

La fusée lunaire

Le premier pas de l'homme sur la lune a été considéré comme un exploit.

Le véritable exploit a pourtant été de construire ce véritable train spatial qu'a été la fusée lunaire.

NOIR

Le 25 mai 1961, le président John Fitzgerald Kennedy annonça que les États-Unis se donnaient comme objectif d'envoyer un homme sur la Lune avant la fin de la décennie .

TOP->LECTURE DIAPO

La réalisation d'une mission lunaire nécessitait le développement d'un lanceur beaucoup plus puissant que ceux disponibles au début des années soixante. Le plus puissant, Saturn I était prévue pour des applications militaires ou civiles mais n'était pas capable d'envoyer une capsule habitée sur la Lune.

Il a donc fallu concevoir la fusée Saturn V que nous allons regarder décoller.

TOP->FILM

TOP->ENCHAINEMENT



La fusée lunaire

SATURN V

- Le module de commande
- Le module de service
- Le module lunaire
- Le troisième étage
- Le deuxième étage
- Le premier étage

Hauteur : 110,64 m
 Diamètre : 10,06 m
 Poids à vide : 230 t
 Carburant : 2698 t
 Charge utile : 50 t
 Construction : 1962 à 1967



Son concepteur :
Wernher von Braun

Le concepteur de la fusée Saturn V est Wernher von Braun, (23 mars 1912 à Wirsitz, Prusse orientale *aujourd'hui Wyrzysk en Pologne* - 16 juin 1977 à Alexandria, Virginie) était l'un des plus célèbres scientifiques issus de l'Allemagne nazie. Il est l'inventeur du V2, premier missile balistique utilisé au cours de la Seconde Guerre mondiale. Il a été engagé par les Etats-Unis pour continuer à développer des fusées pour leur compte.

Le 10 janvier 1962, la NASA annonça un programme de construction de la fusée Saturn V. Le premier lancement eut lieu le 9 novembre 1967 avec à son bord le vaisseau spatial inhabité Apollo 4. Le premier lancement habité eut lieu en décembre 1968, pour la mission Apollo 8 circumlunaire.

Saturn V est sans aucun doute une des machines les plus impressionnantes de l'histoire de l'humanité.
TOP -> FUSEE ET CARACTERISTIQUES

Haute de 110,6 mètres et large de 10 mètres, avec une masse totale supérieure à 3 000 tonnes et une capacité de mise en orbite de 118 tonnes, Saturn V surpassait toutes les autres fusées ayant précédemment volé.

Les moteurs, lorsqu'ils étaient utilisés, créaient des vibrations dans le sol qui pouvaient être ressenties à 80 kilomètres à la ronde.

TOP -> PLAN

Le module de commande surmonté du mat de sauvetage largué après le décollage

Le module de service

Le module lunaire dans sa coiffe

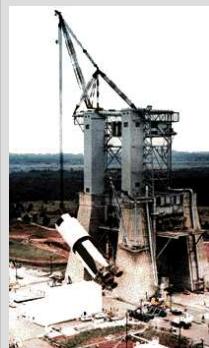
Le troisième étage

Le deuxième étage et son anneau de liaison

Le Premier étage et son anneau de liaison

TOP ->

La fusée lunaire



- **Le premier étage : S-IB**

Il est destiné à donner la première impulsion à la fusée.

Moteurs : 8
Durée de vie : 2 minutes 42 secondes
Vitesse : 9900 Km/h à 66 Km
Poussée : 34129 kN
Hauteur : 42 m
Carburant : 2147 T

L'étage S-IC correspond à la fusée Saturn I. Il comprenait 8 moteurs. Comme pour la plupart des étages d'une fusée spatiale, la presque totalité de la masse de 2 000 tonnes au décollage du S-IC provenait du carburant.

À 9 s avant le lancement, la séquence d'allumage du 1er étage démarrait. Les moteurs centraux s'allumaient en premier, suivi par les deux paires de moteurs symétriques pour réduire les efforts mécaniques sur la fusée. Une fois que l'atteinte de la poussée maximale était confirmée par les ordinateurs de bord, la fusée était « relâchée en douceur ».

Il fallait environ 12 secondes à la fusée pour s'éloigner de la tour de lancement. À 135,5 secondes, le premier étage se séparait avec l'aide de petits moteurs à poudre.

Après séparation, le premier étage continuait sa trajectoire jusqu'à une altitude de 110 km, puis retombait dans l'océan Atlantique à environ 560 km du pas de tir.

Regardons le fonctionner.

TOP->FILM

TOP

La fusée lunaire



- **Le deuxième étage : S-IIB**
Il est destiné à donner la deuxième impulsion à la fusée.

Moteurs : 5
Durée de vie : 6 minutes 29 secondes
Vitesse : 24950 Km/h à 186 Km
Poussée : 49248 kN
Hauteur : 25 m
Carburant : 444 T

Le S-II était constitué de 5 moteurs J-2 qui accélérerait Saturn V à travers les hautes couches de l'atmosphère.

Après la séquence de fonctionnement du S-IC, l'étage S-II prenait le relais et, en 6 minutes, propulsait la fusée à une altitude de 185 km et à une vitesse de 24 600 km/h, valeur proche de la vitesse orbitale.

Le second étage suivait une procédure d'allumage en deux temps.

Le premier temps consistait en l'allumage pendant 4 secondes de huit moteurs à poudre, de façon à réaccélérer le lanceur. Puis les 5 moteurs J-2 rentraient en fonctionnement.

Le deuxième temps de la procédure consistait en la séparation de la jupe inter-étage, environ 30 secondes après le largage du premier étage. Au même moment que l'inter-étage se séparait, le système de sauvetage était largué. Ce système était prévu en cas de défaillance de la fusée pendant la phase de lancement.

Environ 90 secondes avant la séparation du deuxième étage, le moteur central s'éteignait pour réduire les oscillations.

Une seconde après l'extinction du deuxième étage, ce dernier se séparait et le troisième étage s'allumait. L'étage S-II retombait environ à 4 200 km du site de lancement.

Regardons la séparation
TOP-> FILM

TOP

La fusée lunaire

- **Le troisième étage : S-IVB**

Il est destiné à donner la vitesse suffisante pour se mettre en orbite terrestre puis à la quitter en direction de la lune.



Moteurs	: 1
Durée de vie	: 2' 15" + 6'
Vitesse	: 39020 Km/h
Poussée	: 1022 kN
Hauteur	: 18 m
Carburant	: 107 T

L'étage S-IVB avait un moteur J-2. Cet étage était utilisé deux fois au cours d'une mission lunaire, une première fois 2,5 minutes pour la mise en orbite après l'extinction du deuxième étage, et une deuxième fois pour la manœuvre de l'injection « translunaire ».

10 minutes et 30 secondes après le décollage, Saturn V était à 164 km d'altitude et à 1 700 km de distance au sol du site de lancement. Quelques instants plus tard, après des manœuvres de mise en orbite, le lanceur était sur une orbite terrestre de 180 km sur 165 km. Une fois sur cette orbite dite « parking », le S-IVB et le vaisseau spatial, restés attachés, réalisaient deux tours et demi autour de la Terre pendant que les astronautes examinaient le vaisseau et le reste de la fusée pour s'assurer que tout était en parfait état de marche et préparer le vaisseau pour la manœuvre d'injection « translunaire ».

La manœuvre TLI intervenait environ 2 heures et demie après le lancement, quand le troisième étage se rallumait pour propulser le vaisseau spatial vers la Lune. Le deuxième fonctionnement du S-IVB durait 6 minutes amenant le vaisseau à une vitesse supérieure à 10 km/s, suffisante pour s'échapper de l'attraction de la Terre.

Quelques heures après la manœuvre TLI, le module de commande et de service Apollo se séparait du troisième étage, pivotait de 180 degrés, puis s'arrimait au module lunaire qui était situé sous le CSM pendant la phase de lancement. Pour finir, le CSM et le LEM se détachaient du troisième étage. S'il était resté sur la même trajectoire que le vaisseau Apollo, le troisième étage aurait pu présenter un danger pour la suite de la mission. Pour éviter cela, il changeait sa trajectoire qui l'envoyait vers une orbite solaire.

TOP

La fusée lunaire

- **Le module de service**

Il contient les équipements et le moteur nécessaires au vol vers la lune.



Lors du décolage, le module de service est séparé du troisième étage par le module lunaire. Après l'injection translunaire, deux manœuvres de rotation transfèrent le module lunaire au dessus du module de commande.

Il contenait des réservoirs et des réacteurs permettant le voyage vers la Lune, il abritait tout l'équipement nécessaire à la survie des astronautes, tel que les réservoirs d'oxygène et d'eau, les moteurs qui plaçaient le vaisseau en orbite lunaire et le ramenait sur orbite terrestre, etc ...

La plate-forme joue tout d'abord un rôle mécanique, en offrant une structure d'accueil pour les principaux sous-ensembles fonctionnels. Elle assure également en général l'interface mécanique avec le lanceur.

Regardons la phase d'arrimage avec le module lunaire pour son extraction du troisième étage.

TOP->FILM

TOP

La fusée lunaire

- **Le module lunaire : Eagle**
Il se compose du module de descente qui reste sur la lune et du module de remonté.



Module de	descente	remonté
Durée de vie	: 14 h	: 7' 40"
Poussée	: 44 kN	: 15 kN
Hauteur	: 3 m	: 4 m
Carburant	: 8 T	: 2 T

Le **module lunaire** est un engin utilisé pour se poser sur la Lune. A noter que la mission Apollo 13 fut un échec et le LEM servit de "canot de sauvetage".

Une fois lancé vers la Lune, le module de commande et le module de service se séparent de la partie contenant le LEM. La manœuvre consiste à séparer le module de commande et le module de service de l'ensemble, à faire une manœuvre de retournement pour aller « capturer » le LEM et établir la jonction avec le module de commande et de service. Lorsque le LEM est capturé par le CSM, l'ensemble poursuit sa course pour se mettre en orbite lunaire.

Lors de la phase de séparation pour se poser, le LEM se sépare du CSM et se pose sur la Lune. Deux astronautes peuvent prendre place à l'intérieur du LEM (en position debout, il n'y a pas de sièges pour économiser le poids).

Lors de la phase de remontée, une partie du LEM (partie basse) reste sur la Lune et sert de plate-forme de lancement et l'autre partie quitte la Lune avec les deux astronautes à bord. Un rendez-vous est alors effectué entre le CSM (piloté par le troisième membre d'équipage, le seul de la mission à ne pas aller sur la Lune) et le LEM en orbite lunaire. Le LEM est éjecté peu après. Reste alors le module de commande et de service pour faire le retour vers la Terre.

Six exemplaires de LEM alunirent, avec, à chaque fois, deux astronautes différents à bord, permettant, ainsi à 12 hommes de fouler le sol lunaire. Il n'y eut aucun échec (hormis Apollo 13 dont les astronautes ne posèrent pas le pied sur la Lune, mais purent revenir sains et saufs sur Terre).

Regardons le décollage de la lune du module lunaire
TOP-> FIM

TOP

La fusée lunaire

- **Le module de commande**
Seul élément à revenir sur terre, il sert d'habitat aux astronautes.



Lors de la mission Apollo 1 d'entraînement au sol, le module de commande fut le théâtre d'une catastrophe, puisque les trois astronautes périrent brûlés vifs, à la suite d'une série de malfaçons et d'utilisation d'une atmosphère en oxygène pur sous pression.

Lors de la mission Apollo 13, l'explosion d'un réservoir d'oxygène du module de service et une série de pannes mirent en péril la vie de l'équipage, qui dut se réfugier dans le LEM, car le module de commande n'avait pas assez de ressources à lui tout seul pour assurer la survie pendant un temps suffisant au retour.

Arrivé proche de la Terre, le module de commande se détache du module de service, et il rentre seul dans l'atmosphère, protégé par un bouclier thermique.

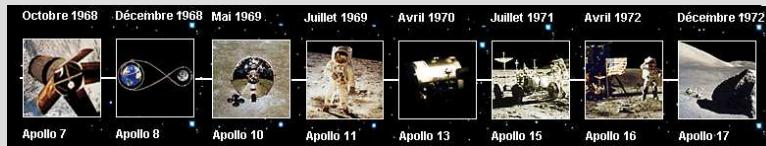
Une fois suffisamment bas, un triple parachute se déploie, ce qui permet au module de commande d'amerrir en douceur.

Regardons l'amerrissage
TOP-FILM

TOP

La fusée lunaire

La fusée Saturn V fut utilisée pour les missions apollo d'octobre 1968 à décembre 1972.



C'était la plus puissante fusée jamais construite par l'homme.

Images et vidéos : source NASA



Missions d'essai

- [AS-201](#) (·26 février ·1966), mission non habitée, premier test du lanceur Saturn IB.
- [AS-203](#) (·5 juillet ·1966), mission non habitée, test sur l'effet de l'apesanteur sur les réservoirs de carburant.
- [AS-202](#) (·25 août ·1966), mission non habitée, test sub-orbital du lanceur Saturn IB, du module de commande et de service.
- [Apollo 1](#) (initialement *AS-204*) (·27 janvier ·1967), mission habitée, perte de l'équipage suite à un incendie pendant des tests au sol.
- [Apollo 4](#) (·9 novembre ·1967), mission non habitée, test du lanceur [Saturn V](#).
- [Apollo 5](#) (·22 janvier ·1968 - ·12 février ·1968), mission non habitée, test du lanceur Saturn IB et du module lunaire.
- [Apollo 6](#) (·4 avril ·1968), mission non habitée, test du lanceur [Saturn V](#).

Missions d'essai habitées

- [Apollo 7](#) (·11 octobre ·1968 - ·22 octobre ·1968), mission habitée, premier vol habité Apollo, première capsule à emmener 3 astronautes en orbite.
- [Apollo 8](#) (·21 décembre ·1968 - ·27 décembre ·1968), mission habitée, premier vol autour de la Lune.
- [Apollo 9](#) (·3 mars ·1969 - ·13 mars ·1969), mission habitée, premier vol habité avec le [module lunaire](#) en orbite terrestre.
- [Apollo 10](#) (·18 mai ·1969 - ·26 mai ·1969), mission habitée, premier vol habité autour de la Lune avec le module lunaire.

Missions habitées s'étant posées sur la Lune

- [Apollo 11](#) (·16 juillet ·1969 - ·24 juillet ·1969), mission habitée, premiers pas de l'Homme sur la Lune.
- [Apollo 12](#) (·14 novembre ·1969 - ·24 novembre ·1969), mission habitée, première à se poser de manière précise.
- [Apollo 13](#) (·11 avril ·1970 - ·17 avril ·1970), mission habitée ; elle ne se pose pas suite à l'explosion d'un réservoir d'oxygène.
- [Apollo 14](#) (·31 janvier ·1971 - ·9 février ·1971), mission habitée, [Alan Shepard](#) est le premier (et le seul) des astronautes du [programme Mercury](#) à marcher sur la Lune.
- [Apollo 15](#) (·26 juillet ·1971 - ·7 août ·1971), mission habitée, première mission avec le [Rover lunaire](#).
- [Apollo 16](#) (·16 avril ·1972 - ·27 avril ·1972), mission habitée, première à se poser sur les hauts-plateaux.
- [Apollo 17](#) (·7 décembre ·1972 - ·19 décembre ·1972), mission habitée, derniers pas de l'Homme sur la Lune.

Missions annulées

- [Apollo 18](#), mission annulée.
- [Apollo 19](#), mission annulée.
- [Apollo 20](#), mission annulée.
- [Apollo 21](#), mission annulée, non prévue à l'origine du programme Apollo. Fut temporairement ajoutée suite à l'échec d'[Apollo 13](#)