

## II. Le début de l'ère spatiale et la guerre froide

### 1. La conquête de l'espace : les premiers lanceurs spatiaux (1947-1961)

Au lendemain de la seconde guerre mondiale, les alliés, américains et soviétiques en tête vont tout faire pour récupérer des ingénieurs allemands et des fusées V-2, et vont commencer à mettre au point des nouveaux missiles balistiques courte portée dérivés du V-2 dont les premiers tirs auront lieu au début des années 50. Il s'agit des missiles Redstone américain et du missile Scud soviétique. Ces missiles sont à peine plus puissants que le V-2. La principale difficulté dans la conception d'un lanceur plus puissant est l'instabilité de la combustion. Ce phénomène apparaît lorsque la pression dans la chambre de combustion n'est plus répartie de façon homogène, de violentes vibrations apparaissent et elles peuvent conduire à la destruction du moteur. Or plus le moteur est puissant, plus la chambre de combustion est volumineuse, il devient alors difficile de contrôler l'homogénéité à l'intérieur.

Peu de temps après, et grâce à l'expérience acquise avec les missiles précédents, des études avaient débuté sur des missiles intercontinentaux. Les soviétiques y parviendront les premiers en lançant avec succès le missile R-7 Semyorka, en 1957. Conçu pour envoyer une tête nucléaire de 5 tonnes à plus de 8000 km de distance, il peut aisément mettre en orbite un satellite. Deux mois après avoir réussi le lancement du premier missile, le 4 octobre 1957, une fusée R-7 légèrement modifiée pour



*Les moteurs de la fusée R-7 entourés par les petits moteurs destinés à l'orientation. Source : RKK Energia*

accueillir un satellite décolle du cosmodrome de Baïkonour avec à son bord le célèbre Spoutnik. Ce lanceur est une véritable révolution, il apporte beaucoup d'innovations qui sont comme le lanceur lui-même, toujours utilisées aujourd'hui. Le corps central est entouré de 4 petits étages appelés boosters qui fonctionnent durant les 3 premières minutes avant d'être largués. Les boosters, comme l'étage central, sont propulsés par un assemblage de moteurs en faisceaux qui partagent un système d'injection commun, ceci pour éviter le développement d'un gros moteur. Des petits moteurs de conception révolutionnaire seront destinés à l'orientation de la R-7.

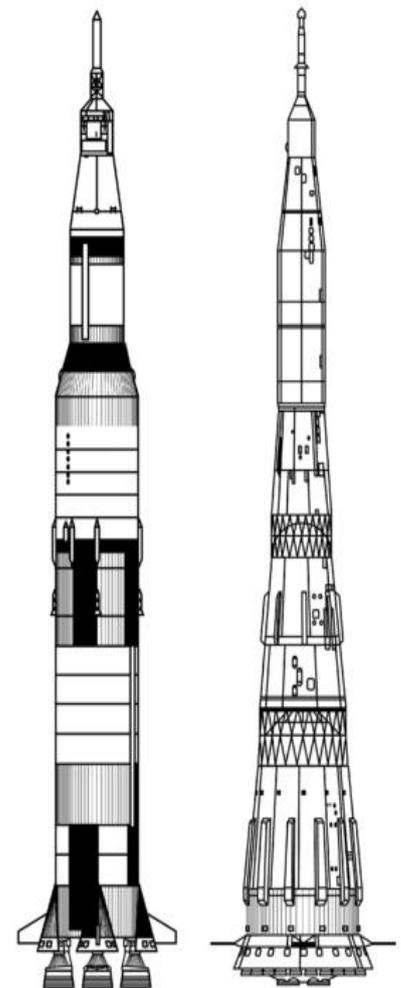
En conséquence, la fusée pèse 280 tonnes au décollage pour une poussée de 400 tonnes et peut placer en orbite basse une charge de 6 à 7 tonnes. La plus puissante fusée américaine, la Jupiter-C, dérivée du missile Redstone, qui lancera le premier satellite américain quelques mois plus tard, pèse 29 tonnes pour une poussée de 37 tonnes et ne peut placer en orbite qu'un satellite de quelques kilogrammes.

## 2. Objectif Lune : les lanceurs super-lourds (1961-1972)

Après avoir conquis l'espace au début des années 60, les deux superpuissances se fixent un nouvel objectif : la lune. Mais ce défi demande des lanceurs dix fois plus puissants que les tout nouveaux lanceurs. Les Etats-Unis, disposant alors d'un budget presque illimité, vont alors se lancer dans la construction d'une fusée géante capable de mettre 65 tonnes en orbite de transfert lunaire ou 120 tonnes en orbite basse. Sept ans plus tard, et après avoir absorbé les  $\frac{3}{4}$  des 150 milliards de dollars du programme Apollo, l'impressionnante fusée Saturn V sortait des hangars de la NASA. Mesurant 110 mètre de haut, pour un poids de presque 3000 tonnes, elle pèse aussi lourd qu'un croiseur. Pour soulever le lanceur, le premier étage est constitué de 5 moteurs F-1. Ces moteurs, les plus puissants jamais construits, produisent ensemble une poussée totale de 3500 tonnes, soit environ 160 millions de chevaux. Au moment du décollage, la Saturn V produisait 1% de toute l'énergie produite par l'activité humaine, et son décollage était ressenti par tous les détecteurs de secousses sismiques américains. En plus de ses moteurs gigantesques, la fusée apporta une autre avancée majeure : l'utilisation de l'hydrogène à la place du kérosène avec le moteur J-2 pour les étages supérieurs. Possédant un rendement supérieur, les moteurs à hydrogène sont cependant plus difficiles à mettre au point. Les 12 lancements de cette fusée seront des succès.

De son côté, l'Union Soviétique, qui a pris du retard dans son programme lunaire envisage 2 lanceurs : la fusée N1 de taille comparable à la Saturn V et la fusée UR-700, version super-lourde du tout nouveau missile intercontinental UR-100 qui utilise des ergols hypergoliques. Ces ergols peuvent être stockés à température ambiante mais sont corrosifs et extrêmement toxiques.

C'est la N1 qui sera finalement retenue, mais une version plus légère de la fusée abandonnée, nommée UR-500, sera développée pour le lancement de satellites, il s'agit de l'actuelle fusée Proton qui connut un grand succès commercial en tant que lanceur commercial. Les soviétiques n'ayant pas les moyens de leurs adversaires, ils ne purent mettre au point ni un moteur géant comparable au moteur F-1, ni un moteur à hydrogène, le premier étage de la N-1 comportera finalement 30 moteurs, pour une poussée totale de 5030 tonnes au décollage mais ne pourra lancer seulement 80 tonnes en orbite basse. Les ingénieurs se focalisèrent alors sur l'efficacité des moteurs. L'utilisation de petits moteurs évitait les problèmes liés à l'instabilité de la combustion mais complexifiait énormément l'agencement des systèmes d'injections. Ce fut finalement le gros point faible de la fusée dont les 4 lancements furent tous des échecs. Le projet fut abandonné alors que deux N1-F équipées de nouveaux moteurs plus performants et plus fiables, étaient prêtes à être lancées.

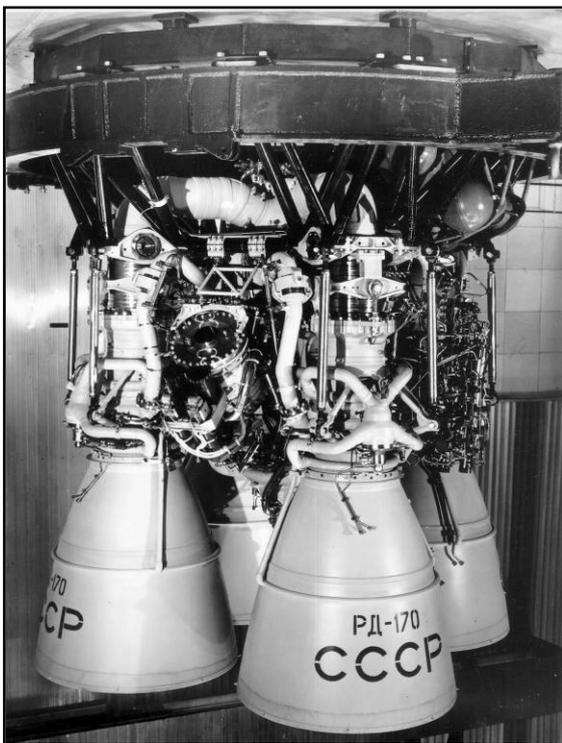


Les fusées Saturn V et N1  
Source : NASA

### 3. Les navettes spatiales et la naissance des lanceurs commerciaux (1972-1991)

La fin de la course à la lune marque aussi la fin des lanceurs super-lourds. Les américains et les soviétiques vont continuer à améliorer leurs fusées plus petites : Atlas, Titan et Delta pour les Etats-Unis, Soyouz et Proton pour l'URSS, mais il est trop tôt pour que ces lanceurs soient commercialement rentables, si bien que les satellites militaires représentent la quasi totalité des lancements.

Toutefois, les deux nations vont chacun mettre en chantier ce qui doit être le prochain stade de la conquête spatiale : la navette spatiale. L'objectif est d'utiliser un système lanceur/navette semi réutilisable afin de réduire les coûts et ainsi d'augmenter le nombre de lancements. En 1981, la navette spatiale américaine s'envole avec à son bord 2 astronautes. Bien que n'étant pas conçue pour lancer des satellites, ce lanceur introduit l'utilisation d'étages d'accélération à poudre et de moteurs cryogéniques à hydrogène pour le corps central, qui sont placés directement sur la navette. Cependant, les coûts opérationnels du lanceur se révèleront très vite être au dessus des estimations, et le concept « d'avion de l'espace » qui devait permettre d'envoyer des hommes dans l'espace toute les semaines sera rapidement abandonné.



*Le moteur RD-170 de la fusée Energia*

*Source : NPO Energomash*

D'autre part, les soviétiques ont eux opté pour une approche différente de leur navette spatiale. La navette est dépourvue de moteurs, la totalité des 3500 tonnes de poussée seront assurées par la fusée Energia sur laquelle elle est arrimée. Cette fusée possède 4 étages latéraux semblables aux boosters de la navette américaine, mais qui fonctionnent avec des ergols liquides (kérosène/oxygène). Chacun de ces étages est propulsé par un puissant moteur RD-170. Avec 750 tonnes de poussée, ce moteur est aussi puissant que le F-1 américain. Pour éviter les problèmes d'instabilité de combustion que les russes n'ont jamais pu maîtriser sur les gros moteurs, le RD-170 est composé de 4 chambres de combustions et 4 tuyères mais d'un seul système d'injection et d'une seule turbopompe. Ces moteurs, extrêmement performants et économes n'ont pas d'équivalents, ils seront plus tard rachetés et produits sous licence par les américains sur les fusées Atlas.

Contrairement à la navette spatiale américaine, la fusée Energia pouvait emporter des charges autres que la navette spatiale, d'une masse de 90 tonnes en orbite basse. Les deux seuls vols furent des succès mais la fusée fut abandonnée après l'éclatement de l'URSS. Ce fut le dernier lanceur super-lourd de l'histoire.

### **III. Les lanceurs actuels et futurs**

#### **1. Les lanceurs commerciaux**

Après l'échec du programme Europa dans les années 60, les grands pays européens se lancent, au début des années 70, dans un nouveau projet de lanceur spatial. Le 24 décembre 1979, le premier lanceur de la famille Ariane s'élançait. Dès lors, les lanceurs de la filière n'ont cessé d'évoluer, passant d'une capacité d'emport sur orbite de transfert géostationnaire d'1,7 tonnes pour Ariane 1 contre 4,8 tonnes pour le modèle le plus puissant d'Ariane 4 grâce aux améliorations constantes apportées aux lanceurs.

Parallèlement à l'augmentation de puissance, les objectifs évoluent également. Il s'agissait à l'origine d'un enjeu politique visant à garantir un accès à l'espace indépendant à l'Europe, avec un système prévu pour 2 à 3 vols par an. Cela va rapidement se transformer en un enjeu économique avec l'émergence au milieu des années 80 d'un marché dans le transport spatial de satellites de télécommunications. La fusée Ariane 4 va s'y imposer en devenant le premier lanceur commercial au monde. Les raisons de ce succès sont diverses : l'Europe disposant de moyens beaucoup moins importants que les deux superpuissances, s'est focalisée sur la réduction des coûts et sur l'utilisation de techniques existantes. Le pas de tir en Guyanne française, très proche de l'équateur, donne aux fusées Ariane un avantage dans la mise en orbite géostationnaire. Enfin, le relatif désintérêt des industriels américains envers un marché peu rentable par rapport aux lancements de satellites militaires a laissé le champ libre à la fusée européenne.

Depuis, Ariane 5, qui peut dans sa dernière version ECA, placer 10 tonnes en orbite GEO et 20 tonnes en orbite basse, a su garder la position acquise par Ariane 4 dans le lancement de satellites géostationnaires avec une part de marché légèrement supérieure à 50 %. Les principaux lanceurs concurrents sont le lanceur russe Proton et le lanceur russo-ukrainien Zenit qui est en fait un propulseur d'appoint de la défunte fusée Energia.

En revanche, se sont les lanceurs russes Tsyklon et Rockot qui dominent le secteur des lanceurs léger, où il s'agit de mettre en orbite des mini-satellites de 1 à 2 tonnes en orbite basses. Ces deux fusées sont en fait, d'anciens missiles intercontinentaux (SS-18 et SS-19) reconvertis en lanceurs spatiaux après les accords de désarmements stratégiques.

#### **2. Les lanceurs en projet**

Afin de se placer sur le marché des mini-satellites, l'Europe est en train de développer un lanceur à bas coûts appelé Vega. D'une masse de 136 tonnes au décollage, sa conception est largement basée sur les étages d'accélération à poudre de la fusée Ariane 5.

De même, la Russie avec les fusées Angara et la Chine avec la fusée Longue Marche 5, sont en train de développer des nouveaux lanceurs afin de concurrencer Ariane 5. Pour le moment, la seule fusée ayant une capacité d'emport équivalente est la fusée américaine Delta IV Heavy (avec 13 tonnes en GTO) mais elle reste trop chère pour s'imposer dans le marché des satellites civils.

De son côté, Ariane 5 devrait subir quelques modifications pour augmentation sa charge utile en orbite GEO, en passant à 13 tonnes sur la future version ECB contre 10 tonnes sur la version actuelle.

Enfin, les Etats-Unis, ont lancé en 2004 le programme Constellation visant à retourner sur la Lune. Pour y arriver, il faut disposer d'une fusée super-lourde comparable à la fusée Saturn V, c'est pourquoi la NASA a débuté le développement du lanceur Arès V. D'une taille légèrement supérieure à Saturn V (120 mètres), il devrait pouvoir, en 2018, placer une charge de 188 tonnes en orbite basse et de 71 tonnes en orbite de transfert lunaire. Elle devrait néanmoins coûter beaucoup moins chère que la Saturn V puisqu'elle utilise des éléments existants : les étages d'accélération à poudre de la navette spatiale, six moteurs RS-68 de la fusée Delta IV sur le corps principale et pour le deuxième étage des moteurs J2-X dérivées du moteur J2 des étages supérieurs de la Saturn V. Cependant, en février 2010, l'administration américaine a annoncé le gel du programme Constellation ce qui compromet l'avenir d'Arès V.



Ares V

Source : NASA

### 3. La propulsion nucléaire

Cependant, pour des voyages vers Mars ou vers d'autres planètes, la propulsion chimique classique atteint très vite ses limites. Au début de la course à l'espace, où les budgets du spatial étaient presque illimités, des voyages vers Mars étaient envisageables dès le milieu des années 80. Dans ce but, américains et soviétiques ont étudié et expérimenté la propulsion nucléaire qui offre théoriquement des performances sensiblement supérieures à la propulsion classique grâce à l'éjection à très haute vitesse d'hydrogène chauffé par réaction de fission nucléaire. Les résultats des essais sur des moteurs expérimentaux furent très prometteurs mais le manque de volonté politique après la conquête de la lune mit fin à ces programmes.

## Conclusion

En conclusion, les 50 ans d'histoire spatiale ont vu se succéder une multitude de lanceurs différents. Les principales avancées et innovations sont dues aux volontés politiques et surtout militaires de la guerre froide. Si aujourd'hui la réduction des coûts a permis un accès à l'espace plus facile et donc rentable pour les satellites, il faudra comme dans le passé une volonté forte pour pouvoir envoyer des hommes vers la lune ou vers Mars.

## Bibliographie :

- **Le rêve spatial inachevé.**  
Patrick Baudry  
Edition: Tallandier 2001
- **Étapes et techniques de l'astronautique.**  
Jean-Pierre Oehmichen  
Edition : Bordas 1993

## Webographie :

- <http://www.cnes.fr/web/CNES-fr/311-ariane-5.php>
- <http://www.energia.ru/english/energia/launchers/rockets.html>
- <http://www.npoenergomash.ru/eng/engines/>
- <http://www.astronautix.com/>
- <http://www.buran-energia.com>
- <http://www.pw.utc.com/Products/Pratt+%26+Whitney+Rocketdyne>
- <http://www.apollosaturn.com/>
- [http://www.fas.org/spp/eprint/lindroos\\_moon1.htm](http://www.fas.org/spp/eprint/lindroos_moon1.htm)
- [http://www.cieletespace.fr/evenement/4768\\_obama-annule-le-programme-constellation](http://www.cieletespace.fr/evenement/4768_obama-annule-le-programme-constellation)
- <http://www.khrunichev.ru/main.php?id=41>
- <http://aerostories.free.fr/dossiers/raketen/page4.html>
- <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=10194>