

MISSION APOLLO

Principe de la mission

Par Papyref

Mise à jour septembre 2005



0 – Objet

Dans ce qui suit je présente le schéma type d'une mission Apollo, la constitution de la fusée Saturn IV et quelques données techniques.

Ceci n'est pas un cours pour accomplir la mission mais je vous explique le principe de sa réalisation.

J'ai extrait quelques images de mes archives de 1969 et les photos d'écrans sont celles prises en cours d'exécution de la mission avec NASSP

Les chiffres que je cite sont ceux prévus par la NASA à l'époque d'Apollo 11. Il est probable que vous obtiendrez des valeurs un peu différentes en simulation mais vous ne devriez pas trop vous en écarter

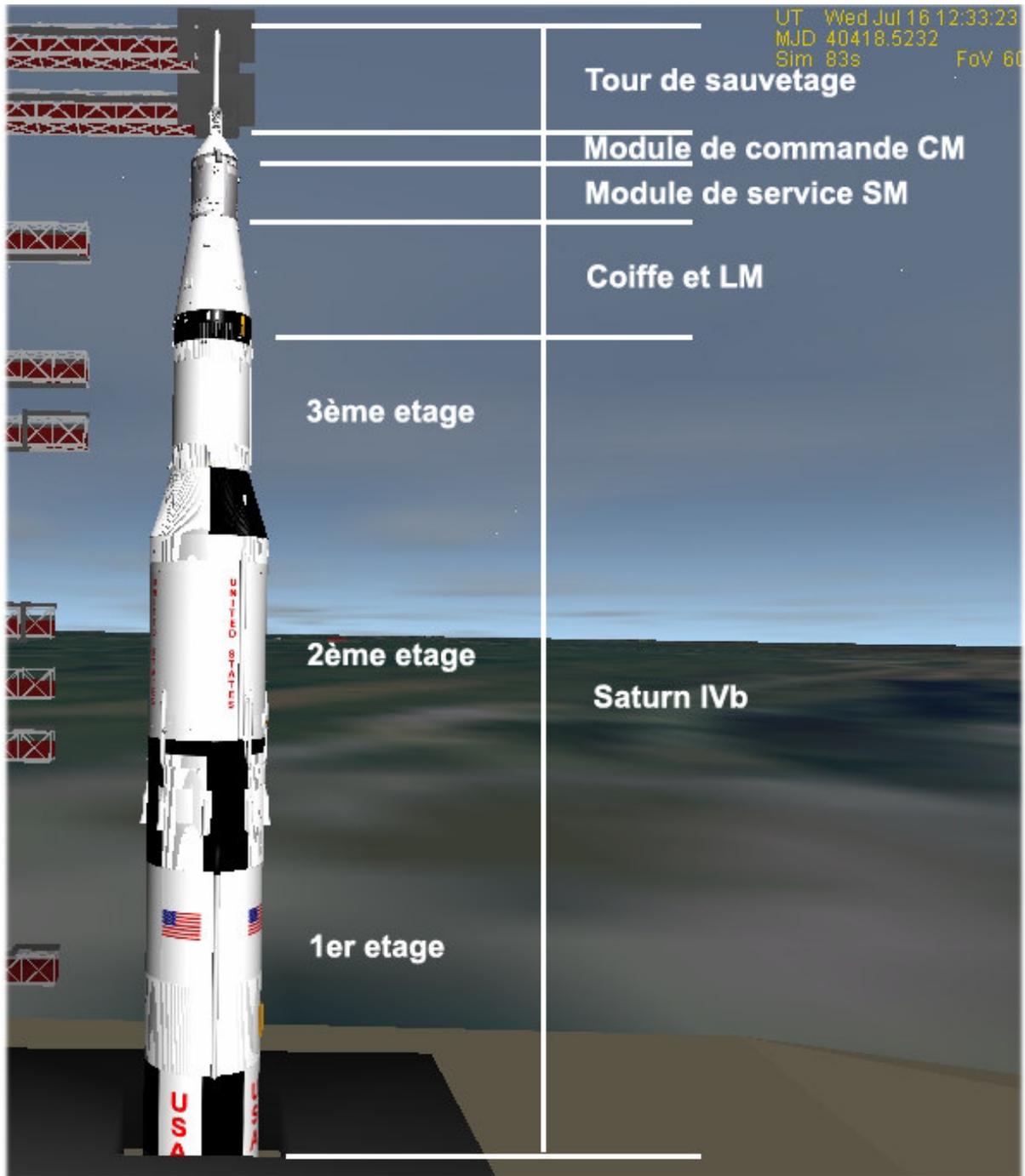
L'exécution complète de la mission est explicitée dans mon tutorial....

Apollo, réaliser la mission Apollo 11 de A à Z

....qui présente toutes les phases et les commandes nécessaires pour son accomplissement

Je vous souhaite un bon voyage !

1 - La fusée



La fusée Saturne permet la mise en orbite de l'ensemble Apollo

Les étages 1 et 2 sont éjectés pendant la montée.

L'étage 3 assure la mise en orbite finale et l'éjection vers la Lune. Il est largué ensuite.

Sous la coiffe se trouve le LEM qu'il faudra arrimer avec l'ensemble SM+CM pour constituer le vaisseau allant jusqu'à la Lune.

La tour de sauvetage permet en cas de défaut d'éjecter le module de commande dans lequel se trouve l'équipage, pendant les trois premières minutes du lancement.

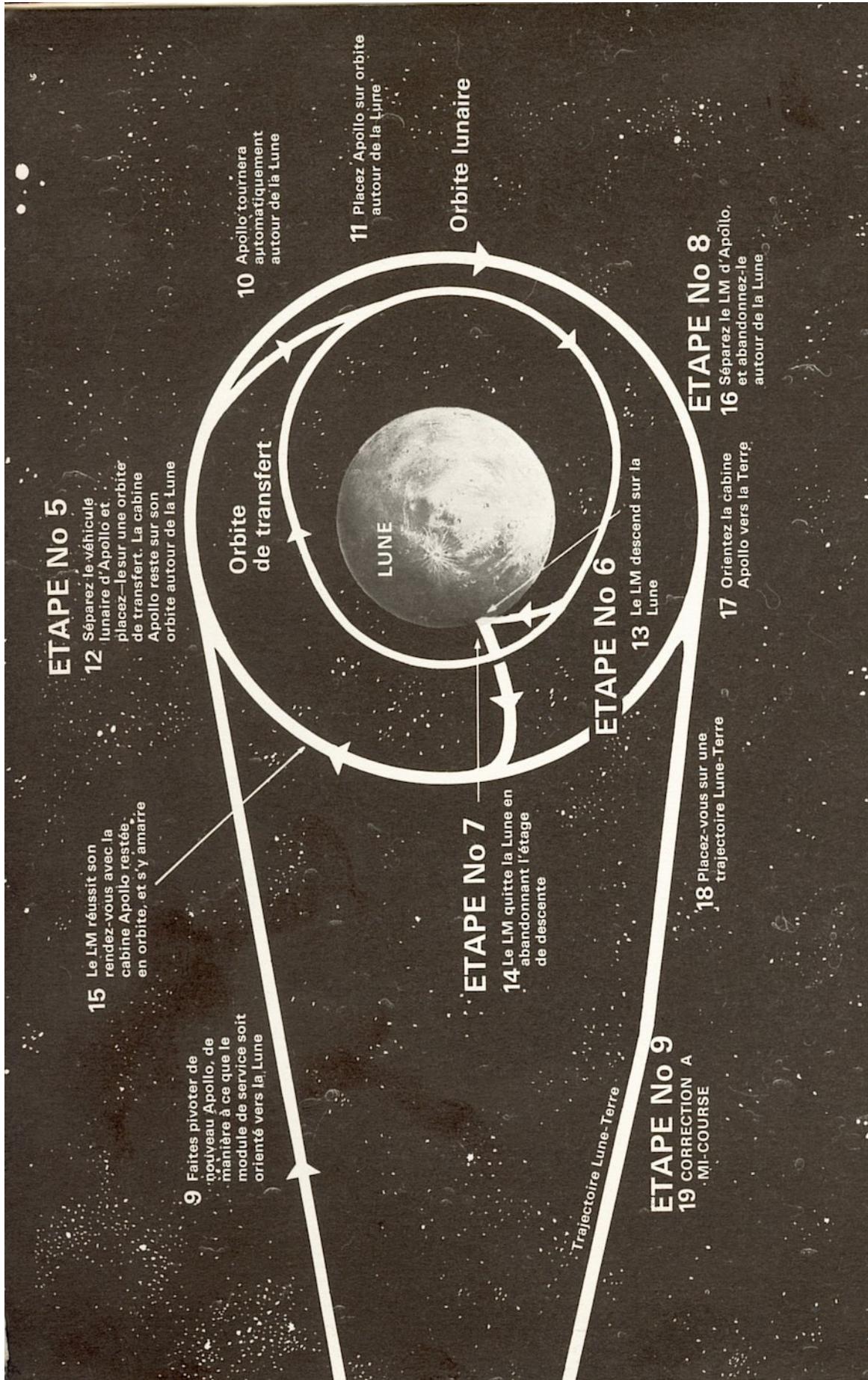
Quelques données techniques :

La fusée au départ a une hauteur totale de 111 mètres et un poids de 3.289.000 kg
La mise en orbite s'effectue en un peu moins de 12 mn

- 1^{er} étage
 - cinq moteurs donnant une poussée totale de 3.402.000 kg (160 millions de chevaux-vapeur) et assurant deux minutes et demi de combustion
 - 800.000 litres de kérosène
 - 1.310.000 litres d'oxygène liquide
 - hauteur 42,1 mètres
 - diamètre 10 mètres
- 2^{ème} étage
 - cinq moteurs donnant une poussée totale de 960.000 kg
 - 330.000 litres d'oxygène liquide
 - 1.000.000 litres d'hydrogène liquide
- 3^{ème} étage
 - un moteur de 102.000 kg de poussée assurant huit minutes et demi de combustion
 - 77.000 litres d'oxygène liquide
 - 250.000 litres d'hydrogène liquide
- Véhicule lunaire **LEM**
Placé sous la coiffe il se compose de deux parties :
 - une partie qui reste sur la Lune, qui porte le moteur de descente qui donne une poussée variable de 500 à 5000 kg et les pieds capables de résister à une vitesse verticale d'alunissage de 10 Km/h (2,7 m/s)
 - une partie qui sert à la remontée vers le module de commande CM et qui porte un moteur de remontée et des moteurs de contrôle d'attitude et un tableau de contrôle commande
- Module de service **SM**
 - un moteur de 10.000 kg de poussée et des moteurs de contrôle d'attitude
 - il comprend les principaux dispositifs de production d'énergie
 - hauteur 6,70 m diamètre 3,96 m
- Module de contrôle **CM**
 - c'est la cabine des cosmonautes qui comprend le tableau de contrôle commande
 - hauteur 3,63 m diamètre 4,26 m
 - moteurs de contrôle d'attitude
- Tour de sauvetage
 - hauteur 10 m
 - équipée de fusées permettant en cas d'incident au départ d'éloigner la cabine de la fusée Saturne à une hauteur suffisante pour permettre ensuite la descente en parachute sur la Terre à une distance et un endroit permettant l'amerrissage en sécurité

2 – Déroulement de la mission

Les trois photos qui suivent résument la plan de vol d'une mission type Apollo.



LE PLAN DE VOL DE LA MISSION APOLLO

Trajectoire Terre-Lune

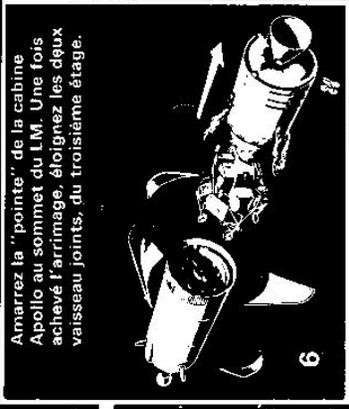
ETAPE No 4 8 CORRECTION A MI-COURSE

7 Faites pivoter le vaisseau spatial Apollo de telle sorte que le véhicule lunaire soit orienté vers la Lune.

Eloignez Apollo du troisième étage, en laissant le LM à l'intérieur du troisième étage.

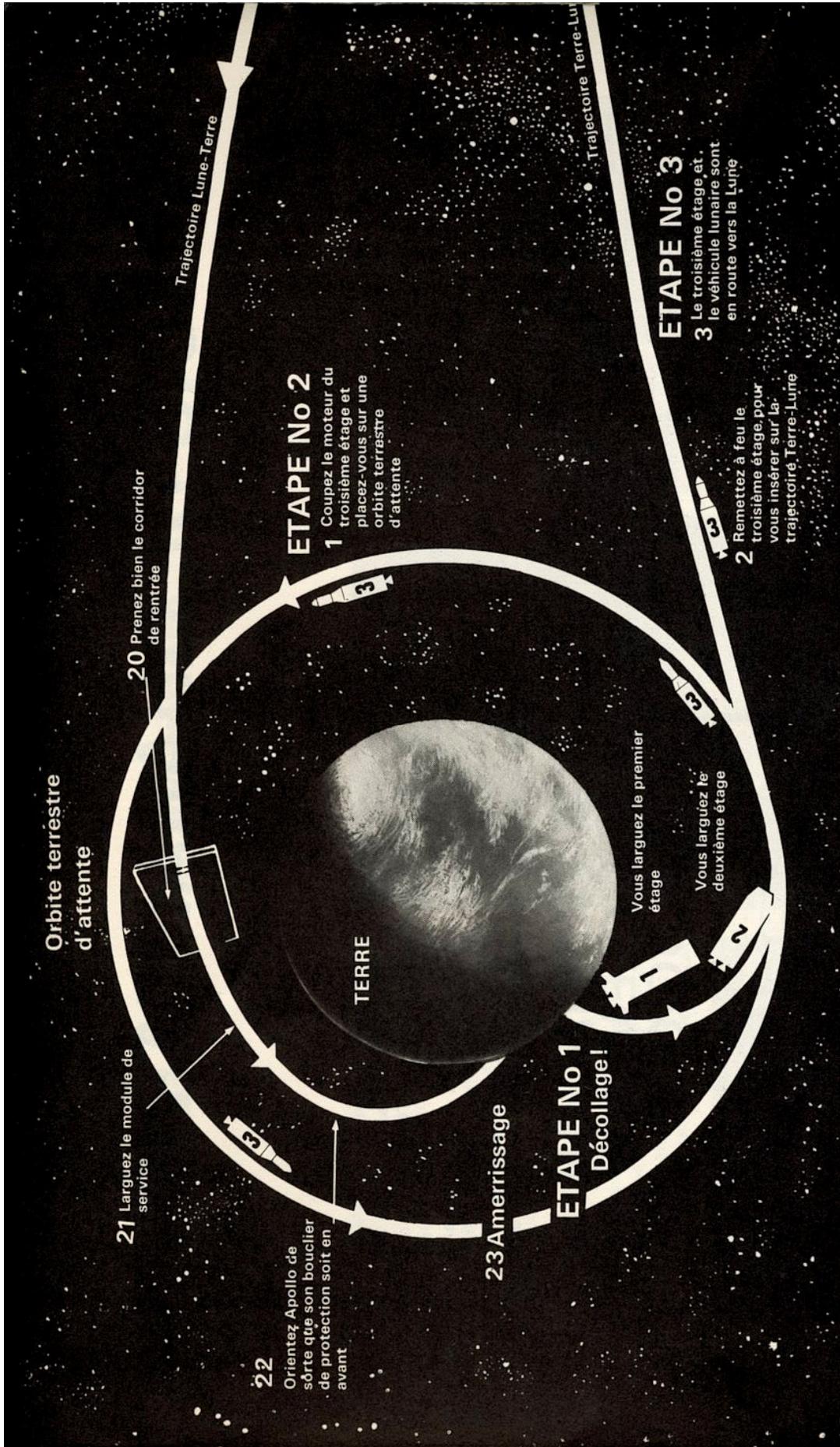


Faites tourner Apollo afin qu'il soit orienté vers le véhicule lunaire à l'intérieur du troisième étage.



Amarrez la "pointe" de la cabine Apollo au sommet du LM. Une fois achevé l'arrimage, éloignez les deux vaisseau joints, du troisième étage.

Vous réussissez la manoeuvre d'amarrage (4/5/6)



Le timing de la mission Apollo XI est à peu près le suivant si vous voulez réaliser la mission :

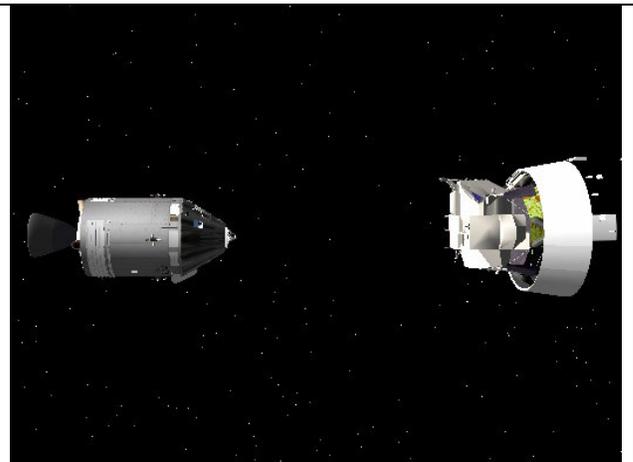
1 - Lancement et mise sur orbite vers la Lune

T =0	Lancement
T + 84 secondes	Poussée maximum Altitude 13000 m accélération 4G
T + 2mn 27s	Altitude 56000 m Vitesse 9650 Km/h Largage du premier étage
T + 3mn	Largage automatique de la tour de sauvetage
T + 9mn	Altitude 177000 m Largage du deuxième étage
T + 11mn 30 s	Mise en orbite de l'ensemble Apollo et du 3 ^{ème} étage qui n'est pas largué Altitude 340000 m Vitesse 28000 Km/h
<p>Après sensiblement une orbite (environ 1h 30mn) le troisième étage est rallumé pendant plus de 5 minutes pour réaliser la mise en orbite translunaire (en anglais Trans Lunar Injection TLI) La vitesse est de l'ordre de 39400 Km/h (10945 m/s) et la Lune sera atteinte en 64 heures. L'orbite est calculée pour permettre un retour à la Terre par effet de fronde A partir de ce moment, si un problème se produit, le retour ne peut se faire qu'en allant jusqu'à la Lune pour suivre une trajectoire de retour (voir mission Apollo XIII)</p>	
<p>A environ 15000 Km de la Terre la manœuvre d'amarrage du LEM est entreprise en 4 temps :</p> <ul style="list-style-type: none"> • largage de la coiffe et éloignement de l'ensemble CM + SM appelé CSM • retournement de l'ensemble CSM pour que le module CM se trouve face au 3^{ème} étage et au LEM • approche et arrimage avec le LEM • largage du troisième étage <p>Il reste environ 59 heures de vol</p>	
<p>A mi-course soit 27 heures après le départ il faut effectuer une correction de trajectoire si nécessaire</p>	
T + 60	Vérification de la trajectoire pour une dernière correction si nécessaire
T + 63h 45mn	A l'approche de la Lune la vitesse est tombée à 8700 Km/h (2417 m/s) et le vaisseau est mis en position rétrograde et s'engage derrière la Lune
T + 64 h	Allumage du moteur pendant plus de 6 mn pour diminuer la vitesse à 5800 Km/h (1612 m/s) et se placer en orbite à 130 Km d'altitude en trajectoire proche de l'équateur

Voici en photo les différentes phase de l'arrimage du LEM



Coiffe et CSM largués



Le CSM est retourné



Arrimage du LEM



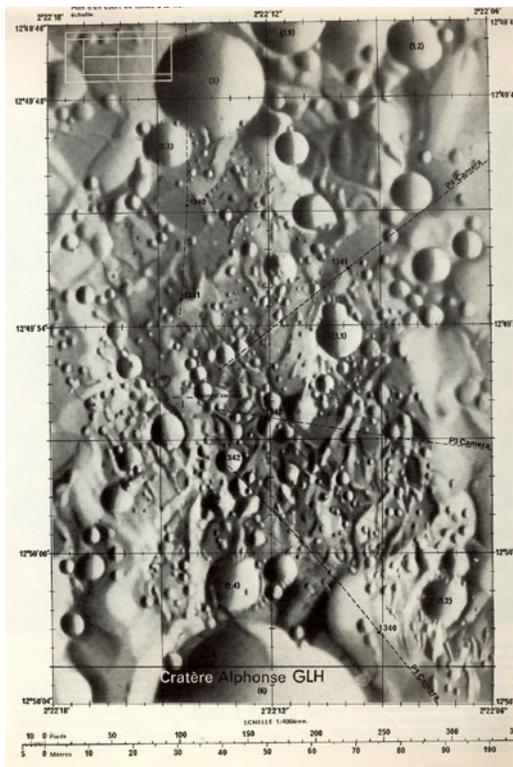
Largage du 3^{ème} étage de Saturne

2 – Orbite lunaire et descente sur la Lune

En prenant comme temps T = 0 le moment où l'insertion en orbite lunaire est terminée

T + 4h 10mn	L'équipage de descente pénètre dans le LEM
T + 6h	LM se sépare de CSM en faisant fonctionner son système de contrôle d'attitude La vitesse sur orbite est de 5800 Km/h et la vitesse relative d'éloignement est de 5 Km/h L'équipage maintient LM à 230m de CSM pour les dernières vérifications. Si un incident se produit à ce moment, on largue l'étage de remontée du LM et on regagne le CSM avec le moteur de remontée du LEM
T + 6h 5mn	LM s'oriente et allume son moteur de descente pour commencer à quitter son orbite à environ 350 Km du but La poussée est de 5000 Kg A 60 m du sol, le pilotage est passé en manuel et le pilote a 2 mn pour choisir le point final d'arrivée Il réduit la poussée pour amorcer doucement la descente et à 5 m du sol il coupe les gaz et la force de pesanteur lunaire le fait poser à moins de 5 Km/h
	Déroulement de la mission sur la Lune

Apollo XI s'est posé sur le site de Descartes à 15°50" E et 8° 97" S un peu en dessous de l'équateur lunaire



A titre documentaire voilà un relevé topographique du site du cratère Alphonsius ou la NASA avait pensé à un moment faire atterrir Apollo XI.

Heureusement elle a changé d'avis sinon le pauvre Neil n'aurait pas rigolé !

3 – Remontée du LEM

T = 0	Le calculateur de bord prévoit la trajectoire (l'allumage se fait à peu près au moment où CSM apparaît à l'horizon) Séparation de l'étage de descente Mise à feu du moteur de remontée qui fournit une poussée de 1600 Kg pour rejoindre le CSM sur son orbite
T + 30mn	Le LM est à une altitude légèrement inférieure à 130 Km à une vitesse de 5805 Km/h à 10 Km derrière le CSM Il s'en rapproche à 5 Km/h
T + 2h 37mn	Le LM est à 180 m derrière le CSM. Le pilote du LEM passe en pilotage manuel pour s'arrimer En cas d'incident, le pilote du CSM peut manœuvrer pour réaliser l'arrimage

4 – Retour vers la Terre

En prenant T= 0 au moment de l'amarrage de LM sur CSM

T + 35 mn	Largage du LM et calcul des paramètres de retour Vérification des instruments et repos avant le retour
T + 8h 4mn	Mise à feu pour injection sur la trajectoire de retour pendant 2mn environ La vitesse d'échappement est de 8700 Km/h
T + 18h	Vérification de trajectoire et correction si nécessaire
T + 64h 45mn	Altitude 4000 Km Vitesse 40000 Km/h Vérification de trajectoire et correction si nécessaire pour entrer correctement dans le corridor d'entrée La porte fait environ 500 Km x 65 Km L'angle doit se situer entre 5,5° et 7,5° avec l'horizontale Si il est inférieur la cabine rebondit sur l'atmosphère et repart dans l'espace Si il est supérieur, la cabine entre trop brutalement dans l'atmosphère et se désintègre
T + 64h 46mn	Début de la rentrée

5 – Rentrée

T + 8mn	Largage du module de service SM Basculement du module de commande CM pour placer en avant sur la trajectoire le bouclier protecteur (partie la plus large du module) Maintenir l'angle
T + 13mn	Altitude 15000m Largage du bouclier thermique Ouverture des parachutes auxiliaires à 7200m
T + 13mn 22s	Altitude 4500m Vitesse 60 m/s (216 Km/h) Ouverture des trois parachutes principaux
T + 23mn 22s	Amerrissage Il n'y a plus qu'à attendre les hélicoptères pour le repêchage

Fin de mission

Papyref septembre 2005