ON A CHOISI D'ALLER SUR LA

# LUNE


## DISPOSITIF 6

Les vaisseaux spatiaux, les fusées et les installations au sol utilisés dans le cadre du programme Apollo.

## MISSIONS 36

Résumés des vols Apollo 1 à 17, y compris des missions non habitées, Apollo-Soyouz et Skylab.

## HOMMES 72

Biographies des douze astronautes qui ont marché sur la Lune.

## ET PLUS... 98

Statistiques, faits et infographies sur le programme Apollo et la Lune.

## GLOSSAIRE 150



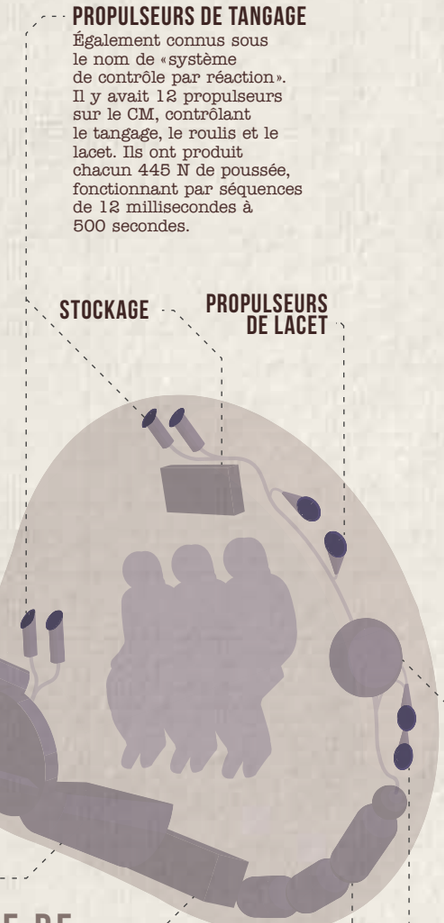
Zack Scott / Apollo / ISBN 978-2-86364-352-5

www.editionsparentheses.com

# MODULE DE COMMANDE ET DE SERVICE CSM

Le terme module de commande et de service (CSM) désigne deux modules : le module de commande (CM) et le module de service (SM). Ces modules restaient arrimés l'un à l'autre jusqu'à la fin d'une mission.

Les trois membres de l'équipage étaient installés dans le CM, qui était pressurisé avec de l'oxygène et de l'azote et maintenu à une température confortable. Ils étaient placés derrière leurs instruments et leurs commandes dans des couchettes ajustables offrant diverses positions, en fonction de la phase de la mission et de la situation de vol. Les cinq hublots du CM leur permettaient d'observer l'espace et les aidaient lors de l'amarrage avec le module lunaire. Le CM était équipé de douze propulseurs utilisés après la séparation du SM, contrôlant son retour dans l'atmosphère terrestre.



**PROPULSEURS DE TANGAGE**
Également connus sous le nom de « système de contrôle par réaction ». Il y avait 12 propulseurs sur le CM, contrôlant le tangage, le roulis et le lacet. Ils ont produit chacun 445 N de poussée, fonctionnant par séquences de 12 millisecondes à 500 secondes.

**STOCKAGE**

**PROPULSEURS DE LACET**

**PARACHUTES STABILISATEURS**
Après son retour dans l'atmosphère terrestre, un parachute ralentirait l'engin à 480 km/h. Les deux parachutes de stabilisation se déploieraient alors, ralentissant le CM à 200 km/h.

**SONDE D'ARRIMAGE**
Utilisée pour connecter le CM au LM et permettre à l'équipage de se déplacer entre les deux modules après l'arrimage.

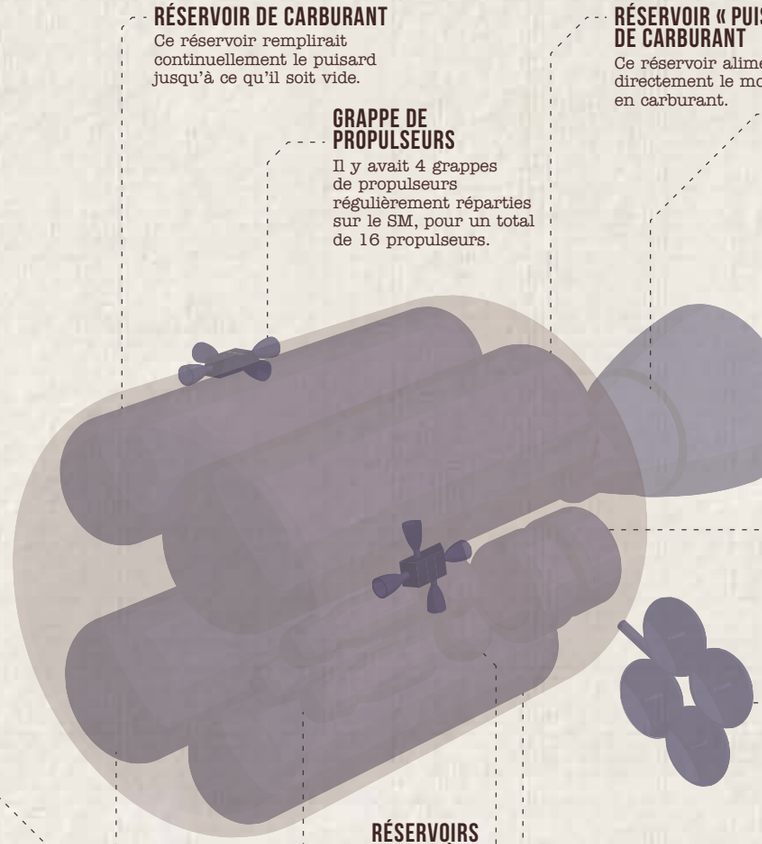
**PARACHUTES PRINCIPAUX**
Ils étaient libérés après les parachutes de stabilisation, ralentissant l'engin jusqu'à 35 km/h. Un amerrissage en sécurité nécessite que deux des trois soient déployés avec succès.

MODULE DE COMMANDE

**COMPARTIMENTS DE STOCKAGE**
Répartis dans tout le CM, ils contenaient du matériel scientifique et assez de nourriture pour 3 personnes pendant 11 jours.

**RÉSERVOIRS DE CARBURANT, COMBURANT ET PRESSURISATION**

**PROPULSEURS DE ROULIS**



**RÉSERVOIR DE CARBURANT**
Ce réservoir remplirait continuellement le puisard jusqu'à ce qu'il soit vide.

**RÉSERVOIR « PUISARD » DE CARBURANT**
Ce réservoir alimentait directement le moteur en carburant.

**GRAPPE DE PROPULSEURS**
Il y avait 4 grappes de propulseurs régulièrement réparties sur le SM, pour un total de 16 propulseurs.

**MOTEUR DU MODULE DE SERVICE**
Produit 91 000 N de poussée.

MODULE DE SERVICE

**TUYÈRE DU MOTEUR DE PROPULSION PRINCIPAL**

**RÉSERVOIRS D'HYDROGÈNE**
Ces deux réservoirs hémisphériques alimentaient les piles à combustible.

**ANTENNE À GRAND GAIN**
Pour une communication à longue distance avec la Terre.

**RÉSERVOIRS D'OXYGÈNE**
Ces deux réservoirs alimentaient les piles à combustible et le système de contrôle de l'environnement.

**RÉSERVOIR « PUISARD » DE COMBURANT**
Ce réservoir alimentait directement le moteur en comburant.

**RÉSERVOIR DE COMBURANT**
Ce réservoir remplirait continuellement le puisard jusqu'à ce qu'il soit vide.

**EAU POTABLE**

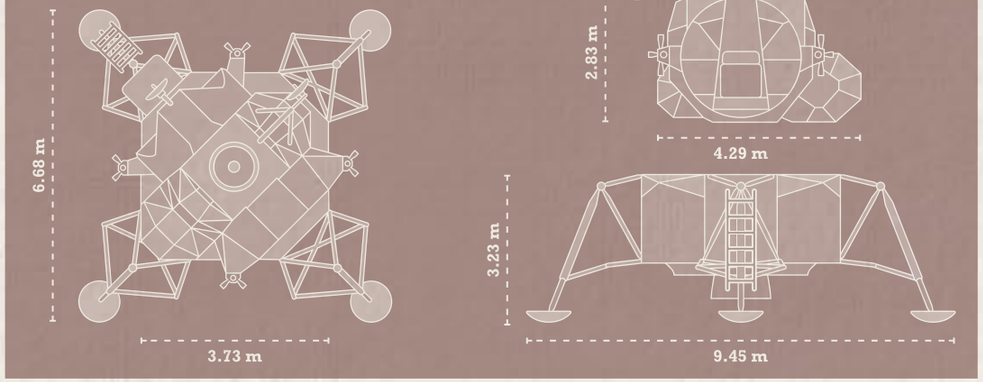
**PILE À COMBUSTIBLE**
Les 3 piles associaient oxygène et hydrogène pour générer de l'énergie électrique.

Le système de propulsion (SPS) était disposé à l'arrière du SM. Il constituait l'essentiel du véhicule une fois que les propulseurs de Saturn V avaient été utilisés et abandonnés. Le système de contrôle par réaction (RCS) du SM comprenait quatre grappes de propulseurs qui dirigeaient l'engin spatial.
À l'intérieur du SM se trouvaient des réservoirs de carburant et de comburant, ainsi que des réservoirs de pressurisation, nécessaires pour pousser les agents propulseurs à travers le moteur. Il abritait également des piles à combustible et des batteries qui alimentaient le CM en électricité. À la fin d'une mission, juste avant que l'engin ne rentre dans l'atmosphère terrestre, le SM était largué et l'équipage revenait sur Terre. Lors de son entrée dans l'atmosphère, le SM se consumait en raison de la chaleur dégagée par le frottement avec l'air.

Zack Scott / Apollo / ISBN 978-2-86364-352-5
www.editionsparentheses.com

# Module lunaire

Poids total 15 035 kg
Poids à vide 6 850 kg




## Étage de remontée LM

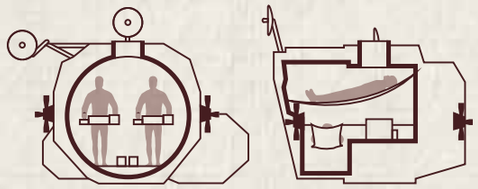
| | |
|---|---|
| Équipage : | 2 |
| Poids total (équipage compris) : | 4 700 kg |
| Poids hors charge : | 2 150 kg |
| Volume habitable : | 4,50 m³ |
| Volume pressurisé : | 6,70 m³ |
| Capacité en eau : | 38,6 kg |
| Batteries : | 2 |
| Charge totale de la batterie : | 592 Ah |

### Système de propulsion d'ascension

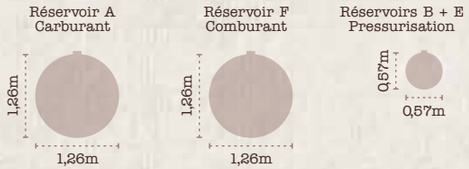
| | |
|---|---|
| Moteur : | Bell LMAE |
| Poussée : | 16 000 N |
| Carburant : | Aérozine-50 |
| Comburant : | N204 |
| Poids carburant : | 785 kg |
| Poids comburant : | 1 570 kg |

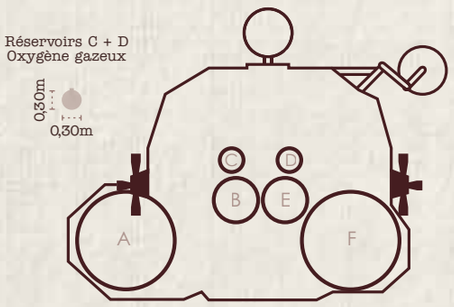
### Système de contrôle par réaction

| | |
|---|---|
| Propulseurs : | 16 |
| Poussée (chacun) : | 440 N |
| Carburant : | Monométhylhydrazine |
| Comburant : | N204 |
| Poids carburant : | 97 kg |
| Poids comburant : | 190 kg |



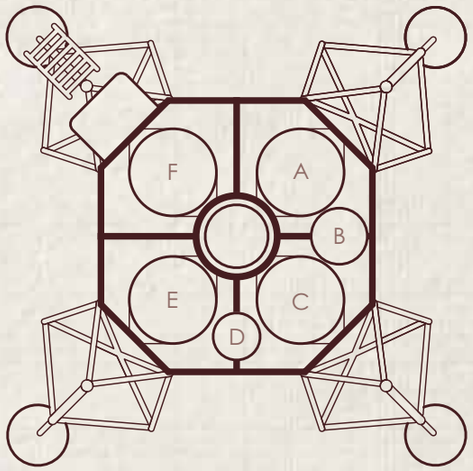
### Réservoirs de l'étage de remontée LM




# Étage de descente LM

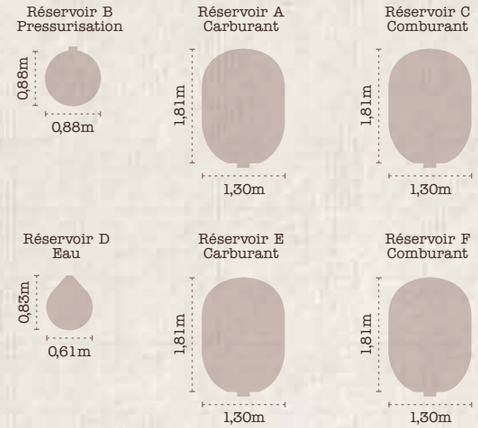
| | |
|---|---|
| Poids total : | 10 335 kg |
| Poids à vide : | 2 150 kg |
| Batteries : | 2 |
| Charge totale de batterie : | 592 Ah |
| Capacité en eau : | 150 kg |
| Jambes de train d'atterrissage : | 4 |
| Diamètre des semelles d'atterrissage : | 0,91 m |

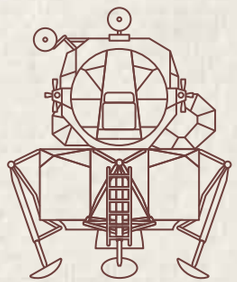



### Système de propulsion de descente

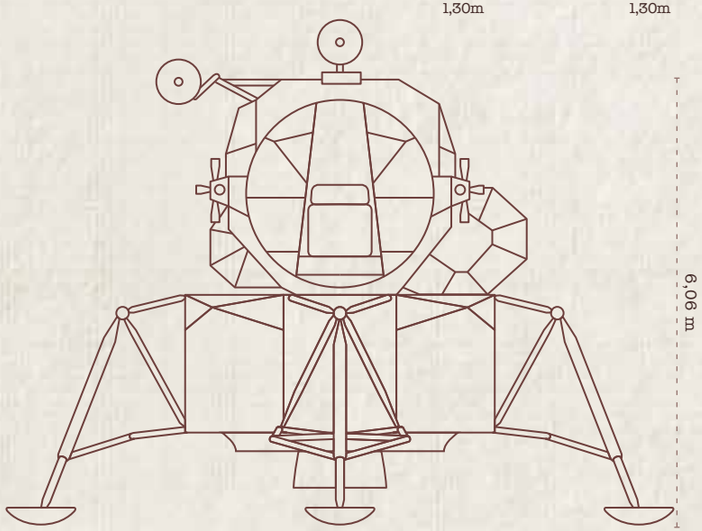
| | |
|---|---|
| Moteur : | TRW LMDE |
| Poussée : | 45 040 N |
| Carburant : | Aérozine-50 |
| Comburant : | N204 |
| Poids carburant : | 2 735 kg |
| Poids comburant : | 5 300 kg |

### Réservoirs de l'étage de descente LM



Train d'atterrissage en position repliée




www.editionsparentheses.com Zack Scott / Apollo / ISBN 978-2-86364-352-5

# APOLLO 10

Le décollage eut lieu à 00h49 le 18 mai 1969. Ce devait être une répétition de l'alunissage prévu pour Apollo 11, mais cette fois-ci, le LM ne se poserait pas sur la Lune. Les astronautes à bord étaient le commandant Thomas P. Stafford, le pilote du CM John W. Young et le pilote du LM Eugene A. Cernan.

Alors que le véhicule Apollo entamait son orbite terrestre, les astronautes se préparaient pour l'injection translunaire (TLI). Elle se produisit après une révolution et demie lorsque le troisième étage de Saturn V se ralluma, augmentant la vitesse et propulsant le vaisseau vers la Lune. Peu de temps après l'utilisation du troisième étage de la fusée, ils effectueraient la première des procédures d'arrimage pratiquées par Apollo 9 ; cependant, cette fois, ils n'étaient pas en orbite terrestre. C'est alors qu'ils avançaient dans l'espace que le CSM se détacha du troisième étage, puis se retourna et s'arrima au LM. Une fois le dernier étage du lanceur Saturn V séparé de l'Apollo CSM/LM, ils poursuivirent leur route vers la Lune.

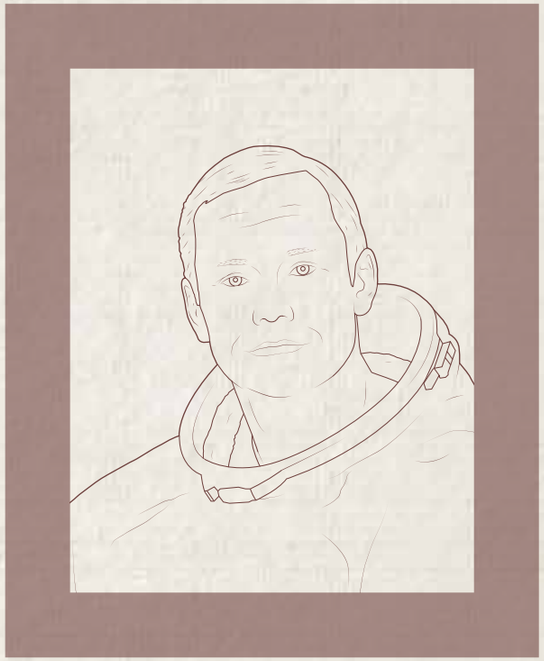
Trois jours après le décollage, le moteur principal (SPS) s'alluma à nouveau pour les freiner ; ils atteignirent la Lune, et entrèrent dans une orbite elliptique. Comme précédemment (dans Apollo 8), le SPS se ralluma pour les placer en orbite circulaire à environ 110 km de la surface. Le cinquième jour, Stafford et Cernan montèrent à bord du LM et, laissant Young seul dans le CM, descendirent vers la Lune. Le LM atteignit une altitude de 14,3 km, où il resta en orbite jusqu'à son retour au CSM.

En piquant vers la Lune et l'approchant plus qu'aucun être humain avant eux, passant à deux reprises au-dessus de la mer de la Tranquillité (le site d'alunissage prévu pour Apollo 11), Stafford et Cernan prirent autant de photographies qu'ils le purent. Ils étaient si proches que le risque était réel qu'ils soient tentés d'alunir et de devenir ainsi les premiers hommes sur la Lune. Pour l'éviter, l'étage de remontée du LM n'avait été que partiellement alimenté. S'ils avaient décidé de descendre encore et d'alunir, ils auraient été bloqués, car l'étage de remontée n'aurait pas eu assez de carburant pour les ramener jusqu'au CSM en orbite.

Une fois le moment venu pour le LM de retourner au CSM, l'étage de descente du LM fut largué et abandonné en orbite lunaire, pour être éventuellement entraîné par la gravité de la Lune et s'écraser à sa surface. L'étage de remontée les ramena dans l'orbite du CSM, et les deux engins s'arrimèrent l'un à l'autre environ huit heures après leur séparation. Une fois tout l'équipage à bord du CSM, l'étage restant du LM fut largué et l'équipage commença son voyage de retour sur Terre. Lors de son retour, Apollo 10 a établi le record de vitesse jamais atteinte par un appareil habité : 39897 km/h. Cette vitesse n'a jamais été dépassée depuis, pas même par les missions Apollo postérieures. Le CM et son équipage amerrirent dans le Pacifique le 26 mai 1969 (192:03 GET).

Zack Scott / Apollo / ISBN 978-2-86364-352-5
www.editionsparentheses.com

# NEIL ALDEN ARMSTRONG



**NÉ LE :**
**5 AOÛT 1930**
**WAPAKONETA, OHIO**

D'un naturel calme et pensif mais déterminé, Neil avait développé un vif intérêt pour l'aviation après avoir assisté à un spectacle aérien alors qu'il n'avait que deux ans. Quand, à une semaine de son sixième anniversaire, son père lui offrit un tour dans un Ford Trimotor – un avion civil trimoteur –, il devint complètement accro. Au lycée, Neil prit des leçons de pilotage et fut un scout passionné : il accéda au haut grade d'Aigle Scout, un exploit qui demande des années à accomplir. À son seizième anniversaire, il obtient un certificat de vol étudiant et effectue son premier vol en solo le même mois.

En 1947, Neil s'inscrit à l'université de Purdue (Indiana) pour étudier le génie aéronautique. Ses études sont interrompues lorsqu'il est appelé à servir dans la guerre de Corée en tant que pilote de la Navy. Après dix-huit mois d'entraînement, il devient un aviateur de la marine pleinement qualifié et part peu après pour la Corée. Il y effectua soixante-dix-huit missions et son avion fut abattu une fois, ce qui lui valut trois médailles.

MÉDAILLE PRÉSIDENTIELLE DE LA LIBERTÉ AVEC DISTINCTION
MÉDAILLE D'HONNEUR DE L'ESPACE DU CONGRÈS
MÉDAILLE DE SERVICE DISTINGUÉ DE LA NASA
MÉDAILLE DU SERVICE DE LA DÉFENSE NATIONALE
MÉDAILLE DU SERVICE CORÉEN
MÉDAILLE DE RÉSERVE DES FORCES ARMÉES
CITATION PRÉSIDENTIELLE DE L'UNITÉ (CORÉE) (PUC)
MÉDAILLE DES NATIONS UNIES EN CORÉE
MÉDAILLE DE SERVICE DE LA GUERRE DE CORÉE

À son retour de Corée, en 1952, Neil quitte la Navy mais reste dans la réserve navale américaine jusqu'en 1960. Il retourne à l'université de Purdue pour y achever ses études. Il obtient son diplôme en 1955. Il devient ensuite le pilote d'essai de recherche expérimentale du Comité national consultatif pour l'aéronautique (le précurseur de la Nasa). Là, il pilote un grand nombre d'appareils, dont l'avion-fusée X-15 qui atteint 6600 km/h, propulsé par une fusée. Au cours de sa carrière, il a manœuvré plus de 200 modèles d'avions.

Étudiant brillant (un collègue se souvient qu'Armstrong absorbait les connaissances comme une éponge), Armstrong fut sélectionné pour le programme spatial Gemini. En 1965, il est lancé en orbite à bord de Gemini 8, qui réalise le premier arrimage d'engins spatiaux en orbite. Son dernier rôle dans le programme Gemini fut celui de commandant suppléant pour Gemini 11. Bien qu'il n'ait pas voyagé dans l'espace pour cette mission, il a joué un rôle déterminant en tant que Capcom. Le moment le plus important de sa carrière est sans aucun doute celui d'Apollo 11, lorsqu'un premier vaisseau spatial s'est posé sur la Lune. Cette mission fit de lui la première personne à marcher sur un autre corps céleste.

Peu de temps après son retour de la Lune, Neil annonce qu'il n'a pas l'intention de voler à nouveau dans l'espace, et il démissionne de la Nasa en 1971. D'une humilité célèbre, Neil a souvent été qualifié de héros américain «réticent». Il a passé la majeure partie de ses dernières années à enseigner le génie aérospatial et à fuir les feux de la rampe.

**MISSIONS SPATIALES :**

Gemini 8
Apollo 11

**SORTIES EXTRA-VÉHICULAIRES :**

Pour un total de :
2 h 31 mn

**TEMPS DANS L'ESPACE :**

Pour un total de :
8j 14h 12mn

Zack Scott / Apollo / ISBN 978-2-86364-352-5
www.editionsparentheses.com

# SITES D'ALUNISSAGE

W

E

MISSIONS APOLLO HABITÉES
USA 1969-1972

ALUNISSAGES SURVEYOR
USA 1966-1968

IMPACTS/
ALUNISSAGES "LUNA"
URSS 1959-1976

IMPACT HITEN
JAPON 1993

SMART - 1
AGENCE SPATIALE
EUROPÉENNE 2006

Zack Scott / Apollo / ISBN 978-2-86364-352-5
www.editionsparentheses.com

# VITESSE COMPARÉE DES 14 CSM APOLLO

**APOLLO 10**
VAISSEAU HABITÉ LE PLUS RAPIDE
39 897 km/h

**NAVETTE SPATIALE**
VITESSE EN ORBITE
27 870 km/h

**NORTH AMERICAN X-15**
AVION-FUSÉE SUPERSONIQUE LE PLUS RAPIDE
7 258 km/h

**LOCKHEED BLACKBIRD**
AVION À PROPULSION AÉROBIE LE PLUS RAPIDE
3 530 km/h

**BALLE DE FUSIL (MODERNE)**
VITESSE INITIALE
3 400 km/h

**CONCORDE**
AVION DE LIGNE LE PLUS RAPIDE
2 179 km/h

**THRUST SSC**
VÉHICULE TERRESTRE SUPERSONIQUE LE PLUS RAPIDE
1 228 km/h

Zack Scott / Apollo / ISBN 978-2-86364-352-5
www.editionsparentheses.com

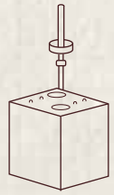


Le CSM d'Apollo 10 atteignit la vitesse maximale du programme. Les membres de l'équipage détiennent toujours le record des hommes les plus rapides de l'histoire.

# GLOSSAIRE

**A7L** P. 24
La combinaison spatiale portée par les astronautes Apollo.

**ALSEP**
*Apollo Lunar Surface Experiment Package* – Assemblage d'instruments scientifiques pour la surface lunaire. Chaque dispositif comportait un ensemble d'outils conçus pour surveiller l'environnement lunaire. D'Apollo 12 à Apollo 17, chaque mission en a déployé un à proximité de son site d'alunissage.



**APS** P. 8
*Ascent Propulsion System* – Système de propulsion d'ascension, ou moteur de remontée.

**CAPCOM**
*Capsule Communicator* –. Il s'agit de la personne du centre de contrôle de la mission chargée de communiquer avec les astronautes. Toutes les communications avec l'équipage passaient par cette seule personne. La Nasa estimait qu'il était important que ce soit un astronaute, en meilleure capacité de comprendre la situation de l'équipage et de le conseiller.

**CM** P. 8
*Command Module* – Module de commande.

**CRAWLER-TRANSPORTER** P. 28

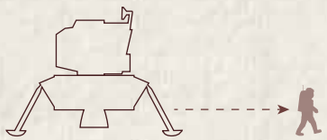
**CSM** P. 8
*Command / Service Module* – Module de commande et de service.

**DPS** P. 12
*Descent Propulsion System* – Système de propulsion de descente.

**DRAG – TRAÎNÉE**
La force exercée sur un corps lorsqu'il se déplace dans l'atmosphère. Causée par le frottement, elle agit dans le sens contraire du déplacement.

**EST**
*East Standard Time* – Heure normale de l'Est. Le cinquième fuseau horaire à l'ouest de Greenwich. C'est le fuseau horaire dans lequel se trouve la Floride, à partir duquel toutes les missions Apollo ont été lancées.

**EVA**
*Extra Vehicular Activity* – Activité extra-véhiculaire. Désigne les opérations qui ont été effectuées à l'extérieur du vaisseau spatial Apollo. En orbite, cela s'appelait une sortie spatiale.





Zack Scott / Apollo / ISBN 978-2-86364-352-5
www.editionsparentheses.com

# ZACHARY IAN SCOTT

NÉ LE :
6 SEPTEMBRE 1982
CARLISLE, ROYAUME-UNI

Zack a rejoint la Royal Air Force à l'âge de 20 ans, où il a travaillé comme technicien aéronautique pendant plusieurs années. Il a ensuite rejoint la vie civile pour travailler dans les trains à grande vitesse, avant de revenir à sa passion de toujours pour le design. Diplômé en graphisme en 2013, Zack a travaillé depuis au sein de plusieurs entreprises, en consacrant son temps libre à *Apollo*, son premier livre. Zack est très intéressé par les sciences et aime créer des graphiques pour faciliter la compréhension d'idées complexes.

Zack Scott / Apollo / ISBN 978-2-86364-352-5
www.editionsparentheses.com



# SOURCES

## LIVRES

David Baker, *Apollo 13 Owner's Workshop Manual*, Yeovil (G-B), Haynes Publishing, 2013.

David M. Harland, *NASA's Moon Program: Paving the Way for Apollo 11*, Heidelberg, Springer, 2009.

Richard W. Orloff, *Apollo by the Numbers: A Statistical Reference*, CreateSpace, 2013.

David West Reynolds, *Apollo: The Epic Journey to the Moon, 1963-1972*, Minneapolis, Zenith Press, 2002.

W. David Woods, *Nasa Saturn V Owner's Workshop Manual*, Yeovil (G-B), Haynes Publishing, 2016.

## SITES WEB

www.history.nasa.gov/apollo
Nombreuses pages consacrées au programme Apollo, réparties en deux sections : liens créés par la Nasa et liens non-Nasa.

www.nasa.gov/mission_pages
Résumés des dix-sept missions Apollo, tous rédigés par la Nasa.

www.airandspace.si.edu/topics/apollo-program
Présentation d'une large gamme d'objets et de souvenirs liés à Apollo, dont des interviews d'astronautes, des données scientifiques sur le programme et des histoires de «coulisses».

www.apolloarchive.com
Vastes archives réunissant des photographies, des transmissions radio et des enregistrements vidéo sur le programme Apollo, et liens vers des publications recommandées.