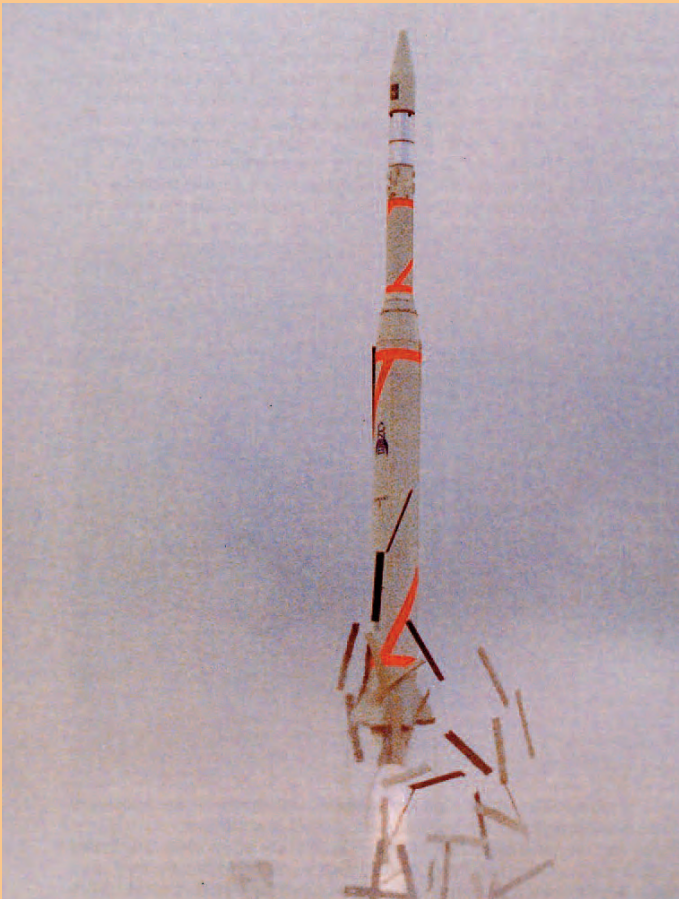


ESPACE & TEMPS

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



50 ANS DE DIAMANT-B



40 ANS D'ARIANESPACE



15 MAI 1957



15 MAI 1960



15 MAI 1987

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,

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

Conseil d'administration

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

Conseil scientifique (formé en 2005)

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

ESPACE & TEMPS

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

Directeur de la publication : Christian Lardier

Ont également participé à ce numéro :
 Philippe Varnoteaux.

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.

J'espère que la lecture du numéro 26 d'Espace & Temps vous a permis de vous ressourcer pendant le confinement que notre pays a connu du 16 mars au 10 mai 2020. Cette période a aussi affecté la communauté spatiale française et européenne avec la disparition de deux de ses plus éminentes figures, le Professeur Jacques Emile BLAMONT et Jean-Marie LUTON. Il serait indécent que l'IFHE ne puisse leur rendre hommage au travers d'une manifestation en leur mémoire. J'invite nos membres à nous faire savoir dans quelle mesure ils pourraient aider le bureau de l'IFHE dans le montage de cette manifestation à l'automne prochain sous réserve que les réunions publiques de plus de dix personnes soient autorisées.

Le confinement a conduit au report sine die de l'assemblée générale prévue au mois de mai. Le prochain CA, que nous envisageons de tenir dans la première quinzaine de Juillet, arrêtera une nouvelle date pour cette Assemblée de la plus haute importance pour notre association. En effet, conformément aux décisions prises lors de notre précédente AG, il a été décidé de renouveler totalement l'ensemble du Conseil d'Administration et des responsabilités en son sein (président, vice-président, secrétaire général et trésorier). Je profite de cette tribune pour vous demander de bien vouloir nous faire connaître si vous êtes candidat au Conseil d'administration et à un des postes précités. Notre association ne peut fonctionner sans l'implication forte de ses membres et la constitution de son nouveau Conseil d'administration conditionne les quatre années à venir de notre association.

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

Portez-vous bien.

Yves Blin, président de l'IFHE

Erratum : dans le n°26 d'Espace & Temps, nous avons daté le 44^e congrès "Korolev" en 2019 alors qu'il a eu lieu du 28-31 janvier 2020.

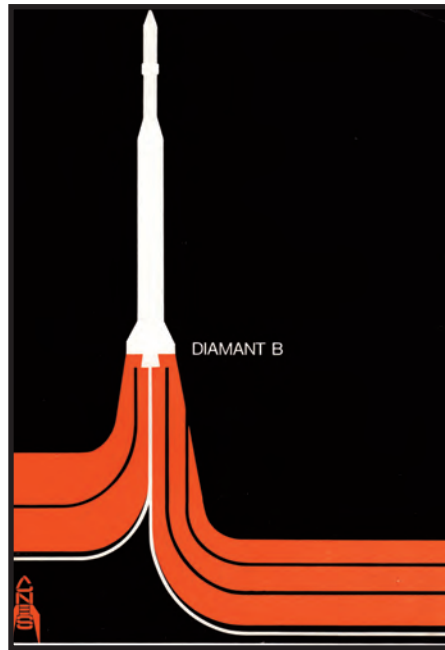
Il y a 50 ans, Diamant B, le lanceur qui a ouvert la voie à Ariane par Philippe Varnoteaux, docteur en histoire, membre de l'IFHE

Le 26 novembre 1965, depuis le site d'Hammaguir du CIEES¹ dans le désert algérien, le lanceur militaire Diamant lançait avec succès dans l'espace la capsule technologique A1 / Astérix.² Le lanceur permettait aux militaires de crédibiliser leur révolution balistique et, dans le même temps, il faisait de notre pays la troisième puissance spatiale, après l'Union soviétique (1957) et les Etats-Unis (1958). Moins de cinq ans plus tard, un nouveau lanceur, Diamant B, était tiré depuis le nouveau centre spatial de Kourou dans la jungle guyanaise, sous la responsabilité du Centre national d'études spatiales (CNES). Si Diamant B apparaissait comme une continuité du premier Diamant, notamment au niveau technologique, celui-ci marquait en réalité de nombreuses ruptures qui préparaient ainsi le terrain au futur lanceur européen Ariane... Retour sur un programme fondateur.

Le protocole d'accord CNES / DMA

En décembre 1961, sous l'impulsion des ingénieurs et des scientifiques, le pouvoir politique valide pour les premiers la construction du lanceur de satellites Diamant et, pour les seconds, la création de l'agence spatiale du CNES. En mars 1962, au moment où cette dernière s'organise, se pose la question de la responsabilité du lanceur Diamant : doit-elle revenir aux militaires de la Délégation ministérielle à l'armement (DMA) ou aux scientifiques du CNES ?

Diamant est alors en cours d'élaboration à la Société pour l'étude et la réalisation d'engins balistiques (SEREB), un organisme qui, rappelons-le, a été institué en septembre 1959 pour construire les missiles balistiques de la force de dissuasion nucléaire. En 1960, les ingénieurs de la SEREB constataient qu'ils pouvaient à partir de leurs études réaliser un lanceur de satellites ; les scientifiques soulignaient leur intérêt pour leurs futurs satellites. Les affaires de missiles et



Couverture de la brochure réalisée par Bernard Nardini

du lanceur devenant importantes, le gouvernement décidait le 5 avril 1961 de mettre en place la Délégation ministérielle pour l'armement (DMA), afin de coordonner les efforts des différentes armées en matière de système de défense, à commencer par celui des armes nucléaires et des futurs missiles balistiques. De nombreux défis étaient alors à relever comme celui de faire travailler ensemble des spécialistes de domaines différents, de mener à bien la restructuration des industries de défense, etc.³

Quant à la question de la responsabilité du lanceur Diamant, la réponse est tranchée avec le

protocole d'accord du 9 mai 1962 signé entre la DMA et le CNES. La SEREB s'engageait à développer Diamant, à en construire et tester quatre exemplaires au cours d'une phase de qualification, à l'issue de laquelle le CNES prendrait la relève. La SEREB continuerait naturellement à jouer un rôle de premier plan, comme le soulignait il y a quelques années le général Robert Aubinière,⁴ le premier directeur général du CNES : au début, «mon idée, c'était que les lanceurs soient militaires, que la maison Soufflet⁵ ait la responsabilité des lanceurs et nous on aurait eu la responsabilité des satellites. Nous aurions été clients».⁶ En échange, le CNES s'engageait financièrement dans le développement de Diamant à la hauteur de 54 millions de francs dans sa phase de qualification, soit environ 10% du programme militaire sur lequel reposait alors le projet.⁷

Trois ans et demi plus tard, le 26 novembre 1965, les militaires procèdent avec succès au tir du premier Diamant. Pour la charge utile du second lancement, ceux-ci songent à une hypothétique capsule A2 plus ou moins identique au A1.⁸ L'idée est cependant rapidement écartée après le lancement par les Américains le 6 décembre suivant du FR-1, premier satellite scientifique construit par le CNES.⁹ Ce dernier demande à

ce que le deuxième Diamant embarque un de ses satellites, comme le souhaitait ardemment Jean-Pierre Causse,**10** alors directeur de la division Satellites du CNES : «le lancement de la charge utile proposée par le CNES est accepté sans difficulté pour le second tir. Ceci d'autant plus qu'après la complète réussite de FR-1, lancé de Californie dix jours seulement après A1, on peut considérer la division Satellites du CNES comme compétente».**11** De plus, il était plus pertinent d'utiliser le deuxième Diamant pour placer un satellite

aux retombées technologiques et scientifiques qu'une «simple» capsule, comme le prévoyait le protocole d'accord de 1962. Ainsi, le 17 février 1966, Diamant n°2 place sur orbite D1A ou Diapason, satellite technologique du CNES. Pour Le Figaro littéraire, qui titre en Une «Hammaguir : le sens d'une victoire», il ne fait aucun doute que le second Diamant avec son satellite technologique «prouve la valeur de l'industrie aérospatiale française».**12**

Pour le CNES, il est alors temps de préparer l'avenir, même s'il reste encore deux Diamant à lancer (pour deux satellites du CNES). Il y a désormais nécessité à faire appel à un lanceur plus puissant pour les satellites de seconde génération (D2) dont la masse et les orbites sont plus grandes. De plus, à partir du 1er janvier 1966, le CNES reprend à son compte la gestion des contrats passés en France par le CECLES-ELDO**13** pour la réalisation du 2^e étage (Coralie) du lanceur européen Europa. Le gouvernement souhaite que la politique spatiale française s'insère davantage dans des contextes plus élargis, à commencer par celui de la coopération européenne.**14** De ce fait, comme le rappelait il y a quelques années l'historien Hervé Moulin, «Pour satisfaire aux besoins liés à la nouvelle orientation de la politique spatiale définie par le Gouvernement, à partir [du début de] 1966 le CNES procède à une réorgani-

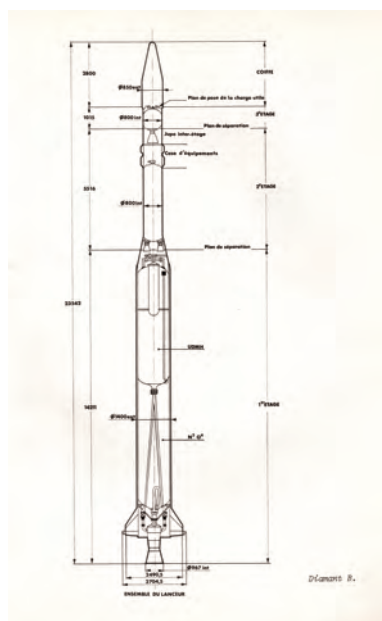


Plaquette Diamant-B

sous la direction d'André Lebeau,**18** est chargée de la recherche scientifique, des technologies d'avenir, de la planification et de l'application, la seconde est impliquée dans les questions du nouveau site de lancement en Guyane, et du prochain lanceur.

Placée sous l'autorité de Pierre Chiquet,**19** la Direction du développement a sous sa responsabilité trois divisions : le «Développement & aménagement», «l'Exploitation» et «les Lanceurs». Les deux premières ont alors la charge d'aménager et de lancer l'exploitation des futurs centres spatiaux du CST**20** et du CSG.**21** Quant à la Division des Lanceurs**22**, placée sous la responsabilité de Charles Bigot,**23** elle doit assurer trois fonctions importantes : la conception, la direction des programmes industriels et les opérations d'intégration et de lancement. C'est cette division qui, comme nous allons le voir un peu plus loin, va s'attacher au développement du nouveau Diamant. Enfin, en 1968 est ajoutée une quatrième fonction, celle d'un système d'assurance de la qualité.

Quant au virage industriel, il est également important. Le CNES veut impliquer davantage les industriels dans le développement et la production des lanceurs, par des contrats soulignant le contenu et les conséquences des tâches qui leur sont confiées. Désormais, pour l'agence spatiale, il ne s'agit plus de vouloir faire tout, mais de



Croquis lanceur

faire-faire. En rendant responsables les acteurs industriels, cela doit favoriser le développement et la pérennité d'un véritable tissu industriel spatial. Cette nouvelle méthode n'était pas celle de la SEREB qui passait les commandes auprès des industriels pour obtenir ce dont elle avait besoin ; celle-ci faisait tout, elle concevait, fabriquait, testait. Pour le CNES, les industriels s'engagent sur le développement et la fourniture de sous-ensembles complets (étages, case à équipements, coiffe, systèmes de séparation, etc.), sous la maîtrise d'œuvre du CNES, responsable donc de la conception d'ensemble des prochains lanceurs et du système de lancement, de la définition et de l'acceptation des sous-ensembles confiés aux industriels (conformes au cahier des charges établi par le CNES), de l'intégration du lanceur complet, et des opérations de lancement. Appliquée au second Diamant, cette méthode sera également celle qui prévaudra lors du développement d'Ariane...

S'affranchir de la SEREB n'est cependant pas aisé et ce à différents niveaux. Ainsi, en ce qui concerne les effectifs, la Division des Lanceurs commence à deux lors de sa création pour atteindre une centaine de personnes début juillet 1967, tandis qu'à la SEREB les effectifs étaient dix fois plus nombreux. Au niveau des compétences et du savoir-faire, la SEREB venait de démontrer ses grandes compétences et sa capacité à mettre au point les missiles balistiques de la force de dissuasion nucléaire et le lanceur Diamant. «Cela a été une sacré bagarre entre nous et la SEREB», se souvenait le général Robert Aubinière. «Au final, si on voulait que le CNES soit réellement indépendant et puisse conduire en toute sérénité la politique spatiale, il fallait que l'on s'en donne les moyens, à commencer par la maîtrise des lanceurs. Cela n'a pas du tout plu à tout le monde, surtout aux militaires et aux gens de la SEREB !». **24** Pour cela, avoir un directeur général ayant un certain caractère a naturellement joué en faveur du CNES, comme tient à le souligner Charles Bigot : «Le général Aubinière

AIMS

A decision was taken in July 1967 to design and develop DIAMANT B for the use of its manufacturer in space vehicle capable of placing in a low orbit a payload of about one hundred kilograms.

The design and the engineering had to take into account the know-how and the state-of-the-art acquired by France at that time. The fields of solid rocket propulsion and liquid propellant rockets, such as, for instance, had been used in the CORALIE stage of the EUROPA launchers.

By using total and second equipments, and adapting launch techniques, the main effort was concentrated on improving the quality of the end-products; this was instrumental in obtaining a higher reliability.

The overall prime contractibility was entrusted to the LAUNCHER Division of the CNES. The development programme proper ends with the launching, from the French Guiana Space Center, of the A-4 CNES scientific satellite, weighing 104 kg, to still be placed in a nearly circular orbit at an altitude of 400 km, in accordance with the operational plan.

The DIAMANT B launch is equivalent to an overall capability approximately twice that of the previous DIAMANT. Such a performance is fully comparable to that of the U.S. Scout rockets.

SERIES PRODUCTION

The DIAMANT B rocket is well suited for fitting both scientific and application lightweight satellites, and will be called upon to place a varied and worthwhile payload in low orbit, therefore that the design should allow for it to be manufactured in series.

To prepare the series production, the CNES was from the start of the programme, led to study problems such as carrying life of launch operations, progressively increasing quality of manufacturing (inspection, quality control, fabrication technology), manage limits, etc.

The launcher is to be retropropelled, in its present version, this same year. It is planned to use D22 as manoeuvre 2 on 2 launchers per year. The results of reliability multi-year series production, and the actual fabrication process, etc., were studied on the basis of three fundamental axes:

— Development of a maintenance programme which allows a sequence of operations allowing each prime contractor Company to spread its work load evenly.

— Installation of a reference file of equipments and industrial facilities required to complete the work.

— Establishment of a quality control programme oriented at all manufacturing phases, from the procurement of raw materials and of sub-assembly parts, up to the acceptance testing of the stages and pointing through the various fabrication, assembly, storage, maintenance and checking operations.

UTILIZATION

The missions to be contemplated for DIAMANT B are the launching of the DIAL, FEOL and S.

industrialisation

Bien adapté au lancement de satellites légers aux scientifiques qui d'application et pouvant donc être appelé à jouer un rôle intéressant, DIAMANT B devait être industrialisable.

Pour préparer cette industrialisation, le CNES a eu comme objectif de définir le programme, à étudier des problèmes tels que : durée de vie des outillages, maintenance, continuité des approvisionnements, valeur des lignes industrielles, suivi de la qualité, technologies de fabrication, liaisons de stockage, etc.

La fabrication industrielle du lanceur dans sa version actuelle commença dès cette année avec, comme objectif pour le fin de 1972, une cadence de fabrication de 2 à 3 lanceurs par an. L'issue de cette phase de l'industrialisation a donc été conduite dans l'esprit d'une production en petit série, en abordant trois aspects principaux :

— mise au point d'un programme d'industrialisation qui définit un déroulement des opérations permettant à chaque société maître d'œuvre d'équiper ses activités.

— constitution d'un dossier de référence des matériels et des moyens industriels à mettre en œuvre pour leur réalisation.

— établissement d'un programme de qualité intervenant à tous les stades de la réalisation, depuis les approvisionnements en matières premières et en composants élémentaires, jusqu'aux recettes des étages, en passant par les différentes opérations de fabrication (montage, stockage, maintenance et contrôle).

utilisation

Les missions actuellement prévues pour DIAMANT B sont les lancements des satellites DIAL, FEOL et S, à partir du Centre Spatial Guyanais (CSG). Les deux premières missions ont pour but :

— la qualification en vol du lanceur, — la qualification des méthodes et moyens de lancement propres à DIAMANT B.

— la mise sur orbite d'une charge utile. D2 et les satellites suivants correspondront à des missions opérationnelles de mise sur orbite de satellites scientifiques ou d'application.

(1) Bien sûr, bien sûr, mais surtout... (2) Ibid.

était un chef respecté par tous et même admiré par la plupart des premiers responsables qui ont rejoint le CNES venant d'horizons très divers (...). Il dirigeait lui-même très directement l'environnement des activités». **25**

Le choix du nouveau lanceur

Mise en place le 1^{er} janvier 1966, lors de la réorganisation du CNES, la Division des Lanceurs doit donc assurer le développement des lanceurs nationaux et européens. Avec une certaine présomption mais aussi avec de solides convictions et déterminations, celle-ci se fixe un objectif à

long terme, à savoir la mise à disposition pour la France (et donc pour l'Europe) d'un libre et autonome accès à l'espace, établi par une industrie compétente et organisée, utilisant les plus hautes technologies éprouvées, et conditionnée par la maîtrise des lanceurs et leur mise en œuvre sur le site de lancement du futur CSG à Kourou. Deux projets sont choisis en 1966-67 comme première étape de cette stratégie : un lanceur national (futur Diamant B), adapté pour les satellites du CNES, avec une capacité d'évolution pour ceux de l'ESRO (ou éventuellement pour d'autres utilisateurs), et le futur gros lanceur Europa-II, spécialement pour les satellites géostationnaires de télécommunication (en particulier le satellite franco-allemand «Symphonie»). Pour cela, Charles Bigot est épaulé de Jean-Marc Bernard pour le programme Diamant, de Claude Chassignet pour le programme ELDO, et de Claude Bougnol à la tête d'un service juridique des contrats. Cinq départements composent la division : «Etudes d'ensemble» dirigé par Daniel Hermelin, «Structures et propulsion» par Hubert Bortzmeyer (assisté de Frédéric d'Allest, **26** chef de projet Diamant L17 évoqué un peu plus bas), «Equipements» par Roland Deschamps, «Essais en vol» par Albert Vienne et «Assurance de qualité» par Jean Gruau. **27** L'équipe formée, les études et la définition du nouveau lanceur peuvent commencer.

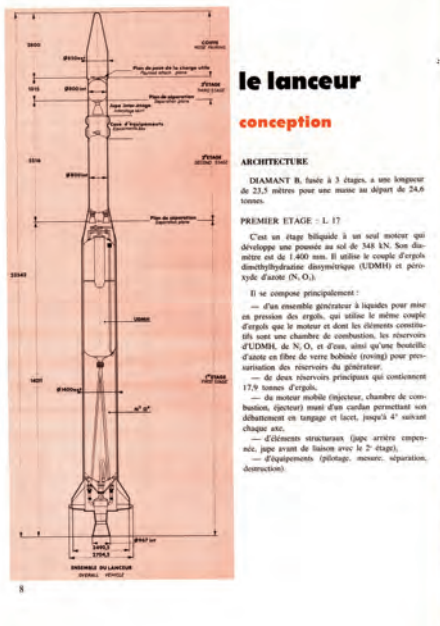
Le nouveau lanceur national est d'abord en-

visagé comme une amélioration du lanceur existant Diamant A, mais le doublement nécessaire de ses performances impose un nouveau 1^{er} étage et la première question qui se pose alors est celle de la propulsion : propulsion biliquide (comme Diamant A et Coralie) ou propulsion à poudre, comme celle des missiles SSBS ?

La Division des Lanceurs propose «Diamant L17» (aussi appelé «Super-Diamant»), un lanceur à trois étages dont le premier, le L17, utiliserait 17 tonnes d'ergols liquides (peroxyde d'azote et UDMH), offrant des performances plus importantes que celles du premier Diamant. La division privilégie ainsi la carte du raisonnable, sachant qu'il y a deux principales conditions à résoudre : doubler les performances de Diamant pour les satellites D2 et élargir la coiffe, ce qui implique en conséquence la réalisation d'un nouveau 3^{er} étage. Quant au 2^o étage, Diamant L17 conserverait celui de Diamant à propulsion solide (Topaze).

Toutefois, pendant plusieurs mois, il subsiste au CNES un débat sur le choix à faire quant à la propulsion du 1^{er} étage pour lequel certains envisagent une propulsion solide. Appelée «Diamant P16», cette version utiliserait le P16, propulseur prévu par la SEREB pour le 1er étage SSBS. André Lebeau : «Le CNES était très divisé et, quant à moi, j'étais partisan du P16 qui pouvait garantir au CNES, me semblait-il, une capacité de lanceurs légers avec un effort de production limité pratiquement au 3^o étage et à la coiffe puisque les deux autres étages étaient militaires. Des opinions se manifestèrent pour un choix opposé, sans doute pour assurer une autonomie accrue à l'endroit des militaires et pour maintenir le développement des filières à liquides avec la perspective des lanceurs lourds». **28**

La propulsion biliquide présente en fait l'avantage décisif



Présentation générale du lanceur

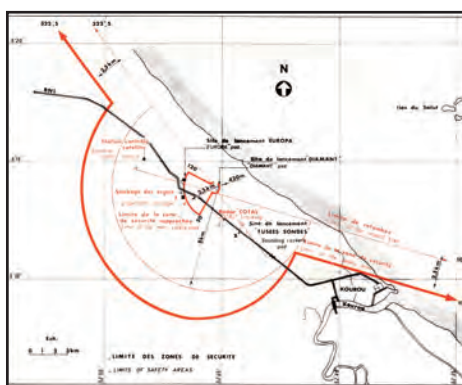
de pouvoir faire évoluer et gagner en performance le lanceur en jouant sur le volume des réservoirs, sur le nombre et la puissance des moteurs, notamment par le choix éventuel de moteurs à turbopompes, dont le LRBA29 préconisait le développement. La Division des Lanceurs du CNES a financé les premiers essais de tels moteurs pour prévoir l'évolution du nouveau lanceur (Diamant L17), et qui finalement équiperont (à quatre exemplaires) le 1^{er} étage du futur lanceur Ariane sous le nom de moteur Viking.

Par ailleurs, l'ELDO décide à la mi-1966 l'engagement du

projet Europa II, formé d'Europa-I avec une partie haute dite «PAS» (Périgée Apogée Système), constitué d'un 4^o étage (dit de périgée) et d'un moteur d'apogée en général intégré dans le satellite géostationnaire. Cet étage de périgée est très similaire au 3^o étage du Diamant L17, en dimensions (diamètre de 800 mm) et en puissance (685 kg de nouvelle isolane), ce qui donne au CNES l'idée de faire à l'ELDO une proposition avantageuse pour les deux parties, en choisissant le même moteur pour le PAS et pour le futur nouveau Diamant. De plus, l'ELDO choisit aussi le CNES pour les essais en vol du système PAS par le VEMPA (Véhicule d'essai des moteurs de périgée et d'apogée), constitué des deux premiers étages du Diamant L17, ce qui permet donc aussi au CNES d'assurer ainsi la qualification en vol de l'étage L17.

Charles Bigot se souvient de cette époque charnière au cours de laquelle la Division des

Lanceurs s'est pleinement engagée alors qu'aucune décision officielle n'était encore intervenue : «on a même repris les contrats qui étaient bien sûr sous notre responsabilité, mais avec la contestation de la SEREB qui a fait alors appel auprès des autorités supérieures et elle était soutenue par la DMA. Celle-ci considérait que notre décision était mau-

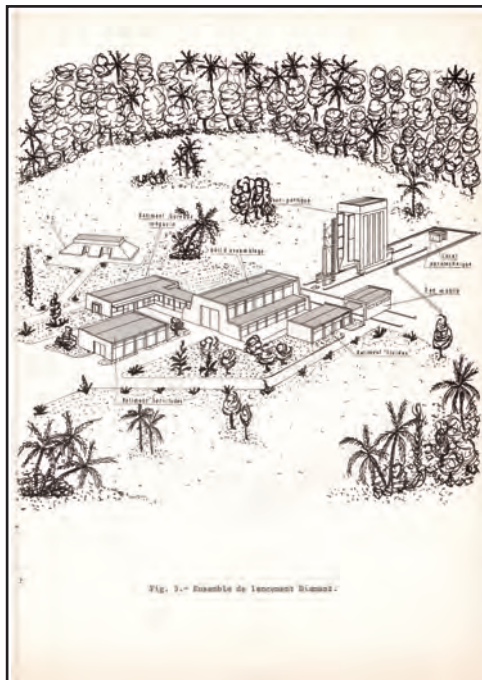


vaise et la question est remontée jusqu'au Premier ministre Georges Pompidou». **30** Ce dernier ne répond pas immédiatement, le temps de prendre connaissance du dossier. Ainsi, Alain Peyrefitte, le ministre de la Recherche scientifique, des Questions atomiques et spatiales (entre janvier 1966 et avril 1967), mène des consultations. Pendant ce temps, précise Charles Bigot, «nous avons continué à développer notre programme ; on a commencé à passer des contrats avec les industriels sur une décision du CNES... il fallait oser !». Le 11 mai 1967, le Conseil d'administration du CNES entérine le choix de Diamant L17 qui prend le nom de Diamant B. **31** Quant à la décision politique de confier la maîtrise d'œuvre de Diamant B au CNES, elle est officiellement prise le 30 juin suivant par le nouveau ministre en charge de l'espace, Maurice Schumann. **32**

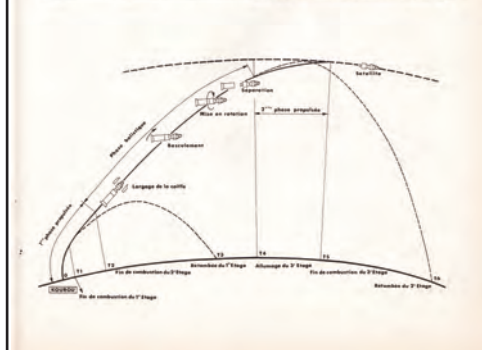
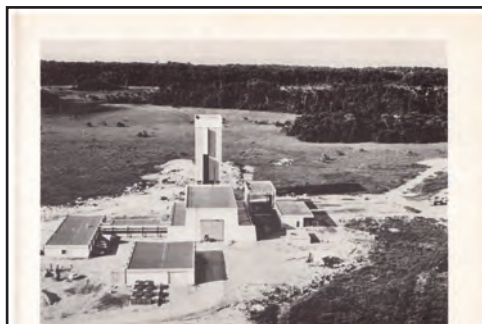
Parallèlement à la question du lanceur, le CNES est également engagé dans la construction de nouveaux champs de tir établis dans le département de la Guyane.

Nouvelle base et nouveaux champs de tir pour de nouveaux lanceurs

Rappelons que depuis les accords d'Evian du 18 mars 1962 annonçant l'indépendance de l'Algérie, les militaires doivent (et veulent) quitter au plus tard le 1^{er} juillet 1967 les champs de tir du CIEES, d'où avaient notamment été tirés les premiers Diamant. Les activités militaires sont alors rapatriées en métropole, dans les Landes, près de Biscarosse. En revanche, ce dernier n'est pas favorable au lancement de satellites. A l'issue de deux ans d'enquêtes et de plusieurs études du CNES (dont celle de Pierre Chiquet), le choix de la nouvelle base spatiale se porte sur un site près de Kourou en Guyane française. Le 14 avril



Plan de l'ELD



ELD et schéma de la mise sur orbite

lancement Europa-II (ELE). Le développement de ces ensembles est un travail en commun entre les équipes du futur CSG et les équipes de la Division des Lanceurs, via le département Equipements, en charge du Banc de contrôle, et le département des Essais en vol, en charge des opérations d'intégration et de lancement. La construction et l'aménagement des sites de lancement se font donc en étroite coopération étant donné que les matériels à installer sont de deux origines : les matériels de contrôle du lanceur, développés et mis en œuvre par les experts du lanceur, et les matériels de manutention et d'assemblage, ainsi que tous les matériels d'environ-

1964, le gouvernement accepte d'y implanter le Centre spatial guyanais (CSG). **33** Parmi les nombreux avantages du site, il y a notamment le contexte environnemental favorable (pas de cyclones, pas de risques sismiques, etc.) et, surtout, la proximité de l'équateur qui permet d'effectuer toute sorte de lancement (polaire, équatorial) et d'optimiser les lancements en tirant vers l'Est.

Ainsi, si le CSG allait devenir le nouveau champ de tir des fusées françaises, le CNES, engagé également dans la coopération européenne, demande que celui-ci puisse être utilisé par des organisations ou des nations étrangères, notamment le CECLES-ELDO. **34** Or ce dernier cherche un nouveau site pour le futur lanceur géostationnaire Europa-II (dont la France est partie prenante rappelons-le). La Guyane est alors le site idéal. Le Conseil de l'ELDO accepte en 1966 la proposition française.

La construction du futur CSG commence dès septembre 1965. Deux importants pas de tir doivent être construits : l'Ensemble de lancement Diamant B (ELD) et l'Ensemble de

nement sont conçus par les spécialistes du CSG.

Implanté à 17 km de la petite bourgade de Kourou, l'ELD fait ainsi preuve d'originalité. Par exemple, l'aire de lancement se trouve dans le prolongement du hall d'assemblage et la tour de montage de la fusée est reliée au hall d'assemblage par un sas mobile. Ce système permet de faciliter le montage et la préparation du lanceur quel que soit le temps. Outre le hall d'assemblage, l'ELD dispose de tout un ensemble de bâtiments qui lui sont liés, comme celui des bureaux (laboratoires, magasin, etc.), des fluides (azote, air comprimé, etc.), de l'énergie et des servitudes (poste électrique, local de stockage, etc.), du local pyrotechnique (stockage des systèmes pyrotechniques du lanceur) et, enfin, l'aire de lancement équipée d'une table spécifique sur laquelle repose le lanceur. Une tour de montage mobile, d'une hauteur de 34 m d'une masse de 305 t, encadre la fusée lors de sa préparation et, avant le décollage, celle-ci se retire à une distance de 50 mètres. Quant au centre de lancement, où se trouve le PC de tir, il est à 120 mètres de

l'aire de lancement. Celui-ci est un véritable blockhaus car, en cas d'explosion sur le site de lancement, le personnel est ainsi en sécurité.³⁵

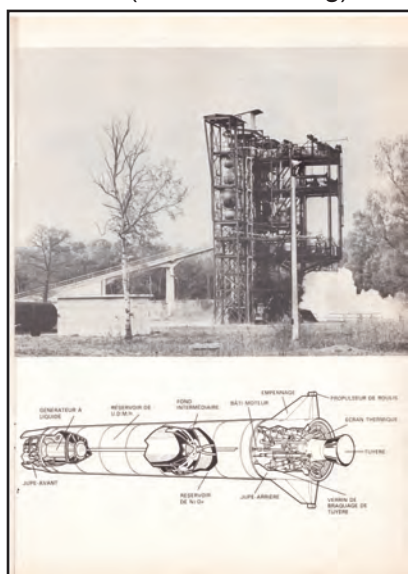
Le premier site de lancement terminé est celui des fusées-sondes en 1968 (en raison d'infrastructures moins complexes que pour les lanceurs). Quant à l'ELD, il est opérationnel en 1969 et l'ELE en 1971.

L'architecture industrielle de Diamant B

Si à partir de l'été 1967 le CNES est désormais responsable des lanceurs en tant que maître d'œuvre, celui-ci n'en conserve par moins à ses côtés la SEREB, à qui il passe un important contrat pour les études d'ensemble du lanceur et la coordination industrielle de développement et de production. Ainsi, s'il y a eu une « bagarre des chefs » entre la SEREB et le CNES pour obtenir



Musée Snecma de Vernon : g à dr, moteurs Vesta, Diamant-A (Vexin de 28 t), Diamant-B (Valois de 35 t) et M-40 (ancêtre du Viking).



essai moteur au banc et croquis L17

la responsabilité du développement de Diamant B, les deux organismes ne sont cependant pas en mauvais termes, étant donné qu'ils ont déjà pris l'habitude de travailler ensemble avec le premier Diamant, ainsi que pour les études du projet Europa-II/PAS de l'ELDO. Charles Bigot souligne qu'« A partir du moment où Diamant B a été officialisé, nous avons très bien travaillé avec les gens de la SEREB. Nous n'avons eu qu'à nous féliciter de cet apport indispensable à notre équipe. Si nous avions échoué, ils auraient aussitôt repris la maîtrise des lanceurs ».³⁶ Il tient à préciser que « cette coopération entre la SEREB et le CNES a été très bénéfique et a d'ailleurs été reconduite plus tard pour Ariane ».³⁷

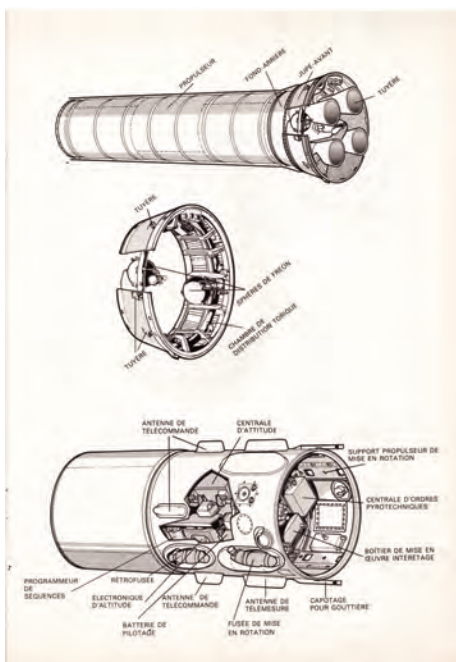
Au cours du mois de juillet, le CNES publie officiellement les caractéristiques de Diamant B qui, une fois assemblé, se présente comme un lanceur effilé d'une hauteur totale de 23,5 m, pour une masse de 24,6 tonnes, permettant de placer 130 kg sur orbite circulaire équatoriale à 450 km d'altitude. Pour réaliser Diamant B, le CNES passe donc des

contrats auprès d'industriels éprouvés qui, pour la plupart d'entre eux, étaient déjà investis dans le premier Diamant. Ainsi, la réalisation des deux premiers étages de Diamant B incombe à l'entreprise Nord-Aviation³⁸ : le 1^{er} étage L17 ou « Améthyste » a une longueur de 14,2 m pour un diamètre de 1,4 m et une masse totale de 20 tonnes, dont 17,9 tonnes d'ergols liquides (peroxyde d'azote et UDMH) ; il est doté du moteur Valois développé par le LRBA et fabriqué par l'ATS (Atelier industriel de Tarbes), choisi à la suite d'un appel d'offres pour la production d'une « série » d'environ 30 moteurs, capable de fournir une poussée de 328 kN pendant 116 secondes (contre 280 kN pendant 93 secondes pour Émeraude de Diamant A). Le 2^e étage P2 ou « Topaze » est identique à celui du premier Diamant ; d'une hauteur de 5,5 m pour 800 mm de diamè-

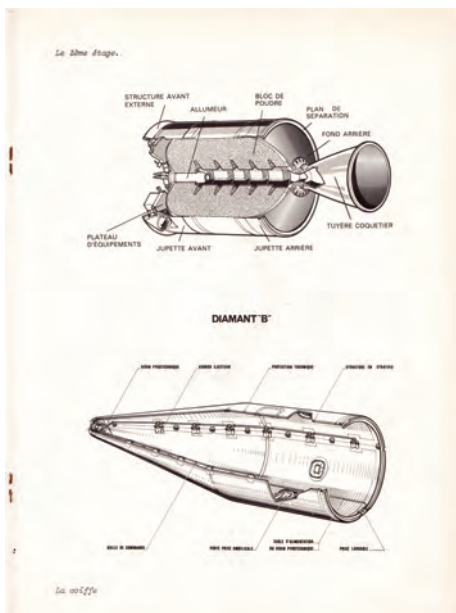
tre, il utilise un propulseur à poudre (bloc Soleil, composé d'Isolane) assurant une poussée de 150 kN pendant 44 secondes. Pour cet étage, Nord-Aviation fait appel aux compétences du Service des Poudres³⁹ et de la SEPR.⁴⁰

Située entre le 2^e et 3^e étage, la case d'équipements est sous la responsabilité de MATRA⁴¹ qui la produit sur contrat direct de la Division des Lanceurs. A peu près identique à celle utilisée pour Diamant A, celle-ci joue le rôle de véritable «cerveau du lanceur», devant assurer différentes fonctions : le pilotage des 1^e et 2^e étages, le contrôle du basculement du lanceur, le contrôle séquentiel de diverses opérations, de la télémesure, etc., avant la séparation des 2^e et 3^e étages grâce à des petits impulseurs à poudre (mis au point par la SEPR). Précisons que de nombreux fournisseurs d'équipements participent à la case d'équipements comme la SAGEM pour la centrale d'attitude, la SFENA pour le bloc de commande, la SAT, la STAREC et Sud-Aviation pour la télémesure, etc.⁴²

La partie haute (3^e étage et coiffe) est sous la responsabilité de Sud-Aviation.⁴³ Le propulseur, choisi aussi pour le système PAS d'Europa-II, doit être complètement revu par rapport à celui de Diamant A, à cause de son diamètre (800 au lieu de 650 mm), qui oblige à redessiner et donc à requalifier le bloc de poudre (685 kg d'isolane plus performante). Il en va de même pour la coiffe, dont le diamètre est aussi augmenté (850 mm), et pour le système de séparation des 2^e/3^e étages, basé sur une découpe pyrotechnique de la jupe inter-étages au lieu des boulons explosifs de Diamant A. Ce propulseur, comme celui de Diamant A, fait appel à des technologies de pointe. Il est ainsi réalisé par bobinage sur un mandrin particulier en fils de verre imprégné de résine phénolique. A cette occasion, il a donc



2^e étage et case d'équipements



3^e étage et coiffe

fallu fabriquer de nouveaux mandrins. D'une hauteur de 1,66 m, d'un diamètre de 800 mm pour une masse de 780 kg, le 3^e étage offre une poussée de 50 kN pendant 46 secondes. Quant à la coiffe qui protège le satellite, réalisée en stratifié de nid d'abeille, elle mesure 2,8 m de hauteur pour un diamètre de 850 mm (contre 650 mm pour Diamant A).

Au total, plus de quarante entreprises sont ainsi engagées dans la réalisation de Diamant B en fournissant de nombreux systèmes, sous-systèmes et équipements, avec la SEREB qui apporte son expertise et assistance technique à trois niveaux, celui du Bureau d'étude de l'ensemble (élaboration du projet, performances, spécifications), celui de la gestion technique des contrats de fabrication et celui de la préparation et de la mise au point des procédures d'intégration (interfaces mécaniques, électriques et radio). Au total, Diamant B a un coût unitaire annoncé en 1967 de l'ordre de 7 millions de francs.⁴⁴

Le CNES n'hésite pas à faire sa propre propagande en faveur de son nouveau lanceur, que ce soit par des données communi-

quées à la presse ou par le biais de tribunes libres dans des quotidiens. Ainsi, peu avant le lancement du premier Diamant B, le directeur général du CNES, le général Aubinière, publie un article dans *Le Monde diplomatique* dans lequel il souligne que Diamant B est «un engin qui tient compte des derniers perfectionnements de la technique».⁴⁵

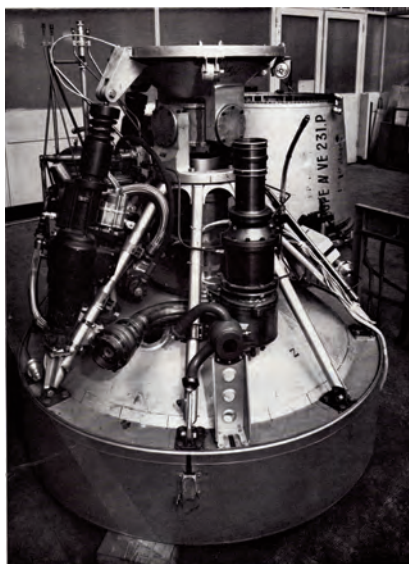
Vers le premier lancement

En juillet 1968, une mauvaise nouvelle tombe : l'ELDO renonce aux quatre tirs VEMPA. Le CNES se retrouve alors dans une position délicate, tant au niveau financier qu'au niveau technologique : les tirs VEMPA devaient dans le

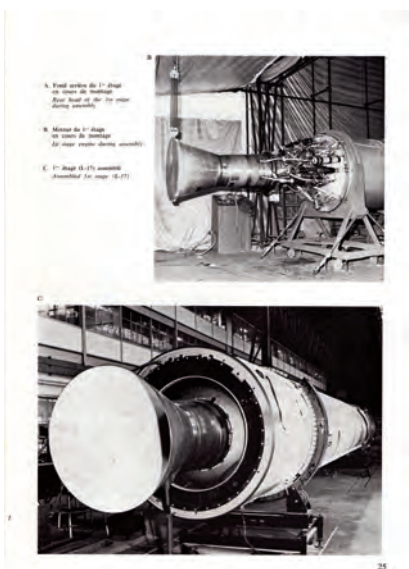
même temps permettre de tester et de qualifier Améthyste. Il faut, de ce fait, reprendre la logique de qualification en vol du Diamant B...

En novembre 1968, il est décidé que les deux premiers Diamant B seront des tirs technologiques. Avant de lancer un satellite scientifique, les spécialistes veulent s'assurer du bon fonctionnement d'Améthyste. Il s'agissait alors d'un «minimum» car, contrairement à la méthode d'essais de la SEREB qui a consisté à tester étage par étage avant le tir du lanceur complet, la Division des Lanceurs préconise dès le premier lancement un Diamant B entier, et cela sans avoir effectué d'essais en vol préalables des 1^e et 3^e étages, ni testé la coiffe ou les nouveaux systèmes de séparation. Pour Charles Bigot, cela était certes «un pari risqué, mais avec des évaluations objectives, suivant lesquelles un lancement de qualification en vol de l'étage L17 doit comporter une partie haute similaire à celle du lanceur complet, et il n'est donc pas déraisonnable d'utiliser une vraie partie haute au-dessus du L17, avec l'avantage de pouvoir en tirer des informations utiles sur le comportement des étages supérieurs. Autrement dit, même si le L17 ne fonctionne pas totalement bien, il est possible d'obtenir quand même une qualification en vol du 3^e étage. Et si tout se passe bien, on peut qualifier en vol le lanceur complet».46 Dix années plus tard, lors du lancement du premier Ariane, la même démarche du «risque calculé» sera retenue...

S'il est décidé de procéder à deux tirs de qualification de Diamant B avant de lancer le premier satellite scientifique D-2A (Tournesol), se pose ensuite la question des charges utiles à embarquer. Quoi qu'il en soit, le CNES convient à recourir à des charges peu coûteuses. Pour le premier tir, une mission originale est définie entre le CNES et le Ministère fédéral allemand de la re-



Fond arrière de l'étage L17 en cours de montage



En haut, moteur 1^e étage ; En bas, moteur et 1^e étage assemblés

cherche avec lequel un protocole d'accord est signé le 18 février 1969.47 Appelée Dial (Diamant Allemagne), la mission a été proposée par la Division des Lanceurs étant donné que les relations avec l'industrie allemande était excellente. Celle-ci consiste alors à placer sur orbite la capsule scientifique allemande Wika (Wissenschaftlich-Kapsel), accompagnée de la capsule technologique Mika (Mini-Kapsel). D'une masse de 63 kg, Wika contient quatre instruments pour étudier les variations de la densité des électrons de la haute atmosphère et l'intensité du rayonnement Lyman-Alpha. Quant à Mika, d'une masse de 52 kg, elle doit rester solidaire du lanceur pendant le vol afin de fournir des informations sur le fonctionnement du lanceur pendant son vol. Ingénieur au département Equipements de la division des Lanceurs, Jean-Gérard Roussel48 se souvient : «Il fallait une capsule technologique pour vérifier un certain nombre [de paramètres]. On m'a donné la responsabilité de spécifier cette capsule et de financer un appel d'offre pour trouver un industriel. L'industriel choisi était Junkers,

petite société allemande basée à Munich. J'ai travaillé avec eux sur cette capsule qui ressemblait à un petit satellite. Il y en avait deux : Mika et Wika. Pour la première d'entre elle, je suis allé à Munich pour vérifier si Junkers était à la hauteur. Il y avait beaucoup de problèmes d'interférences électromagnétiques sur cette capsule».49 Construites par la société allemande Junkers Flugzeug und Motorenwerk AG (J.F.M.), les capsules Wika et Mika sont respectivement placées sous la responsabilité de la Gesellschaft für Weltraumforschung mbH (société pour la recherche spatiale) et du CNES. Cette opération souligne l'importance de la coopération spatiale franco-allemande engagée depuis plusieurs années à travers notamment des expériences menées à l'aide de fusées-sondes et, plus récemment,

dans le développement du programme de télécommunications Symphonie.

Satellite Dial, Wika ou Mika ?

La dénomination du satellite lancé par le premier Diamant B a plusieurs dénominations. Explication : «Au moment où j'écris ces lignes, il reste un peu moins d'un mois avant le lancement de DIAL ; je vais donc essayer de faire le point des connaissances sur ce satellite. Le premier problème – absolument essentiel ! – que posent ces 63 kg de métaux divers, est celui du nom ; on a proposés DIAL puis WIKA et officiellement DIAL-WIKA, ce qui fait plaisir à tout le monde. Un autre nom est souvent associé à celui du satellite, c'est celui de MIKA. Il désigne une capsule technologique, solidaire du 3^e étage du Diamant B». (J.C. Anne (CB/OPS), 1970, sur le site Nos premières années dans l'espace).

Quant au second tir de qualification, il emportera le petit satellite PEOLE du CNES, décidé dès septembre 1967 et dont la construction commence à l'été 1968. D'une masse de 70 kg, PEOLE est un petit satellite expérimental de météorologie devant Préparer EOLE (d'où son nom).⁵⁰ Une mission supplémentaire lui est ajoutée en 1969 afin de participer, grâce à des réflecteurs laser, à une expérience internationale de géodésie regroupant une quinzaine de pays.⁵¹

Dans le même temps, dans le secteur industriel, d'importants regroupements s'opèrent. Ainsi, en 1969, la Société pour l'étude de la propulsion par réaction (SEPR) fusionne avec la division «Engins espace» de la SNECMA pour donner le groupe de la Société européenne de propulsion (SEP), rejoint en 1971 par le LRBA de Vernon. De même, en janvier 1970, à quelques mois du lancement du premier Diamant B, un pôle industriel spatial de premier plan se constitue par la fusion de la SEREB, de Nord-Aviation et de Sud-Aviation au sein de la Société nationale industrielle aérospatiale (SNIAS), société rapidement désignée sous le nom de Aérospatiale.



BIL à Saint-Médard-en-Jalles



Diamant B au BIL en novembre 1969 (CNES & SEREB)

Cette dernière sera quelques années plus tard l'architecte industriel d'Ariane...

Alors que les spécialistes s'activent sur les bancs d'essais de Vernon pour qualifier Améthyste, que les ergoliers s'entraînent en Guyane à des essais de remplissage de réservoirs, à Saint-Médard-en-Jalles dans les Landes, se termine la construction du Bâ-

timent d'intégration de lanceur (BIL), où les Diamant vont être assemblés, intégrés et contrôlés (par le département Essais en vol de la Division des Lanceurs) avant d'être envoyés en Guyane. En décembre 1969, le premier Diamant B est au BIL ; en février 1970, arrivent au CSG les capsules Dial (par un Boeing 707) et les éléments du lanceur (par un C130).

Le lancement du 10 mars 1970 et ses conséquences

Lundi 9 mars, dans les dernières heures de la matinée, le lanceur Diamant B est sur son pas de tir prêt au lancement lorsque, dans la salle de contrôle, un incident est signalé à propos d'un des boîtiers électroniques de la case d'équipements. Ne voulant pas prendre de risque, l'équipe de projet de la Division des Lanceurs décide de

changer toute la case, ce qui reporte le lancement au lendemain. La chronologie reprend le mardi et, à 13 heures et 20 minutes, le tir est déclenché : la fusée décolle avec succès. Environ une dizaine de minutes plus tard, elle place sur orbite le petit satellite allemand et, à l'issue de sa seconde orbite, le CNES communique les paramètres orbitaux de Wika qui évolue correctement sur une orbite elliptique quasi équatoriale à 362 km de périégée et 1778 km d'apogée. Les paramètres sont alors très proches de ceux qui étaient attendus (354 km de périégée, 1786 km d'apogée), démontrant ainsi la précision du lanceur.⁵² Toutefois, la capsule Mika n'a pas pu fournir toutes les données prévues en raison d'une défaillance provoquée par les vibrations du lanceur comme s'en souvient Jean-Gérard Rousset : « Le premier lancement de Diamant-B, premier gros lanceur à partir de Kourou a bien

marché mais la capsule qui était dotée d'une suspension à 40 Hz et le POGO qui s'est développé, également à 40 Hz, a chahuté la capsule qui s'est finalement cassée. Le reste du lancement a bien fonctionné »53 et le satellite Wika a rempli sa mission jusqu'au 20 mai, date à laquelle il s'arrête de fonctionner suite à la panne de ses batteries.

Communiqué de Bernard Lafay, secrétaire d'Etat auprès du ministre du Développement industriel et scientifique (présent au lancement):

«Le lancement de la fusée Diamant B et du satellite Dial démontre la vitalité de la science et de la technologie spatiales françaises, mais aussi la volonté de coopération européenne que le gouvernement entend poursuivre en ce domaine.

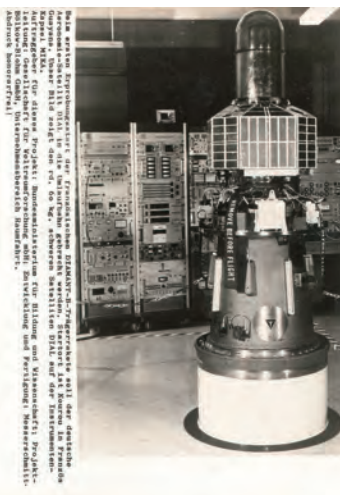
La valeur de nos chercheurs, de nos ingénieurs et de nos techniciens était connue. L'opération de Kourou en apporte une nouvelle preuve. Je souhaite qu'un champ de plus en plus vaste soit ouvert à leur effort, dans le cadre de la France, certes, mais aussi dans le cadre de l'Europe qui est à la mesure des prochaines étapes du développement spatial.

Au nom du gouvernement, je félicite et je remercie les artisans de cette réussite !»

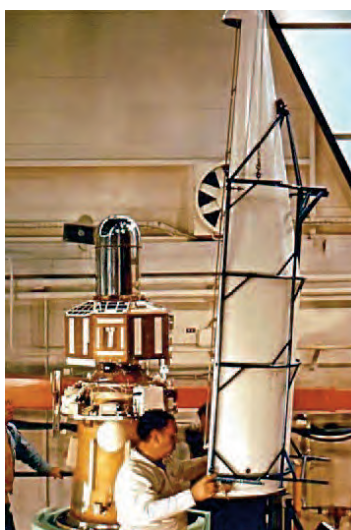
Communiqué du Ministère du Développement industriel et scientifique (Extraits):

«La réussite de ce lancement est particulièrement remarquable, car il s'agit du premier essai en vol du premier étage (L17) du nouveau lanceur satellite français et qu'il constituait donc la dernière phase de la mise au point de la fusée. »

«Les premières missions confiées à Diamant B permettront de vérifier le comportement du lanceur en vol (...), Diamant B pourrait se voir confier dans la seconde moitié du 6ème Plan, non seulement des mises sur orbite régulières de satellites scientifiques, mais aussi



Préparation et assemblage de DIAL chez son constructeur



préparation de DIAL



Lancement Diamant-B n°1 en mars 1970 (CNES-CSG)

des lancements de satellites d'application expérimentaux (...).»

Quelques « Unes » de la presse française

Le Figaro : «MISE EN ORBITE d'un satellite allemand par la nouvelle fusée française Diamant B» (11 mars).

Le Monde : «L'expérience spatiale de Guyane. La fusée française Diamant B a été lancée mardi» (11 mars).

La Nouvelle République : «La base de Kourou et «Diamant-B» bons pour le service » (11 mars).

Sud-Ouest : «Succès pour Diamant-B» (11 mars).

Air & Cosmos : «Succès complet du premier Diamant-B» (14 mars).

Le succès du lancement du premier Diamant B a été marquant à différents niveaux. Tout d'abord, il a véritablement inauguré le CSG, permettant ainsi à la France et à l'Europe d'avoir un accès indépendant à l'espace ; l'Allemagne venait ainsi de lancer son second satellite.⁵⁴

Pour l'industrie aérospatiale française, le succès a conforté le savoir-faire national, renforçant de fait le leadership de la France en Europe.

Pour le CNES, cela rendait notre pays encore plus crédible dans le cadre des négociations et des projets avancés (Europa-III) à l'ELDO, qui ne cessait d'aller de crises en crises. Ainsi, en 1973, cette crédibilité permettra le moment venu aux Français de convaincre leurs partenaires européens de soutenir le projet de lanceur LIIS/Ariane. Charles Bigot en est intimement convaincu : «Si on n'avait pas fait ou arrêté Diamant B, Ariane n'aurait pas pu se faire car comment être crédible auprès de nos partenaires européens si nous n'avions

pas nos lanceurs Diamant ? On n'aurait pas réussi à convaincre l'Europe de construire Ariane». ⁵⁵ Yves Sillard, ⁵⁶ responsable de la construction du CSG qu'il dirige de 1969 à 1971,

ne dit pas autre chose : «Diamant B nous a permis d'acquérir des compétences bien utilisées par la suite». **57** De même, Roger Vignelles, **58** responsable de projet pour Nord Aviation du développement du système propulsif de l'étage L17, estime que «Diamant a permis d'obtenir une expérience au niveau du système lanceur (pilotage, séquentiel, mécanique du vol, aérodynamique, calcul des charges, etc.) ainsi qu'en matière de gestion d'un tel programme». **59**

Enfin, pour la Division des Lanceurs, le succès de Diamant B permet d'envisager le développement d'une filière Diamant, avec même une version commerciale intitulée Diamant BC (C pour coopération). Ce projet se ferait dans le cadre d'un partenariat avec l'Allemagne et la Belgique (voire l'Argentine ou l'Inde). Charles Bigot se souvient : «Nous avons réalisé une brochure en 1970 pour la promotion du Diamant B (...). Dans une autre brochure, nous avons exprimé à la même époque (...) Diamant BC, un lanceur à quatre étages, offrant une grande souplesse d'emploi (...) bien supérieur aux concurrents potentiels de l'époque (Scout américain ou Black Arrow britannique) (...) pour un montant de 200 millions de francs, industrialisé ensuite, au prix de 15 millions de francs par lancement, pour une série de 40 lancements fournis entre 1974 et 1985 (quatre par an), dont la moitié pour la France, 6 pour l'ESRO, 5 pour l'Allemagne, 3 pour l'Inde, et 6 pour des clients indéterminés (...)». **60** Cette vision n'était alors guère différente de celle qui, huit ans plus tard, sera avancée pour créer la société Ariane-space destinée à commercialiser Ariane... **61** Toutefois, Diamant BC ne verra pas le jour, en raison des nouveaux choix politiques - liés aux déboires de l'ELDO avec les échecs successifs des Europa - qui conduiront à Ariane.

Le choix d'Ariane entraîne en 1975 l'arrêt de la filière Diamant. Pour Frédéric d'Allest, ce choix se légitimait par le fait qu' «Avec le succès de Diamant, on était désormais convaincu au sein



Enveloppes «Premier jour» consacrées au premier tir Diamant B

du CNES qu'on était capable de mener un programme plus ambitieux de type Ariane». Yves Sillard précise que «pour avoir des applications utiles, il nous fallait passer à une autre échelle» **62** et, pour cela, Diamant B avait bien rempli son rôle comme aime à rappeler Charles Bigot : «Diamant B a été la première étape vers un libre accès à l'espace pour la France et pour l'Europe». **63**

Remerciements

L'auteur remercie Jean-Jacques Serra pour sa relecture, mais aussi Charles Bigot pour ses conseils,

ses relectures et la communication de documents originaux.

Nota:

1 Le Centre interarmées d'essais d'engins spéciaux (CIEES) a été créé en 1947-48 pour y tester les nouveaux systèmes d'arme autopropulsés. Du CIEES dépendaient plusieurs champs de tir, dont ceux d'Hammaguir situés à environ 130 km plus au sud sur lesquels ont été notamment tirés les fusées-sondes Véronique, les missiles balistiques de la force de dissuasion nucléaire ou encore le premier lanceur Diamant. Voir notre article, «70 ans du CIEES», Espace & Temps n°20, juin 2017.

2 Sur Diamant A, voir notre article, «Il y a 50 ans, Diamant A au service de l'indépendance et de la grandeur de la France», in Espace & Temps n°15, octobre 2015.

3 PESTRE Dominique, « Les missiles balistiques et la création de la DMA », in Les origines de la Délégation ministérielle pour l'armement, Comité pour l'histoire de l'armement, DGA, 2002, pp.15-34.

4 AUBINIÈRE Robert (1912-2001), polytechnicien, a notamment dirigé le CIEES en 1957-1959, la Direction technique et industrielle de l'aéronautique en 1960-62, puis le CNES en 1962-1972 en tant que directeur général.

5 SOUFFLET Pierre (1919-2013), ingénieur général de l'armement est de 1961 à 1969 à la DMA directeur du département «Engins» (puis Direction technique des engins). Il est considéré

comme l'un des principaux artisans du succès Diamant du 26 novembre 1965.

6 AUBINIÈRE Robert et LE-BEAU André, Le général Robert Aubinière. Propos d'un des pères de la conquête spatiale française, L'Harmattan, Paris, 2008, p.121.

7 GOSSOT Hubert, «Le lanceur Diamant (26 novembre 1965), le libre accès à l'espace pour la France et...l'Europe», in Le piège n°146, revue des anciens élèves de l'école de l'Air, septembre 1996, p.40.

8 Construit par MATRA pour le compte des militaires, la capsule A1 n'était équipée que d'un répondeur radar et un système de télémétrie ; il n'y avait aucun équipement scientifique.

9 FR-1 a été réalisé dans le cadre de la coopération franco-américaine. Voir CAUSSE Jean-Pierre, «Le programme FR-1», in Les relations franco-américaines dans le domaine spatial 1957-1975, IFHE Publications, e/dite, Paris, 2008, pp.209-228.

10 CAUSSE Jean-Pierre (1926-2018), physicien, commence sa carrière en développant des instruments scientifiques utilisés par la NASA dès 1960, puis il intègre le CNES en devenant le directeur des Satellites (1962). A la fin des années 60, il est à l'ELDO en tant que directeur des activités futures chargé de préparer le développement du projet Europa III.

11 CARLIER Claude et GILLI Marcel, Les trente premières années du CNES, in La Documentation française, Paris, 1994, p.146.

12 MARTIN Charles-Noël, «Diamant prouve la valeur de l'industrie aérospatiale française», Le Figaro littéraire, 24 février 1966, p.1 et p.10.

13 Le Centre européen pour la construction de lanceurs d'engins spatiaux (CECLES) ou European Launcher Development Organisation (ELDO) a été créé en 1963 pour réaliser un lanceur européen. La France s'était engagée à construire le deuxième étage «Coralie».

14 Précisons que l'Europe spatiale est née entre 1962 et 1964 avec la mise en place du CECLES-ELDO pour la réalisation d'un lanceur lourd, et du



Une du quotidien La Nouvelle République, 11 mars 1970

CERS-ESRO (Conseil européen de recherche spatiale-European Space Research Organisation) pour la recherche spatiale.

15 MOULIN Hervé, La construction d'une politique spatiale en France, Beuchesne, Paris, 2017, p.318.

16 Lors de l'organisation du CNES en 1962, le Centre spatial de Brétigny (CSB) est créé en tant que premier centre technique du CNES. Celui-ci regroupe la Direction scientifique et technique (dirigée par Jacques Blamont) avec les fusées-sondes, satellites et ballons, la Direction des programmes et le laboratoire d'essai de la société SOPE-

MEA. Jacques Blamont est le premier directeur du CSB jusqu'en février 1966, date à laquelle lui succède Jean-Pierre Causse, puis Bernard Lago (juin 1969-décembre 1974).

17 Précisons qu'à côté des DPP et DV, il y avait une Direction des relations extérieures (Michel Bignier) et une Inspection générale (Jean-Albert Dinkespiler) chargée notamment d'enquêter sur les incidents de tirs.

18 LEBEAU André (1932-2013), normalien, créé et dirige le Groupe de recherche ionosphérique en 1961 avant de devenir directeur des Programmes et du plan au CNES début 1966.

19 CHIQUET Pierre (né en 1930), polytechnicien, ingénieur de l'armement, a notamment travaillé au CIEES en tant que sous-directeur technique Air (1958-1962), avant de rejoindre le CNES pour la mise en place des structures opérationnelles (1962-1970).

20 Créé le 31 juillet 1963 (mais n'entrant progressivement en activité qu'à partir de 1968), le Centre spatial de Toulouse (CST) s'inscrivait dans la politique de la décentralisation. Le rôle du CST est d'étudier et de réaliser des systèmes spatiaux (satellites, fusées-sondes, ballons) dans le cadre des programmes nationaux et internationaux et, de ce fait, le CST récupère peu à peu les activités du CSB qui ferme en décembre 1974.

21 Créé le 14 avril 1964, le Centre spatial guyanais (CSG) commence ses activités avec les fu-

sées-sondes à partir de 1968, puis les lanceurs avec Diamant B en mars 1970.

22 En 1973, avec le programme LIIS (Ariane), la division est érigée en direction.

23 BIGOT Charles (né en 1932), ingénieur en chef de l'armement, rejoint en 1961 le service d'Aéronomie de Jacques Blamont en tant que responsable des lancements de fusées-sondes puis, en 1963, devient chef du département Véhicules de la division Satellites du CNES. De 1966 à 1971, il est à la tête de la division des Lanceurs et, quelques années plus tard, il deviendra notamment PDG d'Arianespace (1990-1997).

24 Entretien entre Robert Aubinière et Philippe Varnoteaux, Paris, 30 novembre 1996.

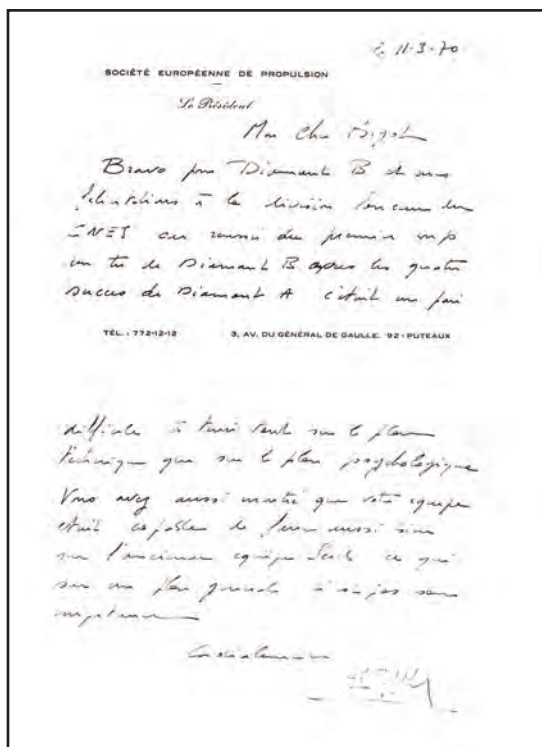
25 Mail de Charles Bigot à l'auteur, 28 avril 2020.

26 Frédéric d'Allest (né en 1940), polytechnicien, ingénieur général de l'armement, est en 1966 membre de l'équipe qui réalise Diamant B. Par la suite, il sera notamment directeur des Lanceurs (1976-82), puis le fondateur et premier PDG de la société Arianespace (1980-1990).

27 BIGOT Charles, «Diamant B. Etape décisive vers un libre accès à l'espace pour l'Europe», in La France et l'Europe spatiale (1957-1972), Publications IFHE, Paris, 2004, p.122.

28 Propos rapportés dans Politique industrielle de la France. L'ambition technologique : naissance d'Ariane, sous la direction de CHADEAU Emmanuel, Rive Droite, 1995, p. 67.

29 Créé le 17 mai 1946 et installé à Vernon, le Laboratoire de recherches balistiques et aérodynamique a été chargé par l'armée de Terre d'engager des études et de réaliser des matériels dans le domaine de la balistique et de l'aérodynamique. Il était alors devenu un acteur important dans les affaires de fusées en général, dans la propulsion à liquides en particulier avec notamment sa filière des fusées-sondes Véronique, mais aussi avec le moteur à tuyère orientable Vexin pour Emeraude (1er étage de Diamant A), ou encore le système propulsif de Coralie (2ème



lettre de félicitations de Pierre Soufflet, alors PDG de la SEP en 1969-1984

étage du lanceur Europa) dérivé des fusées-sondes Véronique et Vesta.

30 Entretien entre Charles Bigot, Philippe Varnoteaux et Pierre-François Mouriaux, Versailles, 6 février 2010.

31 Pour le nouveau lanceur, la décision est prise de conserver le nom Diamant. Cela a semblé évident, comme le précise Charles Bigot : «Pourquoi avoir appelé le nouveau lanceur Diamant B ? On ne voulait pas effrayer ! Cela a rassuré nos partenaires» (Entretien du 6 février 2010, op.cit.). Ayant réussi à satelliser à quatre reprises, Diamant était devenu une vitrine de la technologie française.

32 La décision politique a tardé en raison des élections législatives qui voient début avril 1967 la formation du quatrième gouvernement Pompidou. Maurice Schumann succède à Alain Peyrefitte pour les questions atomiques, de la recherche et du spatial (avril 1967-mai 1968). Précisons que ce dernier avait entamé des discussions et des accords prêts à être engagés entre le CNES et le Ministère des Armées.

33 Voir notamment notre article «Il y a 50 ans, le CSG. Les origines et les enjeux», in Espace & Temps n°22, juin 2018.

34 ORYE Raymond, «Accès à l'espace et autonomie européenne : le centre spatial guyanais», in La France et l'Europe spatiale, IFHE Publications, Paris, 2004.

35 Pour en savoir plus sur les installations de Diamant B en Guyane voir notamment le site Capcom Espace : http://www.capcomespace.net/dossiers/espace_europeen/ariane/index.htm

36 Entretien avec Charles Bigot, op.cit., 6 février 2010.

37 Mail de Charles Bigot à l'auteur, 8 mai 2020.

38 Créée en 1958, la société Nord-Aviation (ancienne SNCAN) était un acteur important dans la conception de missiles en France et elle avait rejoint en 1959 la SEREB, où elle fut notamment responsable des structures des 1^e (Emeraude) et 2^e étages (Topaze) de Diamant A.

39 Le Service des Poudres est chargé des études

et fabrications de substances explosives. Monopole d'Etat jusqu'en 1970, celui-ci est ensuite remplacé par la Société nationale des poudres et explosifs (SNPE) et un organisme militaire, le Service technique des poudres et explosifs.

40 Créée en 1944, la Société pour l'étude de la propulsion par réaction (SEPR) a su développer des compétences dans la conception de moteurs à propulsion solide.

41 Fondée en 1937, MATRA devient notamment dans les années 50 et 60 un spécialiste des missiles. En 1959, elle rejoint la SEREB et contribue aux études balistiques.

42 MORISSET Jacques, «Le succès de Diamant B rejaillit sur l'industrie aérospatiale française», in *Air & Cosmos*, n°333, 21 mars 1970.

43 Créée le 1^{er} mars 1957 par la fusion des SNCASO et SNCASE, Sud-Aviation est alors l'une des plus importantes entreprises françaises et même européennes dans le domaine de l'aéronautique. En 1959, elle apporte ses compétences à la SEREB qu'elle rejoint. Au début des années 60, Sud-Aviation développe également des fusées-sondes modulaires à propulsion solide (Centaure, Dragon, etc.).

44 MORISSET Jacques, «Diamant B», in *Air & Cosmos* n°209, 22 juillet 1967, p.12. A la page suivante, Jacques Morisset écrit : «Diamant B peut-il être, dans sa catégorie, considéré comme «l'article d'usage» des dix années à venir».

45 AUBINIÈRE Robert, «Un engin qui tient compte des derniers perfectionnements techniques», in *Le Monde diplomatique*, mars 1970, p.18.

46 Mail de Charles Bigot à l'auteur, 17 mai 2020.

47 «Le programme franco-allemand Dial», in *Le Monde diplomatique*, mars 1970.

48 ROUSSEL Jean-Gérard, ingénieur de l'Ecole supérieure d'électricité, commence sa carrière avec la naissance de l'ESTEC (European Space Research and Technology Centre), centre qui se met progressivement en place entre 1964 et 1968. En 1967, il rejoint la Division des Lanceurs.

49 Entretien de Jean-Gérard Roussel avec Christian Lardier, Paris, 2015.

50 Décidé en mai 1966, Eole sera lancé par une fusée américaine en août 1971. L'objectif principal a consisté à ce que le satellite récolte des



Caricature du général Aubinière par Olivier Carel, un membre de la Direction des Programmes du CNES

données via des répondeurs installés sous des ballons. Voir VERGUESE Dominique, «Péole, satellite préparatoire à Eole», in *Le Monde*, 15 décembre 1970.

51 Le satellite PEOLE est lancé le 24 décembre 1970 par Diamant B n°2.

52 MORISSET Jacques, «Succès complet du premier Diamant-B», in *Air & Cosmos*, 14 mars 1970.

53 Entretien de Jean-Gérard Roussel par Christian Lardier, op.cit.

54 Le premier satellite allemand, Azur, avait été lancé quelques mois auparavant le 8 novembre 1969 par une fusée américaine. Il était cependant tombé en panne quelques semaines plus tard.

55 Entretien avec Charles Bigot, op.cit., 6 février 2010.

56 SILLARD Yves (né en 1936), polytechnicien, est responsable du programme Concorde au Secrétariat général à l'Aviation civile en 1964, avant de devenir en 1965 responsable de la construction du CSG dont il en prend la direction en 1969. Par la suite, il sera notamment directeur des Lanceurs, puis directeur général du CNES (1976-1982), assumant en particulier la responsabilité du développement d'Ariane.

57 Entretien d'Yves Sillard avec Philippe Varnoteaux et Pierre-François Mouriaux, CNES, 21 avril 2010.

58 VIGNELLES Roger (né en 1936), ingénieur, a notamment travaillé à Nord-Aviation (1966-1970) et Aérospatiale (1970-1972) en tant que responsable du 1^{er} étage Diamant puis, au CNES, en charge du développement d'Ariane.

59 Entretien de Roger Vignelles avec Philippe Varnoteaux et Pierre-François Mouriaux, Paris, 25 novembre 2009.

60 BIGOT Charles, «Diamant B. Etape décisive vers un libre accès à l'espace pour l'Europe», op.cit., p.123.

61 Voir notre article anniversaire, «Il y a 40 ans naissait Arianespace, premier opérateur de transport spatial privé», 26 mars 2020, en ligne sur le site d'*Air & Cosmos* : <https://air-cosmos.com/article/il-y-a-40-ans-naissait-arianespace-premier-opérateur-de-transport-spatial-priv-22826>

62 Propos rapporté dans «Le CSG a 40 ans», *Latitude 5*, HS du n°80, avril 2008.

63 Mail de Charles Bigot à l'auteur, 8 mai 2020.

40 ans d'Arianespace

par Christian Lardier, ancien président de l'IFHE

Le 5 Novembre 1971, l'échec du lancement d'Europa-2F11, le 1^e et dernier vol d'Europa depuis le Centre spatial Guyanais (CSG) à Kourou, sonne le glas du programme de l'ELDO. L'année suivante, la division des lanceurs du Cnes, commence l'étude du lanceur L3S. Le 20 décembre 1972, l'abandon d'Europa-3 est confirmé et le 31 juillet 1973, Ariane devient le lanceur européen. De mai à septembre 1974, le programme est en arrêt après l'élection de Valéry Giscard d'Estaing pour permettre un réexamen de la part des autorités gouvernementales. Du coup, le premier vol glisse de plusieurs mois en 1979. Le 30 mai 1975, l'ESRO et l'ELDO laissent la place à l'ESA. Cette dernière développe les programmes de satellites de télécommunications européens (OTS, ECS, Marots, Marecs) et météorologiques (Météosat). Parallèlement à ces développements, les industriels cherchent à vendre leurs produits à l'exportation. A cette époque, le marché mondial des satellites de télécommunications est en pleine expansion. Mais il est largement dominé par les Américains.

Jean-Jacques Dechezelles, alors Aerospatiale, raconte : «J'avais en 1975 profité d'un court séjour à Palo Alto pour aider les collègues cannois et allemands de MBB à s'investir avec Ford Aerospace dans la compétition pour Intelsat-V. Mon rôle clé consistait à convaincre nos collègues américains que l'expérience acquise avec Symphonie permettait d'envisager Intelsat-V comme première génération d'Intelsat stabilisée 3-axes (Intelsat-IV était spinné) de façon à déborder le principal concurrent Hughes Aircraft. Ford Aerospace n'avait pas cette compétence 3-axes tandis que nous venions de la démontrer en vol avec Symphonie-A et Symphonie-B suivait. Nous avons réussi à déboucher sur une coopération intéressante».



Le satellite Intelsat-5

En 1976, Aerospatiale-Cannes obtient une contribution importante dans la fabrication de 15 satellites Intelsat-5/5A de Ford Aerospace. A partir de là, il fallait convaincre Intelsat de lancer ces satellites sur Ariane qui était en développement. Le contrat est signé le 7 décembre 1978 porte sur un exemplaire ferme et deux en options à 35 M\$/unité (idem que Shuttle)

D'autres opérateurs sont démarchés. Jean-Gérard Roussel, alors à la DLA, raconte : «Yves Sillard m'avait dit «Ariane ne réussira pas si on n'arrive pas à le vendre». Soit je rejoignais l'équipe Ariane, soit je répondais à la demande de Sillard. Je suis alors arrivé à la Direction des affaires internationales et industrielles pour assurer la promotion d'Ariane en juin 1976 ». Puis «Mes deux objectifs majeurs étaient qu'Arabsat et/ou Brasilsat soient lancés par Ariane. Cela a été une aventure absolument étonnante. Ariane n'avait aucune crédibilité. D'Allest m'avait demandé de venir une fois avec lui à la Comsat car Intelsat était une cible bien

visée. Lors d'une pause, un type de la Comsat m'a dit «Vous savez que vous ne vendrez jamais une Ariane». Je me suis attaqué à Arabsat et Brasilsat. J'ai monté une coopération spatiale avec les Brésiliens qui a duré très longtemps. Les deux premiers Brasilsat étaient sur Ariane. Côté Arabsat, c'était la Ligue Arabe. Chez eux, les responsables étaient les responsables des télécommunications». Puis «Mais ce qu'il manquait, c'était un fournisseur de lanceur. Ni la DGT

ni le Cnes ne pouvait se poser en fournisseur industriel de lanceurs. Cela implique une approche commerciale, de définir un prix, prendre des risques, le Cnes et la DGT ne peuvent pas prendre des engagements pluriannuels parce que son budget peut changer tous les ans, le Cnes ne peut pas dans certains cas faire un prix d'appel, il fallait

La direction des lanceurs du Cnes

Au début, le CNES dispose d'une division des fusées-sondes dirigée par Bernard Golonka. En mars 1966, la division des lanceurs se trouve dans la direction du développement de Pierre Chiquet. Elle est dirigée par Charles Bigot en 1966/71, puis Albert Vienne (1927-2014) en 1971/73. En 1973, elle devient la Direction des lanceurs (DLA) qui s'installe à Evry. Le directeur est successivement : Yves Sillard en 1973/76, Frédéric d'Allest en 1976/82, Roger Vignelles en 1982/89, Daniel Mugnier (1936-2008) en 1989/97, Eric Dautriat en 1997/2003, Marc Pircher en 2003/2004, Michel Eymard en 2004/2015, puis Jean-Marc Astorg depuis 2015. En 2011, la DLA déménage à Daumesnil (Paris 12^e arrondissement) dans un bâtiment qu'elle partage avec la Direction des lanceurs de l'ESA.

vraiment une entité qui prenne la responsabilité du lanceur. La structure had-oc était Ariespace qui a été constitué : tous les aspects contractuels, promotion, commercial sont passés chez Ariespace et d'Allest en est devenu le président (pdg) au printemps 1980».

Le 12 juin 1979, la décision de faire cette société est prise : c'est le projet Transpace. Mais ce nom est déjà pris et la firme américaine Transpace Carriers Inc (TCI) fait un procès. Le nom de la société devient alors Ariespace.

La création intervient le 26 mars 1980. L'actionnariat est composé du Cnes (34 %), 36 industriels européens impliqués dans le programme et 11 banques (60 % pour la France, 20% pour l'Allemagne). Le premier président, Frédéric d'Allest, est le directeur des lanceurs depuis 1976. En 1982, il devient Directeur général du Cnes et cumule les deux fonctions (le président du Cnes est alors Hubert Curien).

A cette époque, les Américains avaient décidé de faire du «tout navette» et d'abandonner leurs fusées classiques (Atlas-Centaur, Delta, etc). Le Shuttle était alors commercialisé à un tarif défiant toute concurrence. Pour l'utilisation à pleine capacité de la soute, le prix de vente était de 38 M\$ en 1975, 74 M\$ en 1982, puis 85-90 M\$ en 1986. Pour un satcom de la classe Atlas-Centaur, cela correspond à un lancement à 41 M\$ et pour la classe Delta, à 26 M\$. En août 1985, Frédéric d'Allest disait : «le prix qui devrait être facturé pour la navette est d'environ 106-110 M\$ (prix 1982), mais avec le tarif de 74 M\$ (prix de base), cela signifierait qu'il y aurait près de 40 M\$ de subventions par vol, ce qui serait tout à fait inacceptable» (A&C n°1059).

En 1981, Aerospatiale remporte le contrat pour les satcoms Arabsat (avec Ford Aerospace pour la partie électronique). Arabsat-1A est confié à Ariane et Arabsat-1B au Shuttle. En mai 1982, l'opérateur australien Aussat est créé et commande trois satcoms chez Hughes (HS-376) : deux vont sur le Shuttle en 1985, puis le 3e sur Ariane en 1987. En août 1982, l'opérateur brésilien Brasilsat commande deux satcoms chez Hughes (HS-376) : ils sont tous les deux confiés à Ariane. Enfin, en 1983, l'opérateur américain

GTE-Spacenet commande des satcoms à RCA Astro : ils seront tous lancés par Ariane. Spacenet-1 est le passager du premier tir commercial d'Ariespace en mai 1984 (V9). Au total, Ariespace lancera 8 satcoms pour eux : 4 Spacenet (bande C/Ku) et 4 Gstar (bande Ku).

Les quatre premiers vols d'Ariane sont des vols de qualification (lot P0). Le premier vol L01 est un succès (voir article sur les 40 ans dans Espace & Temps n°26 de mars 2020). Le second

L02 est un échec à cause d'instabilités de combustion dans un moteur Viking-5 du premier étage. Les vols L03 et L04 sont des succès (lancement de Météosat-F2/Apple et de Marecs-A en orbite géostationnaire). Puis les six vols suivants sont des vols de promotion (lot P1). L5, qui emporte la première Sylda, est un échec à cause d'une rupture de pignon sur la turbopompe du moteur du 3^e étage. Les quatre autres vols sont des succès (lancement de ECS-1, Intelsat-5F7, Intelsat-5F8, Spacenet-1 en orbite géostationnaire). Le der-

nier, V9 du 23 mai 1984, est le premier lancement d'Ariespace.

La tragédie du 28 janvier 1986, avec l'explosion en vol de la navette Challenger, met un terme à la politique américaine du «tout navette». La production des lanceurs consommables Delta, Atlas et Titan est relancée pour un retour en vol en 1989. Pendant la période 1986/89, Ariespace est presque en situation de monopole sur le marché commercial.

Dès le début, Ariane était conçu avec un potentiel d'amélioration des performances et pour le lancement double. Le 3 juillet 1980, les versions Ariane 2 et 3 furent décidées : la première a volé en 1986 (V18) et la seconde en 1984 (V10). Le 13 janvier 1982, Ariane 4 est décidée et six versions sont possibles dans l'ordre des performances croissantes (40, 42P, 44P, 42L, 44LP et 44L). Puis sept lots de série sont commandés par Ariespace :

- P2 (1979) comprend 4 lanceurs (une AR-1 et trois AR-3)
- P3 (1981) comprend 5 lanceurs (une AR-2 et quatre AR-3)
- P4 (1981) comprend 7 lanceurs (quatre AR-2 et



trois AR-3).

- P5 (1982) comprend trois AR-4
- P6 comprend six lanceurs (une AR-2, une AR-3 et quatre AR-4)
- P7 comprend six AR-4
- P8 comprend huit AR-4

Le 12 septembre 1985 et le 31 mai 1986, les vols V15 et V18 se soldent par un échec à cause de l'allumage tardif de la chambre du moteur du 3^e étage. Le 15 juin 1988, le premier vol (V22, L401) d'Ariane-4 (version 44LP) est un succès. Le vol suivant (V27, L402) du 11 décembre 1988 est également un succès. Et le 15 février 1989, Arianespace en commande 50 exemplaires (cinq lots P9.1 à P9.5 de 10 lanceurs chacun). Cette commande aura quatre avenants : les lots P9.6 de 5 lanceurs, P9.7 de 10 lanceurs, P9.8 de 10 lanceurs et P9.9 de 20 lanceurs.

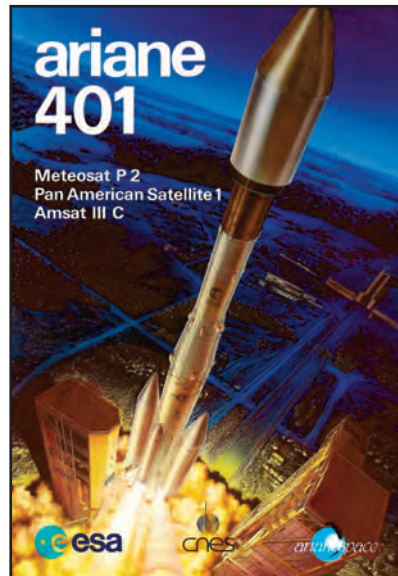
Ensuite, il y aura trois autres échecs : V36 du 22 février 1990 avec un chiffon dans une tuyauterie de Viking du 1^{er} étage, V63 du 24 janvier 1994 avec la défaillance d'un roulement de la pompe LOX du moteur du 3^e étage et V70 du 1^{er} décembre 1994 avec la pollution du générateur LOX du moteur du 3^e étage. Au total, ce sont 11 Ariane-1, 6 Ariane-2, 11 Ariane-3 et 116 Ariane-4, soit un total de 144 lanceurs, qui lanceront 233 satellites entre 1979 et 2003 (24 ans). Avec cinq échecs, le taux de réussite est de 95,6 %.

Le lanceur Ariane-5 arrive en juin 1996. Depuis 24 ans, il a été effectué 108 vols dont deux «échec total» (V88/L501 et V157/L517) et trois «échec partiel» (V101/L502, V142/L510 et VA241). Ils ont placés 222 satellites en orbite. Avec cinq échecs, le taux de réussite est de 95,3 %. Au total, 117 lanceurs ont été commandés : deux de qualification (501 et 502), lot P1 de 14 lanceurs AR-5G pour Générique (503 à 516) de 1998 à 2003, lot P2 de 10 lanceurs dont le 1^{er} ECA, trois AR-5G+, six AR-5GS (517 à 526) de 2004/2009, lot PA de 30 lanceurs, lot PB de 35 lanceurs, lot PB+ de 18 lanceurs, lot PC de 8 lanceurs (8 AR-5ES pour l'ATV et le reste en AR-5ECA). Il reste actuellement 9 lancements à effectuer.

Après 1989, les Américains sont de retour sur le marché commercial. La part de marché d'Aria-

nespace est de 68,4 % en 1990, 83,3 % en 1991, 44,4 % en 1992, 76,2 % en 1993, 56,5 % en 1994 et en 1995, 50 % en 1996 et 1997, 55,5 % en 1998 (A&C n°1666 du 10/7/98). A partir de 1995, ILS/Lockheed Martin et Sea Launch de Boeing entrent dans la course. Ils utilisent des lanceurs russes (Proton et Zenit-3) très compétitifs. Dans une étude de Boeing de 1997 (IAF 97-V-103), il est indiqué qu'ils sont à 50-70 M\$ pour un satcom GEO de 5,0 t contre 90-110 M\$ pour

Ariane-44L (4,5 t) et 120 M\$ pour Ariane-5 (6,7 t), ce qui correspond à un prix du kilo en orbite de 9.050-12.580 \$ pour Proton, 9.490-13.460 \$ pour Sea Launch, 19.870-24.200 \$ pour Ariane-44L et 17.660 \$ pour Ariane-5. Néanmoins, Arianespace résiste bien. Proton et Sea Launch connaissent des échecs à répétitions : 16 échecs pour Proton entre 1996 et 2015, cinq échecs pour Sea Launch entre 1998 et 2013. En 2009, Sea Launch se place sous la protection du chapitre 11 sur les faillites. En 2014, la révolution de



Maïdan met un terme à la coopération entre la Russie et l'Ukraine qui fournit le lanceur Zenit. Il s'en suit un partage du marché entre Ariane et Proton. Ariane est un peu plus cher, mais Arianespace met en avant sa fiabilité, sa ponctualité et sa qualité de service. C'est alors qu'un nouvel acteur arrive sur le marché : le Falcon-9 de Space X. Cette société, créée en 2002, est financée par la Nasa depuis 2004 pour développer un vaisseau-cargo qui ravitaille d'ISS (programmes COTS, CRS). Le premier vol intervient en 2010. La première mission commerciale a lieu en septembre 2013, suivie du premier satcom GEO en décembre. Initialement, Space X offre de placer 4,5 t sur une orbite de transfert pour un prix de 40 à 50 M\$, ce qui est environ la moitié d'Ariane. Il ne tarde pas à prendre la place du Proton et à devenir le principal concurrent d'Arianespace. Ariane-5 étant un lanceur lourd, la question d'une gamme de lanceurs européens (léger, moyen, lourd) s'est posée. Le 17 juillet 1996, la société Starsem est créée : les actionnaires sont Aero spatiale (35 %), Arianespace (15 %), RKA (25 %) et le TsSKB-Progress de Samara (25 %). Elle a pour vocation de commercialiser le lanceur « moyen » russe Soyouz depuis le cosmodrome

de Baïkonour. Le président est François Calaque (1940-1998) d'Aérospatiale (Jean-Yves Le Gall en 1998/2013, puis Stéphane Israël en 2013) et le directeur général est Victor Kouznetsov de la RKA/Roscosmos (puis Victor Nikolaïev en 1999). Le contrat de lancement de la constellation Globalstar est signé en septembre 1996. Le premier lancement intervient le 9 février 1999. Au total, il y a eu 28 lancements : 26 entre 1999 et 2013, puis deux en 2020 pour placer 146 satellites en orbite. Les deux derniers tirs portaient sur la constellation OneWeb qui prévoyait 21 lancements dont quatre de Guyane et 17 de Baïkonour et de Vostotchny. Mais le 28 mars 2020, OneWeb se place sous la protection du chapitre 11 sur les faillites.

L'idée d'implanter le Soyouz en Guyane date de 1998. L'avant-projet est prêt en septembre 2002. Le projet est adopté par l'ESA en mai 2003 (193 Meuros pour l'ESA et 121 Meuros pour Arianespace). Les travaux sont engagés en février 2004 lorsque plus de 80 % du financement est acquis. Le contrat pour la plate-forme ELS est signé en avril 2005 et les quatre premiers lanceurs sont achetés en février 2006. Le premier vol était d'abord prévu fin 2008, puis en décembre 2010. Mais il a finalement lieu le 21 octobre 2011 (VS01 avec deux satellites Galiléo). Au final, le coût est passé à 467,9 M€ (ce 2002) dont 55 % pour la France, 25 % pour Arianespace et 20 % pour les autres (dont 5 M€ de l'UE). Au total, il y a eu 23 lancements entre 2011 et 2019 avec 52 satellites.

Pour le petit lanceur européen Vega, l'histoire remonte à 1987. A cette époque, l'Italie voulait développer une fusée nationale dérivée du Scout américain pour lancer des satellites de la plate-forme San Marco au large du Kenya. Le projet Scout-2 était une Scout-G1 avec deux boosters PAP d'Ariane-3. En 1992, le projet San Marco Scout reposait sur les moteurs à ergols solides Zefiro. La première décision d'européanisation date du 24 juin 1998 : il est rebaptisé Vega (Vettore



Lancement VS01 de Soyouz en Guyane le 21-10-2011

© ESA/Stéphane Corvala

Europeo di Generazione Avanzata). Le 19 décembre 2000, les travaux sont engagés lorsque sept Etats décident de le financer : Italie (58,4 %), France (25,3%), Belgique, Espagne, Pays-Bas, Suisse, Suède. Au total, le développement a coûté 710 Meuros. Le 1^{er} contrat commercial est signé le 14 décembre 2011. Le premier vol de qualification a lieu le 13 février 2012. Au total, il y a eu 15 vols avec 35 satellites.

Au total, avec 252 Ariane, 51 Soyouz et 15 Vega, Arianespace a effectué 318 lancements avec

688 satellites placés en orbite. Au 30 avril 2020, le carnet de commande est d'environ 3,5 Mdeuros avec 50 lancements à réaliser : les 9 dernières Ariane-5 (sept lancements doubles, le télescope spatial JWST de la Nasa et la sonde Juice de l'ESA), les neuf premières Ariane-6 (cinq institutionnelles et quatre commerciales (OneWeb a commandé une AR-6 ferme et deux options), 23 Soyouz dont 18 pour OneWeb (Kourou, Baïkonour, Vostotchny), et 10 Vega/Vega-C (le premier Vega-C est prévu en décembre 2020).

En 2021, Ariane-6 doit faire son premier vol, tandis qu'Ariane-5 et Soyouz devraient faire leur dernier vol en 2022. Issu du rapport «L'enjeu d'une politique européenne de lanceurs : assurer durablement à l'Europe un accès autonome à l'espace» écrit par Yannick d'Escatha (Cnes), Laurent Collet-Billon (DGA) et Bernard Bigot (CEA) et publié le 18 mai 2009. Ariane-6 a été décidée par l'ESA le 2 décembre 2014. Il existe

deux versions : AR-62 et AR-64. En août 2015, les contrats de développement, d'un montant de 2,8 Mdeuros pour le lanceur et de 600 Meuros pour le segment sol, sont signés. En mai 2019, le vol de qualification et les 14 premiers lanceurs de série qui voleront entre 2021 et 2023 (Ariane 602 à 615) sont commandés par Arianespace à ArianeGroup.

Selon Aérospatium de novembre 2017, la bataille des prix est la suivante : Falcon-9 est à 62 M\$ en commercial ou 96,8 M\$ en institutionnel (GPS-3), Proton est estimé



Lancement VV02 de Vega en Guyane le 7-5-2013

© CSG-service optique-Arianespace

à 65 M\$, Ariane-5/ECA est à 60 M\$ (position basse) ou 100 M\$ (position haute). La prévision pour Ariane-6 est une réduction du prix du kilo en orbite divisé par deux : 20 K\$/kg à 10 K\$/kg (AR-62 à 70 Meuros et AR-64 à 115 Meuros). Puis avec Ariane Next, l'objectif est de passer à 5 K\$/kg à l'horizon 2030. Depuis 2013, Space X a pris une part de 30-40 % dans le marché commercial des satcoms GEO. En 2017, Space X en a lancé sept, Arianespace douze et ILS trois. En 2018, Space X a lancé 8 satcoms GEO contre 10 pour Arianespace.

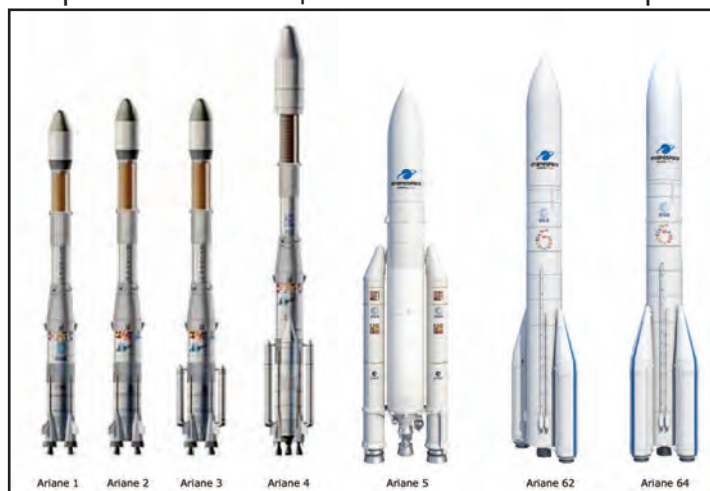
En 2019, Space X en a lancé trois contre 8 pour Arianespace. En 2021, de nouveaux lanceurs doivent faire leur apparition : Vulcan d'ULA, New Glenn de Blue Origin, OmegA de Northrop-Grumman, le H-3 japonais, le LM-8 chinois à 1^e étage réutilisable, etc.

Pendant tout ce temps, la direction d'Arianespace a évolué.

En 1990, Frédéric d'Allest quitte ses deux fonctions (Cnes, Arianespace) et entre chez Matra. Il est remplacé par Charles Bigot. Cet ingénieur (X52, Supaero 1957) avait travaillé au STAE (Service technique de l'aéronautique) en 1958/61 (engins balistiques), au Service d'Aéronomie en 1961/63 (fusées-sondes), puis était entré à la division Satellites du Cnes en 1963/66



Le vol inaugural d'Ariane-6 est prévu en 2021.



La famille Ariane

(chef de projet D-2), avant de devenir directeur des lanceurs en 1966/71 (cf. encadré). Puis il est directeur commercial Espace chez Aerospatiale en 1980/82, directeur général d'Arianespace en 1982, pdg en 1990/97. Ses successeurs seront Jean-Marie Luton (1942-2020) en 1997/2007, Jean-Yves Le Gall en 2007/2013, puis Stéphane Israël en 2013.

Le poste de directeur général a été occupé successivement par Charles Bigot en 1982/90, Francis Avanzi (1953-2006) en 1996/97, Jacques Rossignol en 1999/2001,

Jean-Yves Le Gall en 2001/2007. Celui de secrétaire général par Roland Deschamps en 1980/93, Françoise Bouzitat (1949-2009) en 1993/2003. Parmi les directeurs adjoint, il y avait Klaus Iserland (1927-2005), Hubert Palmieri (1927-2020) en 1980/92, Hervé Loiseau (1935) en

1980/99, Claude Quièvre (1935) en 1980/98, Ralph Jaeger (1940) en 1982/99, etc.

Au fur et à mesure des restructurations, les actionnaires passent de 48 à 21. En 2002, le Cnes détient 32,45 %, EADS/Airbus 27,03 %, Snecma 7,83 % (total 67,31 %). En 2016, l'industrie rachète les parts du Cnes et crée ArianeGroup qui détient 73,69 % d'Arianespace.

Les anniversaires du 15 mai

-63 ans du 1^{er} tir d'une fusée R-7 (8K71 n°M1-5) de Korolev à Baïkonour. La fusée est détruite à la 103,6e sec de vol à cause d'une alimentation anormale en azote des réservoirs de l'étage central.
 -60 ans du vol du vaisseau Vostok-1KP, prototype du Vostok de Gagarine, objet 1K en version simplifiée (P pour прострейшы). La fusée 8K72K n°L1-11 lance le vaisseau qui devient, en occident, le Sputnik-4 (4540 kg). Il ne possède ni protection thermique, ni système de survie. Après un vol de quatre jours, le système d'orientation ne fonctionne pas et la rétrofusée accélère le vaisseau au lieu de le freiner. Il passe alors sur une orbite plus élevée où la cabine restera jusqu'au 15/10/65. Le capteur d'orientation infrarouge sur la verticale locale était tombé en panne en raison d'une soudure sponta-

née des métaux dans le vide.

-33 ans du 1^{er} tir d'une fusée Energiya (11K25 n°I1506SL) de la zone n°250 (banc d'essai) de Baïkonour avec le satellite Skif-DM (17D19DM) alias Polius/Mir. D'une longueur de 36,9 m et d'un diamètre de 4,1 m, l'engin pèse 77 t dont 57 t pour le démonstrateur de laser de puissance et 20 t pour le module FSB qui effectue l'impulsion de satellisation. Du 11 au 13 mai 1987, Gorbatchev était venu à Baïkonour et avait demandé de «démilitariser» le SKIF-DM pour qu'il ne perturbe pas les négociations de désarmement engagées avec Reagan depuis octobre 1986. La fusée Energiya fonctionne normalement, mais à la suite d'un problème du système de guidage du FSB, Skif-DM retombe dans l'océan Pacifique.

Les fusées et le spatial dans l'industrie aéronautique soviétique

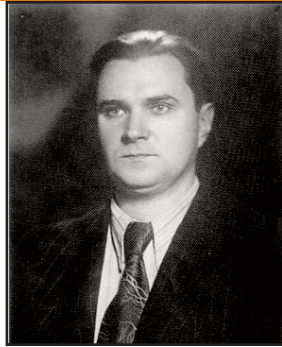
Partie n°2 : les motoristes par Christian Lardier

En 1958, après le lancement de Spoutnik-1, il y avait en Union Soviétique sept bureaux d'études (OKB) de moteurs-fusées à ergols liquides :

1-L'**OKB-456** de V. P. Glouchko1 (1908-1989) créé en 1946. Il a développé la plupart des moteurs puissants pour les fusées de Korolev, Yangel et Tchelomei. L'OKB a travaillé sur des moteurs à oxygène liquide (série 100), à acide nitrique, puis N_2O_4 et UDMH (série 200), à fluor (série 300), nucléo-thermique (série 400), à peroxyde d'hydrogène (série 500), électro-nucléaire (série 600) et tri-ergols (série 700). Pour la production en série, il avait cinq filiales à Leningrad, à Samara (usine n°24), Perm (usine n°19), Omsk (usine n°29) et Krasnoïarsk (usine n°1001). Il est devenu EnergoMach qui, aujourd'hui, dirige la Holding des moteurs spatiaux, à l'exception de la société Kouznetsov.

2-L'**OKB-1 du NII-1** de L. S. Douchkine2 (1910-1990) créé en 1947. Il a développé des moteurs pour la propulsion d'avions ou l'assistance au décollage (JATO) jusqu'en 1957, puis il étudie des moteurs pour missiles sol-air en 1958/60 avant de devenir filiale de l'OKB-165 de A. M. Lioulka pour la réalisation de source de puissance de bord (BIP) en 1960/64. En 1964/67, il étudie un moteur de 200 t de poussée, puis il passe dans l'OKB-670 de M. M. Bondariouk, devenu le MKB Krasnaya Zvezda, en 1967/72.

3-L'**OKB-2 du NII-88** de A. M. Isaïev3 (1908-1971) créé en 1948. Il a d'abord développé des moteurs de 8 t de poussée dérivés de celui du Wasserfall (R-101) qui sont utilisés sur le missile sol-air V-300 de Lavotchkine et le missile sol-sol R-11 de Korolev, puis un moteur à turbopompe de 17 t de poussée pour les missiles 217M/218 de Lavotchkine et R-17 de Makeïev. Ensuite, il a développé



V.P.Glouchko (1908-1989)



L.S.Douchkine (1910-1990)



A.M.Isaïev (1908-1971)



D.D.Sevrouk (1908-1994)

loppé des moteurs pour missiles, étages supérieurs et engins spatiaux. Un moteur à quatre chambres de 17 t (poussée totale de 68 t) est utilisé sur le missile de croisière Bouria en 1954/60. Puis il développe les moteurs de manœuvres pour engins spatiaux : la retro-fusée du Vostok, les moteurs des sondes interplanétaires (1M, 1V, 3MV, 3MV, E-6, E-7, E-8, etc), du satellite de télécommunications Molnya, les moteurs réallumables du satellite anti-satellite Poliot, des vaisseaux habités (Soyouz, 7K-L1, LOK), des stations orbitales Saliout, les moteurs des satellites-espions du TsSKB de Samara, le moteur du 2^e étage du lanceur Cosmos-3M, le moteur cryogénique de l'étage Bloc-R de la N-1, les moteurs des étages supérieurs Fregat et Breeze, etc. Parallèlement, il développe des moteurs pour les missiles sol-air de P. D. Grouchine, les fusées ailées de A. Ya. Berezniak, les SLBM de V. P. Makeïev, etc. Pour la production en série, il avait des filiales à Leningrad (usine n°466), Oust-Katav (usine n°13 4), Zlatoust (usine n°385 5), Oufa (usine n°26). Il est devenu une filiale du centre Khrounitchev.

-L'**OKB-3 du NII-88** de D. D. Sevrouk6 (1908-1994) créé en 1952. Il est l'héritier du secteur n°6 NII-88 de P. I. Kostine qui a développé le moteur du Taïfun (R-103). Puis il a réalisé le moteur S3-892 pour les missiles Tchirok et 3R7/Korchoun (dont sont dérivées les fusées météorologiques MMR-05 en 1956/59 et MMR-08 en 1959/65), les JATO U-19 et U-21 pour avions SM-12, SM-50 et E-66, le moteur de 8 t de poussée pour le missile sol-air V-300 de Lavotchkine, les moteurs pour le SLBM R-15 de Yangel, le moteur à turbopompe de 17 t de poussée S3-42 qui est utilisé sur les missiles 217 de Lavotchkine, V-1000 de Grouchine, R-17 de Makeïev. A partir de 1955, il dé-

veloppe des moteurs à UDMH pour les missiles R-14 et R-16 de Yangel. Mais à la suite de son refus d'aller à Dniepropetrovsk, son OKB est donné à Isaïev et il est remplacé par I. I. Ivanov dans l'OKB de Yangel.

-Le **secteur n°12 de l'OKB-1** de M. V. Melnikov⁷ (1919-1996) créé en 1952. Il a d'abord développé des moteurs-verniers pour la R-7 de Korolev, puis les moteurs d'étages supérieurs S1-5400 (Bloc-L de la R-7), 8D726 (3^e étage du GR-1), 11D58 (Bloc-D de la N-1, puis 4^e étage de Proton), le moteur-vernier 11D121 de la N-1 (4^e vol de 1972), le moteur électro-nucléaire 11B97, les moteurs de la navette Bourane (17D11, 17D12, 17D15).

-L'**OKB-154** de Kosberg⁸ (1903-1965) créé en 1954. Il a développé des moteurs à oxygène liquide (série RD-0100), à acide nitrique, puis N₂O₄ et UDMH (série RD-0200), nucléo-thermique (série RD-0400), laser gazodynamique (série RD-0600) et tri-ergols (série RD-0750). Il a développé la plupart des moteurs d'étages supérieurs pour les fusées de Korolev, Yangel et Tchelomeï. Il est devenu le KB KhimAvtomatika de la Holding des moteurs spatiaux. La production en série est assurée par l'usine n°154/VMZ **9**.

-Le **KB-4 de l'OKB-586** d'Ivanov¹⁰ (1918-1999) créé en 1958. Il a développé les moteurs-verniers de la fusée R-16 (RD-851, RD-852), le moteur du 2^e étage de la R-26, le moteur du FOBS (3^e étage R-36Orb), les moteurs-verniers de la fusée R-36 (RD-855, RD-856), le moteur du 2^e étage de la RT-20 (RD-857), les moteurs du module lunaire LK (RD-858, RD-859), le moteur du 3^e étage du lanceur Cyclone-3 (RD-861), du 2^e étage du missile MR-UR-100, la propulsion des bus (AVUM) d'ICBM, les verniers du 2^e étage du lanceur Zenit-2 (RD-8). L'OKB-586, devenu NPO Youjnoe, est une entreprise ukrainienne depuis 1991.

L'appel aux motoristes aéronautiques :

Le 16 juin 1959, le décret n°655-294



M.V.Melnikov (1919-1996)



S.A.Kosberg (1903-1965)



I.I.Ivanov (1918-1999)



N.D.Kouznetsov
(1911-1995)



A.M.Lioulka (1908-1984)

demande aux bureaux d'études de moteurs d'avions de commencer à travailler sur les moteurs-fusées pour les fusées ailées, les missiles sol-air et les fusées balistiques.

En premier lieu, il demande à l'OKB-276 de N. D. Kouznetsov à Kouybi chev (devenu Samara) de faire les moteurs pour l'ICBM R-9A de Korolev. Cet ICBM avait été décidé le 13 mai 1959 dans plusieurs variantes. Le moteur NK-9 de 37 t de poussée est développé en 1959/62. La production est assurée par l'usine n°24 de Kouybi chev. Pour diminuer la charge de travail de l'OKB-276, le turbomoteur NK-6 a été confié à l'OKB-26 et l'usine n°26 d'Oufa.

Ensuite, pour les fusées ailées, les missiles sol-air et missiles antimissiles, il est demandé à plusieurs OKB de faire des moteurs :

-l'OKB-1 de Douchkine, en coopération avec l'OKB-165 de Lioulka, pour le moteur R-021 de la fusée V-860 de Grouchine pour le système air-sol S-200.

-l'OKB-154 de Kosberg pour le moteur R01-154 (5D11) du missile V-400 de Lavotchkine pour le système sol-air DAL.

-l'OKB-300 de Toumansky pour le moteur R201-300 du missile air-sol X-22 de Berezniak du système aéroporté K-22.

-l'OKB-670 de Bondariouk pour les statoréacteurs.

-l'OKB-16 de Zoubets à Kazan pour les moteurs à ergols solides destinés aux fusées ailées et balistiques.

-l'OKB-19 de Soloviev à Perm pour des moteurs à ergols liquides et des statoréacteurs pour fusées ailées et missiles sol-air.

Enfin, il est décidé d'organiser l'OKB-466 de Mevius à l'usine n°466 de Léningrad pour faire, en coopération avec l'OKB-2 d'Isaïev, le moteur 5D12 dérivé du S2-726 pour le missile V-860 du système air-sol S-200.

De son côté, l'OKB-2 est libéré de la tâche de création des moteurs pour le V-400 du système DAL qui lui avait été confié par les décrets n°1218-556 du

11 octobre 1957 et 389-185 du 8 avril 1958.

Les bureaux d'études aéronautiques:

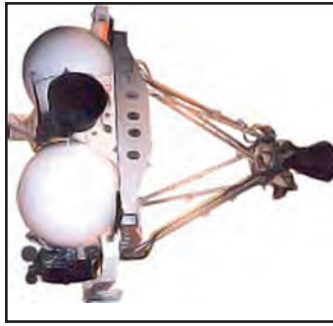
1-L'OKB-300/AMNTK Soyouz de Moscou :

Créé en 1943, il commence à faire des moteurs-fusées en 1960. Il a fait les moteur-fusées R201-300 et R209-300 pour le missile X-22 de Berezniak, les R203-300 (5D18) et R204-300 (4E18) pour satellites IS (antisatellite) et US (surveillance océanique) de Tchelomei. En outre, il a fait les turboréacteurs KR-7-300 pour le missile ailé P-35 de Tchelomei et RDK-300 pour missiles de Radouga, Novator et Zvezda. Il a été successivement dirigé par A. A. Mikouline (1895-1985) en 1943/56, S. K. Toumansky (1901-1973) en 1956/73, O. N. Favorsky (1929) en 1973/87, V. K. Kobtchenko (1930) en 1987/2000¹¹. Il a donné naissance à l'OKB-16 «Soyouz» à Kazan, l'OKB-26 «Motor» d'Oufa et le TMKB «Soyouz» de Touraievo (près de Joukovsky). Ce dernier a récupéré l'activité moteurs-fusées en 1964.

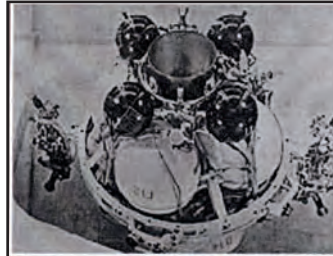
2-L'OKB-16 «Soyouz» et l'usine KMPO à Kazan :

Pendant la seconde guerre mondiale, c'était une Charaga (prison du NKVD). Il comprenait quatre bureaux d'études : celui de A. D. Tcharomsky (1899-1982) pour les moteurs diesels ATch-30 et 40, celui de A. M. Dobrotvorsky (1908-1975) pour les moteurs MB-100 et 102, celui de B. S. Stetchkine (1891-1969) pour le statoréacteur US, celui de V. P. Glouchko pour le moteur-fusée RD-1X3. Le 22/12/1953, Mikouline ouvre un nouvel OKB qui est confié à P. F. Zoubets¹² (1915-1996) en 1954. Ses successeurs sont I.Kh.Fakhroutdinov¹³ (1933) en 1983/96, puis R.Kh.Raimov¹⁴ (1947) depuis 1996. Il procède à la modification du RD-3M de Mikouline (RD-3M-500, 16-15, 16-17) jusqu'en 1959, puis développe des moteurs-fusées à ergols solides (étage 5S47 pour missile A-350 du système A-35, étage pour 9M82 et 9M83 du S-300V, fusée 9M38 du Buk, etc).

L'usine n°16 de Kazan (KMPO), créée en 1931, produit en série des



moteur 5D18 de l'IS



moteur 4E18 de l'US



Le missile ABM A-350

moteurs de N. D. Kouznetsov depuis 1962. En 1946, l'usine produit le turboréacteur RD-20 (BMW-003). En 1949, elle a produit le RD-500 (Rolls-Royce Derwent). L'OKB-276-16/KBPM Aviamotor a été créé le 6 mars 1966. Il a été successivement dirigé par A. A. Moukhine (1919-1994) en 1966/83, E. A. Gritzenko (1934-2012) en 1983/90, V. S. Gagaï (1934) en 1990/2002, V. N. Ponkine (1958) en 2002.

3-L'OKB-26 «Motor» et l'usine UMPO d'Oufa :

créé en 1955, a été successivement dirigé par V. N. Sorokine¹⁵ (1914-1996) en 1956/62, S. A. Gavrilov¹⁶ (1914-1983) en 1962/83, A. A. Ryjov¹⁷ (1931) en 1983/2000, A. A. Ivakh (1948-2013) en 2000/2011, V. A. Petchine en 2011/17, S. V. Kouzmine en 2017. Il a développé les turboréacteurs R3-26, KR17-300, KR21-300, KR-23 pour les missiles ailés de Tchelomei (Vulcan, Granit, Meteorit, etc). L'usine n°26 d'Oufa (UMPO), créée en 1925, produit en série des moteurs d'avion. En 1946/49, elle produit le turbo-réacteur RD-10 (Jumo-004). Puis en 1948, elle produit le RD-45 (Rolls-Royce Nene). Dans les années 60, elle produit les turboréacteurs KR-7-300, KR-17-300, KR-21-300 pour les missiles ailés de Tchelomei. De 1958 à 1990, elle produit plus de 25 modèles de moteurs-fusées à ergols liquides d'Isaiev (S2-720, S2-720M, S2-722V, S5-44, S5-83, etc) pour des missiles sol-air, mer-mer, air-sol. L'usine a été successivement dirigée par M. A. Ferrine (1947/77), V. D. Diakonov (1977/86, V. M. Parachenko (1986/98), V. P. Lessounov (1998/2004), You. L. Poustovgarov (2004/2006), A. V. Artioukhov (2006/2015), puis E. A. Semivelitchenko en 2015.

4-Le TMKB Soyouz de Touraievo :

Créée le 1^{er} août 1964 pour développer des moteurs d'orientation et de stabilisation spatiaux, des statos et superstatos (depuis 1970), des chambres de post-combustion et des tuyères pour réacteurs d'avion. Le constructeur principal est V. G. Stepanov¹⁸ (1926) en 1964/83, D. D. Guilevitch¹⁹ (1929-2008) en 1983/91, V. G. Komissarov²⁰

(1942) en 1991/2004, You. T. Roudnev (1946-2009) en 2004/2009, N. N. Yakovlev (1958) en 2009/2015, puis A. F. Choulgine en 2015. Il a notamment réalisé des moteurs pour le programme lunaire N1-L3 : le système d'allumage 11D74/11D79 du Bloc-G, le système d'allumage 11D72 du Bloc-D, les moteurs d'orientation 11D73 du LOK et les moteurs d'orientation 11D76 du LK. Il a aussi fait les moteurs d'orientation 210A (KD-1-300) de 0,6 kg de poussée, 210B (KD-2-300) de 10 kg, 210V (vaisseau lunaire), 210D de 1,3 kg et 210E de 16,5 kg.

5-L'OKB-19 «Aviadvigatel» de Perm :

Créé en 1934, il devient autonome en 1939. Il a été successivement dirigé par A. D. Chvetsov (1892-1953) en 1934/53, P. A. Soloviev (1917-1996) en 1953/89, You. E. Rechetnikov (1936) en 1989/95, M. L. Kouzmenko (1948) en 1995/98, A. A. Inozemtsev (1951) en 1998. Il développe des moteurs à pistons (Ach), puis des turboréacteurs de à partir de 1953 (D-19). Puis à partir du Jumo-022 allemand et du TV-2F de N. D. Kouznetsov, Soloviev développe les TV-2M pour le Tu-91, TV-2VM pour le Mi-6, D-20P pour le Tu-124, D-25V pour le Mi-10. L'ordre n°334ss du 25/5/55 ordonne la création d'un statoréacteur PRD-1, mais en l'absence d'engin pour le propulser, il est abandonné en 1958. En 1956, le D-21 est développé pour l'engin RSR (analogue du NM-1) de Tsybine. C'est un D-20 à poste-combustion de 4750 kg de poussée. Il est fabriqué, testé, puis abandonné en 1960. En 1956, les premiers moteurs-fusées à ergols liquides (JRD) ont une poussée de 3,5-4,0 t. Le décret n°655-294 du 16/6/59 ordonne à l'OKB-19 de faire des JRD et des statoréacteurs pour fusées ailées et missiles sol-air. Mais aucun moteur ne verra le jour. En 1963, il aurait du faire un JRD de 75 t de poussée pour la fusée UR-200A de Tchelomei, mais il est abandonné en 1965.



Le moteur 11D73 du LOK



Le moteur 11D76 du LK

L'usine n°19 Motorostroitel/Permskii Motorny Zavod/PMZ a été créée en 1930. Elle a été successivement dirigée par A. G. Soldatov en 1942/53, A. A. Rioumine en 1953/54, A. D. Smirnov en 1954/55, M. I. Soubbotine en 1955/73, B. G. Izgagine (1919-2013) en 1973/86, E. I. Tcherkachine en 1986/94, V. V. Kinderknekht en 1994/97, M. You. Panteleiev en 1997/98, V. A. Issatchenko en 1998 (un mois), You. E. Rechetnikov (1936) en 1998/2003, M. D. Ditcheskoul en 2003/2004, S. You. Smoline en 2004/2007, M. D. Ditcheskoul en 2007/2011, A. B. Mikhalev en 2011/2013, S. V. Popov en 2013. Elle a produit en série les moteurs de Chvetsov et Soloviev. Puis en 1958, une filiale de l'OKB-

456 de Glouchko s'installe pour produire les moteurs RD-214, RD-253.

Elle produit également les RD-0216/0217 de l'UR-100 et RD-0233/0234 de l'UR-100N/Rocket de Tchelomei. Elle devient Proton-PM en 1995. Depuis 2008, le complexe de moteurs de Perm (PMK) fait partie de la Corporation des motoristes unifiée (ODK).

6-OKB-276/NPO «Troud»/SNTK Kouznetsov de Kouybichev/Samara:

En octobre 1946, les ingénieurs allemands capturés arrivent à l'usine n°2 de Kouybichev (350 de Junkers à Dessau, 250 de BMW à Stasfurt, 50 d'Askania à Berlin, etc) où ils resteront jusqu'en 1952. Le directeur de l'usine est Nikolai Mikhailovitch Olekhnovitch (1901- ?) qui était chef de secteur au TslAM, chef de l'OTB-1 de Dessau en mai 1945, puis directeur de l'usine n°2 en 1946/49. Là il y a quatre bureaux d'études :

-L'OKB-1 de A. Scheibe qui travaille sur les moteurs Jumo-004 (RD-10, RD-12, RD-14), le turboréacteur Jumo-012 de 3000 kg de poussée, testé en 1947/48, et le turbopropulseur Jumo-022 (TV-22) de 5000 CV qui est testé pour la première fois en juin 1949.

-L'OKB-2 de K. Prestel



Le musée de l'usine Proton-PM de Perm.

qui travaille sur les moteurs BMW-003 (RD-20), BMW-018, TVD-028, etc.

-L'OKB-3 de P. Lertes et l'OKB-4 de A. Muller (RD-10 et RD-20, moteurs-fusées LD-51 et LD-52, etc).

En mai 1949, N. D. Kouznetsov²¹ (1911-1995) arrive à Kouybihev. En 1950, il teste deux TV-022 sur un Tu-4LL (TV-2 en 1951). En juillet 1951, Kouznetsov et les ingénieurs allemands travaillent sur le TV-12 et le 2TV-2F pour le futur Tu-95. Il devait développer 12.500 CV en régime de croisière. Le premier TV-12 est testé en mars 1952. Mais la mise au point est très difficile. Il passe alors au 2TV-2F qui finalement vole sur le premier exemplaire du Tu-95/1 en novembre 1952. L'avion effectue 16 vols (environ 25 heures). Mais le 11 mai 1953, c'est l'accident. Le développement du Tu-95 est arrêté en juillet 1953. L'usine n°2 devient alors l'OKB-276 et les allemands sont retournés chez eux. Les travaux sur le 2TV-2F sont arrêtés et Kouznetsov parvient à terminer le TV-12. Le Tu-95/2 effectue son premier vol avec le TV-12 le 16 février 1955. Le TV-12 devient le NK-12 en juin 1955. En septembre 1955, l'avion achève ses essais en vol et démontre une distance franchissable de 14.000 km avec une charge utile de 5 t (masse d'une bombe atomique). A cet instant, l'URSS était capable d'atteindre les Etats-Unis avec un avion stratégique. La production en série commence à l'usine n°18 (avion) et n°24 (moteur) de Kouybihev. Et immédiatement, Kouznetsov développe le NK-12M de 15.000 CV pour le Tu-95M et la version civile Tu-114. Le Tu-95M vole à 900 km/h, avec un plafond de 12.000 m et une distance franchissable de 16.750 km. Le Tu-95 effectue trois largages de bombes atomiques sur Novaya Zemlia en 1958, puis le largage de la Tsar-Bombe (objet 202 de 50 Mt) le 30



moteur 8D157/NK-9 de Kouznetsov

octobre 1961. La version Tu-95K, dotée du missile ailé X-20, est en service en 1958. Puis il développe les NK-12, NK-4, NK-6, NK-8, NK-8-2, NK-8-4, NK-86, NK-87 (Ecranoplan), NK-88/89 (Tu-155), NK-92/93/94, NK-144, NK-22, NK-25, NK-32-1, etc. En 1956/66, il développe le moteur NK-14A pour le Tu-95LAL de Tupolev.

Le 20/12/56, Kouznetsov devient constructeur général et regroupe plusieurs OKB et usines : OKB-276, OKB-276-24, usine n°24, l'OKB-276-16, usine n°16. L'OKB-276 est successivement dirigé par N. D. Kouznetsov en 1949/94, E. A. Gritzenko (1934-2012) en 1994/2004, D. G. Fedortchenko (1949) en 2004/2010, E. P. Kotcherov (1948) en 2010. En 2004, le poste de directeur général est créé et occupé par S. N. Tresviatsky (1954), ancien pilote de Bourane et adjoint du LII Gromov, puis par N. F. Nikitine (1950) en 2008/2009.

Le décret n°713-342 du 26/7/57 crée l'OKB-276-24 à l'usine n°24 de Kouybihev (devenu KKBM/ SKBM). Il est successivement dirigé par A. A. Ovtcharov²² (1917-2004) en 1957/61, M. R. Flisskii²³ (1904-1966) en 1961/66, N. A. Dondoukov²⁴ (1928-1983) en 1966/74, N. G. Trofimov (1926-2011) en 1974/1994, G. A. Bourmistrov (1941) en 1994/2001, V. N. Ovtchinnikov en 2001/2005, E. P. Kotcherov en 2005/2010.



Les moteurs NK-15 et NK-15V de la N-1 (1969)



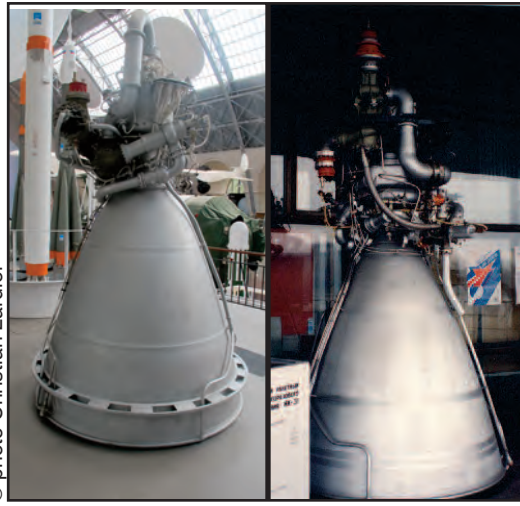
Les moteurs NK-33 et NK-43 de la N-1 (1974)

Le décret n°521-235 du 13 mai 1959 demande aux OKB-165 (Lioulka) et OKB-276 (Kouznetsov) de proposer des moteurs-fusées (JRD) à oxygène liquide-kérosène pour l'ICBM R-9A de Korolev. Puis le décret n°655-294 du 26/6/59 lui demande le développement des moteurs de la fusée globale GR-1 de Korolev. Le constructeur principal est M. A. Kouzmine²⁵ (1910-1971), l'adjoint N. A. Dondoukov, les constructeurs en chef sont G. A. Aseiev en 1959/61, puis A. A. Tanaiev. Le premier moteur ex-

Le décret n°521-235 du 13 mai 1959 demande aux OKB-165 (Lioulka) et OKB-276 (Kouznetsov) de proposer des moteurs-fusées (JRD) à oxygène liquide-kérosène pour l'ICBM R-9A de Korolev. Puis le décret n°655-294 du 26/6/59 lui demande le développement des moteurs de la fusée globale GR-1 de Korolev. Le constructeur principal est M. A. Kouzmine²⁵ (1910-1971), l'adjoint N. A. Dondoukov, les constructeurs en chef sont G. A. Aseiev en 1959/61, puis A. A. Tanaiev. Le premier moteur ex-

périmental est le 8D517 à flux intégré de 36 t de poussée. Il donne naissance aux moteurs du GR-1 : quatre chambres sur le 1^{er} étage (8D717/NK-9) et un mono-chambre à tuyère allongée (8D718NK-9V) sur le 2^{ème} étage. Le décret n°1022-439 du 24 septembre 1962 commande les moteurs pour la super-fusée N-1 du programme d'homme sur la Lune L-3 : ce sont les NK-15 (11D51) de 150 t de poussée, NK-15V à tuyère allongée (11D52), NK-19 (11D53) de 40 t de poussée. Un décret du 10/2/65 commande le NK-21 (11D59), dérivé du NK-19, pour le 4^{ème} étage de la N-1. Le 9 novembre 1962, l'OKB-276 est divisé en deux : l'OKB-1 de V. D. Radtchenko pour les moteurs d'avions et l'OKB-2 de V. N. Orlov (1925-2005) pour les moteurs-fusées. De plus, N. A. Dondoukov part s'occuper de moteurs-fusées à l'OKB-276-24 (adjoint de Flisskii), tandis que N. G. Trofimov (1926-2011) créé une filiale à l'usine n°525 Metallist qui fait les chambres de combustions. En décembre 1966, à la mort de Flisskii, Dondoukov prend la direction de l'OKB-276-24, avec un adjoint pour les moteurs d'avions (K. A. Joukov) et un autre pour les moteurs-fusées (N. G. Trofimov). Lorsque Dondoukov part au ministère, il est remplacé par Trofimov. Ses adjoints sont N. D. Petchenkine (1919-1999) et V. S. Anissimov²⁶ (1926-2006). En 1970, après les deux premiers échecs de la N-1, ils est décidé de rendre les moteurs rallumables, ce qui donne naissance aux NK-33 (11D111), NK-43 (11D112), NK-39 (11D113), NK-31 (11D114) qui devaient être utilisés sur la N-1 à partir du vol n°8L en 1974. Mais le programme est abandonné en mai 1974.

L'usine n°24 Frounze/Motorostroïtel est créée en 1895. Initialement à Riga, elle déménage à Moscou en 1915, devient GAZ n°4 Motor en 1918, absorbe la GAZ-6 Amstro (ex Salmson) en 1924, puis la GAZ-2 Icare en 1927,



Les moteurs NK-39 et NK-31 de la N-1 (1974)



moteur NK-35



Le moteur 11D57

devient l'usine n°24 Frounze en 1927, évacuée à Kouybi- chev en 1941 où elle restera. Elle produit les moteurs des constructeurs principaux A. D. Chvetsov en 1926/34, A. A. Bessonov en 1927/34, V. A. Dobrynine en 1934/39, A. A. Mikouline en 1934/43. Elle est successivement dirigée par M. S. Jezlov (1898-1960) en 1941/50, M. L. Kononenko en 1950/52, G. M. Popov en 1952/53, P. P. Proudovsky en 1953/56, P. D. Lavrentiev (1905-1979) en 1956/61, L. S. Tchetchenia (1913-1996) en 1961/82, B. V. Plotnikov en 1982/86, I. L. Chitarev (1939-2014) en 1987/2008.

Puis le SNTK, le SKBM et l'usine Motorostroïtel sont réunis dans l'OAO/PAO Kouznetsov de l'ODK. Le directeur général est successivement N. F. Nikitine (1950) en 2009/2011, You. S. Eliseiev (1951) en 2011/2013, N. I. Yakouchine (1956) en 2013/2016, S. P. Pavlinitch (1954) en 2016/2019, A. A. Sobolev (1981) en 2019.

7- OKB-165/NPO «Saturn» de Moscou:

Créé le 30 mars 1946, l'OKB développe des turboréacteurs : TR-1 (1350 kg), TR-2 (2500 kg), TR-3/AL-3 (4600 kg), AL-5 (5000 kg), AL-7F-1 (9200 kg), AL-7F2 (10100 kg), AL-21F (8900 kg), AL-31F, AL-41F, etc. Il est successivement dirigé par A. M. Lioulka²⁷ (1908-1984) en 1946/84, V. M. Tchepkine (1933-2016) en 1984/2000, M. L. Kouzmenko (1948) en 2000/2010, E. You. Martchoukov²⁸ (1956) depuis 2010. Le directeur de l'usine est A. A. Zavitaiev (1900-1979) en 1954/77, puis A. M. Khartov (1925-1999) en 1977/93.

En 1957, Lioulka devient constructeur général et regroupe plusieurs OKB et usines : OKB-165, l'OKB-165-45 Granit, l'OKB-165-1, usine n°165, usine de Lytkarino. En 1959, l'OKB est divisé en deux : le KB-1 pour les moteurs d'avions et le KB-2 pour un moteur nucléaire pour le M-60 de Miassichtchev (A.A.levlev). Par le décret n°521-235 du 13 mai 1959, l'OKB

commence à travailler sur les moteurs-fusées (JRD). Le premier est le RDU-165 de 25 t de poussée. Le décret n°1022-439 du 24 septembre 1962 sur la N-1 lui demande de faire un moteur cryogénique de 40 t de poussée. En 1964, M. A. Kouzmine vient de chez Kouznetsov pour s'en occuper. Le 3^e étage doit être doté de six à huit 11D54 (fixe), tandis que le 4^e étage (Block-S) doit l'être par un 11D57 (sur cardan). Le premier essai statique a eu lieu en juillet 1967. Les essais se déroulèrent sur 100 mois. Au total, il y eut 470 mises à feu avec 105 moteurs sur une durée cumulée de 53500 secondes jusqu'en 1976. Un des moteurs a été rallumé 11 fois. Une version 11D57M à tuyère déployable fut pour le lanceur Vulcain en 1974/76. Le 15 février 1960, l'OKB-1 de L. S. Douchkine (1910-1990) devient une filiale de l'OKB-165. Il développe des sources d'énergie embarquées (BIP) pour le missile sol-air S-200. Il fait le BIP-53 du V-860/5V21 et le BIP-63 du V-880/5V28. En 1964, l'OKB-670 de M. M. Bondariouk (1908-1969) devient aussi une filiale. Il faisait des statoréacteurs depuis 1944 (secteur du NII-1 en 1944, OKB en 1950), notamment celui du missile Bouria de Lavotchkine. En 1955, il commence à travailler sur les moteurs nucléaires pour le missile KAR (objet 375) de Lavotchkine, RD-021/ARD-200 pour la N-1 en 1960, et sur les générateurs nucléaires pour le spatial BES-5/Buk pour le satellite US de Tchelomeï en 1958, RD-022/EYaRD-6 en 1961. En 1967, les deux filiales fusionnent et deviennent le MKB Krasnaya Zvezda. Après la mort de Bondariouk, il est dirigé par E. A. Terechkov en 1970/72. En 1972, Krasnaya Zvezda fusionne avec l'OKB Zarya et un groupe d'ingénieurs du TMKB Soyouz (filiale de l'OKB-300). Zarya avait été créé en 1962 à partir de l'Institut des moteurs de B. S. Stetchkine (1891-1969) et d'un groupe d'ingénieurs de l'OKB-456 pour faire des propulseurs électronucléaires (YaERDU) pour le spatial. Il est dirigé par D. D. Sevrouk (1908-1994)



A.S.Mevius (1910-1969)



P.D.Gavra (1923-1997)



moteur 5D67



moteur 15D13

qui était adjoint de Glouchko pour ce type de moteur en 1959/61. En 1965, il part au TsNII Mach, puis au MAI où il enseigne jusqu'en 1988.

En 1981/88, l'OKB développe des groupes d'énergie auxiliaires (VSU) pour la fusée Energiya (TP-22) et pour la navette Bourane (RTVD-14).

Le 6 mai 1982, l'entreprise devient une NPO incluant MMZ Saturn, MKB Granit, KBM d'Oufa et l'usine de Lytkarino. Le 5 juillet 2001, elle devient la filiale NTTs Lioulka de l'OAo Saturn de Rybinsk (usine n°36 + OKB-36 + Lioulka-Saturn). Puis en octobre 2012, les NTTs et l'usine de Lytkarino rejoignent l'UMPO d'Oufa (usine et OKB n°26).

8-OKB-117/NPO Klimov de Leningrad:

Créé en 1947 sur le territoire de l'usine n°466. Il produit le RD-10 (Jumo-004), RD-45 (Nene), RD-500 (Derwent-V), VK-1F (2700 kg), VK-2 (4800 kg), VK-3 (8440 kg), VK-5 (3100 kg), VK-7 (5250 kg), VK-9 (12.000 kg), VK-13 (10.000 kg), VK-15, etc. Puis en 1958, il commence à faire des moteurs d'hélicoptères et des moteurs-fusées. Il est successivement dirigé par V. Ya. Klimov²⁹ (1892-1962) en 1946/60, S. P. Izotov³⁰ (1917-1983) en 1960/83, V. G. Stepanov (1926) en 1983/88, A. A. Sarkissov³¹ (1936-2019) en 1988/2003, V. M. Chirmanov (?-2018) en 2003/2006, A. V. Grigoriev en 2006. Le directeur général d'ODK-Klimov est A. I. Vatagine depuis 2004 (officier de la Marine, plongeur sous-marin, héros de l'URSS en 1991).

En 1958, l'usine n°466 commence à produire des moteurs-fusées S2.711 d'A. M. Isaïev, tandis que les missiles V-750 de Grouchine sont produits en série à l'usine n°272 de Leningrad (devenu usine du Nord). L'OKB-466 est

ouvert en 1958. Il est successivement dirigé par A. S. Mevius³² (1910-1969) en 1958/69, P. D. Gavra³³ (1923-1997) en 1969/94, A. N. Rechetnikov³⁴ (1936) en 1994. Il développe des moteurs pour missiles sol-air et ABM : le L-726, dérivé du S2.726 d'Isaïev, pour l'ABM V-1000, le L-2/L-2A/5D12 et L-6/L-6A pour le missile 5V21/V-

860 et le 5D67 pour le missile 5V28/V-880 du système S-200, le 5D16/5D18/5D22/R5-117 pour le 2^e étage de l'ABM 5V61/A350 du système A-35. Le 19 décembre 1962, l'OKB-466 fusionne avec l'OKB-117 et Izotov devient le patron. En 1962, il développe le moteur R1-117 pour l'ogive AB-200 de l'UR-200 et le R2-117 pour l'ogive AB-500 de l'UR-500 de Tchelomei. Par le décret du 30 mars 1963, il développe le moteur du 2^e étage de l'ICBM UR-100 de Tchelomei : le 15D13+15D14/8D419, qui devait également être utilisé sur le vaisseau lunaire LK-1/LK-700 de Tchelomei. Il réalise les moteurs de 2^e étage pour l'ABM V825/5Ya27 en 1969, puis du V925/51T6. Il produit également des sources d'énergie embarquée (BIP) : 5I28, 5I43, 5I47.

L'usine n°466 «Krasny Oktiabr» a été créée en 1940. En 1946, elle reçoit l'OKB de Klimov qui devient l'OKB-117 en 1947. Il y a également une filiale de l'OKB-45 en 1956 (You.M.Lerman), transformé en filiale OKB-500 en 1957, puis en OKB-466 en 1958 (Mevius). L'usine se trouve dans LNPO Klimov en 1975/86, dans LMPO Krasnaya Oktiabr en 1986/94, OAO en 1994. En 1958/91, elle produit des moteurs-fusées à ergols liquides de Isaiev, Mevius, Izotov et Konopatov. Le directeur général est I. N. Loukine en 1950/56, S. G. Kondratov en 1956/59, V. I. Tarassov en 1959/76, M. N. Liapounov en 1976/86, A. N. Fomitchev (1945) en 1986.

9-L'usine n°29 (GAZ-9) et l'OKB "Mars" de Omsk:

Elle était l'usine de moteurs Deka et Bolchevik à Alexandrovsk (moteur M-6 en 1923), GAZ-9 en 1927, l'usine n°29 imeni Baranov à Zaporojie (Ukraine), évacuée à Omsk en 1941 où elle restera. Elle produit les moteurs AL-21F3, RD-33, TV7-117, TVD-20, etc. Le directeur général est M. M. Loukine (1905-1961) en 1941, I. T. Borissov (1903-1994) en 1942/46, P. A. Grigoriev (1914-1980) en 1962/1976, You. V. Malachenko (1926-1990) en 1976/84, A. N. Patrikeitchev (1930) en 1984/94, N. B. Lvov (1940-1999) en 1994/98, You. A. Spivakov (1945) en 1998. A partir de décembre 1957, elle produit en série des moteurs-fusées de Glouchko (8D59/RD-214, 8D712/RD-218, 8D713/RD-219).

L'OKB, qui était dirigé par E. V. Ourmine, est fermé en 1946. Il est ré-ouvert en 1957. Le



moteur 5D16/5D22

constructeur principal était V. M. Glouchenkov en 1957/73, V. S. Pachenko en 1973/85, V. G. Kostogriz (1947) en 1985/2017, I. I. Markov en 2017/2018, A. V. Kroupnov en 2018. Il développe les moteurs GTD-3, TVD-10, TVD-20, etc. Depuis 2018, c'est une filiale de l'ODK-Saturn.

10-KB-2 MAI, OKB-250, OKB-36/RKBM de Rybinsk:

Le KB-2 du MAI a été en 1939, évacuée à Oufa en 1941 (OKB-250), transféré à l'usine n°36 de Rybinsk en 1943. Il a été dirigé par G. S. Skoubatchevsky35 (1907-1988) en

1939/41, puis V. A. Dobrynine36 (1895-1978) en 1941/60, P. A. Kolessov37 (1917-2004) en 1960/84, V. I. Galigouzov en 1984/88, A. S. Novikov38 (1949) en 1988/2000, M. L. Kouzmenko (1948) en 2000/2010, You. N. Chmotine (1971) en 2010/2016, R. V. Khramine (1971) en janvier 2017. L'OKB n'a jamais fait de moteurs-fusées.

Le directeur général est A. D. Smirnov en 1956/60, P. F. Derounov en 1960/72, P. V. Kouznetsov en 1972/74, P. F. Derounov (1916-2001) en 1974/86, B. N. Leonov en 1986/87, V. N. Anikine en 1987/95, V. I. Chelgounov en 1995/97, You. V. Lastotchkine (1965) en 1997/2001. Puis l'entreprise devient l'OAO/PAO NPO Saturn/ODK Saturn dirigée par You. V. Lastotchkine (1965) en 2001/2009 I. N. Fedorov (1955) en 2009/2015, V. A. Poliakov (1953) en 2015. Elle produit les moteurs VD-4K (Tu-85), VD-7 (201M et M-50), RD-17M2 (Tu-22), RD36-51A (Tu-144), RD36-41 (T-4), RD36-35K (105), RD-36-35FVR (Yak-38), R36V (M-17), RD-41 (Yak-141), TVD-1500 (An-38), DN-200 (Yak-112), production du NK-8 (Il-62) et D30KU (Il-62M/Tu-154M).

11-Usine n°478 « Motorostroitel » et OKB-478/KBM « Progress » à Zaporojie (Ukraine):

L'usine a été créé en 1916, usine Bolchevik en 1920/27, usine n°29 en 1927/41 (évacuée à Omsk), usine n°478 en 1943, PO en 1974, Motorostroitel en 1981, Motor Sitch en 1991. Le directeur général est V. I. Omeltchenko (1918-1988) en 1958/88, V. A. Bogouslayev (1938) en 1988. Du temps de l'usine n°29, les constructeurs principaux étaient A. S. Nazarov (1899-1987) en 1930/37, S. K. Toumansky (1901-1973) en 1937/40, E. V. Ourmine (1900-1981) en 1940/46, A. G. Ivtchenko39 (1903-1968) en 1946/68, V. A. Lotarev40 (1914-1994) en

1968/89, F. M. Mouravtchenko (1929) en 1989. L'OKB n'a jamais fait de moteurs-fusées.

NOTA:

1 Termine l'Université de Leningrad en 1929, travail au GDL en 1929/33, au RNII en 1933/38, à l'usine n°82 du NKVD en 1938/41, à l'OKB-16 de Kazan en 1941/45, constructeur principal de l'OKB-456 en 1946, constructeur général de la NPO Energia en 1974/89. Académicien en 1958, héros du travail socialiste en 1956/61, prix Lénine en 1957, prix d'état en 1967/84.

2 Termine l'institut pédagogique industriel de Tver en 1931, aspirant au NII de mathématique et mécanique du MGU jusqu'au 14 juillet 1932, entre au GIRD (brigade n°1), puis au RNII/NII-3 (évacué à Bilimbaï près de Sverdlovsk en 1941/43) et au NII-1 en février 1944 (secteur n°13), en Allemagne le 15 juillet 1945 (Berlin, Adlersdorf, moteur BMW P3395 à Badsdorf, moteur Walter, etc), ordre de Lénine le 26 septembre 1945, constructeur principal de l'OKB-1 du NII-1 le 10 mars 1952, ordre du travail du drapeau rouge le 13 juillet 1957, OKB-165-1 en 1960/64, OKB-1 en 1964/67, OKB-670 en 1967/72, docteur es sciences technique en 1968, professeur en 1972/90

3 Termine l'Institut des mines en 1932, travaille dans l'OKB de Bolkhovitinov en 1934/44, constructeur principal au NII-1 (secteur n°12) en 1944/48, constructeur principal au NII-88 (secteur n°9 qui absorbe le secteur n°8 en 1950, OKB-2 en 1952 qui absorbe l'OKB-3 en 1959) en 1948/59, KB KhimMach en 1966), Docteur es sciences techniques en 1959, Héros du travail socialiste en 1956, Prix Lénine en 1958, Prix d'état en 1948/68.

4 L'usine de wagons d'Oust-Katav commence à produire des moteurs d'Isaïev en 1958 (missiles sol-air, sondes lunaires E-6, vaisseaux Soyouz, Progress, Saliout-Mir, satellites d'imagerie optique Kobalt, Resurs, etc, moteur cryo KVD-1, etc). Elle a été dirigée par T. Ya. Belokonev en 1949/67, V. Kh. Dogoujiev en 1967/75, You. A. Kirilytchev en 1978/96, V. N. Sazonov en 1996/2002, P. V. Abramov en 2002/2013, A. N. Gnatiouk en 2014.

5 L'usine de construction de machines de Zlatoust produit des moteurs d'Isaïev depuis 1951 (missiles sol-air, R-11, rétrofusée TDU-1 de Vostok), SLBM, etc). Le directeur est successivement N. P. Poletaïev (1905-1990) en 1944/51, A. A. Tarassov en 1951/54, S. P. Kraev en 1954/55, E. M. Ouchakov (1915-1993) en 1955/59, A. A. Dementiev (1912-2010) en 1959/61, V. N. Konovalov (1925) en 1961/74, V.N.Popov (1939) en 1974/76, V. Kh. Do-

goujiev (1935-2016) en 1976/83, V. M. Popsouï (1935) en 1983/89, G.P.Starikov (1940) en 1989/2005, S.A.Lemechevsky (1961) en 2005/2015, A.V.Lobanov (1984) en 2016.

6 Termine l'institut de construction de machines électriques de Moscou en 1932, entre au TsiAM, emprisonné en 1938, OKB-16 du NKVD à Kazan en 1941, libéré en juillet 1944, 1e adjoint de l'OKB-456 en 1946/52, chef de l'OKB-3 du NII-88 de mars 1952 à 1958, A la suite de son refus d'aller à Dniepropetrovka, l'OKB est donné à Isaïev en décembre 1958. Il retourne alors à l'OKB-456 en 1959/61 (adjoint pour le moteur électro-nucléaire). En 1962, il prend la direction de l'OKB Zaria (ex Institut des moteurs de Boris Stetchkine) et réalise l'installation de propulsion nucléaire E-30. Il retourne au NII-88 en 1965/72 (secteur de la fiabilité), puis devient chef de chaire au MAI en 1972/88 (installations énergétiques de satellites).

7 Termine le MAI en 1941, entre dans l'OKB de Bolkhovitinov, chef de la section des futurs moteurs au NII-1 en 1946, chef du secteur n°12 de l'OKB en 1951, adjoint de Korolev, chef du complexe n°5 du TsKBEM en 1966, docteur es sciences techniques en 1959, professeur en 1962, Héros du travail socialiste en 1961, prix Lénine en 1960, prix d'état en 1976.

8 Termine le MAI en 1931, travaille au TsiAM en 1931/41, constructeur principal d'un OKB d'agrégats et carburateurs à Voronej en 1941. Il produit des injecteurs, des pompes, des agrégats de régulation et des groupes de démarrage à poudre et à liquide en 1941/54, puis des moteurs-fusées à liquides en 1954/65.

9 Le directeur est I. I. Abramov (1915-1982) en 1957/65 et 1969/76, B. A. Tchevela (1912-1970) en 1965/69, V. F. Soloviev en 1976/81, G. V. Kostine (1934) en 1981/93, A. I. Tchassovskikh (1958) en 1993/2004, A. V. Bondar (1962-2013) en 2004/2010, I. T. Koptev (1953) en 2010/2017, I. V. Motchaline (1967) en 2017/2018, S. V. Kovalev (1975) en mai 2018.

10 Termine le technicum aéronautique de Rybinsk en 1940. Il entre à l'usine de moteurs de Kazan, puis passe dans l'OKB-16 de Glouchko et parallèlement, suit les cours de l'Institut d'aviation de Kazan. En 1946, ingénieur, il entre dans l'OKB-456 (constructeur en chef en 1948). En 1951, il part dans l'OKB-586 où il est chef du secteur des moteurs à ergols liquides. Il dirige le KB-4 en 1958/79, puis devient adjoint pour les moteurs liquides et solides (KB-4 et KB-5) en

1979/87. Il travaille à la filiale de Dniepropetrovsk de l'Institut de mécanique d'Ukraine en 1991/99.

11 Depuis 1998, le directeur général et le constructeur général sont différents. Les directeurs généraux étaient O. A. Oganian en 1998/2000, M. P. Simonov en 2000/2001, ?. ?. Okroian en 2001/2005, N. N. Yakovlev en 2005/2008, L. N. Chvedov en 2008/2014, M. A. Elenevsky en 2014, tandis que les constructeurs généraux étaient V. A. Belousov en 2001, puis A. N. Naoumov en 2010.

12 Termine le MAI en 1939, chef de groupe à l'OKB-24 en 1941/43, puis chef de groupe à l'OKB-300 en 1943/45, usine constructeur principal de l'OKB-16 Soyouz de Kazan en 1954/83, docteur es sciences techniques en 1968, professeur en 1972, prix Lénine en 1957, prix d'état en 1978.

13 Termine l'institut d'aviation de Kazan en 1958, entre à l'OKB-16, adjoint en 1969, 1^e adjoint en 1980, directeur général et constructeur principal en 1983/96, docteur es sciences techniques en 1987, professeur en 1985, prix d'état en 1984.

14 Termine l'institut d'aviation de Kazan en 1971, entre à l'OKB-16, directeur général et constructeur principal en 1996.

15 Termine le MAI en 1939, OKB-24, OKB-300 en 1943 (adjoint en 1953/55), constructeur principal OKB-26 en 1956/62 (RD-9), OKB-52 en 1962/79.

16 Termine l'institut d'aviation de Rybinsk en 1940, usine n°26 : adjoint en 1949, 1^e adjoint en 1961, constructeur principal OKB-26 en 1962/83, docteur es sciences techniques en 1978, héros du travail socialiste en 1975, prix d'état en 1977.

17 Termine l'institut d'aviation d'Oufa en 1959, constructeur principal en 1983/2000, docteur es sciences techniques en 1997, prix d'état en 1988, médaille Tchelomei en 1987

18 Termine le MAI en 1949, constructeur principal du TMKB en 1964/83, puis constructeur général de NPO Klimov en 1983/88, docteur es sciences techniques 1978, prix d'état 1970 et 1981.

19 Termine le MAI en 1955, constructeur principal du TMKB en 1983/91, docteur es sciences techniques, professeur, prix d'état

20 Termine le MAI en 1966, travaille à l'OKB-165, puis constructeur principal du TMKB en 1991/2004.

21 Termine l'Académie de l'air Joukovsky en 1938, adjoint de Klimov à Oufa en 1943/49, constructeur principal OKB-276 à Kouybychev en 1949, constructeur général en 1956/93, Général-lieutenant-ingénieur, académicien en 1974, héros du

travail socialiste en 1957/81, Prix Lénine en 1957, prix Staline en 1946.

22 OKB-26 en 1941/46, adjoint OKB-276 en 1953/57, constructeur principal OKB-24 en 1957/61, OKB-276 en 1961/90 (adjoint en 1961/82, constructeur principal en 1082/90), prix Lénine en 1970.

23 usine n°24 en 1930 (adjoint de Mikouline), évacué à Kouybychev en 1941, adjoint OKB-276 en 1953/61, constructeur principal OKB-24 en 1961/66, prix Lénine en 1957, prix Staline en 1942/46.

24 Termine KAI en 1952, OKB-24 en 1952/66, constructeur principal en 1966/74, ministre adjoint en 1974/83, prix d'état.

25 Adjoint en 1952/58, constructeur principal OKB-276 en 1958/64, constructeur principal OKB-165 en 1964/71, prix Lénine en 1957.

26 Termine KAI en 1949, OKB-24, constructeur en chef 11D59, adjoint OKB, travaille sur une version des moteurs NK pour des fusées de Tchelomei en 1974/76, constructeur général adjoint, travaille sur les moteurs d'avions NK-25, NK-32, NK-93, puis sur le NK-33 pour différents lanceurs en 1993.

27 Termine l'institut polytechnique de Kiev en 1931, constructeur principal en 1946, constructeur général en 1956/84, Académicien en 1968, héros du travail socialiste en 1957, prix Lénine en 1976, prix Staline en 1948/51.

28 Termine MAI en 1979, NPO Saturne : CP adjoint pour essais, 1^e adjoint CG-CP en 1989/2003, 1^e adjoint directeur technique 2003/2005, CG adjoint en 2005/2009, CG-directeur filiale NTTs Lioulka (ODK-UMPO) en 2010.

29 Termine le MVTU en 1918, TSIAM en 1931/33, Hispano-Suiza en France en 1933/35, constructeur principal de l'OKB-26 Rybinsk en 1935, évacué à Oufa en 1942/46, de l'OKB-466 en 1946/47, de l'OKB-117 en 1947/60 et l'OKB-45 en 1947/56, constructeur général en 1956/60, Académicien en 1953, héros du travail socialiste 1940/57, prix Staline en 1941/43/46/49.

30 Termine l'institut polytechnique de Leningrad en 1941, constructeur principal en 1960/81, constructeur général en 1981/83, héros du travail socialiste en 1969, prix Lénine en 1978, prix d'Etat en 1949/71.

31 Termine l'institut d'aviation d'Oufa en 1959, OKB-26 : ingénieur à CP adjoint jusqu'en 1982, ingénieur principal-adjoint 3^e glavka MAP en 1983/87, CG-DG Klimov en 1988/2003. Docteur, professeur, prix Lénine en 1984.

32 Termine l'institut aéronautique de Rybinsk en

1938, entre au KB de l'usine n°26 à Rybinsk, évacué à l'usine de Oufa en 1941/45 (Klimov), retourne à Leningrad en 1946 (usine n°466, puis n°117 en 1947), constructeur en chef de l'OKB-800 en 1954 (moteurs diesels pour navires), constructeur principal adjoint de l'OKB-45 (chef de la filiale de l'usine n°466) en 1956, transférée dans l'OKB-500 en 1957, puis constructeur principal de l'OKB-466 en 1958/68, chef filiale MKB Krasnaya Zvezda en 1968/69.

33 adjoint de Mevius en 1958/68, constructeur principal en 1968/94, prix d'état en 1967 et 1990

34 Termine VoennMekh en 1960, OKB-466, adjoint en 1982, constructeur principal en 1994, docteur en 1996, prix d'état en 1988.

35 chef KB-2 (M-250, M-253), DTS PE51/70

36 Termine le MVTU en 1926, constructeur principal du TSIAM en 1934/39, MAI en 1939/41, chef OKB-250 en 1941/43, constructeur princi-

pal OKB-36 à Rybinsk en 1943/56 et constructeur général en 1956/60 (M-250 de 2500 ch en 1939/41 (24 cylindres en X), M-253TK de 3500 ch en 1946, VD-3TK, VD-4K de 4300 ch (24 cylindres en X) en 1949, VD-7 pour avion de Miasichtchev), docteur 1960, prix d'état en 1951.

37 Termine le MAI en 1941, constructeur principal, constructeur général en 1960/84, docteur, professeur, prix d'état en 1951/71/79

38 adjoint en 1984, 1^e adjoint en 1986, constructeur général en 1988/2000, docteur, professeur

39 constructeur principal en 1946, constructeur général en 1962/68, Académicien d'Ukraine en 1964, héros du travail socialiste en 1963, prix Lenine en 1960, prix Staline en 1948.

40 constructeur principal en 1963, constructeur général en 1968/89, DTS71, MC AN Ukraine en 1976, héros du travail socialiste en 1974, prix Lenine en 1960, prix d'état en 1948/76.

Youri Vassilievitch Kondratiouk (1897-1942)

par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE

Alexandre Ignatievitch Chargeï est né le 21 juin 1897 à Poltava en Ukraine. Sa mère Ludmilla enseigne le français et la géographie dans une école de jeunes filles quand elle rencontre son père Ignatii (1873-1910) qui étudie à la faculté de physique et mathématiques de l'Université de Kiev. D'origine juive, son père se convertit au catholicisme pour se marier avec elle le 12 janvier 1897. Alors qu'Alexandre n'a que cinq-six ans, sa mère est très malade, elle est hospitalisée et meurt au début des années 1910. En 1907, il part à Petrograd avec son père et entre dans une école sur l'île Vassilievsky. Son père se remarie avec sa collègue Elena Kareieva en 1909 et, le 14 mars 1910, ils ont une fille, Nina, soeur d'Alexandre. Mais son père tombe aussi malade et meurt le 10 juillet 1910. Alexandre repart vivre avec sa grand-mère à Poltava. Là, il étudie jusqu'en 1916. En septembre, il entre à l'institut polytechnique de Petrograd. Mais il fait son service militaire de novembre 1916 à mars 1917, puis il est envoyé sur le front de Turquie jusqu'en mars 1918. Sur le chemin du retour, il est mobilisé par l'Armée blanche, mais



A.I. Chargeï



Livre de 1929

il s'évade. Au début de 1919, il est à Poltava et prend connaissance des articles de Tsiolkovsky. Il s'intéresse au voyage interplanétaire depuis quelques années et avait produit son premier manuscrit en 1917. De fin 1919 à début 1921, il travaille comme graisseur de wagons à la gare de Smela. Ayant été officier de l'armée tsariste, il pouvait être emprisonné ou fusillé. En 1921, il décide de changer de nom. Avec l'aide de sa belle-mère Elena Kareieva, il obtient de nouveaux papiers au nom de Youri Vassilievitch Kondratiouk, né le 13 août 1900 à Loutsk (Ukraine). En 1922, il travaille dans une usine de sucre. Depuis 1919, il fait évoluer son manuscrit "Sur les voyages interplanétaires" et en juin 1925, il l'envoie chez l'éditeur GlavNauka. En 1925/26, il travaille comme mécanicien pour la construction de silos à grains. Le 12 avril 1926, il reçoit une réponse positive sur son manuscrit de V. P. Vetchinkine (1888-1950). En 1926/27, il écrit la 4^e variante de son manuscrit destinée à être publiée sous le titre de "Conquête de l'espace interplanétaire". Pendant ce temps, il continue à travailler à la construction de silos à

grains en Océétie et en Sibérie occidentale ("Mastodont" à Kamen-sur-Obi dans l'Altaï, puis Novossibirsk). En juin 1928, l'éditeur GlavNauka renonce à publier le livre. En janvier 1929, il décide de le publier à compte d'auteur à Novossibirsk (2000 exemplaires). Dans son livre, il décrit la méthode du LOR (Lunar Orbital Rendezvous) qui sera reprise par John Houbolt de la Nasa pour le programme Apollo ("Trajectoire de Kondratiouk"). Il envoie des exemplaires dédiés à Tsiolkovsky, Rynine, Vetchinkine et Perelman. Ils commencent à correspondre. Le 31 juillet 1930, il est arrêté et condamné à trois ans de privation de liberté. Il est envoyé dans un bureau d'étude-prison (charaga) en Sibérie occidentale (bureau n°14 PP-OGPU auprès de KouzbasStroï). Le 28 avril 1932, il est libéré. En mai, il participe à un concours pour le projet de centrale éolienne puissante pour la Crimée et le remporte. En avril-mai 1933, il est invité par le GIRD de Moscou à visiter leurs locaux et rencontre S.P.Korolev, mais il refuse de rejoindre le GIRD. Il part alors à Kharkov à l'Institut d'énergétique industrielle pour diriger la conception et la construction de la centrale. Cependant, en février 1938, la construction de la centrale est abandonnée. Mais un secteur éolien est créé à la direction d'énergétique du ministère de l'industrie lourde et il en prend la direction technique jusqu'au 15 septembre 1939. Pendant

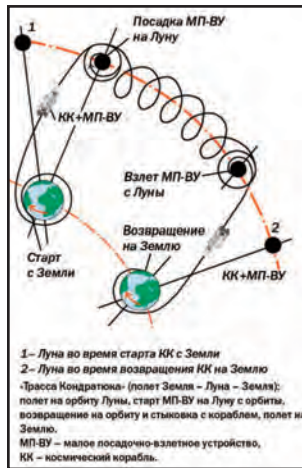
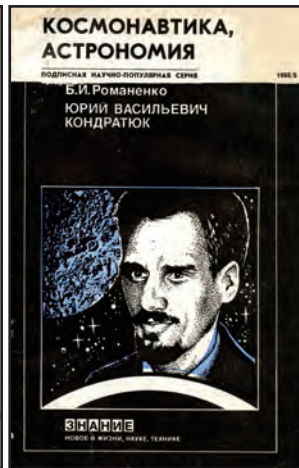


schéma de la Trajectoire de Kondratiouk



Brochure Znanie publiée en 1988



Plaque commémorative à Saint-Petersbourg

ce temps, il prend contact avec le journaliste B. N. Vorobiev (1882-1965), biographe de Tsiolkovsky, et lui donne ses manuscrits qui finiront à l'Institut d'histoire des sciences et techniques (IIET "Vavilov") de l'Académie des sciences en 1960. En septembre 1939, un bureau de conception de centrales éoliennes est créé et il devient chef d'un secteur qui conçoit des centrales de faible puissance (100 et 250 kW). Mais le 22 juin 1941, la guerre éclate et il part au front. Le 2 janvier 1942, il rencontre pour la dernière fois B. I. Romanenko (1912-?), vétéran du GIRD, qui deviendra son biographe et écrira la brochure Znanie en 1988. Il serait mort au combat le 25 février 1942. En 1964, l'IIET a publié le livre "Pionniers de la technique des fusées" vol 1 incluant Tsiolkovsky, Tsander, Kibaltchik et Kondratiouk. Enfin, le papier IAC-97-IAA.2.1.06 du 48e congrès IAF de Turin en octobre 1997 lui est consacré.

© crédit : Oleg Semenov

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 : _____

Bon de commande

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

Sommaire

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

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

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

Bon de commande

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

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

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

Bon de commande



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

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

Sommaire

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

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

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

Bon de commande

A retourner à : Tessier & Ashpool

6 rue Saint-Laurent BP 432 Chantilly Cedex 60635

OBSERVATION SPATIALE DE LA TERRE

La France et l'Europe pionnières

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

Nom et prénom.....

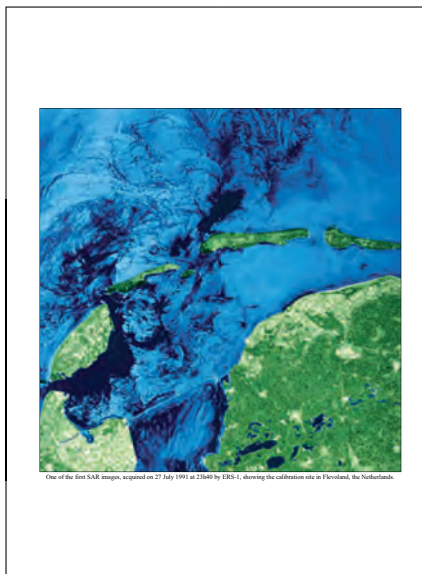
Adresse.....

Signature

NOUVEAU : l'Observation de la Terre en anglais



400 pages – format 22,5 cm x 29 cm – unpublished texts and illustrations – Price : 49,50 € / £ 41.25



CONTENTS

<ul style="list-style-type: none"> ■ Foreword: Steering Committee: 9 ■ Preface: Yves Sillard 11 ■ Statement: Josef Achbacher 15 <p>PART 1 • THE BEGINNINGS 1960-1976 COORDINATORS: JEAN-JACQUES DECHERELLE</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Introduction: Jean-Jacques Decherelle 19 ■ Space, a new strategic area of defence: Jean-Jacques Decherelle 20 ■ Earth observation satellites: Science and future users rally round: Aline Chabreuil 23 ■ France initiates the initiative: Gérard Brachet 42 ■ Europe enters the scene: first steps and programmes: Guy Duchosson 48 ■ Overview of initial studies and exploratory technologies: Jean-Jacques Decherelle, Christian Linder 60 <p>PART 2 • PROJECTS BECOME REALITY 1977-1986 COORDINATORS: GERARD BRACHET, PIERRE ALBY</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Introduction: Gérard Brachet 81 ■ The civilian sector, from SPOT to ERS: Gérard Brachet 82 ■ The defence sector, from the SAMRO project to the decision to go ahead with Helios: Yves Billé, Jean-Jacques Decherelle 116 ■ The main technological choices for high resolution observation satellites: Philippe Aubry, Guy Duchosson 129 ■ International cooperation gets on the move: Gérard Brachet, Guy Duchosson 152 ■ A legal framework for Earth observation: Gérard Brachet, Guy Duchosson 156 <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 163 ■ Evolution of the first SPOT satellites and ESA's two ERS satellites: Gérard Brachet, Guy Duchosson 166 ■ Development of international relations and partnerships: Gérard Brachet, Guy Duchosson 190 ■ The European Union enters the scene: Gérard Brachet, Guy Duchosson, Jean-Paul Malinvergne, Jean-Jacques Decherelle 200 ■ Expanding receiving stations and processing systems: Philippe Aubry 212 ■ The Helios programme: Yves Billé, Philippe Aubry, Jean-Jacques Decherelle 216 ■ Evolution of European defence and satellite observation: Jean-Jacques Decherelle, Anne-Maree Murphy 231 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Definition and preparation of the next generation of European observation satellites: Gérard Brachet, Philippe Aubry, Guy Duchosson 236 ■ A diversification of initiatives and the increasing role of industry: Claude Goumy, Jean-Jacques Decherelle 251 <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 257 ■ A major change in the political context and the advent of commercial observation satellites: Gérard Brachet 258 ■ The Internet revolution and exploitation of SPOT-4 and 5: Philippe Deblaux, Gérard Brachet 265 ■ Developments and technological breakthroughs: Michel Boutefard, Guy Duchosson, Jacques Loeux, Jean-Jacques Decherelle, Marc Tondreau, Philippe Aubry 275 ■ The exploitation of Envisat from March 2002 to April 2012: Guy Duchosson, Henri Lape 292 ■ Birth and implementation of GMES/ Copernicus: Gérard Brachet, Guy Duchosson 302 ■ The age of services and internet applications: Marc Tondreau, Guy Duchosson, Gérard Brachet 315 ■ Trends in defence needs and policies from 1996 to 2010: Yves Billé, Jean-Jacques Decherelle 328 ■ French experts of Earth observation satellite systems: Michel Boutefard, Jean-Jacques Decherelle 343 <p>CONCLUSION • REVIEW AND PROSPECTS CLAUDE GOUMY, GERARD BRACHET, JEAN-JACQUES DECHERELLE 353</p> <p>APPENDICES</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 - Basic principles of satellite imaging: Jean-Jacques Decherelle 363 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

Jacques-Emile Blamont (13-10-1926 à 13-4-2020)

par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE

Jacques Blamont est le fils d'Emile Katz (connu sous le nom d'Émile Armand Katz Blamont dans la Résistance), qui a été secrétaire général de l'Assemblée consultative d'Alger puis secrétaire général de la Présidence de l'Assemblée nationale pendant la durée de la IV^e République et les premières années de la V^e (1945-71).

Elève de l'Ecole Normale Supérieure en 1948, il choisit pour son diplôme d'études supérieurs d'étudier le sodium atmosphérique. En 1950, il l'étudie à l'Observatoire de Haute Provence. Il est agrégé en physique en 1952, puis docteur es sciences en 1956. Il passe sa thèse sous la direction d'Alfred Kastler, prix Nobel de Physique en 1966). Chargé de recherches au CNRS en 1956/57, il part à l'Université du Wisconsin (Etats-Unis) où il étudie les nuages de sodium réalisés par des fusées-sondes Aerobee. Dans le cadre de l'Année Géophysique Internationale (AGI) de

1957/58, des tirs de Veronique devaient intervenir d'Hammaguir. Les nuages de sodium sont inclut dans le programme. En juin 1958, il se rend pour la première fois à Hammaguir où il rencontre le général Aubinière. Puis il participe à la création du Service d'aéronomie du CNRS en décembre 1958 (directeur : A. Kastler en 1959, P. Auger en 1960, J. Blamont en 1961/85). Les premiers tirs de nuages de sodium interviennent en mars 1959.

En août 1958, Il est invité à l'Université de Minneapolis (Etats-Unis) où il découvre les ballons en polyéthylène. Il crée alors un atelier à Satory et une base à Aire-sur-l'Adour. Les premiers ballons français sont lancés aux Kerguelen en janvier 1962.



© Crédit Laurence Honorat



C.N.R.S. Annexe 1

PERSONNEL présent au 28 mai 1962

Dirrections	NOM et Fonction	Qualif.	Fonction	Date de prise en charge
	AUGER Pierre	A1	Président	1.4
P.	de RAFFÈRE Marthe	B4	Secrétaire du Président	1.3
P.	HASSET Noël	C1	Conducteur du Président	1.3
	AUBINIÈRE Robert	A1	Directeur Général	1.3
D.G.	PEISSIER Jeanne	B3	Secrétaire du Dteur Général	1.3
D.G.	BOSTEAU Monique	B5	Steno-Dactylo	1.3
D.G.	MOTY Jean	C1	Conducteur du Dteur Général	1.4
D.A.	SALLE Edouard	B1	Directeur Administratif	1.3
D.A.	MARTIN Robert	B2	Chef du Bureau du Matériel	1.3
D.A.	NICLOT Paul	B3	Bureau des Marchés	1.3
D.A.	SERROT Constant	B4	Bureau des Marchés	1.3
D.A.	SUC Jacques	B4	Comptable	1.3
D.A.	L'HERMINIER Nicole	B5	Aide-Comptable	16.4
D.A.	PAVENEK Anne-Marie	B5	Secrétaire du Dteur Adm.	1.4
D.A.	FOUILLER Lydia	B6	Dactylo	1.3
D.I.	BIGNIER Michel	A1	Directeur des Af. Intern.	1.3
D.I.	OUVERNIER Jacqueline	B5	Secrétaire du Dteur Af.Int.	1.3
D.I.	PRAT Marie-Éliane	A3	Assistante Technique Af.Int.	1.4
D.I.	SABAT Nicole	B3	Traductrice	1.3
D.S.	BLAMONT Jacques	A1	Directeur Scientifique	15.3
D.S.	CHENUET Pierre	A2	Chef Départ. Réalisation	1.4
D.S.	COULOMB Bernard	A3	Respons. fusée sonde	1.4
D.S.	ROBIN Janine	B5	Secrétaire du Dteur Scient.	15.5
E.S.	GLOBET Lisa	12	Chef de Service relat. ext.	1.5
E.S.	DEPOND Jacqueline	A3	Adjointe au chef relat. ext.	1.5
E.S.	SACOT Marie-Christal	B3	Documentaliste	1.3
E.S.	BEVILLE Marie-Josée	B5	Steno-Dactylo Relat. ext.	1.3
DFF	SOUSPIEL Jean	AR	Chef du Bureau fore. prof.	1.4

En 1959, la Nasa avait proposé à l'Angleterre de lancer un satellite : ce sera Ariel-1 en avril 1962. En décembre 1960, alors qu'il est à la NASA à Washington, Blamont propose que la France en face autant : ce sera le projet FR-1 (France-1). En mars 1961, un accord est signé pour le lancement et l'envoi de personnels en formation aux Etats-Unis. Douze jeunes ingénieurs du Cnes partent pour quelques mois au centre Goddard à Greenbelt (Maryland) pour apprendre les techniques indispensables.

En janvier 1960, au Cospar de Nice, il rencontre le général Anatoli Blagonravov, un des reponsables du programme spatial soviétique. Il lui propose une participation française à ce programme. Quelques jours plus tard, dans le journal Le Monde du 16 janvier, Blagonravov fait une offre pour l'emport d'instruments français sur des satellites soviétiques.

Le 7 décembre 1961, le décret sur la création du Cnes est adopté et l'agence démarre ses activités le 1^e mars 1962. Il en est le directeur scientifique jusqu'en 1972, Haut conseiller jusqu'en 1982, puis conseiller jusqu'à ce jour.

En 1965, le Service d'aéronomie commence à lancer des expériences sur les satellites américains OGO (Orbiting Geophysical Observatory). Puis FR-1 est lancé le 6 décembre 1965.

Côté soviétique, une proposition de coopération fut transmise par l'URSS en juillet

1965. Après une réponse positive de la France, une délégation dirigée par Leonid Sedov, un autre reponsable du programme spatial soviétique, vient à Paris en octobre 1965. En retour, une délégation française dirigée par Jean Coulomb, président du

Cnes, se rend à Moscou. Le 30 juin 1966, l'accord de coopération franco-soviétique est signé par le général de Gaulle à Moscou. Le principal projet est le satellite français Roseau qui devait être lancé par une fusée russe sur une orbite à 250.000 km d'apogée. Il aurait constitué une suite à FR-1, mais aurait coûté plus du double. Il est abandonné en 1969.

En novembre 1967, il propose à Mstislav Keldysh, président de l'Académie des sciences d'URSS et patron du Conseil pour le cosmos (cf. Espace & Temps n°26), le projet d'une flottille de ballons dans l'atmosphère de Vénus. Ce n'est qu'en 1972 que l'URSS propose que la France fasse un gros ballon : c'est le projet EOS-Vénus avec un lancement en 1980. Cependant, le programme pris trois ans de retard. La fabrication des ballons commença chez Zodiac en 1978. Puis le programme fut à nouveau reporté d'un an car l'URSS voulait survoler en même temps la comète de Halley. Finalement, la mission Venera-Halley (Vega) fut décidée en 1981, mais les ballons français sont remplacés par des ballons soviétiques trois fois plus petits. Les sondes Vega sont lancées en décembre 1984.

En 1985, les deux pays étudièrent en commun la mission Vesta qui devait d'abord étudier l'atmosphère vénusienne à l'aide de ballons ou de dirigeables, puis l'astéroïde Vesta par survol ou atterrissage à l'aide d'une sonde française. L'année suivante, le projet fut remplacé par une mission martienne comprenant deux orbiteurs chargés de larguer un ballon et des pénétrateurs dans l'atmosphère de la planète rouge, ainsi que deux sondes destinées à survoler plusieurs astéroïdes et comètes (dont Vesta). Finalement, en 1987, la mission martienne devint Mars-94 qui



devait larguer un aérostat français du type mongolfière solaire dans l'atmosphère de la planète. Mais le projet de ballon est à nouveau abandonné : la mission devient Mars-96 qui emporte deux atterrisseurs et deux pénétrateurs. Ainsi, les ballons vénusiens et martiens, étudiés par la France depuis 1973, n'ont jamais pu prendre la route de l'espace.

Côté américain, il a plus chance. Il a

sa propre place de parking au JPL à Pasadena. Il est co-investigateur du spectromètre UV des sondes Voyager en 1977, investigateur principal du Nefelomètre sur les sondes Pioneer-Venus en 1978. Il est à l'origine du système de compression d'images de la sonde lunaire Clémentine en 1994, puis de la fourniture par le Cnes de l'antenne de relais de données embarqués sur la sonde martienne Mars Global Surveyor lancée en novembre 1996.

Jacques Blamont était membre de l'Académie des sciences en 1979, académicien de l'IAA en 1969, membre de l'AAE

en 1983, etc. Il avait enseigné à la Faculté des sciences de Paris et était professeur émérite à l'Université Pierre et Marie Curie depuis 1996. Il était commandeur de la Légion d'honneur, Grand croix de l'Ordre national du mérite, commandeur des palmes académiques. Il avait reçu un très grand nombre de distinctions dont la médaille de Vermeil du Cnes en 1967, la médaille d'or du CSG en 1995, le Cospar Space Science Award en 2004, des médailles de la Nasa, de la Russie, de l'Inde, etc.

Au Service d'aéronomie, nombreux sont les collaborateurs et élèves de Jacques Blamont qui deviendront d'éminentes personnalités : Marie-Lise Chanin, Roger-Maurice Bonnet, Jean-Marie Luton, Charles Bigot, Pierre Morel (directeur adjoint en 1964-1968), Jean-Loup Bertaux (directeur ad-



Conférence sur les 50 ans du Cnes du 10 février 2012



joint en 1975-1985), Alfred Vidal-Madjar, Gérard Mégie (directeur en 1995-2000), Arlène Ammar-Israël, Bertrand de Montluc (administrateur-adjoint en 1972/81), Jean-Paul Granier (administrateur-adjoint en 1981/85), et beaucoup d'autres.

Messages de condoléances reçus sur ma page Facebook :

-Michel Tognini: Triste nouvelle et disparition d'un grand savant. !!

-Eric Fossat: Un grand monsieur, oui, le directeur de thèse de mon directeur de thèse, je l'ai personnellement assez bien connu aussi.

-Bernard Foing: Prof J-E Blamont était un pionnier et grande figure de la recherche spatiale. Il était vice-président du groupe international lunaire ILEWG depuis 2010, et était promoteur d'un village robotique et base habitée lunaire. Aussi un grand humaniste avec qui nous avons partagé des moments uniques.

-Asif Siddiqi: RIP J-E Blamont. A giant in the history of space. I interviewed him once in Paris - he was charming and so full of stories.

-Manuel Bouyssou: Une légende qui nous manquera par la pertinence de ses propos.

-Martin-Olivier Ransom: L'inventeur et inspirateur

de l'exploration des planètes avec des ballons ! RIP

-Eric Dautriat: Triste nouvelle. Quand il était (au moins) septuagénaire, c'est sa grande jeunesse qui me frappait à chaque fois qu'il me parlait. Quel que soit le sujet! Même la jeunesse perpétuelle n'est pas éternelle...

-Maurice Desloire: C'était le dernier pilier/fondateur du CNES; il était reconnu internationalement; ses conseils, sa vision planétaire nous manqueront

-Théo Pirard: L'épopée astronautique perd l'une de ses grandes figures: elle est partie rejoindre les étoiles qu'elle a tant admirées et étudiées.

-Bertrand de Montluc: Bravo et merci pour cette hommage avec photos. Il m'a embauché fin 1971 au service d'aéronomie, que d'anecdotes reviennent en tête On va faire un bel hommage dans la nouvelle Lettre de la 3AF.

-Jacques Bouchet: une grande perte pour nous tous Je l'ai reçu chez moi à Cayenne il y a 3 ans, il a beaucoup œuvré pour l'Université de la Guyane.

-Catherine Rabu-Le Cochenec: Très émue.

-Gwenaëlle Verpeaux: Un grand Monsieur.

Jean-Marie Luton (4-8-1942 à 16-4-2020)

Né à Chamalières dans un milieu familial médical, il fait ses études secondaires à Clermont-Ferrand. Puis il part à Paris en 1959 et fait Polytechnique (X 1961). Il fait un stage aux Etats-Unis dans l'aéronautique et le calcul d'orbites. En 1964/70, il travaille au Service d'aéronomie où il soutient une thèse de doctorat. En 1964, il participe aux expériences sur fusées-sondes à Hammaguir (envoi de césium dans l'atmosphère). Il participe à plusieurs expériences menées à bord de satellites (OGO-6). En avril 1971, il entre au SEPOR (Service des programmes des organismes de recherche) dirigé par le professeur Maurice Levy. Ce service, où se trouvent Jean-Jacques Sussel et Jean-Marie Luton, s'occupe des programmes spatiaux et nucléaires. Il prépare ainsi les positions françaises aux négociations européennes sur l'espace et participe à la création de l'ESA. En 1974, il entre au Cnes où il devient chef de division, puis directeur des programmes en 1978, directeur général adjoint en 1984. Il représente le Cnes au Conseil de



l'ESA et au sein du conseil d'administration d'Arianespace. En 1987, il passe dans l'industrie, chez Aerospatiale où il est directeur des programmes spatiaux à la direction des systèmes stratégiques et spatiaux. En 1989, il retourne au Cnes comme directeur général sous la présidence de Jacques-Louis Lyons.

En 1990, il est nommé directeur général de l'ESA en remplacement de Reimar Lüst. Il est à la tête de l'agence quand l'Europe abandonne Hermès, qu'elle embarque sur la station orbitale internationale, qu'elle développe Ariane-5, etc. Il est à Kourou lors de l'explosion d'Ariane-501 avec les satellites Cluster en juin 1996. En mai 1997, il est nommé à la présidence d'Arianespace à la place de Charles Bigot. Il assure la transition entre Ariane-4 et Ariane-5, la création de Starsem, l'exploitation des lanceurs Soyuz et Vega depuis la Guyane, etc. En 2001, il est rejoint par Jean-Yves Le Gall qui est nommé directeur général d'Arianespace. Et en 2007, il prend sa retraite, laissant la présidence à

Jean-Yves Le Gall. Il a ensuite été administrateur de l'Institut Français d'Histoire de l'Espace (IFHE). Il était intervenu lors de l'hommage rendu à Michel Bignier en 2008. Il était officier de la légion d'Honneur, commandeur de l'ordre national du Mérite, membre emérite de la 3AF, académicien de l'IAA.

Messages de condoléances reçus sur ma page Facebook :

-Martin-Olivier Ransom Très très présent dans ma vie professionnelle pendant une longue période! D'innombrables rencontres et interviews toujours courts, un peu distant mais très attentif aux besoins de nous communicateurs. Grande tristesse. Je prie pour lui et ses proches.

-Guy Lebègue Aux noms d'anciens d'aérospatiale, grande tristesse. L'astronautique française lui doit beaucoup.

-Evelyne Villain Condette Sincères condoléances.

-Mariza Damiens Toutes mes condoléances à sa famille. J'ai gardé de bons souvenirs.

-Pierre Julien Perte d'un grand de l'espace et d'un



A g, J-M Luton et J-Y Le Gall au TsSKB-Progress de Samara en 1999. A dr, hommage à M.Bignier à l'IFHE en 2008.



L.Honnorat, P-F Mouriaux, D.Sacotte, M-L Chanin, R-M Bonnet, C.Lardier, J-D Wörner, J-J Dordain, N.Tinjob, J-Y Le Gall, Luce Fabreguettes

grand honneur de l'avoir connu et côtoyé pendant toutes ces années.

-Fellous Jean-Louis *Ignorée ? Non, voir le long papier de Jean-François Augereau dans Le Monde — qui est rarement aussi réactif...

homme toujours accessible !
-Michel Polacco Et cela après la disparition également ignorée* de Jacques Blamont.

-Catherine Rabu Le Cochennec Oui , j'espère qu'ils se tiendront la main pour ce grand départ ...

-Fellous Jean-Louis Ma première rencontre avec Jean-Marie Lutin date du Cospar à Sao Paulo en 1974, où il présentait ses résultats (avec Jacques Blamont) sur OGO-6. En 1982, il était le directeur des programmes et de la planification du CNES qui m'avait recruté pour m'occuper des programmes de recherche sur l'atmosphère et l'océan — d'où est né Topex-Poséidon. Ses interventions au Comité des Programmes Scientifiques du CNES étaient toujours d'une sagesse et d'une clairvoyance rare. C'est un

Reimar Lüst (25-3-1923 à 31-3-2020)

Né à Wuppertal (Rhénanie-du-Nord-Westphalie), il a 18 ans quand la guerre éclate. Il est à bord d'un sous-marin en 1941/43, puis prisonnier de guerre en 1943/46. Il étudie la physique à l'Université de Francfort, puis passe son doctorat à l'Université de Göttingen en 1951. Il entre au Max Planck Institute de Göttingen, puis part aux Etats-Unis : Enrico Fermi Institute de l'Université de Chicago et Université de Princeton en 1955/56. Il est professeur à l'Université de New York, au MIT, à CalTech. Il participe à la Commission Préparatoire Européenne de Recherche Spatiale (COPERS) en 1961, devient directeur scientifique de l'ESRO en 1962/64. Il tra-



vaille au Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics de Garching et à l'Université de Munich, puis retourne à l'ESRO comme vice-président en 1968/70. Il est président du German Science Council en 1969/72. Puis il devient président de la German Max Planck Society en 1972/84. Enfin, il est le 3^e directeur général de l'ESA en 1984/90. Après cela, il a présidé la Fon-

dation Alexander von Humboldt et enseigné dans les universités de Brème et Hambourg. En 2003, il était à l'Institut de météorologie Max Planck de Hambourg. Il a reçu la légion d'honneur française, l'ordre du mérite de la République Fédérale d'Allemagne, le prix Adenauer-de Gaulle, etc.

Paul Kuentzmann (1940-2020)



Ensam 1963, SupAéro 1965, docteur-ingénieur en 1967, docteur es sciences physiques en 1973, il avait travaillé à Sud-Aviation en 1963/67, ONERA en 1967 : adjoint en 1985/88, directeur scientifique en 1988/97, directeur scientifique de la branche Mécanique des fluides et Energétique en 1997/2005, Haut conseiller du président en 2005/2020. Il était membre émérite de la 3AF en 2004, président du groupe régional Ile de France, membre de la commission Propulsion à laquelle j'ai participé pendant plusieurs années. Il était membre de l'IAA et de l'AAE. Il avait reçu la Légion d'honneur en 2002, l'ordre national du mérite en 1992, les palmes académiques en 1998, ainsi que d'autres distinctions. C'était un ami. La dernière fois que je l'ai vu, c'était à la conférence sur l'histoire des stations orbitales que j'ai donnée à la Mairie du 15e arrondissement le 15 janvier 2019. Il était déjà très malade et n'avait pas pu rester jusqu'à la fin de la conférence. Paix à son âme.

Adilia Ravgatovna Kotovskaya (22-10-1927 à 29-3-2020)



Née le 22 octobre 1927 à Samarkand (Ouzbekistan), elle termine le 1^{er} institut de médecine de Moscou en 1951, candidat es sciences en 1955. Elle entre dans le secteur n°8 du NIIAKiM de l'armée de l'air, dirigé par V.I. Yazdovsky, en octobre 1955. Elle participe aux vols de chiens sur des fusées géophysiques et en orbite (Laïka, Belka, Strelka, etc). Puis elle participe à la sélection et à la préparation des cosmonautes. Elle a participé au lancement de Gagarine et Titov à Baïkonour en 1961. Pour cela, elle a reçu l'Ordre du travail du drapeau rouge en 1961. Depuis 1973, elle travaille à l'IMBP (laboratoire de physiologie de gravité artificielle, puis de physiologie des accélérations en 1980).

Elle dirige la section de physiologie spatiale du conseil Intercosmos et dirige le programme médico-biologique des vols habités franco-russe. Elle a reçu la légion d'honneur en 2006, la médaille du Cnes en 1990 et est citoyenne d'honneur de la ville de Toulouse. Elle était docteur es sciences médicales en 1971 et professeur en 1989. Je l'avais rencontrée plusieurs fois, notamment dans le cadre de la coopération spatiale France-URSS/Russie. Je l'avais vue à sa remise de la Légion d'honneur à Moscou en 2006, aux 50 ans du vol de Gagarine au Kremlin en 2011, aux 20 ans du Cadmos à Toulouse le 15-10-2013. Paix à son âme !!!

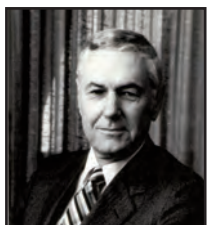
Evgueny Anatolievitch Mikrine (15-10-1955 à 5-5-2020)



Il est décédé le 5 mai du coronavirus à l'âge de 65 ans. Né le 15 octobre 1955 dans la région de Lipetsk, il a terminé le MVTU Bauman en 1979, puis est entré chez NPO Lavotchkine. En 1981, il passe chez RKK Energiya comme spécialiste des systèmes de direction d'engins spatiaux. Il travaille d'abord sur le programme Bourane, puis sur la station orbitale internationale (ISS), il est docteur es sciences techniques en 2001, professeur en 2004, membre-correspondant en 2006, puis académicien en 2011. En 2007, il est adjoint du constructeur général. Puis en décembre 2015, après la mort de Victor Legostaïev, il devient constructeur général, adjoint de la commission d'état pour les vols habités, membre de la VPK, membre du Conseil pour le cosmos, membre du comité scientifico-technique de Roscosmos. Il avait reçu le prix B.N. Petrov de l'Académie des sciences en 2007, le prix du gouvernement pour la science et la technique en 2009, le prix K.E. Tsiolkovsky en

2014, etc. Il est membre de l'IAA, RAKTs, etc. Paix à son âme.

James M. Beggs (9-1-1926 à 23-4-2020)



Né à Pittsburgh, il est diplômé de l'Académie navale d'Annapolis en 1947 et a servi dans l'US Navy jusqu'en 1954. En 1955, il a obtenu une maîtrise de la Harvard Business School. Il a travaillé pour Westinghouse Electric Comp. à Sharon et Baltimore pendant treize ans. Il est administrateur adjoint de la NASA de 1968 à 1969. De 1969 à 1973, il a été sous-secrétaire aux Transports. Il a rejoint Summa Corp. à Los Angeles avec le titre de directeur général puis General Dynamics en janvier 1974. Puis il est vice-président exécutif et directeur de General Dynamics Corp. à Saint-Louis. Il est le 6^e administrateur de la Nasa en 1981/85. Il a dû se mettre en congé en raison d'une inculpation émise par le département de la Justice, mais cette inculpation a été classée sans suite plus tard.





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



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



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



**LES DÉBUTS DE
LA RECHERCHE
SPATIALE
FRANÇAISE**
AU TEMPS DES FUSÉES-SONDES
PRÉFACE DE JACQUES BLANCHOT

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



INSTITUT FRANÇAIS D'HISTOIRE DE L'ESPACE
**Les relations franco-américaines
dans le domaine spatial**
1957-1975

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



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

BON DE COMMANDE

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

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

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

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

Règlement par chèque à l'ordre de l'IFHE

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