

# ARIANE LA FRANCE ET L'EUROPE

## UNE LONGUE HISTOIRE



*Essai au banc au Centre Spatial Guyanais de Kourou du premier prototype des accélérateurs à poudre d'Ariane 5 en février 1993 (Photo CNES).*

*Jacques Villain est Chef du Département Information et Stratégie à la Société Européenne de Propulsion (SEP). Il est aussi Président de la commission Histoire de l'Association Aéronautique et Astronautique de France (AAAF).*

*Avant son entrée à la SEP, en 1983, J. Villain a occupé diverses fonctions au Laboratoire de Recherches Balistiques et Aérodynamiques (LRBA) de Vernon et à la Direction des Missiles et de l'Espace (DME) de la Délégation Générale pour l'Armement.*

*Il est l'auteur de nombreux ouvrages et articles dans les domaines de la Défense, de l'Espace et aussi du management de l'information stratégique dans l'entreprise ; parmi lesquels : La Force de Dissuasion française (Larivière 1987), L'Atlas de l'Espace (Encyclopedia Universalis 1987), L'Entreprise aux aguets (Masson 1990), L'Aventure millénaire des Fusées (Presses de la Cité 1993).*

Le 15 février dernier, une nouvelle étape technologique d'importance était franchie dans l'accomplissement du programme Ariane, le lanceur spatial de l'Europe. C'est en effet au Centre Spatial Guyanais de Kourou qu'eut lieu le premier tir au banc de l'un des prototypes des accélérateurs à poudre du futur lanceur Ariane 5 qui devrait être mis en service à la fin 1995. Ainsi, pour la première fois, en Europe, un propulseur à propergol solide aussi gros était réalisé et essayé. Alors que ceux conçus précédemment ne contenaient guère plus de 22 tonnes de poudre, celui-ci, haut de 30 mètres et d'un diamètre de 3 mètres, en était pourvu de 237 tonnes. La poussée délivrée lors de l'essai fut de 540 tonnes, c'est-à-dire autant que celle d'une Ariane 44 L, la plus puissante des versions actuelles d'Ariane.

Deux de ces accélérateurs équiperont la future Ariane 5 dont le corps central bénéficiera de la poussée supplémentaire de 105 tonnes du moteur Vulcain à hydrogène-oxygène liquides. C'est donc au total une poussée de l'ordre de 1 200 tonnes qui sera disponible pour mettre en orbite de transfert géostationnaire une masse de satellites de 6 800 kg permettant un gain de l'ordre de 2 400 kg par rapport à Ariane 44 L. C'est aussi une charge utile de 22 tonnes qui pourra être mise en orbite terrestre basse.

#### Ariane, un succès technique et commercial

Ce récent succès s'inscrit en fait dans la continuité de ceux enregistrés depuis 1979 avec les quatre premières versions d'Ariane. Depuis cette date, Ariane a mis en orbite 82 satellites. 55 vols ont été effectués avec seulement 5 échecs. C'est donc un taux de réussite de 91 % qui a été obtenu, plaçant le lanceur européen devant ses concurrentes américaine Atlas et chinoise Longue Marche. Aujourd'hui, Ariane détient 50 % du marché des lancements de satellites commerciaux.

En fait, cette magnifique réussite que l'Europe vit depuis 14 ans trouve ses origines dans l'étroite coopération établie entre les divers états et sociétés qui y sont impliqués, mais aussi dans le rôle important qu'y joue la France. Le programme Ariane est aussi l'aboutissement d'une longue



*C'est le 15 mars 1945 qu'eut lieu à Saint-Mandrier le premier vol d'une fusée française à propulsion à liquides, la EA 1941, mise au point par le Colonel J.J. Barré (Collection J. Villain).*

épopée scientifique et technique commencée en France et en Europe au début de ce siècle.

#### Deux pionniers pour un grand dessein : les voyages interplanétaires

Deux personnages ont marqué les débuts de l'Astronautique française. L'un en jeta les bases théoriques dès

1912, puis en 1927 et en 1930. Il s'agit de Robert Esnault-Pelterie qui, en outre, de 1934 à 1937 fit fonctionner au banc, à Satory, les premiers moteurs-fusées français à liquides. Il obtint des poussées de 300 kgf pendant 100 secondes et des impulsions spécifiques de 230 secondes, performances remarquables pour l'époque.

Le second est Jean-Jacques Barré qui fut le premier en France à faire voler une fusée à propulsion à liquides. Ayant collaboré avec Esnault-Pelterie de 1927 à 1932, Jean-Jacques Barré construisit et essaya au banc, dans la clandestinité, en 1941, au camp du Larzac et, en 1942, à Lyon, une fusée qu'il appela EA 1941. Il lui fallut cependant attendre le 15 mars 1945 et la libération de la Provence pour pouvoir effectuer un premier tir en vol.

#### Véronique : la première d'une prodigieuse lignée

1945 est l'année où la France découvre l'avance prise par l'Allemagne dans le domaine des fusées. En 1946-47, des ingénieurs allemands venant de Peenemünde arrivent alors à Vernon au Laboratoire de Recherches Balistiques et Aérodynamiques (le LRBA) et constituent avec les ingénieurs français les premières

équipes chargées de concevoir et de réaliser des fusées. Pour l'heure, on songe à des missiles balistiques dans la droite ligne des V2 mais ces projets sont rapidement abandonnés pour faire place, le 15 mars 1949, à une étude de fusée-sonde qui prendra le nom de Véronique.

A cette époque, les scientifiques commençaient à s'intéresser à l'étude de la haute atmosphère et, en France, celle-ci fut parrainée par le Comité d'Action Scientifique de la Défense Nationale. C'est dans ce contexte que la réalisation de Véronique fut décidée par la Direction des Études et Fabrications d'Armement qui la confia au LRBA. En fait, cette fusée-sonde visait deux objectifs :

- d'abord contribuer à l'étude du fonctionnement en vol d'un moteur-fusée ;
- et servir à l'exploration de l'atmosphère jusqu'à une altitude de 65 km en emportant une masse

d'équipements scientifiques fixée à 65 kg.

C'est avec ces spécifications que la première version des Véronique, appelée Véronique N, fut développée. Elle devait se présenter sous la forme d'une fusée de 55 cm de diamètre et 6,50 m de longueur ayant une masse de 1 100 kg au décollage. Pour la propulsion, le LRBA s'orienta vers la réalisation d'un moteur-fusée délivrant une poussée de 4 tonnes pendant 32 secondes et fonctionnant à l'acide nitrique et au kérosène.

Compte tenu du savoir-faire français, à l'époque limité, tout ou presque était à inventer, l'architecture générale de l'engin, la propulsion et le guidage.

En fait, Véronique ne devait avoir aucun système de guidage mais pour éviter toute déstabilisation due au vent en phase de décollage donc à faible vitesse, la solution originale d'un guidage initial par câble fut

Première maquette de la fusée-sonde Véronique N au LRBA vers 1949-1950 (Photo SEP).



trouvée. Afin de tester la viabilité de ce dispositif, on réalisa un véhicule d'essai à propulsion solide. Ce véhicule fut appelé Véronique P 2 et effectua un **premier vol au LRBA en avril 1951** avec succès. Avec Véronique P 6, lancée depuis le champ de tir du Cardonnet dans le Sud de la France, on compléta, à partir de janvier 1952, la connaissance du système de guidage.

Parallèlement à Véronique P 6, on

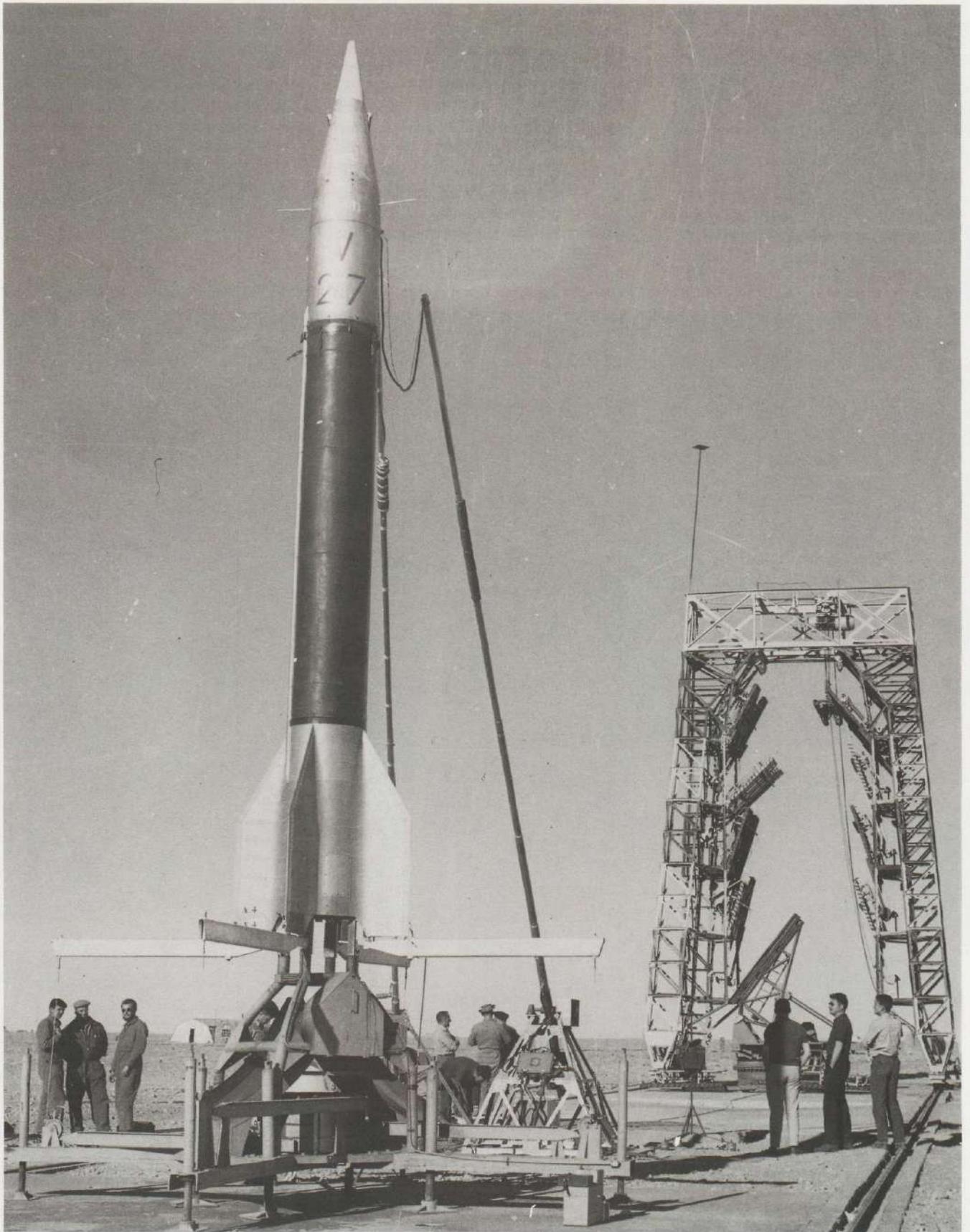
réalisa Véronique R dans le but de démontrer la compatibilité du système de guidage avec la loi de poussée d'un propulseur à liquides. Huit Véronique R furent lancées, **deux** en juillet 1950 au camp de Suippes dans l'Est de la France, **trois** en octobre 1951, à partir du même champ de tir et **trois autres** au camp du Cardonnet, en janvier 1952.

L'ensemble de ces vols satisfaisants permit alors de réaliser la Véronique

N. Du 20 mai 1952 au 21 avril 1953, onze exemplaires de cette version furent lancés d'Hamaguir, tout nouveau champ de tir situé dans le Sahara, près de Colomb-Béchar. Mais pour l'heure, la consternation était de mise : sur les onze tirs, seulement deux avaient été des succès. Un phénomène jusqu'alors inconnu en France était à l'origine de six échecs : l'instabilité de combustion à basse fréquence.

*Préparatifs de tir de la fusée Éole (EA 1951) à Hamaguir au Sahara en novembre 1952 (Collection J. Villain).*





*Préparatifs de lancements d'une Véronique AGI le 13 février 1961 à Hammaguir au Sabara (Photo SEP).*

On constata aussi à cette époque que l'altitude maximale de 70 km visée était insuffisante pour faire des sondages intéressants. Avec une nouvelle version dénommée Véronique NA, on visa donc 135 km. Quatre de ces fusées-sondes furent tirées en 1954 avec un taux de succès de 50 %. L'apprentissage du métier n'était donc pas sans difficultés, mais les principales étaient en voie d'être surmontées.

Mais, avant de poursuivre l'aventure des Véronique, je voudrais m'arrêter une nouvelle fois sur les travaux de Jean-Jacques Barré.

Parallèlement au déroulement du programme Véronique, Jean-Jacques Barré poursuivit ses propres travaux concernant la propulsion et les fusées. Après la fusée EA 1941 qu'il essaya une dernière fois au point fixe en 1946 au Mont-Valérien, il se lança dans la réalisation d'un engin à oxygène liquide et essence qu'il baptisa Éole 1946. Un premier essai eut lieu, le 4 février 1949, au Point Fixe n° 1 du LRBA qui venait juste d'être achevé. Des essais en vol auront lieu les 22 et 24 novembre 1952 à Hammaguir avec une autre version dénommée Éole 1951. Cet engin d'une masse de 3 tonnes et équipé d'un moteur de 10 tonnes de poussée à oxygène liquide et alcool subira deux échecs en vol consécutifs. Ce qui mettra un terme aux travaux de Barré et repoussera de plus de dix ans l'utilisation de moteurs à oxygène liquide. La voie de l'acide nitrique retenue pour Véronique semblant alors plus prometteuse, à l'époque, quant à une utilisation dans les conditions d'Hammaguir.

La Communauté Spatiale Internationale décida de faire de l'année 1958 l'année géophysique internationale. A cette occasion, on engagea la réalisation d'une nouvelle version de Véronique qui, pour la circonstance, fut appelée Véronique AGI et à laquelle fut confiée la mission d'emporter la même masse de 65 kg à l'altitude de 210 km.

Des modifications importantes furent réalisées surtout au niveau du moteur et de son refroidissement. On remplaça le kérosène par de l'essence de térébenthine, ce qui eut pour effets de diminuer la sensibilité aux instabilités de combustion et



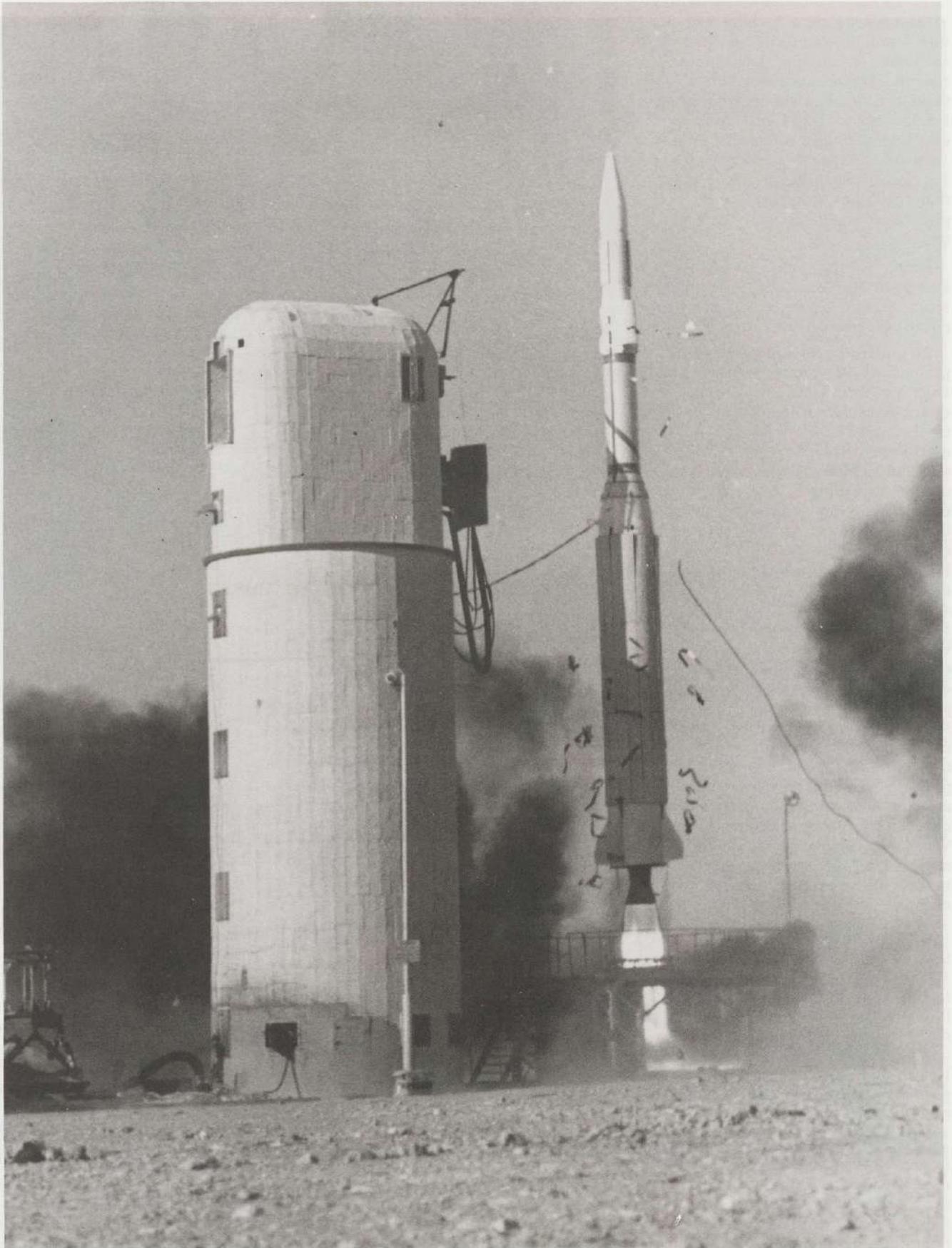
Préparatifs de lancement à Hammaguir d'une Véronique 61 M en 1966 (Photo ECA).

d'augmenter de 5 % l'impulsion spécifique. Avec Véronique AGI, un taux de succès de 81,5 % fut atteint sur 48 lancements intervenus à Hammaguir et Kourou de 1959 à 1969. Une Véronique AGI fut, en effet, la première fusée lancée du tout nouveau Centre Spatial Guyanais de Kourou le 9 avril 1968. Ce fut aussi avec une Véronique AGI que le 22 février 1961, le rat Hector effectua un vol de plus de 8 minutes culminant à 110 km et constituant ainsi la première expé-

rience française d'envoi d'un animal dans l'espace.

Les excellents résultats obtenus avec Véronique AGI incitèrent bien évidemment les scientifiques et les ingénieurs à réaliser une nouvelle version plus puissante et capable d'emporter une charge plus lourde à une altitude plus élevée.

Ce fut l'avènement de Véronique 61. Le poids au décollage passait de 1 340 kg à 1 930 kg, la poussée du moteur de 4 à 6 tonnes, la durée de



26 novembre 1965 à Hammaguir. Mise en orbite du premier satellite français Asterix A 1 avec le lanceur Diamant A (Photo ECA).

combustion de 49 à 54 secondes et l'altitude maximale de 210 à 315 km.

1961 fut une année déterminante pour l'espace français. Conscient du développement à venir des activités spatiales, le gouvernement décida, le 19 décembre 1961, de créer le Centre National d'Études Spatiales, le CNES, cette création devenant effective le 1<sup>er</sup> mars 1962. Sa mission étant alors d'orienter et de développer les recherches nécessaires à la mise en œuvre de moyens spatiaux.

L'année 1962, première année de fonctionnement du CNES, fut une année riche de décisions. Dès le 29 mars, la France signait notamment avec 6 autres états européens une convention créant le CECLES/ELDO pour la construction de lanceurs lourds.

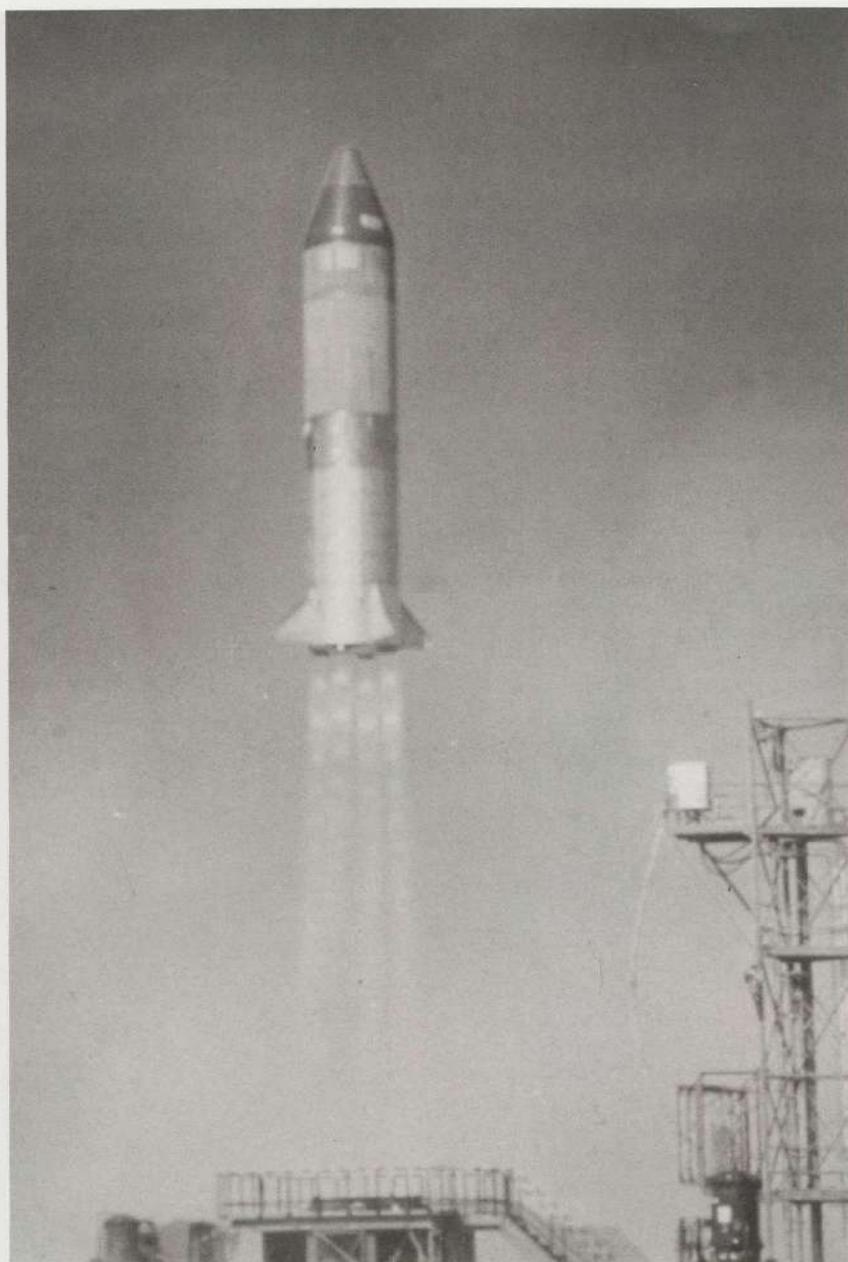
#### Une panoplie impressionnante de fusées-sondes

En 1962, le CNES passait aussi commande au LRBA de dix fusées-sondes Vesta, extrapolation de Véronique et équipée d'un moteur de 16 tonnes de poussée. C'est l'époque où la France peut s'enorgueillir de posséder une panoplie étendue de fusées-sondes, tant à propulsion à liquides que solide pouvant être lancées à des altitudes variant entre 200 et 2 000 km. Hormis les fusées-sondes du LRBA, on peut noter les véhicules **Bélier**, **Centaure**, **Dragon**, **Dauphin** et **Éridan** à propulsion à poudre de Sud-Aviation, les fusées **Tacite** et **Titus** de l'ONERA et **Rubis** de la SEREB (Société pour l'Étude et la Réalisation d'Engins Balistiques). On trouve également les *fusées météorologiques Aurore* de la SNECMA, *Lex* à propulsion hybride de l'ONERA et *Emma* de Matra.

#### Missiles et lanceurs

Avec les succès spatiaux des Américains et des Soviétiques s'est posé, dès 1960-61, le problème de l'accession de la France au rang de puissance spatiale. Ceci impliquait la mise en orbite d'un satellite et donc de pouvoir disposer de façon nationale d'un lanceur qui en tout état de cause devait être plus puissant que les fusées-sondes jusqu'alors réalisées.

Parallèlement à l'espace civil, se déroulaient depuis 1959 des études



Décollage de Cora, véhicule d'essai de Coralie, 2<sup>e</sup> étage du lanceur Europa, à Hammaguir en 1966.

pour la conception et la réalisation de missiles balistiques. La France qui, là aussi, avait tout à concevoir, se lança dans un programme d'**études balistiques de base**, destiné à acquérir les technologies de guidage, de propulsion et autres nécessaires à la mise sur pied d'une **force de dissuasion**. Comme auparavant aux États-Unis et en Union soviétique, il était démontré qu'un missile balistique pouvait être transformé en lanceur spatial. Ainsi, le 23 décembre 1960, la

SEREB adressait à la Délégation Ministérielle pour l'Armement le rapport suivant :

*« Il ressort qu'il est possible de réaliser au prix d'un supplément modeste aux travaux engagés pour les véhicules expérimentaux SSBS (Sol-Sol Balistique Stratégique), un engin porte-satellite permettant de placer dans des conditions de précision convenables une masse de 50 kg sur une orbite autour de la Terre*

de périgée 300 km. Il est en outre possible d'en déduire deux versions plus évoluées capables, la première d'un satellite de 80 kg, la seconde d'un satellite de 100 kg... Le programme de développement envisagé à l'heure actuelle permet de prévoir l'achèvement de la première version au milieu de l'année 1964, la seconde version devant être prête au milieu de l'année 1965 et la troisième version au début de 1968. »

Le 18 décembre 1961, le Comité de Recherches Spatiales qui avait été créé le 7 janvier 1959 décidait donc la réalisation d'un lanceur national qui prit le nom de **Diamant**.

Dans ce but, un accord fut conclu, le 9 mai 1962, entre la Délégation Ministérielle pour l'Armement et le CNES : ce dernier apportait une contribution financière répartie sur quatre années et la DMA par son Département Engins, s'engageait à développer et mettre au point le lanceur, l'aboutissement du programme étant constitué par quatre tirs expérimentaux. Le 11 mai 1962, la SEREB était désignée comme maîtresse d'œuvre de ce programme.

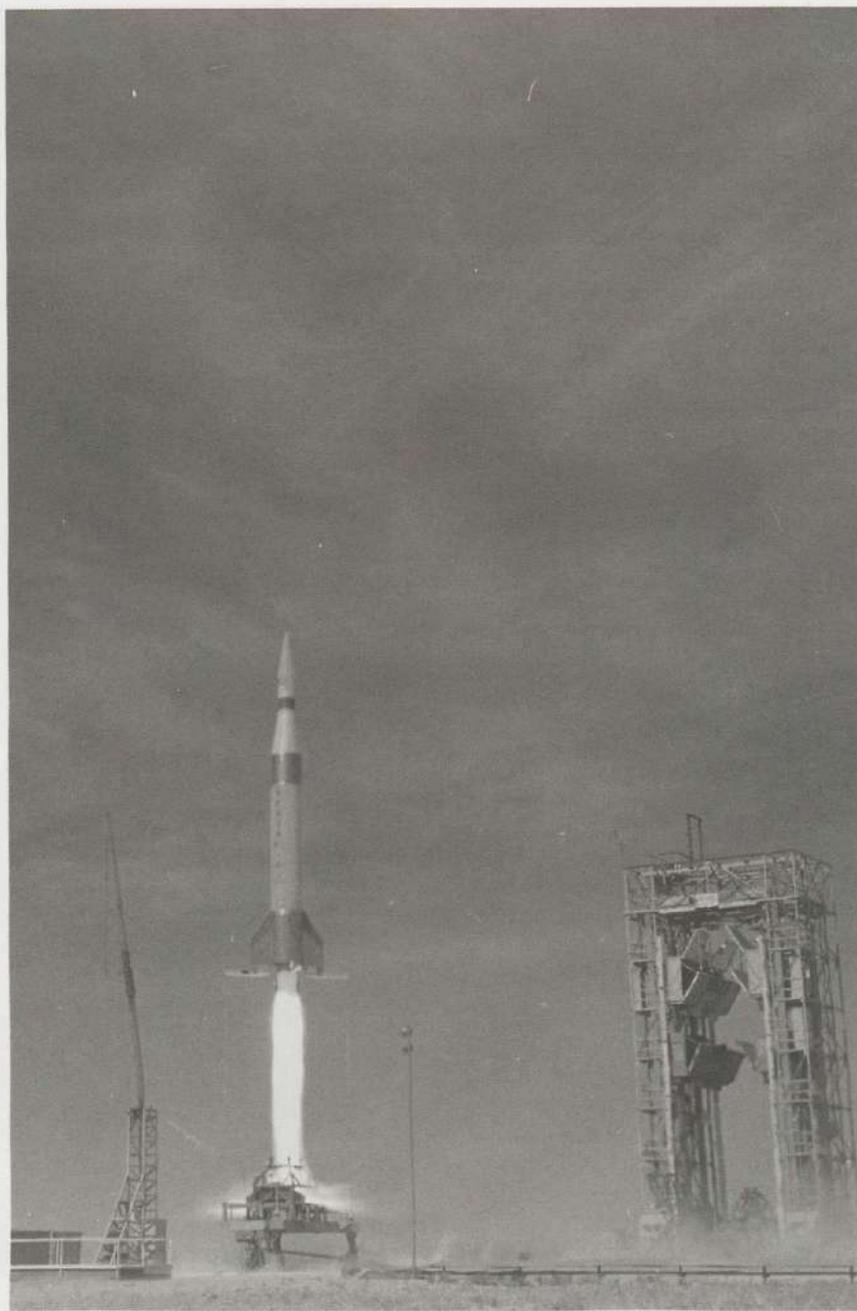
Diamant A devait donc être un lanceur à trois étages, le bi-étage inférieur étant constitué par le Véhicule Expérimental 231 **Saphir**, lui-même constitué d'un premier étage dont le moteur Vexin de 28 tonnes de poussée à acide nitrique et essence de térébenthine avait été conçu par le LBRA dans la lignée des moteurs de Véronique alors que le second étage Topaze était à poudre.

Pour réaliser Diamant, il fut décidé de doter Saphir d'un troisième étage à hautes performances. Le choix se porta alors sur un propulseur à poudre et à fibre de verre bobiné, technique avancée pour l'époque. Sa mise au point ayant été faite dans le cadre du programme VE 210 Rubis.

De 1961 à 1965, l'ensemble des véhicules du programme dit des Pierres précieuses a subi 34 essais en vol, enregistrant 27 succès, soit un taux de réussite de 80 %.

### La troisième nation spatiale

Enfin le jour tant attendu arriva le 26 novembre 1965 à 15 h 47 : le premier lanceur français Diamant A décollait de la base Brigitte à Ham-



Lancement de la fusée-sonde Vesta à Hammaguir en 1967 (Photo ECPA).

maguir et quelques minutes plus tard, le premier satellite français A 1 Asterix de 42 kg était mis sur une orbite de 527 km de périgée et de 1 768 km d'apogée, inclinée à 34,2°. Ce succès fut par la suite suivi de trois autres en 1966 et 1967.

Mais déjà une page devait être tournée. L'indépendance de l'Algérie intervenue avec les Accords d'Évian en 1962 contraignit la France à fermer

le champ de tir d'Hammaguir le 1<sup>er</sup> juillet 1967.

Un champ de tir mourait mais un autre était né à Kourou en Guyane, le 16 avril 1964. C'est du Centre Spatial Guyanais que décolla le premier Diamant B, le 10 mars 1970, et le premier Diamant BP 4, le 6 février 1975.

Avec les trois versions de Diamant, dix succès sur douze lancements



*Lancement de Diamant B à Kourou en 1970 (Photo Aérospatiale).*



*Préparatifs liés au lancement d'Ariane 1 à Kourou en 1979.*

avaient été obtenus alors qu'au même stade d'avancement, les Américains avaient eu 50 % d'échecs. Cette magnifique réussite était due à plusieurs facteurs. Tout d'abord la qualité des équipes industrielles et étatiques, leur enthousiasme mais aussi l'apport du programme balistique et la volonté de concevoir un lanceur simple, presque rustique. Malgré toute la satisfaction obtenue avec le programme Diamant, sa faible capacité ne lui permettait que de couvrir le seul besoin des petits satellites scientifiques alors que la demande était de plus en plus celle des satellites d'application. L'avenir était aux lanceurs lourds. Le 14

octobre 1974, alors que le programme Ariane venait d'être lancé depuis quelques mois, le Conseil Restreint sur l'Espace décidait l'abandon du programme Diamant. C'était la fin d'une grande épopée, celle des pionniers. Une page d'histoire se refermait.

La relève de Diamant avait en effet été déjà préparée depuis quelques années. Le LRBA travaillait sur un moteur de 60 tonnes de poussée à turbopompes appelé Viking et la SEPR (Société d'Étude de la Propulsion par Réaction, qui donnera naissance en 1969 à la Société Européenne de Propulsion) était financée par la DMA depuis 1962 pour la mise

au point d'un moteur à hydrogène, le HM 4, qui permettra la réalisation du HM 7, le moteur actuel du troisième étage d'Ariane. En juillet 1967, le HM 4 était mis à feu au banc d'essai : la France devenait le troisième pays après les États-Unis et l'Union soviétique à avoir conçu et fait fonctionner un moteur à hydrogène.

### L'Europe des lanceurs

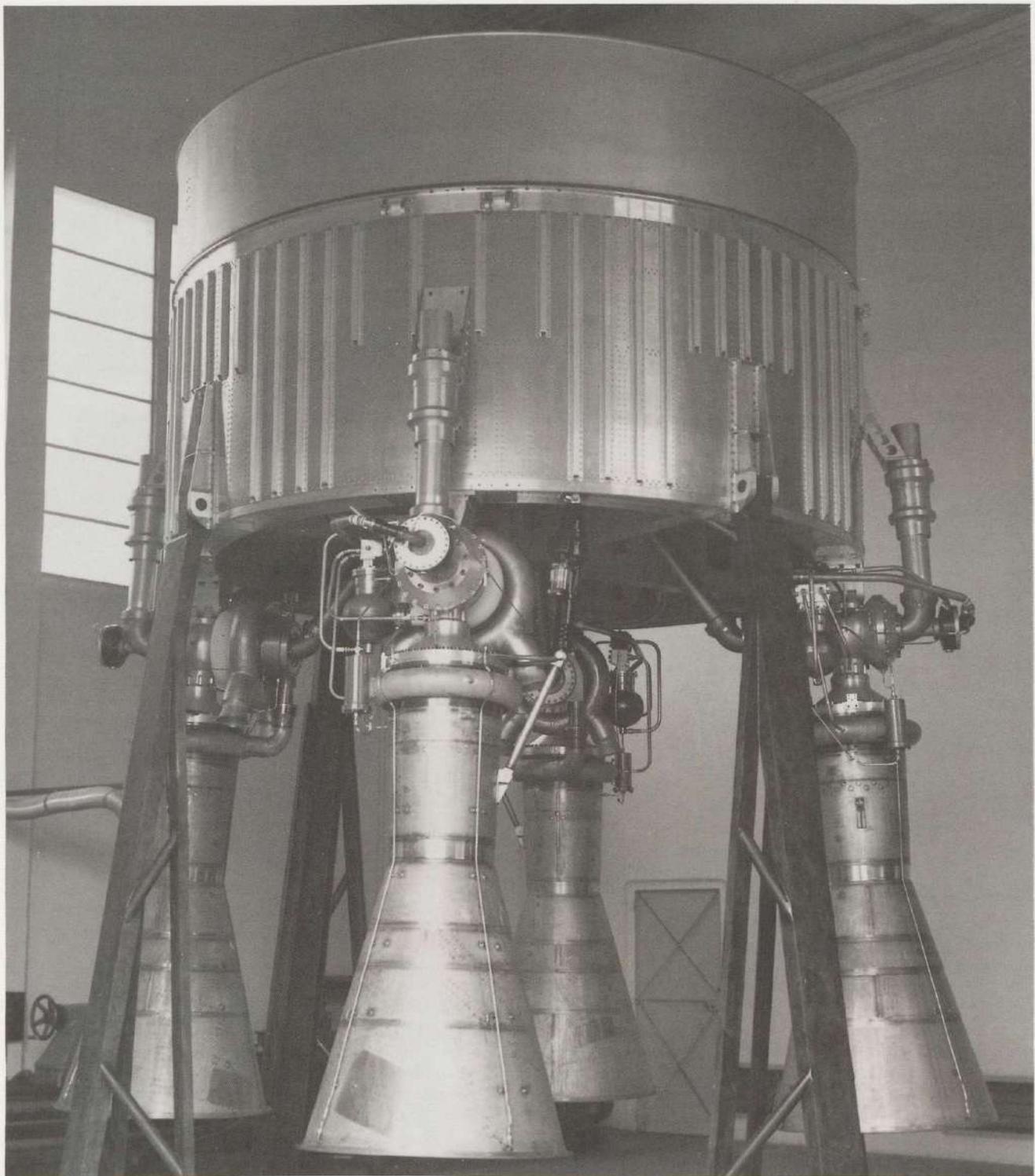
Si l'espace français fut à ses débuts à finalité nationale, il s'engagea aussi largement et très tôt dans une coopération internationale. Divers accords furent signés avec plusieurs pays, États-Unis, Union soviétique notamment ; mais incontestablement, c'est la coopération européenne qui, à partir du milieu de la décennie 1960, occupera la place la plus importante avec la réalisation des lanceurs lourds Europe I et II. Pour ceux-ci, la France aura la responsabilité de la réalisation du 2<sup>e</sup> étage Coralie. Je ne rappellerai pas ici les difficultés que rencontreront les différentes versions d'Europa et qui ne prendront fin qu'avec la création de l'Agence Spatiale Européenne et l'avènement du programme Ariane.

S'il fallait tirer une conclusion concernant cette période allant de Véronique à Diamant, je dirais qu'elle fut marquée tout d'abord par la perspicacité des gouvernants de l'époque qui, en prenant les décisions qu'il fallait prendre, ont donné très tôt à la France la possibilité de se hisser juste derrière les grandes puissances spatiales que sont l'Union soviétique et les États-Unis. Cette période fut aussi celle d'un immense enthousiasme inhérent à l'accomplissement des nouveaux et grands projets et au cours de laquelle les bases technologiques ont pu être établies et où l'industrie spatiale française a su acquérir sa notoriété.

C'est indéniablement grâce à l'ensemble des acquis de cette période que le programme Ariane a pu, par la suite, être conduit avec le succès qu'on connaît et que la France peut occuper une place de choix dans l'Europe spatiale d'aujourd'hui.

### Ariane ou le réveil de l'Europe

Au début des années 1970, il apparut que les besoins de l'Europe



*Bâti moteur du premier étage du LIIS. On distingue les quatre moteurs Viking de 70 tonnes de poussée chacun. (Photo SEP).*

en matière de lancements de satellites d'application (télécommunications, météorologie, navigation notamment) seraient de l'ordre de 30 à 50 entre 1980 et 1990. La nécessité

pour l'Europe de disposer, en propre, d'un lanceur lourd devint de plus en plus grande pour éviter toute dépendance vis-à-vis des États-Unis. D'autant que ceux-ci n'acceptaient de

lancer des satellites européens qu'à la condition qu'ils n'aient pas d'exploitation commerciale (cas du satellite Symphonie), ce qui était inacceptable.



*Panoplie des différents moteurs réalisés pour Véronique, Vesta, Diamant A et B (Musée de la SEP).*

La France, le 20 décembre 1972, par la voix de M. Charbonnel, Ministre de l'Industrie et du Développement Scientifique, faisait savoir à la Conférence Spatiale de Bruxelles que la France était particulièrement attachée au développement de lanceurs européens. Mais s'il le fallait, elle était prête à développer seule un lanceur un lanceur lourd de la classe d'Europa III (750 kg en orbite géostationnaire) qui avait perdu l'appui allemand.

Au début 1973, la France était en mesure de proposer à l'Europe le développement d'un lanceur à trois étages dont le dernier devait être cryotechnique. Celui-ci prit le nom provisoire de LIIS, c'est-à-dire Lanceur de III<sup>e</sup> génération de Substitution (par rapport à Europa III).

Alors que le 30 avril, le lanceur Europa II venait d'être officiellement

abandonné, ce qui entraînait d'ailleurs la dissolution de l'ELDO, l'organisme européen chargé des lanceurs, le projet était présenté le 10 mai 1973 à l'industrie européenne à Paris et adopté le 31 juillet suivant.

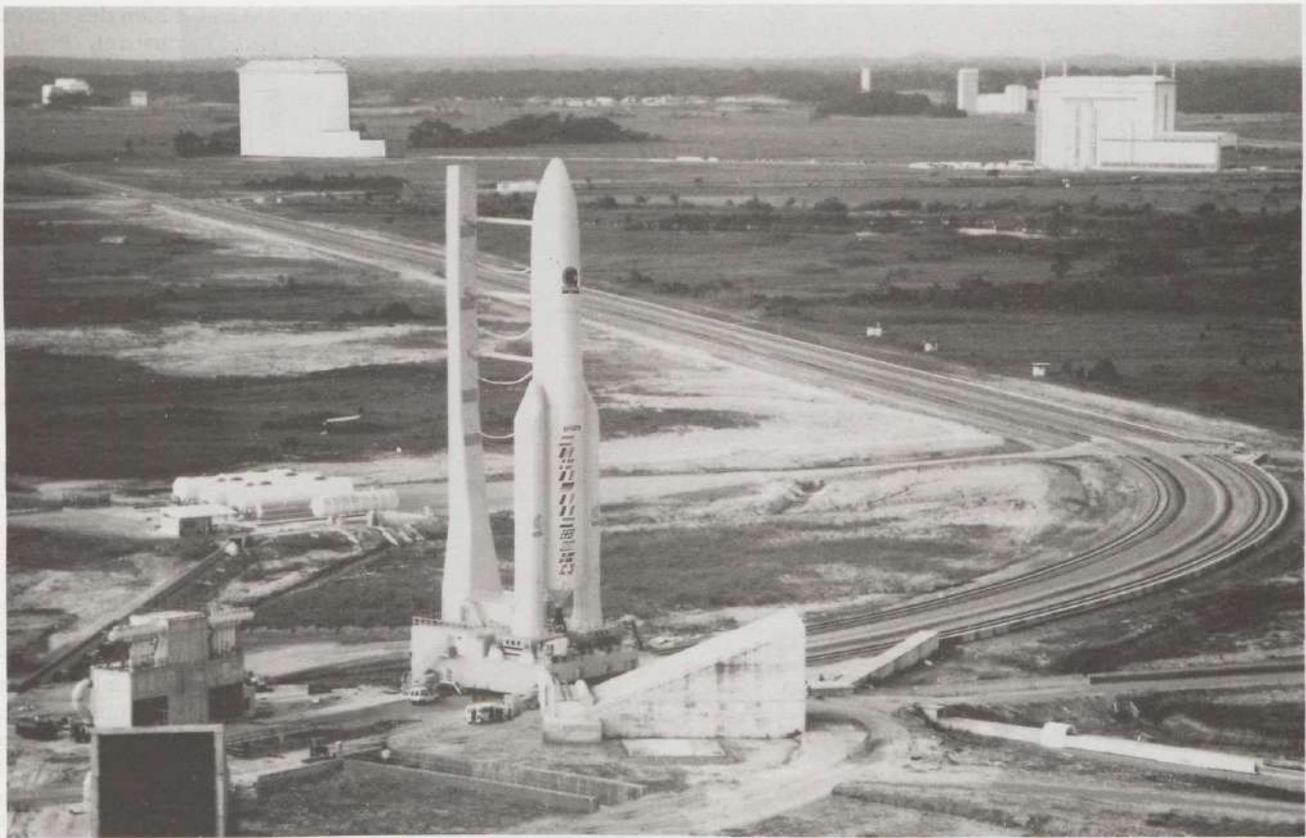
La participation des divers états européens au programme LIIS devenu Ariane se fit alors en fonction de l'intérêt politique et industriel qu'ils trouvèrent dans ce programme. Cette participation fut répartie comme suit :

- France .....	63,87 %
- Allemagne .....	20,12 %
- Belgique .....	5,00 %
- Royaume-Uni .....	2,47 %
- Espagne .....	2,00 %
- Hollande .....	2,00 %
- Italie .....	1,74 %
- Suisse .....	1,20 %
- Suède .....	1,10 %
- Danemark .....	0,50 %

Le 6 décembre 1973, la responsabilité du programme était confiée au CNES en vertu essentiellement de la part prépondérante de la France et de son expérience passée. Le protocole d'accord du programme Ariane était définitivement signé le 7 février 1974, deux mois avant la création de l'Agence Spatiale Européenne.

Cinq contrats principaux étaient très rapidement passés avec des industries françaises :

- La SNIAS (qui deviendra l'Aérospatiale) pour un rôle d'architecte industriel comportant la responsabilité des études et essais au niveau système lanceur complet incluant les opérations de vérification finale d'Ariane au Mureaux avant son envoi en Guyane, pour lancement.
- La SNIAS encore pour l'intégration



*Ariane 5 sera le lanceur de l'Europe à partir de 1995. Ses 1 200 tonnes de poussée lui permettront de mettre 6 800 kg en orbite de transfert géostationnaire (Photo-montage ESA/SEP).*



*Essai au banc à la SEP de Vernon du premier étage d'Ariane en 1984 (Photo SEP).*

Date	Événement
31-12-73	Premier essai du moteur Viking à ergols stockables de 60 tonnes de poussée devant équiper les deux premiers étages.
13-12-75	Premier essai au banc de l'ensemble propulsif de vol (4 moteurs) du 1 <sup>er</sup> étage.
26-01-78	Premier essai au banc de l'ensemble propulsif de vol (1 moteur) du 2 <sup>e</sup> étage.
22-09-76	Premier essai au banc du moteur HM 7 à hydrogène-oxygène liquides du 3 <sup>e</sup> étage.
10-01-78	Premier essai à feu au banc de l'ensemble propulsif du 3 <sup>e</sup> étage.

des trois étages et la réalisation des structures des deux premiers étages, de la coiffe et des inter-étages.

- La SEP, contrat le plus important financièrement, pour la conception et le développement (incluant les essais au sol) des ensembles propulsifs des trois étages, l'intégration mécanique du 3<sup>e</sup> étage, la fourniture de la baie de propulsion du 1<sup>er</sup> étage.
- L'Air Liquide pour le développement des réservoirs cryogéniques du 3<sup>e</sup> étage.
- Matra pour le développement de la case à équipements.

Un sixième contrat était passé à la firme belge ETCA pour la fourniture des bancs destinés au contrôle du lanceur aux Mureaux d'abord, en Guyane ensuite.

Le programme de développement sera mené avec succès et célérité comme l'indique le tableau précédant qui concerne la propulsion du lanceur considérée comme un domaine majeur :

Enfin, le 24 décembre 1979, six années après le lancement du programme, le premier tir en vol du

lanceur complet intervenait avec succès à Kourou.

Dès lors, la voie était ouverte pour que l'Europe dispose en toute indépendance de son lanceur spatial même si les quelques échecs enregistrés ultérieurement ramenèrent les ingénieurs et les responsables à rester vigilants aux caprices de la technique.

Au-delà de disposer d'un moyen d'accès à l'espace, l'Europe comprendra que, devant la demande croissante de satellites à lancer, Ariane pouvait être une formidable carte commerciale. Treize années après, cette vision apparaît avoir été particulièrement pertinente.

Aussi, afin d'offrir une adaptation continue des performances du lanceur à la demande, 4 versions successives seront mises en œuvre comme l'indique le tableau qui suit :

### Conclusion

Partie après l'Union soviétique et les États-Unis dans ce que l'on est convenu d'appeler la « conquête spatiale », l'Europe a su rattraper son retard et même y occuper, en matière de lancements commerciaux, la pre-

mière place. Ainsi, à bien des égards, technologique, industriel, économique et politique, Ariane apparaît, à juste titre, être un des résultats positifs et majeurs de l'Europe.

Ce succès, s'il est dû aux concepteurs d'Ariane et à la manière dont le programme fut conduit depuis près de 20 ans, trouve aussi son origine dans l'héritage légué par les différents programmes de lanceurs développés auparavant en Europe. Ariane a aussi su tirer les leçons des erreurs passées si l'on se réfère aux programmes de lanceurs Europa des années 1960.

L'avenir d'Ariane pour ce qui en est prévisible s'inscrit dans le prolongement des succès passés. Toutefois, les choses de l'espace ont changé depuis quelques années. Progressivement, l'espace des pionniers et des exploits technologiques fait de plus en plus place à l'espace utile à la vie de tous les jours (applications aux télécommunications, à l'observation, à la navigation, etc.) où la réduction des coûts d'accès à l'espace, tout en maintenant une haute fiabilité, devient une priorité. Par ailleurs, la concurrence en matière de lancements, qui était circonscrite à l'Europe et aux États-Unis jusqu'à une date récente, s'amplifie. De nouveaux concurrents arrivent comme la Chine et la CEI qui seront suivies par le Japon et par d'autres. Ainsi, si l'autonomie de l'Europe en matière de lancements demeure une priorité, il faudra de plus en plus adapter les performances des lanceurs à la demande du marché et tenir compte des possibilités de la concurrence.

Autres temps, autres défis. Ceux-ci ne sont pas moins exaltants.

Jacques Villain.

	ARIANE I	ARIANE II (1)	ARIANE III	ARIANE IV
Date du premier vol .....	24-12-79	31-05-86	04-08-84	15-06-88
Masse au décollage .....	210 T	220 T	240 T	470 T (Version 44 L)
Charge utile en orbite de transfert géostationnaire (200-36 000 km) .....	1 850 kg	2 175 kg	2 580 kg	4 400 kg (Version 44 L)

(1) La version d'Ariane utilisée dépend de la configuration de la charge utile (masse totale et nombre de satellites à mettre en orbite). Pour cette raison, la version Ariane III a été mise en service avant Ariane II.

Notons aussi que le premier vol d'Ariane II a conduit à un échec (défaillance du 3<sup>e</sup> étage).



Ariane 44 L,  
version  
la plus puissante  
des Ariane  
actuelles  
(Arianespace -  
Photo Bernard  
Paris)  
dont  
les caractéristiques  
de propulsion  
sont les suivantes :

	PROPERGOLS		NOMBRE DE MOTEURS X POUSSÉE UNITAIRE
	Masse	Nature	
4 propulseurs d'appoint .....	4 x 39 t	Péroxyde d'azote et UDMH + hydrate d'hydrazine	4 x 70 t
1 <sup>er</sup> étage .....	230 t	-	4 x 70 t
2 <sup>e</sup> étage .....	35 t	-	1 x 78 t
3 <sup>e</sup> étage .....	10,8 t	Oxygène-hydrogène liquides	1 x 6,3 t