le général Robert Aubinière, ancien patron du Centre inter-armée de Colomb-Béchar. Au sein de la direction,

Pierre Chiquet, Polytechnicien et pilote de l'armée de l'air lui aussi, dirige en qualité de Directeur de la Division Équipements sol, l'équipe chargée de la construction du Centre spatial de Kourou, dont la décision vient d'être prise. En même temps, il a constitué autour du commandant Georges Jeambrun une nouvelle équipe chargée de la réalisation du Centre Spatial de Toulouse (CST), centre qui doit se substituer au centre «provisoire» de Brétigny. Dès novembre 1966, il existe déjà un épais rapport détaillant la définition et l'organisation du Centre ainsi que son plan de réalisation et de transfert progressif des effectifs. Au départ, il n'était prévu d'y installer que les satellites et les ballons, mais les bouleversements qui ont suivis remirent en cause l'ampleur du projet, réduisant sévèrement l'activité de la Division satellites et organisant en revanche le transfert de tous les services opérationnels basés à Brétigny, site qui devait

être ensuite complètement abandonné. Finalement, la Division des lanceurs réussit à se maintenir sur place, en région parisienne. Georges Jeambrun était donc chargé de superviser le projet de décentralisation sur Toulouse. Sur le plan psychologique, ce transfert se présentait comme un projet difficile à vendre. La ville rose n'avait pas encore acquis sa réputation de cité dynamique, pleine de charme, et en matière intellectuelle et scientifique, elle ne pouvait rivaliser à l'époque avec Paris ou même Grenoble. L'importante migration qu'il fallait préparer concernait des cadres et techniciens de haut niveau dont les demandes voire exigences étaient précises, ce qui nécessita de nombreuses discussions et négociations. Enfin des voyages furent organisés pour permettre aux familles de découvrir et se familiariser avec leur nouveau cadre de vie.

Dès 1968, trois bâtiments et les infrastructures de base avaient été réalisés. L'année suivante, cinq autres bâtiments surgirent de terre pour accueillir les fusées-sondes et les ballons, ainsi que trois laboratoires abritant le grand simulateur, les micropropulseurs destinés à l'orientation des satellites et les équipements de mesures électromagnétiques. En 1970-1971, tout le reste devait suivre : bâtiments pour l'administration, restaurant, centre de calcul, laboratoires pour la division satellites, etc.

A titre personnel, Georges Jeambrun s'était installé avec sa famille à Vigoulet-Auzil, petit village sur les coteaux sud de la ville de Toulouse, village dont il sera conseiller municipal puis maire de 1981 à 1983.

Le Centre Spatial de Toulouse sera finalement inauguré officiellement le 29 octobre 1973 par Jean Charbonnel, ministre du Développement industriel et scientifique.

Le colonel Georges Jeambrun est admis à la re-

traite militaire en 1974 mais reste au CNES en qualité de Directeur adjoint au sein de la Direction des opérations. A partir du début des années 1980, à la tête de la direction de l'exploitation des systèmes opérationnels, il fut un des principaux artisans de la mise en exploitation du réseau 2 GHz dont la vocation était d'assurer le contrôle en orbite des satellites d'observation de la terre de la famille SPOT développés à Toulouse, et de plus, servir à la mise à poste des satellites de télécommunication géostationnaires. La disponibilité de ce réseau était assurée 24 h sur 24. Les trois stations installées à Aussaguel (près de Toulouse), Kourou en Guyane française et aux îles Kerguelen, assuraient une couverture pratiquement mondiale des différents types d'orbites. Mais pendant les phases très critiques de début de vie des différents types de satellites il était nécessaire de compléter la couverture de ce réseau en faisant appel à des coopérations internationales, américaines (NASA et NOAA), japonaise (NASDA), indienne (ISRO), européenne (ESA) et Suédoise (SCC). Georges Jeambrun fut également à l'origine d'une coopération avec la Chine, à travers plusieurs accords à partir de 1985.

Georges Jeambrun était Officier dans l'Ordre national de la Légion d'honneur, Officier dans l'Ordre national du mérite, détenteur de la Croix de la valeur militaire et de diverses décorations nationales et étrangères. Il a fait valoir ses droits à la retraite en 1992. Ses anciens collègues du CNES se souviennent de son franc parler, généralement apprécié de ses interlocuteurs et collègues, qui l'appelaient très respectueusement ... mon colonel.

Jacques SIMON

avec la contribution de Odile Jeambrun, Pierre Chiquet et Jean-Yves Trébaol

A.D.Daron (26-4-1926 à 24-6-2020)

Anatoli Davidovitch Daron est né à Odessa, comme V.P.Glouchko. Il termine l'Institut d'aviation de Moscou (MAI) en 1948, puis entre dans l'OKB-456/NPO Energomach de Khimki : il passe d'ingénieur à chef de secteur, constructeur en chef. Il travaille sur les chambres de combustion KS-50 et ED-140 en 1948/54, puis sur les RD-107 et 108 de la R-7/R-7A (Semiorka). Il reçoit pour cela l'ordre de la révolution d'octobre en 1957



(Sputnik) et l'ordre de Lénine en 1961 (vol de Gagarine). Puis il travaille sur le RD-111 de l'ICBM R-9A en 1958/61, puis 8D420/RD-270 de 685 t de poussée destiné à la fusée UR-700 en 1962/69. Il est docteur es sciences techniques en 1967 et professeur en 1976. En juin 1998, il est parti vivre avec sa famille à Boston aux Etats-Unis où il est décédé d'une longue maladie : une insuffisance cardio-rénale.

Phillip Clark (1950-2020)

En décembre, l'analyste britannique du spatial soviétique/russe Phillip S. Clark est décédé à l'âge de 70 ans. Né en 1950, il s'était intéressé au spatial dès l'âge de 12 ans (pour moi, c'était à 13 ans en 1965). Il a vécu l'époque de la course à la Lune, regardant l'alunissage d'Apollo-11 à la télévision à 19 ans (comme moi, à 17 ans). Il lit le livre "Soviets in space" de William Shelton en 1969 et prend contact avec Geoffrey Perry du Kettering group. En 1972, il commence à analyser, avec Ralph Gibbons, les lancements soviétiques (comme moi au Cosmos Club de France). Il publie ses premiers articles dans la magazine Spaceflight de la British Interplanetary Society (BIS) en 1975 (mon premier article sur les sondes martiennes soviétiques était dans Science & Avenir HS14 de 1974). A partir de janvier 1980, il participe aux "Soviet Technical Forum" de la BIS qui rassemble les passionnés "occidentaux" du spatial soviétique (je n'y ai personnellement jamais participé,



contrairement à mon ami Claude Wachtel qui y était en juin 1981 et juin 1984). En 1981/86, il publie les "Soviet space Year" dans le Journal de la BIS (JBIS). En 1982, à 32 ans, il obtient un diplôme de mathématiques de l'Open University. En 1987/91, il travaille pour Commercial Space Technologies Ltd de Gerry Webb comme consultant. Il effectue son premier voyage en URSS en 1988. Cette année là, il publie le livre "The Soviet Manned Space programme" chez Salamander. Puis il ouvre sa société de consultance Molnya Space Consultancy et publie le mensuel "Worldwide Satellite Launches" de 1993 à 2009. Je ne l'avais rencontré qu'une seule fois à l'occasion du congrès IAF de Brighton en 1987. A cette époque, nous avions un différent au sujet d'informations sur le lanceur Proton que le Cosmos Club de France avait publié en janvier 1986 et que nous avons retrouvé de manière "inappropriée" dans la littérature anglo-saxonne. Paix à son âme !!

Vladimir E. Fortov (23-1-1946 à 29-11-2020)

Le 29 novembre, l'académicien Vladimir Evguenievitch Fortov est décédé du Coronavirus à l'âge de 74 ans. Diplômé du MFTI en 1968, il passe une thèse sur le plasma dans les moteurs-fusées nucléaires. En 1971, il entre à l'Institut de physique chimique de Tchernogolovka. En 1976, il est docteur es sciences. En 1982, il est professeur. En 1986, il devient chef de secteur à l'Institut des hautes températures (puis directeur en 2007). En 1987, il est correspondant de l'Académie des sciences (puis



académicien en 1991). En 1996/98, il est président du Comité d'état pour la science et la technologie. En 1997/98, il est président adjoint du gouvernement. En 1996/2001, il est vice-président de l'Académie. En 2002/2013, il est académicien-secrétaire de la section énergétique, mécanique et processus de direction. En 2013/2017, président de l'Académie. Il a reçu deux prix d'Etat en 1988 et 1997, quatre prix du Gouvernement (1997, 1999, 2003; 2010), chevalier de la Légion d'honneur en 2006.

Oleg V. Papkov (3-10-1945 à 10-10-2020)

Le 10 octobre, Oleg Viktorovitch Papkov nous a quitté !! je le connaissais bien car il fréquentait, comme moi, les congrès annuels de l'IAF dans les années 80. Né le 3 octobre 1945, il termine le MAI en 1969 et entre dans l'OKB-301 (NPO Lavotchkine). Il travaille dans le secteur balistique du KB-4 où il est chef d'une section en 1978, puis chef du secteur en 1986 (il succède alors à F.M.Ovsienko). Il s'occupe alors des missions interplanétaires vénusiennes (notam-



ment Vega) et martiennes (notamment Phobos) réalisées en coopération internationale. En 1989, il est candidat es sciences techniques. En 1996, il devient adjoint d'un département et chef du centre de direction des vols au centre Babakine. En 1997, il est académicien de l'IAA. En 1998, il quitte la NPO Lavotchkine à 53 ans. Son successeur est I.M.Morskoï. Je n'ai aucune information sur son activité au cours des 22 dernières années. Paix à son âme !!!

Chuck Yeager (13-2-1923 à 7-12-2020)

Le 7 décembre, Chuck Yeager, pilote d'essai américain, est décédé à l'âge de 97 ans (1923-2020). A 18 ans, il entre dans l'Armée de l'air, peu avant que la seconde guerre mondiale éclate. En 1943/44, il est crédité de 13 victoires aériennes, dont cinq le même jour avec son avion P-51 Mustang. En juillet 1945, il devient



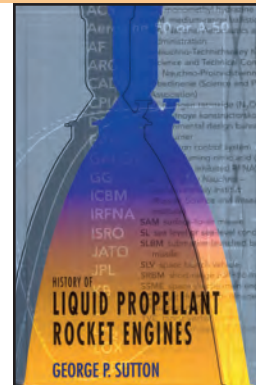
pilote d'essai à Wright Field, Dayton (Ohio). Deux ans plus tard, il est volontaire dans le cadre du projet d'avion supersonique à Edwards (Californie). Le 14 octobre 1947 à 10 h 18, à bord de l'avion-fusée Bell X-1, il est le premier homme à franchir le mur du son. En 1953, il bat un autre record du monde de vitesse avec le X-1A, à Mach 2,44, franchissant la barrière thermique. En mai 1955, il retourne en Europe pour prendre le commandement d'un Squadron sur la base de Hahn en RFA, puis sur la base de Toul-Rosières en France en 1956/57, puis à la George Air Force Base (Californie) et à la Morón Air Base (Espagne) en 1957/60. En 1960/65, il retourne à Edwards pour diriger la U.S. Air Force Test Pilot

School où les astronautes s'entraînent. Lui-même ne répondait pas aux critères de sélection. Il n'était pas intéressé car les capsules Mercury et Gemini n'étaient pas des pilotables comme des avions. Néanmoins, en décembre 1963 et janvier 1964, il effectue cinq vols sur les Lifting body M2-F1. En juillet 1966, il prend le commandement du 405th Fighter Wing aux Philippines et effectue 127 missions au-dessus du Vietnam. Général de brigade en août 1969, il occupe divers postes dans l'Armée de l'air. En 1971/73, il est conseiller auprès de l'Armée de l'air du Pakistan. Il prend sa retraite de l'US Air Force le 1^{er} mars 1975 (52 ans). Au cours de sa carrière de pilote, il s'est éjecté deux fois. Il a reçu les plus grandes distinctions américaines (Silver Star, Flying Cross, etc). Il a été marié deux fois : avec Glennis Dickhouse en 1945 (origine du "Glamorous Glen" inscrit sur les avions de Chuck) et Victoria Scott D'Angelo en 2003. Avec Glennis, décédée en 1990, il a eu quatre enfants.

let 1966, il prend le commandement du 405th Fighter Wing aux Philippines et effectue 127 missions au-dessus du Vietnam. Général de brigade en août 1969, il occupe divers postes dans l'Armée de l'air. En 1971/73, il est conseiller auprès de l'Armée de l'air du Pakistan. Il prend sa retraite de l'US Air Force le 1^{er} mars 1975 (52 ans). Au cours de sa carrière de pilote, il s'est éjecté deux fois. Il a reçu les plus grandes distinctions américaines (Silver Star, Flying Cross, etc). Il a été marié deux fois : avec Glennis Dickhouse en 1945 (origine du "Glamorous Glen" inscrit sur les avions de Chuck) et Victoria Scott D'Angelo en 2003. Avec Glennis, décédée en 1990, il a eu quatre enfants.

George P. Sutton (5-9-1920 à 15-10-2020)

Né à Vienne (Autriche), il a émigré aux Etats-Unis en 1938 où il obtient un diplôme du California Institute of Technology, puis commence à travailler chez Aerojet Corp sur les moteur-fusées en 1943. A la libération, il fait une copie du moteur de la V-2. En 1946, il passe chez North American (division qui deviendra Rocketdyne en 1955). Il publie son premier livre "Elements of Rocket Propulsion" en 1949 (9^e édition en 2006). Il travaille sur le moteur du missile Navaho, puis



sur ceux d'Apollo. Il enseigne au MIT en 1958/59. En 1959/60, il est chef scientifique à la DARPA, puis pendant 11 ans, il sert au conseil scientifique de l'USAF. Il termine sa carrière chez Rocketdyne en tant que directeur de l'engineering et assistant du président. Ensuite, il est vice-président d'Envirotech Corp, puis travaille au Lawrence Livermore National Laboratory en Californie jusqu'à sa retraite en 1988.

sur ceux d'Apollo. Il enseigne au MIT en 1958/59. En 1959/60, il est chef scientifique à la DARPA, puis pendant 11 ans, il sert au conseil scientifique de l'USAF. Il termine sa carrière chez Rocketdyne en tant que directeur de l'engineering et assistant du président. Ensuite, il est vice-président d'Envirotech Corp, puis travaille au Lawrence Livermore National Laboratory en Californie jusqu'à sa retraite en 1988.

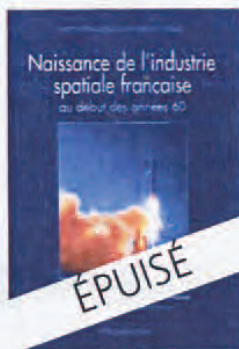
Maurice Schuyer (11-1-1932 à 6-7-2020)

Maurice Schuyer était ingénieur général de l'armement (2^e section). Il avait travaillé au LRBA à Vernon de 1957 à 1970 (où il fut chef du laboratoire d'ambiance), puis est entré centre ESTEC de l'ESA à Noordwijk (Hollande). Il a notamment travaillé sur le satellite d'astro-

métrie Hipparcos lancé en 1989. Après sa retraite, il a été très actif dans la section de la Côte d'Azur de la 3AF (élu membre du bureau en 2008). Il avait témoigné dans le livre de l'IFHE sur l'observation de la Terre publié en 2016. Paix à son âme !!!



**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
prix de vente 50 euros
400 pages format 22 x 28 cm
Editions Edite
ISBN : 978-2-846-08215-0



**Actes 2005 : Les relations franco-
américaines dans le domaine spatial**
1957-1975
actes de la 4^{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 : _____