L’histoire de l’astronautique 2ème partie

- De 1945 à 1969_ la conquête de l’espace

In memoriam Jacques Villain 1947-2016

La course à l’espace

Von Braun

Korolev

De Peenemünde à Fort Bliss

Fort Bliss

CANADA
WASHINGTON
OREGON
IDAHO
MONTANA
WYOMING
NORTH DAKOTA
SOUTH DAKOTA
MINNESOTA
WISCONSIN
MICHIGAN
NEW YORK
MAINE
VERMONT
NEW HAMPSHIRE
MASSACHUSETTS
RHODE ISLAND
CONNECTICUT
NEW JERSEY
DELAWARE
MARYLAND
PENNSYLVANIA
NEVADA
CALIFORNIA
UTAH
COLORADO
NEBRASKA
IOWA
ILLINOIS
INDIANA
OHIO
WEST VIRGINIA
VIRGINIA
KANSAS
MISSOURI
KENTUCKY
ARIZONA
NEW MEXICO
OKLAHOMA
ARKANSAS
TENNESSEE
NORTH CAROLINA
SOUTH CAROLINA
MISSISSIPPI
ALABAMA
GEORGIA
Fort Bliss
TEXAS
LOUISIANA
FLORIDA
HAWAII
ALASKA
MEXICO
GULF OF MEXICO
THE BAHAMAS
CUBA
PACIFIC OCEAN
ATLANTIC OCEAN

La bumper WAC Corporal

De septembre 1945 à mai 1950 les Allemands de Peenemünde sont basés à Fort Bliss, centre d'essais des missiles balistiques de l'US Army, à proximité de la frontière du Nouveau-Mexique et du désert de White Sands. Leur travail consistera remettre en état les V2 rapatriées d'Allemagne, à former les techniciens et ingénieurs américains à la technologie particulière de la fusée V2, à finaliser la mise au point de cette dernière.

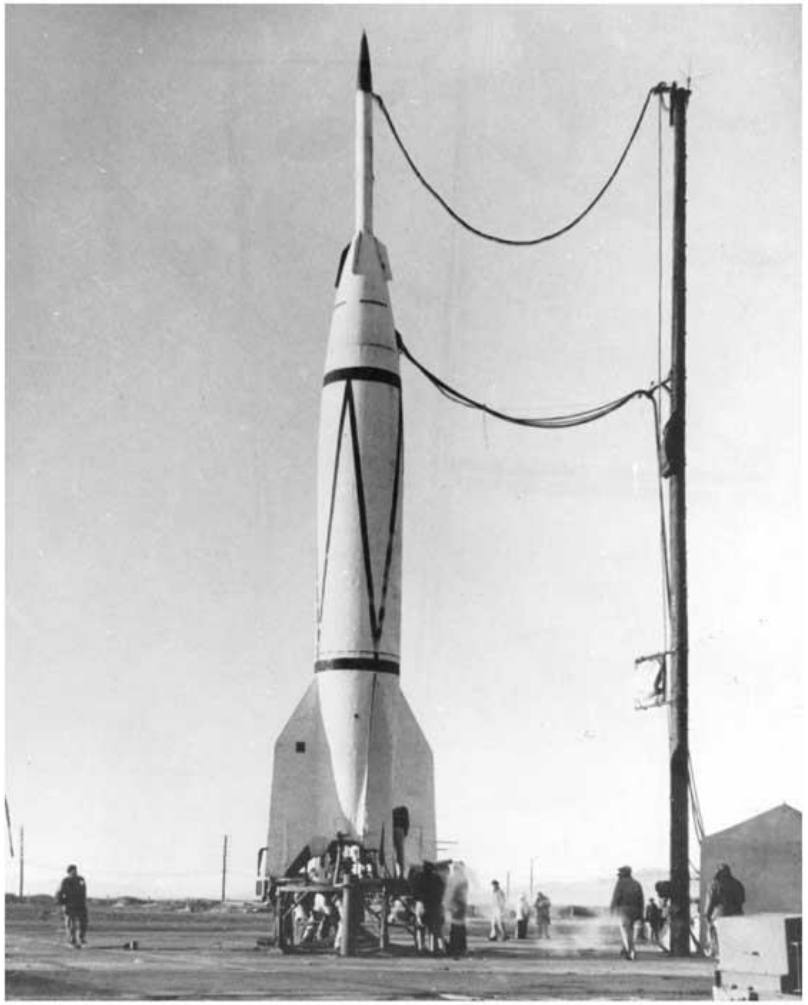
À la suite d'une suggestion du colonel Holger N. Toftoy en juillet 1946 de combiner le missile V2 et la fusée-sonde WAC Corporal , le programme de fusée-sonde américain ***Bumper*** est créé le 20 juin 1947 dans les buts :

- d'analyser les techniques de lancement de missiles à deux étages et de leur séparation à haute vitesse,
- de conduire des investigations limitées à des phénomènes de haute altitude.
- d'atteindre des vitesses et des altitudes plus grandes qu'auparavant.

Le lancement du 24 février 1949 est un succès total : la V2 alourdie culmine à 35 kms d'altitude seulement mais l'impulsion de vitesse qu'elle communique à la corporal permet à cette dernière de grimper très haut dans l'atmosphère. L'altitude atteint 400 km et la vitesse 9 000 km/h.

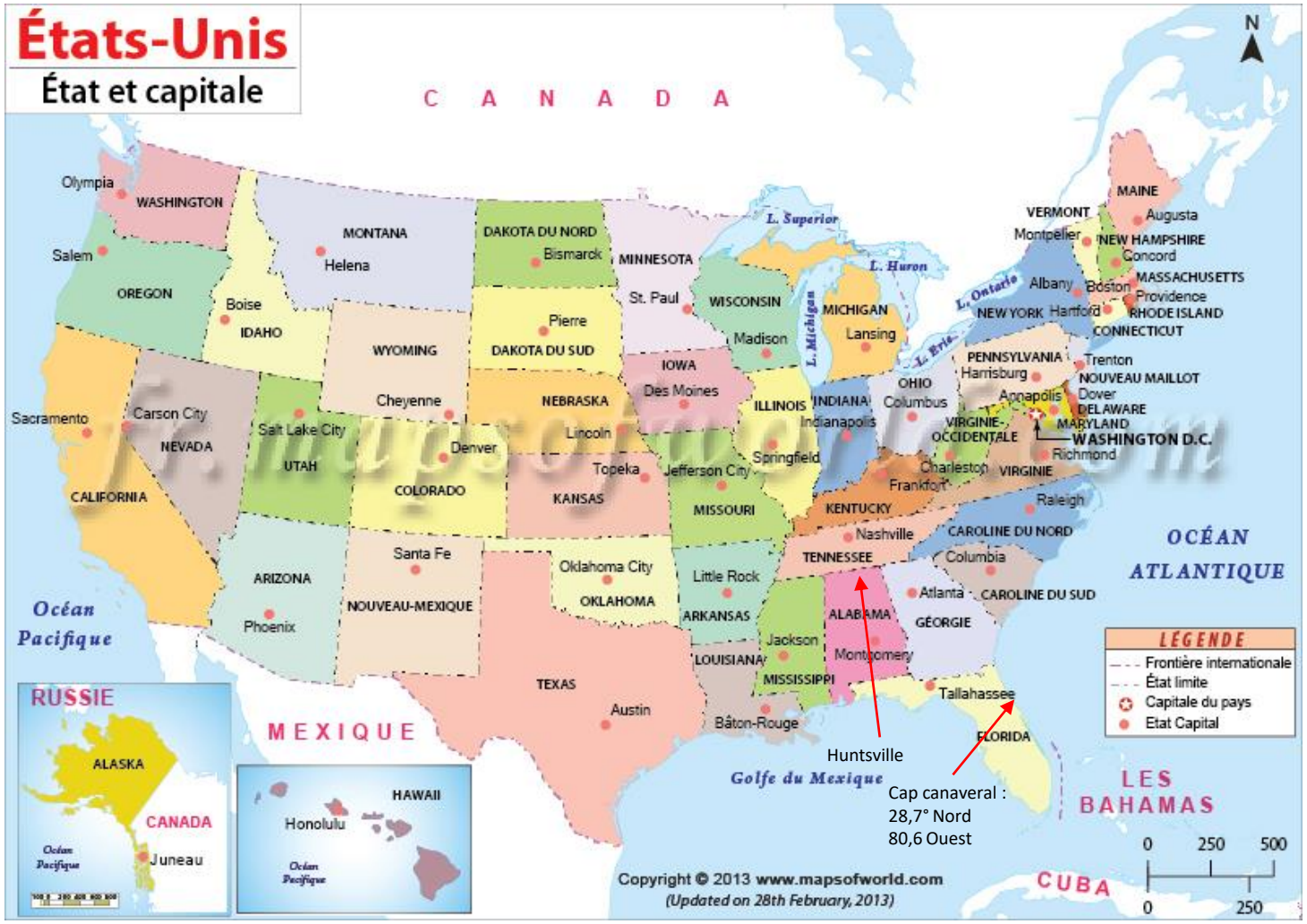
Mais comme le racontera plus tard Ernst Stühlinger, le lancement des V2 a occupé un moment l'équipe allemande, mais la fusée n'était pas fondamentalement modifiée or ce qui les intéressait, c'était de passer à l'échelle supérieure, de construire des fusées plus puissantes multi-étages.

Mais l'administration américaine montrait peu d'empressement.



De Fort Bliss à Huntsville

Le centre d'essais des missiles de l'US Army est transféré à Huntsville en avril 1950. Créé pendant la guerre, l'Arsenal Redstone de Huntsville devint en 1949 le centre de recherche des missiles balistiques de l'Armée américaine



La traversée du désert

En juillet 1945, le Bureau de l'aéronautique de la Marine américaine demande à Von Braun de faire un rapport prospectif sur la conquête spatiale. Hormis la possible réalisation de stations orbitales, celui-ci prévoyait le lancement de satellites et l'envoi d'une mission habitée sur la Lune.

L'enthousiasme fut tel au sein du Bureau de l'aéronautique de la Marine que la section des armes spéciales proposait dès le 10 août 1945 de s'engager dans un projet de satellite dénommé Rex destinée à la recherche scientifique, à la météorologie, à l'observation et au relais des communications. Mais pour beaucoup, le coût de 5 à 8 millions de dollars était rédhibitoire.

De son côté l'Army Air Force, qui n'entendait pas céder le domaine spatial à la seule Marine, décidait de confier au printemps 1945 à l'US Air Force sous contrat avec la Douglas Aircraft Co, une étude sur la faisabilité des satellites. Au début du mois de mai suivant, il était proposé de réaliser un satellite de 225kg, de le lancer avec une fusée à quatre étages dans un délai de trois à cinq années pour un coût de 150 millions de dollars.

Les études se poursuivent en 1946 et 1947 avec le concours d'industriel comme North American Aviation, Glenn A. Martin Company et Aerojet Engineering Corp. En fait, la décision de lancer les Etats-Unis dans la réalisation d'un satellite ne viendra pas. On pouvait même lire dans un rapport du 29 mars 1948 :

'La possibilité technique de mettre au point un satellite a été clairement établie.

Ni la Marine, ni l'US Air Force n'ont pu à ce jour démontrer un intérêt scientifique ou militaire pour les satellites justifiant leur coût envisagé actuellement et aucun satellite ne doit être mis au point avant qu'une telle utilité ait été démontrée.''

Résumé :

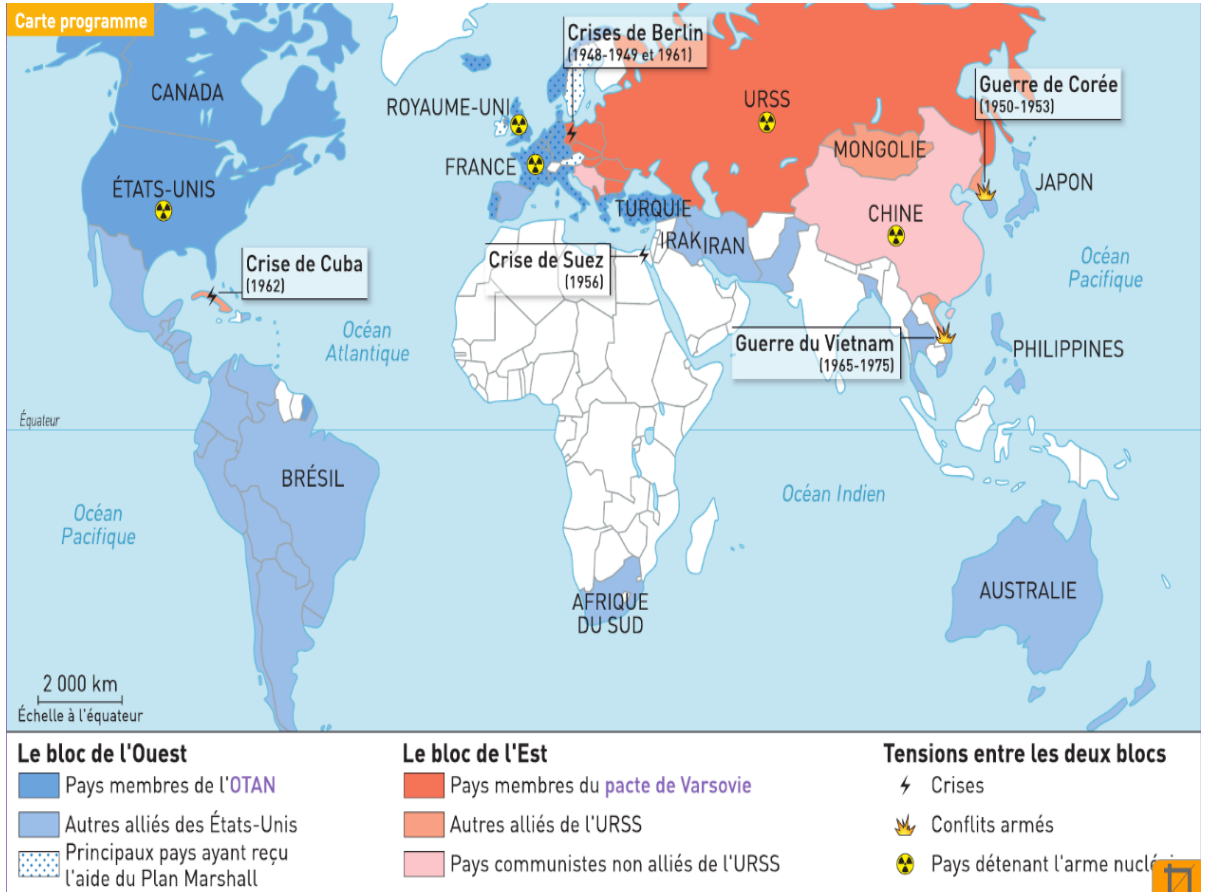
Juillet 1945 : Rapport prospectif de Von Braun : lancement de satellites ; mission habitée sur la Lune.

Mai 1945 : rapport de l'Army Air Force : conception de fusées multi-étages ; lancement d'un satellite lourd (225 kg).

1946-1947 : poursuite des études avec le concours d'industriel : North American Aviation ; Glenn Martin .

Il est nécessaire de comprendre la situation de l'époque : le 3ème Reich est vaincu, le Japon soumis. Les Etats–Unis ont alors le monopole de la bombe atomique et une nouvelle guerre semble donc exclue. Dans ces conditions, le Pentagone estime qu'il n'a pas à dépenser l'argent des contribuables pour construire des fusées inutiles.

L'industrie se reconvertit pour assurer la satisfaction en bien de consommation.



La fusée Redstone

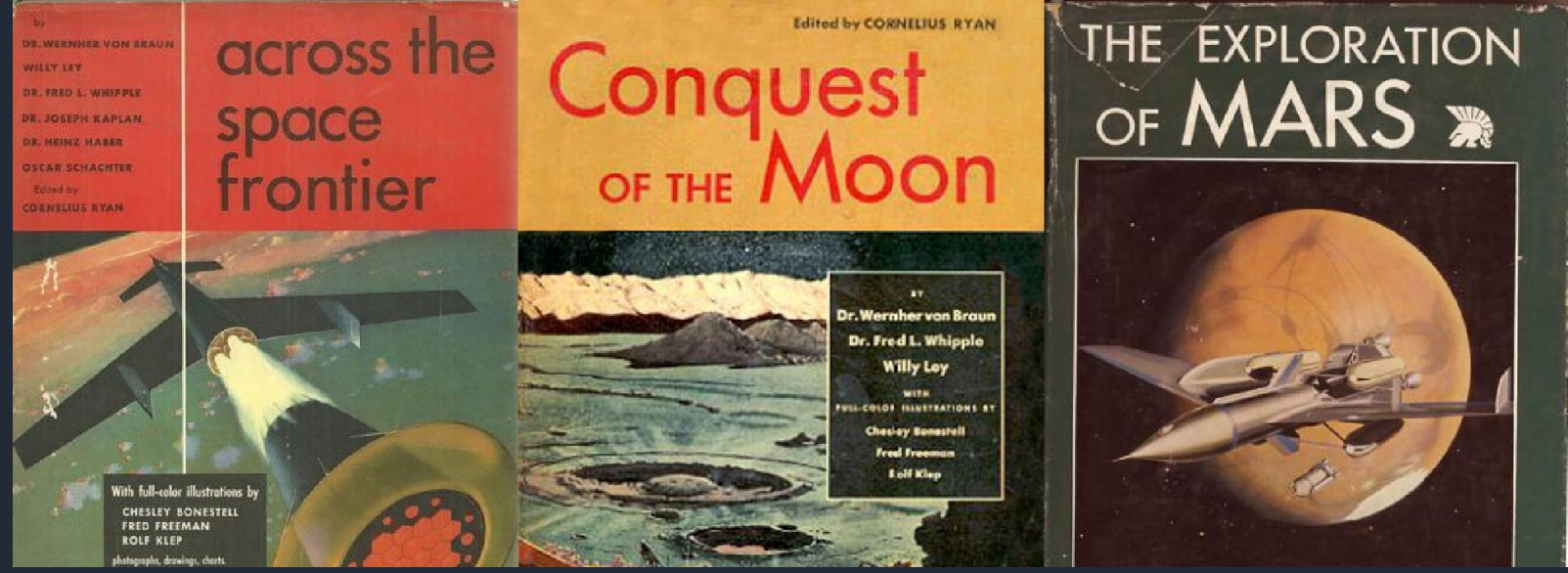
En 1950 éclate la guerre de Corée. Les militaires américains veulent aller vite : l'équipe de Huntsville, qui a l'expérience nécessaire, a pour mission de développer un missile mono-étage de courte portée '' le Redstone'' du nom de l'arsenal militaire local. Fabriqué par Chrysler, il s'agit en réalité d'une extrapolation de la V2. Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- Masse au décollage de 28 tonnes.
- Hauteur de 21 mètres.
- Diamètre de 1,8 mètre.
- Poussée de 350 kN pendant 121s
- Portée de 300 km.
- Propergols : alcool éthylique et oxygène liquide.

On remarque que la portée n'est pas supérieure à celle de la V2, ceci est dû à la masse de la charge utile qui est de 2900 kg. (bombe thermonucléaire).
Le premier tir réussi à lieu le 20 août 1953, trop tard pour la guerre de Corée, mais il sera déployé par l'OTAN en Europe jusqu'en 1964.

Le Redstone constituera néanmoins l'élément de base de toute une famille de fusées civiles.

La sensibilisation du public américain



En 1948, Von Braun rédigea une petite étude sur les possibilités des fusées et d'une expédition vers Mars sur des bases irréfutables. Il adresse son travail à une douzaine d'éditeurs mais essuiera autant de lettres de refus.

Cette expérience lui apprend qu'il faudra d'abord sensibiliser le public américain aux questions spatiales avant espérer réaliser des projets grandioses.

Après le succès du 1er lancement de la fusée Redstone, il rédige pour différentes revues plusieurs articles, illustrés par de grands dessinateurs américains de l'époque, qui évoquent aussi bien les satellites artificiels, que les voyages de l'homme dans l'espace ou une future exploration de la planète Mars.

La sensibilisation du public américain

Walt Disney et Von Braun

De cette série d’articles, Walt Disney tirera en 1954 un documentaire sur la conquête de l’espace.
Le public accroche.

Les tergiversations de l’administration américaine

Fort du succès du Redstone, Von Braun soumet en haut lieu en septembre 1954 son projet de satellite baptisé ‘’ Orbiter’’ mais il reçoit peu d’écho.
En octobre 1954, lors d’une réunion à Rome, le Conseil international des nations scientifiques adoptait une résolution visant au lancement de satellites artificiels pendant l’Année géophysique internationale devant se dérouler du 1er juillet 1957 au 31 décembre 1958. Ces satellites devaient avoir pour objectif de dresser la cartographie de la surface terrestre. L’Union soviétique et les Etats-Unis furent les seuls à relever le défi.
Peu après les responsables de l’armée de terre et de la Marine décide de travailler ensemble à la mise au point et au lancement d’un satellite. Le projet ‘’Orbiter ‘’commence à prendre forme. Mais rapidement des divergences apparaissent entre les deux armes : chacune dispose de son propre lanceur : le Redstone pour l’armée de terre, le Vanguard, qui n’est pas encore au point , pour la Marine. Des divergences apparaissent également dans la haute administration . De hauts fonctionnaires de la Défense expriment publiquement leur mécontentement, jugeant le programme dispendieux et inutile. Les luttes d’influences battent leur plein. Beaucoup estiment que la nature militaire du Redstone est incompatible avec le but affiché du satellite.
Le 26 mai 1955 le Conseil national américain approuvait le projet Vanguard de la Marine. **La déception est immense à Hunstville.**
Le 29 juillet suivant, le président Eisenhower annonçait officiellement l’intention américaine de lancer un satellite.

A l’occasion du 6ème congrès international d’astronautique qui se tient en août 1955 à Copenhague, les Russes font savoir qu’ils travaillent sur un satellite, cette déclaration passe pratiquement inaperçu.

Dwight Eisenhower 1953 - 1961

Le missile Jupiter, la chance de Von Braun

A cette même époque aux Etats-Unis, on prend conscience de la menace potentielle grandissante de l'Union Soviétique (Maccarthysme) : sa bombe atomique a été opérationnelle en 1949 et elle mit fin au monopole américain de la bombe à hydrogène par une explosion qui eu lieu le 12 août 1953. Peu après les services de renseignements américains mirent en évidence que les Soviets s'étaient lancés dans un vaste programme de missiles balistiques et pouvaient être en avance sur l'effort américain. Fort de ces informations, l'Administration répartit ainsi les différentes missions :

- Missiles à courtes et moyennes portées pour l'Armée de terre.
- Missiles embarqués pour la Marine.
- Missiles intercontinentaux pour l'Aviation.

L'équipe de Von Braun, en collaboration avec la Marine, reçoit pour mission de concevoir un missile mono-étage de moyenne portée, le Jupiter dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Hauteur de 18 m
- Diamètre de 2,70 m
- Masse de 50 t
- Poussée de 670 kN
- Propergol : kérosène et oxygène liquide.
- Portée : 2500 km

Le Jupiter est une extrapolation du Redstone.

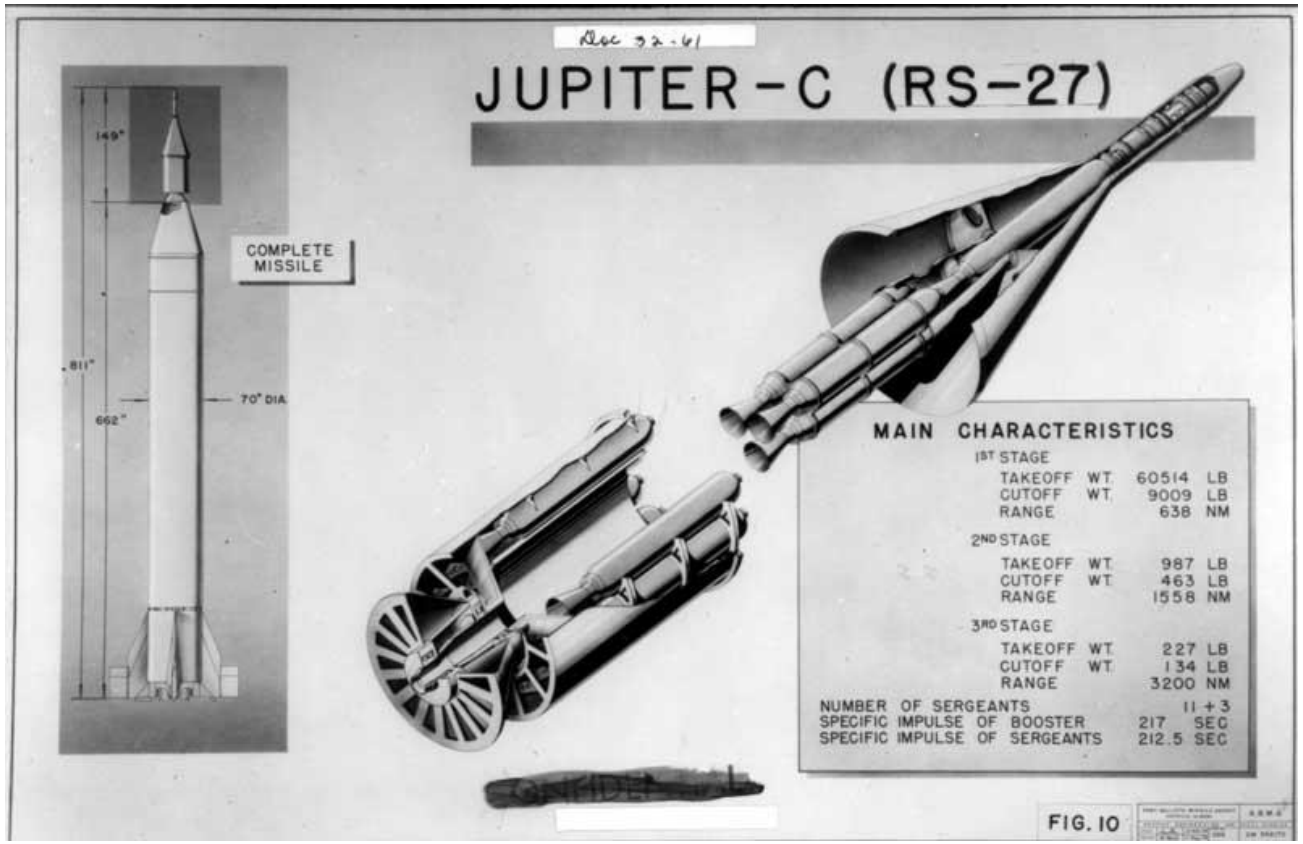
Le Jupiter C

La mise au point du missile Jupiter a nécessité plusieurs étapes intermédiaires. L'équipe de Von Braun doit résoudre le problème de l'échauffement de l'ogive de futur missile lors de la rentrée dans les couches denses de l'atmosphère.
Pour des raisons de coût (officiellement), il ait décidé d'utiliser la fusée Redstone, mais cette dernière a une vitesse insuffisante, il est donc nécessaire d'ajouter des étages supplémentaires. Mais pour éviter d'éveiller les soupçons en haut lieu, ces Redstones modifiées sont rebaptisées ''Jupiter C''.
Le Jupiter C est constitué de 4 étages. **Ses principales caractéristiques sont les suivantes :**
Hauteur de 21 m
Masse au décollage de 31 t
Diamètre de 1,8 m
Poussée de 420 kN pendant 155 secondes
Propergols : hydyne et oxygène liquide
Le réservoir du Redstone (1er étage) avait été sensiblement allongé afin d'augmenter la durée de la poussée initiale.
Caractéristiques du deuxième étage :
11 fusées '' sergent '' groupées en fagot.
Hauteur de 1,30 m .
Poussé de 73 kN pendant 7s .
Propergols solides.
Caractéristiques du troisième étage :
3 fusées '' sergent '' groupées en fagot.
Hauteur de 1,30 m .
Poussé de 24 kN pendant 7s .
Propergols solides.
Caractéristiques du quatrième étage :
1fusée '' sergent ''.
Hauteur de 1,20 m .
Poussé de 8 kN pendant 7s .
Propergols solides.

Le Jupiter C

Le caractère composite des étages supérieurs entraînait le risque que la poussée fut inégalement exercée par toutes les fusées qui les composaient. La conséquence aurait été un manque de stabilité sur la trajectoire. Pour pallier cet inconvénient, on imprime un mouvement de rotation rapide aux étages supérieurs au moment de la séparation du 1er étage.

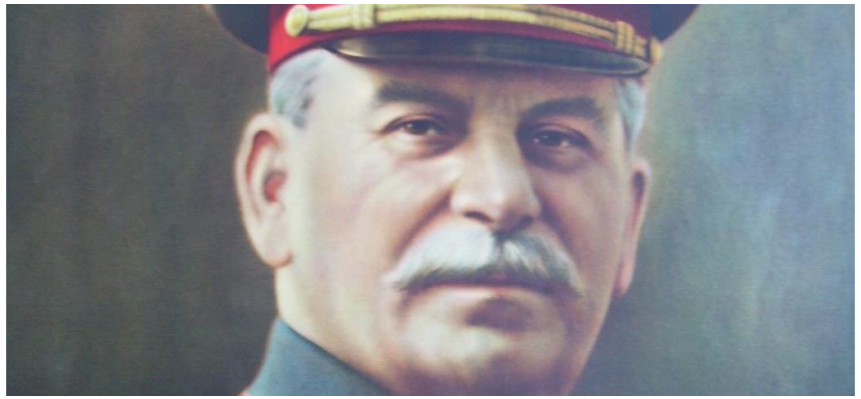
Un premier essai du Jupiter C a lieu le 21 septembre 1956, il atteignit une altitude sans précédent : 1100 km et retomba à 5400 km de cap Canaveral. Le succès du Jupiter C n'est pas apprécié par tout le monde. Les responsables du Pentagone soupçonnent l'Armée de transgresser les ordres et de vouloir mettre subrepticement en orbite un satellite. Il faut noter que la vitesse atteinte par le Jupiter C le 21 septembre 1956 était à 90% celle de la satellisation. Il y avait bien un quatrième étage, mais il était factice : du sable y avait été placé pour simuler une masse identique.
Le 26 novembre 1956, le Pentagone, qui entend se faire respecter et ne pas se laisser déborder par l'Armée clarifie la situation :
L'Armée verra son activité limité aux missiles à courte portée, c'est-à-dire ne dépassant pas 320 km, ce qui lui interdit de fait de réaliser un lanceur spatial.
L'Armée de l'air aura la charge du développement des missiles intercontinentaux.



Du côté soviétique

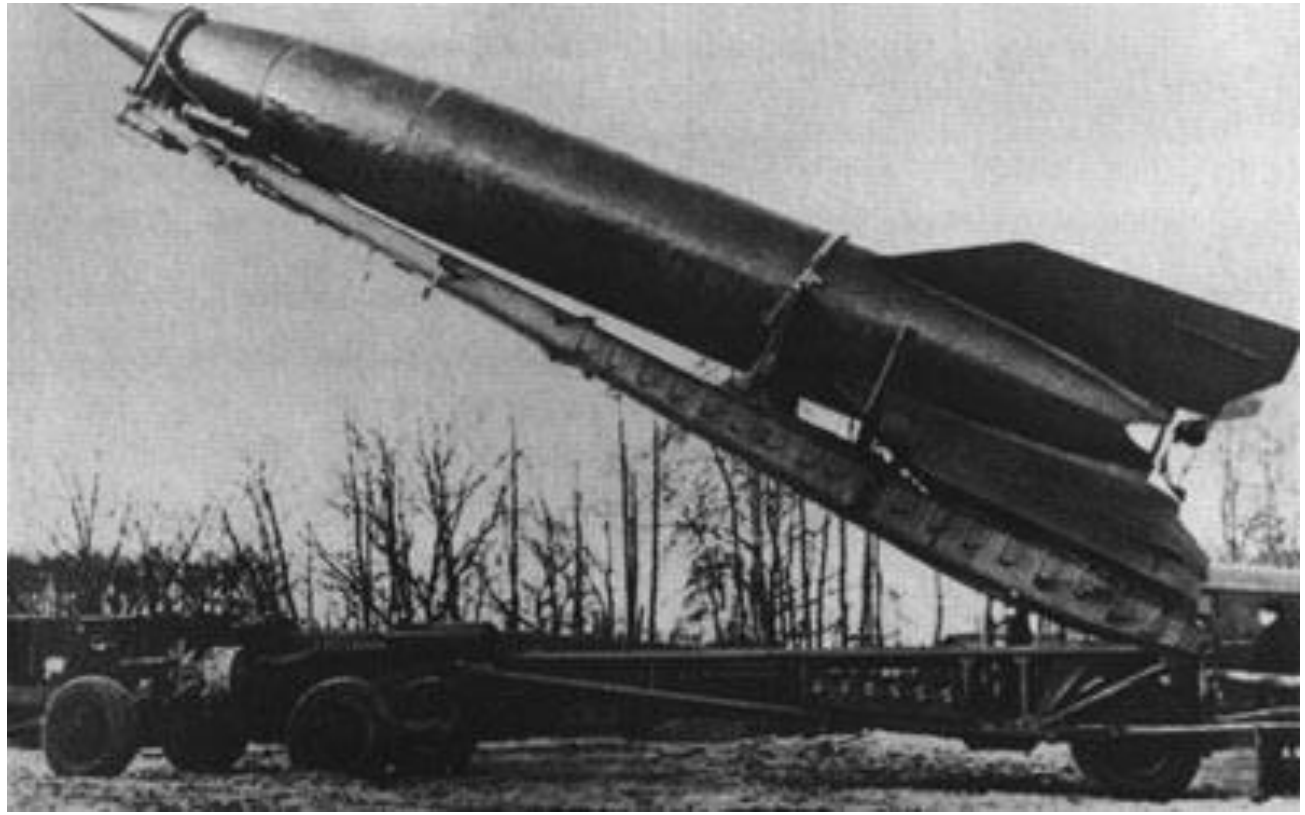
En 1945, les directives de Staline sont fort simples : dotés l'Union des Soviets de la bombe atomique et de missiles intercontinentaux. Sur la photo officielle au centre, de gauche à droite : Korolev, responsable du programme spatial, Kourtchatov concepteur de la bombe A soviétique et Keldych mathématicien, président de l'Académie des sciences.

On notera l'absence de Vassily Michine sur la photo officielle . Responsable du programme spatial soviétique après la mort de Korolev survenue en janvier 1996, à son tour son existence était tenue secrète. (Vassily Michine à gauche, photo du bas)



Les missiles R1 et R2

A partir de la V2, les Russes vont construire le missile R1 qui n’est autre qu’une V2 ‘’ russifiée ‘’ . Sa masse est de 14 tonnes, sa portée de 270 km et sa poussée est de 370 kN. Le premier tir réussi à lieu le 10 octobre 1948.
La fusée R2 qui va succéder à la R1 n’est encore qu’une copie améliorée de la V2 allemande : elle pèse 20 tonnes au décollage et à une portée de 600 km. Elle est d’une utilisation plus facile grâce à des carburants stockable. C’est l’ancêtre du missile Scud-A qui connaîtra la célébrité pendant la guerre du Golfe en 1991.



Le missile R5

En 1949, après l'explosion de la première bombe atomique, l'Etat-Major soviétique commande à Korolev un missile capable d'emporter une charge de 3 tonnes à 3000 km, c'est le projet missile R3. Mais ce dernier est trop ambitieux et dès 1952 avant même l'abandon du projet R3, Korolev pense déjà au programme R5.
La fusée R5 a une masse de 28,5 tonnes, une hauteur de 22 m et une poussée de 480 kN. Sa portée est de 1200 km. Elle sera capable de transporter une bombe atomique de 80 kilotonnes équivalent TNT.

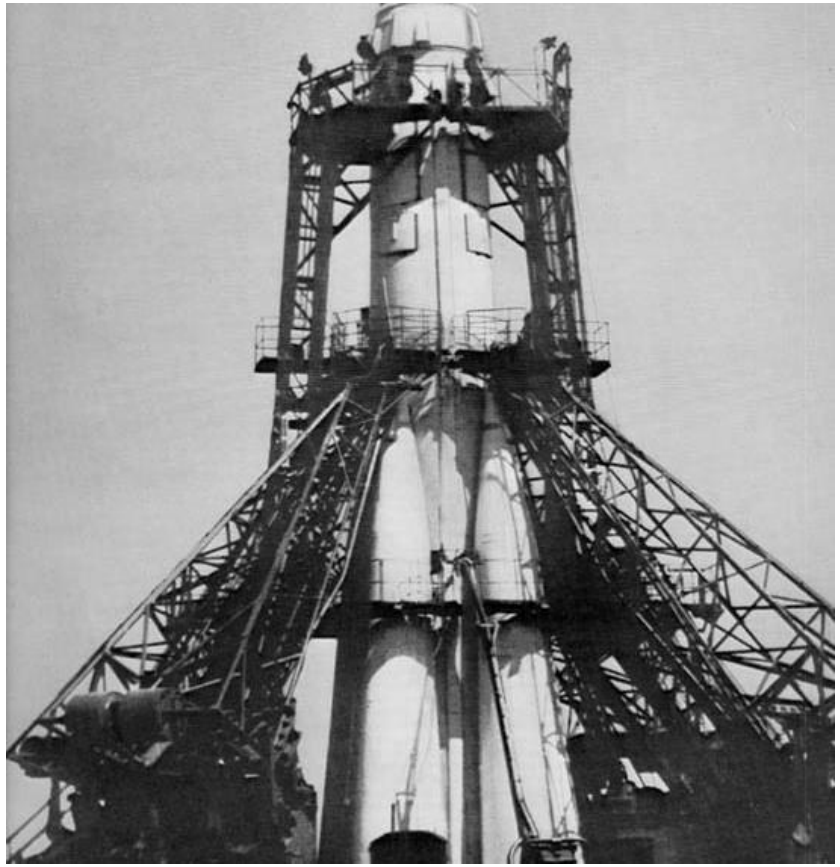
La semiorka version spoutnik

En août 1953, l'URSS fait exploser sa première bombe H. Il s'avère que la masse de cette dernière est de 5,5 tonnes au lieu des 3,3 tonnes prévues initialement. Les autorités militaires imposent une portée utile de 8 000 km au lanceur intercontinental pour atteindre les Etats-Unis.

Caractéristiques :
- Hauteur (m): 29,4 m
- Masse au décollage: 261 t
- Masse d'ergols : 230 t
- Poussée au décollage : 3896 kN

Boosters
- Nombre: 4
- Longueur : 19,80 m
- Diamètre : 2,68 m
- Motorisation: 1 x RD-107 (à 4 chambres de combustion)
- Propergols: Kérosène/LOX
- Poussée: 794,3 kN soit une poussée unitaire de 198,6 kN
- Durée: 134 s
- Poussée des 4 boosters : 3177,2 kN

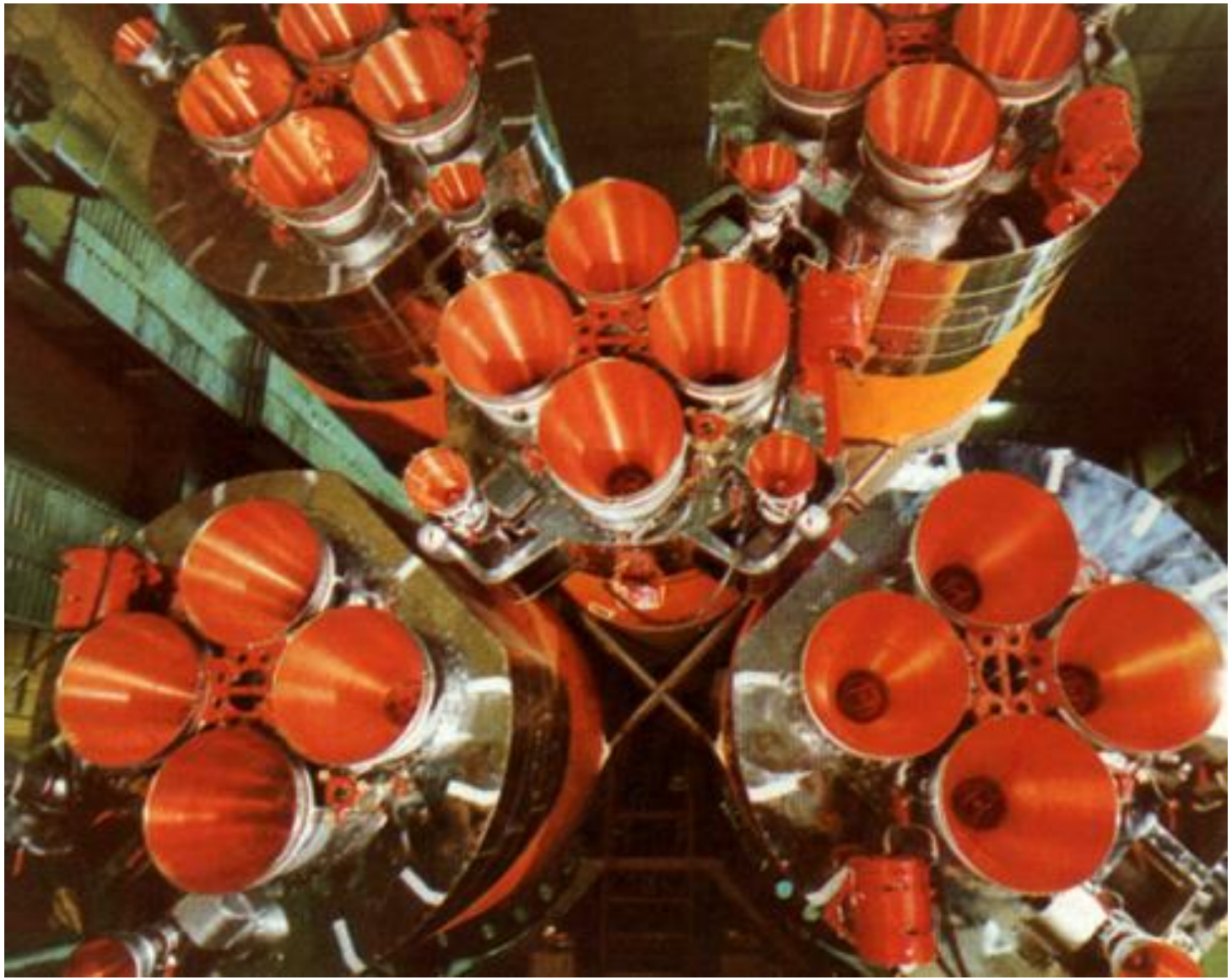
Premier étage (Block A)
- Longueur : 29 m
- Diamètre (m): 2,05-2,95-2,57
- Motorisation: 1 x RD-108 (à 4 chambres de combustion)
- Propergols: Kérosène/LOX
- Poussée : 718,5 kN
- Durée : 241 s



La semiorka

- Les quatre blocs latéraux constituent le premier étage et le corps central le deuxième étage. Tous sont allumés simultanément mais le bloc central continue à fonctionner après largage des blocs latéraux.
- Dans chaque bloc une unique turbopompe alimente en kérosène et oxygène liquide les différentes chambres de combustion. Chaque bloc latéral dispose de deux tuyères d'orientation tandis que le bloc central en dispose de quatre, soit un total de :

- (5*4) +(4*2+4) = 32 tuyères et autant de chambres de combustion.

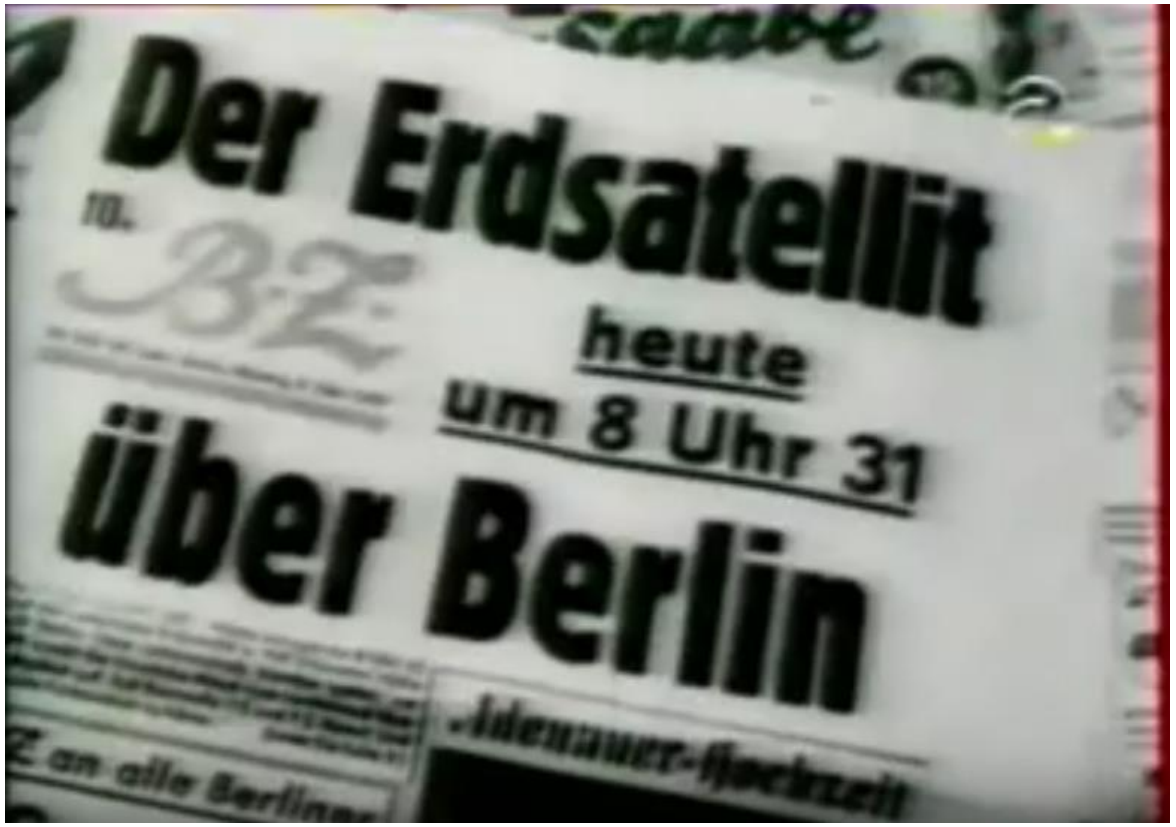


Le 4 octobre 1957: Spoutnik

Le premier satellite artificiel est lancé le 4 octobre 1957 avec une fusée semiorka bi-étages de la base de Baïkonour (45,628326 Nord ; 60,304444 Est)

- **Caractéristiques :**
- Masse : 83,6 kg
- Diamètre : 58 cm
- Périgée : 228 km
- Apogée : 947 km
- Période : 96,17 minutes
- Inclinaison : 65°
- Equipement : 2 émetteurs radio 30 et 40 Mhz, 4 antennes (2 de 2,4 m et 2 de 2,9 m), système de contrôle thermique , batteries .

Retour dans l'atmosphère le 4 janvier 1958.



Extraits de presse _ octobre 1957

3 novembre 1957
1er être vivant en orbite

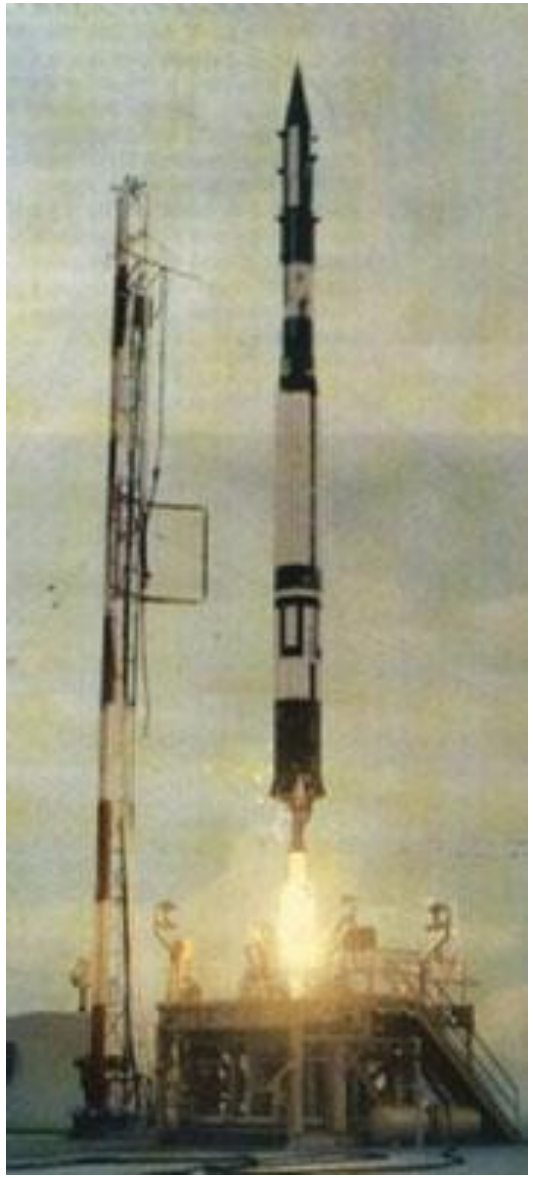
- Premier satellite embarquant un être vivant en orbite avec une fusée semiorka bi-étages de la base de Baïkonour

- **Caractéristiques :**
- Masse : 508 kg
- Diamètre : 58 cm
- Périgée : 212 km
- Apogée : 1160 km
- Période : 103,7 minutes
- Inclinaison : 65°

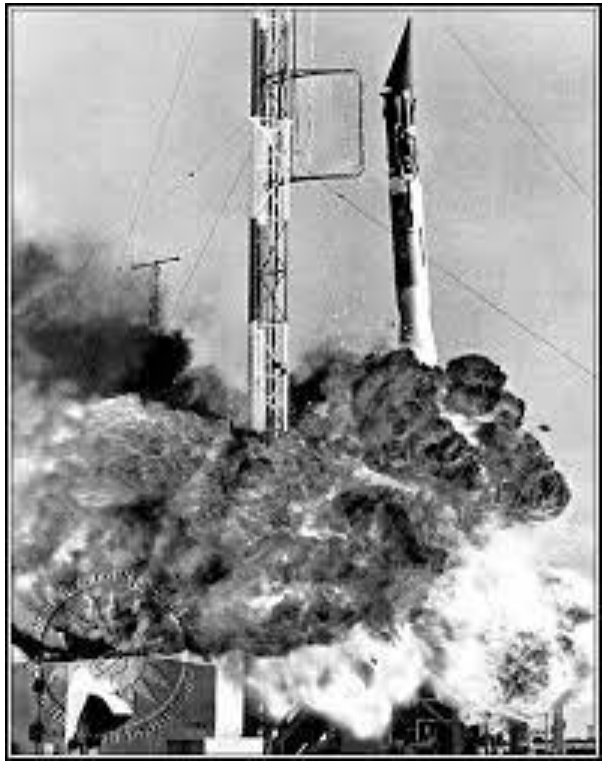
La riposte américaine _ Vanguard

Vanguard est un lanceur à trois étages et à propergols liquides et solides**.**

- **Masse : approximativement 10t au décollage.**
- **Hauteur : de 22 à 24 m**
- **Diamètre : 1,14 m**
- **Premier étage :** hauteur de 13,4 m, poussée de 127 kN pendant 142s, kérosène et oxygène liquide.
- **Second étage** : hauteur de 9,4 , poussée 34 kN pendant 120s, UDMH et acide nitrique.
- **Troisième étage** : hauteur 1,5 m, poussée 10kN,
- **Capacité** : 45kg en orbite basse.



Vanguard _ 6 décembre 1957



DAILY HERALD

America's Sputnik dies bleeping on the ground

OH, WHAT A FLOPNIK!

Satellite blows up before take-off

photo from "Space Toys" 2001 exhibit at the "Museum of Discovery" in Little Rock, Arkansas USA

1er succès américain _ Explorer 1

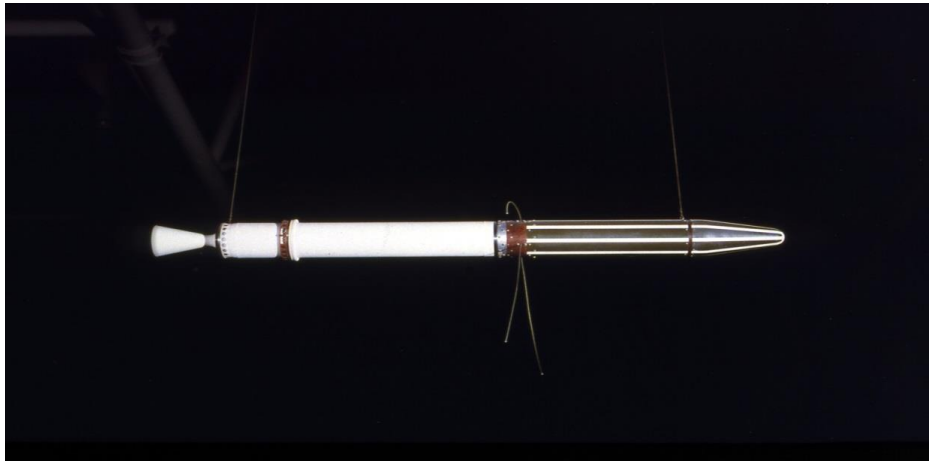
Lancement le 31 janvier 1958. Il s’agit d’une fusée Jupiter-C . Elle fut rebaptisée pour la circonstance Juno1 pour masquer ses origines militaires.

Explorer 1

- Caractéristiques d'Explorer 1 :

- Lancement : 31 janvier 1958
- Masse : 14 kg
- Périgée : 358 km
- Apogée : 2550 km
- Période : 115 mn
- Excentricité : 0,139849
- Inclinaison : 33,24°

Explorer 1 détecta une ceinture de particules énergétiques piégées par le champ magnétique terrestre. Explorer 3 en mars 1958 découvrit une seconde ceinture à une altitude plus élevée. Ces ceintures seront dénommées Von Allen en l'honneur du physicien James Von Allen qui mis au point l'instrumentation scientifique des Explorer.



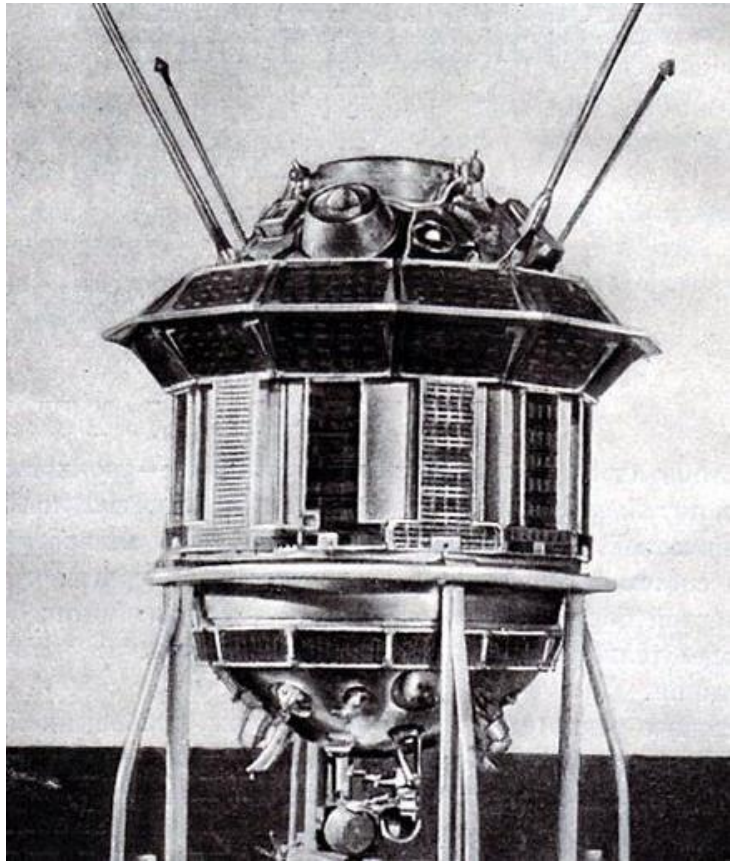
Création de la NASA 29 juillet 1958

Création de la NASA le 29 juillet 1958.

Le succès du programme Explorer ne peut cacher le retard américain sur l'Union Soviétique. En effet, le 15 mai 1958, les Russes placent en orbite Spoutnik 3 un satellite scientifique d'une masse de 1327 kg qui stupéfia la communauté scientifique mondiale. Par comparaison les satellites américains surnommés ''pamplemousse'' lancés par Vanguard et dont la première mise en orbite a lieu le 17 mars 1958, ont une masse inférieure à 2 kg. Les satellites Explorer ne dépassent pas 15 kg.

Les causes du retard américains seront évoquées dans un mémorandum de L.B.Johnson au Congrès du 11 avril 1958. Le 29 juillet 1958, la **National Aeronautics and Space Administration** plus connu sous l'acronyme NASA est crée. Elle devient l'agence gouvernementale qui est responsable de la majeure partie du programme spatial civil américain. Le programme spatial est enfin centralisé.

Premières photos de la face cachée de la Lune



Le 7 octobre 1959 la sonde soviétique Luna 3 (lancée le 4 octobre) pris les premières photos de la face cachée de la Lune.

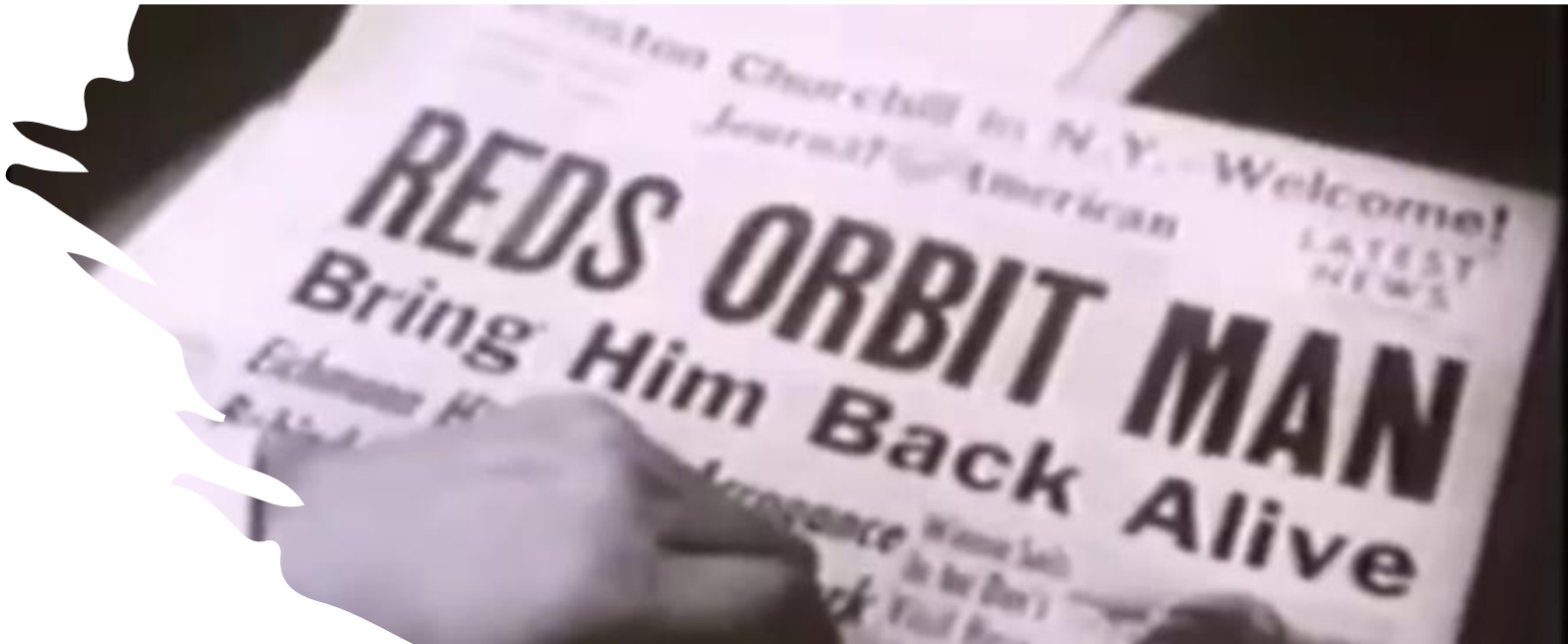
Caractéristiques de Luna 3 :

- Masse : 278 kg
- Orbite très elliptique circumlunaire.
- Périgée : 500 km
- Apogée : 500 000 km
- Excentricité : 0.97322501
- Inclinaison : 55°
- Période :359,38 heures

12 avril 1961
Youri Gagarine

- **Masse de Vostok :** 4 725 kg **Périgée :** 169 km **Apogée :** 315 km **Inclination :** 64.95° **Période :** 89,34 minutes.

- Le 6 août 1961, Guerman Titov effectuera 17 orbites d'une durée totale de 24h à bord de Vostok 2.



Le vaisseau Vostok

C’est en septembre 1956 qu’un projet sérieux et réaliste de vol spatial est projeté pour le début des années 1960.
Plusieurs projets sont envisagés et il s’avère que la forme la plus efficace est une capsule en forme de cône, mais pour des raisons de réalisation pratique, une forme sphérique sera retenue.
Le vaisseau Vostok est composé de deux parties :

- **Le compartiment de descente.**

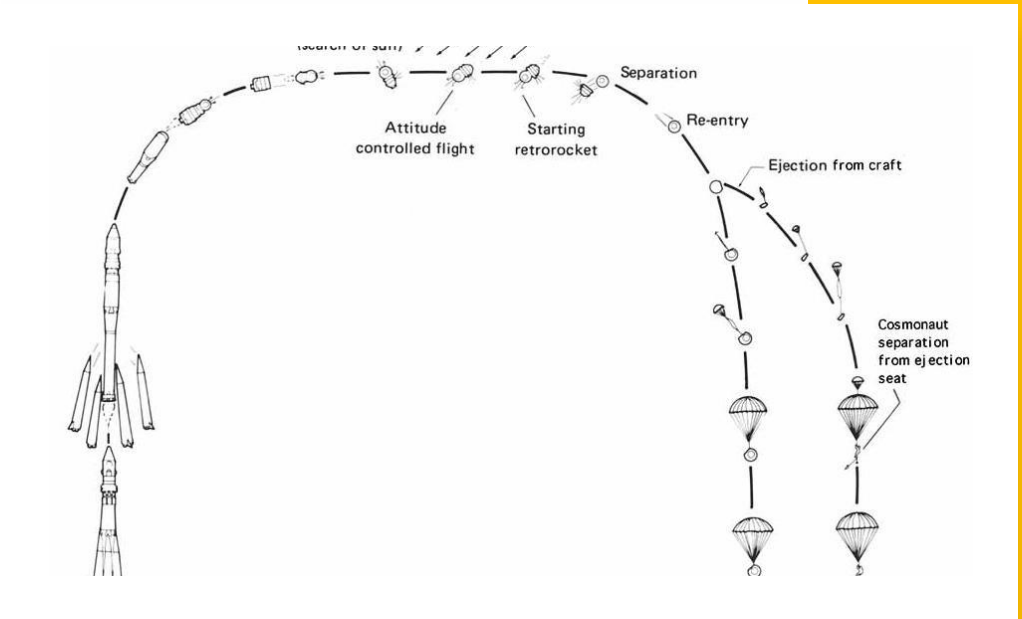
Ce compartiment à la forme d’une sphère de 2,30m de diamètre et a une masse de 2,40t. Son centre de gravité n’est pas confondu avec le centre géométrique de la sphère, le module prend ainsi naturellement l’orientation voulue lors de la rentrée. Un bouclier thermique à base d’amiante recouvre toute la sphère. Ce bouclier est recouvert d’une fine couche d’un matériau réfléchissant destiné à protéger le vaisseau des radiations rencontrées en orbite.

- **Le compartiment des instruments.**

Le compartiment des instruments a un diamètre maximal de 2,60m, une hauteur de 2,60m et a une masse de 2,27t. Il comporte lui aussi un bouclier thermique dont la masse est de 837 kg.
Il est doté du moteur de freinage destiné à quitter l’orbite. Sa poussée est de 16kN, les carburant et comburant sont hypergolique c’est-à-dire qu’ils s’enflamment par simple contact. La durée de l’allumage est de 45s ce qui suffit pour ramener la vitesse de 8km/s à 155m/s.
La masse du vaisseau Vostok est au total de 4,67t.

Vostok _ profil de vol et orbitographie

Afin de réduire la masse du Vostok, la capsule ne dispose pas d'un système d'atterrissage en douceur. Le cosmonaute doit s'éjecter à 7000m d'altitude avec son siège éjectable dont il se débarrasse à 4000m.
Le vaisseau, quant à lui, se pose suspendu à un parachute.



Le programme Mercury

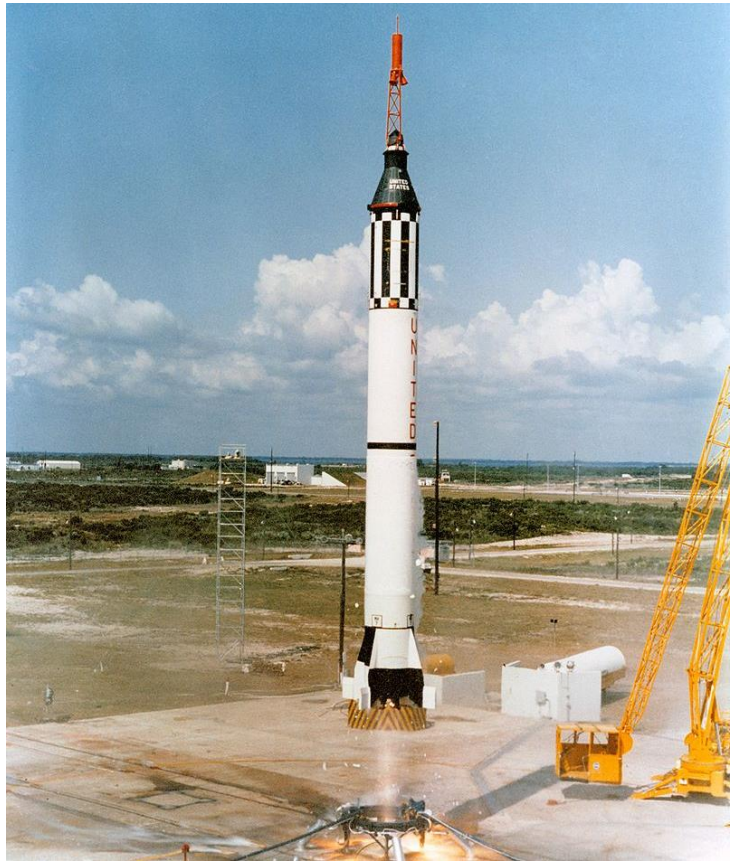
Les Américains n’ont pas attendu le 12 avril 1961 pour réagir. Le premier projet de programme spatial habité est dénommé Mercury et est officialisé le 17 novembre 1958. Pour piloter le nouveau vaisseau, sept pilotes d’essais de l’armée sont sélectionnés selon des critères très sévères. Surnommés ‘’ les 7 de Mercury ‘’, ils deviendront les coqueluches de la presse américaine.

- De gauche à droite sur la photo :

- Gordon Cooper
- Walter Schirra
- Alan Shepard
- Virgil ‘’ Gus’’ Grissom
- John Glenn
- Donald ‘’Deke’’ Slayton
- Scott Carpenter

En arrière plan on distingue la capsule Mercury.

Le programme Mercury



En 1961, contrairement aux Russes, les Américains ne disposent pas de lanceurs lourds. Le missile Intercontinental Atlas qui a été transformé et doit emporter le premier Américain en orbite n'est pas prêt.
Afin de gagner du temps, il est décider de tester la capsule Mercury en vol suborbital à l'aide du 1er étage de la fusée Jupiter C qui n'est autre, on s'en souvient, que le missile Redstone en version allongée. Le vol suborbital signifie simplement que la capsule n'est pas satellisée.

Caractéristiques du lanceur Redstone-Mercury :

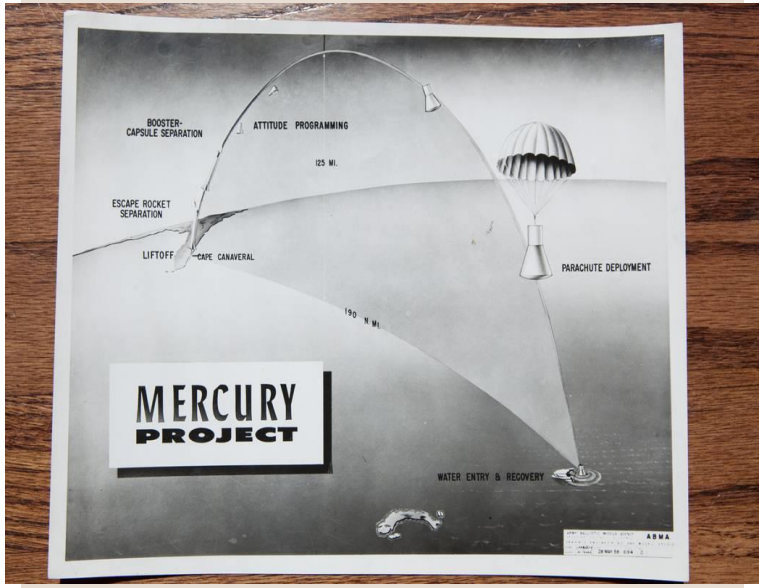
- Hauteur : 25,41 m
- Diamètre : 1,78 m
- Masse au décollage : 31t
- Masse d'ergols : 23 t
- Nombre d'étages : 1
- Poussée au décollage : 369 kN
- Durée de combustion : 143 s

La mission essentielle du programme Mercury était de placer un homme en orbite circumterrestre, d'étudier son comportement dans l'espace et de le ramener sain et sauf au sol. La NASA avait formulé ses directives en quatre en points :
On devait appliquer des techniques éprouvées et se servir d'équipements existants.
Choisir les solutions les plus simples et les plus sûres.
Utiliser un lanceur déjà existant pour satelliser la capsule.
Le programme devait être rationnel et progressivement exécuté.

Des conditions strictes furent imposées à la capsule. De forme conique, elle devait avoir un système d'éjection pour la sauvegarde de son occupant et pouvoir être manœuvrée par l'astronaute. Elle devait être dotée de rétrofusées capable de la sortir de l'orbite et amorcer son retour au sol. Enfin, elle ne devait pas planer pendant le descente mais suivre une trajectoire balistique s'achevant par une descente en parachute avant d'amerrir.

- **Caractéristiques de la capsule Mercury :**
- Hauteur : 3,34m
- Diamètre : 1,89m
- Masse totale : 1,5t

Redstone Mercury _5 mai 191



Le 5 mai 1961, Alan Shepard est le 1er Américain à atteindre l'espace. Son vol est suborbital.

Caractéristique du vol.

- Durée du vol : 15 mn
- Nombre d'orbite : 0
- Altitude maximale : 187 km
- Distance parcourue : 487 km

Kennedy 25 mai 1961

Le programme Apollo est officiellement lancé. Remarquons que dès la fin de années 1950, Von Braun et ses collaborateurs travaillaient sur des projets de lanceurs lourds.

John Glenn 20 février 1962

Le lanceur Atlas D est composé d'un étage unique associé à deux boosters.

Caractéristiques techniques :
- Hauteur : 29m
- Masse au décollage : 117 t
- Masse d'ergols : 110 t
- Nombre d'étages : 1+2 boosters d'appoint.
- Poussée au décollage : 1596 kN
- Charge utile : 1,4 t en orbite basse.

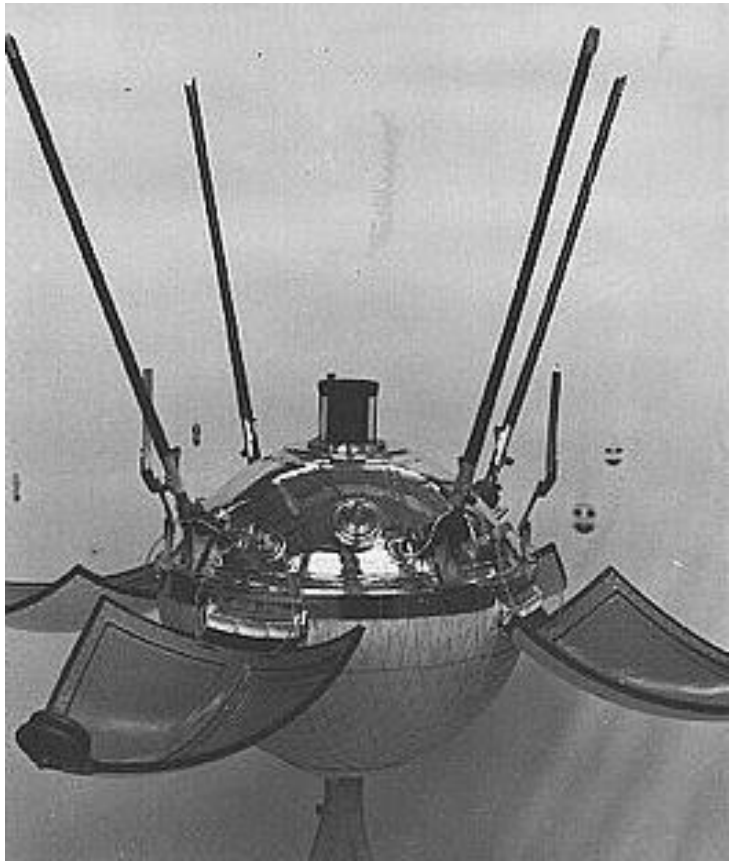
Le vol dura 4h 46 mn soit 3 orbites.

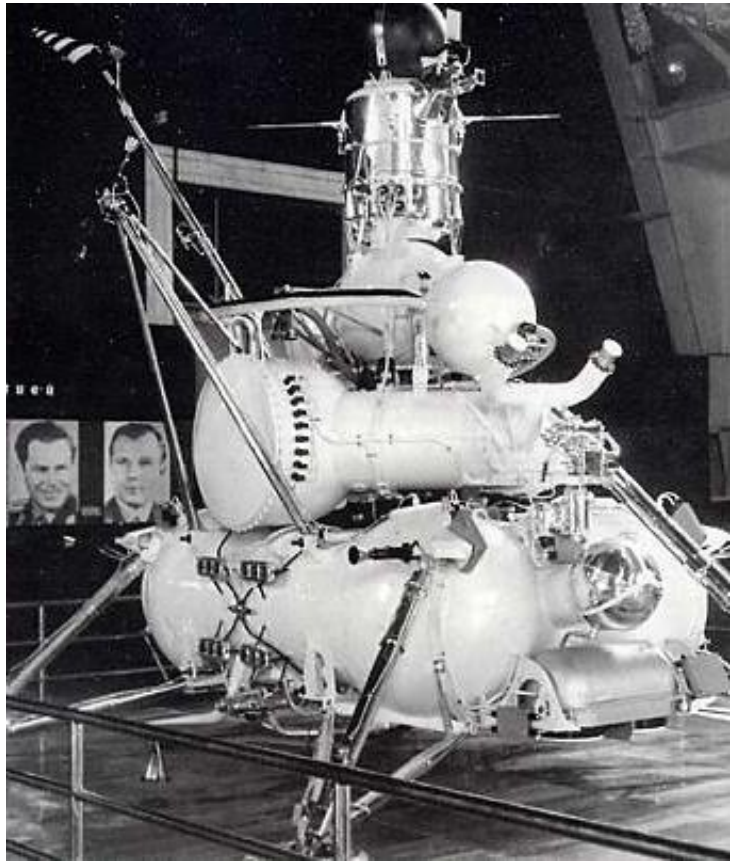
Boosters :
- Nombre : 2
- Propergols : kérosène et oxygène liquide.
- Poussée totale : 1334 kN
- Durée : 135 s

1er étage :
- Propergols : kérosène et oxygène liquide.
- Poussée : 262 kN
- Durée : 295 s

Le programme Mercury prend fin le 16 mai 1963 avec le vol de Gordon Cooper (22 orbites, 34h)

Les sondes lunaires soviétiques





Outre les programmes de vol habités, Soviétiques et Américains mirent en place divers programmes d'explorations lunaires automatiques.

Le programme soviétique d'exploration Luna s'étend de 1958 à 1976. Quarante neuf lancement seront réalisés, 16 missions seront réussies. Une mission est considérée réussie lorsque la totalité des objectifs préalablement définis sont atteints.

Luna 9 se pose sur la Lune le 3 février dans l'océan des Tempêtes et transmets les premières images du sol. Pour la première fois, un engin se pose en douceur sur la Lune. Un premier panorama de la Lune est transmis.

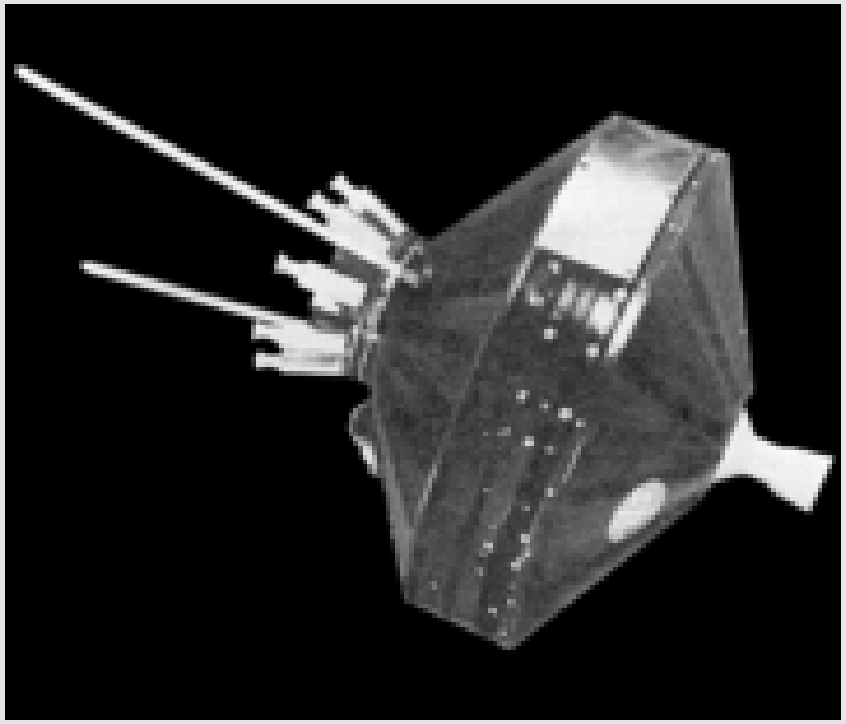
Luna 16 alunit dans la mer de la Fécondité le 20 septembre 1970. La sonde prélève un échantillon du sol lunaire à 25 cm de profondeur. 105 gr de sol lunaire seront rapportés sur la Terre le 20 septembre.

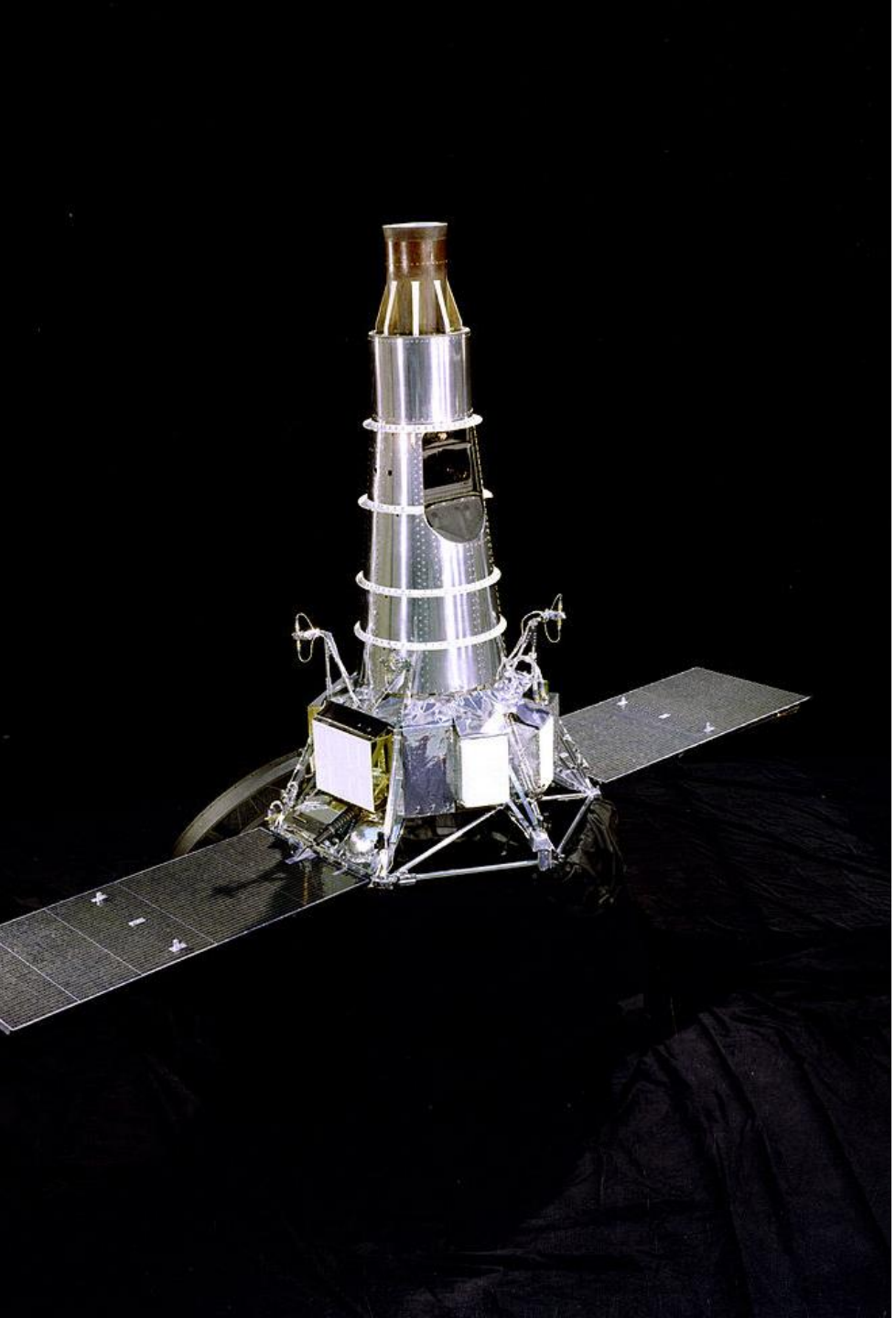
Le programme Luna s'achève en 1976.

Les sondes lunaires Pionner 1958-1963

Le programme d’exploration lunaire Pioneer s’étend de 1958 à 1960. L’objectif de ce programme est de mettre au point les techniques de navigations spatiales (amélioration des procédés de guidage, allumage dans le vide du dernier étage du lanceur) et aussi d’acquérir des informations sur les caractéristiques physiques du milieu existant entre la Terre et la Lune.

Il y eut 7 lancements et 7 échecs…





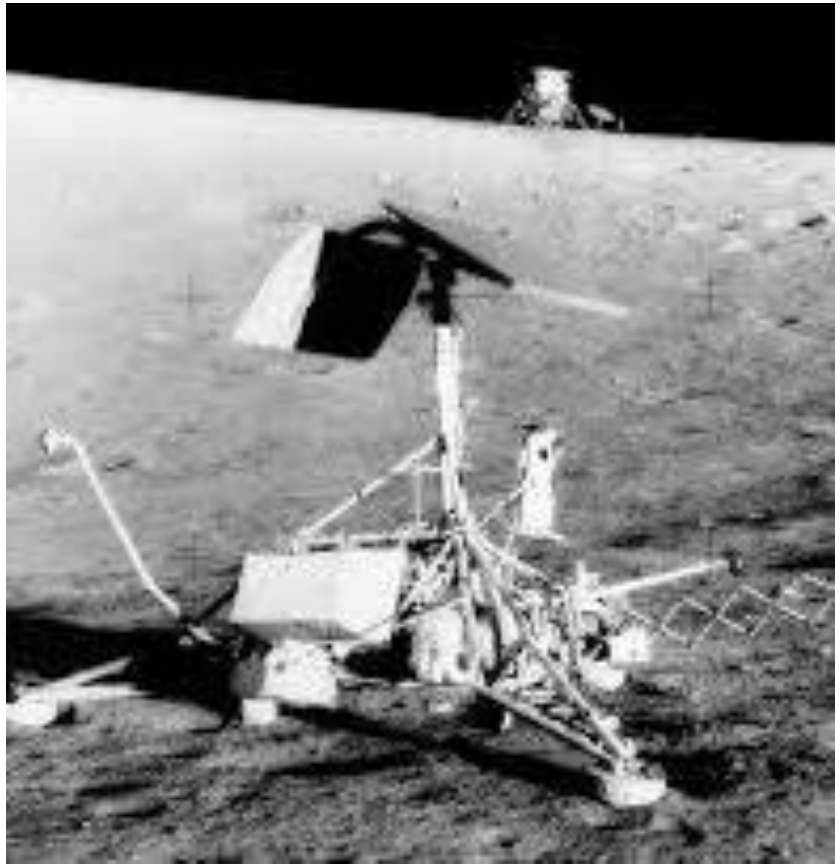
Les sondes lunaires Ranger 1961-1965

Le programme Pioneer a été un échec, mais les Américains ne vont pas se décourager. Ce programme a pour objectif, avant toute chose, de procéder à des prises de vues photographiques destinées non seulement à mieux connaître la surface lunaire mais aussi à identifier des zones possibles d'alunissage pour de futures missions habitées. Ces Rangers avaient donc comme destinée l'écrasement sur la Lune après avoir pris des photographies entre 1400 km et 800 m d'altitude avec une résolution mille fois supérieure à celles obtenues par les meilleurs télescopes terrestres.
Ces sondes avaient aussi pour mission de mesurer les radiations , les émissions solaires et les champs magnétiques existant sur le trajet Terre – Lune.

Il y eu 9 lancements et 3 succès (les 3 dernières missions de 1964 à 1965). Le bilan peut sembler mitigé, la politique et la gestion de la NASA seront d'ailleurs mises en cause et il faudra attendre Ranger 7 , 8 et 9 pour sauver la situation. Au total, on disposera de 17 000 photographies de très bonnes qualité des Mers des Nuées , de la Tranquillité et du cratère Alphonsus.

Les sondes lunaires Surveyor 1966-1968

Surveyor est un programme d'exploration lunaire par des engins automatiques. Le but de ces sondes d'une masse proche de 300 kg était la recherche de zones d'alunissage pour les missions Apollo. Elles recueillirent de nombreuses données sur la nature du sol lunaire. Elles permirent la mise au point des techniques d'allumage des moteurs depuis la Lune : Surveyor 6 aluni le 10 novembre 1967, ses moteurs sont réallumés le 17 novembre. D'une poussée totale de 700 N , le véhicule se soulève de 4 m avant de se poser de nouveau 2,5m plus à l'ouest.



- Sept sondes furent lancées. Il y eu 5 succès et 2 échecs

Echo 1 _ 1960

- Echo1, premier satellite passif de télécommunication mis en orbite le 12 août 1960.

Tiros _ 1er satellite météorologique _ 1960

Tiros 1, lancé le 1er avril 1960 par une fusée Thor -Atlas, est le 1er satellite météorologique opérationnel.

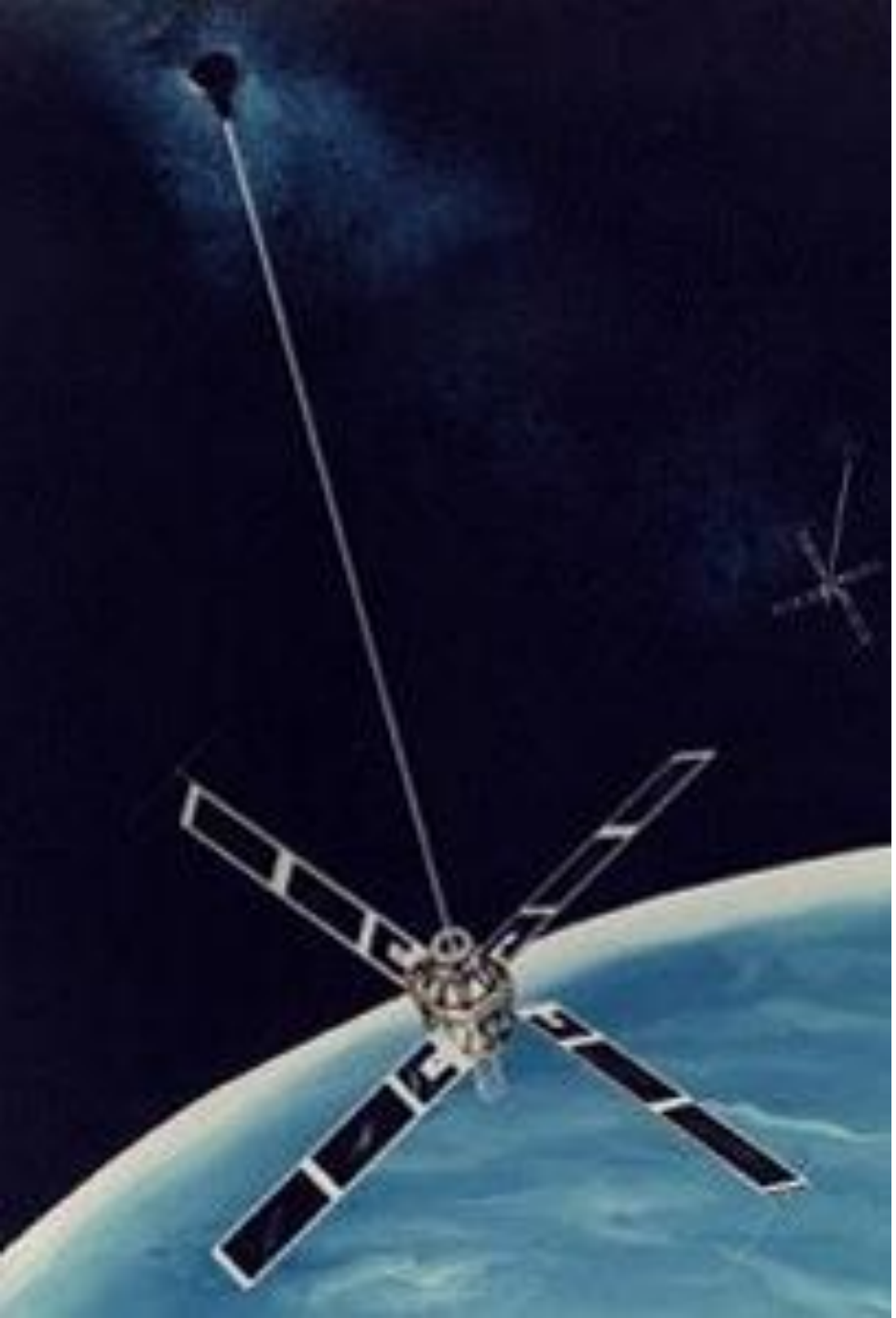
- **Caractéristiques principales :**
- Masse : 123 kg kg
- Périgée : 696 km
- Apogée : 756 km
- Excentricité : 0,004012
- Période : 98,3 minutes
- Inclinaison : 48,4°

Telstar _ 1962

Telstar 1, premier satellite actif de télécommunication est lancé depuis Cap Canaveral le 10 juillet 1962 par une fusée Thor-Delta.

- **Caractéristiques principales :**
- Masse : 77 kg
- Périgée : 952 km
- Apogée : 5632 km
- Excentricité : 0,24186
- Période : 157,7 minutes
- Inclinaison : 44,8°

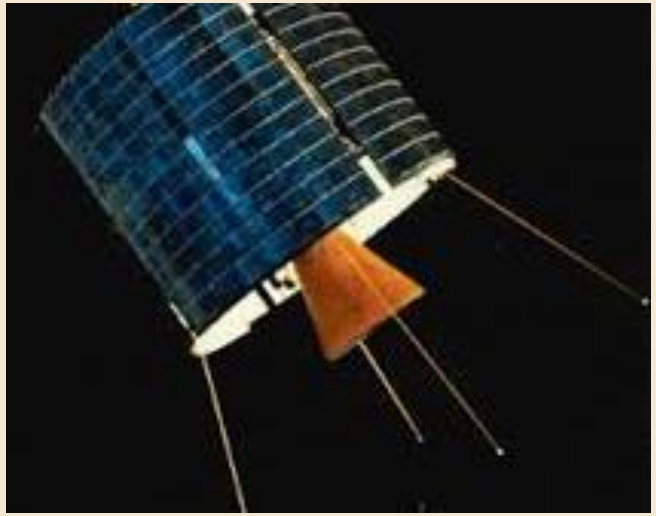
Sur cette orbite, le satellite ne pouvait établir des liaisons entre l'Europe et aux Etats-Unis que lorsqu'il survolait l'Océan Atlantique, soit durant 20 minutes.



Transit_ 1er satellite de radionavigation _ 1964

Transit a été le premier système de navigation par satellites mis au point à partir de 1958 et mis en œuvre pour la première fois en 1964. Il fut mis en service civil en 1967.
La position de la constellation était calculée à partir de mesures successives de l'effet Doppler sur les signaux émis par les satellites, qui diffusait en parallèle des éphémérides permettant le calcul de sa position (exprimée dans le système géodésique WGS 72). La précision de la position était généralement meilleure que 1 km, et en 1973, inférieure à 185 m.

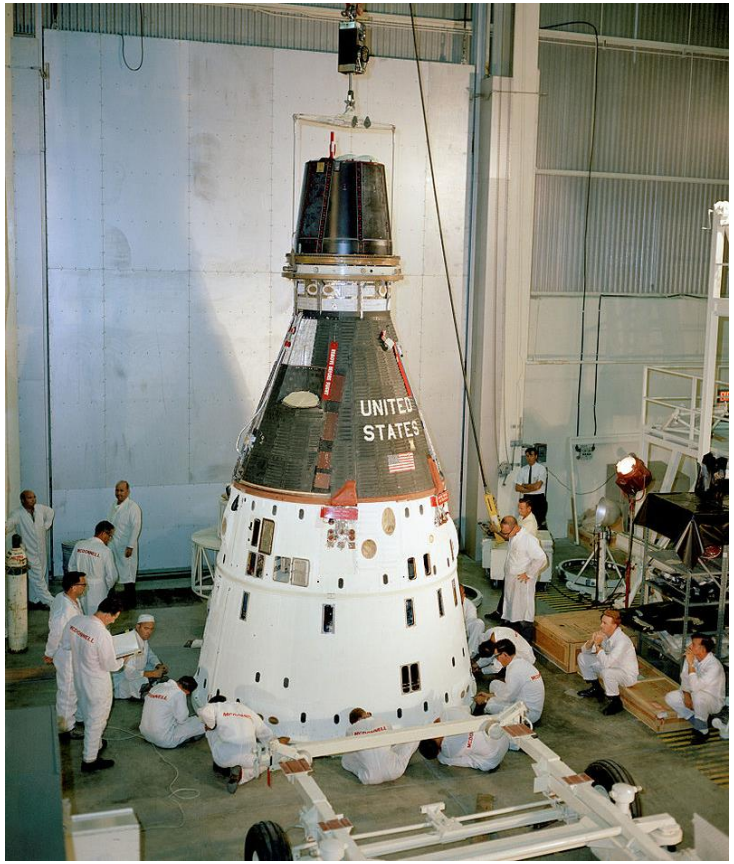
Intelsat 1 _1er satellite géostationnaire



Intelsa1, surnommé Early Bird, fut le 1er satellite de télécommunication à avoir été injecté en orbité géosynchrone. Positionné à 28° de longitude Ouest, Intelsat 1 fut le premier satellite à fournir des liaisons directes et presque instantanées entre l'Europe et les Etats-Unis, utilisées pour la télévision, le téléphone et le fax. Sa capacité était de 240 circuits téléphoniques et 1 canal de télévision.
De forme cylindrique (76*61 cm) pesant 34,5 kg , la stabilité de l'orientation était obtenu par rotation. Désactivé définitivement en août 1969, il est toujours en orbite à ce jour.

Le consortium intergouvernemental **International Telecommunications Satellite Consortium** (**INTELSAT**) a été créé le 20 août 1964, associant 11 pays. Il a pour but de fournir des services de télécommunications internationales sur une base non discriminative.

Le programme Gemini 1964_1966



Le programme Gemini est lancé en décembre 1961.
Trois objectifs essentiels furent assignés au programme Gemini :

- Maitriser les techniques de changement d'orbites, de localisation de rendez-vous spatial et d'amarrage.
- Mettre au point les techniques permettant de travailler dans l'espace au cours de sortie extravéhiculaires
- Etudier les conséquences de l'apesanteur sur la physiologie au cours de vols de longue durée (14 jours).

Initialement, le vaisseau spatial Gemini devait être une simple version améliorée de la capsule Mercury. Cependant au fur et à mesure de son développement, il se transforme en un vaisseau totalement différent. D'une masse de 3200 kg, il peut emporter deux astronautes. Comme Mercury, il est de forme conique mais est composé de deux parties distinctes : le module de rentrée qui revient sur Terre et le module de service qui est largué avant la rentrée dans l'atmosphère. Gemini est doté de nombreuses innovations techniques : l'énergie est fournie par deux piles à combustible, un radar, dont les données sont traitées par un ordinateur embarqué, permet les opérations de rendez-vous.

Caractéristiques du vaisseau Gemini :

- Hauteur : 5,8m
- Diamètre : 3m
- Masse totale : 3,85t dont 650 kg d'ergols

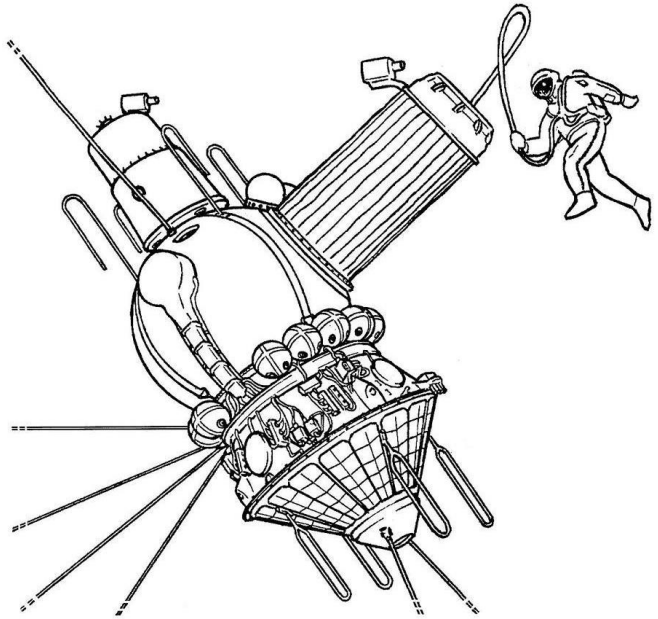
- **Le lanceur Titan II**
- Le lanceur de Gemini, Titan II, est un missile intercontinental mis au point par l'Armée de l'Air. Il est le seul au début des années 1960 à pouvoir mettre en orbite les 3850 kg de Gemini. Titan II est le premier missile à deux étages dont le second s'allume à haute altitude après extinction du premier. Il utilise des ergols stockables hypergolique.

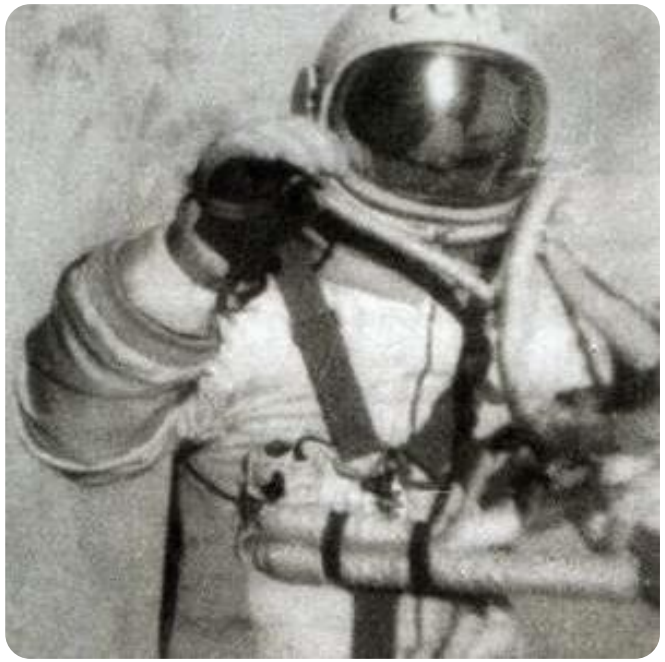
- **Caractéristiques techniques** :
- Hauteur : 33m
- Masse au décollage : 151t
- Masse d'ergols : 138t
- Poussée au décollage : 1913 kN
- Charge utile : 3,8t en orbite basse.

- **1er étage** :
- Propergols : aérozine 50 et peroxyde d'azote (ergols hypergolique)
- Poussée : 1913 kN (2 propulseurs
- Durée : 141 s

- **2ème étage** :
- Propergols : aérozine 50 et peroxyde d'azote (ergols hypergolique)
- Poussée : 454 kN (1 propulseur identique à ceux du 1er étage)
- Durée : 183 s

-





1ère sortie dans l'espace 18 mars 1965

En avril 1962, les autorités Soviétiques donnent leur feu vert au développement du programme Soyouz, appelé à prendre la relève du Vostok, mais retards et difficultés techniques s'accumulent si bien que le nouveau vaisseau ne sera pas prêt avant 1965. Or les Américains ont annoncés qu'ils feront voler leur nouveau vaisseau Gemini dès 1964. Koroliev reçoit l'ordre de suspendre ses travaux sur Soyouz afin de se concentrer sur un vaisseau dérivé du Vostok et capable d'embarquer trois hommes dans l'espace. Ce vaisseau est dénommé Voskhod.

La mission *Voskhod 1* est lancée le 12 octobre 19644 avec à son bord un équipage de trois cosmonautes établissant un nouveau record par rapport aux vols américains et soviétiques précédents qui n'emportaient qu'un seul occupant. C'est une nouvelle première pour les Russes avec un vol d'une durée de 24 heures et 17 minutes.

La mission *Voskhod 2* est lancée le 18 mars 1965 avec à son bord 2 cosmonautes dont Alexeï Leonov qui effectue la première sortie extravéhiculaire jamais réalisée par un homme d'une durée de 10 minutes.

- **Caractéristiques du vaisseau Voskhod :**
- Masse : 6t
- Volume habitable : 1,6 m^3

Objectif Lune !

Oui mais comment ?

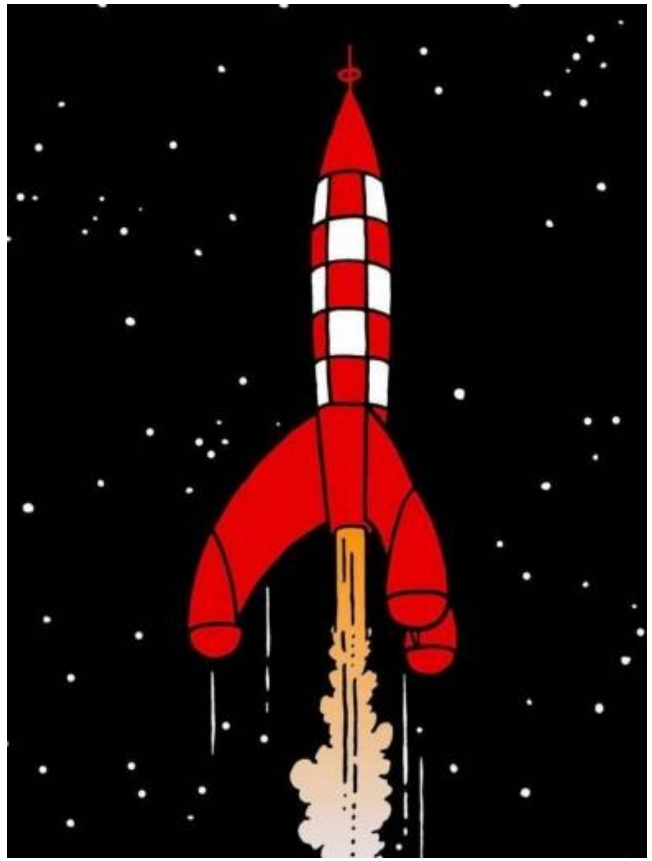
La méthode Tintin

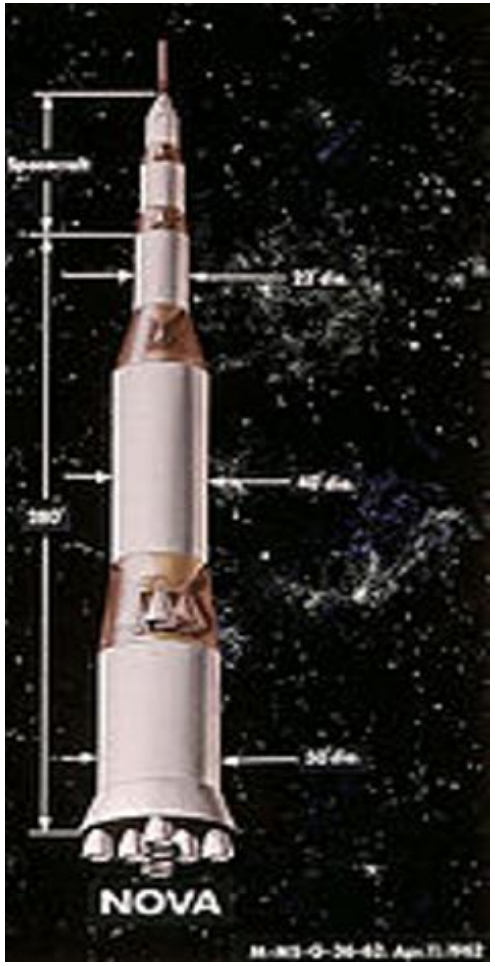
Dès 1958 des discussions furent engagées sur le meilleur moyen d'atteindre la Lune. Trois schémas ont été étudiés pour atteindre la Lune :

- Le mode direct.
- Le rendez-vous en orbite terrestre.
- Le rendez en orbite lunaire.

Le mode direct était le plus simple et il eut d'abord la faveur. Il s'agissait de lancer le vaisseau spatial contenant les astronautes directement vers la Lune puis il revenait directement sur la Terre. L'inconvénient de cette méthode était qu'elle nécessitait un lanceur particulièrement puissant. C'est pour cette mission qu'était né le projet de fusée Nova.

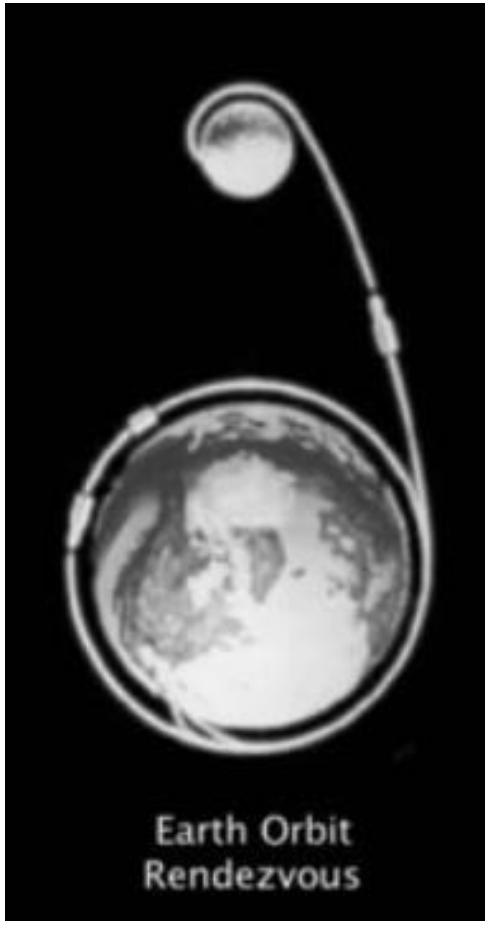
Différentes configurations furent étudiées, la plus puissante avait au décollage une poussée de 90 000 kN. Le projet Nova fut arrêté à la fin de l'année 1962.





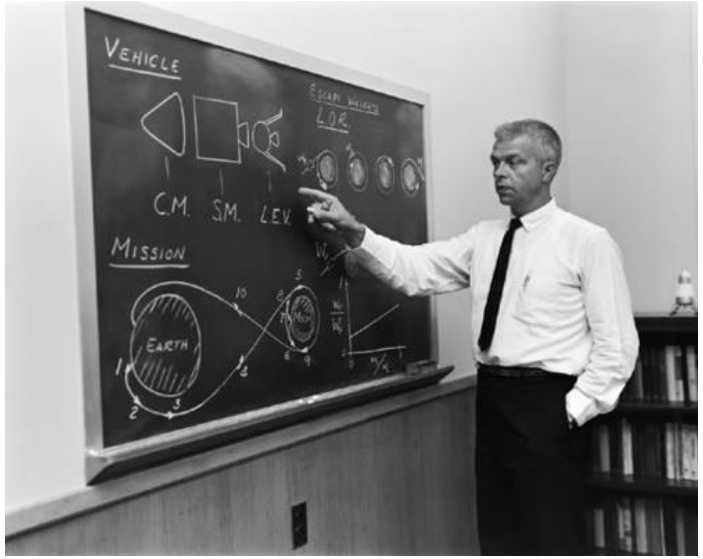
Le rendez-vous en orbite terrestre.

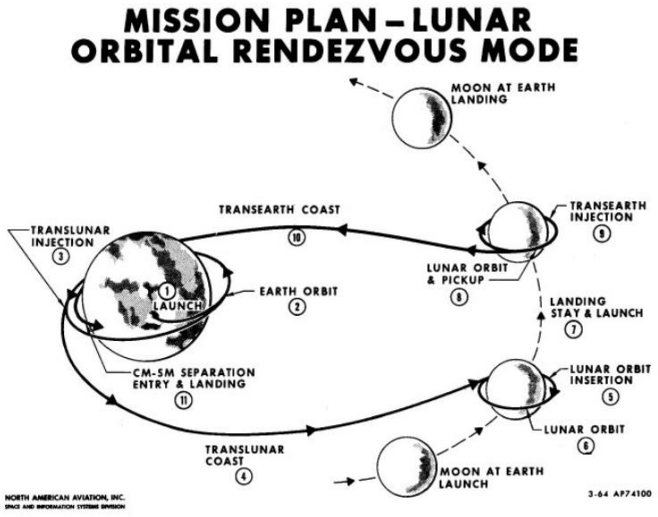
La deuxième méthode était celle du rendez-vous en orbite terrestre. Celle-ci constituait une évolution du vol direct, évitant la conception d'un trop gros lanceur et réduisant surtout les délais de réalisation (sans oublier les coûts). La méthode avait la préférence de Wernher von Braun, qui l'avait lui-même présentée en décembre 1958. A cette époque, il avait été envisagé de lancer une quinzaine de Saturn, dont certains éléments devaient être assemblés en orbite terrestre pour former le train lunaire. Mais en 1962, le concept avait évolué. Le principe en était le suivant : dans un premier temps, on mettait en orbite un élément constitué d'un réservoir d'oxygène liquide. Une autre fusée devait ensuite mettre en orbite un réservoir d'hydrogène liquide, un réservoir vide et le module contenant les astronautes. Il fallait ensuite un rendez-vous avec assemblage de tous ces éléments, suivi d'un transfert de l'oxygène liquide dans le réservoir vide. Le train spatial pouvait ensuite être propulsé vers la Lune, pour s'y poser directement avec deux astronautes à bord, sans se mettre en orbite lunaire. Une fois la mission lunaire effectuée, le train spatial décollait de la Lune et rentrait directement sur Terre. Ce procédé avait de nombreux inconvénients : il nécessitait deux Saturn 5 par mission, donc un coût important, et un danger non négligeable en raison du transfert de l'oxygène liquide en orbite terrestre. Toutefois, en cas de difficulté rencontrée pour l'assemblage en orbite terrestre, l'équipage pouvait facilement revenir sur Terre.



Le rendez-vous en orbite lunaire

La troisième méthode, le rendez-vous en orbite lunaire, était basée sur l'assemblage d'un train spatial au cours du trajet Terre-Lune qui se mettrait ensuite en orbite lunaire. De là, le module destiné à alunir se détacherait du train spatial pour se poser sur notre satellite. Une fois la mission lunaire accomplie, ce même module retrouverait l'élément resté en orbite lunaire, pour retour vers la Terre. Les avantages d'une telle méthode étaient tout de suite évidents : d'abord, la méthode ne nécessiterait qu'un seul lanceur à chaque fois. Le module lunaire s'en trouvait allégé : on a ainsi estimé que le gain de poids par rapport au module envisagé était de 4,5 tonnes. Ce faisant, les besoins en propulsion s'en trouvaient amoindris et partant de là, les coûts de chaque mission également. Enfin, la méthode permettait d'envisager un alunissage avant 1970 (et en tous les cas pratiquement une année plus tôt que dans le cas du rendez-vous en orbite terrestre). L'inconvénient majeur toutefois résidait en un rendez-vous en orbite lunaire beaucoup plus difficile à réaliser et surtout plus risqué que celui en orbite terrestre (d'autant qu'aucun rendez-vous en orbite terrestre n'avait même été réalisé à cette époque). Il fallut beaucoup de temps et d'énergie à certains pour réussir à imposer cette méthode. En fait, l'idée n'était pas totalement neuve puisque déjà en 1958, une équipe d'ingénieurs , menée par Thomas Dolan, en avait déjà vanté les avantages, mais sans vraiment capter l'attention de la NASA à l'époque. Cette dernière aurait très bien pu tomber dans les oubliettes si elle n'avait pas eu le mérite d'attirer l'attention de John Houbolt, un ingénieur du centre de recherche de la NASA de Langley. Très vite, il fut persuadé que c'était la seule méthode permettant d'aboutir à l'objectif recherché, la Lune. Mais à la même époque, c'est le rdv en orbite terrestre qui avait la préférence de la NASA, et à vrai dire Houbolt ne trouva pratiquement personne pour l'écouter. C'est pourquoi il se décida à écrire, en novembre 1961, directement à l'administrateur adjoint de la NASA, Robert Seamans, pour tenter de le convaincre. Cette lettre eut le mérite d'intéresser quelques personnes, dont George Low, le nouveau directeur des véhicules spatiaux et des vols. Toutefois le directeur des lanceurs et de la propulsion, Milton Rosen, en était quant à lui totalement opposé. Tel était aussi le cas de Wernher von Braun, on s'en doutera, puisque ce dernier avait activement participé à la conception du rendez-vous en orbite terrestre. Dans ces conditions, il fut décidé de créer un groupe de travail qui déposa ses conclusions le 20 novembre 1961 : la méthode recommandée restait le vol direct, dans la mesure où aucun rendez-vous dans l'espace n'avait encore été effectué. Cette décision ne découragea nullement Houbolt qui insista, en appuyant encore sur le fait que le rendez-vous en orbite lunaire permettrait d'économiser près de 25 milliards de dollars. A force de réunions explicatives, Houbolt réussit néanmoins, lentement mais sûrement, à imposer son idée. Dans les six premiers mois de 1962, même von Braun fut obligé de reconnaître que cette méthode avait du bon et dès juillet 1962 s'y rallia définitivement. Il en devint même par la suite l'ardent défenseur. En juillet 1962, le rendez-vous en orbite lunaire était officiellement retenu par la NASA. C'était encore sans compter les velléités d'un conseiller scientifique du président Kennedy, le docteur Wiesner, opposant farouche au rdv lunaire , fervent partisan du mode direct (et de façon générale plus favorable aux vols automatiques qu'aux vols habités). Il faudra vraiment attendre novembre 1962 pour que le rdv en orbite lunaire soit définitivement entériné





La fusée lunaire Saturn V

Le programme Saturne comprend une famille de lanceurs. Il était en effet impossible de construire directement la fusée Saturne V, des étapes intermédiaires étaient indispensable pour valider les sous-ensembles du lanceur lunaire. A cet effet deux lanceurs furent construits.

Saturn I, constitué de deux étages , est destiné à vérifier le bon fonctionnement et la séparation de ceux-ci ainsi que la compatibilité du lanceur avec le module de commande Apollo.

Saturn IB, plus puissant, est constitué lui aussi de deux étages. Le second est d'ailleurs le 3ème étage de Saturn V. L'objectif est de vérifier le bon fonctionnement de ce dernier et d'essayer en orbite terrestre le véhicule Apollo complet.

La fusée Saturn V est composée de 3 étages :

Caractéristiques techniques :

- Hauteur : 110,71 m
- Masse au décollage : 2962,38 t
- Masse d'ergols : 2747,72 t
- Poussée au décollage : 34 478 kN
- Charge utile : 118 t en orbite basse / 47 t sur une trajectoire lunaire

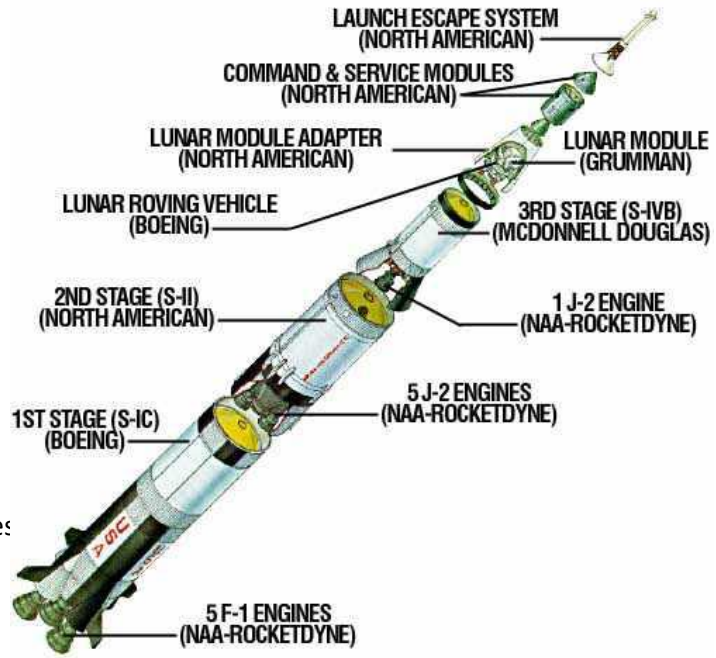
1er étage :

- Longueur : 42,07 m
- Diamètre : 10,06 m
- Motorisation : 5 moteurs F1
- Propergols : kérosène et oxygène liquide.
- Poussée : 34 478 kN
- Durée : 165s

- **2ème étage :**
- Longueur : 24,84 m
- Diamètre : 10,06 m
- Motorisation :5 moteurs J-2
- Propergols : Hydrogène et oxygène liquides
- Poussée : 4 380 kN
- Durée : 397 s

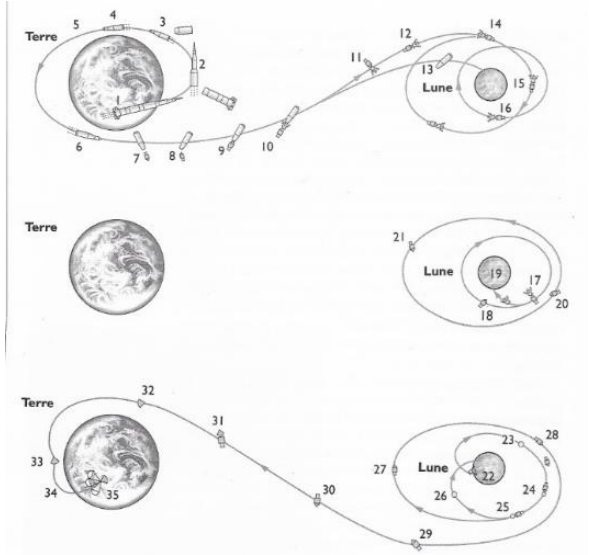
3ème étage :

- Longueur : 18,86 m
- Diamètre : 6,52 m
- Motorisation : 1 moteur J2
- Propergols : Hydrogène et oxygène liquides
- Poussée : 876 kN
- Durée : 515 s



La fusée lunaire Saturn V

Le train lunaire Apollo



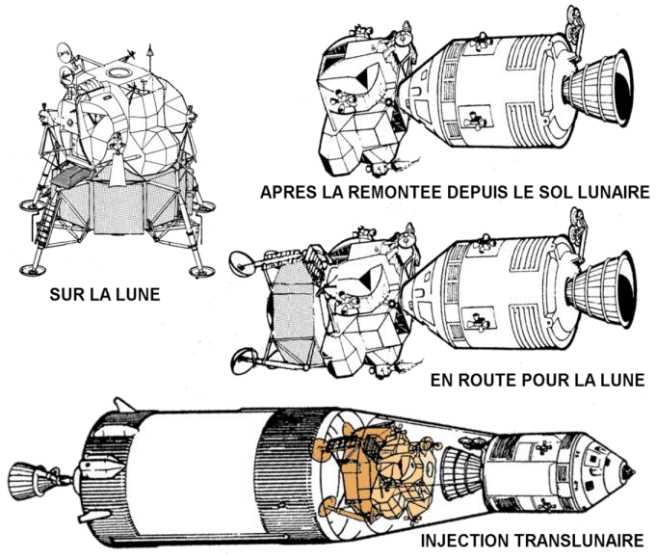
Le vaisseau Apollo en version lunaire comprenait un module de commande habitée d'une masse de 5,8t , un module de servitude d'une masse de 25t et un d'un véhicule lunaire composé de deux étages pesant 14,9t (Apollo 11).

Déroulement d'une mission lunaire Saturn –Apollo.

Lancement de Saturn V avec 3 astronautes à bord (1). Séparation du 1er étage, allumage du 2ème étage (2).Séparation de 2ème étage, allumage du 3ème étage mettant Apollo en orbite basse (3). Orbite de transfert (4) (5). 2ème allumage du 3ème étage et mise sur trajectoire lunaire (6). Après injection sur la trajectoire lunaire, le 3ème étage se sépare du véhicule Apollo (7) , ce dernier se retourne et s'amarre au module lunaire (8), (9). Le 3ème étage se sépare définitivement du véhicule Apollo (10), il sera transféré sur une trajectoire de collision directe avec la surface de la Lune. Plusieurs corrections de trajectoire seront réalisées avant la mise en orbite lunaire (15), puis deux astronautes s'introduisent dans le module lunaire par un sas interne, le troisième reste à bord du module de commande (16). Le module lunaire se sépare du véhicule Apollo (17), l'allumage du moteur permet le freinage du module lunaire pendant sa phase d'alunissage (18) (19), sortie des astronautes sur la Lune. Le véhicule Apollo reste en orbite lunaire, il optimisera son orbite au moment de l'amarrage (20) (21). Après la fin de la mission, la partie supérieure du module lunaire décolle, la partie inférieure servant de plate-forme, reste sur la Lune (22). Le véhicule Apollo approche le module lunaire par sa partie supérieure (23). Après l'amarrage (24), les astronautes regagnent le véhicule Apollo puis le module lunaire , devenu inutile, est largué dans l'espace (25), il s'écrasera sur la Lune (26). A ce stade, le véhicule Apollo est toujours sur une orbite lunaire (27), l'allumage du moteur du module de service permet d'injecter l'ensemble sur la trajectoire de retour vers la Terre (28), cette trajectoire subit deux corrections(29) (30), la seconde étant facultative. Les corrections étant faites, le module de service, devenu inutile, est largué dans l'espace (31).

Avant son entrée dans les couches denses de l'atmosphère (32), le module de commande est correctement orienté. La première phase de rentrée est contrôlée (33), l'ionisation de l'atmosphère autour de la cabine Apollo empêche toute communication radio. La seconde phase de rentrée met en œuvre un système de freinage par parachute. La capsule amerrit dans le pacifique avec ses trois astronautes à bord.

Elle représente 0,2% de la masse initiale.



Le programme lunaire soviétique

Dès la fin des années 1950, il apparaît aux responsables soviétiques du programme spatial qu'il faudra disposer assez rapidement de lanceurs lourds capables de mettre en orbite basse des charges utiles de masse élevée. Un besoin général de satelliser en un seul lancement plusieurs dizaines de tonnes se fait jour pour une large gamme d'applications. En mars 1960, Korolev fait une présentation aux constructeurs généraux et aux représentants du gouvernement d'un projet d'un lanceur lourd. Les buts sont multiples :

Satisfaire les besoins militaires.

Mettre en place un système global de télécommunications par satellites.

Répondre aux besoins de la météorologie.

Etude de la Lune et des planètes du système solaire.

En première approximation, un lanceur de 1000 à 2000 tonnes de masse au décollage emportant des charges de 40 à 80 tonnes est envisagé. Korolev met aussi en évidence qu'un lanceur performant doit disposer de moteurs eux aussi performants, donc utilisant l'oxygène et l'hydrogène liquides. Il constate d'ailleurs que les Américains se sont engagés dans cette voie dès 1958 (Korolev se faisait traduire la presse occidentale). Le 7 avril 1960, il écrit donc au gouvernement pour lui demander de créer une industrie de production d'hydrogène liquide.

Les études progressant, le 23 juin 1960 un décret gouvernemental entérine la proposition de Korolev de créer le lanceur lourd N1 capable de mettre de 40 à 50 tonnes en orbite terrestre basse ou d'envoyer 12 à 20 tonnes sur une trajectoire d'évasion de la Terre.

Notons qu'à cette époque, ce projet n'est pas spécifiquement prévu pour les missions lunaires habitées. Le poids des militaires dans l'astronautique soviétique était très important à cette époque et ceux-ci préféraient plutôt développer l'espace militaire que favoriser la conquête de la Lune ou les missions interplanétaires. Une autre raison est que l'Etat soviétique connaissait de grandes difficultés dans le développement de son agriculture. La conquête de la Lune n'était donc pas une priorité.

Le programme lunaire soviétique

Très rapidement des difficultés relationnelles vont apparaître. Ces conflits entre les hommes seront très lourds de conséquences sur l'aboutissement du programme lunaire soviétique.

Tout d'abord, Korolev sollicite Valentin Glouchko, le principal constructeur de moteurs-fusées. Les deux hommes qui se connaissent depuis le début des années 1930, ont depuis longtemps des relations difficiles. Ce sont deux hommes de fortes personnalités et une lutte pour la suprématie dans la cosmonautique soviétique les anime secrètement. Par ailleurs, ils n'ont pas les mêmes protecteurs au sein du Politburo et des instances dirigeantes de l'Etat. Le très puissant complexe militaro-industriel soutient Glouchko qui peut notamment compter sur celui de Vladimir Chelomeï un autre constructeur général de fusées. En outre, ce dernier a eu la bonne idée de prendre pour adjoint le fils de Khrouchtchev. A cette époque Chelomeï est en pleine ascension et se pose de plus en plus en rival de Korolev qui voit ses crédits aller peu à peu vers Chelomeï au détriment de son propre bureau d'étude.

Le climat n'est donc guère propice à la sérénité qu'exige la réalisation de programmes spatiaux ambitieux.

Korolev exprima donc le souhait de disposer de moteurs à hydrogène et oxygène liquide performants. Il ne souhaitait pas notamment utiliser d'ergols toxiques tels que l'UDMH et le peroxyde d'azote qui pouvaient à juste titre constituer une menace pour l'environnement et les hommes de la base en cas d'explosion. Glouchko est d'un avis diamétralement opposé et persiste à utiliser l'UDMH et le peroxyde d'azote. Ces derniers sont des ergols hypergoliques, c'est-à-dire qu'ils réagissent spontanément dès qu'ils sont en contact, sans qu'il soit nécessaire d'amorcer la réaction contrairement au couple hydrogène-oxygène liquides. Ce type de carburants simplifient la conception et la réalisation des moteurs-fusées. L'autre avantage de l'UDMH et du peroxyde d'azote est qu'ils sont stockables.

Le programme lunaire soviétique

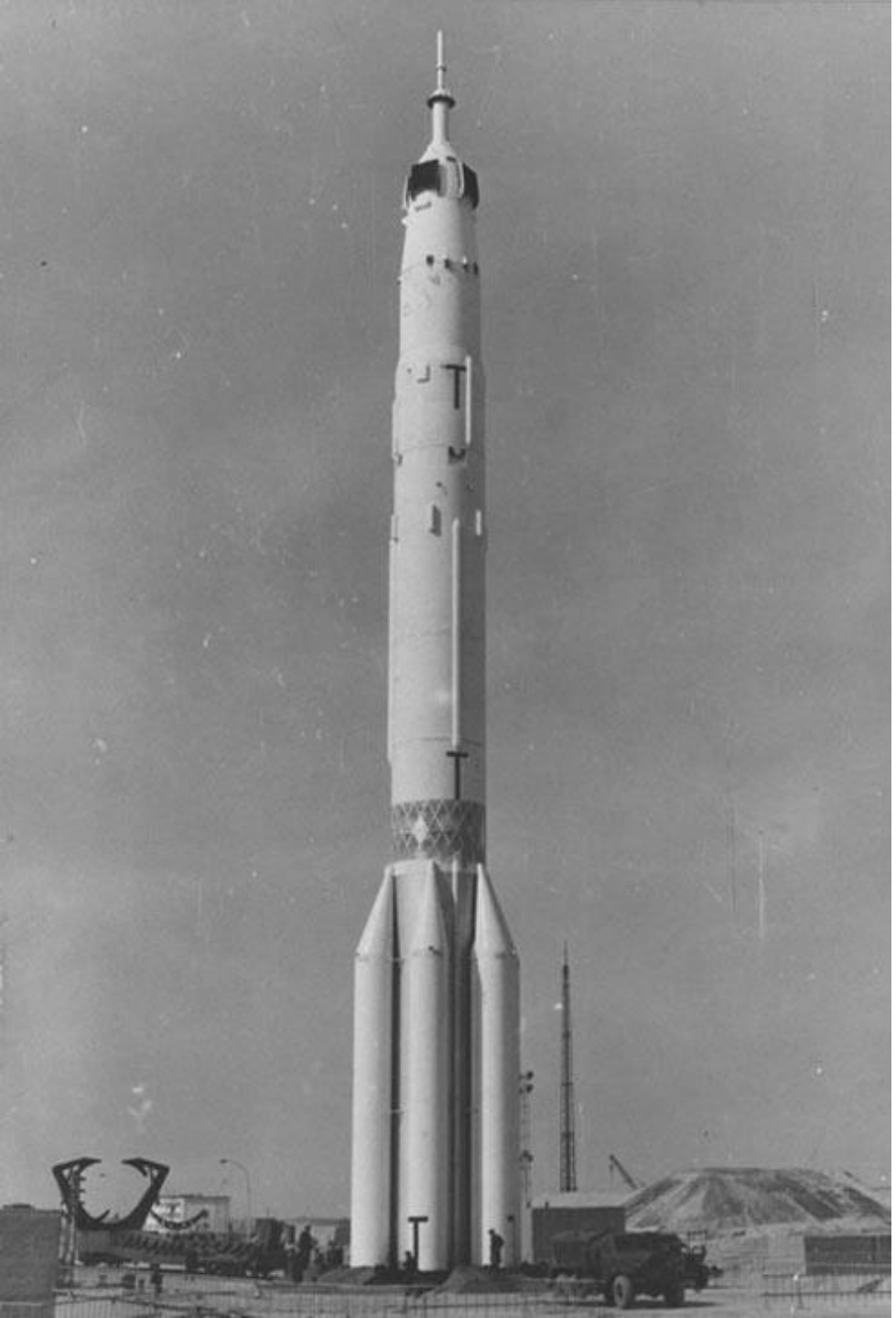
Malgré l'intervention de Khrouchtchev, le divorce entre les deux hommes est consommé en juin 1963. Korolev est contraint de se tourner vers Kouznetsov, le constructeur général de moteurs d'avions, dont l'expérience dans le domaine des moteurs-fusées est récente et faible. Le peu d'expérience de Kouznetsov dans le domaine des moteurs-fusées l'oblige à ne pas être ambitieux. Une solution de sagesse est retenue : on en restera aux moteurs kérosène-oxygène liquide, la réalisation de moteurs à hydrogène-oxygène liquides paraissant trop risquée et plutôt que de s'engager dans la voie de moteurs de très fortes poussées, c'est-à-dire de 6000 à 8000 KN, on en restera à environ 1500 KN.

A ce stade, l'Union Soviétique vient de se donner un handicap en faisant le choix de moteurs moins performants par les ergols utilisés mais aussi moins puissants unitairement que ceux retenus par les Américains pour le programme Apollo. Ainsi le premier étage de Saturn V n'aura besoin que de cinq moteurs de 6900 KN de poussée alors que le N1 en nécessitera trente de 1500 KN. Faire fonctionner cet ensemble deviendra un véritable tour de force.

En mai 1961, Khrouchtchev confie à Tchelomeï la mission de concevoir un lanceur capable d'emporter au moins un cosmonaute autour de la Lune. Le lanceur sera l'UR500k ou Proton toujours en service aujourd'hui. Il était habituel dans l'industrie de défense et dans l'industrie spatiale soviétique de répartir les tâches entre plusieurs industriels de façon à obtenir une certaine concurrence et une certaine redondance. Par ce fait, l'Union soviétique venait de commencer à gaspiller ses deniers et à disperser ses moyens techniques.

Au début de l'année 1964, c'est-à-dire trois ans après l'engagement américain dans le programme Apollo, les Soviétiques n'envisagent toujours pas d'aller sur la Lune. Toutefois force est de constater que le programme Saturn-Apollo avance et après beaucoup de tergiversations le gouvernement publie un décret le 3 août 1964 qui fixe le programme lunaire soviétique :

- Programme de lanceurs N1 de Korolev associé à un vaisseau capable d'emporter deux cosmonautes. Débarquement d'un cosmonaute sur la Lune.
- Programme de vaisseau habité UR 500K de Chelomeï destiné au contournement de la Lune associé au vaisseau Zond capable d'embarquer deux cosmonautes.
- Programme de sondes automatiques d'exploration lunaire de Korolev.



Le lanceur Proton

Caractéristiques techniques :

Hauteur : de 56,14m

Masse au décollage : 691 t

Masse d'ergols : 633,53 t

Poussée au décollage : 8840,9 kN

Charge utile : 19t en orbite basse / 5,5t sur une trajectoire lunaire

1er étage :

Longueur : 21,18 m

Diamètre : 4,15 m

Motorisation : 6 moteurs RD-253

Propergols : UDMH/N2O4

Poussée : 8840,9 kN

Durée : 133 s

2ème étage :

Longueur : 17m

Diamètre : 4,15 m

Motorisation : 3 * RD-0210+1*RD0211

Propergols : UDMH/N2O4

Poussée : 2 352 kN

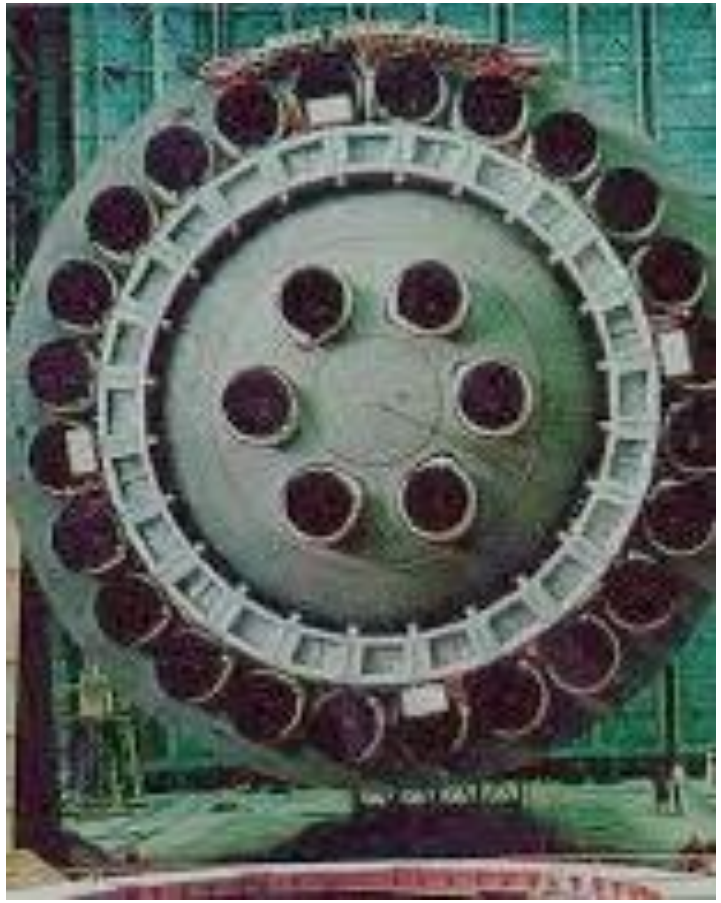
Durée : 213

3ème étage :

- Longueur : 4,11 m
- Diamètre : 4,15m
- Motorisation : 1 moteur RD-0212
- Propergols : UDMH/N2O4
- Poussée : 581,8 kN
- Durée : 241 s

- **4ème étage ou Block D :**
- Longueur : de 4,9 à 6,28 m
- Diamètre : 3,7 m
- Motorisation : 1 moteur RD-058
- Propergols : Kérosène/LOX
- Poussée : 83,36 kN
- Durée : 470 s

Le Lanceur N1



- Hauteur (m): 109,90
- Masse au décollage (t): 2 787,00
- Masse d'ergols (t): 2 494,00
- Poussée au décollage (kN): 41 358,30
- **Performances**
- LEO: 95t
- **Données techniques**
- **Premier étage (Block A)**
- Longueur (m): 30,09
- Diamètre (m): 16,90-9,80
- Motorisation: 30 x NK-15
- Propergols: Kérosène/LOX
- Poussée (kN): 41 358,30
- Durée (s): 148
- **Deuxième étage (Block B)**
- Longueur (m): 20,46
- Diamètre (m): 9,80-6,80
- Motorisation: 8 x NK-15V
- Propergols: Kérosène/LOX
- Poussée (kN): 13 182,00
- Durée (s): 110

Le lanceur N1

Troisième étage (Block V)

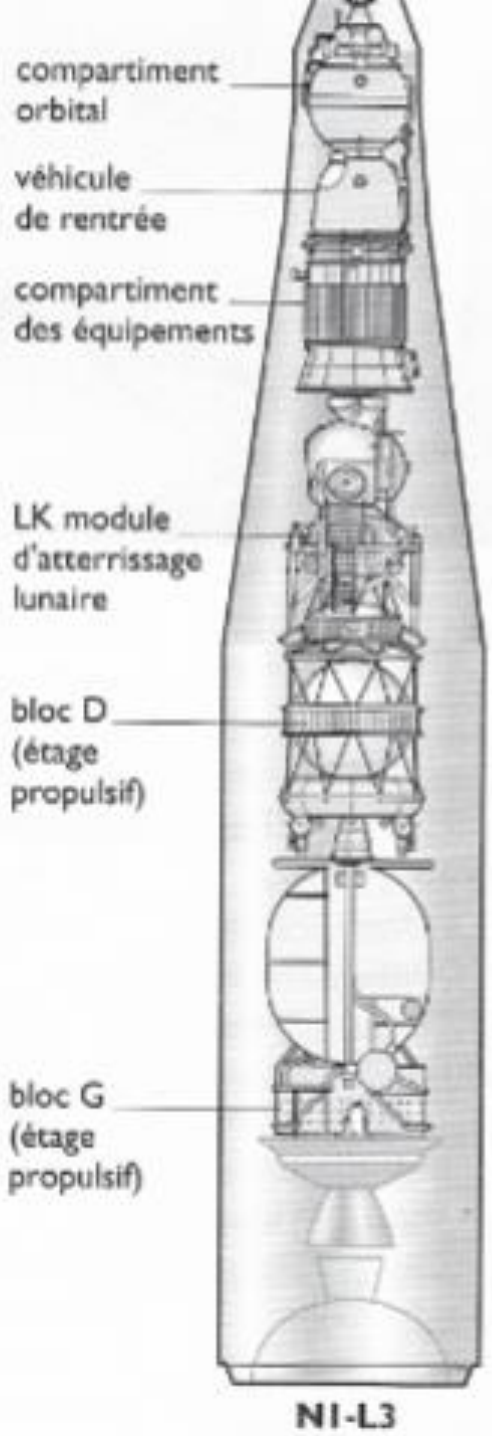
- Longueur (m): 14,10
- Diamètre (m): 6,80-5,55
- Motorisation: 4 x NK-21
- Propergols: Kérosène/LOX
- Poussée (kN): 1 608,30
- Durée (s): 363
- **Quatrième étage (Block G)**
- Longueur (m): 9,10
- Diamètre (m): 3,90
- Motorisation: 1 x NK-19
- Propergols: Kérosène/LOX
- Poussée (kN): 451,10
- Durée (s): 420
- **Cinquième étage (Block D)**
- Longueur (m): 6,28
- Diamètre (m): 3,70
- Motorisation: 1 x RD-58
- Propergols: Kérosène/LOX
- Poussée (kN): 82,38
- Durée (s): 600

Quatre lancements seront effectués entre 1969 et 1972 qui se solderont par des échecs dû au dysfonctionnement du 1er étage. Le programme N1 sera officiellement arrêté en mars 1976

Le module lunaire soviétique L3

- **Données techniques :**

- Hauteur : 5,2 m
- Masse : 5,5t
- Contrairement au module lunaire Américain qui embarquait deux astronautes, le module lunaire soviétique embarquait un seul cosmonaute.



Le programme lunaire automatique soviétique

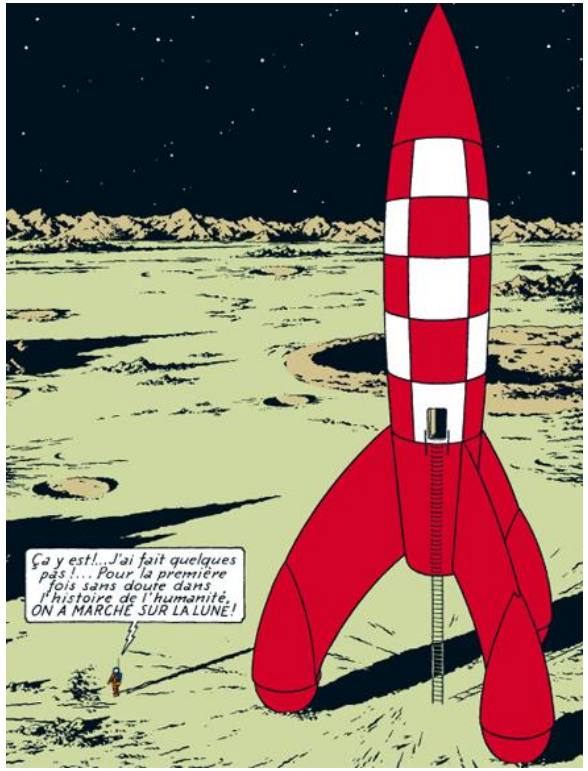
A la fin de l’année 1968, les responsables de l'Union Soviétique constatent que le programme Apollo avance rapidement et que les américains pourraient réussir prochainement à déposer des hommes sur la Lune. Le programme concurrent développé par l'Union soviétique a par contre pris beaucoup de retard. Pour ne pas perdre tout le prestige acquis par l'astronautique soviétique grâce aux réussites des années 1960, en cas de réussite américaine, les soviétiques décident de développer en parallèle du programme spatial habité lunaire, une mission mettant en œuvre une sonde automatique qui a pour objectif de ramener un échantillon du sol de la Lune avant les astronautes de la NASA. La sonde comporte un étage de descente chargé d'atterrir sur la Lune et un véhicule de retour chargé de ramener l'échantillon.

Ce n’est que le 12 septembre 1970 que la sonde Luna 16 prélèvera un échantillon de 105gr de sol lunaire qui seront rapportés sur Terre le 24 septembre.

- **Données techniques** :
- Masse au lancement : 5 727 kg

On a marché sur la Lune

Le 21 juillet 1969 le module lunaire Eagle se pose sur la Lune. Les Etats-Unis son au faîte de leur puissance économique, industrielle et scientifique.

Photo d'Aldrin prise par Armstrong, on distingue dans la visière du casque le module lunaire et Armstrong lui-même.

Clin d'œil à Hergé qui dès 1953 avait imaginé un débarquement sur la Lune des ses héros.