

HSR-37
juin 2006

La France dans l'Espace 1959-1979

Contribution à l'effort spatial européen

Hervé Moulin

**European Space Agency
Agence spatiale européenne**

Titre : HSR-37 La France dans l'Espace 1959-1979 –
Contribution à l'effort spatial européen (juin 2006)

Publié par : Division des Publications de l'Agence spatiale européenne
ESA/ESTEC, boîte postale 299, 2200 AG, Noordwijk, Pays-Bas

*Mise en page &
publication :* H. Lacoste

Prix : 20 euros

ISSN : 1683-4704

ISBN : 92-9092-549-3

Imprimé aux: Pays-Bas

Avertissement

Survoler en quelques pages l'ensemble des activités spatiales françaises est une tâche d'autant plus ambitieuse et complexe que ce travail de mise en perspective historique s'est vu assigner pour objectif de faire apparaître les interactions existant entre la politique spatiale nationale et le programme spatial européen – qui ne peuvent à leur tour s'extraire du contexte international dans lequel ils s'inscrivent. Les deux programmes naissent, cohabitent et progressent simultanément, au gré des politiques qui, selon les périodes, semblent évoluer en parallèle, se confondre, s'articuler ou prendre des voies divergentes.

Le vaste domaine d'investigation couvert relève certes de l'histoire des sciences et des techniques, mais cette étude emprunte également concepts, acquis et outils méthodologiques à l'histoire militaire, diplomatique, industrielle, politique et sociale.

L'approche retenue pour ce survol des activités spatiales mettant résolument l'accent sur la dimension politique et programmatique, certains aspects techniques et une partie du contenu scientifique des programmes sont laissés dans l'ombre. Cela est certes regrettable, mais il est nécessaire d'opérer certains choix méthodologiques, comme en témoignent les remarques préliminaires qui suivent.

C'est à la fin des années 50 que la France s'engage officiellement dans l'aventure spatiale. Les changements intervenus à la tête de l'État français et le contexte international sont sans doute à l'origine de la volonté du gouvernement de mettre en place une véritable politique spatiale. Afin d'être en mesure d'en apprécier la portée, il nous a semblé utile de rappeler les principales recherches scientifiques et réalisations techniques entreprises depuis la fin de la guerre.

Ce survol se termine, en principe, à la fin des années 70, au moment où les premiers vols de la fusée *Ariane* ouvrent à l'Europe l'accès direct à l'espace. Nous n'avons pu éviter de faire quelques incursions dans des périodes plus récentes, caractérisées par une évolution importante des activités spatiales et de leurs applications qui s'ouvrent sur la Société et le marché commercial international.

La nature pluridisciplinaire des activités spatiales implique l'intervention de nombreux acteurs et d'organismes évoluant dans des domaines et des secteurs d'activités très différents. Ils ont été producteurs d'une quantité importante de documents, divers dans leurs formes et très dispersés. Malheureusement, lorsqu'ils n'ont pas disparu, beaucoup de ces documents n'ont pas encore donné lieu à l'établissement d'inventaires précis et leur consultation s'avère difficile.

Les dispositions législatives françaises en vigueur, qui fixent les règles en matière de communication d'archives, imposent un délai général de 30 ans avant qu'on puisse les consulter. Ceci ne facilite pas les travaux sur l'histoire du temps présent, dont les activités spatiales font partie¹. Pour ce qui concerne les archives détenues par les militaires, les fonds conservés par le Service historique de la Défense² sont souvent soumis à des règles plus restrictives, qui nécessitent parfois des dérogations pas toujours accordées. Certains fonds sont tout simplement non communicables. Les archives industrielles qui représentent une source intéressante sont encore trop difficilement accessibles aux chercheurs. D'une manière générale, pour les périodes les plus récentes, nous avons dû nous contenter de l'utilisation de sources imprimées, complétées par les témoignages oraux des principaux acteurs du secteur spatial.

De nombreuses monographies seront nécessaires pour couvrir l'ensemble de l'Histoire spatiale de la France dans toutes ses dimensions.

¹ Loi n°79-18 du 3 janvier 1979 sur les archives.

² A compter du 1^{er} janvier 2005, les différents services historiques des archives militaires (Air, Terre, Mer, Armement, Gendarmerie) ont été regroupés au sein du Service Historique de la Défense.

Table des matières

Introduction	3
Prélude aux activités spatiales, 1945-1958	9
Les militaires s'intéressent aux engins et aux fusées	9
La renaissance du secteur industriel	11
Les premières recherches sur la haute atmosphère à l'aide de fusées	12
La volonté politique du gouvernement du Général de Gaulle	18
La politique spatiale française	23
Le Comité de recherches spatiales	23
La création du Centre national d'études spatiales	28
L'Accès à l'Espace : le programme Diamant	34
Les coopérations bilatérales	35
L'émergence des applications spatiales	39
Les premiers programmes d'application	45
La contribution française à l'Europe spatiale	49
CERS/ESRO : L'Europe spatiale des scientifiques	49
CECLES/ELDO : Naissance d'une Europe des lanceurs	53
Les premières conférences spatiales européennes (CSE)	56
CETS : La Conférence européenne de télécommunications spatiales	58
L'Europe spatiale en Guyane	59
L'Agence spatiale européenne: une agence et un programme uniques ..	61
Epilogue : La France face au défi international	63
Ariane aborde le marché commercial	63
Les infrastructures spatiales	66
L'espace et la Défense	69
Les orientations vers une Europe de l'espace	71
Annexes	73
Références bibliographiques	97
Abréviations et acronymes	107

Si la France se refuse à l'engagement spatial ou si elle tente, par trop, de le tempérer, il est vraisemblable qu'à de nombreux égards, elle se mettra dans une position périlleuse et ceci autant pour le développement de sa recherche que pour celui de son économie.

Compte tenu de ces remarques la mise en œuvre d'une option spatiale d'envergure par le pays constitue à nos yeux plus qu'un acte de foi, plus qu'un acte de prestige : un acte de lucidité¹.

André Maréchal, 1963

Nous ne pouvons pas, alors qu'un champ nouveau de l'intelligence humaine vient de s'ouvrir dans le domaine balistique et spatial, penser que l'Europe, et la France en particulier, qui ont été depuis des siècles à la base du développement humaniste et scientifique du monde, renoncent à toute action à cet égard, alors qu'elles disposent de moyens non négligeables².

Charles Cristofini, 1964

¹ A. MARECHAL, Délégué général à la recherche scientifique et technique, « La France et la recherche spatiale », *La Recherche spatiale*, vol. I, n°1, janvier 1963, pp. 3-7.

² C. CRISTOFINI, président de la SEREB, « les pierres précieuses, Programme spatial de la SEREB », *La Recherche spatiale*, vol. III, n°6, juin 1964, pp. 5-6.

Introduction

La politique spatiale française, décidée au début des années 60, résulte avant tout de la volonté du gouvernement français de l'époque, qui trouve dans les activités spatiales un moyen d'affirmer sa souveraineté et son indépendance stratégique dans un domaine technologique nouveau.

En 1783, grâce aux ballons des frères Montgolfier et aux ballons à gaz de Charles et Robert, l'homme peut pour la première fois quitter le sol et s'aventurer dans la troisième dimension, simple prélude à sa future conquête quelques décennies plus tard, avec les plus lourds que l'air de Clément Ader. Cependant, comme le souligne André Lebeau, jusque-là « *[l'homme] restait encore prisonnier de cette attraction newtonienne à laquelle aucune des formes de la vie terrestre n'échappe depuis ses origines. C'est à la technique spatiale qu'il revient d'avoir rompu ce lien*¹ ».

Depuis longtemps, le voyage dans l'espace est présent dans l'imaginaire des hommes. Il enregistre un regain d'intérêt dans la deuxième partie du 19^{ème} siècle, grâce aux romanciers comme Jules Verne, qui propose au public des récits de voyages dans l'espace et sur la Lune. Ces ouvrages, qui puisent dans les progrès technologiques et industriels de l'époque pour capter l'attention des lecteurs, attirent également la curiosité de scientifiques et d'ingénieurs qui, à leur tour, entreprennent d'étudier la question et commencent à chercher des solutions alternatives au canon proposé par Jules Verne².

Le début du 20^{ème} siècle enregistre les premiers travaux du Russe Konstantin E. Tsiolkovski, de l'américain Robert. H. Goddard ou de l'allemand Hermann J. Oberth. Ces travaux trouvent un écho en France, auprès des personnages tels que Robert Esnault-Pelterie³, Jean-Jacques Barré⁴ ou Louis Damblanc⁵.

Au milieu des années vingt, de jeunes ingénieurs se réunissent au sein de sociétés d'amateurs de fusées et entreprennent des recherches expérimentales sur la base des travaux réalisés par leurs aînés⁶. La France reste en marge de ce mouvement qui s'étend en Europe et dans le monde. Malgré les efforts de vulgarisateurs comme Alexandre Ananoff, la cause des fusées et de

¹ A. LEBEAU, *L'espace en héritage*, Odile Jacob, Paris, 1985. p. 12

² J. VERNE, *De la Terre à la Lune*, Hetzel ; Paris, 1865 et *Autour de la Lune*. Hetzel ; Paris, 1867. Parmi les nombreux ouvrages parus à cette époque on peut signaler le *Voyage à Vénus*. Achille Eyraud ; 1865 ; dont l'auteur est l'un des premiers à avoir envisagé d'utiliser la propulsion à réaction pour les voyages dans l'espace.

³ R. ESNAULT-PELTERIE (1881-1957). Ingénieur reconnu mondialement pour ses travaux en aéronautique, il s'est intéressé dès 1908 à la théorie du vol des fusées avant d'entreprendre des recherches expérimentales sur les fusées à propulsion liquide. Ses recherches seront interrompues avec l'arrivée de la seconde guerre mondiale. Il a écrit deux ouvrages scientifiques de référence : *L'Astronautique*, Lahure, 1930 et *L'Astronautique-complément*, Gauthier-Villars, Paris, 1935

⁴ J.-J. BARRE (1901-1978). Polytechnicien, après un début de carrière dans l'Artillerie ; à partir de 1927, il s'intéresse aux fusées et entre en relation avec R. Esnault-Pelterie. Après des recherches sur les obus-fusées, il entreprend la réalisation d'une fusée à propulsion liquide (EA41). Puis, après la guerre il développe une nouvelle fusée EA1946 (Eole) sur laquelle les recherches seront interrompues en 1952. Il fut également ingénieur-conseil à la SEREB et participa aux activités de la Société Française d'Astronautique. Voir J. Villain. *Jean-Jacques Barré, pionnier français des fusées et de l'astronautique*. Janvier 1993.

⁵ L. DAMBLANC (1889-1969). My Theoretical and Experimental Works – From 1930 to 1939, which has accelerated the Development of multistage rockets », *First Steps Toward Space*, Smithsonian Annal of Flight, n°10, Washington D.C; USA, 1974.

⁶ F. H. WINTER *Prelude to the Space Age – The Rocket Societies : 1924-1940*, Smithsonian Institution Press, Washington D.C, 1983, 222 p. Cet ouvrage est certainement l'un des plus complets sur l'histoire des différents groupes d'amateurs de fusées avant la guerre.

l'astronautique trouve peu de supports dans la communauté scientifique française comme chez les militaires qui ne croient guère en l'avenir de leur discipline⁷.

En décembre 1927, Robert Esnault-Pelterie, associé au banquier André-Louis Hirsch, crée le prix international d'astronautique, le Prix REP-Hirsch, qui a fortement participé à la diffusion des travaux sur les fusées⁸.

C'est au cours de la seconde guerre mondiale et eut égard à l'effort de guerre important qu'elle requiert en matériel et en financement, que les autorités politiques prennent conscience que la mise en œuvre d'une véritable politique scientifique et technique ne peut être que de la responsabilité gouvernementale.

Les militaires allemands, qui éprouvent des difficultés avec les fusées à poudre, se rapprochent de ces « groupes d'amateurs de fusées », leur proposent de poursuivre leurs travaux sur les fusées à liquides, avec l'aide des universités et de l'industrie, afin de développer des engins au sein de l'armée. On sait qu'ils aboutiront à la réalisation en série de fusées de grandes dimensions, les A4 (V2).

La France soumise, comme la plupart des pays européens, aux contingences de la guerre, n'a pas immédiatement pris conscience du mouvement qui s'amorçait. Aussi, à l'issue du conflit, la situation de la recherche scientifique et technique française est-elle peu différente de celle prévalant dans la période précédente. Malgré les efforts déployés en 1954 par le gouvernement de Pierre Mendès-France pour améliorer la situation, les recherches scientifiques françaises resteront longtemps très dispersées et peu dotées. Seuls les militaires, qui ont entrepris d'analyser les travaux et les matériels allemands développés au cours de la guerre, poursuivent des recherches – et ce dans le plus grand secret.

À la fin des années 50, deux événements, presque concomitants, vont bénéficier aux recherches spatiales françaises.

Le lancement de *Spoutnik*, le 4 octobre 1957, par l'Union soviétique, qui bouleverse un contexte géopolitique dominé par la Guerre Froide, trouve son origine dans le déroulement de la plus importante opération de coopération scientifique organisée depuis la guerre : l'Année Géophysique Internationale (AGI). La réussite de ce lancement a des conséquences immédiates sur les relations entre les deux blocs, en même temps qu'il suscite l'intérêt des politiques pour les questions en rapport avec l'espace. Elles prennent alors une dimension stratégique.

Le second événement intervient en mai 1958. Dès son retour au pouvoir, le Général de Gaulle instaure une nouvelle politique reposant au niveau international sur les notions d'indépendance nationale et de coopération. Pour cela, il fait largement appel aux techniques et à la science qui sont facteurs de progrès et introduit des changements significatifs dans de nombreux domaines. L'une de ses premières tâches est de réorganiser la recherche scientifique, dont les questions spatiales font partie : des objectifs clairs sont assignés, assortis des moyens nécessaires.

Le 7 janvier 1959, le gouvernement qui entend peser dans le débat sur l'espace qui s'instaure sur le plan international, crée le Comité des recherches spatiales, dont la mission est de dresser un état de la situation française et de proposer au gouvernement un programme spatial national. L'importance de l'enjeu, face à l'évolution rapide du contexte international et à la multiplication des initiatives sur le plan européen, amène la France à s'engager résolument dans l'aventure

⁷ A. ANANOFF (1910-1992). *Les mémoires d'un astronaute ou l'astronautique française*, Albert Blanchard. 1978, 198 p. Vulgarisateur de l'astronautique pendant plusieurs décennies, il a écrit de nombreux articles et plusieurs ouvrages dont *L'Astronautique*, Fayard, Paris, 1950. 498 p. Cet ouvrage présente un panorama très complet de l'état de la question à cette époque.

⁸ C'est le 26 décembre 1927, à l'occasion de la création de ce prix, que les participants à la réunion ont adopté la proposition formulée par l'écrivain J-H Rosny-Ainé, président du prix Goncourt, d'utiliser le mot « Astronautique».

spatiale. En décembre 1961, le gouvernement décide de réaliser un lance-satellite national et de créer le Centre national d'études spatiales (CNES), chargé de mener la politique spatiale de la France ; il se dote d'une véritable politique spatiale nationale. Les premières années du CNES, qui démarre ses activités le 1^{er} mars 1962, sont consacrées à l'apprentissage des nouvelles techniques, à la formation des équipes de recherches et industrielles et à la mise en place des infrastructures techniques indispensables.

Quatre ans après la création du CNES, le 26 novembre 1965, la France accède au rang de puissance spatiale avec la réussite du premier lancement de la fusée *Diamant*, qui place sur orbite le premier satellite français, la capsule technologique *A1 (Astérix)*. La France s'ouvre l'accès à l'espace et démontre ainsi au monde sa capacité à maîtriser des techniques de pointe. D'un point de vue politique, ce succès apporte la confirmation que pour assurer son indépendance la France est prête à se doter des moyens scientifiques, techniques, industriels, humains et financiers nécessaires. Quant à l'aboutissement du programme de satellite scientifique *FR1*, dont le lancement par une fusée américaine *Scout* intervient le 6 décembre 1965, depuis la base de Vandenberg en Californie, il concrétise les intentions de la France de s'engager et de développer la coopération internationale dans le domaine spatial.

En 1957, l'instauration du Marché Commun avait donné une nouvelle impulsion à l'idée de construction européenne. Dès 1958, quelques scientifiques européens, parmi lesquels figure le français Pierre Auger, ont souhaité que l'Europe soit présente dans l'espace. Leurs réflexions aboutissent, en 1962, à la création de l'Organisation européenne de recherches spatiales (CERS/ESRO) entièrement consacrée aux recherches scientifiques⁹.

De leur côté les Britanniques, sur la base de considérations économiques et politiques purement nationales décident, en avril 1961, d'abandonner leur programme de missile *Blue Streak* et proposent à la France, puis à l'Europe de bâtir, autour de cette fusée, une Europe des lanceurs. Cette proposition aboutit, également en 1962, à la création d'une seconde organisation européenne, le Centre Européen pour la Construction de Lanceurs d'Engins Spatiaux, le CECLES/ELDO)¹⁰.

Au cours de cette période, les premières réalisations américaines dans les domaines des télécommunications et de la météorologie, incitent les Français à se pencher sur les différentes applications spatiales dont l'exploitation laisse entrevoir des potentiels économiques intéressants et revêtent de ce fait, un enjeu stratégique. Cependant, le développement de telles applications dépasse les limites techniques et financières supportables par une seule nation européenne.

Au début de l'année 1966, cette réflexion conduit à une réorientation de la politique spatiale française qui amorce un premier virage important. Les études sur les applications entreprises montrent la nécessité de disposer d'un lanceur lourd aux performances accrues et aux capacités de mise en orbite nettement supérieures au *Diamant*. Le gouvernement français considère qu'il est indispensable d'assurer la réussite du programme européen et décide de lui accorder la priorité sur le programme national. Cependant, cette réorientation intervient alors que les deux organisations européennes sont soumises à des tensions ; le CERS/ESRO rencontre des difficultés d'ordre programmatique et le CECLES traverse une série de crises majeures. La Convention du CERS n'autorise pas l'insertion de programmes d'application et le CECLES rencontre des difficultés dans le développement de la fusée *ELDO A*, qui n'est par ailleurs pas adaptée pour les futurs

⁹ J. KRIGE, A. RUSSO, *A History of the European Space Agency, 1958-1987*, vol.1 – the story of ELDO and ESRO, 1958-1973, ESA SP-1235, ESA Publications Division, ESTEC, The Netherlands. – voir Chap. 1, pp.13-39 et Chap. 2, pp.42-79.

¹⁰ *Ibid.* Chap. 3, pp.81-101

satellites d'applications. Ces difficultés sont telles qu'elles nécessitent la convocation d'une Conférence spatiale européenne (CSE), en 1966¹¹.

Après le succès du programme *Diamant A* (1965-1967), la France, persuadée que l'espace demeure un élément stratégique important, reste convaincue de la nécessité pour l'Europe de disposer de son propre système de lancement afin qu'elle soit en mesure d'accéder librement à l'espace. Néanmoins, face aux difficultés dans la mise au point du lanceur *Europa* du CECLES, elle décide de poursuivre l'effort national dans le domaine des lanceurs avec la réalisation de nouvelles versions du programme *Diamant*.

Après les premières années, particulièrement fastes, pendant lesquelles les recherches spatiales françaises bénéficient du soutien inconditionnel du gouvernement, les années qui suivent voient l'essor du programme français rythmé par les soubresauts de la politique budgétaire nationale qui en limite l'ampleur ou par l'absence de volonté politique de s'engager plus avant, ce qui impose parfois des changements d'orientation importants.

Par la suite, le gouvernement continue à déplorer l'incohérence existant entre les deux programmes européens, qui se trouvent être maintenant confrontés aux difficiles négociations sur la participation au programme *post-Apollo*, proposé par les Etats-Unis. Pour les Français, une révision des programmes européens est indispensable, en même temps qu'un changement de structures s'impose. Les différentes Conférences spatiales européennes qui se tiennent au niveau ministériel, entre 1966 et 1973, ont la lourde tâche de trouver les solutions adéquates.

La France et l'Allemagne, affichant leur volonté de s'engager dans la voie des applications, décident en 1966, dans une coopération bilatérale de développer des satellites de télécommunications. Ce programme, baptisé *Symphonie*, comportant de nombreuses innovations techniques fut, bien involontairement, à l'origine de la relance du programme européen. Devant l'indisponibilité du lanceur *Europa*, les responsables du programme se tournent vers les Etats-Unis pour assurer le lancement des deux satellites, mais ils se heurtent aux conditions draconiennes imposées par les Américains, avant de parvenir à un accord qui limite l'utilisation des satellites *Symphonie*, à des fins expérimentales. À cette occasion, les Européens prennent conscience de la nécessité de disposer de leurs propres capacités de lancements.

Une telle évolution conduit la France à prendre une position encore plus favorable à l'égard de l'Europe. Elle prend en effet l'initiative de proposer à ses partenaires européens un nouveau lanceur, le *LIIS (lanceur à 3 étages de substitution)*, adapté aux lancements de satellites d'applications, notamment de télécommunications, qui doit être opérationnel à partir des années 80.

En juillet 1973, la Conférence spatiale européenne obtient le consensus sur un nouveau programme (package deal) qui porte sur la réalisation du *Spacelab*, cher aux Allemands, sur le développement du lanceur *LIIS*, qui prend alors le nom d'*Ariane*, sur le programme de satellites de télécommunications maritimes *Marots*, cher aux Britanniques et sur la création d'un organisme unique l'Agence spatiale européenne (ASE/ESA), par le regroupement des activités du CERS et du CECLES.

En 1974, la politique spatiale française amorce un nouveau virage en décidant d'interrompre son programme national de lanceurs et en reportant ses efforts sur le nouveau lanceur européen.

Le 24 décembre 1979, le premier vol d'*Ariane* permet enfin à l'Europe, en tant qu'entité¹², d'accéder à l'espace par ses propres moyens en même temps qu'elle lui ouvre la porte du marché commercial. Les spécificités du nouveau lanceur, notamment sa modularité, lui permettront de

¹¹ *Ibid.* Chap. 4, pp.103-119.

¹² Auparavant, parmi les nations européennes, la France (1965) et la Grande-Bretagne (1970) avaient lancé des satellites à l'aide d'un lanceur national.

prendre des parts non négligeables du marché international de lancement des satellites de télécommunications qui se développe fortement, d'autant que le programme concurrent de la navette spatiale américaine prend du retard et va se révéler mal adapté aux lancements de satellites.

Aujourd'hui, alors que de nouveaux acteurs apparaissent et qu'une nouvelle physionomie du paysage spatial européen se dessine, il nous semble possible d'affirmer que la France a été un des moteurs essentiels de l'Europe spatiale.

Prélude aux activités spatiales, 1945-1958

Les militaires s'intéressent aux engins et aux fusées

Dès 1943, les Américains et les Anglais s'étaient intéressés aux engins développés par l'Allemagne, mais ce n'est qu'à partir de septembre 1944, et les premiers bombardements de V2 sur la Région parisienne, que plusieurs missions scientifiques françaises peuvent accompagner les armées alliées qui entrent en Allemagne, dans le but de prendre connaissance des différents travaux réalisés et de récupérer du matériel.

Après la guerre, les questions scientifiques et techniques sont traitées au sein de l'armée par trois Directions techniques présentes au sein de chacune des trois armes (Terre, Air et Mer) ; le dispositif étant complété par une quatrième, le Service des Poudres, qui apporte ses capacités techniques et ses connaissances aux trois autres directions¹.

Le rôle des Directions techniques

Ces Directions techniques, jalouses de leurs prérogatives, notamment budgétaires, se lancent dans la création de structures spécialisées pour étudier les engins et les fusées, ce qui a pour effet d'entraîner une dispersion des travaux que les autorités politiques s'efforceront à plusieurs reprises de coordonner et de centraliser.

La Direction des Études et Fabrications d'Armement (DEFA), dépendant de l'Armée de Terre, crée sur la proposition d'Henri Moureu², le Centre d'Études des Projectiles Autopropulsés (CEPA)³, qui parvient avec difficultés et sans grands moyens, en mars 1947, à reconstituer un V2. Parallèlement, la DEFA crée au printemps 1946 le Laboratoire de Recherches Balistiques et Aérodynamiques (LRBA) implanté à Vernon, où elle regroupe plusieurs dizaines de techniciens et d'ingénieurs allemands. Cet apport lui permet d'engager des travaux sur la propulsion à ergols liquides et le guidage des engins. Après un premier programme portant sur l'amélioration des V2, rapidement interrompu, la DEFA entreprend le développement d'une fusée équipée d'un moteur mis au point avec l'aide des ingénieurs allemands brûlant le couple *acide nitrique* - *essence de térébenthine* et alimenté par la mise en pression des réservoirs. Cet engin prend le nom de *Veronique*⁴.

Après quelques essais de modèles réduits testés en vol sur les champs de tirs militaires métropolitains, la version *Veronique N* (pour Normale) réussit un premier vol, le 22 mai 1952, depuis le champ de tir Saharien d'Hammaguir⁵, avant qu'une nouvelle version *Veronique NA* (Normale Allongée) soit expérimentée à deux reprises en février 1954. Au cours du second tir, la fusée *Veronique NA* atteint l'altitude escomptée de 135 kilomètres. Quelques scientifiques, réunis autour du professeur E. Vassy, fondent alors de grands espoirs sur l'utilisation des fusées pour leurs futures expériences prévues dans le cadre de l'Année géophysique internationale (AGI) et

¹ R. PICQUE, p. 43. D'après l'auteur, le Service des Poudres aurait été créé dès 1336.

² Henri MOUREU (1899-1978), Membre de l'Académie des Sciences. A la fin de la guerre il était Directeur du Laboratoire municipal de la ville de Paris, et assurait parallèlement la fonction de conseiller technique de la Défense passive.

³ Sur l'action d'Henri Moureu et les études du CEPA, il est indispensable de se reporter aux différents travaux d'Olivier Huwart et de Roland Hautefeuille, cités dans la bibliographie. Les sources françaises et étrangères sont rassemblées dans *Des armes secrètes allemandes aux fusées françaises*, Répertoire numérique détaillé du Fonds Hautefeuille (1927-1997), SHAA, séries Z 32598-Z 32607 et Z-34009-Z34010.

⁴ L'origine du nom « *Veronique* » n'est pas connue avec certitude, plusieurs interprétations étant possibles. La plus couramment admise serait la contraction des termes VERnon et électRONIQUE. Nous avons dans la suite de ce texte retenu cette interprétation et par conséquent le nom *Veronique* sera écrit sans accent.

⁵ Voir *infra* note 8.

persuadent les militaires de leur laisser embarquer des expériences lors des vols d'essais suivants. Les premières expériences scientifiques françaises réalisées à bord de fusées, ont eu lieu en octobre 1954.

La Direction Technique Industrielle de l'Aéronautique (DTIA), de l'Armée de l'Air, étudie tout ce qui est en rapport avec l'atmosphère et le domaine d'évolution des avions. En 1945, elle crée une section des « engins spéciaux », dirigée par Michel Decker qui organise l'ensemble de la production de missiles : Sol-Air (SA), Air-Sol (AS), Air-Air (AA), anti-chars (SS) et engins cibles (CT)⁶.

La Marine, quant à elle, réalise des travaux conséquents sur plusieurs missiles développés au sein de la Direction Centrale des Constructions Navales (DCCAN), mais ceux-ci n'auront qu'une influence marginale sur le développement des futures activités en rapport avec l'espace⁷.

Pour leurs premiers essais en vol, les militaires français utilisent plusieurs champs de tir métropolitains (Suippes, Le Cardonnet, etc.). Les portées des engins augmentant, les militaires décident pour des raisons de sécurité de créer deux champs de tirs, à partir desquels pourraient être effectués des tirs à longue portée. C'est ainsi qu'est décidée la création du Centre d'Essais d'Engins Spéciaux (CEES) à Colomb-Béchar, en Algérie, qui devient rapidement un centre interarmées (CIEES)⁸. La Marine crée le 5 août 1952, pour ses besoins propres, le Centre d'Essais et de Recherches d'Engins Spéciaux (CERES), situé en métropole, à l'île du Levant, sur le littoral méditerranéen⁹.

Les premiers Comités militaires de coordination

Dès 1947, les militaires s'interrogent sur le développement futur des engins. Doit-on rester dans la voie des engins stratégiques, type V2, comme le préconise Henri Moureu et le CEPA, ou au contraire, doit-on privilégier la filière des engins tactiques comme le souhaite une grande partie des militaires ? La multiplication des services et des études en matière d'engins et de fusées ne permet pas de rationaliser les recherches. De ce fait, les responsables militaires et politiques sont régulièrement conduits à envisager la constitution de structures nouvelles, capables d'assurer une coordination, parfois un contrôle, aptes à harmoniser les travaux, et qui auraient le pouvoir d'imposer leurs choix aux différentes directions techniques, peu disposées à abandonner leurs prérogatives.

Une première initiative intervient dans ce sens, en avril 1945, avec la création du Comité de Coordination Scientifique de la Défense Nationale (CCSDN) dont la mission est de coordonner les études scientifiques entreprises dans les différents départements militaires¹⁰. Mais, ne disposant pas de moyens financiers il reste sans grande influence. Une nouvelle structure lui est substituée

⁶ M. DECKER, « Rapport sur l'action des services de la Direction technique et industrielle de l'Aéronautique en matière d'engins », 13 mars 1950 [SHAA].

⁷ Les travaux de la DCCAN sur les engins et les missiles n'ont pas encore fait l'objet d'études historiques approfondies. Voir VAÏSSE «1946-1958 : L'émergence de l'industrie française des missiles tactiques», *La IV^e République face aux problèmes d'armement*. (1997)

⁸ Le 24 avril 1947, a été créé à Colomb-Béchar (Algérie) un Centre d'essais d'engins spéciaux (CEES) qui deviendra interarmées (CIEES) l'année suivante. En 1952, le centre d'essais fut étendu dans la région d'Hamaguir, située à une centaine de kilomètres pour permettre les premiers tirs de *Veronique N*. Le champ de tir a été fermé le 1^{er} juillet 1967, conformément aux dispositions des Accords d'Evian signés en mars 1962, accordant l'indépendance à l'Algérie.

⁹ Une décision du 19 octobre 1950 prévoyait de créer une « Station de lancement d'engins spéciaux » sur l'île du Levant. Cette implantation a pris, en 1952, le nom de Centre d'essais et de recherches d'engins spéciaux (CERES) avant d'être rebaptisé : Centre d'Essais de la Méditerranée (CEM).

¹⁰ Décret du 20 avril 1945.

en mars 1947 : le Comité de Coordination des Recherches Scientifiques de la Défense Nationale (CCRSND). Ce comité, présidé par le général Bloch-Dassault, associe des personnalités scientifiques aux représentants des trois armes. Là encore, son principal défaut réside dans le fait qu'il ne dispose pas en propre de crédits de recherches et ne parvient pas à faire admettre sa politique auprès des directions techniques, qui demeurent toutes puissantes.

Une troisième tentative, en mai 1948, aboutit à la création du Comité d'Action Scientifique de Défense Nationale (CASDN)¹¹. Rattaché directement au Président du Conseil, le nouveau comité, présidé par le général Paul Bergeron¹², jouit d'une certaine autorité politique et d'une crédibilité financière, puisqu'il dispose d'un véritable budget, et sa compétence s'étend aux recherches menées non seulement dans le cadre militaire, mais également auprès de certaines recherches civiles. Fonctionnant jusqu'au début des années 60, il aura une influence réelle sur la mise en œuvre des premières recherches sur la haute atmosphère à l'aide de fusées.

La renaissance du secteur industriel

Les premières réalisations françaises, en matière de fusées, s'appuient sur différents secteurs industriels : l'industrie aéronautique, les industries électroniques et des équipements encore naissantes et celles du secteur de la propulsion¹³.

L'aéronautique

Les sociétés aéronautiques qui ont survécu à la guerre doivent être réorganisées. Elles se voient entraînées dans plusieurs vagues successives de restructurations qui aboutissent à la création de six sociétés nationales (SNCAC, SNCAC, SNCASE, SNCASO, SNCAM, SNECMA, etc.). Plusieurs de ces sociétés nationales de constructions aéronautiques seront fusionnées, en 1957, pour donner naissance à deux nouvelles sociétés : Sud Aviation et Nord Aviation¹⁴. À côté de ces sociétés nationales, existent des sociétés privées qui, comme Dassault dans le domaine aéronautique ou la société des Engins Matra dans celui des missiles, vont accumuler une grande expérience dans leurs domaines respectifs. Autour de ces grandes entreprises, une multitude de petites sociétés, plus spécialisées, complètent le dispositif industriel.

La propulsion

À l'origine, le secteur de la propulsion s'organise autour de deux pôles : la propulsion à liquides et la propulsion à poudre. Dans un premier temps, la grosse propulsion à liquides est du ressort du LRBA, alors que la petite propulsion à liquides est développée au sein même de l'Arsenal de l'Aéronautique¹⁵ et par la Société d'Etudes de la Propulsion par Réaction (SEPR)¹⁶. Quant à la propulsion à poudre, elle est répartie entre diverses entités (Arsenal, SEPR, STRIM, etc.). À la fin des années 60, le secteur de la propulsion à liquides fait l'objet d'une restructuration qui donne naissance à la Société Européenne de Propulsion (SEP) alors que les travaux sur les poudres restent

¹¹ Décret n°48-861 du 24 mai 1948 (*Journal Officiel*, n°123, 26 mai 1948, p. 5042).

¹² En 1955, le général Paul Bergeron sera remplacé à la présidence du CASDN par le général Maurice Guérin.

¹³ Voir *Naissance de l'industrie spatiale française au début des années 60*, Actes de la 2^{ème} Rencontre de l'IFHE tenue à Paris, 23-24 octobre 2001, IFHE Publications, Paris, 2002, 266 p.

¹⁴ En janvier 1970, le regroupement de ces sociétés forme l'ossature de la Société nationale industrielle aérospatiale (SNIAS), devenue Aérospatiale. Elle même à l'origine avec la société Matra du groupe européen EADS actuel.

¹⁵ Entre 1946 et 1954 l'Arsenal a reçu l'aide du professeur allemand Eugen Sänger, notamment dans le domaine des statoréacteurs.

¹⁶ Sur la naissance de la SEPR, puis de la SEP : voir J. VILLAIN, *Cinquante ans de propulsion*, SEP, 1989. - C. ROTHMUND « From SEPR to SEP (1944-1994) », in D.C. ELDER & C. ROTHMUND (ed), *History of Rocketry and Astronautics*, AAS History Series, vol. 23, Proceedings of the 28th IAA History of Astronautics Symposium, 45th IAC, Jerusalem, Israël, 1994, Univelt, USA, 2001, pp. 351-374.

dans le cadre étatique de la Société Nationale des Poudres et Explosifs (SNPE), dépendant du ministère de la Défense.

Les équipements

Le secteur des équipements, fortement dispersé dans le tissu industriel, doit acquérir rapidement des compétences reposant sur de nouvelles techniques. Pour cela, les entreprises s'appuient dans un premier temps sur l'expérience des ingénieurs allemands, avant de faire appel à la coopération avec les Etats-Unis. Dans le domaine du guidage, la Société nationale d'études et de recherches aéronautiques (SNERA), créée en 1947, reçoit l'aide d'une vingtaine d'ingénieurs allemands. En 1948, elle devient la Société française d'équipements pour la navigation aérienne (SFENA). Parmi les autres sociétés, il convient de citer : la Société d'applications générales de l'électricité et de la mécanique (SAGEM), la Société alsacienne de constructions mécaniques (SACM) ou la Société française d'instruments de mesure (SFIM). Ces sociétés conclurent différents accords de coopération industrielle avec les sociétés américaines Kerfott-General Precision, Honeywell et Sperry. Concernant le guidage radio et radar, la société Thomson-Houston travaille avec le LRBA¹⁷.

L'essor de l'électronique, entraîne la création de plusieurs entreprises, telles que Laboratoire Central des Télécommunications (LCT), Electronique Marcel Dassault (EMD), ou la SAFT. Enfin, dans le domaine des équipements mécaniques, Air Equipment, DBA et Dassault se spécialiseront dans différents systèmes.

Les premières recherches sur la haute atmosphère à l'aide de fusées

Au début des années 50, les recherches scientifiques sur la haute atmosphère se poursuivent au sein de petites équipes, dont les travaux sont la plupart du temps financés par des contrats militaires. Mais, peu de ces laboratoires seront associés aux futures recherches spatiales.

a) L'étude de la basse atmosphère et la météorologie

La connaissance des phénomènes survenant dans la basse atmosphère présente un grand intérêt pour les militaires et les météorologues. Jusqu'à la fin des années 50, le ballon constitue le vecteur principal pour la réalisation d'expériences en altitude. Parmi les scientifiques qui s'intéressent à ces phénomènes figure un couple de scientifiques, Etienne et Arlette Vassy, qui avait entrepris, dès le milieu des années 30, des études sur l'ozone dans la cadre du Laboratoire d'Enseignement de Physique de la Faculté des Sciences de Paris. Après la guerre, bénéficiant du support du CNRS, ils poursuivent leurs études au sein de ce laboratoire qui prend, en 1947, le nom de Laboratoire de Physique de l'Atmosphère (LPA). E. Vassy sera l'un des premiers à s'intéresser aux possibilités offertes par les fusées. La Météorologie nationale partage cet intérêt et lance un appel d'offres auprès de l'industrie¹⁸.

¹⁷ Leurs travaux aboutiront à la réalisation du radar Aquitaine qui a équipé le champ de tir d'Hammaguir. Sur la société Thomson voir J. CHAUMERON (dir.) *Chronique d'un métier – 30 ans d'activités spatiales – de Thomson et CSF à Thomson-Csf et Alcatel Space*. Alcatel Espace, août 1999, 358 p.

¹⁸ Ce programme aboutit en 1963 à quelques essais en vol de diverses fusées (*Emma*, *Aurore*, etc.). Il a été interrompu avant d'atteindre le stade de la production.

b) Les recherches sur l'ionosphère

L'ionosphère est un domaine important de recherches qui concerne les militaires, car la connaissance des phénomènes survenant dans cette partie de l'atmosphère, entre 100 et 1000 kilomètres, intéresse le développement des communications radio à longue distance. Après la guerre, deux groupes principaux travaillent dans ce domaine.

Le premier est le Service de Prévisions Ionosphériques de la Marine (SPIM), créé et dirigé par le professeur Yves Rocard qui, en tant que directeur du Laboratoire de physique de l'École Normale Supérieure, souhaite développer aussi la radioastronomie et demande à trois de ses collaborateurs, Jean-François Denisse, Jean-Louis Steinberg et Emile Blum, de mettre en place un grand système d'antennes, installé à Nancay¹⁹.

Le second groupe, le Bureau Ionosphérique Français (BIF), créé par le CENT, en novembre 1946, est dirigé par le Révérend Père Pierre Lejay, un jésuite, Membre de l'Institut, qui travaille au travers d'un réseau constitué de l'Observatoire de Paris, du Laboratoire National de Radioélectricité (LNR) et de l'Institut de Physique du Globe.

L'existence des deux services (le SPIM et le BIF) est porteuse de tensions. En novembre 1955, le SPIM d'Yves Rocard est transféré au CNET et prend le nom de Service des Prévisions Ionosphériques Nationales (SPIN). Pour assurer la coordination entre les deux groupes (SPIN et BIF) le CNET crée un département « Propagation », dirigé par Jean Voge. Cette solution s'avère peu efficace et le CNET fusionne les deux équipes. Puis, en juillet 1960, les différentes équipes du CNET sont regroupées au sein de la Division des Prévisions Ionosphériques.

c) Les études sur les rayons cosmiques

Les recherches sur les rayons cosmiques furent l'un des premiers domaines scientifiques à bénéficier de l'apparition des fusées et plus tard des satellites. Leur étude a eu une influence importante sur l'évolution des techniques de constructions des ballons²⁰. Au cours des années 50, deux laboratoires français se partagent les recherches dans ce domaine.

Le premier, le Laboratoire de l'École Polytechnique est dirigé par le professeur Louis Leprince-Ringuet. Dès le milieu des années 50, ce laboratoire s'est intéressé aux possibilités d'utiliser les satellites, allant jusqu'à proposer au CASDN, en 1955, un projet de petit satellite²¹. Il interrompt ses travaux dans ce domaine, en 1959, lorsque le professeur Leprince-Ringuet abandonne les techniques classiques au profit des grands accélérateurs qui viennent de faire leur apparition.

Le second laboratoire, placé sous la direction du professeur Pierre Auger²², exerce ses activités dans le cadre de l'École Normale Supérieure. Au début des années 60, ce laboratoire quitte Paris pour s'installer à Verrières-le-Buisson, et fusionne avec le Service d'Aéronomie du CNRS, créé par le professeur Alfred Kastler.

d) Les télécommunications

Le CNET assure, depuis la fin de la guerre, l'essentiel des recherches dans le domaine des télécommunications. Au milieu des années 50, il souhaite utiliser des fusées pour réaliser plusieurs de ses expériences, mais aucune fusée française n'est, à ce moment-là, disponible sur le marché.

¹⁹ Y. ROCARD, *Mémoires sans concessions*, Grasset, 1988. Voir notamment son chapitre 6 qui traite du redémarrage de la physique à l'École Normale Supérieure, p.139.

²⁰ A. LEBEAU, *L'espace en héritage*, op. cit., p. 31.

²¹ Interview de J. Heidmann par H. Moulin. Sur la question du satellite artificiel, voir également *infra* la partie intitulée : Le CASDN et l'espace qui traite des programmes du CASDN.

²² Pierre AUGER (1899 – 1993), spécialiste des rayons cosmiques, il participa à la création du Centre européen de recherches nucléaires (CERN). En 1959, il est nommé président du Comité de recherches spatiales, puis en 1962, il devient le premier président du Centre national d'études spatiales, avant d'assurer successivement les fonctions de secrétaire de la COPERS et de secrétaire général du CERS.

En 1957, il décide de se doter de ses propres fusées et, en collaboration avec la société Sud Aviation, étudie une famille de fusées à poudre capables de transporter 32 kg à des altitudes comprises entre 80 et 1000 km, dont les deux premiers modèles *Bélier* et *Centaure* seront ultérieurement largement utilisés, en complément des *Veronique*²³.

En mars 1959, le CNET crée le département Communications et Détection Spatiale (CDS) qui comprend une trentaine d'ingénieurs placés sous la direction de Marcel Thué, et de ses adjoints M. Reyssat et F. du Castel.

e) Les recherches biologiques et physiologiques

Le Service de Santé des Armées crée en 1945 le Centre d'Etudes de Biologie Aéronautique (CEBA). Après plusieurs restructurations avec d'autres laboratoires, il donne naissance, en 1955, au Centre d'Etudes et de Recherches de Médecine Aéronautique (CERMA), placé sous la direction du médecin général Robert Grandpierre. Le CERMA a notamment effectué des études sur les rats, les chats et les singes ; plusieurs de ces animaux seront placés à bord des fusées *Veronique* et *Vesta*²⁴.

AGI : le rendez-vous manqué des fusées françaises

Le CASDN, présidé par le général Paul Bergeron, s'intéresse très tôt aux recherches relatives à l'étude de l'atmosphère et aux travaux sur les fusées, réalisés par le LRBA de la DEFA. Dès 1952, un accord est conclu, entre le Comité français pour l'AGI²⁵ et le CASDN, pour l'adaptation par la DEFA de 12 fusées *Veronique* en vecteur d'expériences scientifiques devant être réalisées dans le cadre de l'Année Géophysique Internationale²⁶. En 1954, le Comité spécial de l'AGI (CSAGI), qui coordonne l'activité au plan international de l'AGI, vote une recommandation par laquelle il demande aux comités nationaux de prendre en compte les progrès réalisés dans le domaine des fusées et estime qu'il serait également intéressant d'examiner les possibilités offertes par les satellites artificiels²⁷.

A cette époque, la France compte sur les fusées *Veronique*. Malheureusement, à la fin de 1953, la situation économique française impose des restrictions importantes au budget 1954 et la DEFA se voit contrainte de suspendre ses travaux sur les *Veronique*. Les difficultés budgétaires sont telles que même le budget général pour l'AGI risque de ne pas trouver son financement. Le CASDN et le comité national français de l'AGI unissent leurs efforts pour convaincre le gouvernement de faire voter une Loi-cadre prévoyant 1 600 millions de francs sur 7 ans (1954-1960), destinée à financer l'ensemble des opérations françaises pour l'AGI. Le budget de l'AGI est finalement réduit à 1 000 millions de francs et le programme relatif aux fusées, qui représente 92 millions de francs, est purement et simplement supprimé²⁸.

²³ Cette famille comporte initialement les fusées *Bélier* et *Centaure*. Elle sera ultérieurement complétée par les fusées *Dragon*, *Dauphin* et *Eridan*. La fusée *Pégase*, capable d'atteindre l'altitude de 1000 km, initialement envisagée, en restera au stade de projet.

²⁴ Le premier vol de fusées françaises, emportant une expérience biologique, intervient en février 1961, avec le rat « Hector » placé à bord d'une fusée *Veronique*.

²⁵ Constitution du comité national français pour l'AGI. [Acad. Sciences, *Compte-rendu du comité secret*, 3 novembre 1952, p. 1067].

²⁶ Après le premier vol réussi, en mai 1952, de la *Veronique N*, la DEFA a proposé au Comité français de l'AGI, par l'intermédiaire du CASDN, d'adapter en fusées-sondes douze fusées *Veronique NA*. Le résultat des lancements intervenus en février et octobre 1954 avec ce type de *Veronique* laissait présager que les fusées seraient prêtes à temps pour l'AGI, qui devait commencer le 1^{er} juillet 1957.

²⁷ CSAGI, recommandation du 4 octobre 1954.

²⁸ Sur ces 92 millions, 72 millions sont destinés aux fusées et 20 millions sont affectés aux matériels, frais de personnel et mise à disposition du champ de tir. Si l'on tient compte des engagements précédents ce sont 36 millions de crédits supplémentaires qui restent à trouver pour assurer la poursuite du programme *Veronique*.

Le CASDN et l'espace

Début juillet 1955, le ministre Gaston Palewski²⁹ nomme le général Maurice Guérin à la présidence du CASDN, en remplacement du général Paul Bergeron³⁰. Cette nomination intervient au moment où Américains et Soviétiques déclarent publiquement leur intention de réaliser un satellite artificiel qui doit être lancé au cours de l'Année Géophysique Internationale, en 1957-1958.

a) La question du satellite artificiel

A la suite de ces annonces, le général Guérin confie à une équipe restreinte de scientifiques la mission d'examiner la question sur le plan français³¹. Face à cette question, un certain embarras règne parmi les scientifiques. Certains expriment leur scepticisme quant à l'utilité future de tels satellites, d'autres considèrent qu'une telle entreprise, au coût très élevé, ne peut être envisagée que dans un cadre européen ou international. Néanmoins, le groupe de travail en arrive à la conclusion qu'il serait intéressant d'esquisser un programme qui permettrait à la France de disposer d'un petit satellite. Sur la base de ces recommandations, le groupe de travail est chargé de mettre au point un avant-projet et devient permanent sous le nom de « groupe satellite artificiel » du CASDN³².

b) Le premier programme de recherches par fusées du CASDN

Parallèlement à la mise en place du groupe « satellite artificiel », le général Guérin décide, également en décembre 1955, de relancer le programme *Veronique*, de définir et de mettre en œuvre un programme de recherches à l'aide de fusées. Cependant, les performances de la *Veronique NA* étant considérées comme insuffisantes, le CASDN demande que soit étudiée une nouvelle version capable de porter 60 kg à 200 kilomètres d'altitude : ce sera la *Veronique AGI*. La remise en route du programme *Veronique* rencontre des difficultés ; il faut reconstituer les équipes et assurer les approvisionnements. Sous la pression des scientifiques, privés de fusées, le CASDN décide d'inclure dans son programme les petites fusées *Monica*, qui pourraient temporairement se substituer aux *Veronique*³³. Ce programme, officialisé en avril 1956, porte sur 15 fusées *Veronique* et 15 fusées *Monica* pour un montant total de 76 millions de francs³⁴.

²⁹ En février 1955, Gaston Palewski accepte d'entrer dans le cabinet Faure comme ministre délégué à la présidence du Conseil, pour s'occuper des Affaires atomiques et du Sahara, ainsi que de la coordination de la Défense nationale, mais il démissionne avec tous les ministres gaullistes en octobre, après avoir lancé le deuxième plan atomique français.

³⁰ La décision de Gaston Palewski de remplacer le général P. Bergeron était motivée par les divergences existantes entre les deux hommes sur le rôle que devait jouer le CEA dans le développement de l'arme atomique.

³¹ Le groupe « satellite artificiel » du CASDN, qui se réunit pour la première fois le 5 janvier 1956 sous la présidence du général Guérin comprend des scientifiques (E. Brun, A. Danjon, E. Vassy), des représentants des directions techniques (J. Barré (DEFA), P. Contensou (DCCAN), P. Colombani (DTIA/STAé), G. Maire (Service des Poudres)), ainsi que P. Blassel (C.N.E.T) et J. Siestrunk (ONERA).

³² Nous disposons de très peu d'informations sur les travaux réalisés par ce groupe, qui semble toutefois avoir fonctionné jusqu'en 1958. Grâce à l'obligeance de Jean Heidmann, nous avons pu retracer brièvement l'histoire d'un des projets pilotés par ce groupe. Ce projet, baptisé « *Météor* » et proposé par le prof. Leprince-Ringuet et J. Heidmann, consistait en un petit satellite (1kg) devant être lancé à partir d'un ballon suivant le même principe que celui utilisé par le professeur James Van Allen, dans les projets américains « *Rockoon* » et « *Farside* ». Le projet « *Météor* » a été poursuivi jusqu'au stade de la réalisation et des essais en vol sous ballons à Colomb-Béchar. [Interview Jean Heidmann/ H.Moulin]

³³ H. MOULIN, J.J. SERRA, « The Monica Rockets : A Substitute Program Developed Because of the Temporary Unavailability of the Veronique Rockets », *IAA History Symposium*, IAC Bremen, 2003, IAC-03-IAA.2.3.01. Les fusées *Monica* à propulsion solide, fabriquées par la société ATEF, étaient dérivées d'engins cibles ou de pots éclairants utilisés par la DTIA.

³⁴ Décision ministérielle n°1159/DN/CAB/ARM du 12 avril 1956.

En août 1957, le CASDN précise le programme d'affectation des cinq premières fusées³⁵. La partie engin est sous la responsabilité du LRBA. La partie expérience est répartie entre les équipes du Laboratoire de Physique de l'Atmosphère (prof. E. Vassy) et de l'Institut de Saint-Louis (prof. Rawer et prof. Paget) qui ont déjà participé aux expériences d'octobre 1954. Une troisième équipe est également associée. Dirigée par le professeur Alfred Kastler, assisté du professeur Jacques Blamont, de l'École normale supérieure, elle propose la réalisation d'expériences basées sur l'éjection d'atomes alcalins. Cette équipe sera à l'origine de la création, début 1958, du Service d'Aéronomie du CNRS.

Quant aux fusées *Monica*, leur mise au point s'avère difficile et elles ne pourront jamais être utilisées à des fins scientifiques. Les quelques lancements effectués serviront néanmoins utilement de banc d'essais technologiques (télémessures, trajectographie, etc.)³⁶.

c) Une seconde tranche de travaux

La remise en route du programme *Veronique* doit incontestablement être mise au crédit du général Guérin, qui était personnellement convaincu de l'intérêt que pouvaient présenter les fusées pour les recherches spatiales, comme en témoigne la conclusion qu'il apporte, en 1958, à l'issue d'une réunion :

« Les recherches concernant l'espace relèveront tôt ou tard comme cela est logique et souhaitable d'une organisation internationale, sous l'égide des Nations Unies. Il est nécessaire que la France prenne dans cette organisation la place qui lui revient.

Le CASDN recommande instamment à ce sujet la poursuite et l'amplification du programme de fusées expérimentales entrepris et estime nécessaire d'y consacrer des crédits de développements substantiels³⁷ ».

Pour l'ensemble de ses activités 1958, le CASDN dispose d'un budget de 160 millions de francs, dont une part non négligeable est consacrée aux recherches sur la haute atmosphère et bien que le premier programme de fusées ne soit pas encore achevé, le général Guérin décide de compléter le programme initial et d'engager immédiatement une deuxième tranche de travaux. En juin 1958, le Général de Gaulle affiche ses intentions d'accorder à la recherche scientifique une importance particulière, y compris envers celle qui est conduite dans le cadre des Armées. Pour en assurer le financement, un Fonds d'orientation de la recherche scientifique de Défense nationale est créé, dont la gestion est confiée au CASDN³⁸. Tenant compte des événements, le CASDN élabore alors un nouveau programme étalé sur cinq ans (1959-1964), qui prévoit pour l'année 1959 un budget de 150 millions de francs et le lancement de 40 fusées : 15 *Veronique*, 15 *Monica IV* et 10 *Monica V*³⁹.

d) Le sous-comité espace du CASDN

Après les premiers lancements de satellites, les activités en rapport avec l'espace prennent de l'ampleur. En novembre 1958, le CASDN crée un sous-comité espace qui a pour vocation de devenir l'organisme directeur de tout ce qui se rapporte aux recherches sur l'espace entreprises au sein des armées. Le sous-comité espace tient ses premières réunions à partir du 3 décembre 1958, précisément au moment où le gouvernement français, sous l'impulsion du Ministère des Affaires étrangères, s'engage vers la création d'un comité civil pour conduire les recherches spatiales.

³⁵ « Veronique – projet d'affectation des 5 premiers engins », note du 7 août 1957 [SHAT 11Q76d4].

³⁶ P. BLASSEL, C. FAYARD, « Exploration de la haute atmosphère à l'aide de fusées – projet d'affectation des 15 fusées *Monica IV*, note CNET- TC n°114, 6 janvier 1958.

³⁷ CASDN, PV 46^e session du 11 juillet 1958.

³⁸ Décision ministérielle, n°07/DN, du 20 août 1958. Pour l'année 1959, ce fonds est doté de 260 millions de francs sur lesquels 100 millions sont réservés pour les études en rapport avec l'espace.

³⁹ CASDN, PV réunion du 20 août 1958. Programme d'études de la haute atmosphère par fusées expérimentales.

Après la création de ce dernier, en janvier 1959, la coexistence des deux organismes, tous deux concernés par les recherches spatiales nécessite une répartition des tâches entre les programmes civils et militaires.

Pour le nouveau programme quinquennal, qui couvre la période 1959-1964, c'est un budget de 1 570 millions qui est requis par les militaires pour assurer le lancement des 143 fusées prévues – la moitié de ces fusées devant être affectée aux expériences préparées par les équipes des professeurs E. Vassy et J. Blamont.

e) Le choix des fusées

Dans leur ensemble, les scientifiques sont plutôt satisfaits de la gamme des fusées qui leur sont proposées (*Veronique* et *Monica*), mais ils estiment néanmoins qu'il serait souhaitable de compléter celle-ci avec une nouvelle fusée capable de porter 100 kg à 700 ou 1000 km d'altitude. C'est alors qu'intervient le CNET qui propose sa gamme de fusées en cours de développement avec Sud Aviation, qui prévoit notamment une fusée *Pégase*, pouvant atteindre 1000 km. Quant au futur « engin lourd », l'intérêt se porte sur un engin à propulsion à liquides qui serait développé autour d'un moteur de 16 tonnes de poussée, proposé par la DEFA. L'ONERA propose également ses propres fusées, considérant même que certaines d'entre-elles pourraient, après adaptations, faire office de lance-satellite. Puis, au milieu de 1960, c'est au tour de la Société d'Etudes et de Réalisations d'Engins Balistiques (SEREB), qui travaille sur les missiles balistiques stratégiques, de proposer la fusée *Agate* et son projet de lance-satellite à trois étages, le VE-313 (stabilisé, 130 kg à 1200 km ou 300 kg à 700 km).

f) Les campagnes de lancement *Veronique AGI* du CASDN (1959-1961)

Au début de 1959, le CASDN est en mesure d'organiser ses premières campagnes de lancements de fusées *Veronique*, à partir du CIEES à Hammaguir. La première campagne intervient en mars 1959 et comporte trois *Veronique AGI*, emportant des expériences préparées par les équipes des professeurs E. Vassy et J. Blamont. C'est un succès.

En 1960, le programme du CASDN prévoit le lancement de la totalité des 12 fusées *Veronique AGI* restantes, réparties en trois campagnes. Parmi les expériences envisagées, celles qui consistent à faire exploser une charge de TNT en altitude pose un délicat problème de sécurité du champ de tir⁴⁰. La première campagne de l'année a lieu en février-mars 1960. Sur les quatre tirs prévus, trois seulement eurent lieu (2 succès, 1 échec), la quatrième fusée étant rapatriée en France. La seconde, en juin, comporte quatre lancements, dont deux tirs de *Veronique* à charge explosive, finalement autorisées. Les trois premiers tirs sont des succès. Le quatrième enregistre un échec, suite à un mauvais fonctionnement des boulons explosifs des bras de guidage qui se sont déclenchés prématurément. La troisième campagne *Veronique*, prévue pour le mois de décembre, est finalement annulée.

La campagne de février 1961, qui est la dernière placée sous la responsabilité du CASDN, fut difficile à organiser, plusieurs des expériences prévues imposant des conditions de tirs spécifiques et draconiennes. Pour la première fois, les cinq *Veronique* sont équipées de répondeurs radars (RS2 du CNET) et de télémessures (SAT/CNET). Autre innovation, le 22 février, l'expérience mise au point par le CERMA, avec le rat « Hector », constitue la première expérience biologique française à bord d'une fusée.

⁴⁰ A cette époque, les fusées *Veronique* ne disposent d'aucun système de télémessure, ni de système fiable de télécommande de destruction. Pendant un temps, il est envisagé de tirer les *Veronique* explosives en mer depuis le pont d'un bateau. Sur le projet d'une « *Veronique* en mer », le colonel Jacques Marchal effectuera une étude très complète dont le rapport, daté du 9 juillet 1960, conclura à une impossibilité compte tenu de la complexité technique d'une telle opération. Finalement, les responsables du CIEES accepteront que les lancements soient effectués depuis Hammaguir.

La campagne de février 1961 met un point final à la période transitoire, de deux ans, pendant laquelle se sont côtoyés les programmes militaires du CASDN et les programmes civils du Comité de recherches spatiales.

En dépit des difficultés rencontrées tout au long du programme *Veronique*, le bilan du CASDN marque une étape importante vers le développement des recherches à l'aide de fusées : 15 fusées lancées, dont 10 avec succès, en l'espace de 27 mois.

L'effet Spoutnik

Alors que se déroule l'Année Géophysique Internationale, le 4 octobre 1957, l'Union soviétique lance avec succès *Spoutnik*, le premier satellite artificiel de la Terre. Cette réalisation, qui marque le début de l'ère spatiale, intervient dans un monde où les relations internationales sont dominées par la Guerre froide qui oppose les blocs de l'Est et de l'Ouest. Au delà de l'exploit technique, l'importance de l'événement réside dans ses conséquences sur le plan géopolitique⁴¹. Il tend à démontrer l'avance prise par les Soviétiques dans le domaine des fusées et par conséquent dans le développement des missiles stratégiques. Face à ce défi, le gouvernement américain, commence par accroître fortement le soutien de l'Etat aux industries chargées des missiles balistiques. Dans le domaine spatial, l'échec du premier essai de satellisation du *Vanguard* américain, largement médiatisé, provoque de nombreuses réactions, que n'atténuera que partiellement le lancement réussi d'*Explorer*, le 1^{er} février 1958. Les Etats-Unis décident d'adopter une nouvelle stratégie consistant à démontrer à l'opinion publique occidentale l'intérêt scientifique et le caractère pacifique des recherches spatiales. Dans ce but est créée, en octobre 1958, une agence civile : la National Aeronautics and Space Administration (NASA).

Profitant de l'effet *Spoutnik*, c'est le moment que choisit la Défense nationale pour lever un peu du secret qui entoure les activités françaises à Hammaguir, en révélant au grand public l'existence des fusées *Veronique* et *Monica*⁴². En agissant de la sorte, les autorités militaires démontrent à leurs interlocuteurs étrangers – militaires et scientifiques – que la France n'est pas totalement absente ou dépassée techniquement dans le domaine des fusées, même si celles-ci n'ont pu participer à l'AGI⁴³.

Au début de l'année 1958, le ministère des Affaires étrangères est confronté aux multiples questions en rapport avec l'espace que les lancements des premiers satellites font surgir sur le plan international. Non seulement dans le cadre des Nations Unies, mais également au sein d'organisations internationales diverses, à caractères politique et scientifique, que les Etats-Unis utilisent de façon quasi systématique pour convaincre les principaux pays du bloc occidental de rallier leur point de vue en matière de politique spatiale.

La volonté politique du gouvernement du Général de Gaulle

Lorsque le Général de Gaulle revient au pouvoir, en mai 1958, le changement de politique qu'il amorce est destiné à replacer la France dans le concert international. Pour accroître l'influence française dans le monde, il considère qu'elle doit être en mesure d'assurer son indépendance et s'ouvrir sur la coopération.

⁴¹ P. JANKOWITSCH « Les conséquences internationales du lancement de Spoutnik 1 », in *La France et l'Europe spatiale (1957-1972)*, Actes de la 3^e Rencontre de l'IFHE sur l'essor des recherches spatiales en France, 30-31 octobre 2003, Paris, IFHE Publications, 2004, pp. 23-32.

⁴² Bulletin d'information du ministère de la Défense nationale, 25 novembre 1957.

⁴³ Les fusées françaises, *Veronique* du LRBA, *Monica* de chez ATEF et *Opd* de l'ONERA ont été présentées pour la première fois au grand public lors de l'exposition « Terre et Cosmos » qui s'est tenue à Paris, en mai 1958, sur les bords de la Seine.

Réorganisation des recherches scientifiques françaises en 1958

Depuis la guerre, les scientifiques qui perçoivent les effets de la *Big Science* dans d'autres pays, ont l'impression d'être oubliés par les pouvoirs politiques qui se succèdent. Pourtant, en 1954, la nomination de Pierre Mendès-France au poste de Président du Conseil avait redonné un peu d'espoir à la communauté scientifique nationale. Il avait créé auprès de lui un secrétariat à la recherche qu'il avait confié à Henri Longchambon, et institué le Conseil supérieur de la recherche scientifique et du progrès technique (CSRSPT). Puis, il avait demandé au professeur André Lichnerowicz d'établir un rapport sur l'organisation de la recherche. Mais la gestion Mendès-France s'interrompt rapidement, avant que les différentes propositions n'aient eu le temps d'aboutir. Néanmoins, le CSRSPT était créé et le débat sur la recherche lancé, permettant à plusieurs groupes de scientifiques d'élaborer différents projets de réforme. En octobre 1957, le lancement de *Sputnik* constitue un argument de poids pour que la recherche soit enfin réorganisée et dynamisée.

Dès le mois de juin 1958, le Général de Gaulle confie à un groupe de travail, présidé par Alfred Sauvy, la charge de lui soumettre un rapport sur le financement et l'organisation de la recherche. Ses travaux concluent notamment à la nécessité de créer un Haut Commissariat avec un Comité de sages qui soumettrait au gouvernement les grands axes de la recherche et suggèrent la création d'un Fonds interministériel de développement.

Il retient l'idée d'associer plus étroitement le gouvernement et les scientifiques et reprend une part importante des idées émises, dès 1954, par André Lichnerowicz. La réorganisation de la recherche scientifique passe par la création, en novembre 1958, d'un Comité interministériel de la recherche scientifique, assisté d'un Comité consultatif de la recherche scientifique et technique (CCRST), composé de douze personnalités scientifiques (*les douze sages*), qui s'appuient sur une structure unique, le Délégué général à la recherche scientifique et technique (DGRST), dont le premier titulaire est Pierre Piganiol⁴⁴. Ce dernier met en place le système des « actions concertées » qui, dans un premier temps, ne concerne que la recherche fondamentale, avant d'être complété par l'introduction de recherches plus techniques, ce qui permet d'y inclure l'espace. Le financement de l'ensemble est assuré par un Fonds de développement de la recherche scientifique et technique (FDRST)⁴⁵.

À la fin de 1959, les moyens alloués à la recherche fondamentale, aux universités et au CNRS augmentent considérablement. Les recherches spatiales, qui font pour la première fois leur apparition, représentent à elles seules 42 % des autorisations de programmes prévues au Fond de développement. Cependant, la mise en œuvre des dites « actions concertées » enregistre des retards; la préparation d'une Loi-programme sur la recherche scientifique se trouve contrariée suite aux événements survenus en Algérie, en janvier 1960, qui conduisent le Premier ministre Michel Debré à remanier son gouvernement. Début février, Pierre Guillaumat, nommé ministre délégué auprès du Premier ministre, assure la tutelle sur les questions scientifiques, en remplacement de Louis Jacquinot⁴⁶.

⁴⁴ La réorganisation de la recherche scientifique donne lieu à la publication au *Journal Officiel* de plusieurs décrets, datés des 28 et 29 novembre 1958.

⁴⁵ Décret n°59-1397 du 9 décembre 1959. *Journal Officiel* du 15 décembre 1959, pp. 11931-11932.

⁴⁶ Le ministre est nommé le 5 février 1960, ses attributions ne seront fixées par décret que le 19 mars 1960 (*Journal Officiel* du 20 mars 1960, p. 2663). Elles ne font pas encore explicitement référence aux activités spatiales, qui ne semblent constituer qu'un domaine scientifique parmi d'autres dans le cadre des actions concertées.

La force de dissuasion nucléaire et les missiles stratégiques

La malheureuse expédition du corps expéditionnaire franco-anglais à Suez avait engendré, en 1956, une crise internationale majeure, au cours de laquelle les Etats-Unis et l'Union soviétique ont brandi la menace nucléaire à l'encontre de la Grande-Bretagne et de la France. Cette crise a montré que la possession de l'arme atomique devenait un élément clé de toute politique internationale et incita le gouvernement français à intensifier le programme nucléaire militaire décidé fin 1954 par le gouvernement de Pierre Mendès-France, et poursuivi depuis dans le secret le plus absolu par les différents gouvernements qui lui ont succédé⁴⁷. Cette crise eut également pour conséquence d'éveiller l'intérêt des militaires français pour le développement de missiles stratégiques qui pourraient succéder aux *Mirage IV* comme vecteur de la future arme nucléaire.

Pour affirmer le souci d'indépendance de la France, en juillet 1959, le Général de Gaulle rend public le programme nucléaire en même temps qu'il confirme la date de 1960 pour le premier essai⁴⁸. De son côté, le 4 août 1959, le ministre des Armées charge la DTIA d'organiser les études d'engins balistiques stratégiques. Cependant, à cette époque, les Français ne disposent pas de toutes les compétences technologiques requises pour réaliser de tels engins, et doivent faire appel à la coopération avec les Etats-Unis. Un premier programme de recherches sur un missile sol-sol balistique tactique (SSBT, 100 km), est engagé. Une coopération dans le cadre de l'OTAN sur un missile balistique à poudre de portée intermédiaire est aussi envisagée. C'est à ce moment que les industriels américains font savoir aux Français que les projets de collaboration dans ce domaine ne reçoivent pas l'agrément du gouvernement des Etats-Unis. Le gouvernement décide de créer la SEREB⁴⁹, qui se voit confier un nouveau programme technologique « Etudes balistiques de base » (EBB), dont l'objectif est d'acquérir progressivement la maîtrise des techniques de guidage inertiel et de rentrée, ainsi que celles relatives à la grosse propulsion, à liquides et à poudre. Le 3 novembre 1959, lors d'un discours à l'Ecole militaire, le Général de Gaulle indique clairement l'intention de la France de disposer d'une force nationale stratégique de dissuasion.

Pour s'assurer la maîtrise des différentes techniques et déterminer celles qui seront nécessaires au développement des missiles stratégiques, la SEREB doit procéder à des essais en vol. Dans ce but, elle développe plusieurs véhicules d'essais, dont l'ensemble appelé « *Pierres précieuses* », constitue progressivement un véritable mécano dans lequel chaque étage est testé séparément avant d'être combiné avec un autre. Le financement des travaux est couvert par la première loi quinquennale de programmation militaire adoptée *in extremis* le 6 décembre 1960 après un débat houleux au Parlement qui a mis le gouvernement en difficulté⁵⁰.

La recherche d'une doctrine française pour l'espace

Les diplomates du Quai d'Orsay sont les premiers à se trouver confrontés aux questions spatiales. Ils ont le sentiment, compte tenu des implications politiques et stratégiques nouvelles que l'espace engendre, qu'une doctrine nationale pour l'espace doit être définie dans les meilleurs délais, afin

⁴⁷ Ce programme, décidé au cours d'une réunion qui s'est tenue le 26 décembre 1954 (dont malheureusement il ne semble pas qu'il y ait eu de procès-verbal dactylographié), avait pour objectif de doter la France d'une arme atomique, de vecteurs aériens et de sous-marins à propulsion nucléaire.

⁴⁸ Décision du 11 avril 1958 du Président du conseil Félix Gaillard, par lequel il fixe la date de la première explosion nucléaire française, pour le début de 1960.

⁴⁹ La Société d'Etudes et de Réalisations d'Engins Balistiques (SEREB), créée le 17 septembre 1959, regroupait des équipes en provenance de différentes sociétés industrielles (Nord Aviation, Sud Aviation, etc.). Elle a cessé ses activités, le 1^{er} janvier 1970, lors de sa fusion avec Nord-Aviation et Sud-Aviation, qui donnera naissance à la Société nationale industrielle Aérospatiale (SNIAS).

⁵⁰ Le gouvernement, pour s'assurer de l'adoption de son projet par le Parlement, dut avoir recours à l'article 49-3 de la Constitution, dont la procédure, utilisée pour la première fois, autorise le vote bloqué d'une loi.

que la France puisse prendre une part active dans les débats internationaux et participer aux décisions qui pourraient en découler, faute de quoi la politique d'indépendance et de coopération prônée par le gouvernement risque d'être rapidement anéantie. Ces questions sont confiées à l'Ambassadeur Roger Seydoux, Directeur des affaires culturelles et scientifiques au ministère des Affaires étrangères qui, à la tête d'une équipe très restreinte, va jouer un rôle déterminant dans le fait que la France s'engage dans les affaires spatiales aux niveaux européen et international, et surtout sur le plan national.

La politique spatiale française

Le Comité de recherches spatiales

Au début de 1958, le ministère des Affaires étrangères se trouve confronté à deux séries de problèmes : l'une est liée au secret qui caractérise les activités françaises dans le domaine des fusées, l'autre est la dispersion des recherches sur la haute atmosphère et l'absence d'une structure adaptée qui serait chargée de traiter l'ensemble des questions en rapport avec l'espace. À partir du 6 février 1958, R. Seydoux entame une série de consultations auprès des scientifiques et des représentants de divers organismes, qui va s'échelonner sur plusieurs mois¹. En octobre, il n'est toujours pas en mesure d'apporter des réponses cohérentes aux différentes questions qui se posent. C'est alors qu'il reçoit une délégation de scientifiques, conduite par le professeur Laclavère² qui le tiennent informé des décisions prises par l'International Council of Scientific Unions (ICSU). Ce dernier, souhaitant poursuivre les travaux entrepris dans le cadre de l'AGI, a décidé de créer un comité mondial des recherches spatiales, le COSPAR. Considérant que la France ne peut rester en dehors de telles instances internationales, l'Ambassadeur Seydoux prend l'initiative de proposer au ministre la création d'un comité français de l'espace qui permettrait à la France d'être représentée au COSPAR, comme au futur comité des Nations Unies³. Dans son rapport, daté du 14 novembre 1958, accompagnant un projet de décret, il souligne :

« La France n'a pas participé aux recherches spatiales de l'Année géophysique, car aucune mesure n'a encore été prise pour coordonner les divers projets préparés par nos savants en ces matières. Si nous voulons jouer un rôle dans la compétition et la coopération internationales qui sont en train de s'instituer au sujet de l'espace, il est nécessaire d'établir rapidement un programme français de recherches spatiales et d'attribuer les modestes crédits nécessaires (environ 1,5 milliard en trois ans) aux services ou organismes susceptibles de contribuer à la réalisation de ce programme⁴ ».

Le projet, approuvé par les ministres intéressés, est transmis au Général de Gaulle qui demande que l'on y apporte deux modifications. Il souhaite que le Comité soit rattaché directement au Président du Conseil et placé sous l'autorité du Délégué général à la recherche scientifique et technique.

Élaboration du programme national de recherches

Le Comité des recherches spatiales créé le 7 janvier 1959 se voit assigner deux missions principales : proposer au gouvernement un programme national de recherches et le tenir informé de toute initiative internationale⁵. Sa première réunion, tenue le 11 février 1959, est consacrée à la nomination de son président, Pierre Auger, et à l'organisation de ses travaux. Après plusieurs réunions de travail, il soumet le 8 avril, au gouvernement un programme qui s'étale sur six ans

¹ Participent à cette réunion du 6 février 1958 : P. Lejay, président du comité français de l'AGI, M. André Viaut de la Météorologie nationale, le général Paul Bergeron en tant que président de la Société française d'astronautique, le général Loyseau représentant le secrétaire général permanent de la Défense nationale et M. Boucher délégué français à l'OACI.

² A Washington, le professeur Laclavère était accompagné de J. Coulomb, P. Tardi et de P. Lejay.

³ Compte-rendu de la Réunion du 11 octobre 1958 [MAE/NUOI-S-50.14].

⁴ R. SEYDOUX, rapport daté du 14 novembre 1958.

⁵ Décret du 7 janvier 1959, *Journal officiel*, 8 janvier 1959, pp.565-566.

(1959-1964) et s'élève à 22 milliards d'anciens francs (220 millions de francs), comportant quatre grands axes de recherches⁶ :

- *Aéronomie et astrophysique – Relations Terre-Soleil*
- *Ondes hertziennes et infrarouges dans la haute atmosphère*
- *Rayonnements à haute énergie (rayons cosmiques)*
- *Études biologiques sur les conditions de vie dans les engins spatiaux*

Le contenu du programme, qui ne présente pas de véritable novation par rapport au programme établi précédemment par le CASDN, aborde également les moyens nécessaires à sa réalisation. La répartition des tâches entre les deux comités qui porte uniquement sur quelques points n'est pas très difficile à réaliser, la plupart des scientifiques concernés siégeant dans les deux comités. Cependant, sa réalisation met en avant trois points plus délicats qui concernent les rapports entre civils et militaires.

a) Le satellite national

Pour le Comité, le préalable à tout établissement d'un programme est de prendre position sur la question de la réalisation d'un satellite national, car elle nécessite des moyens importants et son lancement exige de disposer d'un « lance-satellite ». Les coûts relatifs à cette opération doivent-ils être inclus dans le programme en cours de préparation ? Composée pour partie de scientifiques, le Comité estime que s'engager dans cette voie serait préjudiciable aux recherches scientifiques proprement dites. Plusieurs membres considèrent même qu'il est inopportun de réaliser un satellite national. La plupart des membres est plutôt favorable à faire appel aux fusées américaines existantes⁷. Cette position est fortement combattue par le directeur de l'ONERA, Maurice Roy, qui considère qu'une telle réalisation est non seulement possible dans un laps de temps relativement court, mais également souhaitable pour des questions de prestige.

Finalement, le Comité considère que la décision de se lancer dans l'aventure du satellite est de nature politique et par conséquent doit rester de la seule compétence du gouvernement. Souhaitant malgré tout ne pas fermer définitivement la porte à une éventuelle demande précise du gouvernement sur ce point, le Comité demande à M. Roy de procéder à une évaluation, qui sera dans un premier temps inscrite au programme, pour un montant de 8 millions de francs.

b) Les fusées

Le Comité estime que le développement et la fabrication des fusées dont il a besoin pour ses expériences n'est pas dans sa mission et décide de recourir aux fusées françaises existantes ou en projets, toutes développées dans le cadre d'organismes dépendant de l'Armée. Il n'exclut pas pour autant la possibilité de faire appel à l'étranger. De leur côté, les militaires préconisent une étroite coordination entre les programmes civils et militaires et proposent de prendre en charge :

« ... la réalisation de tous les véhicules d'exploration de la haute atmosphère ou de lancement de satellites qui seront nécessaires, conformément aux propositions qui seront faites par le comité des recherches spatiales et dans la limite évidemment des crédits qui seront dégagés⁸ ».

Pour les fusées d'exploration, le Comité accepte sans difficulté que le CASDN assure la gestion des crédits accordés à ce titre. Quant au financement du « lance satellite », il reste flou jusqu'en mars

⁶ Rapport du Comité de l'espace relatif à un programme de recherches et à un plan budgétaire correspondant, étalé sur six années, de 1959 à 1964 inclus. [CRS n°17/CRESP/TS du 1^{er} avril 1959] [A.N.-RE.130].

⁷ CRS, réunion du 5 mars [AN/RE-130]. La position du Comité concernant les fusées et les lanceurs est à rapprocher de la position prise par l'ESRO lors de l'élaboration de son premier programme.

⁸ Note signée Gaston Lavaud. [496/EMAA/AA/BEG du 10 avril 1959].

1960, date à laquelle le Délégué à l'Air, Jean Blancard, confirme à Maurice Roy que les crédits prévus au programme du Comité seront utilisés en étroite collaboration avec la SEREB et le LRBA⁹.

c) L'accès aux champs de tirs

Avec l'avènement des recherches spatiales, se trouve posée la question de l'accès des civils aux champs de tirs militaires et de la cohabitation entre les deux communautés (coordination des plannings, compatibilité et utilisation des moyens existants, libre accès, etc.). Ce point, qui donne lieu à de nombreuses discussions, ne sera définitivement tranché qu'à la fin du mois de novembre 1961, avec la signature d'un protocole entre le Comité et les Armées. Sans attendre l'accord, le Comité inscrit dans son programme la création d'une base « espace » qui doit être implantée sur le site d'Hammaguir, d'où sont déjà lancées les fusées *Veronique*. Cette question préoccupe le Comité qui évoque, dès le mois de décembre 1960, la nécessité de disposer d'un nouveau champ de tir, en vue de l'utilisation de fusées plus importantes. En mai 1961, il engage une première série d'études dans ce sens¹⁰.

Le programme arrêté par le Comité en avril 1959 s'avère difficile à mettre en œuvre. Il prête, dès le début, le flanc à la critique. On se rend vite compte que chacun des membres du Comité prend d'abord en considération ses propres intérêts, se plaignant de voir le secteur d'activités qu'il représente négligé, voire défavorisé. Le secrétariat est débordé par des procédures administratives lourdes à gérer et les questions techniques à traiter étant de plus en plus complexes, il lui faut faire appel à de nombreux experts. La situation se complique à partir de l'été 1960, quand les aspects internationaux prennent une importance accrue dans les débats. Enfin, et surtout, le programme initial prévoyait 800 millions pour 1959. Plusieurs fois annoncés, ces crédits vont se faire attendre, leur déblocage étant lié au vote de la Loi-programme sur la recherche scientifique. Le Comité, qui se trouve dans l'impossibilité d'agir, prépare un programme d'urgence de 300 millions, qu'il soumet en septembre au DGRST. Ce n'est qu'au mois de décembre 1959, avec la création du Fonds de Développement de la Recherche Scientifique (FDRS) que la situation évolue sensiblement. Le FDRS, par lequel les crédits espace doivent transiter, n'obtient finalement que 800 millions au titre de 1959, dont 420 millions sont réservés à l'espace. À la fin de l'année 1959, le programme « espace » proposé en avril est complètement dépassé et le Comité doit établir un nouveau programme, dont le montant global, inchangé, est de 220 millions (22 milliards d'anciens francs).

Le 12 juillet 1960, le gouvernement informe le Comité que dans le projet de Loi-programme le budget espace est réduit de 90 millions, passant de 220 à 130 millions et qu'il doit s'étendre sur 5 ans au lieu des 4 initialement prévus¹¹. Les chiffres du gouvernement font apparaître une forte diminution des crédits ONERA, l'essentiel de ceux destinés aux « véhicules porteurs de satellites » étant supprimés. Pour le Comité, cette annonce laisse supposer que le projet de satellite national est abandonné ou qu'il sera réalisé par les Armées. Pierre Guillaumat lève rapidement le doute en faisant clairement savoir que le programme de satellite doit être inscrit dans une enveloppe mise à la disposition des Armées.

Il devient dès lors évident que la structure et les méthodes de fonctionnement du Comité, telles qu'imaginées en janvier 1959, ne sont plus adaptées. En septembre 1960, P. Guillaumat propose que le Comité se dote d'un véritable secrétariat, fonctionnant comme une sorte de bureau

⁹ Il s'agit là des crédits affectés par le Comité à l'ONERA pour le développement de lance satellites. [Lettre de Jean Blancard à Maurice Roy, 14 mars 1960 n°220 A/CAB.DEL/SP [SHAA E26/4418].

¹⁰ Rapport « Implantation en métropole d'une base de tir de l'espace », 23 mai 1961 [A.N. RE-130].

¹¹ La Loi-programme sur la recherche scientifique ne sera finalement votée que le 31 mai 1961.

d'études. Peu favorable à cette suggestion, le Comité crée, à la fin de 1960, des sous-comités spécialisés¹² et entame l'examen du programme pour l'année 1961, sur la base des demandes formulées par les expérimentateurs, portant sur le lancement de 51 fusées. Malgré les difficultés rencontrées, le Comité organise sa première campagne qui prévoit le lancement, en juin 1961, de trois fusées *Veronique*, à partir d'Hammaguir, emportant des expériences du Service d'Aéronomie (prof. Blamont).

Cette campagne prendra rapidement l'allure d'un désastre. La première fusée *Veronique* (AGI-V31) décolle d'Hammaguir le 10 juin, mais ne parvient pas à atteindre l'altitude escomptée. La deuxième fusée *Veronique* (AGI-V32) est détériorée sur son pas de tir au cours de sa préparation et devient inutilisable. Quant à la troisième fusée *Veronique* (AGI-V33), placée sur sa base de lancement pour un tir prévu le 17 juin, elle présente une fuite sur l'un de ses réservoirs et doit être détruite sur place. Suite à ces incidents, la seconde campagne est repoussée au mois de novembre. Sur les douze tirs initialement prévus (3 *Veronique*, 3 *Bélier* et 6 *Centaure*), il ne reste plus au moment de la campagne que 5 fusées *Centaure* (3 lancées à partir d'Hammaguir, 2 depuis Reggane), emportant des expériences préparées par le Service d'Aéronomie.

Le programme du Comité avait également prévu, pour le mois de décembre 1961, une campagne d'essais aux îles Kerguelen. Celle-ci sera repoussée au mois de février 1962 et ne comprendra que des lâchers de ballons, les lancements de fusées prévus ayant été annulés.

La mission internationale du Comité

Le deuxième volet de la mission assignée au Comité répond aux préoccupations du ministère des Affaires étrangères et permet à la France d'être présente dans les différentes instances internationales qui se mettent progressivement en place au cours de l'année 1959. Pierre Auger, en qualité de président du Comité de recherches spatiales, participe aux travaux du Comité Ad'hoc des Nations Unies qui se réunit pour la première fois en juin 1959 à New York. Puis, il représente la France au Comité sur les utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique, le COPUOS, qui succède au Comité Ad'hoc aux Nations Unies¹³. Le Comité mandate également une délégation au Congrès international d'astronautique de la Fédération Internationale d'Astronautique (IAF), tandis que certains de ses membres sont associés aux travaux du Comité scientifique de l'OTAN qui réfléchit sur l'opportunité de réaliser ses propres satellites.

a) Pierre Auger et l'initiative des scientifiques européens

L'Italien Eduardo Amaldi et le Français Pierre Auger, deux physiciens qui ont collaboré à l'édification du Centre européen de recherches nucléaires (CERN) réfléchissent, dès 1959, à l'idée d'organiser au niveau européen les recherches scientifiques dans l'espace. Au cours de la première assemblée du COSPAR, qui se tient à Nice en janvier 1960, Pierre Auger poursuit la réflexion avec ses homologues scientifiques européens présents sur les plans d'une future coopération au niveau européen, qui aboutiront à la création de l'Organisation européenne de recherches spatiales

¹² Quatre sous-comités seront créés : Programmes de tirs, présidé par le général M. Guérin ; Expériences scientifiques (A. Danjon) ; Engins (général de Pins) et Détection et communication spatiales (P. Marzin).

¹³ Au cours de l'année 1958, aux Nations Unies, les Etats-Unis et l'Union soviétique échangent plusieurs mémorandums, consacrés à l'interdiction de l'utilisation de l'espace cosmique à des fins militaires ou à la création d'un organe spécifique des Nations Unies. Le 12 décembre 1958, l'assemblée générale des Nations Unies a voté la création d'un Comité ad'hoc [U.N. Résolution n°1348 -XIII, December 2, 1958], qui ne pourra se réunir qu'au mois de juin 1959, suite à de multiples difficultés d'ordre diplomatique. En décembre 1959, l'assemblée générale confirme l'existence de ce comité qui devient permanent, sous le nom de Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (COPUOS). [U.N. Resolution n°1472A-XIV, December 12, 1959]. Le COPUOS, qui comprend alors 24 membres, a compétence en matière de coopération internationale et est notamment chargé de préparer une conférence internationale (UNISPACE 1). Ces travaux conduiront à l'élaboration de Traités et Accords internationaux constituant la base du nouveau droit de l'espace.

(CERS)¹⁴. Cette affaire, qui repose avant tout sur des initiatives personnelles, ne sera pratiquement jamais évoquée au sein du Comité.

b) La proposition anglaise d'un lanceur européen

Le 13 avril 1960, le gouvernement anglais fait état devant la Chambre des Communes, de sa décision de mettre un terme à son programme national de missile balistique *Blue Streak*. Craignant les conséquences fâcheuses sur le plan intérieur d'un arrêt pur et simple du programme, le gouvernement britannique propose à la France d'utiliser cette fusée pour les activités spatiales. La proposition concerne un lanceur à deux étages *Black Prince*, constitué d'un premier étage *Blue Streak* et d'un second étage *Black Knight*, tous deux britanniques. Le Comité, chargé par le gouvernement de donner un avis sur cette proposition, émet des doutes sur l'intérêt technologique pour la France à s'engager dans un tel programme. En septembre, le Comité, à nouveau sollicité sur de nouvelles propositions anglaises, se déclare toujours aussi peu favorable, argumentant que le budget des recherches spatiales ne doit pas être utilisé pour le développement de véhicules¹⁵. Nous verrons ultérieurement que malgré les avis défavorables des techniciens, les politiques apporteront finalement leur caution au projet.

c) Relations avec les États-Unis

En mars 1959, les États-Unis proposent à l'ensemble des pays du bloc occidental de placer sur des satellites américains des expériences de conception nationale, avec pour seules conditions que ces expériences soient novatrices et présentent un intérêt scientifique réel¹⁶. Les Anglais et les Canadiens répondent favorablement et avec célérité à l'offre américaine. Du côté français, le Comité tarde à formuler des propositions. En décembre 1960, le professeur J. Blamont reçoit la mission de négocier avec les Américains. C'est uniquement en février 1961 qu'il lance une consultation auprès de plusieurs laboratoires, qui lui remettent cinq propositions. Trois sont transmises à la NASA, qui finalement n'en retiendra qu'une : l'étude de la propagation des ondes à très basse fréquence, qui sera à l'origine du projet *FR1*. Puis, le 21 mars 1961, une délégation française – composée de P. Piganiol (DGRST), de P. Auger et de J. Pierrat représentant le Comité – se rend à Washington et signe un Accord-cadre de coopération avec la NASA.

Constatant l'évolution rapide des affaires spatiales européennes et internationales et les difficultés rencontrées par le Comité dès l'automne 1960, le gouvernement réfléchit à l'avenir de la structure existante et d'une manière plus générale à l'orientation qu'il y aurait lieu de donner à l'ensemble des activités en rapport avec l'espace. Il apparaît évident que son action doit s'inscrire dans un plan plus large visant à doter la France d'une véritable politique spatiale, avec tous les moyens humains et financiers nécessaires à sa mise en œuvre. Après une période transitoire de quelques mois le gouvernement décide, fin 1961, de créer une agence spatiale nationale et de développer un lance-satellite capable de placer sur orbite un satellite national.

¹⁴ Sur cette période et l'initiative de E. Amaldi et P. Auger, voir J. KRIGE & A. RUSSO, *A History of the European Space Agency, 1958-1987, vol. I, The Story of ESRO and ELDO, 1958-1973*, SP-1235, Noordwijk, ESA Publications Division, 2000. Il est intéressant de noter que les comptes rendus des réunions du Comité ne font pratiquement jamais référence à des débats qui auraient pu avoir lieu sur cette question.

¹⁵ CR réunion du 14 septembre 1960.

¹⁶ Ce type d'accord, qui exclut toute coopération dans le domaine des lanceurs, s'inscrit dans la politique de la NASA, exprimée dans la proposition du Dr. Richard Porter (mars 1959, La Haye). Cette politique donnera naissance aux programmes *FR1* avec la France, *Alouette* avec le Canada, *UK (Ariel)* avec la Grande-Bretagne et *San Marco* avec l'Italie.

La création du Centre national d'études spatiales

Le 15 décembre 1960, le Comité des recherches spatiales soumet au DGRST le projet de création d'un « Bureau national de recherches spatiales » sous la forme d'un établissement public, doté de l'autonomie financière, et qui serait placé sous l'autorité du ministre chargé de la recherche scientifique. Ce texte contient déjà l'essentiel des attributions du futur CNES, notamment celle qui consiste à « assurer l'exécution des programmes », compétence que n'a pas le Comité. Mais, la note prend également soin de préciser :

« [qu']il n'est pas question de créer un établissement important, doté comme la NASA américaine, d'effectifs et de moyens de recherche et d'expérimentation qu'il gèrerait lui-même. Mais de constituer une autorité souple et efficace ayant la forme d'un état-major technique et administratif réduit...¹⁷ ».

Venant de la part du Comité, cette approche est nouvelle et marque incontestablement une rupture avec la ligne fixée en janvier 1959. Pour l'historien Emmanuel Chadeau, ce virage s'explique par le fait que le Comité ayant achevé sa tâche, il n'avait plus de raison d'être et devait céder sa place à une structure nouvelle chargée de la mise en œuvre du programme¹⁸.

En avril 1961, le vol de Youri Gagarine, qui ouvre la voie à l'Homme dans l'espace, incite les autorités politiques françaises à accélérer le processus d'évolution structurelle. Pour le Premier ministre, Michel Debré, il s'agit dans un premier temps de réanimer le Comité¹⁹. Début juillet, le *Journal Officiel* publie un décret qui entérine l'élargissement du Comité et fixe une nouvelle répartition des compétences entre celui-ci et son président, il précise également le rôle du Comité en tant qu'organisme de coordination entre les différents départements ministériels concernés²⁰. Après cette première phase, qui représente un simple ajustement des structures en place, l'idée de créer un organisme entièrement nouveau poursuit son chemin.

Dès le 21 juillet, le Premier ministre préside un conseil interministériel, auquel R. Aubinière, P. Auger, J. Blamont, J. Pierrat et P. Piganiol ont été conviés, qui a pour objet d'examiner un projet de loi relatif à la création d'un « Centre national d'études spatiales » (CNES).

Le projet, adopté le 2 août en Conseil des ministres, est soumis au vote du Parlement qui l'adopte le 7 décembre 1961, sans qu'un véritable débat se soit instauré sur la question. Seuls quelques membres de l'opposition parlementaire font symboliquement part de leur désapprobation sur la constitution d'un tel organisme, lui préférant une solution consistant à soutenir les laboratoires existants²¹. En parallèle au débat parlementaire, le 29 novembre 1961, le protocole qui doit régir les rapports entre civils et militaires à propos de l'utilisation des champs de tirs

¹⁷ Lettre n° SG/JP/MR-105, du 15 décembre 1960, signée Jacques Pierrat [AN/RE-130].

¹⁸ E. CHADEAU, « Naissance de la politique spatiale française (1958-1962) », in *L'Essor de la politique spatiale française dans le contexte international (1958-1964)*, Actes de la table ronde organisée par le CEHD, sous la direction de Maurice Vaïsse, 1997, p. 124.

On peut rapprocher cette position de celle de Pierre Piganiol, Délégué général à la recherche scientifique et technique de l'époque et initiateur des « actions concertées », qui considère que l'on crée un comité pour examiner et évaluer une question. Une fois celle-ci étudiée, pour sa mise en œuvre la structure d'un comité n'est plus adaptée ; une autre doit lui être substituée. [Entretien P. Piganiol / H. Moulin].

¹⁹ M. DEBRE, *Gouverner – Mémoires, (1958-1962)*, t.3, p. 148.

²⁰ Décret n°61-703 du 3 juillet 1961 modifiant le Décret du 7 janvier 1959 relatif à la création du Comité des recherches spatiales [J.O du 7 juillet 1961, p. 6182]. Le Comité passe de 9 à 22 membres par adjonction de représentants de services publics et de présidents de sections du CNRS. Quant à l'Armée, elle est officiellement représentée par son Chef d'Etat-major et le Directeur de la Direction des recherches et moyens d'essais (DRME) de la Délégation ministérielle pour l'armement (DMA), récemment créées.

²¹ *Journal Officiel*, Débats A.N., 2^e séance du 18 octobre 1961, pp. 2620-2630 et Débats Sénat, séance du 7 décembre 1961, pp. 2392-2398.

est signé entre le ministre des Armées, P. Messmer, et le ministre en charge des questions spatiales, P. Guillaumat.

Enfin, le 18 décembre, le Général de Gaulle préside à l'Elysée un ultime conseil interministériel, au cours duquel sont entérinés le démarrage du programme de lanceur et la réalisation du satellite national. Le lendemain, le Président de la République promulgue la loi portant création du Centre national d'études spatiales (CNES)²².

Entre la promulgation de la loi et le démarrage effectif des activités du CNES, les services du Premier ministre gèrent les affaires courantes du Comité. Michel Debré, qui pressent l'arrivée du terme de son mandat de Premier ministre, donne des instructions pour que la nouvelle structure soit mise en place avant son remplacement. Le 7 février 1962, sur proposition de Pierre Guillaumat, le Conseil des ministres approuve « *pour éviter des discordances et les concurrences* », la nomination de Pierre Auger à la présidence du CNES²³. Le *Journal Officiel*, daté du 10, publie le décret d'application, préparé à la demande de Pierre Guillaumat par Michel Bignier, qui précise le fonctionnement administratif et financier du CNES et transforme le Comité des recherches spatiales en un Comité de l'espace²⁴. Le 24, le général Robert Aubinière prend ses fonctions de directeur général. Puis, les différentes formalités étant accomplies, le CNES tient son premier conseil d'administration le 27 février. Ses activités démarrent effectivement, le 1^{er} mars 1962. Quelques semaines plus tard, Michel Debré quitte ses fonctions de Premier ministre. Georges Pompidou, son successeur, nomme Gaston Palewski, ministre d'Etat, chargé de la recherche scientifique et des questions atomiques et spatiales, en remplacement de Pierre Guillaumat²⁵.

A cette époque, les industriels français sont encore dans leur ensemble majoritairement sceptiques quant à l'intérêt de s'impliquer dans l'aventure spatiale, la considérant comme trop onéreuse et difficile sur le plan technologique. Parmi eux, quelques visionnaires ne partagent pas ce point de vue et prennent des initiatives. La première d'entre elles se présente sous la forme d'un rapport intitulé « *Industrie et espace*²⁶ », qui est le résultat d'une réflexion commune entre deux sociétés déjà impliquées dans les technologies des missiles : l'une française, la SEREB et l'autre britannique, Hawker-Siddeley Aviation Ltd. Ce rapport a pour but de sensibiliser les responsables politiques à l'intérêt de certains industriels pour l'espace et de suggérer aux autres industriels de l'Europe occidentale qu'il est de leur intérêt d'agir en commun. La seconde initiative, qui peut-être considérée comme la conséquence de la précédente et dont la paternité doit être attribuée à Jean Delorme, président de la société Air Liquide, est à l'origine de la création du groupement d'industriels Eurospace.

²² Loi n°61-1382 du 19 décembre 1961, instituant un Centre national d'études spatiales. [J.O. du 20 décembre 1961, p.11665-11666]

²³ M. DEBRE., *Mémoire*, *op. cit.*

²⁴ Décret n°62-153 du 10 février 1962 pris pour l'application de la loi n°61-1382 du 19 décembre 1961 et relatif au fonctionnement administratif et financier du Centre national d'études spatiales. [J.O. du 11 février 1962, pp. 1484-1485].

²⁵ Décret n°62-528 du 27 avril 1962, relatif aux attributions du ministre d'Etat, chargé de la recherche scientifique et des questions atomiques et spatiales. C'est la première fois qu'il est fait explicitement référence aux activités spatiales. Dans le gouvernement précédent, les questions en rapport avec l'espace dépendaient directement du Premier ministre et d'un ministre délégué auprès du Premier ministre, (P. Guillaumat).

²⁶ Le rapport rédigé en anglais et en français, rendu public le 28 février 1961, fut présenté à la presse, simultanément à Paris et à Londres. Voir S. Thomas, *Men of space*, vol .8, Chilton Book Co, Philadelphia, 1968, p.166.

Les débuts du CNES

Dès la première réunion du conseil d'administration, le CNES met en place son organisation autour de Pierre Auger, président, et du général Robert Aubinière, directeur général, qui appellent notamment à leurs côtés Jacques Blamont, au poste de directeur scientifique et technique, et Michel Bignier, à celui de directeur des affaires internationales. Puis, les affaires européennes évoluant rapidement, Pierre Auger quitte ses fonctions de président, dès le mois d'octobre 1962, pour rejoindre le CERS, créé quelques mois plus tôt. Son successeur à la présidence du CNES, le professeur Jean Coulomb et le général R. Aubinière auront donc pour tâche de mettre en oeuvre le programme en cours d'élaboration.

Pour le CNES, conservant ainsi la ligne adoptée précédemment par le Comité, il n'est pas question de s'engager dans le développement de fusées-sondes et encore moins dans celui d'un lance-satellite, ces questions ayant été, au demeurant, déjà réglées avec les militaires²⁷. Cette ligne politique sera poursuivie jusqu'en 1966.

Les dirigeants du CNES, prenant comme principe d'action qu'il convient d'éviter le développement d'une structure lourde et onéreuse, décident de s'appuyer en matière de recherche scientifique et technique sur les laboratoires existants et de ne créer de nouveaux laboratoires qu'en tant que de besoin. Ils se proposent de coordonner les efforts des différents établissements de recherche et de travailler en constante collaboration avec l'industrie, afin de la former aux nouvelles techniques spatiales²⁸.

« ...Notre but dans cette entreprise, comme dans toutes les entreprises du CNES, n'est pas de nous substituer aux organismes existants, ni même de les fédérer, mais de les aider à fournir un effort d'ensemble. Lorsque les organismes n'existent pas, nous cherchons à en susciter plutôt qu'à en créer nous-mêmes ; c'est un principe que nous considérons comme essentiel²⁹ ».

Il nous paraît intéressant de souligner que cette politique du « faire faire » adoptée par les dirigeants du CNES, qui s'inspire fortement des Américains, consacre les méthodes appliquées dans l'Armée de l'Air et condamne la politique des arsenaux suivie par l'Armée de Terre et la Marine, comme celle appliquée au Commissariat à l'Energie Atomique (CEA).

En dehors du siège situé à Paris, le CNES ouvre un premier centre technique à Brétigny-sur-Orge où s'installe provisoirement la Direction scientifique et technique. Georges Pompidou, qui poursuit avec vigueur sa politique d'aménagement du territoire, souhaite que la vocation aérospatiale du Sud-Ouest de la France soit davantage affirmée. Le Premier ministre considère ainsi que l'implantation du CNES dans cette région doit favoriser la décentralisation des industries avec lesquelles il sera amené à travailler. Le 31 juillet 1963, un conseil inter-ministériel choisit le site de Toulouse pour l'implantation du futur centre technique qui doit accueillir la Direction scientifique et technique et celui de Aire-sur-Adour pour le centre de lancement des ballons du CNES.

Quelques jours à peine après leur entrée en fonction, les dirigeants du CNES se trouvent confrontés à la question essentielle du champ de tir, que les circonstances politiques obligent à résoudre en urgence. Alors que le protocole de novembre 1961 autorisait le CNES à utiliser les champs de tirs militaires, métropolitain (CERES) et sahariens (CIEES), dès le mois de mars 1962, cette faculté se trouve compromise par les accords d'Evian qui mettent fin au conflit algérien.

²⁷ Pour cela il faut se reporter aux deux protocoles du 29 novembre 1961 et du 9 mai 1962.

²⁸ Le 16 mai 1962 a été organisé, à Royaumont, un colloque CNES-Industrie, dont le but essentiel était de sensibiliser les industriels aux techniques spatiales et de discuter les problèmes posés par la fabrication du satellite. [Rapport activités CNES, 1^{er} mars – 1^{er} septembre 1962, p. 16]

²⁹ J. Coulomb, Conférence de presse du 12 juin 1963, lors de la journée de l'espace au Salon de l'Aéronautique et de l'Espace. Reproduit dans *La Recherche spatiale*. Vol. II, n°7-8, juillet-août 1963, p. 7-11.

Ces accords prévoient en effet que la France ne pourra plus utiliser les installations sahariennes de Colomb-Béchar et d'Hammaguir après le 1^{er} juillet 1967³⁰.

A court terme, cette situation nouvelle ne pose pas véritablement de problèmes. Les expériences prévues dans les premières années faisant appel aux fusées-sondes et aux ballons, les champs de tirs existants pourront toujours être utilisés. A moyen terme, la situation est différente. Les plus grosses fusées-sondes, comme la *Veronique* et la future fusée *Vesta*, qui requièrent des infrastructures plus conséquentes et des zones de sécurité particulières, ne peuvent être tirées que depuis le champ de tir d'Hammaguir. A fortiori, cela vaut également pour le lancement des futurs satellites au-delà de 1967.

Les militaires qui utilisent, pour les essais en vol de leurs engins, de façon régulière les champs de tir sahariens, se trouvent être confrontés à un problème similaire. Afin de satisfaire en priorité les besoins militaires qui ne souffrent pas d'interruption, le ministre des Armées décide au début du mois de juillet 1962 d'implanter un champ de tir sur le territoire métropolitain. Le site retenu se situe près de Biscarosse (Landes) sur la façade Atlantique, les axes de tirs étant orientés vers l'Ouest au-dessus de l'océan. Cette implantation du futur Centre d'essais des Landes (CEL) n'est pas satisfaisante pour les lancements de satellites qui doivent être tirés vers l'Est, afin de bénéficier de la vitesse de rotation de la Terre.

Pour ses activités, le CNES se trouve alors dans l'obligation de rechercher un nouveau champ de tir. Les premières études menées dans ce sens concluent à une possible implantation au bord de l'étang de Leucate, sur le littoral méditerranéen. Pour des raisons de sécurité au-dessus de la Méditerranée, cette solution ne satisfait pas pleinement les responsables du CNES, le premier étage du *Diamant* retombant au large de la Corse et le second au large de la Crête. Le Premier ministre Georges Pompidou, qui envisage un aménagement touristique de cette partie du littoral, écarte rapidement cette hypothèse. Le général Aubinière décide alors d'engager le CNES dans une nouvelle recherche. Il charge Pierre Chiquet et son équipe d'explorer plusieurs sites situés le plus proche possible de l'équateur, afin de bénéficier aux mieux de la vitesse de rotation de la Terre. Cette recherche aboutit finalement, en avril 1964, au choix du site de Kourou, en Guyane française, qui réunit les caractéristiques les plus appropriées³¹.

Le premier directeur du CSG, Guy Kramer, est nommé le 14 novembre 1966. Pendant deux ans, il se consacre aux travaux d'aménagements, défrichant ce coin de terre amazonienne pour le rendre accessible à la haute technologie. Puis, il construit routes, ponts, hôtels, logements, infrastructures techniques, etc., devant pour cela importer la majeure partie des matériaux requis. Sa tâche terminée, G. Kramer quitte la Guyane avec le regret de ne pas avoir pu assister à un lancement de *Diamant*.

Durant la construction du CSG, le CNES remodèle considérablement l'environnement guyanais autour de la ville de Kourou tout en modifiant le paysage social et politique local du département. Les premiers directeurs, comme le rappelle G. Kramer, devaient souvent se substituer aux autorités locales. Après quatre années de travaux, le Centre spatial guyanais (CSG) est ouvert le 14 avril 1968, avec le lancement d'une fusée *Veronique*. Le premier lancement de satellites avec un *Diamant B* a eu lieu en 1970³².

En octobre 1974, le gouvernement français prend la décision d'arrêter les programmes de fusées-sondes et celui du lanceur *Diamant*, après le lancement du dernier *Diamant B-P4*. Celui-ci ayant

³⁰ Accords conclus, le 18 mars 1962, entre la France et l'Algérie.

³¹ R. ORYE, « Accès à l'espace et autonomie européenne : le Centre spatial guyanais », *La France et l'Europe spatiale*, 3^{ème} rencontre de l'IFHE sur l'essor des recherches spatiales en France, IFHE Publications, 2004, pp. 171-191. Il est intéressant de noter que dès 1962, une mission chargée d'examiner les possibilités d'implantation d'une base de lancement pour les fusées-sondes, avait repéré le site de la Guyane.

³² Entretien avec G. Kramer, 2 octobre 2003, (D.Redon/IFHE).

été effectué avec succès, le 27 septembre 1975, le centre voit ses activités réduites au lancement de fusées météorologiques jusqu'aux premières opérations *Ariane*.

a) Le programme scientifique et technique

Le programme scientifique et technique mis au point par les professeurs J. Coulomb, J. Blamont et le général R. Aubinière repose, pour la réalisation des expériences envisagées, sur l'utilisation de fusées-sondes et de ballons, dans l'attente de pouvoir disposer de satellites.

b) Le programme fusées-sondes

Pour la partie du programme réalisée à l'aide de fusées-sondes, le CNES reprend l'essentiel du programme élaboré antérieurement par le Comité de recherches spatiales et le complète avec de nouvelles expériences. Une partie des expériences doit être réalisée à l'aide de fusées *Veronique*, qui continueront à être tirées d'Hammaguir, jusqu'en 1967, avant de s'envoler du ciel de la Guyane. Le CNES fait également appel aux nouvelles fusées-sondes – *Bélier* et *Centaure* – développées par le CNET et construites par la société Sud-Aviation. De dimensions et de performances moins importantes, elles sont aussi moins onéreuses et d'une mise en œuvre plus facile, ce qui autorise des tirs depuis le CERES, sur l'île du Levant ou à partir de bases mobiles. Cette famille de fusées propulsées par des moteurs à poudre sera améliorée et complétée avec des modèles plus puissants – *Dragon*, *Dauphin*, *Eridan*.

Pour assurer la réalisation du programme, le CNES crée une Division fusées-sondes (FU), placée sous la responsabilité de Bernard Golonka, qui s'installe à Brétigny avant de rejoindre le centre de Toulouse. Pendant plusieurs années, cette activité mène à bien de nombreuses expériences scientifiques et technologiques. La Division FU est alors un formidable outil de formation pour les équipes de scientifiques, d'ingénieurs et de techniciens. Son activité, qui s'inscrit pour partie dans le cadre du programme international du COSPAR, se développe également avec l'organisation de campagnes de lancements intervenant depuis différents points du monde³³. Mais les expériences scientifiques réalisées à bord de fusées deviennent de plus en plus coûteuses (*Faust*) en même temps qu'elles entrent, progressivement, en concurrence avec les satellites. En 1974, la décision est prise d'arrêter le programme. Les dernières expériences scientifiques sont lancées en 1975 (*Araks*) et les tirs technologiques se poursuivront au CSG, jusqu'en 1979.

La réussite du programme fusées-sondes du CNES – qui a enregistré plus de 300 lancements, dont plusieurs réalisés en coopération – a favorisé l'industrialisation des fusées de Sud-Aviation qui ont été utilisées sur le plan européen par le CERS et ont trouvé des débouchés sur le plan international à la suite de contrats signés avec l'Inde, le Pakistan, l'Argentine et le Brésil.

c) Le programme ballons

L'activité ballons tient une place importante dans le programme du CNES. Contrairement aux fusées-sondes qui offrent une durée utile d'expérience très courte, les ballons peuvent se maintenir à une altitude élevée qui intéresse les scientifiques, pendant des périodes plus longues. De plus, leur souplesse d'utilisation et la relative simplicité des opérations de mise en œuvre ne requièrent que des infrastructures au sol limitées. Au début des années 1960, les Etats-Unis avaient mis au point de nouvelles techniques de fabrication des ballons en polyéthylène ouverts, qui permettaient d'envisager leur utilisation dans des recherches spatiales. Sous l'impulsion du prof. J. Blamont, le Service d'Aéronomie du CNRS a intégré ces nouvelles techniques dans ses activités et, grâce aux travaux de Robert Regipa, a pu les développer et les améliorer. Les deux premiers ballons du Service d'Aéronomie (3000 m³) furent expérimentés à Trappes (Yvelines) le 15 octobre 1961. La première campagne de lancement de ballons, réalisée en février 1962 aux Îles

³³ Voir les entretiens avec Marius Le Fèvre, 10 mars 2003 (D.Redon/IFHE) et avec Jean-Claude Renou, 23 septembre 2003, (D.Redon/IFHE), qui font tous les deux une large place à cette activité.

Kerguelen, était destinée à effectuer des mesures aux deux extrémités d'une ligne de force magnétique, en coopération avec des scientifiques russes³⁴.

La multiplication des lancements et le développement des ballons stratosphériques ouverts (BSO) conduisent le Service d'Aéronomie à implanter un centre de lancement à Aire-sur-Adour (Landes), rapidement complété par celui de Gap-Tallard (Haute-Savoie). Puis, en 1965, à la demande du Service d'Aéronomie, le CNES absorbe l'ensemble de l'activité ballons. Les ballons stratosphériques présentent toutefois l'inconvénient de ne pouvoir rester très longtemps à leur plafond. Une autre technique utilisant les ballons pressurisés plafonnants, mise au point à partir de 1964, a été utilisée dans le projet franco-américain *Eole*. Le Service d'Aéronomie a imaginé, en 1976, une montgolfière infrarouge (MIR) développée ensuite par le CNES ; il s'agit d'un ballon dont la partie supérieure est recouverte d'une mince couche d'aluminium. Sous l'effet du rayonnement solaire, la montgolfière monte le jour et descend la nuit, ce qui lui permet de rester en vol de 15 à 20 jours. Depuis, plusieurs ont fait le tour du monde. Enfin, plus récemment, dans le cadre du programme *Pronaos* (PROgramme National d'AstrONomie Submillimétrique), le CNES a mis au point avec le CNRS une nacelle de 3 tonnes placée sous un ballon, qui emporte à 40 km d'altitude un ensemble d'équipements pour la recherche astronomique³⁵.

d) Le programme satellites

La partie la plus innovante du programme du CNES concerne la réalisation des satellites qu'il se propose de lancer dans le cadre du programme *Diamant*. Dans ce domaine, la France n'a aucune expérience, aussi est-il indispensable d'acquérir, au plus vite, les compétences techniques de base. A cette fin, le CNES se rapproche des Etats-Unis, seul pays dans le monde occidental à les maîtriser. Dans le cadre d'un accord signé avec la NASA, en mars 1961, douze ingénieurs sont recrutés par le CNES et dépêchés auprès du Goddard Spaceflight Center pour y effectuer un stage de formation de six mois. A leur retour en France, ces ingénieurs constituent l'ossature de la nouvelle Division satellites du CNES, placée sous la direction de Jean-Pierre Causse³⁶.

La Division satellites, qui prend forme fin 1962-début 1963, élabore six projets de satellites technologiques et scientifiques, désignés *FR1* à *FR6*. Parallèlement, le CNES entreprend la construction des réseaux de stations de télémessures *IRIS* et de localisation *Diane*, nécessaires au programme *Diamant*. En parallèle, Maurice Roy, directeur de l'ONERA, qui n'a pas renoncé, depuis sa proposition au Comité de recherches spatiales, à prendre une part importante dans le programme spatial français, soumet au CNES son propre projet de petit satellite, *Samos*, qu'il estime pouvoir lancer avec une fusée dérivée de la fusée *Bérénice*, un an avant le premier satellite du programme *Diamant*. Considéré par le CNES comme ne présentant pas de possibilité de développement, ce projet restera sans suite.

Après une période faste de deux ans, le CNES se voit imposer en 1964, une réduction de crédits par le Premier ministre, Georges Pompidou³⁷. Néanmoins, la réalisation du programme de satellite technologique *D1-A Diapason*, qui a notamment pour objectifs de préparer l'industrie nationale aux techniques spatiales et de favoriser la mise au point de composants français, se poursuit. Lancé avec succès, le 17 février 1966, par la deuxième fusée *Diamant A*, il est suivi un an plus tard par le lancement réussi des satellites scientifiques *D1-C Diadème I* et de *D1-D Diadème II*, placés sur orbite par les deux derniers *Diamant A*³⁸.

³⁴ Cette campagne avait été décidée et financée par le Comité des recherches spatiales.

³⁵ *Pronaos* a effectué son premier vol en septembre 1994. Depuis, il a volé plusieurs fois.

³⁶ Ingénieurs ayant effectué un stage au GSFC en 1962-1963 : X. Namy, M. Blanc, J-P. Bourdeau, P. Debray, S. Destivelle, J-F. Faugère, J-C. Lespès, J-P. Martichoux, G. Provost, M. Raclet, B. Saint-Jean, R. Tessier.

³⁷ C. CARLIER, *Les trente années du CNES*, op. cit., p. 24.

³⁸ Lancés d'Hammaguir, respectivement les 8 et 15 février 1967.

L'Accès à l'Espace : le programme Diamant

Réorganisation des Armées et création de la DMA

Les grands programmes d'armement, bien qu'ils soient d'un point de vue technique conduits par des organismes spécialisés (le CEA pour l'arme atomique ou la SEREB pour les missiles stratégiques), sont rattachés à l'Armée qui doit donc adapter ses structures. Dès 1958, le Général de Gaulle remplace les secrétaires d'Etat, postes éminemment politiques, par des Délégués ministériels, mais cela se révèle insuffisant. Après le vote de la Loi de programmation militaire, en décembre 1960, il charge le ministre des Armées, P. Messmer, de procéder à une réorganisation complète des Armées, qui intervient le 5 avril 1961. Le ministre est dorénavant seul responsable politique, il a sous son autorité le chef d'Etat-major, le secrétaire général pour l'administration et le délégué ministériel pour l'armement³⁹.

La Délégation ministérielle pour l'armement (DMA)⁴⁰, confiée au général Gaston Lavaud⁴¹, rassemble cinq directions techniques, les quatre existantes (DEFA, DTIA, DCCAN et Service des poudres) et une nouvelle, la Direction des recherches et moyens d'essais (DRME), dirigée par Lucien Malavard et son adjoint Pierre Aigrain. Elle dispose également de huit départements fonctionnels, dont le Département des Engins (DEn), qui est transformé en 1965 en Direction technique des engins (DTEn). Sous l'impulsion de l'ingénieur général Pierre Soufflet, la DTEn aura un rôle important non seulement dans le développement des missiles stratégiques, mais également dans celui des lanceurs spatiaux. P. Soufflet va notamment permettre de maintenir le financement par la DMA des études sur les moteurs cryotechniques, bien que ceux-ci n'aient pas d'utilisation militaire à court terme.

Diamant A : le premier lance-satellite français

L'importance des financements attribués par la loi de programmation militaire avait fait craindre aux scientifiques du Comité des recherches spatiales que l'ensemble des activités spatiales passe sous la tutelle des Armées, laissant ainsi aux militaires la voie libre pour la réalisation d'un lance-satellite et d'un satellite national.

La conception du lance-satellite *Diamant* repose sur une proposition de la SEREB, élaborée à partir de ses travaux sur les missiles balistiques stratégiques. Le projet de lance-satellite, qui est officiellement présenté au Délégué ministériel à l'Air le 23 septembre 1960, consiste en un véhicule pouvant placer sur orbite une charge de 40 kg, bâti à partir du futur bi-étages *Saphir* (alors baptisé *Céphée*) auquel est ajouté un 3^{ème} étage développé spécialement⁴². Dans les mois qui suivent, les études sont intensifiées et la Délégation ministérielle pour l'armement (DMA), qui assure depuis le mois d'avril 1961 la tutelle de la SEREB, se déclare favorable au programme qui prend alors le nom de *Diamant*⁴³.

³⁹ Décret du 5 avril 1961 portant création de la DMA et Décret du 5 avril 1961 fixant les attributions du délégué ministériel pour l'armement. *Journal Officiel* du 6 avril, p. 3336-3338.

⁴⁰ Voir *Les origines de la Délégation générale pour l'armement*, Comité pour l'histoire de l'armement (CHARME), DGA, Centre des hautes études de l'armement, département d'histoire de l'armement, Paris, 2002. 66 p.

⁴¹ D. PESTRE. « Les missiles et leur place décisive dans la création de la DMA », *Les origines de la Délégation générale pour l'armement*, op. cit. - Le général Gaston Lavaud, avait été successivement responsable de l'armement dans le cabinet de Bourguès-Maunoury (1954), puis chef du Bureau Armement, jusqu'à sa nomination à la DMA.

⁴² Les travaux préparatoires de la Direction des études avancées de la SEREB ont donné lieu à la rédaction de trois notes techniques, datées des 18 mai, 13 juin et 17 juin 1960, qui établissent la faisabilité du projet, définissent l'architecture du lanceur et la procédure de mise sur orbite.

⁴³ Le lanceur *Diamant* est défini dans le document DTA 502 878.

La décision politique de confier le programme aux militaires intervient quelques mois plus tard. En effet, la loi créant le CNES étend sa compétence sur l'ensemble des activités se rapportant à l'espace, il est donc indispensable de définir les relations et le partage de responsabilités entre militaires et civils sur le programme du *Diamant*. Ceux-ci sont précisés dans un protocole conclu, le 9 mai 1962, entre la DMA et le CNES, aux termes duquel la DMA s'engage sur la réalisation de quatre lance-satellites *Diamant* et sur la mise sur orbite de quatre satellites technologiques, la première tentative de satellisation devant intervenir avant la fin du mois de mars 1965. Le CNES obtient qu'en cas de réussite de deux de ces tentatives, il ait la faculté d'utiliser les tirs restant pour des satellites réalisés par ses soins, en contrepartie de quoi il s'engage à hauteur de 54 millions de francs pour assurer le financement des travaux complémentaires de transformation et d'adaptation du véhicule d'essais *Saphir* en lance-satellite *Diamant*.

Naturellement, la DMA confie la maîtrise d'œuvre de l'opération *Diamant* à la SEREB, qui procède à l'intégration du lanceur dans les installations du Centre d'achèvement et d'essais des propulseurs et engins (CAEPE) à Saint-Médard-en-Jalles, près de Bordeaux, avec la participation des industriels concernés (Nord Aviation, Sud Aviation, Snecma, SEPr, Matra, etc.).

Les premiers tirs des véhicules d'essais, qui interviennent à partir de 1962, se déroulent normalement et donnent de bons résultats. Jusque-là, le programme progresse normalement. Mais, en 1964, le véhicule mono-étage bi-liquides *Emeraude* (alors baptisé *Cassiopée*), qui doit servir de premier étage au *Diamant*, subit trois échecs consécutifs. Cela relance le débat entre militaires et civils, sur les avantages et les inconvénients respectifs de la propulsion à poudre ou à liquides. Au début de l'année 1965, il est sérieusement envisagé de substituer au premier étage bi-liquides de *Diamant* un étage à poudre développé par les militaires. Toutefois, cette réflexion n'a bientôt plus de raison d'être, les tirs d'essais suivants, d'*Emeraude* puis de *Saphir*, ayant tous été couronnés de succès⁴⁴. Quant à la partie haute du *Diamant*, qui comporte la case à équipements, le système de basculement et une maquette du satellite, elle est testée à deux reprises avec succès par le CNES au deuxième semestre 1965, à l'aide du véhicule à deux étages *Rubis*, dont le second étage est le 3^e étage du lance-satellite. A l'automne 1965, les différents composants du lanceur ayant tous été testés avec succès, les techniciens peuvent envisager le premier tir du *Diamant*, dont la date dépend maintenant des autorités politiques⁴⁵.

Le premier *Diamant A* décolle avec succès d'Hamaguir, le 26 novembre 1965, emportant sous sa coiffe la capsule technologique *A1 (Astérix)*⁴⁶ – réalisée par Matra pour le compte de l'Armée – qui est placée sur orbite quelques minutes plus tard. Avec cette réussite, la France accède à l'espace et devient, après l'Union soviétique et les Etats-Unis, le troisième pays à avoir placé un satellite sur orbite. A la suite de ce lancement, les trois autres *Diamant A* emporteront des satellites développés par le CNES.

Les coopérations bilatérales

Dès sa création, le CNES établit des relations bilatérales avec plusieurs pays, accords qui pour la plupart débouchent sur des coopérations dont la nature diffère en fonction des objectifs à atteindre. Dans les premières années, il s'agit d'assurer l'implantation, principalement en Afrique, des réseaux de stations de télémessures *IRIS* (Afrique du Sud, Congo, Espagne, Haute-Volta, Liban) et de stations de localisation *Diane* (Afrique du Sud) nécessaires au programme *Diamant*. Cependant, les coopérations bilatérales les plus importantes sont réalisées avec les deux puissances spatiales de l'époque, les Etats-Unis et l'Union soviétique.

⁴⁴ Entretien Pierre Soufflet, 8 décembre 2004 (D.Redon/IFHE).

⁴⁵ Tirs du VE 210 Rubis, les 5 juin et 29 septembre 1965.

⁴⁶ La capsule technologique désignée *A1*, pour Armée, avait été baptisée *Astérix* par les médias, le héros d'une bande dessinée.

Relations avec les États-Unis

Les échanges réguliers entretenus depuis la fin de la guerre entre scientifiques des deux côtés de l'Atlantique, ont préparé un terrain favorable à la mise en œuvre d'une coopération institutionnelle dans le domaine spatial entre les États-Unis et la France. De leur côté, quelques industriels français poursuivant des activités technologiques proches de celles rencontrées dans le spatial, avaient déjà eu l'occasion d'échanger des informations avec leurs homologues américains.

Cette coopération avec les États-Unis est, au cours des premières années, non seulement profitable, mais surtout indispensable aux Français qui doivent acquérir l'essentiel des techniques dans plusieurs domaines : grosse propulsion, guidage, construction de satellites, etc. Comme le rappelle, en substance, le professeur Jacques Blamont : « à cette époque, en France, tout était à faire et tout était à apprendre des Américains ».

Sur le plan institutionnel, les relations franco-américaines dans le domaine spatial démarrent avec un premier accord de principe conclu, en mars 1961, entre la NASA, le Délégué général à la recherche scientifique et technique et le Comité de recherches spatiales. Mais elles prennent leur véritable essor en mai 1962 avec la visite du général Aubinière et de J. Blamont, aux États-Unis, qui aboutit, le 18 février 1963, à un nouvel accord entre la NASA et le CNES, relatif à la construction d'un satellite scientifique. L'expérience scientifique retenue, proposée dès 1959 par L. O. Storey du CNRS, porte sur l'étude des ondes très basses fréquences dans la magnétosphère. Contrairement aux Canadiens et aux Anglais qui avaient rapidement accepté la proposition américaine de placer des expériences nationales dans un satellite construit par les États-Unis, les Français ont souhaité avoir la responsabilité de la construction du satellite. A la demande des Américains, des lancements de fusées américaines *Aerobee* sont prévus afin de valider et de calibrer l'expérience scientifique. Les résultats de ses expériences préliminaires ayant été satisfaisants, les Américains confirment leur engagement sur le lancement du satellite, dont la construction s'achève en France. Début 1964, le programme prend officiellement le nom de *FR-1* et son lancement par une fusée américaine *Scout* intervient le 6 décembre 1965, depuis la base de Vandenberg, en Californie.

Ce premier programme, qui s'est très bien déroulé et a donné des résultats scientifiques intéressants, constitue la base d'une coopération spatiale efficace et durable entre les deux pays. Par la suite, les États-Unis vont accepter de lancer des expériences françaises placées à bord de satellites américains (*OSO*, *OGO*) ou seront associés à des programmes de satellites (*Eole*, 1971, *Topex-Poseidon*, 1987). Les compétences acquises par le CNES avec les programmes *Eole* et *D1* donneront naissance à l'équipement *Argos*, placé à bord de *Tiros N*⁴⁷.

En 1984, le président américain Ronald Reagan invite la France à participer à des missions habitées à bord de la Navette. Après un premier vol, en juin 1985, de Patrick Baudry à bord de *Discovery*, les navettes spatiales américaines verront se succéder plusieurs astronautes français : Jean-Loup Chrétien, Jean-François Clervoy, Jean-Jacques Favier, Philippe Perrin.

Outre les rapports existants entre les agences spatiales, la NASA et le CNES, dès le début des années 60, la coopération s'est étendue au domaine des télécommunications avec la firme américaine AT&T, avec l'installation par le CENT d'un centre de réception à Pleumeur-Bodou, qui a permis de réaliser, le 10 juillet 1962, la première liaison transatlantique par satellite (*Telstar*). Pour sa part, la Météorologie nationale participe, avec sa station de Lannion, à la réception des signaux des satellites météorologiques américains de type *Tiros*. Quant à l'Observatoire de Paris, il a assuré l'observation optique de plusieurs satellites (*Echo*), grâce à l'équipe du professeur Paul Muller.

⁴⁷ Argos sera à l'origine du système COSPAS/SARSAT de localisation et de collecte de données à l'échelle mondiale.

Au cours de cette première période, les rapports entre industriels français et américains deviennent de plus en plus délicats. Dans le domaine des lanceurs, de la propulsion, de l'électronique et du guidage, qui comportent des aspects stratégiques évidents, la coopération se heurte à des visions politiques différentes. Cela n'empêche nullement plusieurs industriels français de nouer des rapports directs ou de conclure des accords techniques avec des partenaires industriels américains. Ces relations furent souvent facilitées par l'existence des liens établis antérieurement dans le cadre des activités de défense.

La Coopération scientifique franco-russe

L'engagement de la France dans la coopération avec l'Union soviétique est de nature bien différente. La France, en vertu du principe d'indépendance qui représente l'un des piliers de la politique étrangère au temps du Général de Gaulle, est le premier pays occidental à envisager avec l'URSS une coopération dans le domaine spatial⁴⁸. Cette volonté réciproque de coopération se concrétise par un accord de coopération conclu le 30 juin 1966. Alors que l'on évoque déjà en Occident l'intérêt des applications spatiales, pour satisfaire aux souhaits des dirigeants soviétiques cette coopération doit se limiter aux aspects scientifiques dans le cadre d'une utilisation pacifique de l'espace. L'accord, prévu pour durer dix ans, couvre l'aéronomie, les expériences scientifiques à bord de ballons et de fusées-sondes, mais il fait aussi référence à différents domaines d'applications comme les télécommunications (*Molniya*) et la météorologie qui ne se traduisent en fait que par des expériences françaises placées au sol, faisant appel à des satellites russes. Enfin, cet accord prévoit le lancement par une fusée russe d'un satellite construit en France⁴⁹.

Le projet franco-soviétique de satellite, baptisé *Roseau* (Radio Observation par Satellite Excentrique à Automatisme Unique) et conçu par le Département CDS du CNET (dirigé par Marcel Thué) et par le Groupe de recherches ionosphériques (GRI) du CNRS (dirigé par James Hiéblot, assisté de deux directeurs techniques: l'un français, Jean-Pierre Causse et l'autre russe, Georgui Babakine), est rapidement mis en chantier⁵⁰. Malheureusement, les conséquences financières des événements de mai 1968 condamnent ce projet qui est abandonné par les Français à la fin de l'année 1968. Dès lors, la coopération en matière de satellites s'oriente, avec le programme *SRET*, vers la réalisation de deux petits satellites technologiques construits par la France et respectivement lancés à bord de fusées russes *Molniya*, le 4 avril 1972 et le 5 juin 1975⁵¹.

Dès le début des années 70, la France est associée au programme lunaire soviétique. Plusieurs échantillons de pierres lunaires ramenés par les sondes *Luna* seront ainsi remis à la France. Le 17 novembre, *Luna 17* dépose sur la Lune le véhicule automatique *Lunakhod 1* qui emporte à son bord un réflecteur laser français⁵². Ultérieurement l'exploration interplanétaire se poursuit avec le programme *Venera* vers Vénus. Puis, au milieu des années 80, la France et la Russie participent à l'opération internationale vers la comète de Halley. La France est

⁴⁸ Sur l'origine de la coopération franco-soviétique : lors d'une récente conférence prononcée devant l'Institut Charles de Gaulle, le prof. J-E. Blamont a rappelé qu'une interview de l'académicien soviétique Blagonravov parue en janvier 1961 dans le quotidien *Le Monde*, évoquait l'intérêt de l'URSS d'associer la France à ses travaux. *Le Général de Gaulle et la coopération franco-soviétique*, 13 décembre 2004.

⁴⁹ Accord du 30 juin 1966, entre le gouvernement de la République française et le Gouvernement de l'Union des républiques socialistes soviétiques sur une coopération pour l'étude de l'exploitation de l'espace à des fins pacifiques. [Décret n°67-63 du 14 janvier 1967, *Journal Officiel* du 20 janvier 1967, p.p. 793-704].

⁵⁰ G. Babakine était constructeur principal de la NPO Lavotchkine entre 1965 et 1971.

⁵¹ *SRET* était un programme pluriannuel de mini-satellites technologiques, décidé en novembre 1970.

⁵² L'expérience sera renouvelée en 1973, avec *Lunakhod 2*.

également associée au programme martien soviétique lorsque, le 28 mai 1971, la sonde *Mars 3* emporte l'expérience *Stéréo 1*, destinée à l'étude des sursauts solaires⁵³.

Plusieurs instruments scientifiques français ont été placés à bord de satellites soviétiques : instrument français *Arcad*, lancé à trois reprises à bord des satellites *Oreols* (décembre 1971, décembre 1973 et septembre 1981) ; le 29 juin 1972, le satellite *Prognosz* emporte les expériences françaises *Calipso* et *Signe 1*. Cette dernière expérience marque le début d'une longue coopération en astronomie gamma, qui sera notamment matérialisée par le lancement, par une fusée russe en 1977, du satellite scientifique français *Signe 3*⁵⁴.

Plusieurs campagnes de lancements de ballons et de lancements de fusées-sondes ont jalonné la coopération franco-russe, depuis la première campagne aux Îles Kerguelen, en 1962. A partir de 1967, des campagnes de lancements de fusées russes (MR-12, M-100) sont organisées sur la presqu'île de Heiss (URSS) avec des instruments français à bord. En février 1969, deux fusées-sondes françaises *Dragon* sont lancées depuis le Centre d'Essais des Landes avec des équipements soviétiques. Dans le même temps, plusieurs campagnes communes de lâchers de ballons sont également organisées. Puis, en janvier-février 1975, deux fusées-sondes françaises *Eridan*, équipées de canons à électrons de fabrication soviétique destinés à créer une aurore artificielle, sont tirées depuis les îles Kerguelen, dans le cadre de l'expérience ARAKS (ARTificial Aurora between Kerguelen and Sogra).

Vers la fin des années 70, plusieurs expériences biologiques françaises sont placées à bord de la station *Saliout*. Elles préfigurent l'accord de 1979 entre Léonid Brejnev et Valéry Giscard d'Estaing qui aboutit, en juin 1982, au vol à bord de la station spatiale *Saliout 7* de Jean-Loup Chrétien, premier spationaute français. En 1988, au cours de son deuxième vol, qui dura plus d'un mois à bord de la station *Mir*, Jean-Loup Chrétien effectue la première sortie extravéhiculaire d'un Européen⁵⁵.

L'accord de coopération de 1966, mis en œuvre par une commission mixte franco-soviétique conduite par le CNES et Interkosmos, a été renouvelé à deux reprises (1989, 1996) et complété par des accords plus spécifiques permettant la poursuite d'expériences scientifiques et la réalisation de plusieurs vols habités de spationautes français. (Michel Tognini, Jean-Pierre Haigneré, Leopold Eyharts, Claudie Haigneré).

Au delà de son aspect politique, cette coopération, qui au début s'est déroulée dans des conditions parfois difficiles mais toujours dans un bon esprit, a permis aux Français de bénéficier de la grande maîtrise technique des Soviétiques qui, en retour, ont découvert les moyens importants existants à l'Ouest, notamment dans le domaine de l'informatique.

Coopération franco-allemande

La coopération entre la France et l'Allemagne démarre au début des années 60, avec le séjour d'une équipe de scientifiques allemands, dirigée par le professeur Reimar Lüst, à Hammaguir, pour réaliser des expériences scientifiques à bord de fusées *Veronique* (1963) et *Centaure* (1964, 1965). Celles-ci sont le prélude à de nombreux et réguliers

⁵³ J-L. STEINBERG, « Les débuts de la coopération franco-soviétique », in *La France et l'Europe spatiale*, op. cit., p.p. 229-243.

⁵⁴ Le satellite français *Signe 3* était un modèle de vol du satellite *D-2B*, qui avait été réinstrumenté et adapté au lanceur soviétique.

⁵⁵ En 1978, Leonid Brejnev autorise la fourniture d'UDMH russe grâce auquel le programme Ariane a pu poursuivre son développement sans heurt après l'arrêt de fourniture d'UDMH américain dont la production dans l'usine de Baltimore a été soudainement arrêtée par suite de problèmes de pollution.

échanges entre la France et l'Allemagne, qui se sont concrétisés par des programmes plus ambitieux décidés au niveau gouvernemental, comme le programme de satellites de télécommunications *Symphonie*⁵⁶, le programme de satellite de télévision directe *TDF/TVSAT* ou par des coopérations entre industriels, comme celles qui se sont développées entre la SEP et MBB pour les moteurs. On peut encore citer le programme allemand *Dial*, lancé en 1970 sur le premier *Diamant B*. Ce programme a débuté en 1969 après l'abandon par le CECLES du programme d'essais *Vempa*⁵⁷, pour lequel l'Allemagne avait développé une capsule technologique comprenant deux parties réalisées par l'industrie allemande, l'une technologique *Mika*, l'autre scientifique *Wika* pour le compte du professeur Karl Rawer⁵⁸.

Autres coopérations

D'autres accords bilatéraux conclus par le CNES fixent les conditions d'une coopération dans les domaines scientifique et technique. Au début, ils entendent répondre à la demande émanant de pays qui souhaitent s'engager dans les recherches spatiales et réaliser des expériences scientifiques à bord de fusées-sondes françaises. Tel est le cas de la requête exprimée par l'Inde, dont la neutralité politique l'empêche de s'adresser directement aux deux superpuissances. Ce pays, sensible à la politique d'indépendance nationale prônée par le gouvernement de l'époque, se tourne vers la France. Dès 1963, intervient le lancement d'une fusée américaine *Nike Apache*, emportant une charge utile développée par le Service d'Aéronomie. Puis, en 1964, un premier accord de coopération prévoit la vente à l'Inde de quatre fusées *Centaure* et une cession de licences pour la fabrication de fusées *Bélier*. Il est suivi d'autres accords qui portent sur la construction des moteurs *Vikas*, dérivés du moteur *Viking* français. Ces échanges techniques ont été à l'origine du programme spatial qui a permis à l'Inde de procéder au lancement, en 1980, de son premier satellite domestique par un lanceur *ASLV*, développé en Inde⁵⁹. Ce rapprochement avec l'Inde a incité le Pakistan à demander un traitement similaire. L'accord conclu avec ce pays se limitera toutefois à la fourniture de fusées-sondes (*Centaure* et *Dragon*). Enfin, d'autres accords eurent pour objet l'organisation en commun de campagnes de lancement de fusées-sondes, comme avec l'Argentine, campagne *Eclipse 1966*, par exemple.

Au cours des dernières années la coopération s'est étendue à de nombreux pays. Soit au moyen d'accords bilatéraux intergouvernementaux de coopération scientifique et technique, (Brésil, la Chine et le Japon) soit par des accords de collaboration, mis au point entre le CNES et les organismes spécialisés pour la réalisation de programmes spécifiques (Australie (*Doris*)⁶⁰, la Belgique⁶¹ et la Suède (*Spot*)⁶².

L'émergence des applications spatiales

Les premiers lancements de satellites laissent entrevoir, au delà de leur intérêt purement scientifique, les nombreuses possibilités que peuvent offrir les activités spatiales pour répondre à des besoins économiques ou sociétaux assurés jusque-là par des moyens terrestres ou pour

⁵⁶ Voir infra, les télécommunications et le programme *Symphonie*.

⁵⁷ Le programme *Vempa* (Véhicule d'Essais des Moteurs de Périgée et d'Apogée) du CECLES prévoyait d'utiliser quatre lanceurs *Diamant B* modifiés pour tester en vol le système PAS (Perigee Apogee System) destiné à *Europa 2*.

⁵⁸ Protocole d'Accord du 18 février 1969, entre le CNES et le Ministère de la recherche de la RFA.

⁵⁹ Protocole d'accord entre le CNES et le Département de l'énergie atomique du Gouvernement de l'Inde, signé le 15 mai 1964. CNES *Rapport d'activités, 1963-1964*.

⁶⁰ Accord signé à Canberra, entré en vigueur le 18 octobre 1994.

⁶¹ Accord signé le 20 juin 1979 et entré en vigueur le 22 avril 1985.

⁶² Accord par échange de lettre du 23 octobre 1978, entré en vigueur à la même date.

développer de nouveaux services non encore satisfaits par les moyens classiques. Le pragmatisme des Américains les conduit, dès le début des années 60, à envisager des applications militaires ou civiles aux satellites, ce qui donne naissance aux États-Unis à plusieurs programmes de satellites de communications, de météorologie ou d'observation de la Terre.

Pour les Français, la prise de conscience du potentiel que peuvent représenter les applications spatiales intervient vers 1964-65. Après une première et brève période, pendant laquelle ils avaient participé uniquement à l'écoute des signaux en provenance de ces nouveaux instruments, ils décident de relever ce nouveau défi et de développer de tels programmes. Les premières études entreprises font ressortir que non seulement le coût de développement de tels programmes dépasse souvent les limites financières offertes par le programme national, mais également que la nature et l'exploitation de ces applications imposent une coopération. Le CNES doit donc s'ouvrir vers une coopération européenne et s'appuyer complètement sur l'industrie qu'il avait contribué à mettre en place.

Le tournant de 1966

L'année 1966 marque une première étape importante dans l'évolution du programme national et des structures du CNES. Avec la préparation du V^e Plan, le CNES se voit assigner par le gouvernement ses objectifs pour la période 1966-1970 : lancement d'un satellite par an, réalisation du Centre spatial guyanais et du Centre technique de Toulouse.

En début d'année, le Premier ministre Georges Pompidou nomme Alain Peyrefitte ministre délégué en charge des questions atomiques et spatiales, en remplacement d'Yvon Bourges⁶³. De son côté, le général Aubinière met en place au sein du CNES une Division des lanceurs, placée sous la responsabilité de Charles Bigot. Cette décision répond au souci du CNES de maîtriser ses choix sur le plan national et de s'affranchir ainsi de la tutelle des militaires dans le domaine des lanceurs. D'autre part, elle doit assurer une ouverture du CNES, vers l'Europe et le monde. Cette décision présente l'avantage de montrer la détermination française, face aux deux organisations européennes alors qu'elles sont, chacune pour ce qui la concerne, soumises à une crise grave.

A compter du 1^{er} mars 1966, le CNES entame une réorganisation de ses services pour être en mesure de faire face à l'accroissement de ses tâches et de répondre aux objectifs fixés par le gouvernement. Celle-ci se caractérise principalement par une décentralisation administrative, la création d'une Direction des Programmes et du Plan et d'une Direction du Développement. Elle est complétée, en avril 1967, par la création d'un Comité des programmes d'applications, dont l'existence ne fait que confirmer l'orientation prise par la France de se lancer dans l'étude de plusieurs projets de satellites d'application.

Le 1^{er} novembre 1967, le professeur Jean-François Denisse, directeur de l'Observatoire de Paris, remplace le professeur Jean Coulomb à la présidence du CNES.

En juin 1969, après l'élection de Georges Pompidou à la Présidence de la République, le nouveau Premier ministre, Jacques Chaban-Delmas, nomme François-Xavier Ortoli ministre du développement industriel et scientifique et le charge de l'espace. Pour la première fois, les affaires spatiales ne dépendent plus directement du Premier ministre, comme cela avait été le cas sous la présidence du Général de Gaulle.

Le CNES traverse alors une période difficile. La forte augmentation des dépenses publiques entraînée par les accords sociaux de Grenelle, consécutifs aux événements de mai 1968, impose à l'État de faire des économies, qui touchent inévitablement les crédits alloués à l'espace.

⁶³ Décret n°66-59 du 16 janvier 1966. Alain Peyrefitte restera à cette fonction un peu plus d'un an avant d'être, à son tour remplacé par Maurice Schumann, le 8 avril 1967.

Venant s'ajouter aux mesures de décentralisation vers Toulouse qui ont commencé à s'appliquer, la décision de confier, pour la première fois, la maîtrise d'œuvre d'un satellite à l'industrie (D2-B à la Matra) provoque une vague importante de démissions dans les divisions en charge des satellites et dans les laboratoires associés. L'incertitude sur l'avenir du programme entraîne le personnel dans une grève qui dure plusieurs semaines⁶⁴.

En novembre 1969, le ministre, qui se préoccupe de l'avenir de la politique spatiale, demande au délégué général à la recherche scientifique et technique, Pierre Aigrain, de lui soumettre des propositions. Le rapport remis en mars 1970 estime « *impossible pour la France de mener une politique exclusivement nationale* » et considère que « *la politique spatiale française ne peut donc être qu'européenne* ». Il propose trois options. L'option A qui préconise une politique spatiale européenne en donnant la priorité aux applications, et implique de développer un lanceur européen. L'option B est orientée uniquement sur le développement de systèmes de satellites de télévision éducative et de radiodiffusion directe⁶⁵. Et, l'option C, qui consiste à renoncer à une politique spatiale d'ensemble.

Mais le temps passe et le général Robert Aubinière dans l'attente d'une décision qui tarde à venir, estime de son devoir d'exprimer publiquement les difficultés rencontrées par le CNES et d'inviter le gouvernement à définir sa politique dans le domaine de la recherche spatiale⁶⁶. Le 14 mai 1970, un conseil restreint présidé par le Chef de l'Etat approuve l'option A, malgré l'opposition du Ministre des Finances. Pour Georges Pompidou :

« *Il apparaît nécessaire que la France mette en œuvre une politique spatiale comportant notamment la disposition pour notre pays de satellites de télécommunications et de lanceurs correspondants. Il serait souhaitable qu'un tel objectif soit poursuivi avec nos partenaires européens et au premier chef avec l'Allemagne fédérale*⁶⁷ ».

En avril 1971, devant l'ampleur des problèmes soulevés par certaines technologies, dont celles en rapport avec l'espace, le ministre François-Xavier Ortoli crée au sein du ministère une structure autonome : le Service des programmes des organismes de recherche (SEPOR) dont la direction est confiée au professeur Maurice Lévy. Ce service devient l'interlocuteur privilégié du CNES, qui perd ainsi la relation directe qui existait jusque-là avec son ministre de tutelle. Dans le domaine spatial, cette structure est chargée d'examiner et de suivre l'exécution des programmes et des budgets du CNES. Il assure également la coordination de ses activités en matière de relations extérieures et, à ce titre, prend part aux négociations européennes.

L'industrie aérospatiale se réorganise à son tour. Le 1^{er} juin 1969 est créée la société européenne de propulsion (SEP), par regroupement des activités propulsion fusée de la SNECMA avec la SEPR, puis dans un deuxième temps le secteur industriel du LRBA – propulsion liquides – rejoint la SEP le 1^{er} octobre 1971. Six mois plus tard, le 1^{er} janvier 1970, la fusion des sociétés Sud-Aviation, de Nord-Aviation et de la SEREB, donne naissance à la Société nationale industrielle aérospatiale (SNIAS). La même année intervient la création de la Société nationale des poudres et explosifs (SNPE).

Le 24 janvier 1972, Michel Bignier est nommé directeur général du CNES, succédant ainsi au général Aubinière qui devient, après dix ans passés au CNES, le Secrétaire général du CECLES pour tenter d'enrayer la nouvelle crise que l'organisation traverse.

⁶⁴ C. CARLIER, *Les trente années du CNES*, op. cit., p. 33. Plus de 30 % du personnel concerné refuse son transfert à Toulouse et démissionne.

⁶⁵ Pour Pierre Aigrain, ces activités ne nécessitent pas le développement de lanceurs et, du fait qu'il ne s'agit pas d'utilisation commerciale, il estime que les lanceurs pourraient être obtenus aux Etats-Unis.

⁶⁶ *Le Monde*, 6 février 1970.

⁶⁷ Commentaire de George Pompidou, à l'issue du comité restreint du 14 mai 1970, cité par C. CARLIER, *Les Trente premières années du CNES*, op. cit., p. 37.

La poursuite du programme *Diamant*

Le quatrième et dernier tir du *Diamant A* intervient le 15 février 1967. C'est le dernier lancement de satellite effectué depuis la base saharienne d'Hamaguir. Pour le gouvernement et le CNES, il est temps d'assurer la poursuite du programme de lanceur, notamment pour permettre la mise sur orbite du satellite *D-2* et surtout pour crédibiliser la position de la France dans le domaine des lanceurs. Les premières études entreprises par le CNES et la SEREB, auxquelles était associée la DMA, portaient sur deux versions possibles du premier étage, une à ergols liquides (L-17) et l'autre solide (P-16). Pour l'avenir, il était indispensable de privilégier le potentiel de croissance et de souplesse d'utilisation du nouveau lanceur⁶⁸. C'est pourquoi le choix se porte finalement sur l'étage à liquides L-17, qui présente également l'avantage d'assurer une continuité avec la technologie utilisée pour *Coralie* et le maintien de la filière propulsion à liquides⁶⁹. Le 30 juin 1967, le gouvernement prend la décision d'engager la réalisation d'une nouvelle version, le *Diamant B*, plus puissante que son prédécesseur et devant être lancée depuis le futur champ de tir de Guyane.

Ce nouveau programme marque une rupture avec la période précédente. Sur le plan organisationnel, le CNES assure la responsabilité du nouveau programme, en lieu et place de la SEREB qui reste néanmoins à ses côtés comme conseiller technique. Cela représente un changement fondamental dans la politique du CNES qui, jusque-là n'a pu s'impliquer dans les activités de lanceurs. Pour les essais en vol, il ne fait plus appel à des essais partiels du système – méthode du mécano utilisée pour *Diamant A* ; à partir de *Diamant B*, les lanceurs sont testés en configuration complète dès leur premier tir. Cette méthode sera poursuivie pour les lanceurs suivants.

Pour Charles Bigot, le programme *Diamant B* constitue « un virage industriel » important. L'objectif du CNES, agissant en tant que maître d'œuvre, est d'établir des rapports contractuels avec l'industrie. Bien sûr, une telle orientation ne se fait pas sans heurts avec les Armées qui voient le développement des lanceurs leur échapper. Les promoteurs du programme, espérant qu'il pourra trouver un marché en Europe et dans le monde, mettent en place une organisation industrielle permettant la fabrication en série. Pour commencer, ils comptent sur les quatre lanceurs commandés par le CECLES dans le cadre du programme *Vempa* (Véhicule d'Essai des Moteurs de Périgée et d'Apogée).

Le CNES pousse plus loin sa réflexion sur la commercialisation et envisage de développer un lanceur encore plus puissant, le *Diamant BC*, qui serait proposé à des clients sur le marché international. Cette version devait comporter quatre étages et un « étage de navigation », ce qui offrait une plus grande souplesse d'utilisation du lanceur. Ce projet, très ambitieux puisqu'il visait la production de 40 lanceurs entre 1974 et 1985, sera finalement abandonné.

Plusieurs raisons peuvent être avancées pour expliquer cette décision. Le programme précédent du *Diamant B*, qui avait bien démarré, se termine sur deux échecs du lanceur⁷⁰. Au niveau européen, les difficultés rencontrées par le CECLES incitent les États membres à trouver des solutions aux problèmes de la fusée *Europa 1* et les considérations financières amènent l'organisation européenne à annuler la commande des quatre lancements de *Diamant B* du programme *Vempa*. Enfin, la capacité d'emport du *Diamant BC* s'avérait trop faible par rapport aux besoins nouveaux qui s'annonçaient à moyen terme, notamment au marché visé des satellites d'applications et ne paraissait pas compétitive avec les lanceurs européens *Europa*, en cours de

⁶⁸ C. BIGOT, « Diamant B, étape décisive vers un libre accès à l'espace pour l'Europe », *La France et l'Europe spatiale*, Actes de la 3^e Rencontre de l'IFHE. IFHE Publications, 2004, p. 114.

⁶⁹ CNES, Conseil d'administration du 11 mai 1967.

⁷⁰ Echecs aux lancements des satellites *D2-A Polaire* (5 décembre 1971) et *D5-A Pollux / D5-B Castor* (21 mai 1973).

développement. Les différentes études poursuivies dans le cadre de ce programme serviront néanmoins à la mise au point de l'ultime version du programme, le *Diamant B-P4*.

Développé à partir de janvier 1972 sous l'unique responsabilité du CNES, le *Diamant B-P4* était capable de satelliser 200 kg à 300 km d'altitude. Ce lanceur reprenait le premier et le troisième étage du *Diamant B*, alors que le deuxième étage était dérivé de l'étage *Rita 2* de 4 tonnes de poudre mis au point par les Armées pour les missiles de la force de dissuasion. Quant à la coiffe, elle était dérivée de celle du lanceur britannique *Black Arrow*, construite par Saunders Roe⁷¹. Lancés à trois reprises en 1975 depuis le CSG de Kourou, les trois *Diamant B-P4* fonctionneront correctement et rempliront leurs rôles en plaçant sur orbite les quatre satellites français qui leur avait été confiés (*Starlette*, *D5-A*, *D5-B*, et *D2-Aura*)⁷².

Le *Diamant B-P4* marque la fin du programme *Diamant*, qui, en 12 lancements sous ses trois versions, n'a eu à déplorer que les deux échecs du *Diamant B*. Elle marque aussi la fin de tout lanceur purement national.

Le projet LIIIS

Alors que le programme national se poursuit avec le développement du *Diamant*, la Division des lanceurs du CNES engage sur le plan national, en liaison avec la Direction technique des engins (DTEn) et les principaux industriels français, une série d'études sur un nouveau lanceur qui serait mieux adapté que le programme *Europa III*, dont il reprend les objectifs de performance en orbite de transfert géostationnaire.

Ces nouvelles études, qui bénéficient des recherches poursuivies sur le programme du CECLES, aboutissent, au cours du printemps 1972, à la définition d'un lanceur à trois étages dont la dénomination (*LIIIS*, lanceur à 3 étages de substitution), laisse peu de doute sur sa finalité : remplacer les lanceurs *Europa II* et *Europa III*. Dans l'idée de ses concepteurs de la Division des lanceurs, Albert Vienne et son adjoint Roland Deschamps, le projet devait du point de vue technique répondre à plusieurs exigences : utilisation opérationnelle du lanceur à la fin de 1980, coût de développement maîtrisé, sensiblement inférieur à celui d'*Europa III* et production en série pour un coût compétitif⁷³. Pour cela, il était indispensable de limiter le risque en utilisant des technologies bien maîtrisées, sur la base d'éléments existants ou en cours de développement. A ces préoccupations initiales s'ajoutent la volonté de concevoir un projet disposant d'un potentiel de croissance qui le rende capable de s'adapter aux évolutions de la demande (dans le même esprit que la filière *Thor Delta* américaine).

Le Premier ministre Jacques Chaban-Delmas est favorable au projet, mais il se heurte à l'hostilité du Ministre des finances qui trouve son coût trop élevé⁷⁴. Début juillet 1972, Jean Charbonnel, qui succède à François-Xavier Ortoli dans le nouveau gouvernement dirigé par Pierre Messmer, reprend le dossier. Puis, lors du sommet franco-allemand qui se tient au mois d'août, Georges Pompidou présente le projet au Chancelier Willy Brandt, qui accepte le principe d'entamer des négociations. En septembre, un rapport officiel, technique et financier, présente aux autorités françaises le projet de lanceur *LIIIS*, dont les deux premiers étages utilisent le moteur *Viking* – un prototype développé par le LRBA commence des essais au banc – et font appel à des techniques déjà éprouvées dans les programmes *Diamant B* et *Diamant B-P4*, alors que le 3^e étage à hydrogène et oxygène liquides reprend les technologies développées dans un programme de recherches financé par la Défense.

⁷¹ Cette coiffe est le seul élément restant du projet *Black Diamant*, étudié par le CECLES et le CNES.

⁷² Lancements des *Diamant B-P4* : *Starlette* (6 février 1975), *D5-A Pollux* et *D5-B Castor* (lancement double, 17 mai 1975), *D2-B Aura* (27 septembre 1975).

⁷³ A cette époque les prévisions de lancement, pour la période 1980-1990, étaient de 40 à 50 satellites de 450-750 kg.

⁷⁴ Conseil interministériel restreint du 22 juin 1972.

Le gouvernement réaffirme la volonté française d'aboutir à l'indépendance de l'Europe en matière de lanceurs, malgré l'opposition persistante du ministère des Finances qui impose des limites budgétaires draconiennes⁷⁵. En décembre, lors de la Conférence spatiale européenne, tenue à Bruxelles⁷⁶, Jean Charbonnel défend le projet auprès de ses partenaires européens qui adoptent une position de principe favorable. Le projet *IIIS*, est définitivement adopté par les Européens, en juillet 1973, dans le cadre d'un accord plus général. Il prend alors le nom de programme *Ariane*⁷⁷.

L'engagement pris par la France au titre de cet accord est extrêmement fort puisqu'elle s'engage à financer plus de 60 % du programme et à assurer seule le financement du surcoût au delà de 120 % du coût initial de 2 060 MF (soit environ 447 M\$ 1973), dans la limite de 135 %. En contrepartie, elle obtient que la gestion du programme soit déléguée par l'Agence spatiale européenne au CNES.

Le moratoire de 1974

Le 31 décembre 1973, Jean-François Denisse quitte la présidence du CNES et est remplacé par Maurice Levy. En mai 1974, à la suite du décès de Georges Pompidou, Valéry Giscard d'Estaing est élu Président de la République. Le nouveau Premier ministre, Jacques Chirac, nomme Michel d'Ornano ministre de l'industrie et de la recherche. Sous la nouvelle administration, le programme *Ariane* reste la cible des attaques du ministère des Finances. Le Président Giscard d'Estaing, inquiet de son coût pour la France, charge son ministre de mettre en œuvre un moratoire, le temps d'évaluer les incidences financières. Le niveau de réduction envisagé est tel que le directeur général adjoint du CNES, André Lebeau, considère que dans ce cas, il serait inévitable de changer de politique spatiale. Les documents préparatoires au budget de 1975 ne prennent en compte que les frais de résiliation du programme. La situation est très critique⁷⁸. Le moratoire va se poursuivre plusieurs mois, avant que le ministre conclut qu'il fallait poursuivre le programme.

En octobre, Valéry Giscard d'Estaing assouplit sa position et un comité restreint, placé sous la présidence de Jacques Chirac, confirme la poursuite du programme *Ariane*. Cette réunion est importante à plusieurs titres. D'une part, elle accentue fortement l'enracinement du programme spatial français dans le programme spatial européen, sur de nombreux points, comme l'accélération des négociations pour la prise en charge du CSG par le CERS ou celles devant conduire à la création de l'agence unique, la future ESA. Cet engagement résolument européen a pour conséquence d'entraîner un fort ralentissement du programme national : abandon du programme *Diamant*, après le lancement de D2-B, arrêt de l'activité fusées-sondes, plafonnement du budget du CNES pour 1975 et mise en activité réduite du CSG. Toutes ces mesures sont approuvées lors du Conseil des ministres du 16 octobre 1974.

Ces différentes décisions pèsent sur le moral du personnel du CNES qui s'inquiète fortement de leurs conséquences. Le programme européen absorbe de plus en plus les ressources financières, au détriment du programme national, dont les activités se trouvent être de plus en plus réduites. Le transfert au siège parisien de la Direction des programmes entraîne une compression de ses effectifs. La fermeture du Centre de Brétigny et le transfert de ses activités vers Toulouse sont mal

⁷⁵ Conseil interministériel restreint du 30 novembre 1972.

⁷⁶ CSE/CM (Dec. 72) PV/1 et PV/2 : Lettre de monsieur le ministre J. Charbonnel au Président de la CSE (15 décembre 1972).

⁷⁷ Sur les négociations et l'attitude de la France, voir infra : Chap. 4. La contribution de la France à l'Europe spatiale. CSE/CM (juillet 1973) PV/1 et PV/2.

⁷⁸ A la fin du mois d'août, Michel d'Ornano charge Maurice Levy d'effectuer une mission discrète en URSS afin de sonder les Soviétiques sur la possibilité d'effectuer des lancements avec une fusée russe. Ceux-ci, ne souhaitant pas se trouver en situation de concurrence face aux Etats-Unis, ne donnent pas suite à la requête française. C. CARLIER, *Les trente années du CNES*, op. cit, p. 42.

acceptés⁷⁹. Au milieu de l'année 1976, après l'annonce de licenciements, la crise éclate ouvertement et provoque le déclenchement d'une grève. Le 18 juin, le directeur général Michel Bignier donne sa démission, puis le Conseil des ministres décide de mettre fin aux fonctions du président Maurice Levy. Début juillet, le professeur Hubert Curien est nommé président et Yves Sillard prend la direction générale du CNES. La nouvelle direction s'engage délibérément vers des programmes d'applications.

Les premiers programmes d'applications

La météorologie spatiale

Les activités en rapport avec la météorologie ont été très rapidement associées au programme spatial français. Dès 1960, le Comité de recherches spatiales avait prévu dans son programme l'emploi de fusées-sondes météorologiques pour l'étude des couches de l'atmosphère, situées entre 30 et 80 km d'altitude. Plusieurs modèles de fusées météorologiques furent étudiées par les industriels, dont trois au moins atteignirent l'étape des essais en vol (*Emma* de la Matra, *MD-001* Sud Aviation et *Aurore* de la SNECMA). Les problèmes technologiques n'étant pas complètement résolus, le programme fut rapidement abandonné⁸⁰.

A partir de 1964, la météorologie nationale participe, depuis le Centre de météorologie spatiale, situé à Lannion, à un programme de réception des signaux en provenance des satellites américains *Tiros*⁸¹.

A la suite du programme réussi de *FR1*, le CNES et la NASA décident de poursuivre leur collaboration dans le cadre du projet *Eole* de satellite expérimental de météorologie, destiné à recueillir les données collectées à partir d'une série de ballons plafonnants, dérivant dans l'hémisphère Sud. Ce programme comportait la réalisation du satellite préparatoire technologique à l'expérience, *Péole*, qui fut lancé le 12 décembre 1970, depuis Kourou, par une fusée *Diamant B*. Le satellite *Eole* fut quant à lui lancé depuis Wallops Island par une fusée américaine *Scout*, le 16 août 1971. Malgré les résultats intéressants qu'il apporte, il apparaît évident, compte tenu des contraintes générées, que ce programme ne peut recevoir d'applications opérationnelles. Les travaux déboucheront néanmoins sur la mise en place du programme de collecte de données *Argos*.

Reprenant l'idée émise par Pierre Morel, du Laboratoire de météorologie dynamique du CNRS, le CNES étudie à partir de 1968 un satellite météorologique géostationnaire qui doit, dans le cadre du programme GARP (Global Atmospheric Research Program) adopté par l'Organisation mondiale de la météorologie (OMM), compléter une série de cinq satellites géostationnaires. Pour le gouvernement comme pour Jean-François Denisse, le projet n'est pas compatible avec la mission de l'Agence nationale qu'il préside. Il est donc souhaitable que les services météorologiques européens y prennent une part active⁸². Le projet est alors soumis au CERS, qui vient d'ouvrir ses activités aux applications, mais il se heurte immédiatement à un projet concurrent, *EMOS* (European Meteorological Operational Satellite) inspiré par les météorologistes britanniques, qui devait évoluer sur une orbite polaire⁸³. Comme le souligne Pierre Morel, l'option

⁷⁹ Seule la Division lanceurs, qui nécessite des contacts permanents avec les organisations européennes, restera dans la Région parisienne et s'installera à Evry.

⁸⁰ H. MOULIN, J.-J. SERRA, *The French Meteorological Rockets in the Early 60s*, IAA History Symposium, Vancouver, Canada, 2004.

⁸¹ CNES, *La recherche spatiale*, Vol II, n°6, juin 1963, pp. 37-38.

⁸² P. MOREL, « Essor de la météorologie spatiale en Europe », *La France et L'Europe spatiale*, op. cit, p. 164.

⁸³ J. KRIGE, *A History of the European Space Agency*, op. cit. vol. 2, p. 291 et *The European Meteorological Satellite Programme*, HSR-22, March 1998, ESA Publications Division, The Netherlands.

choisie par le CERS n'avait pas l'assentiment des Français pas plus que celui de la majorité des météorologistes européens. Après discussions, les Britanniques se sont ralliés à la thèse française, favorable à un système mondial plutôt qu'à des initiatives régionales, européenne et américaine. Le programme pré-opérationnel *Meteosat* put ainsi être intégré, le 23 mars 1972, dans le programme du CERS, avant d'être repris et poursuivi par l'ESA⁸⁴. Le premier satellite *Meteosat F1* fut placé sur orbite le 23 novembre 1977, par une fusée américaine *Delta*, les lancements suivants étant assurés par des fusées *Ariane*. Pour être en mesure d'assurer l'exploitation opérationnelle du système *Meteosat*, les services météorologistes européens créent, en 1983, l'organisation *Eumetsat*.

Les télécommunications et le programme Symphonie

Au début des années 60, différents organismes français, le CNES, le CNET et l'ORTF se lancent dans plusieurs avant-projets de satellites de télécommunications. Parmi ceux-ci, le projet *Safran* était un satellite destiné aux liaisons téléphoniques entre l'Europe et l'Asie, prévu pour être lancé sur une orbite équatoriale de douze heures. Le choix de cette orbite était imposé par les limites de performances du lanceur *Europa I*. Lorsque le CECLES prit la décision de réaliser *Europa II*, le projet fut repris, ce qui conduisit à la définition d'un satellite de 170 kg placé sur orbite géostationnaire et dont la mission avait été notablement amplifiée ; il prit alors le nom de *Saros*. De leur côté, les Allemands avaient entrepris d'étudier un projet de satellite baptisé *Olympia* et devant assurer la retransmission des Jeux Olympiques, prévus à Munich en 1972. Ces deux projets, s'ils intéressent l'Europe, ne peuvent néanmoins trouver d'issue auprès du CERS qui n'est pas encore, à cette époque, impliqué dans les applications spatiales. La France et l'Allemagne, désireuses de renforcer leurs liens, s'engagent sur un programme bilatéral, baptisé *Symphonie*, résultant de la fusion des deux projets *Saros* et *Olympia*. La convention, signée le 6 juin 1967, prévoit la réalisation de deux satellites qui doivent être lancés par des fusées *Europa II*, ainsi que la construction de deux stations sol. Le programme serait financé à parts égales entre les deux pays. Après les appels d'offres, la fabrication des différents modèles est confiée au Consortium international franco-allemand pour le satellite *Symphonie* (CIFAS), constitué sous la forme d'un Groupement d'intérêt économique, composé de huit sociétés : quatre allemandes (Bölkow, Junkers, Siemens et AEG Telefunken), et quatre françaises : (Thomson-Csf, SAT, Sud Aviation et Nord Aviation).

Ce programme représente une étape importante dans l'évolution des activités spatiales en Europe. C'est la première fois qu'une coopération européenne de cette importance est organisée dans le domaine spatial. Le satellite lui-même comporte de nombreuses innovations techniques : stabilisation 3 axes, utilisation d'un nouveau moteur d'apogée à propergols liquides, de nouveaux senseurs d'horizon très performants, utilisation de composants européens fiabilisés grâce au programme *Concerto*⁸⁵. Le programme entre dans sa phase de développement lorsque se pose la question du lanceur de remplacement devant pallier les difficultés que rencontre le CECLES. Le CIFAS n'a d'autre solution que de se tourner vers les Américains, pour l'achat de deux fusées *Thor Delta* en remplacement des fusées *Europa II*. Cependant, les Etats-Unis, qui souhaitent protéger le système international Intelsat, imposent aux Français et aux Allemands des conditions restrictives d'utilisation des deux satellites. Celles-ci donnent lieu à des négociations longues et difficiles, avant d'aboutir en 1974 à un accord qui limite l'utilisation à des liaisons expérimentales, excluant

⁸⁴ Arrangement entre certains Etats membres et le CERS, signé le 12 juillet 1972.

⁸⁵ Lorsqu'il fut question de donner un nom au programme, les Allemands souhaitaient lui attribuer le nom de *Concerto*, ce qui n'était pas souhaitable, les Français ayant, quelques mois avant le démarrage du programme, mis en place un programme de contrôle qualité des composants qui portait déjà le nom de *Concerto*. Pour éviter toute confusion, et les Allemands souhaitant voir donner un nom en rapport avec la musique, le choix s'est finalement porté sur celui de *Symphonie*.

toute activité commerciale⁸⁶. Les difficultés rencontrées dans cette affaire ont eu pour conséquence de renforcer la conviction qu'avaient les Européens de la nécessité de disposer d'un moyen indépendant d'accès à l'espace ; ce qui influença fortement leur décision de s'engager dans le programme *Ariane*.

En octobre 1979, à la suite du programme *Symphonie*, particulièrement réussi, l'Allemagne propose à la France de s'engager dans un nouveau programme portant sur la construction de satellites de télévision directe *TVSAT/TDF* prévus pour être lancés par *Ariane*. La maîtrise d'œuvre est assurée par une équipe intégrée, installée à Munich et la réalisation est confiée au consortium Eurosatellite. Les deux satellites allemands *TVSAT* sont lancés en 1987 et 1989 et les deux satellites français *TDF*, en 1988 et 1990. Le programme qui a rencontré beaucoup d'incidents techniques sur orbite n'obtient pas non plus le succès espéré au niveau de l'exploitation. Une des raisons invoquées pour cet échec est l'inaptitude des pouvoirs publics à gérer seuls des affaires commerciales⁸⁷. Le manque de coopération entre les différentes administrations impliquées est également stigmatisé. Il semblerait notamment que les équipements-sol de réception n'aient pas été au rendez-vous.

À la fin des années 70, le gouvernement français souhaite acquérir son autonomie dans le domaine des satellites de télécommunications. Le 20 février 1979, il décide d'engager le programme *Telecom 1*, destiné à assurer des liaisons de télécommunications, de téléphone et de télévision, entre la Métropole et les départements d'Outre-mer. Le satellite comporte également un système de liaisons sécurisées *Syracuse* destinées au ministère de la Défense. Dans ce programme, les responsabilités sont partagées entre le CNES et la Direction générale des télécommunications (DGT). La construction est confiée à la société Matra qui dispose déjà d'une expérience dans les satellites de télécommunications. Le premier satellite de la série, *Telecom 1A*, est lancé par le premier lanceur *Ariane 3*. Il sera suivi de deux autres satellites, *Telecom 1B* et *Telecom 1C*. Le système ayant fait ses preuves, le programme sera poursuivi avec les satellites *Telecom 2*, de deuxième génération. Un moment envisagée une troisième génération ne verra finalement pas le jour.

L'observation de la Terre

Les premières expériences françaises réalisées dans l'observation de la Terre datent du début des années 70, avec la réalisation, à partir d'avions, d'expériences ayant trait à la gestion des ressources terrestres⁸⁸. Dès 1974, le CNES étudie l'avant-projet d'un satellite d'observation optique, qu'il propose, en décembre 1976, de réaliser dans le cadre de l'Agence spatiale européenne (ESA). Cette dernière étant engagée dans son propre projet cède à la pression de la majorité des Etats-membres, peu favorable au programme. Devant le peu d'empressement des Européens, le CNES demande au gouvernement français d'autoriser la poursuite du programme dans le cadre national, en collaboration avec la Belgique et la Suède dans le cadre d'accords bilatéraux. Le 19 septembre 1977, un conseil interministériel donne le feu vert à la réalisation du satellite *Spot-1*.

L'ensemble du système *Spot* comporte, outre le satellite lui-même, un centre de contrôle et plusieurs stations de réception auxquels sont associés des centres de traitement d'images.

Le satellite *Spot 1*, lancé le 22 février 1986, a été suivi par quatre autres satellites chargés de la même mission. Dès le 15 octobre 1981, le gouvernement, soucieux d'assurer la continuité du service, avait décidé la construction du satellite *Spot-2*, puis des satellites *Spot-3* (octobre 1987).

⁸⁶ Accord par échanges de lettres des 21 et 24 juin 1974, signées à Washington, entre le gouvernement Américain et les gouvernements français et allemands.

⁸⁷ C. CARLIER, *Les trente années du CNES*, op. cit., p. 238.

⁸⁸ Sur les premières expériences françaises en matière de télédétection, voir *La télédétection des ressources naturelles*, CNES, Journées d'études des 26-27 octobre 1971.

A partir de *Spot-4* (juillet 1989) et *Spot-5* (2002), les satellites sont équipés de l'instrument d'observation *Vegetation* financé par la l'Union Européenne.

La qualité des produits et la longévité du fonctionnement sur orbite de chacun de ces satellites a permis de repousser leur lancement et d'assurer l'exploitation du système bien au-delà de l'an 2000. La distribution et la commercialisation des données et des produits sont assurées par la société commerciale Spot-Image, qui fut la première société au monde à proposer de tels services⁸⁹.

Ayant opté dès le début pour l'observation optique, la France a néanmoins acquis au fil du temps une certaine compétence dans l'observation radar en participant au programme européen *ERS* ou canadien *Radarsat*. Ces nouvelles techniques apportent des moyens supplémentaires pour la compréhension des phénomènes terrestres, de l'évolution climatique et de l'environnement. Dans le domaine de la circulation océanique, le CNES a développé, en coopération avec les Etats-Unis, deux satellites aux performances remarquables, *Topex-Poseidon*, lancé en 1993 par *Ariane*, suivi par *Jason*, moins lourd et moins cher⁹⁰.

La localisation et la navigation

Le système américain *Transit*, datant des années 60, comme le système *GPS* actuel ou le futur système européen *Galileo*, sont des systèmes d'aide à la localisation et à la navigation. La France s'est intéressée très tôt à ce type d'application, en étudiant un premier projet répondant au nom de *Dioscures*. Destiné à la gestion de la navigation aérienne, il servit de base au projet *Aerosat*, adopté par la CSE en 1971⁹¹. Ce programme, étudié en collaboration avec les Etats-Unis, le Canada, l'Australie et le Japon, n'a pu obtenir le support escompté des compagnies aériennes à qui il s'adressait et a souffert de la mauvaise conjoncture liée à la crise énergétique (1973). Il fut finalement abandonné⁹².

À partir des études réalisées dans le cadre du programme *Eole*, le CNES a développé un système de localisation qui repose sur l'utilisation du décalage des signaux émis par des balises, relayés par les satellites et renvoyés vers la Terre. En 1974, il a conclu avec la NASA et la National Oceanic and Atmospheric Administration américaines (NOAA), un accord pour la mise au point d'un système de localisation et de collecte de données. C'est le programme *Argos*, dont la première charge utile est placée à bord d'un satellite Américain *Tiros-N* de la NOAA. Par la suite, la France est associée avec le Canada, les Etats-Unis et l'Union soviétique dans le programme mondial de localisation et de collecte de données COSPAS-SARSAT, rendu célèbre par les sauvetages qu'il a permis de réaliser⁹³.

L'intérêt de la France, envers les systèmes de localisation, conduit le CNES à participer à la création, en octobre 1988, de la société Locstar, qui se propose de développer et de commercialiser des services de radio repérages par satellite, notamment sur l'Europe. Le programme de Locstar prévoyait le lancement de deux satellites dont la construction avait été confiée à la société Matra Marconi. Cette société n'eut cependant qu'une vie éphémère. Faute d'avoir pu réunir les moyens financiers nécessaires à son développement, elle a été mise en liquidation le 11 juillet 1991.

⁸⁹ La société Spot-Image a été créée le 1^{er} juillet 1982.

⁹⁰ Le satellite *Jason* est conçu autour d'une plate-forme *Proteus*, développée en coopération entre le CNES et la société Aérospatiale.

⁹¹ Arrangement du 9 décembre 1971 entre le CERS et certains Etats-membres, concernant l'exécution d'un programme de satellites aéronautiques.

⁹² L. SEBESTA, *The Aeronautical Satellite System: an example of international bargaining*, HSR-17, February 1996, ESA Publications Division, Estec, The Netherlands..

⁹³ Après un premier Arrangement conclu en octobre 1984, un nouvel accord est signé en juillet 1988 entre le Canada, la France, les Etats-Unis et l'Union soviétique. Il a été reconduit en 1995.

La contribution française à l'Europe spatiale

Les recherches et études réalisées à l'aide de fusées et de satellites dans le cadre de l'Année Géophysique Internationale ont démontré non seulement l'importance scientifique des travaux sur la haute atmosphère, mais également l'intérêt de les poursuivre dans l'espace, par une coopération à l'échelle mondiale. Cette réflexion des scientifiques, à l'origine de la création du Comité mondial de recherches spatiales, le COSPAR, trouve, dès 1959, un prolongement à l'échelle du continent européen. Elle est suivie, en avril 1960, par une seconde initiative, qui prend naissance dans un contexte totalement différent : les Britanniques offrent aux pays européens l'occasion de disposer d'un lanceur européen.

CERS/ESRO : L'Europe spatiale des scientifiques

Dans un rapport intitulé « les recherches spatiales en Europe », publié en 1959 et largement diffusé dans les milieux scientifiques européens, le physicien italien Eduardo Amaldi dresse un plaidoyer en faveur du développement des activités de recherches spatiales dans le cadre d'une organisation européenne. Elle pourrait être créée sur un modèle proche de celui adopté pour le Centre européen de recherches nucléaires (CERN), dont la réussite avait fourni aux gouvernements européens la preuve de la capacité des scientifiques de différents pays à travailler en commun.

Le rôle de Pierre Auger

L'idée lancée par E. Amaldi trouve un écho favorable auprès de plusieurs de ses collègues physiciens européens et notamment auprès de son ami français le professeur Pierre Auger, scientifique de renommée internationale, connu pour ses travaux sur les rayons cosmiques, et dont les talents d'organisateur avaient été appréciés au CERN comme à l'UNESCO.

En marge de la première assemblée générale du COSPAR, tenue à Nice en janvier 1960, Pierre Auger, qui conduit la délégation française en sa qualité de président du Comité des recherches spatiales (CRS), défend l'idée d'Amaldi auprès de ses collègues et réussit à convaincre les représentants de plusieurs pays de l'intérêt de la démarche¹. Il trouve un allié en la personne de Sir Harrie Massey, président du British National Committee for Space Research (BNCSR), qui voit dans la création d'une organisation européenne une opportunité de faire avancer le projet britannique de programme spatial, alors en préparation. Ce dernier comporte notamment un projet de grand satellite astronomique qui pourrait être placé sur orbite par un lance-satellite britannique, le *Black Prince*, composé d'un premier étage, *Blue Streak*, surmonté d'un second étage, *Black Knight*².

Au cours d'une des premières réunions, les scientifiques expriment l'idée de créer une organisation spatiale européenne civile qui, à l'image de la NASA américaine, devrait inclure le développement à la fois de lanceurs et de satellites³. Ces conversations interviennent cependant au moment où le gouvernement britannique annonce sa décision d'abandonner le développement du missile

¹ A cette époque, seules la France et la Grande-Bretagne, déjà impliquées dans le développement de fusées-sondes et de missiles balistiques, étudient les possibilités de réalisation de lanceurs de satellites. Plusieurs autres pays européens se dotent de comités nationaux chargés de suivre les affaires en rapport avec l'espace.

² C. N. HILL, *A Vertical Empire, the History of the UK Rocket and space Programme, 1950-1971*, chap. 7, BSSLV, pp. 117-133.

³ J. KRIGE & A. RUSSO, *Europe in Space, 1960-1973*, p. 18.

Blue Streak. La réunion suivante, qui se tient en juin à Paris, bute à nouveau sur la délicate question des lanceurs. Sans qu'un véritable consensus puisse se dégager, la décision est néanmoins prise de créer un Groupe d'étude européen pour la collaboration dans le domaine des recherches spatiales (GEERS), qui est présidé par H. Massey et dont P. Auger assure le secrétariat exécutif.

En octobre, le GEERS prend position sur deux points essentiels qui semblent avoir été, pour partie, inspirés par P. Auger. Premièrement, la nouvelle organisation ne doit pas entrer en compétition avec les activités et les programmes nationaux. En effet, la France commence alors à afficher ouvertement ses ambitions nationales dans le domaine spatial tandis que la Grande-Bretagne ne paraît pas encore totalement décidée à abandonner les siennes. Deuxièmement, la nouvelle organisation ne doit pas s'immiscer dans le développement de lanceurs. Ce dernier point mérite d'être souligné, parce qu'il représente l'attitude communément adoptée à cette époque par les scientifiques, dont les Français, largement influencés par les mouvements en faveur de la paix, comme les conférences Pugwash, très défavorables aux liens pouvant exister entre la science et les aspects militaires. Dans le cas présent, la majorité des scientifiques considère que la question des lanceurs doit rester de la responsabilité des gouvernements et estiment que la prise en compte du développement des lanceurs aurait pour conséquence d'exclure de l'organisation les pays européens qui n'adhèrent pas à l'OTAN⁴.

La réunion des représentants des gouvernements destinée à mettre en place la Commission préparatoire (COPERS) se tient symboliquement au Centre européen de recherches nucléaires (CERN), à Meyrin (Suisse), à la fin du mois de novembre 1960. Elle fixe les grands principes de la nouvelle entité, qui prend le nom d'Organisation européenne de recherches spatiales (CERS), davantage connue sous son appellation anglaise de *European Space Research Organisation* (ESRO). Le choix de cette dénomination fixe clairement les limites de son domaine d'action aux seules recherches scientifiques, excluant toutes applications de l'espace. Pour le lancement des expériences et des satellites, il est prévu que l'organisation fasse appel aux fusées-sondes et aux lanceurs existants sur le marché, ou en cours développement en Europe et dans le monde.

Un programme trop ambitieux

Au premier trimestre 1962, avec le CERS et le CECLES, l'Europe pensait s'être dotée des structures adaptées au développement harmonieux des activités spatiales. La période intérimaire qui précède l'entrée en vigueur des textes juridiques fait déjà apparaître les difficultés de mise en œuvre et de financement des programmes retenus et les limites du système mis en place. Les deux organisations ne feront pas l'économie de crises à répétition.

Dès la signature de la Convention, le 24 juin 1962, le CERS démarre ses activités, sans attendre l'entrée en vigueur des textes, qui intervient le 20 mars 1964. Pierre Auger abandonne la présidence du CNES dès le mois d'octobre 1962, pour assurer la direction générale du CERS. Il utilise cette période « intérimaire » pour apporter des solutions aux nombreux points encore en suspens. La question de l'implantation des différents sites, techniques et administratifs, donne lieu à de longues discussions. La France, qui souhaite accueillir le centre technique, propose l'implantation de celui-ci à Brétigny, où le CNES est déjà présent. Elle renoncera finalement à cette prétention au profit de l'implantation à Paris du siège de l'organisation.

Le programme, préparé par le Groupe de travail scientifique et technique (STWG)⁵, consigné dans le « Blue Book », prévoit pour les huit premières années d'activité un budget de 1 500 MF, la France y contribuant à hauteur de 18,22 %. Sur la période, le programme prévoit 435 lancements de

⁴ M. DEPASSE, « vers l'unité institutionnelle », in *La France et l'Europe spatiale*, op.cit, p.215.

⁵ Après l'entrée en vigueur de la Convention, le STWG disparaît et est remplacé par le Scientific and Technical Committee (STC) présidé par le professeur Reimar Lüst.

fusées-sondes et le développement de 17 satellites. Comme l'a récemment souligné le professeur Reimar Lüst, « *c'était un programme très ambitieux et certainement très optimiste*⁶ ». En effet, le budget s'avère rapidement largement sous-estimé, dans un contexte où la plupart des pays européens doivent faire face à une forte inflation qui entraîne des restrictions budgétaires dans de nombreux secteurs d'activités. De plus, les méthodes adoptées pour la gestion des contrats qui imposent un « juste retour », peuvent conduire dans certains cas à une dispersion de l'effort financier et contribuer à l'augmentation des coûts⁷.

Dans les premières années, une partie importante du programme est consacrée à la réalisation d'expériences à l'aide de fusées-sondes, dont les laboratoires européens sont très demandeurs. Cette activité est nécessaire pour acquérir les techniques spatiales de base, tout en constituant un excellent banc d'essais pour les futures expériences sur satellites. Pour cette activité, arrêtée en 1972, le CERS n'étant pas constructeur, il est fait principalement appel aux fusées *Skylark* britanniques et aux fusées *Centaure* et *Dragon* françaises, qui resteront pendant plusieurs années les seules fusées-sondes disponibles et opérationnelles sur le marché européen⁸. Si la France est bien présente dans la fourniture des fusées, avec Sud-Aviation et, dans une moindre mesure, au niveau de la réalisation d'une partie des pointes, avec la société Matra, les laboratoires français sont très peu impliqués dans les expériences, où dominent les Anglais et les Allemands.

La seconde partie du programme, qui portait initialement sur la réalisation de 17 satellites, doit rapidement faire l'objet d'une première révision. Dès l'été 1963, le nombre de satellites est ramené à 14 et surtout les études démontrent qu'une partie importante de ces satellites (10), en raison de leur masse, ne pourra plus être lancée par des fusées *Scout* américaines, dont l'utilisation se limitera finalement aux lancements des satellites de type *ESRO*. L'Organisation réoriente alors son programme vers l'utilisation de lanceurs américains *Thor-Delta*, ce qui donne naissance à une filière de cinq satellites *TD* avec, pour conséquence, une augmentation du budget de plus de 16 %⁹. Cette modification du programme ne se fait pas sans difficultés. La délégation française insistant pour que les budgets restent dans les limites fixées par la Convention du CERS, commence par abandonner deux satellites de la série *TD*. A la fin de 1965, seuls avaient pu être signés les contrats pour la construction d'*ESRO-I* et d'*ESRO-II*, deux programmes largement dominés par les Britanniques. Dans le programme *ESRO-I*, la France n'est pratiquement pas présente. La présence française devient plus perceptible avec *ESRO-II*. D'une part, le maître d'œuvre anglais Hawker-Siddeley Dynamics a délégué à la société Matra la fourniture des sous-systèmes d'alimentation électrique et de contrôle d'attitude. D'autre part, le laboratoire du professeur Jacques Labeyrie, du Centre d'études nucléaires de Saclay, a fourni une première expérience¹⁰.

Les consortia industriels européens

A cette époque, comme le souligne George van Reeth, ces programmes étaient encore structurés autour d'un contractant principal qui s'associait avec plusieurs sous-traitants de pays différents et de cultures techniques différentes, ce qui avait pour inconvénient d'engendrer des difficultés au niveau de leur management¹¹.

⁶ R. LÜST, « L'Europe des satellites », *La France et l'Europe spatiale*, op. cit., p. 93.

⁷ Le principe du « juste retour » consiste d'une manière générale à répartir les contrats en fonction des valeurs contributives de chacun des pays.

⁸ Entre 1964 et 1972 l'ESRO procédera aux lancements de 168 fusées sondes, sur lesquelles la France a fourni 70 fusées (64 *Centaure*, 4 *Dragon* et 2 *Bélier*).

⁹ J. KRIGE, *A History of the European Space Agency*, vol.1, op. cit., p. 129.

¹⁰ Le laboratoire du prof. Labeyrie continuera de fournir d'autres expériences sur différents satellites scientifiques européens (*HEOS 1* et *GEOS*).

¹¹ G. van REETH, « Les débuts de la coopération européenne dans l'industrie spatiale », *La France et l'Europe spatiale*, op. cit., p. 127.

Avec le programme de satellites scientifiques *TD*, les industriels se regroupent dans trois consortia. Cette nouvelle approche industrielle assure une certaine pérennité des équipes au sein de chaque consortium, tout en facilitant une meilleure répartition et une coordination plus efficace des travaux. Les principaux industriels français se trouvent répartis au sein des trois consortia européens : Matra dans Mesh ; Thomson/Csf dans Star ; SNIAS dans Cosmos. Ce système a fonctionné correctement tant qu'il s'agissait de satellites scientifiques. Mais, en 1966, le CERS doit face à une crise budgétaire importante qui nécessite un nouveau réajustement du programme, marqué notamment par la limitation à deux exemplaires des satellites scientifiques *TD* et l'abandon du programme *LAS* (Large Astronomical Satellite), cher aux Britanniques.

La fin de l'année 1966 marque un tournant important pour le CERS qui se trouve confronté à l'émergence des projets de satellites d'applications. Si la Convention ne permet pas de conduire des programmes de satellites d'applications, l'organisation subit néanmoins la pression de la Conférence européenne de télécommunications par satellites (CETS) qui lui demande d'entreprendre une étude destinée à évaluer les implications techniques et financières du développement et du lancement de satellites expérimentaux de communications et d'explorer les autres possibilités de satellites d'applications. Même s'il ne s'agit encore que d'une simple étude, les scientifiques voient dans cet engagement du CERS, l'ouverture d'une brèche dans l'Organisation, qui risque de s'étendre à d'autres applications. Face à cette réticence, la France et l'Allemagne ont pris en 1967 la voie de la coopération bilatérale pour leur projet de satellite de télécommunications *Symphonie*.

En 1967, à la suite du rapport d'audit confié à J. H. Bannier¹², le CERS procède à une importante réorganisation. Le professeur Hermann Bondi remplace Pierre Auger à la direction de l'Organisation. En mars 1967, le CERS confie la réalisation des satellites *TD-1* et *TD-2* au consortium MESH, sous maîtrise d'œuvre Matra, qui bénéficie du support de la firme américaine TRW¹³. Seul *TD-1* sera construit et lancé en 1972. Les incertitudes qui planent sur le programme, conjuguées à l'émergence des applications, placent l'Organisation dans une situation telle qu'une crise paraît inévitable. En 1969, la France, la Belgique et l'Allemagne souhaitent que le CERS ouvre son activité aux satellites d'applications, alors que les autres Etats membres refusent d'envisager une telle évolution. La demande de la France exprimée avec force lors de la Conférence spatiale européenne de juillet 1970, est conforme aux orientations du programme spatial adoptées par le gouvernement français en conseil restreint le 14 mai 1970, sur la base des recommandations formulées par le groupe de travail présidé par Pierre Aigrain. Constatant que ses positions ne sont pas suivies la France décide, le 30 décembre 1970, de dénoncer la Convention, à titre conservatoire, avec effet au 1^{er} janvier 1972, suivie dans cette voie par le Danemark. C'est une nouvelle crise qui s'ouvre pour plusieurs mois. Le 20 décembre 1971, soit onze jours avant la date limite, le Conseil du CERS adopte une résolution qui fait la distinction entre les programmes scientifiques (obligatoires) et les programmes d'applications (facultatifs), ce qui impose une révision de la Convention. Au cours de cette conférence trois nouveaux projets sont décidés. Tous trois sont des satellites d'applications : un satellite de télécommunications (*OTS/ECS*), un satellite météorologique (*Meteosat*) et un satellite aéronautique (*Aerosat*). Pour ce qui concerne les lanceurs, une clause précise que la priorité est accordée aux lanceurs développés soit par une organisation européenne soit par des Etats-membres, sous réserve de conditions techniques

¹² ESRO/C/APP/48 du 29 mars 1967, « Rapport du Groupe d'experts chargé d'étudier la structure, les procédures et les méthodes de travail interne du CERS ».

¹³ P. QUETARD. « Naissance des activités spatiales à la société Matra », *Naissance de l'industrie spatiale française*, op. cit., p. 126.

acceptables et que le prix du lanceur européen ne dépasse pas 125 % du prix du lanceur américain équivalent¹⁴.

A partir de 1973, différents facteurs structurels (réorganisations industrielles) et conjoncturels (programmes d'applications), ainsi que l'arrivée des programmes nationaux de télécommunications, contribuent à modifier les rapports de force au sein de chaque consortium. Deux nouveaux consortia sont créés en lieu et place des trois précédents : Eurosatellite et Satcom International.

CECLES/ELDO : Naissance d'une Europe des lanceurs

La volonté du CERS d'exclure les lanceurs de l'organisation intervient précisément au moment où les Etats-Unis proposent de mettre leurs lanceurs (*Scout* et *Thor*) à la disposition des pays du bloc occidental et alors que la Grande-Bretagne développe une intense activité diplomatique pour que les Européens acceptent d'utiliser le missile *Blue Streak* comme base d'un futur lanceur européen.

La proposition britannique

Les Anglais, engagés, depuis le milieu des années 50, dans plusieurs programmes (*Blue Streak*, *Black Knight* ou *Slylark*), disposent au début de 1960, d'une certaine avance par rapport aux autres pays européens dans plusieurs domaines fondamentaux des techniques liées aux fusées (propulsion, électronique, guidage, etc.). Au mois d'avril 1960, le gouvernement britannique met en avant des raisons budgétaires pour justifier l'abandon du programme *Blue Streak*, dont la conception déjà ancienne n'était plus adaptée au nouveau concept stratégique de l'époque, qui s'orientait vers les missiles mobiles et les sous-marins lance-engins. En tant que missile stratégique, le *Blue Streak* était devenu obsolète. Un peu plus tard, au cours du sommet de Nassau, les Anglais, répondants à l'appel du large, accepteront l'offre américaine des missiles *Polaris* embarqués à bord de sous-marins.

Le gouvernement britannique, estimant qu'un arrêt pur et simple du programme serait onéreux et politiquement néfaste, propose aux Européens d'utiliser le *Blue Streak* comme élément de base d'un futur lanceur européen et soumet aux Français un premier projet, reprenant le principe du *Black Prince*, composé d'un *Blue Streak* en premier étage, surmonté d'un dérivé du *Black Knight*.

Le Comité des recherches spatiales, appelé par le gouvernement français à rendre un avis sur la proposition britannique, émet des réserves sur l'opportunité pour la France de s'engager dans un tel projet. Pour ses membres, l'accepter en l'état serait faire supporter à l'Europe les frais d'une opération dont tout le bénéfice, technique et financier, reviendrait aux Britanniques. Considérant toutefois qu'il n'était pas possible politiquement de rejeter l'offre de coopération britannique, le comité rend finalement un avis favorable, assorti de sous conditions. Devant ces réticences, la Grande-Bretagne propose alors à la France de s'associer pour présenter aux autres pays européens un projet commun de lanceur européen qui pourrait comprendre un deuxième étage français, en lieu et place du *Black Knight* anglais. Les scientifiques français sont toujours réticents et les ingénieurs impliqués dans le programme français de missiles balistiques, également consultés, adoptent une position toute aussi défavorable. La France envisage néanmoins de proposer l'étage *Coralie*. Au mois de septembre, une réunion du Comité permet de dégager trois points qui

¹⁴ Voir ESRO/C/min/44 [ESRO 42], procès-verbal de la 44^e session du Conseil de l'ESRO et les résolutions adoptées. Voir également CSE/CM (novembre 1968) 22 (Final), production et utilisation des lanceurs européens, Résolution 5, Conférence spatiale européenne, Bad Godesberg, 14 novembre 1968.

résumant le sentiment général et motivent une telle position : les risques de voir les budgets de la recherche spatiale absorbés par le développement du lanceur ; l'évaluation financière établie par les Britanniques paraît nettement insuffisante et les performances du *Blue Streak* sont jugées trop importantes pour les satellites prévus¹⁵. Quant aux militaires, guère plus favorables, ils mettent en avant les problèmes que pourraient poser les transferts technologiques, entre les pays concernés¹⁶. Seuls les industriels manifestent de l'intérêt pour le projet et voient dans cette coopération une opportunité intéressante. Le Conseil de l'Europe, appelé à débattre sur le sujet, recommande au Conseil des ministres européens d'accélérer la mise en place d'une organisation européenne chargée de mettre au point un lance-satellite¹⁷. A plusieurs reprises, au cours des mois de novembre et de décembre, des experts de la DTIA rencontrent leurs homologues britanniques. En conclusion de leur rapport, ils estiment que la France est techniquement capable de mener à bien l'étude du deuxième étage, mais rappelant que la mission prioritaire de la DTIA est de développer des engins balistiques français, ils émettent un avis « formellement défavorable à l'entreprise de l'opération¹⁸ ».

Le 11 décembre 1960, le ministre britannique Peter Thorneycroft indique à Pierre Guillaumat qu'il est prêt, en dépit de l'avis des experts anglais qui estiment que la solution d'un deuxième étage français risque d'être onéreuse et d'allonger les délais, à l'accepter à la condition que les industriels britanniques y soient associés à titre de consultants. Devant le peu d'empressement des Français, il formule une nouvelle proposition qui peut se résumer ainsi : les deux gouvernements décident de faire en commun un lanceur de satellites lourds, dont les dépenses seraient supportées à 50 % par chacun des pays, à moins que d'autres pays européens y contribuent.

Pour Pierre Guillaumat, la France ne peut accepter un engagement à hauteur de 50 % ; dans la mesure où la proposition britannique ne concerne que les lanceurs, il considère en outre que ce n'est plus de sa compétence, mais de celle du ministre des Armées. Le général Gaston Lavaud, qui participe à la réunion, précise que le ministre des Armées est prêt à s'engager dans un tel programme dans la mesure où cette coopération pourrait engendrer des économies dans le programme français. Cette attitude des militaires français peut s'expliquer par le fait que la France espère obtenir des Britanniques un véritable transfert de technologie dans plusieurs domaines, dont le guidage qui représente alors un des points faibles des Français. Les Britanniques étant liés aux Américains sur ce plan, tout transfert de technologie paraît compromis. Le 15 décembre, une rencontre entre P. Messmer et P. Thorneycroft ne donne rien de concret.

La décision du Général de Gaulle

Fin janvier 1961, après une entrevue avec le Premier ministre britannique Harold Macmillan, le Général de Gaulle décide, contre l'avis des experts français, d'engager la France dans le programme¹⁹. Quelques jours plus tard s'ouvre à Strasbourg la conférence au cours de laquelle

¹⁵ Réunion du 14 septembre 1960 qui regroupe B. Dorléac (SEREB), P. Contensou, J. Corbeau (LRBA) et J. Pierrat (CRS).

¹⁶ Depuis plusieurs mois, la France intensifie les études préliminaires sur le projet SEREB de lance-satellite national, le futur *Diamant*.

¹⁷ Conseil de l'Europe, Assemblée consultative, séance du 24 septembre 1960.

¹⁸ Rapport sur les possibilités de collaboration franco-anglaise sur le projet britannique d'engin lance-satellite. STAé/GEB/ 9 décembre 1960.[SHAA E-0/4486]

¹⁹ J. KRIGE, « Le choix européen », *l'Essor de la politique spatiale française dans le contexte international*, (dir. M. Vaisse), CEHD, Archives contemporaines, pp. 95-102. L'auteur estime que la décision du Général de Gaulle tient compte des avis divergents des experts. Il considère en effet que les industriels étaient favorables au projet, contrairement aux scientifiques, ingénieurs et militaires. Sur ce point, il serait intéressant de consulter les archives des industriels, malheureusement trop souvent fermées.

le projet franco-anglais est proposé aux autres pays européens. L'Allemagne ayant finalement accepté de fabriquer le 3^e étage et plusieurs autres pays ayant exprimé leur volonté de participer au programme, il est possible de réunir, fin octobre à Lancaster House, une nouvelle conférence qui prend la décision de construire un lanceur européen et d'entamer le processus de création d'une organisation européenne. Ce dernier aboutit, le 30 avril 1962, à la signature de la Convention créant l'Organisation européenne pour la mise au point et la construction de lanceurs d'engins spatiaux (CECLES)²⁰.

Les vicissitudes du lanceur ELDO

Les travaux sur la définition du premier lanceur débutent à la fin de 1963, sur la base du *Blue Streak* britannique. L'objectif est alors de mettre au point un lanceur *ELDO/A (Europa I)* capable de placer 1 tonne sur une orbite basse quasi-circulaire, ce qui correspond à la masse du *Large Astronomical Satellite* (LAS) de l'ESRO, ou de lancer des satellites scientifiques de masse nettement plus faible sur des orbites excentriques.

Les premiers essais en vol débutent rapidement. De 1964 à 1966, le premier étage *Blue Streak* est expérimenté en vol à cinq reprises, toujours avec succès.

Le développement de l'étage français *Coralie* est confié à Nord Aviation et au LRBA pour la partie moteurs, l'ensemble étant coordonné par un bureau commun « Nord-Vernon ». Afin de tester en vol les nouvelles technologies employées, une version de cet étage, *Cora*, lancée à Hammaguir depuis le sol à trois reprises, enregistre deux échecs, en 1966 et 1967. Les trois essais suivants sont alors annulés.

En août et en décembre 1967, deux essais de la fusée *Europa I* comportant les deux premiers étages actifs se soldent également par des échecs ; dans les deux cas, le deuxième étage ne s'étant pas allumé, les Français décident de réorganiser le programme *Coralie*. La tutelle passe de la Délégation ministérielle à l'armement (DMA) au CNES qui demande à la SEREB de revoir le programme. Les nouvelles équipes du CNES et de la SEREB corrigent rapidement les défauts de *Coralie*, qui s'avèrent provenir essentiellement des problèmes d'interface avec le premier étage.

Lors des tirs suivants d'*Europa I*, qui interviennent en 1968 et 1969 depuis le champ de tir de Woomera, c'est au tour du troisième étage *Astris*, construit en Allemagne avec l'assistance de la France, d'être à l'origine des échecs du lanceur.

Pour les Français, l'échec du programme *Europa I* est imputable à l'absence d'un maître d'œuvre compétent pourvu d'une autorité technique. Ils considèrent également qu'après l'abandon par le CERS du satellite astronomique LAS, la fusée *Europa I* n'est plus adaptée à la situation et qu'il est indispensable pour l'Europe de tenir compte de l'émergence des satellites d'applications, notamment des satellites de télécommunications sur orbite géostationnaire²¹.

Dès janvier 1965, la conférence des ministres plénipotentiaires du CECLES s'était réunie avec l'objectif de revoir le financement du programme et d'examiner les possibilités de développer les versions *ELDO A/S* et *ELDO B*, proposées par le Secrétariat du CECLES.

Le projet *ELDO/AS* consiste à ajouter un étage d'apogée à poudre au lanceur existant. Mais ses performances ne lui permettent pas d'atteindre l'orbite géostationnaire. Le second projet *ELDO/B* étudié comporte deux versions : *ELDO/B1*, lanceur à deux étages et *ELDO/B2*, à trois étages. Il est alors proposé que l'on passe directement à la version *ELDO B*, en arrêtant

²⁰ La Convention CECLES est entrée en vigueur le 29 février 1964.

²¹ J.-C. POGGI, « les premiers programmes de lanceurs spatiaux », *Naissance de l'industrie spatiale française*, op. cit., p.61.

immédiatement les travaux sur les deux étages supérieurs et en supprimant le tir d'essai F4. Ce qui est inconcevable pour la France, puisque cela reviendrait à supprimer le deuxième étage *Coralie* et à le remplacer par un nouvel étage restant à développer.

Les premières conférences spatiales européennes (CSE)

Alors que se poursuivent les premiers essais en vol, début 1966, le CECLES entre dans une phase de crise importante. Les Britanniques annoncent leur intention de remettre en cause leur participation, pour des raisons financières. Ils estiment que le *Blue Streak*, dont ils ont la responsabilité, a parfaitement fonctionné lors de tous ses essais en vol et qu'ils ne voient pas pourquoi ils auraient à assumer les dépassements de coûts du programme.

Devant cette menace et les divergences d'ordre technique non résolues, il est décidé de convoquer une nouvelle conférence ministérielle ; celle-ci devra se réunir à trois reprises au cours de l'année, donnant l'occasion au nouveau ministre français Alain Peyrefitte de déployer toute son énergie, réussissant finalement à convaincre les Anglais de rester²².

La première session de la Conférence, qui se tient en avril, permet à chacun d'exposer ses vues mais aucune décision claire n'est prise. Au cours de la session de juillet, les participants parviennent à s'entendre, y compris avec la Grande-Bretagne, sur une réorientation du programme, à compter du 1^{er} janvier 1967. Elle porte sur l'adjonction à *Europa I* d'un étage périgée/apogée pour donner *ELDO-PAS (Europa II)*, la confirmation de l'utilisation du CSG comme base équatoriale et le principe du retour industriel (à hauteur de 80 %). La Conférence adopte également une Résolution dans laquelle les ministres considèrent nécessaire et urgent que l'Europe se dote d'une politique spatiale européenne coordonnée englobant les différentes formes d'activités spatiales. Pour parvenir à ce but, la Conférence décide de se donner un caractère permanent et de se réunir au moins une fois par an.

La session suivante, qui se tient à Paris du 11 au 13 décembre 1966, rassemble tous les États membres du CERS, du CECLES et de la CETS. A partir de cette réunion, elle prend le nom de Conférence spatiale européenne (CSE). La principale décision prise au cours de cette session, à l'initiative du Premier ministre Belge, est la création d'un groupe ad hoc chargé, sous la direction de Michel Bignier, de dresser un inventaire détaillé des programmes, ainsi que des besoins et des ressources de l'Europe dans le domaine spatial.

En parallèle, se profilait la renégociation des accords *Intelsat*. Plusieurs responsables européens pensaient que pour se trouver en bonne position lors des négociations, il fallait que l'Europe se dote de compétences techniques et d'une industrie crédible. C'est un sentiment de même nature qui, d'après l'historienne Lorenza Sebesta, animait les promoteurs français et allemands du programme *Symphonie*²³. Cela explique peut-être l'attachement des Français à la version *Europa II*, dont deux exemplaires avaient été commandés pour assurer le lancement des deux satellites *Symphonie*.

Considérant qu'une fusion des différents organismes prendrait du temps, la Conférence spatiale européenne décide, en juillet 1967, de créer un Comité consultatif des programmes (CCP) placé sous la présidence de Jean-Pierre Causse, directeur du centre technique du CNES à Brétigny. Il a pour mission de faire des propositions pour l'établissement d'une politique

²² E. CHADEAU, *L'Ambition technologique : naissance d'Ariane*, op. cit., p. 25.

²³ L. SEBESTA, *The Availability of American Launchers and Europe's Decision « to Go It Alone »*, HSR-18, September 1996, ESA Publications Division, Estec, The Netherlands, p. 13.

européenne, prenant en considération les intérêts scientifiques, technologiques et économiques des activités retenues²⁴.

Fin décembre 1967, le Comité consultatif des programmes (CCP) remet son rapport²⁵. Le dit « Rapport Causse », qui préconise en substance :

- d'inclure les satellites d'applications dans le programme CERS, jusque-là limité, de par la Convention, aux recherches scientifiques, malgré la première étude demandée par la CETS;
- de prévoir après *Europa II* un lanceur plus puissant pour placer sur orbite géostationnaire des satellites de télévision directe;
- de fusionner le CERS et le CECLES au sein d'un organisme unique.

proposait également de procéder en deux étapes : la première, *Europa III*, ajouterait au *Blue Streak* un deuxième étage cryotechnique. La deuxième étape, *Europa IV*, consistait à accoler à un étage *Blue Streak*, quatre boosters à liquides, dérivés du *Diamant B* (baptisés *Carole*)²⁶.

Le rapport Causse ne remettait pas en cause le projet *Europa II*, même si la question de sa survie au-delà de la phase de développement se trouvait posée. Cela donna lieu à un débat intense, à l'issue duquel le CECLES décida de mener à son terme cette phase de développement et créa une Direction des activités futures (DAF), qui sera confiée en 1969 à Jean-Pierre Causse.

Le Conseil du CECLES, tenant compte des difficultés passées, donne des pouvoirs supplémentaires au Secrétariat pour assurer le développement d'*Europa II*. Le Conseil accorde notamment au Secrétariat la possibilité de conclure directement des contrats avec les industriels. Sur une proposition de Charles Cristofini, président de la SEREB, le Conseil accepte la constitution d'un groupe industriel intégrateur, chargé d'aider le secrétariat. Créé officiellement le 1^{er} janvier 1968, sous la forme d'une société anonyme, la SETIS (Société pour l'étude et l'intégration de systèmes spatiaux), dont le capital est souscrit par plusieurs firmes européennes, est un groupe d'ingénieurs qui exerce un rôle proche de celui d'architecte industriel. Dirigée par un jeune ingénieur de la SEREB, Jean Charles Poggi, la SETIS constitue une première étape vers la rationalisation de l'organisation²⁷. A la fin du mois de février, le général Aubinière est élu président du Conseil du CECLES, en 1968.

Le 21 juillet 1968, le Général de Gaulle accepte l'idée du CNES qui prévoit, en cas d'échec du CECLES, de développer un nouveau lanceur, en collaboration avec d'autres pays européens. Plusieurs projets sont étudiés, le *Turquoise* à poudre ou le *Catherine* à liquides, encore au stade d'avant-projet. Parallèlement à l'évolution du programme *Diamant*, dès 1962, l'ingénieur général Pierre Soufflet, directeur du Département Engins (DEn) de la DMA, considérant, sur la base des premiers travaux réalisés, que la propulsion cryotechnique (hydrogène et oxygène liquides) avait un bel avenir pour les futurs lanceurs spatiaux, réussit à faire financer par la DMA, donc les Armées, un programme d'études dont la réalisation fut confiée à la SEPR²⁸.

²⁴ Deuxième réunion de la Conférence spatiale européenne (12-13 juillet, Rome). Voir *La Recherche spatiale*, Vol VI, n°7, septembre 1967, p. 22.

²⁵ CSE/CCP(67)5, Décembre 1967 « Conférence spatiale européenne – Rapport du Comité Consultatif des Programmes ». Le mandat du Comité Consultatif des Programmes a été adopté par la CSE réunie en juillet 1967 à Rome.

²⁶ J-P. CAUSSE, « Les lanceurs européens avant Ariane », *L'ambition technologique*, op. cit. p. 25.

²⁷ Un accord, daté de septembre 1967, entre le CECLES et la SETIS fixe le programme de la société. Conclu pour la durée du programme *Europa II* ou pour cinq années au plus, il est entré en vigueur le 1^{er} janvier 1968. Voir *La Recherche spatiale*, vol. 6, n°9, novembre 1967, p. 27. La SETIS, présidée par Charles Cristofini, président de la SEREB, est une société anonyme de droit français, au capital de 2,5 millions de francs.

²⁸ D'après Pierre Soufflet, les premières études auraient été entreprises dès 1960 au sein du Service technique Aéronautique (STAé). Voir J-C. POGGI, « Les premiers programmes de lanceurs spatiaux », *Naissance de l'industrie spatiale française*, op. cit. p. 71.

Sans attendre la réunion de la Conférence spatiale européenne qui doit statuer sur le rapport Causse, les Britanniques indiquent qu'ils ne participeront pas aux futurs programmes de lanceurs du CECLES. Refusant tout nouvel engagement financier, ils acceptent néanmoins de fournir l'étage *Blue Streak*, jusqu'en 1976. La Conférence des ministres plénipotentiaires du CECLES, qui se réunit les 11 et 12 juillet 1968, est un échec. L'Italie et la Grande-Bretagne refusant d'augmenter leur contribution, la Conférence arrête un programme d'économie qui porte principalement sur l'abandon des essais *Vempe* et la suppression du troisième essai en vol prévu d'*Europa II*.

Tandis que l'Europe spatiale s'embourbe dans ses contradictions et ses difficultés, les Américains mènent à bien l'expédition de l'Homme sur la Lune. Le gouvernement français, constatant que la situation européenne ne fait qu'empirer et a toutes les chances de déboucher sur une impasse, suggère qu'en pareil cas, la France se retire de l'Organisation. La possibilité de s'allier avec les États partageant la volonté de doter l'Europe d'un lanceur doit néanmoins être envisagée²⁹. Malgré les bons offices du ministre Belge Théo Lefèvre, la question n'est toujours pas réglée en octobre.

Le 6 novembre, un Conseil interministériel étudie le dossier du CECLES, afin de préparer les réunions européennes qui s'annoncent. La France se prépare à adopter une position de fermeté : elle accepte de maintenir sa participation au CECLES, même en cas de défection des Anglais, à la double condition que les Britanniques continuent à fournir les *Blue Streak* et que tous les autres pays maintiennent leur participation. En novembre 1968, la Conférence spatiale européenne, présidée par le ministre allemand G. Stoltenberg, se tient à Bad-Godesberg. Bien que toutes les divergences ne puissent être effacées, un fragile consensus est néanmoins acquis sur quelques points. La Grande-Bretagne ayant accepté de fournir les *Blue Streak*, les programmes *Europe I* et *Europa II* peuvent continuer. En outre, une solution est trouvée en ce qui concerne la participation de l'Italie. La France avait obtenu satisfaction.

En novembre 1971, le premier essai d' *Europa II* dans sa configuration complète, avec les trois étages actifs et un satellite italien, est effectué depuis le Centre spatial guyanais. C'est un échec, par suite du non largage de la coiffe et une fin de poussée prématurée du 3^e étage. Pour certains observateurs, sans ce problème de largage de coiffe, le lanceur aurait été en mesure d'assurer la mise en orbite du satellite. Les responsables du programme considèrent que le moteur du 3^e étage est au point et que le programme initial peut être considéré comme terminé.

Le 1^{er} janvier 1972, le général R. Aubinière quitte la direction générale du CNES et rejoint le CECLES comme secrétaire général avec pour mission la réorganisation de l'Organisation.

CETS : La Conférence européenne de télécommunications spatiales

En décembre 1962, la Conférence européenne des postes et télécommunications (CEPT)³⁰, qui regroupe les représentants des administrations des postes et des télécommunications de pays européens, examine une proposition des Etats-Unis consistant à mettre en place un système mondial de télécommunications. A l'issue de ses travaux, la Conférence recommande que l'Europe adopte sur cette question une attitude régionale commune, plutôt que de négocier avec les Américains une série d'accords bilatéraux.

En mai 1963, à la demande de la France et de la Grande-Bretagne, se réunit la Conférence européenne de télécommunications spatiales (CETS) dont l'objectif est de préparer l'Europe et les pays membres de la CEPT aux négociations avec les Etats-Unis sur la future organisation de

²⁹ Le 21 juillet 1968, le Président de la République accepte cette politique.

³⁰ La CEPT, créée en 1959, regroupe les administrations des postes et des télécommunications de 26 pays européens. Elle a pour objet essentiel d'assurer les relations entre les administrations membres et d'harmoniser leurs services administratifs et techniques. Elle ne dispose pas d'organes permanents.

télécommunications par satellites (Intelsat). A l'origine de cette initiative, deux raisons : l'une économique, les Européens espérant obtenir une part substantielle des contrats de la future Intelsat ; l'autre plus politique, repose sur l'idée d'indépendance européenne en matière de télécommunications par satellite. Les négociations aboutissent, en 1964, à l'instauration d'un régime provisoire pour un système commercial mondial³¹. Cet accord, prévu pour durer cinq ans, a été renégocié à partir de 1969 pour déboucher le 20 août 1971 sur un nouvel accord créant l'Organisation Intelsat³². Cet accord, et plus particulièrement l'interprétation de son article 14, fera l'objet d'âpres discussions lorsque Français et Allemands tenteront d'obtenir des lanceurs américains pour les satellites *Symphonie*.

En novembre 1966, la CETS confie une étude au CERS et pour la partie lanceur au CECLES. En 1968, la Conférence spatiale européenne décide que le programme européen de télécommunications serait traité uniquement par le CECLES et le CERS, en liaison avec la CEPT et l'Union Européenne de Radiodiffusion (UER). La CEPT poursuit sa coopération avec le CERS ce qui aboutit à la définition de deux satellites technologiques *OTS*, de deux satellites pré-opérationnels *European Communication Satellite (ECS)* destinés au service fixe et du satellite de télécommunications maritimes *Marots*. La CETS cesse ses activités en 1970. Néanmoins, les phases expérimentales OTS et pré-opérationnelles ECS ayant montré la viabilité des systèmes, en 1977, dix-sept administrations membres de la CEPT mettront en place une organisation provisoire dénommée « Eutelsat intérimaire » ayant pour objet de déterminer les conditions pour la mise à disposition et l'exploitation des satellites ECS de l'ESA³³. Puis, en juillet 1982, exprimant le souhait de disposer d'un véritable réseau européen complémentaire des systèmes internationaux existants (Intelsat et Inmarsat), ces administrations créeront l'Organisation européenne de télécommunications par satellite Eutelsat³⁴.

L'Europe spatiale en Guyane

Le 24 septembre 1964, soit quelques mois à peine après la décision du gouvernement français d'implanter le nouveau centre de lancements national en Guyane, le Conseil d'administration du CNES exprime le souhait que le futur CSG accueille des lancements pour le compte d'organisations internationales ou pour d'autres États³⁵. Le 8 janvier 1965, le gouvernement accepte l'implantation des moyens nécessaires à la préparation et aux lancements de fusées étrangères. En mai, le CNES informe officiellement le COSPAR de la possibilité qui est offerte aux scientifiques³⁶.

Le CECLES choisit la Guyane

Lors de la création du CECLES, les Britanniques ont souhaité que l'Australie, membre du Commonwealth, soit associée à l'Organisation. Deux raisons guidaient le gouvernement anglais dans cette démarche. En premier lieu, Woomera était le centre d'essais pour les différents engins

³¹ Accord du 20 août 1964, établissant un régime provisoire applicable à un système commercial mondial de télécommunications par satellites. Il est complété par un Accord spécial.

³² Accord du 20 août 1971 relatif à l'Organisation internationale de télécommunications par satellite (Intelsat).

³³ Accord relatif à la constitution d'une organisation européenne provisoire de télécommunications par satellite « Eutelsat Intérimaire », conclu à Paris, le 13 mai 1977 entre administrations et exploitants privés. Cet accord a été complété par un nouvel accord (Accord ECS), relatif au secteur spatial du système ECS, conclu à Paris le 10 mars 1978.

³⁴ Convention portant création de l'Organisation européenne de télécommunications par satellite (Eutelsat) signée le 15 juillet 1982.

³⁵ Il y a lieu de préciser ici qu'en 1964, le CNES avait déjà été saisi de demandes de la part de plusieurs équipes de scientifiques européens pour l'utilisation du champ de tirs d'Hammaguir.

³⁶ C. CARLIER, *Les trente années du CNES*, op. cit., p. 283.

que le Royaume-Uni développait et sa situation permettait d'envisager le lancement de satellites. En second lieu, le gouvernement britannique souhaitait éviter toute conséquence politique fâcheuse d'un arrêt qui pénaliserait inévitablement l'Australie. Cette dernière a donc rejoint l'Organisation et les premiers essais en vol du *Blue Streak* eurent lieu depuis Woomera. Ce site, par sa situation géographique particulièrement adaptée pour des lancements sur une orbite quasi-polaire, donnait satisfaction aux besoins du CERS. Mais, en 1965, les études de définition du satellite astronomique *LAS*, effectuées par le CERS, font apparaître que la meilleure orbite serait une orbite quasi-circulaire à 700 km d'altitude, faiblement inclinée sur l'équateur. Or, depuis Woomera, l'orbite équatoriale et à fortiori l'orbite géostationnaire ne peuvent être acquises qu'au prix de manœuvres complexes et par conséquent coûteuses en carburant, ce qui pénalisait fortement la masse de la charge utile emportée. Woomera risquant de ne plus convenir à court terme, le CECLES ressent de plus en plus la nécessité de disposer d'une base équatoriale, qui serait utilisée uniquement pour les tirs opérationnels. Les tirs d'essais ayant toujours lieu soit à Woomera, pour le *Blue Streak*, soit à Hammaguir, puis au CEL pour l'étage *Coralie*.

Il lance une étude dont les résultats recensent trois possibilités pour une telle implantation : une base italienne de type plate-forme maritime similaire au projet *San Marco*, placée au large des côtes de l'Afrique ; une nouvelle base implantée à Darwin, en Australie ; et quant à la France, elle propose au CECLES d'utiliser la base française du Centre Spatial Guyanais, moyennant le paiement d'un loyer et le financement par le CECLES de ses propres installations³⁷.

Le 8 juillet 1966, le Conseil des ministres de l'Organisation décide que la base équatoriale opérationnelle du CECLES sera installée à Kourou, en Guyane. Bien que les travaux d'aménagement aient été entrepris dès 1969, l'Accord définitif ne sera signé que le 25 novembre 1970, soit plus de quatre ans après le vote de la Résolution³⁸.

Après un premier essai statique du lanceur (maquette VRME), effectué en mai, qui a donné satisfaction, il est décidé de procéder au premier tir du lanceur *Europa II*. Le 5 novembre 1971, le lancement échoue. Ce sera le seul lancement de l'ELDO en Guyane.

Le CSG devient le port spatial de l'Europe

À la suite de l'arrêt du programme *Europa II*, en mai 1973, une partie des biens du CECLES à Kourou a été reprise par l'ESA pour être utilisée pour le lanceur Ariane, c'est le cas notamment du site de lancement qui sera modifié en conséquence. Lors de la négociation, à la fin de 1972, du « package deal » qui prévoyait de lancer la future fusée *Ariane* depuis Kourou, on n'avait pas abordé de manière précise la question du financement des opérations européennes sur le CSG. Cette question est à nouveau d'actualité, en octobre 1974, lorsque le président Valéry Giscard d'Estaing décide d'interrompre les programmes nationaux de fusées-sondes et de lanceurs, après le dernier lancement de *Diamant B-P4*. Que faire du site guyanais jusqu'à la mise en œuvre d'*Ariane* ? Une première solution est envisagée : la configuration A, consistant à mettre en sommeil l'ensemble du site et à diminuer très fortement le personnel. N'ayant plus d'activités nationales, la France propose même l'« Européanisation » du site. Cette solution n'obtient pas l'accord des partenaires européens de la France. Une seconde solution – la Configuration B, proposée par le nouveau directeur du CSG, Jean Gruau – conduit à réduire l'activité, en conservant l'ensemble des équipements en état de fonctionnement, à l'aide du programme

³⁷ CECLES, *Rapport au Conseil de l'Europe, 1960-1966*.

³⁸ Décret n°71-268 du 2 avril 1971 portant publication de l'Accord, *Journal Officiel* du 10 avril 1971, pp. 3474-3476. Cet accord, conclu en vertu de la résolution du 8 juillet 1966, a été précédé, le 28 octobre 1969 par un accord conclu en la France et le CECLES, relatif à l'utilisation l'entretien, la gestion et la cession des biens et des installations. Décret n°70-1986 du 6 mars 1970 *Journal Officiel* du 12 mars 1970, pp. 2424-2426.

Exametnet. Celui-ci consiste à lancer régulièrement des petites fusées météorologiques américaines *Arcas*. Cette seconde solution, qui a la préférence des Européens, présente le double avantage de conserver une partie du personnel sur le site et d'assurer que la France, qui reste propriétaire du CSG, continue de financer une partie importante des coûts. Pour la France, la résolution de cette question est une condition sine qua non au démarrage de l'ESA. Pendant plusieurs mois, le niveau de la contribution financière des Européens, fait l'objet de nombreuses discussions. Ce n'est qu'en avril 1975, après l'intervention du Chancelier allemand Helmut Schmidt, qu'une solution obtient le consensus indispensable pour la signature de la Convention créant l'ESA.

Le 5 mai 1976, l'ESA et la France signent un accord qui fixe les conditions financières d'utilisation des installations de lancement du CSG pour la période 1975-1980³⁹. Puis, en 1977, Albert Vienne remplace Jean Gruau à la tête du CSG. Le centre est progressivement remis en configuration opérationnelle et les travaux d'adaptation des installations pour *Ariane* peuvent débuter. Un an plus tard, après trois lancements de fusées *Eridan* et *Dauphin*, le centre est à nouveau déclaré opérationnel. Les essais sur la maquette ergols (MR) se déroulent normalement ce qui permet de qualifier l'Ensemble de lancement ELA 1.

L'Agence spatiale européenne: une agence et un programme uniques

La nécessité d'une unicité dans l'action sur le plan de la politique et des programmes germe très tôt dans l'esprit des responsables français du spatial. En 1965, Michel Bignier, directeur des affaires internationales du CNES, faisait remarquer :

« À ces organisations, il manque encore une unité d'action sur le plan de la politique et des programmes. La coordination entre elles est encore insuffisante et il serait souhaitable qu'une Autorité, à l'échelon des Gouvernements des Etats membres, leur fixe de grandes lignes d'action, en même temps qu'elle confirmera sa confiance dans leur mission⁴⁰ ».

Cette idée se trouve renforcée par les multiples difficultés rencontrées depuis leur création par les deux organisations européennes. Elles souffrent entre autres d'un manque d'harmonisation entre les programmes de satellites du CERS et les programmes de lanceurs du CECLES. Cette unité est d'autant plus nécessaire que les négociations qui se multiplient avec les Etats-Unis laissent apparaître des divergences de vues entre les pays européens.

Le programme post-Apollo

Dès 1969, les Etats-Unis se préoccupent des suites à donner au programme spatial américain *Apollo*. Ils proposent à l'Europe de participer au programme « post-Apollo » qu'ils préparent. À la suite d'un voyage en Europe du Dr. Paine de la NASA, un groupe de travail européen, animé par Jean-Pierre Causse, et dans lequel les intérêts français sont représentés par Pierre Contensou, directeur technique adjoint de l'ONERA, est formé. Une participation européenne dans le programme de la navette américaine est alors peu envisageable. Les Américains proposent aux Européens de réaliser un « remorqueur spatial », *Space Tug*. Séduits par cette idée, les Européens entament les études appropriées. Mais, en 1972, les Etats-Unis retirent leur proposition relative au *Space Tug* et n'offrent plus aux Européens qu'une participation au laboratoire *Module Lab*. Les Français, qui militent en faveur de l'indépendance européenne en matière de lanceurs, poussent pour faire adopter leur projet de lanceur *LIII*. Ils se heurtent aux Allemands, très favorables, pour des raisons politiques, au rapprochement avec les

³⁹ ESA, Rapport annuel 1976, pp. 58-59.

⁴⁰ M. BIGNIER, « La France et les organismes spatiaux européens », *La Recherche spatiale*, vol IV, n°6, juin 1965, p.8.

Etats-Unis⁴¹. Les négociations entre l'Europe et les Etats-Unis finissent par aboutir et, en janvier 1973, le Conseil du CERS adopte le « *Spacelab* » comme projet spécial de l'Organisation. Ce laboratoire, qui représente la contribution de l'Europe au système de transport spatial réalisé par la NASA, conçu en deux parties, un module pressurisé et une plate-forme d'instruments, fait partie intégrante de la navette spatiale. Le budget alloué au premier *Spacelab* est de 308 millions d'U.C. ; la contribution française est limitée à 10 % contre 53 % accordés par l'Allemagne et 16 % par l'Italie. En fait, ne souhaitant pas s'engager sur le long terme dans ce programme, la France consent à participer aux études, en contrepartie de l'adoption du programme *LIII* auquel elle tient beaucoup.

La société Matra est le principal contractant français dans l'opération *Spacelab*. Elle assure la maîtrise d'œuvre du « Command and Data Management System » (CDMS), destiné au recueil et au traitement des données.

Le vol inaugural du *Shuttle*, prévu initialement pour 1979, est retardé de deux ans et n'intervient finalement que le 12 avril 1981, retard qui s'accompagne de dépassements de coûts significatifs.

La mise en place de l'ESA

La Conférence spatiale européenne de juillet 1973 a adopté un programme, dont l'exécution doit être assurée dans le cadre d'une organisation unique : l'Agence spatiale européenne (ASE/ESA)⁴². Il faudra encore de nombreux mois et de longues négociations pour que celle-ci puisse être officiellement créée avec la signature de la Convention, le 30 mai 1975. La question de la participation financière de l'ESA au fonctionnement et aux installations du CSG est un point d'achoppement qui sera évoqué jusqu'au dernier moment. La France conditionnait la procédure de création de l'Agence spatiale européenne à la résolution de cette question ; ce n'est que le 25 avril 1975 qu'un accord pourra être trouvé, ouvrant la voie à la signature de la Convention.

Le choix du directeur général de la nouvelle agence était problématique. Plusieurs pays avaient proposé leur candidat ; c'est finalement le Britannique Roy Gibson qui deviendra le premier directeur général de l'ESA.

Entre le 30 mai 1975, date de signature de la Convention créant l'Agence spatiale européenne, et son entrée en vigueur en 1980, les règles de fonctionnement suivies par le CERS, qui a continué d'exister *de facto*, étaient celles de l'ESA, mises en œuvre à titre transitoire. Afin de bien marquer son existence, en 1976, l'ESA fait l'acquisition d'un immeuble dans le 15^{ème} arrondissement de Paris, pour y fixer son Siège⁴³.

En mai 1976, le Conseil de l'ESA décide de confier la mise à poste de tous les satellites géostationnaires européens au Centre européen d'opérations spatiales (ESOC), à Darmstadt (Allemagne), au lieu de partager cette responsabilité avec le Centre spatial de Toulouse. Ce qui provoque une réaction de la France qui traverse des difficultés budgétaires importantes. Un tel choix aurait des conséquences néfastes sur le plan de charge du centre français.

⁴¹ Le gouvernement allemand, dirigé par le chancelier Willy Brandt, a entamé une nouvelle politique (« Ostpolitik ») en direction des pays de l'Est. Il souhaite un rééquilibrage avec les Etats-Unis et multiplie les initiatives en ce sens, d'où la volonté de participer au programme « *Post-Apollo* ».

⁴² Voir CSE/CM (juillet 73) PV/2.

⁴³ La contribution française a donné lieu à des débats animés. Voir ESA/AF (75)35 et 39 et ESA/C(76)82, ainsi que les procès-verbaux correspondants.

Epilogue : La France face au défi international

Ariane aborde le marché commercial

Les premières versions du lanceur : d'Ariane 1 à Ariane 4

L'objectif de performance retenu en début de programme pour le lanceur Ariane 1 était le lancement d'une charge utile de 1500 kg en orbite de transfert géostationnaire. Dès 1976, l'idée de donner une référence internationale à *Ariane* avec un lancement Intelsat, incite la Direction des Lanceurs du CNES à rechercher des gains de performance pour être compétitif avec *Atlas Centaur*, alors capable de lancer une charge utile de 1750 kg. Le programme qu'elle met en œuvre aboutira finalement à une capacité de 1850 kg lors du vol Intelsat. Cette réflexion ouvrira la voie à d'autres possibilités, notamment celle permettant d'entrer en compétition avec le lanceur *Thor Delta*, qui passe par une démonstration de la capacité de lancement double. Le CNES proposera alors à l'ESA d'inclure la réalisation et la démonstration du système de lancement double *Ariane* (SYLDA) dans la phase de Promotion alors en discussion. Poussant plus avant ces réflexions, comme nous l'avons vu dans le chapitre « Arianespace », le CNES proposera une nouvelle phase d'amélioration permettant d'être pleinement compétitif (en lancement double) avec le *Thor Delta* qui lance alors la majeure partie des charges utiles commerciales, tout en restant compétitif avec l'*Atlas Centaur*. Ce sera le programme Ariane 3 qui, proposé à l'ESA, est approuvé en juillet 1980 et dont le premier vol sera réalisé avec succès en configuration lancement double en août 1984. Parallèlement la navette spatiale se développe et est proposée sur le marché commercial avec une politique de prix extrêmement agressive qui pousse les deux familles de satellites (type *Thor-Delta* et type *Atlas*) vers de nouvelles croissances. La poursuite de la politique de lancement double, qui est la seule solution pour conserver la compétitivité d'*Ariane* en bénéficiant de l'effet d'échelle, conduit la Direction des lanceurs du CNES à proposer une nouvelle amélioration capable d'une performance de 4300 Kg en lancement double tout en s'adaptant au modèle de mission par une grande modularité. Ce sera le programme *Ariane 4* qui sera accepté par l'ESA en janvier 1982 et dont le premier vol aura lieu avec succès le 15 juin 1988. Toutes ces améliorations successives ont été définies avec le souci d'exploiter au mieux l'expérience acquise dans les étapes précédentes tout en minimisant les modifications sur les éléments les plus sensibles, comme la propulsion.

Parallèlement, le CNES avait proposé la réalisation d'une deuxième aire de lancement, mieux adaptée aux cadences et indispensable pour la version *Ariane 4*. Le programme relatif à l'ensemble de lancement ELA2 fut accepté par l'ESA en avril 1980.

La nécessité d'améliorer la connaissance fine des lanceurs au fur et à mesure des lancements ainsi que de rester le garant de la qualification pendant la phase de production avait conduit le CNES à proposer à l'ESA un programme d'accompagnement de la production, dès la fin de la phase de promotion. Ce programme, baptisé initialement ARTA, fut accepté par l'ESA et reconduit par phases. Ses objectifs étaient essentiellement a) d'améliorer les connaissances lanceur par une exploitation fine, dite de niveau 2, des télémesures lanceurs; b) de prélever des exemplaires d'équipement dans la chaîne de production afin de déceler à temps, par essais, toutes dérives éventuelles; c) de développer des solutions de rechange pour les équipements obsolètes.

L'ensemble de ces mesures a contribué à développer des exigences de conception et de qualité remarquables puisque la phase de production *Ariane 4* s'est achevée sur une série de 74 vols consécutifs réussis avec des cadences de lancement atteignant un maximum de 12 lancements par an.

Arianespace

Le programme *Ariane* étant lancé, dès 1976 se pose la question – qui n'avait pas été traitée dans l'accord initial – de la transition vers la phase de production et de la commercialisation future du lanceur au-delà des quatre vols de qualification prévus. Les solutions envisagées au sein de l'ESA ne pouvaient répondre efficacement à ces problèmes, le cadre juridique n'étant pas adapté. A ce moment-là, le lanceur n'a pas encore volé, et les approvisionnements et fabrications nécessitent des délais importants. Pour le CNES, des mesures s'imposent, telles que la recherche de clients potentiels. Il est décidé de réaliser une « série de promotion » qui permette de parfaire la mise au point, de simplifier les procédures de fabrication et de rationaliser les opérations de lancements avec l'objectif de proposer les lanceurs à des prix attractifs. Quatre lanceurs *Ariane* sont alors prévus (3 pour des satellites de l'Agence européenne, 1 pour le *Telecom 1* français), lorsque au mois de décembre 1978 l'organisation internationale Intelsat décide de confier un de ses satellites *Intelsat V* au lanceur européen. La série de promotion comporte alors cinq *Ariane*. Les longues discussions qui ont finalement permis cette phase de promotion ont montré cependant qu'il était nécessaire de développer une autre approche. Pour que le lanceur *Ariane* garantisse l'autonomie d'accès à l'espace de l'Europe, il devait être crédible, c'est-à-dire fiable et disponible. Et pour cela, il fallait une production lancée avec une cadence suffisante, anticipant les besoins des clients. Cela impliquait de réussir le pari de prendre une part importante du marché mondial des lancements. Les réflexions de l'époque aboutissaient à une cadence située entre deux et quatre lancements par an. Une telle approche permettrait en outre de réduire le coût pour l'Europe de son autonomie d'accès à l'espace en partageant les frais fixes de production avec les lanceurs vendus sur le marché mondial. Ceci impliquait finalement une structure de commercialisation souple pouvant démarcher celui-ci, d'anticiper les évolutions de tendance et les répercussions sur la production, afin d'offrir des performances lanceur adaptées et des programmes d'amélioration permettant à la fois de pouvoir d'être compétitif pour les deux types de charges utiles existants alors (*Atlas Centaur* et *Thor Delta*), avec l'introduction des lancements doubles, et de surmonter les évolutions prévisibles consécutives à l'arrivée de la Navette Spatiale américaine.

Le 24 décembre 1979, *Ariane L01* est lancée avec succès depuis l'ensemble de lancement ELA1 au CSG à Kourou.

Quelques mois plus tôt, la délégation française auprès de l'ESA, conduite par Hubert Curien, avait proposé aux autres États membres que la fabrication, la commercialisation et le lancement d'*Ariane* soient assurés par une seule société privée¹.

Alors que la France n'a toujours pas ratifié la Convention ESA², une société anonyme de droit français est créée, le 26 mars 1980, sous le nom d'Arianespace. Son actionnariat est composé du CNES, des principaux industriels européens impliqués dans le programme et de plusieurs banquiers. La France souhaitait en garder le contrôle sans toutefois nourrir l'inquiétude de ses partenaires européens face au risque de transfert d'autorité de l'ESA vers la France. Cela s'est traduit, comme le rappelle Roger Lesgards, par un triple seuil : 34 % au CNES, 51 % pour l'ensemble des sociétés à caractère public et 60 % pour l'ensemble de la France³. Le fait que son premier président Frédéric d'Allest, cumule ses fonctions avec celle de Directeur général du CNES renforçait encore les craintes exprimées.

En 1980, *Ariane L02* enregistre un échec par suite d'un mauvais fonctionnement du premier étage. Puis, en 1981, les deux derniers vols de qualification sont couronnés de succès (*Ariane L03*

¹ Le Conseil des ministres du 7 mars 1979 avait approuvé le principe de la création de la société. Le projet, qui portait alors le nom de Transpace, a été présenté lors du Salon du Bourget, en juin 1979.

² La ratification de la Convention ESA par la France interviendra le 2 juillet 1980 (Loi n°80-494).

³ Roger Lesgards était secrétaire général du CNES. Voir *Arianespace – témoignages, 1980-1990*.

et *Ariane L04*). Le 10 septembre 1982, le premier lancement de la série de « promotion », *Ariane L5*, se solde par un échec. Les trois suivants enregistrent trois succès (L6, L7 et L8).

Le 22 mai 1984, Arianespace entre en lice et devient « *la première ligne commerciale de transport spatial* » au monde, avec le lancement du satellite américain *Spacenet* par *Ariane V9*. Cette entrée sur le marché ne passe pas inaperçue ; dès le 25 mai, la société américaine Transpace Carriers Inc. (TCI) entame une procédure contre Arianespace, les États membres de l'ESA participant au programme et contre les agences (CNES, ESA) au motif que la société pratique un « dumping » sur le marché américain des lanceurs. Après un an de procédure, le 17 juillet 1985, le président R. Reagan tranchera, en rejetant la demande de TCI⁴.

Arianespace, grâce à son dynamisme et à la mise à disposition, en temps voulu, des améliorations *Ariane 2/3* et *Ariane 4* conçues en profitant pleinement de l'expérience acquise, prend rapidement une part non négligeable du marché des satellites commerciaux de télécommunications en orbite géostationnaire. Cette part s'accroît fortement après le tragique accident de la navette américaine *Challenger*, en janvier 1986. Ce drame met en relief l'erreur stratégique des États-Unis qui avaient tout misé sur la navette spatiale et arrêté la production de lanceurs classiques. Le succès du lanceur *Ariane* s'explique avant tout par la politique commerciale suivie par Arianespace et la faculté qui lui était donnée de disposer, non pas d'un seul lanceur, mais d'une famille de lanceurs modulables en fonction des besoins de la clientèle. Le modèle *Ariane 4*, dans ses différentes versions, fut de ce point de vue remarquable.

La filialisation des activités spatiales

Avec le développement des applications, le CNES est amené, à partir des années 80, à distinguer les différents secteurs de son activité en fonction de leur potentiel de commercialisation. Bien que disposant du statut d'établissement public à caractère industriel et commercial, il n'a pas voulu s'engager directement dans la commercialisation d'une partie de ses activités dont la gestion comme l'évolution relevait du marché⁵.

Le secteur des lanceurs mis à part, avec Arianespace, ce sont les applications satellitaires qui font pour l'essentiel l'objet de création d'entités juridiques spécifiques, soit sous forme de sociétés anonymes, soit sous forme de groupements d'intérêt économique. En 1982, le CNES confie à la société Spot-Image le soin d'assurer la commercialisation des scènes prises par les différents satellites Spot. Au début, le marché est pour l'essentiel international. La société Spot-Image crée à son tour des filiales, notamment aux États-Unis, et vend des images au Pentagone. En 1992, le gouvernement américain permet aux sociétés privées d'entrer sur le marché de la télédétection, puis autorise en 1994 la vente des images à haute résolution, ce qui change la nature du marché, qui s'ouvre sur de nouvelles applications. Malgré tout, le marché des images satellitaires reste faible par rapport à celui des télécommunications.

À partir de 1986, la localisation et la collecte de données sont assurées par la société CLS/Argos. Puis en 1988, le CNES se lance dans l'aventure de la société Locstar, dont le système de radio-messagerie restera sans lendemain.

En dehors de quelques autres activités principalement promotionnelles ou de conseil qui ont donné naissance à des Groupements d'intérêt économique, il faut signaler l'existence de deux autres filiales importantes du CNES : Novespace, qui assure les expériences en microgravité à bord

⁴ J. KRIGE, "The Commercial Challenge to Arianespace: the TCI Affair", *Space Policy*, 1999.

⁵ En 1974, le CNES avait réalisé une première opération en créant, sous la direction de Claude Gourdet, le Groupement d'intérêt économique Prospace qui répondait au souci du CNES de mieux faire connaître les réalisations des industriels français et de leur donner les moyens d'assurer la promotion de leurs activités, de leurs moyens et de leurs produits.

d'avions (*Caravelle*, *Airbus*) pour le compte de clients français et étrangers, et la société Intespace, qui met à la disposition de ses clients les installations d'essais situées à Toulouse.

Dans la même période, la distinction entre les activités de recherches et de développement et les applications, notamment dans le domaine des télécommunications, trouve aussi son prolongement au niveau européen avec la création d'organisations spécialisées qui, à leur tour, évolueront dans les années 1990 vers des formes plus commerciales. Il s'agit notamment, en 1982, de la création de l'Organisation européenne de télécommunications par satellite (Eutelsat), qui reprend la flotte des satellites expérimentaux ECS développés par l'ESA, avant d'acquérir directement ses propres satellites. Cette organisation entrera en concurrence avec un opérateur privé européen, basé au Luxembourg, la société Astra.

Une évolution similaire est à constater dans le domaine de la météorologie, avec le système européen *Meteosat*. Dès 1983, les principaux utilisateurs du système ont créé l'Organisation européenne de météorologie spatiale (Eumetsat) qui a pour rôle d'assurer le service opérationnel des différents satellites - les nouvelles générations de satellites faisant toujours l'objet d'études et de développements au sein de l'ESA.

Les infrastructures spatiales

Jusqu'au milieu des années 70, la France n'a pas ouvertement affiché d'intérêt particulier pour les missions habitées et les infrastructures spatiales correspondantes. En tous cas, jusque-là aucun projet spécifique ne peut être relevé dans son programme national.

Le programme Ariane 5

Les premières réflexions relatives à Ariane 5 ont commencé en 1978 au CNES. A cette époque, le lanceur Ariane 5 apparaît plus comme un moyen d'accéder aux vols habités en orbite basse. Toutefois, le lancement de satellites d'application en orbite de transfert géostationnaire reste un objectif, notamment sous forme de lancements triples, afin de poursuivre la démarche de compétitivité d'*Ariane* par effet d'échelle. Avec la poursuite observée de la croissance en masse des satellites de télécommunications, ces deux missions deviendront très vite de même importance, avant que les lancements commerciaux ne reprennent la priorité.

Par opposition à la démarche adoptée pour la navette spatiale américaine, un principe est posé dès le départ: « la compétitivité pour les vols commerciaux doit rester prioritaire. L'homme dans l'espace induit des coûts importants qu'il est absurde de faire supporter à des opérations pouvant se faire sans lui. Le système proposé doit être capable du vol habité et du vol automatique sans augmenter le coût de ce dernier. Il doit en conséquence être considéré et optimisé comme un tout en phase de conception, afin de permettre une utilisation optimale des moyens disponibles et de faire bénéficier le vol habité des enseignements tirés des vols automatiques, mais il doit également permettre une utilisation très découplée en phase opérationnelle ».

Le module habité se conçoit alors comme une « charge utile particulière » assemblée au sommet du lanceur. Un concept « capsule » et un concept « planeur » sont alors analysés en parallèle. Ce dernier présente l'avantage d'un grand déport latéral, et d'une grande souplesse en retour d'orbite. Il permet un atterrissage en douceur, donc une réutilisation. L'intelligence disponible à bord permet d'assurer les fonctions de « cerveau » du lanceur pendant la phase ascensionnelle et faire ainsi l'économie de la case d'équipement prévue en vols automatiques.

Ainsi est né le concept *Ariane 5 - Hermès* à la fin de 1979.

Les études de concepts conduites par la Direction des Lanceurs du CNES ont rapidement montré que, quelle que soit la configuration retenue, il serait nécessaire de pouvoir disposer d'un gros

moteur oxygène-hydrogène liquides. Le 17 avril 1984, un conseil restreint français donnait l'autorisation de lancer les études Ariane 5 et finançait l'étude sur 4 ans, d'un projet de moteur cryotechnique, le HM60.

Pendant cette période, le CNES informait directement ses partenaires industriels du progrès de ses réflexions et était amené à signer des accords avec certaines Délégations désireuses de soutenir leur industrie afin qu'elles se préparent à ce nouveau programme

Les études Ariane 5 se poursuivaient. Le 10 juin 1984, un nouveau conseil restreint autorisait le CNES à proposer le programme Ariane 5 et HM60 à L'ESA.. Une première phase fut acceptée par le Conseil tenu à Rome au niveau ministériel le 31 janvier 1985, l'accord définitif étant obtenu du Conseil les 9-10 novembre 1987.

Il n'est pas inutile, à ce stade, de rappeler ce que furent les spécifications de programme acceptées par toutes les parties concernées : ESA, Arianespace et CNES:

a) lancement simultané de deux satellites de 2950 kg et de diamètre 4,53 mètres (diamètre utile pour la navette) sur une orbite de transfert géostationnaire dans des conditions d'ambiance, de précision, comparables à celle des lancements *Ariane 4*, soit une performance équivalente à 6800 kg en lancement simple.

b) lancement d'une masse de 18 tonnes sur une orbite circulaire de 550 km inclinée à 28° 5.

c) lancement d'Hermès: cette mission ne doit pas apporter de contraintes susceptibles de pénaliser les vols automatiques. En conséquence, la spécification de performance se déduit de celle qui est spécifiée pour les vols automatiques, en tenant compte des contraintes de sauvegarde.

d) la fiabilité pour les vols automatiques est fixée à 0,98, soit près d'un ordre de grandeur mieux que la spécification initiale d'*Ariane 1* (0,90). Cette valeur ambitieuse est justifiée par le coût élevé des assurances portant sur le lanceur et les satellites (plus de 20 % en 1988) et par l'importance des conséquences d'un échec en vol. Compte tenu de cette valeur, la sécurité de l'équipage est assurée par éjection de l'avion spatial *Hermès*, sur détection d'une anomalie de fonctionnement. L'objectif de sécurité pour l'équipage est fixé à 1-10-3.

e) L'objectif de coût de chaque lancement, sur une base de huit lancements par an, est fixé à 90 % de celui d'un *Ariane 44 L* de rang 16. Compte tenu de leurs performances respectives, ceci correspond à une réduction de 45 % du coût du kilogramme en orbite à coefficient de remplissage équivalent.

f) L'objectif d'un premier vol est initialement fixé en avril 1995. Il sera ultérieurement retardé d'un an par suite de contraintes économiques.

g) possibilité de huit lancements par an.

Le souci de maintenir la compétitivité du lanceur conduisit le CNES à proposer deux améliorations *Ariane 5 évolution* et *Ariane 5 plus*, qui furent acceptées respectivement par l'ESA en 1995 et 1999

L'avion spatial Hermès

En octobre 1975, un séminaire organisé par le CNES aborde la question de l'amélioration du lanceur *Ariane* dans la perspective d'effectuer des vols habités. Dans un premier temps, il est envisagé de développer une capsule de 4,5 t, devant évoluer sur orbite basse. Parallèlement, le CNES poursuit, à Toulouse, l'étude du projet *Minos* (Module industriel pour opérations spatiales) qui comporte deux éléments : un satellite « usine » qui devait être placé sur une orbite circulaire à 800 km d'altitude et une capsule récupérable de 4,5 t. Puis, en 1981, ce projet évolue et, sous le nom de *Solaris*, il comprend également un module navette destiné à assurer le ravitaillement, la

maintenance et le retour sur terre des produits obtenus à bord du satellite « usine ». Plusieurs types de modules navette sont envisagés.

A la même période, l'Agence spatiale européenne étudie un système de transport similaire au projet français *Solaris*, la différence essentielle étant que le système européen fait appel à la navette spatiale américaine pour accéder à l'infrastructure en orbite.

La première configuration du module navette étudiée par le CNES, dès 1977, peut transporter 5 personnes ou 2 personnes et 2 tonnes de fret. Les études de faisabilité s'échelonnent sur 1977 et 1978. Présenté en 1979 au Salon du Bourget, le projet - qui a pris le nom d'*Hermès* - est un avion spatial destiné à des missions d'observation sur orbite circulaire à 200 km d'altitude ou à des rendez-vous avec une station orbitale. Il se présente alors sous la forme d'un planeur hypersonique à ailes delta devant être lancé par une fusée *Ariane 4*. Rapidement, l'utilisation de la future fusée *Ariane 5* est envisagée, permettant ainsi l'emport d'un véhicule *Hermès* nettement plus lourd.

En janvier 1985, à Rome, le conseil ministériel de l'ESA⁶ prend note avec intérêt de la décision française d'entreprendre la réalisation d'*Hermès*, mais il ne parvient pas à s'engager de manière définitive. Plusieurs pays ont fait connaître leur réticence, dont l'Allemagne qui souhaite plutôt une coopération avec les Etats-Unis ou l'Angleterre qui propose son programme national *Hotol*.

Le 18 octobre 1985, le CNES présente l'organisation retenue pour le programme. Il assure la maîtrise d'œuvre de l'ensemble du projet, la société Aérospatiale reçoit la maîtrise d'œuvre industrielle et Dassault la maîtrise d'œuvre déléguée pour l'aéronautique. Puis, le 18 février 1986, est créée à Toulouse la Direction *Hermès*, sous la responsabilité de Philippe Couillard.

En novembre 1987, à La Haye, le Conseil ministériel de l'ESA adopte et s'engage sur la phase préparatoire du programme *Hermès*. L'ESA délègue au CNES la gestion et la définition de l'avion spatial⁷.

La phase de réalisation nécessite des moyens importants : en juillet 1990, est mise en place, à Toulouse, une équipe intégrée CNES/ESA, forte de 150 personnes, dirigée par Michel Courtois; en novembre 1990, est adopté le principe de la création d'une société européenne EuroHermespace, qui ne sera effective qu'en janvier 1992.

A Munich, en novembre 1991, les ministres confirment l'inscription du programme dans le plan européen à long terme (1992-2005)⁸. Mais les contraintes budgétaires imposées conduisent l'équipe intégrée à proposer un nouveau projet *X-2000* qui est un simple démonstrateur, non habité, destiné à valider le concept. En 1992, ce plan est remis en cause par l'Allemagne qui refuse d'augmenter sa contribution. La France renonce alors au projet *Hermès X-2000*. La réunion suivante du Conseil au niveau ministériel qui se tient à Grenade, en novembre 1992, propose une « réorientation », mais cela marque en fait la fin du programme *Hermès*⁹.

⁶ ESA/CM (85)MIN/1 rev1, procès-verbal de la réunion du Conseil au niveau ministériel tenue à Rome les 30 et 31 janvier 1985.

⁷ ESA/CM/MIN/80 (Final), procès-verbal de la réunion du Conseil au niveau ministériel tenue à La Haye les 9 et 10 novembre 1987.

⁸ ESA/CM/MIN/97 (Final), procès-verbal de la réunion du Conseil au niveau ministériel tenue à Munich les 18, 19 et 20 novembre 1991.

⁹ ESA/CM/MIN/104, projet de procès-verbal de la réunion au niveau ministériel tenue à Grenade, les 9 et 10 novembre 1992. voir également ESA/CM (92)9, le rendez-vous de 1995 pour le système habité : sa signification et ses conséquences.

La Station spatiale internationale

Au début de l'année 1984, le président des Etats-Unis, Ronald Reagan, relance l'idée d'une *Station spatiale* ; c'est le projet américain de station « *Freedom* ». Cependant, celle-ci se double d'un autre projet, purement militaire, dit Initiative de défense stratégique (IDS) à laquelle certains pays s'opposent, dont la France, qui la considère irréalisable et stratégiquement néfaste.

À la fin des années 80, l'évolution de la situation politique en Union soviétique et la chute du mur de Berlin, modifient radicalement les rapports internationaux. Le monde sort de la bipolarisation Est-Ouest, mise en place quarante ans plus tôt à Yalta, pour entrer dans une ère nouvelle de relations internationales, celle de la mondialisation.

L'Empire soviétique éclate et les difficultés économiques et financières que rencontrent les dirigeants russes pèsent lourdement sur son programme spatial. Des restrictions financières importantes s'imposent, les programmes sont retardés sinon arrêtés (*Bourane, Energia*).

Lors de la réunion du Conseil au niveau ministériel, tenue à Toulouse en 1995, la délégation française qui défend et souhaite voir aboutir le programme *Ariane 5*, est plutôt réticente à l'idée de s'engager dans le programme de la Station spatiale internationale (ISS) qui ne fait pas l'unanimité au sein de la communauté spatiale. Les vieux clivages sur l'utilité des vols habités ressurgissent. A plusieurs reprises l'Académie des Sciences exprime ses doutes quant à son utilité scientifique. Pour le professeur André Lebeau, « *il vaudrait mieux prendre son temps et retourner sur la Lune*¹⁰ » ou « *la station est inutile pour ce qui est essentiel, utilisable pour ce qui est accessoire*¹¹ ». Le débat prend une tournure plus politique lorsque le ministre de la recherche, Claude Allègre, en charge des questions spatiales dans le gouvernement de Lionel Jospin, intervient dans le débat et limite les crédits du CNES. Finalement, les considérations politiques l'emporteront et la France acceptera de s'associer aux autres pays européens, dans le cadre de la participation européenne conduite par l'ESA.

L'espace et la Défense

L'évolution actuelle des techniques spatiales et celle de la société contribuent à modifier sensiblement le cadre des activités spatiales et à limiter l'intérêt de maintenir une distinction nette entre espace militaire et espace civil. Encore faut-il distinguer le domaine des lanceurs de celui des satellites.

Pour ce qui concerne le domaine des lanceurs, en tant que vecteur d'une charge utile, la transition entre missile et lanceur n'est pas difficile à faire, d'autant plus que tout lanceur civil peut être utilisé pour lancer des charges militaires¹². Plusieurs pays, dont la France, ont développé des programmes de lanceurs parce qu'ils souhaitaient montrer au monde leur capacité à maîtriser des technologies de pointe et leur aptitude à mettre au point des missiles stratégiques. Le premier lancement de *Diamant*, sur lequel fut peinte la cocarde tricolore, illustre parfaitement cette volonté nationale.

Pour ce qui concerne les satellites, cette volonté se rencontre également dans la distinction faite entre satellites militaires et satellites civils. En Europe, elle sera à l'origine de la création de deux organisations distinctes, le CERS et CECLES, avant que l'émergence des satellites

¹⁰ Sur ce point, le débat d'abord interne à la communauté spatiale arrive rapidement sur la place publique lorsque la presse s'en fait largement écho. Voir notamment : A. LEBEAU « La Station spatiale est une erreur – mieux vaudrait prendre son temps et retourner sur la Lune », *La Recherche*, n°299, juin 1997, pp. 82-84.

¹¹ A. LEBEAU, « Mome manège orbital », *La Recherche*, novembre 2000, p. 79.

¹² Le début de cette étude nous indique que les premiers lanceurs sont nés directement de l'effort militaire des nations, même si des fusées comme *Saturn* aux Etats-Unis et plus récemment *Ariane* en Europe, figurent parmi les rares exceptions de lanceurs développés dans un cadre purement civil.

d'applications ne vienne rendre cette distinction inutile. Le général Aubinière rappelait simplement, mais avec conviction, qu'il ne fut jamais favorable à une distinction entre satellites militaires et satellites civils, préférant plutôt parler de satellites à usage de défense. En s'exprimant ainsi, il voulait démontrer que tout satellite placé sur orbite a vocation à servir des usages militaires tout autant que civils. La distinction, entre civil et militaire, ne prend effectivement une véritable signification que lorsque l'on considère l'origine du financement du satellite et la qualité de celui qui en assure l'exploitation. Nul doute que le ministère de la Défense, avant de posséder son propre système *Hélios*, eût recours aux images *Spot* pour ses propres besoins. Ce que, de nos jours, on appelle la « dualité » des charges utiles satellitaires, existe depuis les premiers satellites dits d'applications et pour une partie des satellites scientifiques dont la mission est orientée vers la Terre (Mission to Planet Earth). Quant aux vols habités, effectués à bord d'infrastructures spatiales (Mir, Station spatiale, Shuttle), ils répondent à la même logique duale.

La France n'a véritablement pris conscience de l'importance militaire de l'espace qu'à la suite du lancement par le président américain Reagan du projet *IDS*. Opposé à toute idée de placer des systèmes d'armes sur orbite¹³, le président Mitterrand réagit à cette initiative en plaidant pour la constitution d'une « communauté spatiale européenne¹⁴ ».

La politique spatiale militaire de la France, mise en place depuis le milieu des années 80, répond essentiellement à deux objectifs : reconnaissance avec des satellites d'observation optique et soutien des forces françaises à l'extérieur avec des satellites de télécommunications. Depuis 1986, la conduite de cette politique est assurée par la Délégation générale pour l'armement (DGA), le CNES apportant son support technique.

Les premiers travaux dans le domaine de l'observation militaire remontent au début des années 1970 avec l'étude du satellite *SAMRO* (Satellite militaire de reconnaissance optique), qui fut proposé en coopération à l'Allemagne, qui, après avoir accepté, renonça finalement à s'engager dans ce projet. Ces premières études et celles développées dans le cadre du programme *Spot* ont conduit à la définition du système de satellites d'observation militaire *Helios* qui fut dès le début ouvert à la coopération avec d'autres pays européens.

Les premières études sur le système datent de 1986, mais la décision de sa réalisation est postérieure au conflit survenu dans le Golfe Persique en 1990-1991, qui a fait ressortir la suprématie en matière de renseignement des pays disposant de capacités d'observation satellitaires, notamment les Etats-Unis. Ce programme présente la particularité d'offrir un partage de l'exploitation d'un segment spatial unique à d'autres pays invités à y participer. Dès 1987, l'Italie a pris une participation de 14 % dans le programme et, en 1988, l'Espagne s'y est également associée à hauteur de 7 %, la France conservant les 79 % restants.

Construit sous la maîtrise d'œuvre de Matra Marconi Space, le premier satellite de première génération, *Helios 1A*, a été placé sur orbite en juillet 1995 par une fusée *Ariane*. Le système a depuis été complété par le lancement de *Helios 1B* (1999) et *Helios 2A* qui, depuis décembre 2004, assure la continuité du service.

Les communications militaires sont assurées par l'intermédiaire du système de télécommunications sécurisées par satellites, *Syracuse*, dont la première génération, réalisée par Matra et Thalès, a été placée, en août 1984, sur les satellites de télécommunications de la série *Telecom 1*. La première génération est remplacée, en 1994, par le système *Syracuse II* placé à bord

¹³ La position de la France en matière de militarisation de l'espace est constante. Dès 1978, le président Valéry Giscard d'Estaing propose la création, dans le cadre des Nations-Unies, d'une agence internationale de surveillance par satellites. En 1984, la France formule, devant la Commission du désarmement des Nations-Unies, une proposition tendant à limiter les systèmes anti-satellites.

¹⁴ F. Mitterrand, discours de La Haye, janvier 1984.

des satellites de la série *Telecom 2*. Pour des raisons politiques, opérationnelles et économiques, le programme successeur de *Syracuse II* a été à maintes reprises envisagé en coopération avec un ou plusieurs partenaires militaires européens. Le projet de coopération le plus marquant est le programme *Trimilsatcom* (*trilateral military satellite communication* entre la France, l'Allemagne et le Royaume-Uni) qui n'a pu être mené à bien. Afin d'assurer la continuité du service, la France a finalement opté pour une solution nationale en lançant le programme de satellites *Syracuse III* en novembre 2000.

La France a également lancé, à l'aide d'Ariane, deux petits satellites d'écoute électronique (*Cerise*, 1995 et *Clémentine*, 1999).

Les orientations vers une Europe de l'espace

À la fin des années 80, la chute du mur de Berlin et la mondialisation entraînent des changements importants dans l'équilibre des forces politiques et économiques. Face à la puissance désormais unilatérale des Etats-Unis, l'Europe s'engage dans une vague de restructurations et de concentrations de ses industries aérospatiales. En France, les concurrents d'hier Aerospatiale et Matra se rapprochent. Sous la pression des gouvernements, le groupe de Jean-Luc Lagardère se rapproche, à son tour, de la DASA allemande et de l'espagnol CASA pour former un groupe à l'échelle européenne, EADS, où se côtoient notamment *Airbus* et *Ariane*.

Les premiers lancements de la fusée *Ariane 5* marquent la fin du développement d'*Ariane 5* et l'arrêt, en 2004, de la production du lanceur *Ariane 4*, après plus de 100 tirs et très peu d'échecs.

Annexes

Présidents et Directeurs généraux du CNES

Les Français à la tête des organismes européens

Budgets du CNES (1961-1985)

CNES – Filiales et participations

Évolution des effectifs français à l'ESA

Lancements du programme Diamant (1965-1975)

Coopération franco-soviétique – Expériences 1966-1973

Repères chronologiques

Sources

Présidents et Directeurs généraux du CNES

Présidents

Pierre Auger	1962
Jean Coulomb	1962-1967
Jean-François Denisse	1967-1973
Maurice Lévy	1974-1976
Hubert Curien	1984-1992
René Pellat	1992-1995
Jacques-Louis Lions	1982-1995
André Lebeau	1995-1996
Alain Bensoussan	1996-2003
Yannick d'Escatha	2003- ¹

Directeurs généraux du CNES

Robert Aubinière	1962-1972
Michel Bignier	1972-1976
Yves Sillard	1976-1982
Frédéric d'Allest	1982-1989
Jean-Marie Luton	1989-1990
Jean-Daniel Levi	1990-1996
Gérard Brachet	1997-2002 ²

¹ Y. d'Escatha exerce les fonctions de président directeur général du CNES. A partir du 20 septembre 2002, il n'y a plus de directeur général ; un texte paru au *Journal Officiel* supprime officiellement ce poste, le président du conseil d'administration assurant les fonctions de direction générale. Voir Décret n°2005-45 du 25 janvier 2005 modifiant le décret le décret n°84-510 du 28 juin 1984 relatif au Centre national d'études spatiales , *Journal Officiel* du 26 janvier 2005.

² Entre le 31 janvier 1996 et le 10 juillet 1997 le poste de directeur général est resté vacant.

Les Français à la tête des organismes européens

European Space Research Organisation (CERS/ESRO)

Maurice Lévy	Président du conseil	1973-1975
Pierre Auger	Directeur général	1964-1967

European Launch Development Organisation (ELDO)

Robert Aubinière	Président du conseil	1968-1970
Robert Aubinière	Secrétaire général	1972-1973

Agence spatiale européenne (ESA)

Hubert Curien	Président du conseil	1981-1984
Alain Bensoussan	Président du conseil	1999-2002
Jean-Marie Luton	Directeur général	1990-1997
Jean-Jacques Dordain	Directeur général	2003-

Budgets du CNES (1961-1985)

(en millions de francs courants)

	Subvention investissement	Ressources propres	Subvention de fonctionnement	Total	Dont Europe ESRO/ELDO puis ESA
1961	42			42	
1962	90		2	92	3
1963	174		6	181	5
1964	260	1	14	275	51
1965	299	1	23	323	152
1966	360	3	27	390	120
1967	543	26	46	615	145
1968	596	43	91	730	139
1969	512	83	113	708	147
1970	555	117	125	797	203
1971	582	83	148	813	188
1972	613	80	155	848	229
1973	697	43	160	900	312
1974	697	76	174	946	393
1975	885	33	184	1 102	565
1976	947	124	180	1 250	772
1977	1 008	166	203	1 376	794
1978	1 130	242	227	1 599	934
1979	1 199	294	256	1 750	1 000
1980	2 421	380	250	3 051	1 124
1981	1 628	526	320	2 474	1 011
1982	2 074	635	327	3 036	955
1983	2 723	610	473	3 806	1 277
1984	3 673	738	542	4 953	1 768
1985	3 406	969	571	4 946	1 683
1986	4 117	1 031	538	5 687	2 210
1987	4 425	1 106	545	6 076	2 436
1988	4 653	1 443	565	6 661	2 658
1989	5 569	2 159	595	8 324	3 243
1990	6 220	2 686	622	9 528	3 614
1991	6 902	2 498	654	10 054	4 151
1992	7 606	2 335	682	10 623	4 861
1993	7 883	2 415	719	11 093	4 948
1994	8 471	2 957	733	12 161	4 860
1995	7 205	3 517	749	11 471	4 731
1996	8 350	3 195	748	12 046	4 843
1997	8 350	3 136	823	12 309	4 807
1998	8 150	4 104	915	13 169	4 697
1999	8 120	4 288	915	13 315	4 275
2000	8 033	3 171	915	12 337	4 252

Source : Rapport activités CNES

CNES – Filiales et participations

Simko	Société anonyme/économie mixte	septembre 1967
Arianespace	Société anonyme	mars 1980
Spot Image	Société anonyme	juillet 1982
Intespace	Société anonyme	janvier 1983
Satimage Corp.	Société anonyme	1983
CLS – Argos	Société anonyme	avril 1986
Novespace	Société anonyme	juillet 1986
Scot Conseil	Société anonyme	septembre 1987
Locstar	Société anonyme	octobre 1988
GTDA	Groupement intérêt économique	juillet 1974
Prospace	Groupement intérêt économique	juillet 1974
Satel Conseil	Groupement intérêt économique	juillet 1978
Sat control	Groupement intérêt économique	décembre 1985
Medes / IMPS	Groupement intérêt économique	octobre 1989

Source : CNES rapports annuels

Évolution des effectifs français à l'ESA

Année	ESA	Français	%
1975	1 453	284	19,54
1976	1486	300	20,18
1977	1 491	303	20,32
1978	1 427	291	20,39
1979	1 412	282	19,97
1980	1 414	279	19,73
1981	1 403	265	18,88
1982	1 378	252	18,28
1983	1 357	252	18,57
1984	1 361	233	17,11
1985	1 376	142	17,58
1986	1 543	n.d.	n.d
1987	1 741	362	20,79
1988	1 851	400	21,60
1989	1 963	428	21,80
1990	1 978	418	21,13
1991	2 018	424	21,01
1992	2 064	447	21,65
1993	2 063	460	22,29
1994	2 003	445	22,21
1995	1 946	433	22,25
1996	1 837	414	22,53
1997	1 772	396	22,34
1998	1 707	387	22,67
1999	1 669	381	22,82
2000	1 718	397	23,10

Lancements du programme Diamant (1965-1975)

DIAMANT A (CIEES, Hammaguir, 1965-1967)

Date lancement	Satellite	Type mission
26 novembre 1965	A-1 (Astérix)	Capsule technologique Qualification lanceur
17 février 1966	D1-A (Diapason)	Géodésie Données Doppler
8 février 1967	D1-C (Diadème I)	Géodésie (laser)
15 février 1967	D1-D (Diadème II)	Géodésie (laser)

DIAMANT B (CSG Kourou, 1970-1973)

Date lancement	Satellite	Type mission
10 mars 1970	Mika Wika	Capsule technologique française Satellite allemand
12 décembre 1970	Peole	Préparation technologique du satellite Eole
15 avril 1971	D2-A (Tournesol)	Distribution de l'hydrogène stellaire, solaire et géocoronal
5 décembre 1971 échec	D2-A Polaire	Distribution de l'hydrogène stellaire, solaire et géocoronal
21 mai 1973 échec	D5-A (Pollux) D5-B (Castor)	Propulsion a hydrazine Géodésie, aéronomie

DIAMANT BP4 (CSG, Kourou, 1975)

Date lancement	Satellite	Type mission
6 février 1975	Starlette	Géodésie dynamique
17 mai 1975	D5-A (Pollux) D5-B (Castor)	Propulsion a hydrazine Géodésie, aéronomie
27 septembre 1975	D2-B Aura	Astronomie, activité solaire

Coopération franco-soviétique – Expériences 1966-1973

Nom expérience	Moyen de lancement	Date de lancement	Expérience
Expériences Île de Heyss	Fusées soviétiques MR-12	1967	Mesures directes de la température de la haute atmosphère au moyen de nuages lumineux artificiels
Expériences CEL	Fusées françaises Dragon 2B	1969	Analyse de la composition de la haute atmosphère
Réflecteur laser	Luna 17	17 nov. 1970	Mesure précise de la distance Terre-Lune
OMEGA	Ballons français et soviétiques	1970-1971	Étude des phénomènes magnétiques à des points conjugués
STEREO	Mars 3	28 mai 1971	Étude des émissions radioélectriques du Soleil dans la bande magnétique (169MHz)
ARCADE	Oreol	27 déc. 1971	Etude des spectres de protons et électrons auroraux
Expériences Guyane	Fusées soviétiques MR-12 et françaises Veronique	Déc. 1971	Analyse de la composition de la haute atmosphère
SRET-1	Lance avec satellite Molniya	4 avril 1972	Essais de cellules solaires
CALYPSO	Prognoz 2	29 juin 1972	Étude des particules à basse énergie de la magnétosphère
SIGNE	Prognoz 2	29 juin 1972	Étude des neutrons et des rayons gamma d'origine solaire
Réflecteurs laser	Luna 21/Lunakhod 2	8 janv. 1973	Mesure précise de la distance Terre-Lune

Source : J. Blamont

Repères chronologiques¹

1600-1899

- 1657 Cyrano de Bergerac publie *Histoire comique contenant les Etats et Empires de la Lune*
1865 Jules Verne publie *De la Terre à la Lune*

1900-1950

- 1908 Début des travaux de Robert Esnault-Pelterie sur l'astronautique
21 mai 1916 Première utilisation opérationnelle de fusées lancées à partir d'avions (Bataille de Verdun, système Y. Le Prieur)
26 décembre 1927 Création du comité pour l'étude et l'encouragement de l'astronautique
Création du prix d'astronautique Robert Esnault-Pelterie -Hirsch
1930 R. Esnault-Pelterie publie son ouvrage *L'astronautique*
1930-1939 Travaux de Louis Damblanc sur les fusées à poudre multi-étages
1939 Création du Centre national de la recherche scientifique (CNRS)
8 Septembre 1944 Premier bombardement de V2 sur la Région parisienne et le Nord de la France
15 mars 1945 Lancement de la première fusée française à ergols liquides EA 41, par Jean-Jacques Barré (Saint-Mandrier)
14 novembre 1945 Création du Centre d'études des projectiles autopropulsés (CEPA)
3 mai 1946 Création de l'Office national d'études et de recherches aéronautiques (ONERA)
17 mai 1946 Création au sein de la Direction des études et fabrications d'armement (DEFA) du Laboratoire de recherches balistiques et aérodynamiques (LRBA, Vernon)
24 avril 1947 Création du Centre d'essais d'engins spéciaux (CEES) à Colomb-Béchar (Algérie), qui deviendra interarmées un an plus tard sous le nom de CIEES
24 mai 1948 Création du Comité d'action scientifique de Défense nationale (CASDN)
15 mars 1949 Démarrage du programme de fusées Veronique au LRBA
1950 Alexandre Ananoff publie son ouvrage *L'astronautique* et réunit, à Paris, le premier Congrès international d'astronautique

1951-1960

- 22 mai 1952 Premier vol d'une fusée *Veronique N*, à partir d'Hammaguir (Algérie)
22 novembre 1952 Premier lancement de la fusée *EOLE* de J.-J. Barré à Hammaguir
20 février 1954 Premier vol de la fusée *Veronique NA*, à partir d'Hammaguir
17 octobre 1954 Première expérience scientifique réalisées à bord d'une fusée française (*Veronique NA*, Hammaguir)
1^{er} Juin 1955 Création de la Société française d'Astronautique (SFA)
1^{er} juillet 1955 Le général Guérin devient président du Comité d'action scientifique de Défense nationale (CASDN), en remplacement du général Paul Bergeron
Création du Centre d'études et de recherche de médecine aéronautique (CERMA)
12 avril 1956 Le CASDN met en œuvre un programme de recherches à l'aide de fusées *Veronique* et *Monica*
1^{er} mars 1957 Création de la Société Sud-Aviation par fusion des sociétés nationales de constructions aéronautiques du Sud-Est et du Sud-Ouest (SNCASE, SNCASO)

¹ La mention des lancements Ariane est limitée aux premiers vols de qualification, aux échecs ou à la mise en orbite d'un satellite français.

1 ^{er} juillet 1957	Début de l'Année géophysique internationale (AGI)
4 octobre 1957	Lancement du premier satellite artificiel de la Terre, <i>Sputnik 1</i> (URSS)
1 ^{er} janvier 1958	Création du Service d'Aéronomie du CNRS
31 janvier 1958	Lancement du premier satellite américain, <i>Explorer 1</i> (USA)
1 ^{er} octobre 1958	Création de la National Aeronautics and Space Administration (NASA, USA)
28-29 novembre 1958	Réorganisation de la recherche scientifique française Création du Comité interministériel de la recherche scientifique et technique Pierre Piganiol est nommé Délégué général à la recherche scientifique et technique (DGRST)
7 janvier 1959	Création du Comité de recherches spatiales (CRS)
7-10 mars 1959	Lancement des premières fusées <i>Veronique AGI</i> , à partir d'Hamaguir (Algérie)
17 septembre 1959	Création de la Société pour l'Etude et la Réalisation d'Engins Balistiques (SEREB)
1 ^{er} décembre 1960	Conférence intergouvernementale décidant de la création de la Commission préparatoire européenne pour la recherche spatiale (COPERS), Meyrin, Suisse
23 décembre 1960	Propositions SEREB pour le lanceur <i>Diamant A</i>
1961-1970	
22 février 1961	Lancement du rat « Hector » à bord d'une fusée <i>Veronique</i>
21 mars 1961	Mémorandum d'accord entre la NASA et le Comité de recherches spatiales
6 avril 1961	Réorganisation du ministère des Armées Création de la Délégation ministérielle pour l'armement (DMA)
12 avril 1961	Youri Gagarine (URSS) devient le premier homme dans l'espace
24 mai 1961	Premiers essais en vol des fusées <i>Bélier</i> et <i>Centaure</i> développées par le CNET et Sud-Aviation
30 mai 1961	Loi programme sur le développement de la recherche scientifique et technique
3 juillet 1961	Publication du décret modifiant le fonctionnement du Comité de recherches spatiales
2 août 1961	Conseil des ministres approuvant le projet de Loi créant le CNES
21 septembre 1961	Création d'Eurospace
30 octobre-2 novembre 1961	Conférence de Lancaster House, préparatoire à la création du CECLES/ELDO Londres
13 novembre 1961	Premier tir d'une fusée <i>Agate</i> par la SEREB (premier véhicule d'essai du programme d'Etudes Balistiques de Base, EBB)
29 novembre 1961	Accord entre civils et militaires sur l'utilisation des champs de tirs
18 décembre 1961	Conseil interministériel décidant du démarrage du programme <i>Diamant</i>
19 décembre 1961	Publication de la Loi instituant un centre national d'études spatiales (CNES)
10 février 1962	Publication du décret d'application organisant le CNES Nomination de Pierre Auger président du conseil d'administration
20 février 1962	John Glenn est le premier Américain sur orbite (USA)
24 février 1962	Robert Aubinière est nommé directeur général du CNES
1 ^{er} mars 1962	Début des activités du CNES
29 mars 1962	Signature de la Convention CECLES/ELDO, à Londres
9 mai 1962	Signature de l'accord CNES/DMA sur le programme <i>Diamant</i>
14 juin 1962	Signature de la Convention CERS/ESRO, à Paris
10 juillet 1962	Première liaison transatlantique par satellite (<i>Telstar</i> , Pleumeur-Bodou)
12 octobre 1962	Signature d'un accord de coopération entre le CNES et l'Argentine
15 octobre 1962	Installation à Brétigny-sur-Orge de la division scientifique et technique du CNES

31 octobre 1962	Jean Coulomb est nommé président du CNES en remplacement de Pierre Auger
18 février 1963	Protocole d'Accord NASA/CNES sur la réalisation du satellite <i>FR-1</i>
1 ^{er} mai 1963	Première réunion de la Conférence européenne des télécommunications par satellites (CETS)
31 juillet 1963	Décision de la création du Centre spatial de Toulouse (CST), établissement du CNES
29 février 1964	Entrée en vigueur de la convention CERS/ESRO
20 mars 1964	Entrée en vigueur de la convention CECLES/ELDO
14 avril 1964	Décision du gouvernement français d'implanter un centre de lancement en Guyane française
20 août 1964	Signature des accords intérimaires Intelsat
26 novembre 1965	Lancement de <i>A-1</i> premier satellite français par la première fusée <i>Diamant-A</i> , à partir d'Hamaguir (Algérie)
6 décembre 1965	Lancement de <i>FR-1</i> premier satellite scientifique français, par une fusée <i>Scout</i> américaine, à partir de Vandenberg (USA)
17 février 1966	Lancement du satellite <i>D1-A</i> « Diapason » (<i>Diamant A</i> , Hamaguir)
30 juin 1966	Signature du premier accord de coopération dans le domaine spatial entre la France et l'Union soviétique
8 juillet 1966	Le Conseil du CECLES/ELDO décide d'implanter une base équatoriale à Kourou
20 novembre 1966	Premier lancement d'une fusée-sonde française par l'ESRO (<i>Centaure</i> , Île du levant)
13 décembre 1966	Première réunion de la Conférence spatiale européenne (CSE), à Paris
27 janvier 1967	Signature du Traité sur l'utilisation pacifique de l'espace extra-atmosphérique, sous l'égide de l'organisation des Nations Unies
8 février 1967	Lancement du satellite <i>D1-C</i> « <i>Diadème I</i> » (<i>Diamant A</i> , Hamaguir)
15 février 1967	Lancement du satellite <i>D1-D</i> « <i>Diadème II</i> » (<i>Diamant A</i> , Hamaguir) Fin du programme <i>Diamant-A</i>
6 juin 1967	Signature de la convention franco-allemande pour la réalisation des satellites de télécommunications Symphonie
30 juin 1967	Décision de réalisation du lanceur <i>Diamant-B</i>
1 ^{er} juillet 1967	Fermeture des champs de tirs sahariens (Colomb-Béchar, Hamaguir)
11-13 juillet 1967	Deuxième Conférence spatiale européenne, à Rome
1 ^{er} novembre 1967	Jean-François Denisse succède à Jean Coulomb à la présidence du CNES
1 ^{er} décembre 1967	Rapport Causse sur l'évolution des structures et des programmes spatiaux européens
1 ^{er} mars 1968	Ouverture du Centre spatial de Toulouse (CST), établissement du CNES
17 mars 1968	Lancement de <i>ESRO-2B</i> , premier satellite européen
22 mars 1968	Signature d'un accord franco-espagnol relatif à l'établissement d'une station d'observation à San Fernando (Espagne)
9 avril 1968	Premier lancement effectué depuis le Centre spatial guyanais (CSG) à Kourou (<i>Veronique</i>)
12-14 novembre 1968	Troisième réunion de la Conférence spatiale européenne, à Bad Godesberg
21 mars 1969	Accord entre la France et l'Argentine sur l'installation d'aires de lancement pour la réalisation du projet <i>Eole</i>
21 juillet 1969	Neil Armstrong (USA) pose le pied sur la Lune
Septembre 1969	La division fusée-sonde du CNES est transférée de Brétigny-sur-Orge (CSB) à Toulouse (CST)
1 ^{er} octobre 1969	Création de la Société européenne de propulsion (SEP), après un accord entre la

	SEPR, la SNECMA et la DMA
1 ^{er} janvier 1970	Création de la Société nationale industrielle Aérospatiale (SNIAS), par fusion de Nord Aviation, Sud Aviation et de la SEREB
10 mars 1970	Lancement à partir du CSG du premier <i>Diamant B</i> avec la charge <i>Dial</i> (satellite allemand <i>Wika</i> et satellite français <i>Mika</i>)
5 mai 1970	Ratification par la France du Traité sur l'espace
14 mai 1970	Conseil interministériel restreint décidant de donner la priorité aux programmes d'applications et à une politique visant à donner à l'Europe une capacité de lancement de satellites
4 novembre 1970	Quatrième Conférence spatiale européenne, à Bruxelles
12 décembre 1970	Lancement du satellite <i>Peole</i> , (<i>Diamant B</i> , Kourou)
17 novembre 1970	Réflecteur laser français à bord de la sonde soviétique <i>Luna-17</i>
1971-1980	
1 ^{er} avril 1971	Création du Service des programmes des organismes de recherche (SEPOR) au sein du ministère pour le développement scientifique et industriel
15 avril 1971	Lancement du satellite <i>D2-A</i> (<i>Tournesol</i> , <i>Diamant B</i> , Kourou)
29 mai 1971	La sonde soviétique <i>Mars-3</i> emporte l'expérience française <i>Stereo-1</i>
16 août 1971	Lancement du satellite franco-américain <i>Eole</i> par une fusée américaine <i>Scout</i>
20 août 1971	Signature des accords définitifs Intelsat
5 novembre 1971	Echec du lancement de la fusée <i>Europa II-F11</i> (Kourou)
5 décembre 1971	Echec du lancement du satellite <i>D2-A polaire</i> (<i>Diamant-B</i> , Kourou)
20 décembre 1971	Adoption d'une résolution par le conseil de l'ESRO sur la réforme de l'organisation
Janvier 1972	Décision du gouvernement français de réaliser le lanceur <i>Diamant-BP4</i>
5 janvier 1972	Robert Aubinière est nommé Secrétaire général du CECLES/ELDO
24 janvier 1972	Michel Bignier succède au général Robert Aubinière à la Direction générale du CNES
23 mars 1972	Européanisation du projet de satellite météorologique <i>Meteosat</i>
4 avril 1972	Lancement du satellite technologique français <i>SRET-1</i> par une fusée russe depuis l'Union soviétique (Cosmos, Plessetsk)
20 avril 1972	Comité interministériel décidant la fermeture, en 1974, du centre spatial de Brétigny-sur-Orge (CSB)
30 novembre 1972	Conseil interministériel restreint décidant de proposer aux Européens le lanceur <i>LIII-S</i>
20 décembre 1972	Cinquième Conférence spatiale européenne, à Bruxelles (projet <i>LIIIS</i>)
27 avril 1973	Le conseil du CECLES/ELDO abandonne les programmes <i>Europa I, II et III</i>
21 mai 1973	Échec du lancement du <i>Diamant-B</i> emportant les satellites <i>D5-B</i> (Castor) et <i>D5-A</i> (Pollux) (Kourou) Fin du programme <i>Diamant-B</i>
31 juillet 1973	Sixième Conférence spatiale européenne, à Bruxelles Adoption du « package deal » : <i>Ariane</i> , <i>Spacelab</i> , <i>Marots</i>
14 septembre 1973	Signature, à Washington, de l'accord sur le <i>Spacelab</i>
24 décembre 1973	Maurice Levy succède à Jean-François Denisse à la présidence du CNES
14 octobre 1974	Conseil interministériel restreint décidant l'abandon du programme <i>Diamant</i> et du programme de fusées-sondes
19 décembre 1974	Lancement, par les Etats-Unis, du premier satellite franco-allemand de télécommunications <i>Symphonie</i>

Décembre 1974	Fermeture du Centre spatial de Brétigny-sur-Orge. (CSB) Installation de la Division lanceurs du CNES à Evry.
26 janvier 1975	Expérience franco-soviétique <i>ARAKS</i> , (Iles Kerguelen)
6 février 1975	Lancement de <i>Starlette</i> par le premier <i>Diamant BP4</i> , Kourou
17 mai 1975	Lancement des satellites <i>D5-A</i> (Castor) et <i>D5-B</i> (Pollux) (<i>Diamant BP4</i> , Kourou)
30 mai 1975	Signature à Paris de la Convention portant création de l'Agence spatiale européenne
5 juin 1975	Lancement du satellite technologique français <i>SRET-2</i> par l'Union soviétique
27 août 1975	Lancement par les Etats-Unis du second satellite <i>Symphonie</i>
27 septembre 1975	Lancement du satellite <i>D2-B</i> (Aura) par <i>Diamant BP4</i> , Kourou Dernier lancement de <i>Diamant</i> ; le CSG est mis en sommeil
1 ^{er} juillet 1976	Hubert Curien succède à Maurice Levy à la présidence du CNES
2 juillet 1976	Yves Sillard succède à Michel Bignier à la Direction générale du CNES
3 septembre 1976	Signature de la Convention créant l'Organisation internationale de télécommunications maritime par satellites (Inmarsat)
14-15 février 1977	Première réunion du conseil de l'ESA tenue au niveau ministériel, à Paris
10 mai 1977	Réorganisation de la DGA
17 juin 1977	Lancement du satellite français <i>Signe-3</i> par l'Union soviétique
6 août 1977	Premier vol de longue durée d'un ballon stratosphérique français
23 novembre 1977	Lancement par les Etats-Unis du satellite <i>Meteosat 1</i>
9 février 1978	Conseil interministériel décidant de la réalisation de <i>SPOT</i>
7 avril 1978	Décision du Conseil de l'ESA de construire 5 lanceurs <i>Ariane</i>
15 octobre 1978	Mise en service du système de collecte de données <i>Argos</i> sur le satellite américain <i>Tiros N</i> .
23 octobre 1978	Accord entre la France et la Suède sur le programme d'observation de la Terre <i>SPOT</i>
Décembre 1978	Le conseil d'Intelsat choisit <i>Ariane</i> pour son satellite <i>Intelsat IV</i>
20 février 1979	Conseil interministériel restreint décidant la réforme du CNES et d'engager la réalisation du programme de satellites de télécommunications <i>Telecom 1</i>
20 juin 1979	Signature d'un accord entre la France et la Belgique sur le programme d'observation de la Terre <i>SPOT</i>
2 octobre 1979	Décision franco-allemande de réaliser les satellites de télédiffusion TDF / TVSat
20 octobre 1979	Accord franco-russe sur une mission habitée d'un spationaute français
13 novembre 1979	Signature d'un accord de coopération scientifique entre le CNES et le Conseil Royal Norvégien
24 décembre 1979	Lancement de la première fusée européenne <i>Ariane</i> (<i>Ariane 1/L01</i>) à partir du CSG à Kourou
26 mars 1980	Création de la société Arianespace
17 avril 1980	Conseil interministériel restreint décidant d'engager les études sur <i>Ariane 5</i>
29 avril 1980	Signature de la Convention franco-allemande sur les satellites de télédiffusion TDF/TVSat
23 mai 1980	Echec du lancement <i>Ariane 1/L02</i>
11 juin 1980	Sélection des deux premiers spationautes français : J-L Chrétien et P. Baudry
13 août 1980	Entrée en vigueur de l'accord Cospas-Sarsat
1981-1990	
12 avril 1981	Premier vol de la navette spatiale américaine
5 août 1981	Le conseil de l'ESA décide la construction d'un second ensemble de lancement (<i>ELA-2</i>) à

	Kourou
15 octobre 1981	Conseil interministériel restreint décidant de réaliser <i>Ariane 4</i> et <i>Spot-2</i>
20 décembre 1981	Lancement de <i>Ariane 1/LO4</i> , dernier vol de qualification
25 janvier 1982	Décision du Conseil de l'ESA de développer <i>Ariane 4</i>
24 juin-2 juillet 1982	Premier vol d'un Français dans l'espace. J-L. Chrétien à bord de Soyuz T6/ Saliout 7 (mission PVH)
1 ^{er} juillet 1982	Création de la société Spot Image
8 juillet 1982	Frédéric d'Allest succède à Yves Sillard à la Direction générale du CNES
15 juillet 1982	Signature de la Convention portant création de l'Organisation européenne de télécommunications par satellites (Eutelsat)
10 septembre 1982	Echec au lancement de <i>Ariane 1/L5</i>
24 mai 1983	Signature de la Convention portant création de l'Organisation européenne pour l'exploitation des satellites météorologiques (Eumetsat)
28 novembre 1983	Premier vol de <i>Spacelab-1</i> à bord de la navette spatiale américaine
22 mai 1984	Premier lancement commercial par Arianespace (<i>Ariane 1/V9</i>)
14 juin 1984	Conseil interministériel restreint décidant la réalisation de <i>Spot-3</i> , l'étude de <i>Topex-Poseidon</i> avec la NASA, les études préliminaires du moteur <i>HM-60</i> et du lanceur <i>Ariane 5</i>
28 juin 1984	Publication du décret réorganisant le CNES
29 octobre 1984	Jacques-Louis Lions succède à Hubert Curien à la Présidence du CNES
31 janvier 1985	Réunion du conseil au niveau ministériel de l'ESA tenue à Rome (<i>Ariane-5</i> , <i>Columbus</i> , <i>Hermès</i>)
8 mai 1985	Lancement de <i>Telecom 1B</i> par une fusée <i>Ariane 3</i> (V13)
11 et 15 juin 1985	Atterrissage des sondes soviétiques <i>Vega 1</i> et <i>Vega 2</i> sur Vénus, largage de ballons français
17-24 juin 1985	Vol de P. Baudry à bord de la navette spatiale américaine <i>Discovery</i>
9 septembre 1985	Sélection de 9 nouveaux spationautes par le CNES
28 janvier 1986	Accident de la navette spatiale <i>Challenger</i>
20 février 1986	Lancement du premier module de la station spatiale soviétique <i>MIR</i> (Proton, Baïkonour)
22 février 1986	Lancement de <i>SPOT-1</i> (<i>Ariane 1/V16</i>)
7 mars 1986	Signature d'un accord franco-soviétique pour un vol de longue durée pour un spationaute français
28 mars 1986	Premier lancement depuis le pas de tir <i>ELA-2</i> (<i>Ariane V17</i>)
31 mai 1986	Echec au lancement de la première <i>Ariane 2</i> (V18)
27 juin 1986	Approbation par l'ESA de l'eupéanisation du projet d'avion spatial <i>Hermès</i>
8 juillet 1986	Création de Novespace
17 octobre 1986	Conseil interministériel restreint qui confirme l'engagement sur <i>Hermès</i>
23 mars 1987	Accord NASA/CNES sur le programme <i>Topex-Poseidon</i>
22 octobre 1987	Conseil interministériel restreint décidant la réalisation de <i>SPOT-3</i>
9-10 novembre 1987	Réunion du Conseil de l'ESA au niveau ministériel, tenue à La Haye (<i>Ariane 5</i> ; première phase pour <i>Hermès</i> et <i>Columbus</i>)
15 juin 1988	Premier lancement d' <i>Ariane 4</i> (V22)

28 octobre 1988	Lancement de <i>TDF-1 (Ariane 2/V26)</i>
26 novembre 1988 – 21 décembre 1988	Mission <i>Aragatz</i> – vol de longue durée de J-L. Chrétien à bord de la station spatiale soviétique <i>Mir</i>
8 février 1989	Jean-Marie Luton succède à Frédéric d'Allest à la Direction générale du CNES
15 février 1989	Accord de coopération scientifique et technique entre la France et le Brésil dans le domaine aéronautique et spatial
3 avril 1989	Lancement de la dernière <i>Ariane 2 (V30)</i>
Juillet 1989	Décision du gouvernement français de la réalisation de <i>SPOT-4</i>
Juillet 1989	Création du Comité de l'espace placé sous la présidence du ministre des Postes, des télécommunications et de l'espace
21 Juillet 1989	Le président des Etats-Unis propose la poursuite du programme de station spatiale (<i>Freedom</i>), du retour vers la Lune et d'une mission habitée vers Mars
9 août 1989	Lancement du satellite européen d'astrométrie <i>Hipparcos (Ariane 4/V33)</i> construit par Matra
17 octobre 1989	Création de l'Institut de médecine et de physiologie spatiales (MEDES)
22 janvier 1990	Lancement de <i>SPOT 2</i> par <i>Ariane</i>
22 février 1990	Échec de la mission <i>Ariane 2 (V36)</i>
Mars 1990	Le Conseil de l'ESA décide d'implanter le Centre d'astronautes européens à Cologne (Allemagne)
Juin 1990	Le gouvernement français décide de participer à deux nouveaux programmes européens : satellite d'observation <i>ERS-2</i> et projet <i>DTRM</i>
8 octobre 1990	Jean-Daniel Lévi succède à Jean-Marie Luton à la Direction générale du CNES
11 décembre 1990	Mise en place à Toulouse de l'équipe intégrée ESA/CNES pour le développement d' <i>Hermes</i>
1991-2000	
1 ^{er} mars 1991	Signature entre Aerospatiale, Alcatel Espace et Alenia (Italie) d'un accord technique, industriel et commercial
18-20 novembre 1991	Réunion du Conseil de l'ESA au niveau ministériel de l'ESA, tenue à Munich
17 décembre 1991	Lancement de <i>Telecom 2A</i> par une fusée <i>Ariane</i>
14 janvier 1992	Ouverture de l'année internationale de l'espace
23 janvier 1992	Création de la société Euro-Hermespace
25 février 1992	Création de l'agence spatiale russe (RKA)
15 avril 1992	Lancement de <i>Telecom 2B</i> par <i>Ariane</i>
18 mai 1992	100 ^e contrat de lancement pour Arianespace
19 mai 1992	Livraison par la SEP du 500 ^e moteur Viking
17 juin 1992	Création d'EuroColombus
23 juillet 1992	Création d'Europropulsion par SEP et BPD Difesa e Spazio (Italie)
27 juillet 1992 – 10 août 1992	Mission franco-russe Antares avec la participation du spationaute français Michel Tognini à bord de la station spatiale <i>Mir</i>
29 juillet 1992	Signature entre le CNES, la RKA et la société NPO Energia pour quatre vols habités de spationautes français, avant l'an 2000
10 août 1992	Lancement du satellite franco-américain d'observation de la Terre <i>Topex-Poseidon</i> et du satellite français <i>S80/T</i> par <i>Ariane</i>
4 novembre 1992	René Pellat succède à Jacques-Louis Lions à la présidence du CNES

9-10 novembre 1992	Réunion du Conseil au niveau ministériel de l'ESA, tenue à Grenade (réorientation du programme <i>Hermès</i>)
24 janvier 1993	Echec au lancement d' <i>Ariane (V63)</i> (<i>Eutelsat 2/F5, Turksat 1A</i>)
Février 1993	Réaménagement des structures du CNES
3 mai 1993	Décision du Comité français de l'espace d'engager les travaux de définition du programme <i>Hélios 2</i>
1 ^{er} – 21 juillet 1993	Mission franco-russe <i>Altair</i> à bord de <i>Mir</i> avec la participation du spationaute français Jean-Pierre Haigneré
23-25 novembre 1993	Approbation par le conseil d'Eumetsat du programme <i>Meteosat Seconde Génération (MSG)</i>
17-18 septembre 1993	Premier vol sous ballon du télescope français <i>Pronaos</i>
26 septembre 1993	Lancement de <i>SPOT 3</i> par une fusée <i>Ariane</i>
4 octobre 1993	Décision du gouvernement français d'engager les programmes <i>SPOT 5</i> et <i>Stentor</i>
3-14 novembre 1993	Mission européenne <i>Atlas 3</i> de la navette spatiale américaine avec à son bord le cinquième Français dans l'espace, Jean-François Clervoy
1 ^{er} décembre 1993	Echec au lancement de la fusée <i>Ariane 42P (V70)</i>
17 janvier 1994	Accord entre le CNES et la Commission européenne pour le financement de l'expérience <i>Végétation (SPOT 4 et SPOT 5)</i>
30 janvier 1995	André Lebeau succède à René Pellat à la présidence du CNES
23 mars 1995	Création de l'Institut des Sciences Spatiales et Applications de Toulouse (ISSAT)
16 juin 1995	Signature de deux accords de coopération entre le CNES et l'Agence spatiale brésilienne (EAB)
7 juillet 1995	Lancement du satellite <i>Hélios 1A</i> par <i>Ariane (V75)</i>
18 octobre 1995	Réunion du Conseil de l'ESA au niveau ministériel, tenue à Toulouse
6 décembre 1995	Lancement du satellite <i>Telecom 2C</i> par <i>Ariane (V81)</i>
7 décembre 1995	Sommet franco-allemand de Baden-Baden. Décision de coopérer sur les programmes de satellites <i>Hélios 2</i> et <i>Horus</i> .
31 janvier 1996	Alain Bensoussan succède à André Lebeau à la présidence du CNES
18 avril 1996	Signature d'un accord entre Radarsat et Spot Image pour la commercialisation commune des images SPOT et Radarsat
27 mai 1996	Signature d'un accord entre le CNES et l'INPE (Brésil) pour une mission spatiale commune
4 Juin 1996	Echec du premier vol d' <i>Ariane 5 (V501)</i>
19 juin 1996	Création de la société franco-russe Starsem (Arianespace, Aerospatiale, Centre de Samara)
20 juin 1996	Mission franco-américaine à bord de la navette spatiale Columbia STS-78 avec la participation du spationaute français Jean-Jacques Favier
8 août 1996	Lancement de <i>Telecom 2D</i> par <i>Ariane (V90)</i>
19 août-2 septembre 1996	Mission franco-russe Cassiopée avec la première spationaute française (Claudie André-Deshays)
1er novembre 1996	Mise en place de la nouvelle organisation du CNES
16 novembre 1996	Echec de la mission Mars-96, emportant des expériences françaises par suite de la défaillance du lanceur russe
18 novembre 1996	Signature entre le CNES et la NASDA (Japon) d'un arrangement sur la recherche spatiale

26 novembre 1996	Accord intergouvernemental franco-russe pour l'exploration et l'utilisation pacifiques de l'espace
23 décembre 1996	Accord entre le CNES et la RKA (Russie) pour des vols habités franco-russes (en 1997 et 1999)
15 mai 1997	La France et la Chine signent un accord de coopération dans le domaine spatial
26 juin 1997	Inauguration de la Cité de l'Espace, à Toulouse
1er juillet 1997	Jean-Marie Luton succède à Charles Bigot à la présidence d'Arianespace
Juillet 1997	La société SNECMA absorbe la SEP
10 juillet 1997	Gérard Brachet est nommé Directeur général du CNES
Septembre 1997	100 ^e lancement d'une fusée Ariane
26 septembre- 5 octobre 1997	Mission franco-américaine à bord de la navette spatiale Atlantis STS-86 vers la station spatiale Mir (J-L Chrétien)
29 janvier 1998	Signature par 14 pays de l'accord intergouvernemental sur la Station Spatiale Internationale (ISS), à Washington
29 janvier – 19 février 1998	Mission franco-russe Pégase avec la participation du spationaute français Léopold Eyharts
24 mars 1998	Lancement de SPOT 4 par Ariane (V107)
28 avril 1998	Signature d'un accord de partenariat entre le CNES et l'ONERA
3 juillet 1998	Signature d'un accord de partenariat entre le CNES et le CEA
21 octobre 1998	Dernier vol de qualification d'Ariane 5 (V503) emportant la capsule ARD récupérée en mer et la maquette de satellite Maqsat-3
20 novembre 1998	Mise sur orbite de Zarya, premier module de la Station spatiale internationale (ISS)
20 février 1999 28 août 1999	Mission franco-russe de longue durée à bord de la station spatiale russe Mir avec la participation de Jean-Pierre Haigneré (188 jours)
11-12 mai 1999	Réunion du Conseil de l'ESA au niveau ministériel, tenue à Bruxelles
Juin 1999	Fusion des sociétés Aérospatiale et Matra
23-28 juillet 1999	Michel Tognini, spationaute français, effectue une mission à bord de la navette spatiale américaine Columbia STS-93
21 novembre 1999	Signature d'un accord entre le CNES et l'ISRO pour la mission Mégha-Tropiques
10 décembre 1999	Premier lancement commercial d'Ariane 5 (V504) (satellite XMM)
15 décembre 1999	Signature d'un accord de coopération entre le CNES et la NASDA dans le domaine de l'observation de la Terre
27 janvier 2000	Accord entre la France et la Thaïlande relatif à la coopération dans le domaine des technologies spatiales et leurs applications
Juillet 2000	Naissance du groupe industriel EADS (Aérospatiale Matra, DASA, CASA)
24 octobre 2000	Signature entre le CNES et la NASA d'une déclaration d'intention concernant le programme franco-américain d'exploration de la planète Mars
29 octobre 2000	100 ^e lancement de la fusée Ariane 4
16 novembre 2000	Le Conseil « recherche » de l'Union européenne et le Conseil de l'ESA ont adopté une stratégie européenne commune dans le domaine spatiale
23 décembre 2000	Signature entre le CNES, l'agence spatiale russe Rossaviacosmos et la société RKK Energia d'un accord pour une mission de Claudie André-Deshays, en 2001, à bord de la Station spatiale internationale.

Sources

Les activités spatiales conduites par la France sur le plan national, européen et international, ont donné lieu à la production d'une quantité impressionnante de documents.

Malheureusement, une partie de ceux-ci a disparu ou a été détruite lors des déménagements successifs. Ceux qui ont été conservés sont pour partie archivés, ou simplement entreposés, sur leurs lieux de production d'origine. D'autres enfin ont fait l'objet d'un dépôt dans plusieurs institutions d'archives.

On le constate, les documents qui peuvent constituer des sources importantes d'information sont très dispersés sur l'ensemble du territoire.

Une telle situation peut s'expliquer, tout au moins pour partie, par la nature même des activités spatiales qui fait appel à des sciences et des techniques très diverses, développées par des structures mises en place au fur et à mesure de leur développement, dont la plupart ne sont pas pérennes. De plus, comme la présente étude tend à le démontrer, ces activités se sont développées à la fois dans le secteur militaire et dans le secteur civil, ce qui augmente encore de manière conséquente le champ d'investigations.

La loi française de 1979, qui régit les archives, impose un délai général de 30 ans pour l'accès aux documents ; délai qui peut être augmenté à 60 ans ou plus pour certains documents. Une partie non négligeable des archives militaires est soumise à des restrictions de consultation, pouvant faire l'objet de dérogation, lorsqu'elles ne sont pas exclues de la communication.

Le travail présenté ici tient compte des contraintes ci-dessus exposées.

Sources primaires

L'État et les institutions

Archives nationales, CAC, Fontainebleau

Archives nationales, CHAN, Paris

Ministère de la recherche, Paris

Ministère de l'industrie, Paris

Ministère des transports, Paris

Archives diplomatiques

Ministère des affaires étrangères, Paris

Archives militaires

Service historique de l'armée de l'air (SHAA), Vincennes

Service historique de l'armée de terre (SHAT), Vincennes

Service historique de la Marine (SHAM), Vincennes (pas de consultation)

Centre d'archives de l'armement (CAA), Châtellerauld (très partiellement)

Il est à noter que depuis le 1^{er} janvier 2005, l'ensemble de ces services ont fait l'objet d'une réorganisation administrative entraînant la création d'un seul service, le Service historique de la Défense (SHD).

Archives scientifiques

Académie des Sciences, Paris

Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Paris et Gif-sur-Yvette

Service d'Aéronomie et autres laboratoires

Observatoire de Paris-Meudon

Archives agences spatiales

Centre national d'études spatiales (CNES), Paris et Toulouse

L'Institut universitaire européen, Florence (Italie) conserve les archives de la COPERS, du CERS, du CECLES, de la CETS, de la Conférence spatiale européenne, et les archives historiques de l'Agence spatiale européenne ESA, accessibles à l'expiration d'un délai de 15 ans.

Archives industrielles

Aérospatiale, Paris, les Mureaux

SEREB Bordeaux

SNECMA, Paris

Musée de l'air et de l'espace (MAE), Le Bourget

Sources imprimées

Parmi les nombreuses sources imprimées, et compte tenu des objectifs fixés pour la présente étude, nous avons privilégié la consultation des rapports annuels d'activité et de quelques séries de bulletins publiés par les principaux organismes concernés :

- Arianespace, Rapports annuels,
- ESA Rapports annuels, ESA Bulletins,
- CERS/ESRO Rapports annuels,
- CECLES /ELDO Rapports annuels,
- CNES, rapports annuels, Bulletin La Recherche spatiale (1962-1975), La Lettre du CNES.

Archives audiovisuelles

Enregistrements sonores

L'IFHE ayant entrepris une campagne d'interviews des pionniers et des principaux acteurs impliqués dans les activités spatiales françaises, nous avons partiellement utilisé les enregistrements disponibles.

Archives audiovisuelles

A titre d'information, nous rappelons ci-dessous l'existence de trois institutions d'archives audiovisuelles conservant des documents intéressant les activités spatiales françaises. Tenant compte du caractère de l'étude et des coûts de consultation, celles-ci n'ont pas été exploitées.

- ECPAD, Fort d'Ivry (archives militaires)
- Institut national de l'audiovisuel (INA), Paris et Bry-sur-Marne
- Pathé

Références bibliographiques

1. Ouvrages généraux sur l'astronautique et les activités spatiales

Les apports de la conquête spatiale à l'humanité, Académie nationale de l'air et de l'espace, colloque international, Paris, 11 et 12 juin 1992, Cepadue éditions, Toulouse.

Des premières expériences scientifiques aux premiers satellites, Actes de la 1^{ère} rencontre de l'IFHE, 24-25 octobre 2000, Paris, (Institut Français d'Histoire de l'Espace), SP-472, mars 2001, ESA Publications Division, Noordwijk, the Netherlands, 133 p.

La grande aventure de l'espace, 2 t. Rombaldi, Paris, septembre 1967.

Le grand Atlas de l'espace, Encyclopedia Universalis, 1987, 398 p.

Les origines de la Délégation générale pour l'armement, Comité pour l'histoire de l'armement (CHARME), DGA, Centre des hautes études de l'armement, département d'histoire de l'armement, Paris, 2002, 66 p.

« Les enjeux de l'espace », *Les cahiers français*, n°206-207, Paris, La Documentation française, 1982, 128 p.

Vingt ans de conquête française de l'espace, coll. Études de politique industrielle, n°31, La Documentation française, Paris, 1981. 84 p.

ARNOULD (Jacques), *La seconde chance d'Icare- pour une éthique de l'espace*, du Cerf, 2001, 236 p.

BLAMONT (Jacques), *Vénus dévoilée – voyage autour d'une planète*, Odile Jacob, 1987, 368 p.

BLAMONT (Jacques), *Le chiffre et le songe*, Odile Jacob, 1993 p.

BLAMONT (Jacques), *Introduction au siècle des menaces*, Odile Jacob, 2004, 556 p.

BONNET (Roger-Maurice), *Les horizons chimériques*, Dunod, 1993, 300 p.

CARLIER (Claude), *Chronologie aérospatiale, 1940-1990*, Economica, Paris, 1992, 172 p.

CHABREUIL (Aline et Marc), *Exploration de la Terre par les satellites*, Hachette, Paris, 1979, 156 p.

de LA COTARDIERE (Philippe), PENOT (Jean-Pierre), *Dictionnaire de l'espace*, Larousse, 1995.

DANJON (André), MULLER (Paul), *Satellites artificiels et engins extra-terrestres*, Flammarion, 1960, 64 p.

DEGA (Jean-Louis), *La Conquête spatiale*, coll. Que sais-je ?, PUF, Paris, 1994, 128 p.

DURAND-DE JONGH (France), *De la fusée Veronique au lanceur Ariane – une histoire d'hommes (1945-1979)*, Stock, Paris, 1998, 284 p.

EMME (Eugen M.), *Aeronautics and Astronautics – An American Chronology of Science and Technology in the Exploration of Space (1915-1960)*, NASA, Washington DC, USA, 1961, 240 p.

GRICHKOV (Serguei), *Guide des lanceurs spatiaux*, Tessier Et Ashpool, 1992.

GUERIN (Patrick), Maoui (Gérard), *Le ciel en héritage : un siècle d'industrie aéronautique et spatiale française*, Le Cherche midi, Toulouse, 2002, 287 p.

JUNG (Philippe), "Agate and its forebears – Early French « Precious Stones » Rockets » in Ph. JUNG (ed.), *History of Rocketry and Astronautics*. AAS History Series, vol. 21 (Proceedings of the 26th IAA History Symposium, 43rd IAC, Washington, 1992), Univelt, USA, pp. 229-268.

KOHLER (Pierre), *Les grandes heures des conquérants de l'espace*, Paris, Librairie académique Perrin, 1989, 320 p.

LACHNITT (Jacques), *l'astronautique*, coll. les rayons de la science, Seuil, Paris, 1962, 192 p.

LAMING (Lionel), *L'astronautique*, coll. Que sais-je ?, PUF, Paris, 1950, 110 p.

LEBEAU (André), *L'espace en héritage*, Odile Jacob, Paris, 442 p.

LEBEAU (André), *L'espace – les enjeux et les mythes*, Hachette, Paris, 1998, 312 p.

MARTY (Daniel), *L'astronautique et les techniques spatiales*, coll. Que sais-je ?, PUF, Paris, 1996, 128 p.

- MOULIN (Hervé), « A-1, The First French Satellite », in D.ELDER & C. ROTHMUND (ed.) *History of Rocketry and Astronautics*, AAS History Series, vol.23 (Proceedings of the 29th IAA History Symposium, 45th Oslo, 1995), Univelt, USA, pp. 51-72.
- MOULIN (Hervé), « D-1, The French scientific satellites serie », in H. Moulin & C. Elder ed. *History of Rocketry and Astronautics*, AAS History Series, vol.16. (Proceedings of the 30th IAA History Symposium, 46th IAC, Beijing, 1996), Univelt, pp.235-250.
- MOULIN Hervé, SERRA Jean-Jacques, "The French Meteorological Rockets in the Early 60's", *IAA History of Astronautics Symposium*, 55th IAC Vancouver, 2004
- MOUREU Henri (dir.), BERNARD Michel Yves, (ouv. coll.) *Astronautique et Recherche spatiale*, Dunod, 1964, 326 p.
- PELLANDINI (Jean), *Les fusées*, coll. Que sais-je ?, PUF, Paris, 1958, 128 p.
- POMPIDOU Alain (coord.), *L'éthique de la politique spatiale*, rapport du groupe de travail COMEST/UNESCO, UNESCO en collaboration avec l'ESA, 2000, 140 p.
- ROTHMUND (Christophe), "Coralie: The Forgotten Rocket" in J. D. HUNLEY (ed.), *History of Rocketry and Astronautics*, AAS History Series, vol. 20 (Proceedings of the 25th IAA History of Astronautics Symposium, 42nd IAC Montreal, Canada, 1991), Univelt, USA, 1997, pp. 189-194.
- ROTHMUND (Christophe), KIRNER, HOPMANN (Helmut), "The Early Days of LOX/LH2 Engines at SEP and MBB" in P. JUNG (ed.) *History of Rocketry and Astronautics*, AAS History Series, vol. 21, (Proceedings of the 26th History of Astronautics Symposium, 43rd IAC, Washington DC, USA, 1992), Univelt, USA, 1997, pp. 269-292.
- ROTHMUND (Christophe), "Etude 4212: The First French Large Liquid Rocket Project" in D. ELDER & C. ROTHMUND (ed.), *History of Rocketry and Astronautics*, AAS Series, vol.23 (Proceedings of the 29th IAA History Symposium, 46th IAC, Oslo, Norway, 1995), Univelt, USA, 2001, pp.73-90.
- ROTHMUND (Christophe), "From SEPR to SEP (1944-1994)" in D.C. Elder & C. Rothmund ed.. *History of Rocketry and Astronautics*, AAS Series, vol. 23 (Proceedings of the 28th IAA History Symposium, 45th IAC, Jerusalem, Israël, 1994), Univelt, USA, 2001, pp. 351-374.
- ROTHMUND (Christophe), "Fifty Years of Rocket Propulsion in Vernon" in D.C. ELDER, & G. S. JAMES (eds.), *History of Rocketry and Astronautics*, AAS History Series, vol. 26 (Proceedings of the 31st IAA History of Astronautics Symposium, 48th IAC, Turin, Italy, 1997), Univelt, USA, 2005, pp. 175-191.
- SOUCHON (Anne-Catherine), *Femmes dans l'espace*, Carnot Documents, 2000, 218 p.
- TIMSIT (Claude-Alexandre), MOULIN (Hervé), "The First French Experiments of Space Biology During Parabolic Flights", *33th IAA History of Astronautics Symposium*, 50th IAC, Amsterdam, The Netherlands, 1999.
- VERGER (Fernand), *Atlas de géographie de l'espace*, Sides-Reclus, 1992.
- VERGER (Fernand) (dir.), *L'espace, nouveau territoire. Atlas des satellites et des politiques spatiales*, Belin, 2002, 384 p.
- VIEILLEFOSSE (Michel et Monique), *Un ticket pour l'espace*, Belfond, 1985, 222p.
- VILLAIN (Jacques), « de Veronique à Diamant », Actes du colloque *La place de la France dans l'Europe spatiale*, La Sorbonne, novembre 1990.
- VILLAIN (Jacques), « The Evolution of Liquid Propulsion in France in the Last 50 Years », in J. Becklake (ed.), *History of Rocketry and Astronautics*, AAS Series, vol.17 (Proceedings of the 23rd History Symposium, 40th IAC, Malaga, 1989), Univelt, USA,
- VILLAIN (Jacques), *L'aventure millénaire des fusées*, Presse Pocket, Paris, 1993
- VILLAIN (Jacques), *Mir, le voyage extraordinaire, 1986-2001*, le cherche midi éditeur, Paris, 2001, 142 p.
- VON BRAUN (Wernher), ORDDAY III (Frederick I.), *Histoire mondiale de l'astronautique*, Larousse, Paris, 1968, 340 p.
- VON BRAUN (Wernher), ORDDAY III (Frederick I.), *Les fusées – de la préhistoire à la conquête de l'espace*, France Empire, 1977, 238 p.

2. La préhistoire des recherches spatiales (imaginaire et premiers travaux)

Histoire de l'armement en France (1914-1945), Centre d'histoire de l'Armement (CHEAr), Actes du colloque du 19 novembre 1993, Addim, Paris, 1994, 254 p.

- Vision of spaceflight*, Images from the Ordway collection, selected with an introduction by Frederick I Ordway III, foreword by Arthur C. Clarke. ed Four Walls Eight Windows, 2001, 176 p.
- ANANOFF (Alexandre), *Des premières fusées aux V2*, coll. Problèmes, Elzévir, Paris. 64 p.
- ANANOFF (Alexandre), *La navigation interplanétaire*, conférences à la Société Astronomique de France, 4- 5 avril 1935.
- ANANOFF (Alexandre), *Navigation interplanétaire*, coll. Problèmes, Elzévir, Paris, 1946. 64 p.
- ANANOFF (Alexandre), *L'Astronautique*, A. Fayard, Paris, 1950.
- ANANOFF (Alexandre), « Astronautique, science internationale », *conférence prononcée le 31 janvier 1953*, Palais de la Découverte, série A, n°190, Paris.
- ANANOFF (Alexandre), « Robert Esnault-Pelterie, pionnier de l'aviation et de l'astronautique », *Pionniers*, n°3, 15 janvier 1961, pp.9-13.
- ANANOFF (Alexandre), "The founding of the International Astronautical Society. A Memoir", A. I. SKOOG (ed.) *History of Rocketry and Astronautics*, AAS History Series, vol. (Proceedings of the 13th IAA History Symposium, 30th IAC, Munchen, Germany, 1979), Univelt, USA, 1990).
- ANANOFF (Alexandre), *Les mémoires d'un astronaute, ou l'astronautique française*, Albert Blanchard, Paris, 1978, 198 p.
- AUGER (Pierre), *Rayons cosmiques*, coll. La science vivante, PUF, Paris, 1941, 136 p.
- BARRAL (Pierre), *Il y a trente ans la Guerre froide*, Armand Colin, Paris, 1984, 246 p.
- BARRE (Jean-Jacques), « Engins autopropulsés », Ecole nationale supérieure d'armement.
- BARRE (Jean-Jacques), « L'Injection et la régulation dans les engins autopropulsés à propergols liquides, *Mémorial de l'artillerie française*, t. 22, 1948, 2^e fascicule, Imprimerie nationale, Paris, pp. 322-376.
- BLOSSET (Lise). "Robert Esnault-Pelterie : Space Pioneer", F.C. Durant and G. S. James (ed.), *First Steps Toward Space* (Proceedings of the 1st and 2nd IAA History Symposia, New York, October 16, 1968), Smithsonian Institution Press, Smithsonian Annals of Flight, n°10, Washington DC, USA, 1986 (Reprint Univelt in AAS History Series, 1986).
- BOIA (Lucian), *L'exploration imaginaire de l'espace*, La Découverte, 1987, 160 p.
- CONTENSOU (Pierre), "The contribution of Robert Esnault-Pelterie to Astronautics", Sharpe M. R. (ed.), *History of Rocketry and Astronautics*, AAS History Series, vol.11 (Proceedings of the 16th IAA History Symposium, 33rd IAC Paris, 1982), Univelt, USA, p. 17-41.,
- CORBEAU (Jean), "A History of the French Sounding Rocket Veronique", in K. R. Lattu (ed.), *History of Rocketry and Astronautics*, AAS History Series, vol. 8, (Proceedings of the 8th IAA History Symposium, 25th IAC Amsterdam, The Netherlands, 1974), Univelt, USA, 147-168.
- DAMBLANC (Louis), "My Theoretical and Experimental Work from 1930 to 1939, which has Accelerated the Development of Multistage Rockets", in F.C. DURANT & G.S. JAMES (eds.), *First Steps Toward Space*, (Proceedings of the 1st and 2nd IAA History Symposium of the 19th IAF Congress, New York, October 16, 1968), Smithsonian Institution Press, Smithsonian Annals of Flight, n°10, Washington DC, USA, 1986 (Reprint Univelt in AAS History Series, 1986).
- de GRAFFIGNY (Henri), *Irons-nous dans la Lune ?*, coll. Savoir, éd SPES, Paris, 1932.
- DEBUCHY (Victor), *L'étrange histoire des armes secrètes allemandes*, France Empire, Paris, 1978, 360 p.
- DUCROCQ (Albert), *L'humanité devant la navigation interplanétaire*, Calmann-Lévy, Paris, 1947, 218 p.
- ESNAULT PELTERIE (Robert), « Considération sur les résultats de l'allègement indéfini des moteurs », *Journal de Physique*, série 5, vol. 3, mars 1913.
- ESNAULT-PELTERIE (Robert), *l'exploration par fusées de la très haute atmosphère et la possibilité des voyages interplanétaires*, (reproduction de la conférence prononcée le 8 juin 1927 devant la Société astronomique de France), Gauthiers Villars, Paris, 1928.
- ESNAULT-PELTERIE (Robert), *L'astronautique*, Lahure, 1930 et *L'astronautique complément*, Lahure 1935.(Le complément reproduit la conférence prononcée le 25 mai 1934 devant la Société des ingénieurs civils de France)

- FAIVRE (Maurice). *Le général Paul Ely et la politique de défense (1956-1961)*. EPHE IV-Sorbonne, Economica, Paris. 148 p.
- FLAMMARION (Camille), *Uranie*, lib. Marion et Flammarion, Paris, 1891, p.370 p.
- GATTEGNO (Jean), *La science-fiction*, coll. Que sais-je ?, PUF, Paris, 1973, 128 p.
- GENTY (Robert), "Birth of the Sun Synchronous Satellite", in D. C. ELDER & G.S. JAMES (eds.), *History of Rocketry and Astronautics*, AAS History Series, vol. 26, 48th IAC Turin, Italy, 1997, Univelt, USA, 2005.
- HUWART (Olivier), *Une filière méconnue de transfert de technologie : l'apport allemand à l'industrie française d'armement après 1945*. thèse de doctorat sous la direction du prof. Maurice Vaisse, Institut d'Etudes Politiques, Centre d'histoire de l'Europe du XX^e siècle, Paris, 2000.
- JUNG (Philippe), "The SE 4100 Family: An Early French Experience in Rocketry" in J. BECKLAKE (ed.), *History of Rocketry and Astronautics*, AAS History Series, vol. 17, (Proceedings of the 22nd IAA History of Astronautics Symposium, 39th IAC Bangalore, India, Univelt, USA, 1995, pp.131-152.
- JUNG (Philippe); "The SE 4300 Guided Rocket program", in J. HUNLEY (ed.), *History of Rocketry and Astronautics*, AAS History Series, vol. 19, (Proceedings of the 27th IAA History of Astronautics Symposium, 41st IAC Dresden, Germany, 1990, Univelt, USA, 1997, pp.153-192.
- JUNG (Philippe), "Agate and its Forebears Early French "precious stone" Rockets" in P. JUNG (ed.), *History of Rocketry and Astronautics*, AAS History Series, vol. 21, (Proceedings of the 26th IAA History of Astronautics Symposium, 43rd IAC, Washington DC, USA, 1992), Univelt, USA, 1995, pp. 229-268.
- JUNG (Philippe), "The SE 4200: First Missile Ramjet?" in C. ROTHMUND & D. ELDER (eds.), *History of Rocketry and Astronautics*, AAS History Series, vol. 22, (Proceedings of the 27th IAA History of Astronautics Symposium, 44th IAC Graz, Austria, 1993, Univelt, USA, 2001, pp. 115-156.
- JUNG (Philippe), "The SE 1500: Preliminary French Missile tests" in C. ROTHMUND & D. ELDER (eds.), *History of Rocketry and Astronautics*, AAS History Series, vol. 23, (Proceedings of the 28th IAA History of Astronautics Symposium, 45th IAC Jerusalem, Israël, 1994, Univelt, USA, 2001, pp. 173-202.
- JUNG (Philippe), "The SE 4500 Nuclear Missile" " in C. ROTHMUND & D. ELDER (eds.), *History of Rocketry and Astronautics*, AAS History Series, vol. 23, (Proceedings of the 29th IAA History of Astronautics Symposium, 46th IAC Oslo, Norway, 1995, Univelt, USA, 2001, pp. 425-450.
- JUNG (Philippe), "X422: The First Cruise Missile in History" " in G. S. JAMES & D. ELDER (eds.), *History of Rocketry and Astronautics*, AAS History Series, vol. 26, (Proceedings of the 31st IAA History of Astronautics Symposium, 48th IAC Turin, Italy, 1997, Univelt, USA, 2005, pp. 313-354.
- JUNG (Philippe), "VE111- Topaze. The First French Inertial Rocket" communication présentée au 32nd IAA History of Astronautics Symposium, 49th IAC Melbourne, Australia, 1998
- JUNG (Philippe). "The True Beginning of French Astronautics, 1938-1959", communication présentée au 33rd IAA History Symposium, 50th IAC, Amsterdam, 1999
- JUNG (Philippe) "The True Beginning of French Astronautics, 1938-1959, Part.2", communication présentée au 34th IAA History of Astronautics Symposium, 51st IAC Rio de Janeiro, Brazil, 2000.
- LE PRIEUR (Yves), *Premier de plongée*, France Empire, 1956, 182 p.
- MONGIN (Dominique), *La bombe atomique française (1945-1958)*, coll. Histoires, Bruylant, 1997, Bruxelles, LGDJ, Paris, 488 p.
- MOULIN (Hervé), "The French Space Activities at the Time of Committees (1955-1961)", communication présentée au 36th IAA History Symposium, 53rd IAC Houston, 2002
- MOULIN (Hervé), « The Artificial Satellite Question in the mid of Fifties: The First Approach of the French Scientists », communication présentée au 33rd IAA History Symposium, 50th IAC Amsterdam, 1999)
- MOULIN (Hervé), SERRA (Jean-Jacques), "The Monica Rockets – A Substitute Program Developed because of the Temporary Unavailability of the Veronique Rockets", communication présentée au 37th IAA History Symposium, 54th IAC Bremen, 2003.
- MOULIN (Hervé), ORDWAY III (Frederick I.), « The French Rocketry in Nineteenth Century », in T. Crouch & A. M. Spencer (ed.), *History of Rocketry and Astronautics*, AAS History Series, vol.8 (Proceedings of the 18th IAA History Symposium, 35th IAC Lausanne, 1984), Univelt, USA, pp. 17-41.

- MOULIN Hervé, JUNG Philippe, « Le Prieur and the First Air Launched Rockets, 1916 », in G. JAMES & D. ELDER (eds.), *History of Rocketry and Astronautics*, AAS History Series, vol 17, (Proceedings of the 31st IAA History Symposium, 47th IAC, Turin, 1997), Univelt USA, 2005, pp.41-62.
- MOULIN (Hervé), TMSIT (Claude), CHATELIER (Gérard), « The Origins of Space Physiology Program in France (1945-1967) », communication présentée au 32nd IAA History Symposium, 48th IAC, Melbourne, 1998.
- MOULIN (Hervé). "The French Contribution in the Early Years of the International Astronautical Federation (1950-1956)", communication présentée au 35th IAA History Symposium, 52nd IAC Toulouse, 2001.
- POIX (Pierre). *Ils ont rêvé l'espace (de Plutarque au Space Art)*, coll. Regards sur l'espace, Hatier, Paris, 168 p.
- ROTHMUND (Christophe), "An Overview of French Astronautical Activities in the 1930s.", communication présentée au IAA History Symposium, 49th IAC Melbourne, Australia, 1998.
- VARNOTEAUX (Philippe). *Les origines et les enjeux de la conquête de l'espace en France, 1944-1962*. thèse de doctorat, Université de Reims Champagne-Ardenne, UFR Lettres et Sciences humaines, sous la direction du prof. Maurice Vaisse, 2000.
- VASSY (Arlette). "Early French Upper Atmosphere Research Using Rockets ", in F.I. ORDWAY III (ed.) *History of Rocketry and Astronautics*, AAS Series, vol. 4 (Proceedings of the 8th IAA History Symposium, 26th IAC, Lisbon, Portugal, 1975), Univelt, USA, 1989, pp. 253-259.
- VILLAIN (Jacques). « Jean-Jacques Barré : pionnier français des fusées et de l'astronautique », conférence, Association Aéronautique et Astronautique de France, 26 mars 1991.
- VILLAIN (Jacques). « Jean-Jacques Barré : French Pioneer of Rockets and Astronautics " in D. HUNLEY, Jr. (ed.) *History of Rocketry and Astronautics*, AAS Series, vol. 11 (Proceedings of the 24th IAA History Symposium, 41st IAC, Dresden, Germany, 1990), Univelt, USA, 1997, pp. 277-293
- VILLAIN (Jacques). « France and the Peenemünde Legacy », in P. JUNG (ed.) *History of Rocketry and Astronautics*, AAS Series, vol. 21 (Proceedings of the 26th IAA History Symposium, 43th IAC, Washington DC, USA, 1992), Univelt, USA, 1997, p. 119-161.
- VILLAIN (Jacques). « Robert Esnault-Pelterie : un pionnier français de la propulsion fusée », conférence, Association Aéronautique et Astronautique de France, mai 1992.
- WINTER (Frank H.). *Prelude to the Space Age – The Rocket Societies: 1924-1940*, National Air and Space Museum, Smithsonian Institution, Washington DC, 1983, 208 p.

3. Politique spatiale française et le Centre national d'études spatiales (CNES)

- Le Centre spatial de Toulouse a 30 ans – témoignages*, CNES, Toulouse, octobre 1998, 120 p.
- « Rapport sur les orientations de la politique spatiale française et européenne », Assemblée nationale, 18 décembre 1991, 2 tomes
- AIGRAIN (Pierre), « La politique spatiale française », rapport au ministre du Développement industriel et scientifique, mars 1970.
- BENSAÏD (René), VANZANDT (Catherine), MOULIN (Hervé). *L'Histoire du CNES à travers le Journal Officiel*, 6 tomes, CNES, Paris, 2002-2004 – 1. Ministres, attributions, administrations centrales, CNES, 2003, 378 p. – 2. Organisation et fonctionnement du CNES, CNES, 2002, 382 p. – 3. Guyane, Kourou, CSG, filiales et participations du CNES, CNES, 2003, 352 p. – 4. Traités et accords multilatéraux, CNES, 2004, 368 p. – 5. Accords européens, CNES, 2004. – 6. Accords bilatéraux conclu par la France, 2004, 314 p.
- CANNAC (Yves), Les systèmes de télécommunications et de diffusion directe, rapport au premier ministre, janvier 1979
- CARLIER (Claude, GILLI (Marcel), *Les trente premières années du CNES, 1962-1992*, La Documentation française, 1993 (versions française et anglaise)
- CARPENTIER (Michel), « La Politique spatiale de la France dans le contexte européen et mondial », rapport présenté au nom du Conseil économique et social, séance du 10 juin 1997, Paris, Journaux officiels, Paris, 1997
- De GAULLE (Charles). *Discours et messages*, Plon, Paris, 1971, 5 tomes.
- DEBRE (Michel). *Gouverner – Mémoire*, t.3 – 1958-1962, éd Albin Michel, 1988, 478 p.
- LESGARD (Roger). *Conquête spatiale et démocratie*, Presses de Sciences Po. Paris, 1998, 123 p.

- LORIDAN (Paul), *La politique spatiale française et européenne*, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, Paris, 1993, 2 vol. 252 p et 679 p.
- PAECHT (Arthur), *La Politique aéronautique et spatiale de la France et son financement*, Actes du colloque (janvier 1995), Rencontres parlementaires sur la défense, Paris, M Et M Conseil, 1995, 187 p.
- ROCARD (Yves), *Mémoires sans concessions*, Grasset, Paris, 1988, 304 p.
- SIERES (José), *La Politique spatiale française et ses enjeux*, mémoire de DEA Etudes politiques, Université Paris 2, 1984.
- VAÏSSE (Maurice) (dir), *L'essor de la politique spatiale française dans le contexte international. 1958-1964*, Actes de la table ronde organisée par le Centre d'études d'histoire de la défense le 13 octobre 1995, Paris, des Archives Contemporaines, 1997, 124 p.
- VARNOTEAUX (Philippe), *De Gaulle, les affaires nucléaires et spatiales : vers une politique de présence mondiale*, Mémoire de DEA d'histoire sous la direction de Maurice Vaïsse, Université de Reims, 1991, 87 p.
- VIDELIN (Jean-Christophe), *L'Etat et la politique spatiale de la France*, thèse de doctorat de droit public sous la direction de Joël Pascal Biays, université de Grenoble 2, 1998, 560 p.
- VILLAIN (Jacques), *La force de dissuasion française – genèse et évolution*, Larivière, Paris, 1987, 213p.

4. Histoire des industries aéronautiques et spatiales françaises

- 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. IFHE Publications, Paris, 2002, 266 p.
- BOUISSOU (Manuel), *Diamant-A, trente ans après – Le développement de l'aéronautique en France, 1908-1965*, mémoire de DEA, CNAM, juin 1996.
- CARLIER (Claude), BERGER (Luc), *Dassault Aviation : 50 ans d'aventure aéronautique, 1945-1995*. Paris : Du Chêne, 1996, 2 tomes.
- CARLIER (Claude), Matra, la volonté d'entreprendre, ed. du Chêne, Paris, juin 2003, 304 p.
- CARLIER (Claude), Sciaccio (Gaëtan). *La passion de la conquête – d'Aérospatiale à EADS (1970-2000)*. Paris, du Chêne-Hachette, 2001, 302 p.
- CARPENTIER (Jean), (dir.), *50 ans de recherches aéronautique et spatiale*, ONERA, Châtillon, 1997, 144 p.
- CHAUMERON (Jacques) (dir.), *Chroniques d'un métier – 30 ans d'activités spatiales. De Thomson et Csf à Thomson-Csf et Alcatel Espace*, (ouv. coll.). Nanterre : Alcatel, 358 p.
- GORMAND (Claude), *L'industrie aéronautique et spatiale. Logique économique, logique de marché*, Paris, L'Harmattan, 1993.
- GOSSOT (Hubert), *Charles Cristofini, président de la SEREB*. La mémoire de Bordeaux, juin 1999.
- GOSSOT (Hubert), PEURON (Roger), *Le secteur balistique et spatial aquitain, naissance et développement (1959-1972)*, Cahier n°8, La mémoire de Bordeaux, Bordeaux., 2001. 206 p.
- JALABERT (Guy), *Les industries aéronautiques et spatiales en France*, thèse de doctorat de géographie, Privat, Toulouse, 1974
- JUNG (Philippe), "SNCASE Cannes Rockets of the 1950s", in H. MOULIN Et D. ELDER (ed.), *History of Rocketry and Astronautics*, AAS Series, vol. 16 (Proceedings of the 30th IAA History Symposium, 47th IAC, Beijing, China, 1996), Univelt, USA, 2003, p. 153-200.
- MEUSY (Edith), *Développement de l'industrie spatiale française depuis l'origine et suivi de son évolution*, mémoire CNES, 1991
- MOHR (Nicolas), *Le rôle du CNES dans la naissance de l'industrie spatiale française, 1961-1969*, mémoire de DEA, Institut d'études politiques de Paris, 2000.
- NABET (Guy), *Le développement du secteur spatial en Europe. – Les relations Etat-Industrie*, thèse de doctorat de sciences économiques, Université de Toulouse I, 1986.

5. L'Europe spatiale et Ariane

- L'espace un enjeu pour l'Europe*, (ouv. coll), coll. Enjeux internationaux, travaux et recherches de l'IFRI. Ed. Masson, 1988, 224 p.
- La France et l'Europe spatiale*, actes de la 3^{ème} rencontre de l'IFHE, 30-31 octobre 2003, Paris. IFHE Publications, Paris, 2004, 265 p.
- Les effets économiques induits des contrats de l'Agence spatiale européenne*, Bureau d'économie théorique et appliquée, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 1982.
- "Twenty Years of the ESA Convention", *Proceedings of an International Symposium*, Deutsches Museum, Munich, 4-6 September 1995, ESA SP-387, ESA Publications Division, ESTEC, Noordwijk, The Netherlands, 168 p.
- BELL (Robert), *Les péchés capitaux de la haute technologie*, coll. Science ouverte, Seuil, 1988, 346 p.
- CART-TANNEUR (Philippe), *L'aventure spatiale européenne*, Trame Way, 1990, 186p.
- CHABBERT (Bernard), *Les fils d'Ariane*, Paris, Plon, 1986, 248 p.
- CHADEAU (Emmanuel) (dir.), *L'ambition technologique : naissance d'Ariane* ; Actes du colloque organisé par l'Institut d'histoire de l'industrie, les 4 et 5 mai 1993, Rive droite/IDHI, Paris, 1995
- DUPAS (Alain), *Ariane et la navette*, Hachette, Paris, 1981, 150 p.
- GAUGE (Paul) (dir.), *Ariane 4, témoignages*, ouvrage collectif, Amispace, 2003.
- KRIGE (John), *Europe in space: the Auger years (1959-1967)*, HSR-8, May 1993, ESA Publications Division, The Netherlands.
- KRIGE (John), RUSSO Arturo), *Europe in Space. 1960-1973*, ESA Publications Division, The Netherlands, 1994
- KRIGE (John), "Building a third space power. Western European reactions to Sputnik at the dawn of the space age" in Roger Launius Et al, *Reconsidering Sputnik*, Harvard academic publishers, 1997
- KRIGE (John), RUSSO (Arturo), (with contribution of M. De MARIA et Lorenza SEBESTA), *A History of the European Space Agency (1958-1987)*, 2 vol, ESA Publications Division, SP 1235, Noordwijk, The Netherlands, 2000
- LACOSTE (Béatrice), *Europe: stepping stones to space*, Orbic, 1990, 112 p.
- SEBESTA (Lorenza), *The availability of European Launchers and Europe's Decision 'To go it alone'*, History Study Report n° 18, ESA Publications Division, Noordwijk, The Netherlands, 1996
- NADDEO-SOURIAU (Isabelle), *Ariane : le pari européen*, Hermès, paris, 1986, 227 p.
- SOUCHIER (Alain), BAUDRY (Patrick), *Ariane*, Flammarion, paris, 1986, 224 p.
- TASSIN (Jacques), *Vers l'Europe spatiale*, Denoël, Paris, 1970.
- THOMSON (Georges) L, *La politique spatiale de l'Europe*, thèse 3^{ème} cycle de droit public, dir. ALBERT C, Paris 1, E.H.E.S.S., 1975, (Université de Dijon, Institut de Relations Internationales, Documents de l'Institut de relations internationales de Dijon, 5-6, 1976)
- VILLAIN (Jacques), « Ariane, une histoire de coopération réussie », *conférence Académie nationale de l'air et de l'espace*, 1997.
- VILLAIN (Jacques), "Ariane : The Story of a Successful Cooperation" in H. MOULIN Et D. ELDER (ed.), *History of Rocketry and Astronautics*, AAS Series, vol. 16 (Proceedings of the 30th IAA History Symposium, 47th IAC, Beijing, China, 1996), Univelt, USA, 2003, pp. 67-80.

6. Relations internationales et coopérations bilatérales

- 20 ans de coopération spatiale franco-soviétique* ». Plaquette commémorative franco-russe, CNES, 1986.
- 40 Years of COSPAR*, ed. ESA Publications Division, BR-135, 1998, 190 p.
- L'industrie de l'espace*, Organisation de coopération et de développement économique (OCDE), OCDE, paris, 1985, 99p.
- URSS, l'ère cosmique à vingt ans*, éd Novosti, (trad. du Russe), Moscou, Paris, 1977, 31 p.

- U.S.-European collaboration in space*, European Science Foundation, National Research Council, ed. National Academy Press, Washington DC, USA, 1998, 162p.
- BLAMONT (Jacques), « Le Général de Gaulle et la coopération spatiale franco-soviétique ». *Conférence prononcée devant l'Institut Charles de Gaulle*, Paris, 13 décembre 2004.
- KOHLER (Pierre), GERMAIN (Jean-René), *Von Braun contre Korolev : duel pour la conquête de l'espace*, Paris, Plon, 1993, 227 p.
- GRIFFITH (Alison), *The National Aeronautics and Space Act*, ed. Public Affairs Press, Washington DC, USA, 1962, 120 p.
- HILL (C. N.), *A vertical Empire – A history of the U.K. Rocket and Space Programme (1950-1971)*, Imperial College Press, London, 2001, 254 p.
- LARDIER (Christian), *L'astronautique soviétique*, A. Colin, Paris, 1992, 322 p.
- LARDIER (Christian), « The Military Space Organization in Soviet Union (1946-1991) ». Communication présentée 34th IAA History Symposium, 51st IAC, Rio de Janeiro, Brazil, 2000.
- LARDIER (Christian), « Thirty Five Years of Cooperation between France and USSR (1966-2001) », communication présentée au 35th IAA History Symposium, 52nd IAC, Toulouse, 2001.
- LAUNIUS (Roger D.), *Frontiers of Space Exploration*, Greenwood Press Guide to Historic Events of the Twentieth Century, Westport, USA, 1998, 204 p.
- MASSEY (Harrie), ROBINS (Malcom), *History of British space science*, Cambridge University Press, London, 1986, 514p.
- MOULIN (Hervé) (ed), Shepherd Leslie R., *IAF : The First Fifty Years – The spirit of Astronautics*, ed. IAF, 2001, 192p.
- MOULIN (Hervé), « The French-US Space Research Cooperation in the Early 1960's », IAA History Symposium, 49th IAC Melbourne 1998, *Acta Astronautica*, vol.52/8. Elsevier, UK, 2003. p. 641-648
- MOULIN (Hervé), « Why the COSPAR was created ? », *conférence prononcée le 27 juillet 2004, séminaire COSPAR*, Paris.
- PASCO (Xavier), *Prise de décision et politique étrangère : le cas de la politique spatiale américaine*, thèse de doctorat de science politique, directrice Marie-France Toinet, Université Paris 1, 1994
- PASCO (Xavier), *La politique spatiale des Etats-Unis 1958-1995 : technologie, intérêt national et débat public*, Paris, L'Harmattan, 1997, 300 p.
- REBROV (M.), KOZYREV (V.), DENISENKO (V.), *URSS-France, exploration de l'espace*, édition du progrès, Moscou, 1983.
- SOURBES-VERGER (Isabelle), « Le secteur spatial russe », *Courrier des pays de l'Est*, Paris, La documentation française, n° 414, novembre 1996
- TROCHON (Jean-Marc), *La politique spatiale des Etats-Unis, 1945-1975*, thèse de doctorat, Université Paris I, sous la direction du prof. André Kaspi, 1994.
- VAÏSSE (Maurice), *La grandeur: politique étrangère du général de Gaulle, 1958-1969*, Paris Fayard, col. « Pour une histoire du XXe siècle », 1998, 726 p.

7. Aspects économiques et juridiques

- Faut-il créer une organisation mondiale de l'espace ?* Ouvrage publié avec le concours de l'Association française pour les Nations Unies et du Centre Droit et Défense de Paris V. La Documentation française, 1992, 168 p.
- BACH (L.), « L'évaluation des effets économiques des programmes spatiaux : fondements des méthodologies et perspectives dynamiques », *thèse de sciences économiques*, université de Strasbourg 1, 1992
- CHAUMONT (Charles), *Le Droit de l'espace*, coll. Que sais-je ?, éd PUF, Paris, 1960, 128p.
- DOYLE (Stephen E.), *Origins of the International Space Law and the International Institute of Space Law of the International Astronautical Federation*, éd Univelt, 2002, 136p.
- MARTIN (Pierre-Marie), *Le Droit de l'espace*, coll. Que sais-je ? PUF, Paris, 1991, 128p.
- PEPIN (Eugène), *International Institute of Space Law of the International Astronautical Society – A brief history*, AIAA, 1992, 116 p.

REDON (David), « La base spatiale de Kourou et la Guyane (1962-années 90) – intégration économique et changement social », *Mémoire de DEA*, Université de Toulouse II-Le Mirail, UFR Histoire, sous la direction du prof. Michel Bertrand, septembre 2003.

8. Stratégie et espace militaire

« L'aventure de la bombe – De Gaulle et la dissuasion nucléaire (1958-1969) », *Actes du colloque* organisé par l'Institut Charles de Gaulle et l'Université de Franche-Comté en septembre 1984. Paris : Plon, 1985, 380 p.

BELTRAN (Alain), SOUTOU (Georges-Henri) (dir.), *Pierre Guillaumat, La passion des grands projets*, Paris, Rive droite, 1995, 228 p.

BENDJEBBAR (André), *Histoire secrète de la bombe atomique française*, Paris, Le Cherche Midi, 2000, 400 p.

BLOCH-MORANGE (Jacques), *La stratégie des fusées*, coll. Les documents de tribune libre, Paris, Plon, 1958, 190 p, 5 cartes.

BOUCHERON (Jean-Michel), « Des espions au service de la paix ? », *Rapport sur le renseignement par l'image*, Assemblée nationale, Paris, Journaux officiels, n°3219, 2001, 106 p.

BRET (Patrice), *L'Etat, l'armée, la science – l'invention de la recherche publique en France (1763-1830)*, Paris, Presses universitaires de Rennes (PUR), 2002, 484 p.

CHANTEBOUT (Bernard), *L'organisation générale de la Défense nationale en France depuis la fin de la Seconde guerre mondiale*, Paris, LGDJ, 1967, 500 p.

CLERC (Jean-Pierre), IORCETTE (Paul), *Le duel USA-URSS dans l'espace*, coll. Enjeux et stratégies, Paris, Autrement, 1986, 110 p.

COHENDET (P.), LEBEAU (André), *Choix stratégiques et grands programmes civils*, Paris, Economica, 1987.

DAHAN (Amy) & PESTRE (Dominique) (dir.) *Les sciences pour la guerre (1940-1960)*, ouv. coll. (dir.), Ecole des hautes études en sciences sociales, 2004, 402 p.

LELLOUCHE (Pierre) (dir.), « La guerre des satellites : enjeux pour la communauté internationale ». *Rapport de l'Institut français des relations internationales (IFRI)*, 1987, 104 p.

PAECHT (Arthur), « Une nouvelle donne pour l'Espace militaire ». *Rapport sur le financement de la politique spatiale militaire*, Assemblée nationale, Journaux Officiels, n°1892, 1995, 90 p.

PALEWSKI (Gaston), *Mémoires d'action (1924-1974)*. Paris : Plon, 1988, 315 p.

SALOMON (Jean-Jacques), *Le scientifique et le guerrier*, coll. Débats, Belin, 2001, 160 p.

SEBESTA (Lorenza), « La science, instrument politique de sécurité nationale? L'espace, la France et l'Europe, 1957-1962 », in *Revue d'histoire diplomatique*, n°106, 1992, p.313-341

SOURBES-VERGER (Isabelle) (coord.), « L'espace, enjeux politiques », in *Hermès*, n° 34, Paris, CNRS, 2002,

THELERI (Marc), *Initiation à la force de frappe française, 1945-2010*, ed. Stock, 1997, 386 p.

VILLAIN (Jacques), 1946-1958, l'émergence française des missiles tactiques, *conférence*, CEHD, le 30 septembre 1997.

VILLAIN (Jacques), *La force de dissuasion française – genèse et évolution*, coll. Docavia, vol 26, Larivière, 1987.

Abréviations et acronymes

AGARD	Advisory Group for Aeronautical Research and Development
AGI	Année Géophysique Internationale
APX	Atelier de Puteaux / Arsenal
ARAKS	ARtificial Aurora between Kerguelen and Sogra
ARCADE	ARC Auroral Density
ATEF	Association technique pour l'étude des fusées
ATS	Atelier de construction de Tarbes
BIF	Bureau Ionosphérique français
BRGM	Bureau des Recherches Géologiques et Minières
CACTUS	Capteur Accélérométrique Capacitif Triaxial Ultra-Sensible
CAEPE	Centre d'achèvement et d'essais des propulseurs et des engins
CASDN	Comité d'action scientifique de défense nationale
CCSDN	Comité de coordination scientifique de Défense nationale
CCRSDN	Comité de coordination de recherches scientifiques de défense nationale
CCRST	Comité consultatif de la recherche scientifique et technique
CCSDN	Comité de coordination scientifique de défense nationale
CEA	Commissariat à l'énergie atomique
CEBA	Centre d'études biologiques aéronautiques
CECLES/ ELDO	Centre européen pour la construction de lanceurs d'engins spatiaux / European Launcher Development Organisation
CEL	Centre d'essais des Landes, Biscarosse
CEM	Centre d'essais de Méditerranée (ex CERES), Ile du levant
CEPA	Centre d'études des projectiles autopropulsés
CEPT	Conférence européenne des postes et télécommunications
CERES	Centre d'essais et de recherches d'engins spéciaux
CERGA	Centre d'Etudes et de Recherches Géodynamiques et Astronomiques
CERMA	Centre d'études et de recherches de médecine aéronautique
CERS/ESRO	Centre européen pour la recherche spatiale / European Space Research Organisation
CESR	Centré d'Etudes Spatiale des Rayonnements
CETS	Conférence européenne des télécommunications spatiales
CEV	Centre d'essais en vol, Brétigny
CIEES	Centre interarmées d'essais d'engins spéciaux, Colomb Béchar/Hammaguir
CIFAS	Consortium industriel franco-allemand pour le satellite Symphonie
CIUS	Conseil international des Unions scientifiques
CLS/Argos	Collecte-Localisation-Satellites/Argos
CNES	Centre national d'études spatiales

C.N.E.T	Centre national d'études des télécommunications
CNEXO	Centre national pour l'exploitation des océans
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
COMSAT	Communication Satellites Corporation, USA
COPERS	Commission préparatoire européenne de recherches spatiales
COSPAR	Comité mondial de recherches spatiales
COSPAS/SARSAT	Programme international d'aide au sauvetage
CRS	Comité de recherches spatiales
CSAGI	Comité spécial pour l'AGI
CSB	Centre spatial de Brétigny-sur-Orge
CSE	Conférence spatiale européenne
CSE	Centre spatial d'Evry
CSG	Centre Spatial Guyanais, Kourou
CSRSPT	Conseil supérieur de la recherche scientifique et du progrès technique
CST	Centre spatial de Toulouse
COPUOS	Committee of Peaceful Use of Outer Space
DATAR	Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale
DCCAN	Direction centrale des constructions aéronautiques navales
DEFA	Direction des études et fabrications d'armement
DESPA	Département de recherches spatiales de l'Observatoire de Paris-Meudon
DGA	Direction générale pour l'armement
DGRST	Délégué général à la recherche scientifique et technique
DMA	Délégation Ministérielle pour l'Armement
DRME	Direction des recherches et moyens d'essais
DTEn	Direction technique des engins
DTIA	Direction technique Industrielle Aéronautique
EBB	Etudes balistiques de base
ECS	European communication satellite
EMD	Electronique Marcel Dassault
ESA	Agence spatiale européenne
ESTEC	Centre européen de recherche et technologie spatiales
Eumetsat	Organisation européenne pour l'exploitation de satellites météorologiques
Eutelsat	Organisation européenne de télécommunication par satellites
FORSDN	Fonds d'orientation de la recherche scientifique de la Défense nationale
GARP	Global Atmospheric Research Program
GEERS	Groupe d'études européennes pour la recherche spatiale
GIFAS	Groupement des industries françaises aéronautique et spatiales
GOPA	Groupement opérationnel des projectiles autpropulsés
GRGS	Groupe de recherches de géodésie spatiale

GRI	Groupe de recherches ionosphériques
GTDA	Groupement pour le développement de l'é télédétection spatiale
IAF	International Astronautical Federation
Inmarsat	Organisation internationale de télécommunications maritimes par satellites
Intelsat	Organisation internationale de télécommunications par satellites
Intespace	Ingénierie et test en environnement spatial
IPG	Institut de physique du Globe
ISRO	Indian space research organisation
LAMAS	Laboratoire de médecine aérospatiale
LAS	Laboratoire d'astronomie spatiale
LPA	Laboratoire de Physique de l'Atmosphère
LRBA	Laboratoire de recherches balistiques et aérodynamiques
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
OAD	Orbital Astronomical Observatory
OGO	Orbital Geophysical Observatory
OMM	Organisation mondiale de la météorologie
ONERA	Office national d'études et de recherches aérospatiales
ONU	Organisation des Nations Unies
ORTF	Office de radiodiffusion et de télévision française
OSO	Orbital Solar Observatory
OTAN	Organisation du Traité de l'Atlantique Nord
OTS	Orbital Test Satellite
SAFT	Société d'accumulateurs fixes de traction
SAGEM	Société d'applications générales d'électricité et de mécanique
SAT	Société anonyme de télécommunications
SEP	Société européenne de propulsion
SEREB	Société pour l'étude et la réalisation d'engins balistiques
SETIS	Société pour l'étude et l'intégration de systèmes spatiaux
SFENA	Société française d'équipements pour la navigation aérienne
SGAC	Secrétariat général à l'aviation civile
SGDN	Secrétariat général de défense nationale
SIGNE	Solar Interplanetary Gamma Neutrons Experiment
SNIAS	Société nationale industrielle Aérospatiale
SPIM	Service de prévision ionosphérique et météorologique
SRET	Satellite de recherches et d'études technologiques
STAé	Service technique de l'Aéronautique
TIROS	Television and Infrared Observation Satellite
UIT	Union internationale des télécommunications

