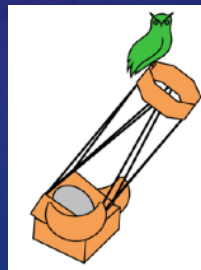




ARTEMIS COME BACK ON THE MOON 2024

PRÉSENTATION: FLORIAN BELTRAMI 2019



ALBEDO38



UN PEU D'HISTOIRE

- 1975 Le gouvernement américain met fin au programme Apollo, l'objectif politique est obtenu, les américains sont les premiers et jusqu'à ce jour les seuls à avoir posé les pieds sur la lune. Les coûts pharaoniques (170 à 230 milliard de dollars actuels 4% du budget américain) du programme ne sont plus soutenables, la guerre du Vietnam coûte cher...bien plus cher que la lune....(500 à 700 milliard de dollars)
- 2004 Lancement du programme Constellation: George W Bush présente en janvier la feuille de route assignée à la Nasa pour l'avenir des vols habités américains à la suite de la tragédie de la navette Colombia en 2003 (dernier vol navette américaine 2011)

L'ambition est de ramener l'homme sur la Lune en 2020 puis de lancer des missions habitées vers Mars au travers d'un programme ambitieux, le programme Constellation.

La Nasa lancera le développement d'une nouvelle capsule Orion, du lanceur ARES V successeur de saturne V.

- 2009 le développement du lanceur est très en retard, le coût déjà important est pointé par un rapport qui pense que l'objectif ne sera atteignable qu'en 2025. Barack Obama sent venir l'échec et met fin au programme.
- Depuis 2009: la Nasa continue le développement lent de son programme de vol habité avec le développement d'un nouveau lanceur lourd: Le Space Launch System (SLS) et de la capsule Orion et prévoit un retour sur la Lune en 2028....
- 2019 heureusement Donald est là : Donald Trump trouve que la NASA est ralentie par une trop grande « inertie bureaucratique » et il veut rester fidèle à son credo « make america great again » les américains doivent revenir sur la Lune en 2024 pour préparer leur véritable objectif: MARS

LE PROGRAMME ARTEMIS

- **Artémis** (en grec ancien Ἄρτεμις / *Ártemis*) est, dans la mythologie grecque, la déesse de la nature sauvage, de la chasse, des accouchements et une des déesses associées à la Lune avec Hécate et Séléné (par opposition à son frère Apollon, qui est lui, associé au Soleil)

Ce nom est choisi en clin d'œil aux missions Apollo, Artémis étant la sœur jumelle d'Apollon,

Aussi la NASA prévoit d'envoyer une femme sur la lune en 2024.



Crédit: wikipedia



LES OBJECTIFS DU PROGRAMME ARTEMIS

- Des enjeux technologiques et commerciaux:

Faire la démonstration des nouvelles technologies, des modèles commerciaux et des capacités de la NASA pour l'exploration spatiale future y compris vers Mars

Asseoir la suprématie américaine , assurer une présence stratégique sur la Lune et développer l'économie spatiale

Elargir les partenariats internationaux et commerciaux pour soutenir les coûts de l'exploration spatiale.

- Des enjeux scientifiques et techniques:

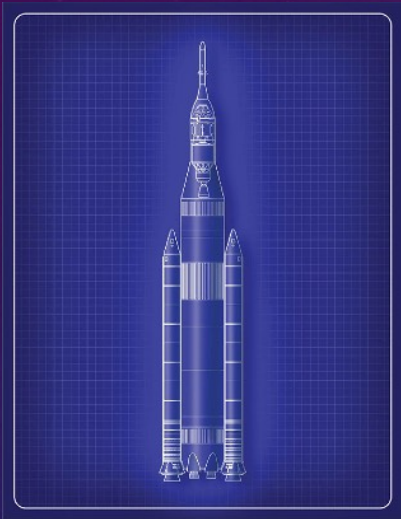
Explorer la totalité de la Lune en commençant par le pôle sud et mieux comprendre sa formation, celle de la Terre et sa géologie

Apprendre à utiliser les ressources présentes et nécessaires à une exploration sur une longue durée et à opérer sur un autre corps céleste pour préparer l'exploration de MARS

LE LOGO DES MISSIONS



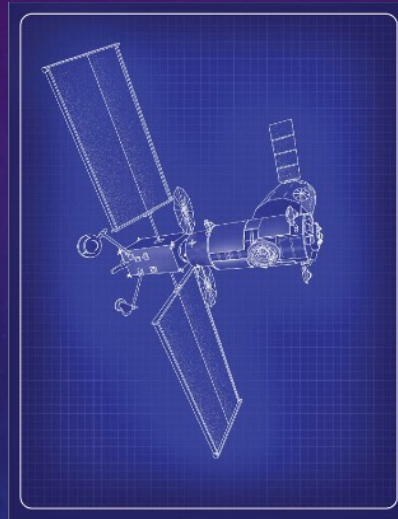
LES ELEMENTS DU PROGRAMME ARTEMIS



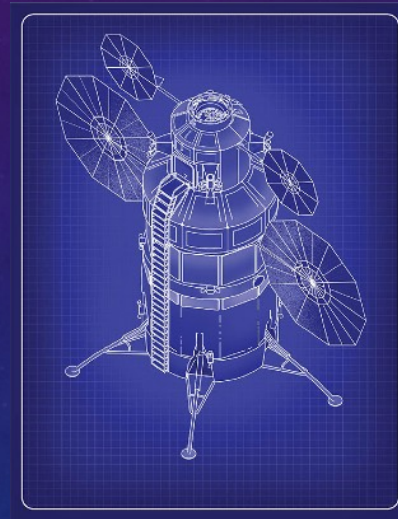
Lanceur
Lourd
SLS
Space Launch
System



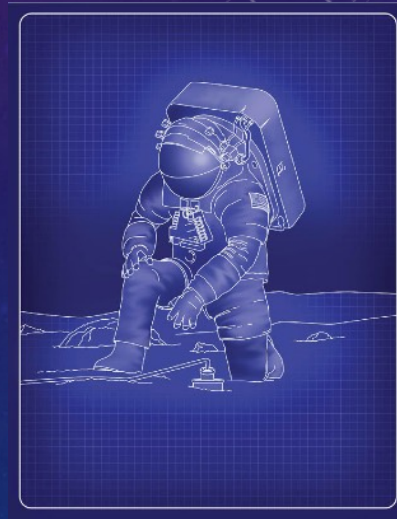
Capsule
ORION



Lunar
Gateway



Modèle
alunissage



Nouvelles
combinaisons
spatiales

Artemis Phase 1: To The Lunar Surface by 2024

Artemis I: First human spacecraft to the Moon in the 21st century

Artemis II: First humans to orbit the Moon in the 21st century

Artemis Support Mission: First high-power Solar Electric Propulsion (SEP) system

Artemis Support Mission: First pressurized module delivered to Gateway

Artemis Support Mission: Human Landing System delivered to Gateway

Artemis III: Crewed mission to Gateway and lunar surface

Commercial Lunar Payload Services

- CLPS-delivered science and technology payloads

Early South Pole Mission(s)

- First robotic landing on eventual human lunar return and In-Situ Resource Utilization (ISRU) site
- First ground truth of polar crater volatiles

Large-Scale Cargo Lander

- Increased capabilities for science and technology payloads

Humans on the Moon - 21st Century

First crew leverages infrastructure left behind by previous missions

LUNAR SOUTH POLE TARGET SITE

2020

2024

Crédit: NASA

- Science effectuée grâce à des missions polaires de surface robotisées:

Etudier la géologie du pôle sud dans le bassin Atiken, un des plus larges impacts du système solaire

Etudier la composition chimique, l'état (solide liquide gaz) et la distribution des composés volatiles du pôle (H₂O)

- Science effectuée grâce à des missions non polaires, robotisées:

Visiter des terrains d'intérêts non explorés par les missions Apollo, et atterrir près d'un site de tourbillon lunaire pour faire des mesures de champs magnétiques

Explorer des régions volcaniques de la Lune pour en comprendre l'histoire et étudier la géologie lunaire.

- Science effectuée en orbite:

Déploiement de Cubsat, étude géologique pour compléter les connaissances des matières volatiles, identification de ressources utilisables etc...

- In-situ recherche préliminaires:

Répondre aux questions sur la composition de la glace lunaire et notre capacité éventuelle à l'utiliser pour rester sur la Lune, produire de l'énergie ou des carburants pour préparer les

Artemis Phase 2: Building Capabilities For Mars Missions



*Reusable human lander
elements refueled*

Artemis IV

Artemis V

Artemis VI

Artemis VII

Artemis Support Mission
*Lunar surface asset deployment
for longer surface expeditions*

CLPS opportunities

SUSTAINABLE LUNAR ORBIT STAGING CAPABILITY AND SURFACE EXPLORATION

MULTIPLE SCIENCE AND CARGO PAYLOADS

INTERNATIONAL PARTNERSHIP OPPORTUNITIES

TECHNOLOGY AND OPERATIONS DEMONSTRATIONS FOR MARS

2025

2029

Crédit: NASA



- Science effectuée dans la station orbitale Lunar Gateway

Tests de nouvelles technologies en vue du voyage vers Mars

Développer une nouvelle science en orbite

Etudier comment réduire les risques humains pour le voyage vers Mars

- Missions de surfaces:

Continuer à étudier l'utilisation locale de ressources pour le support de la vie

Révolutionner la compréhension de l'origine de la Lune et de son histoire

Développer en surface des expérimentations d'une complexité sans précédent

Développer une présence régulière de l'homme en surface

Etude approfondie des cratères lunaires

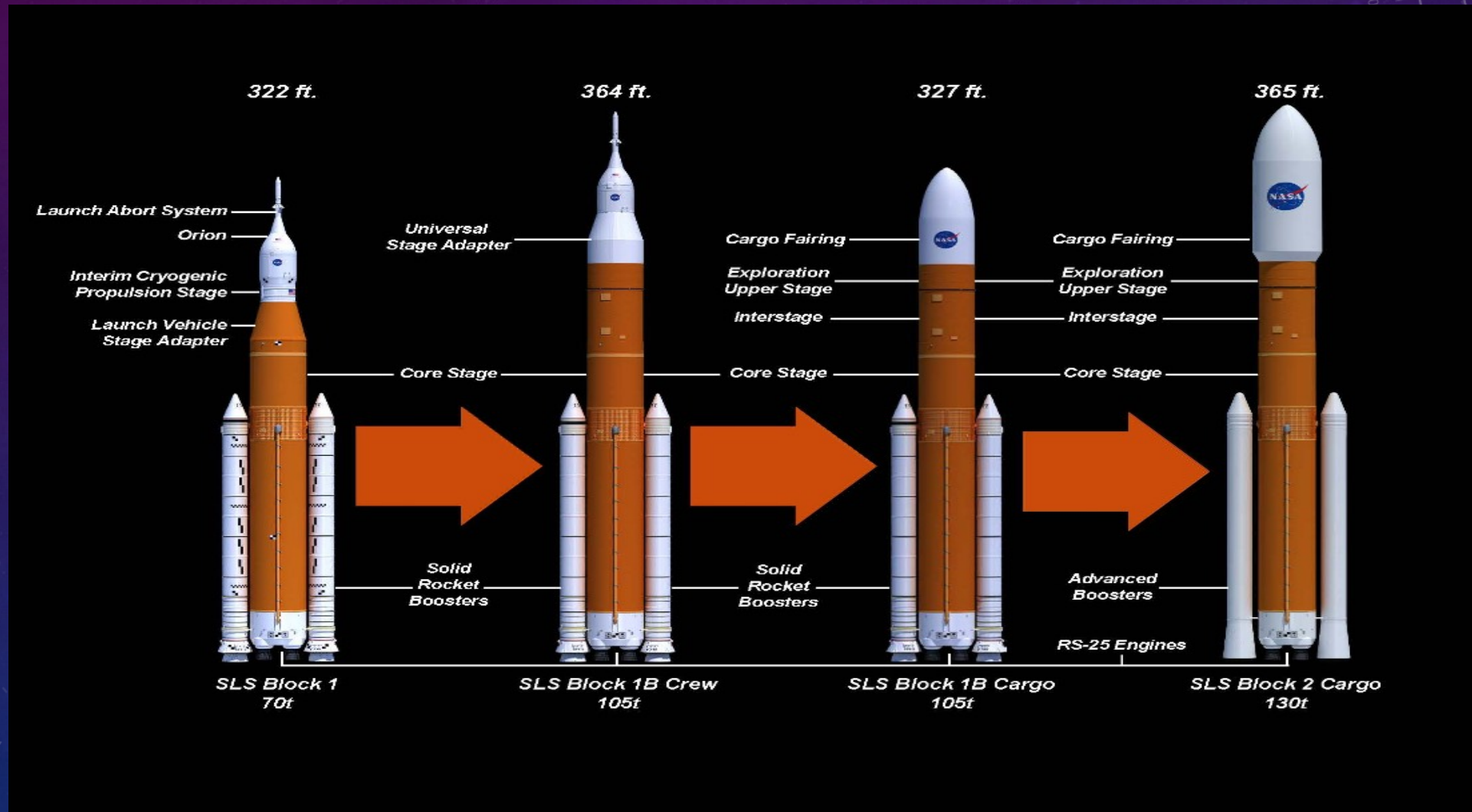
- Missions robotiques

Permettre l'étude continue de régions difficiles d'accès

- Préparation test validation du transport Martien DST Deep Space Transport

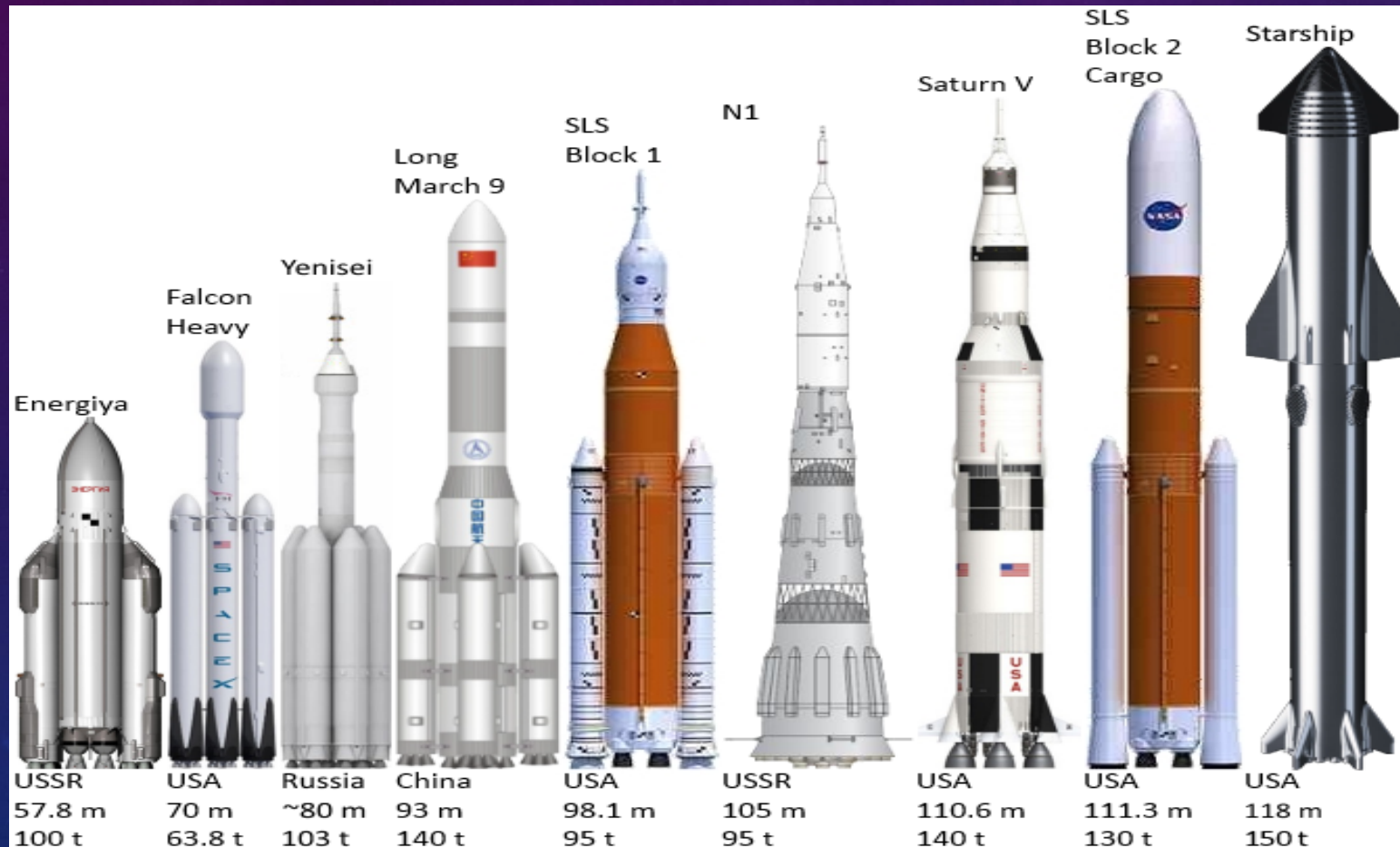


LES DIFFÉRENTES CONFIGURATIONS DU SPACE LAUNCH SYSTEM



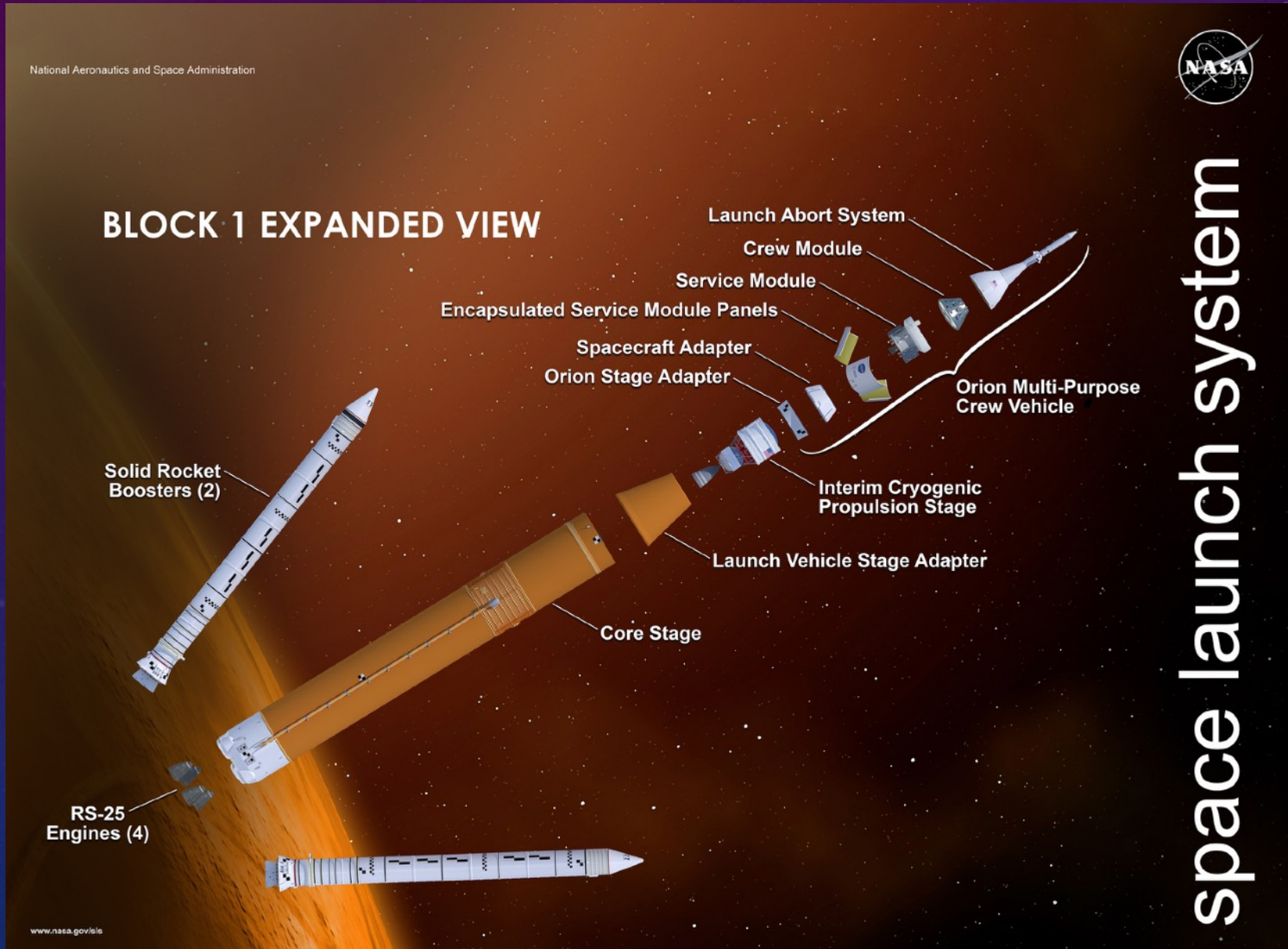
Crédit: NASA

LE SPACE LAUNCH SYSTEM CONCURRENCE



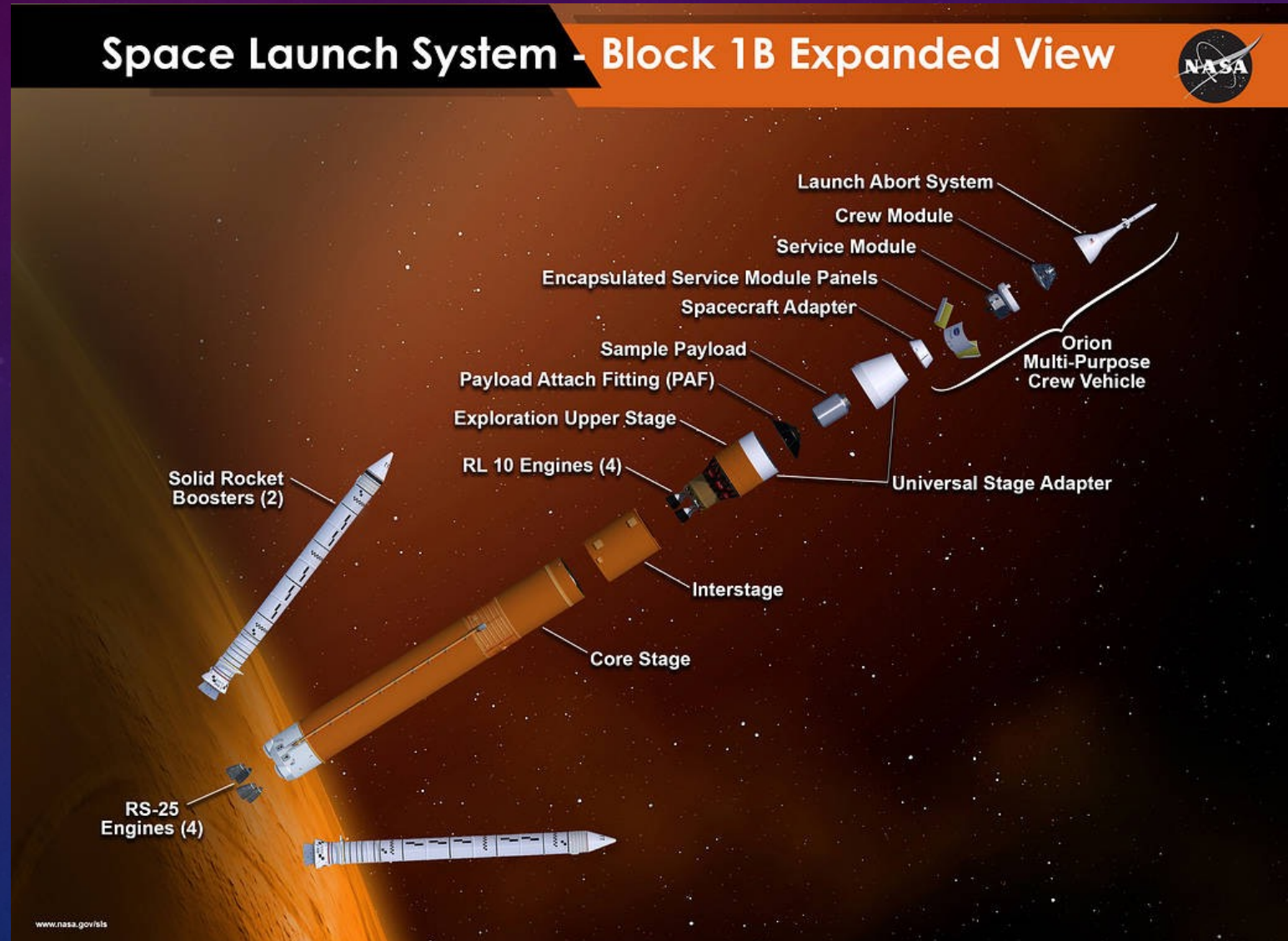
Crédit:
wikipedia

SLS BLOCK 1 VUE ECLATEE

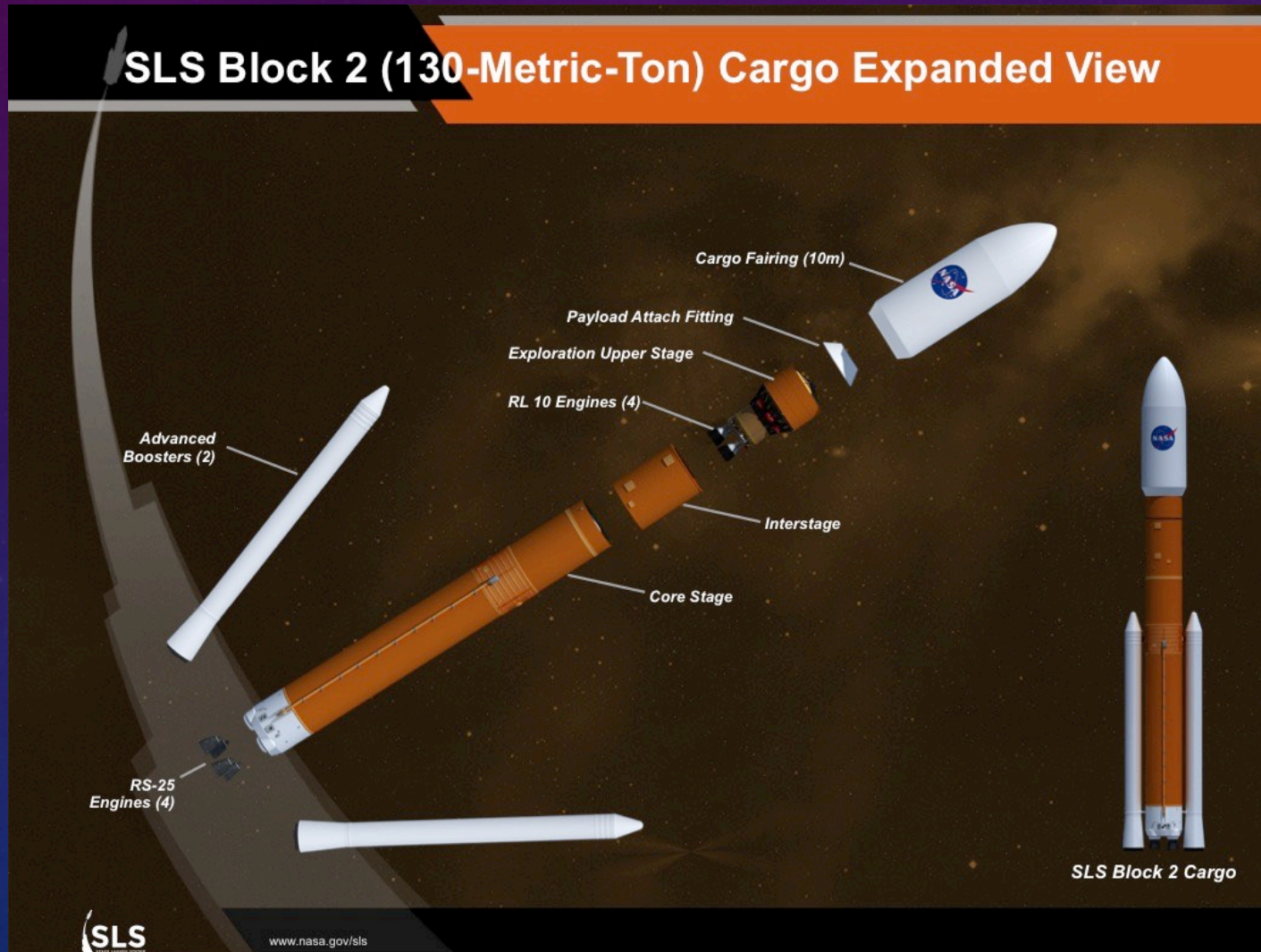


Crédit: NASA

SPACE LAUNCH SYSTEM BLOCK 1B

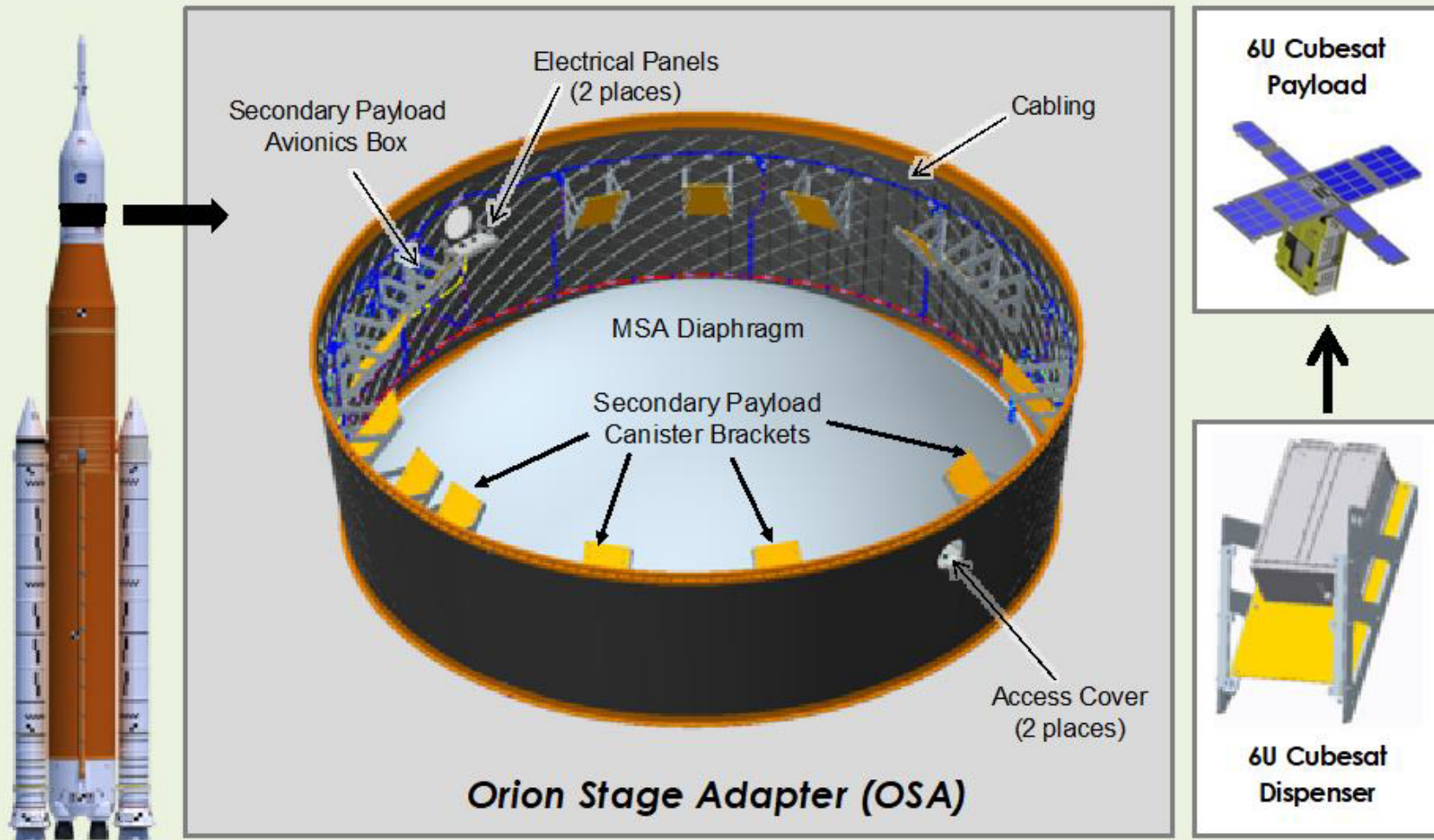


SPACE LAUNCH SYSTEM BLOCK 2

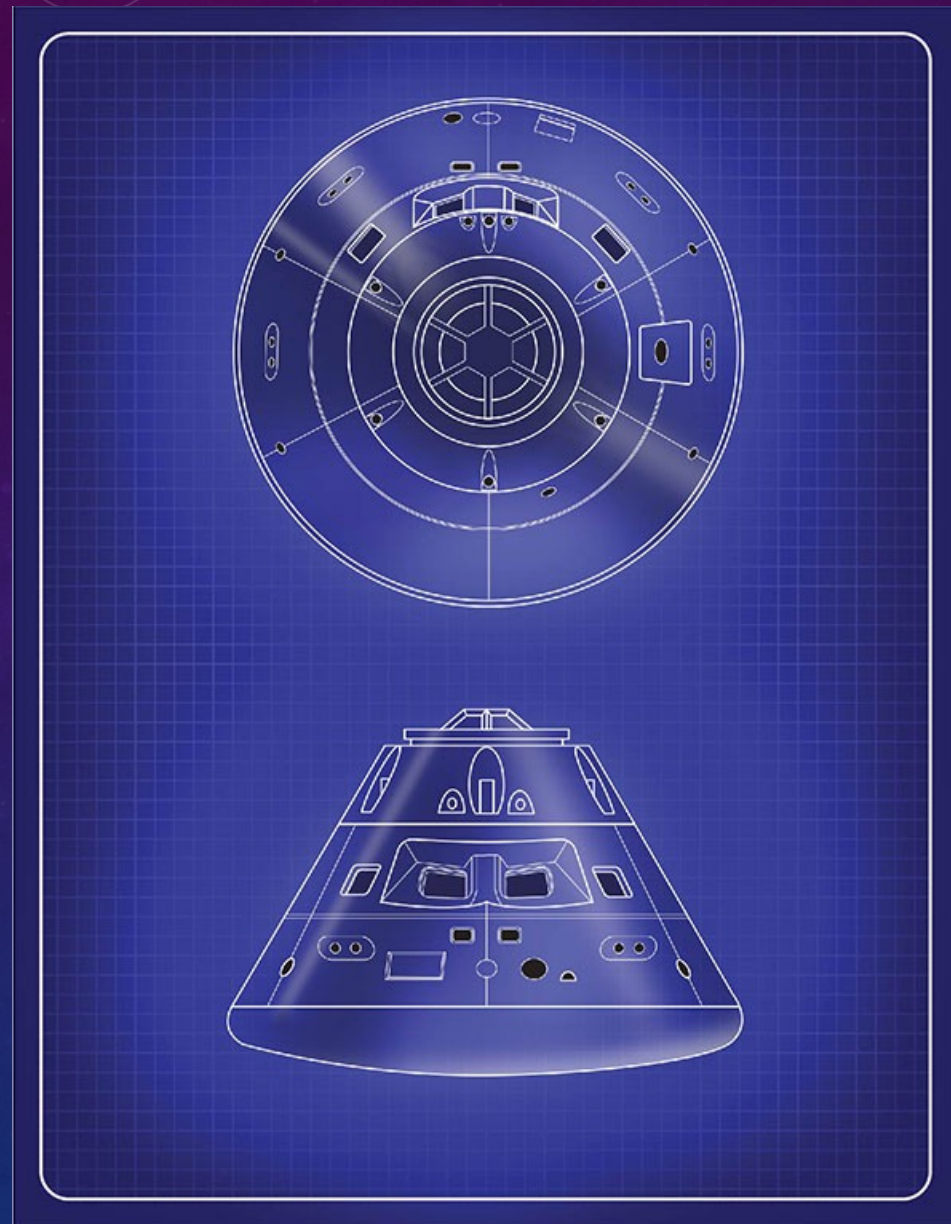


Crédit: NASA

SLS Block 1 SPL Accommodation







CAPSULE ORION:

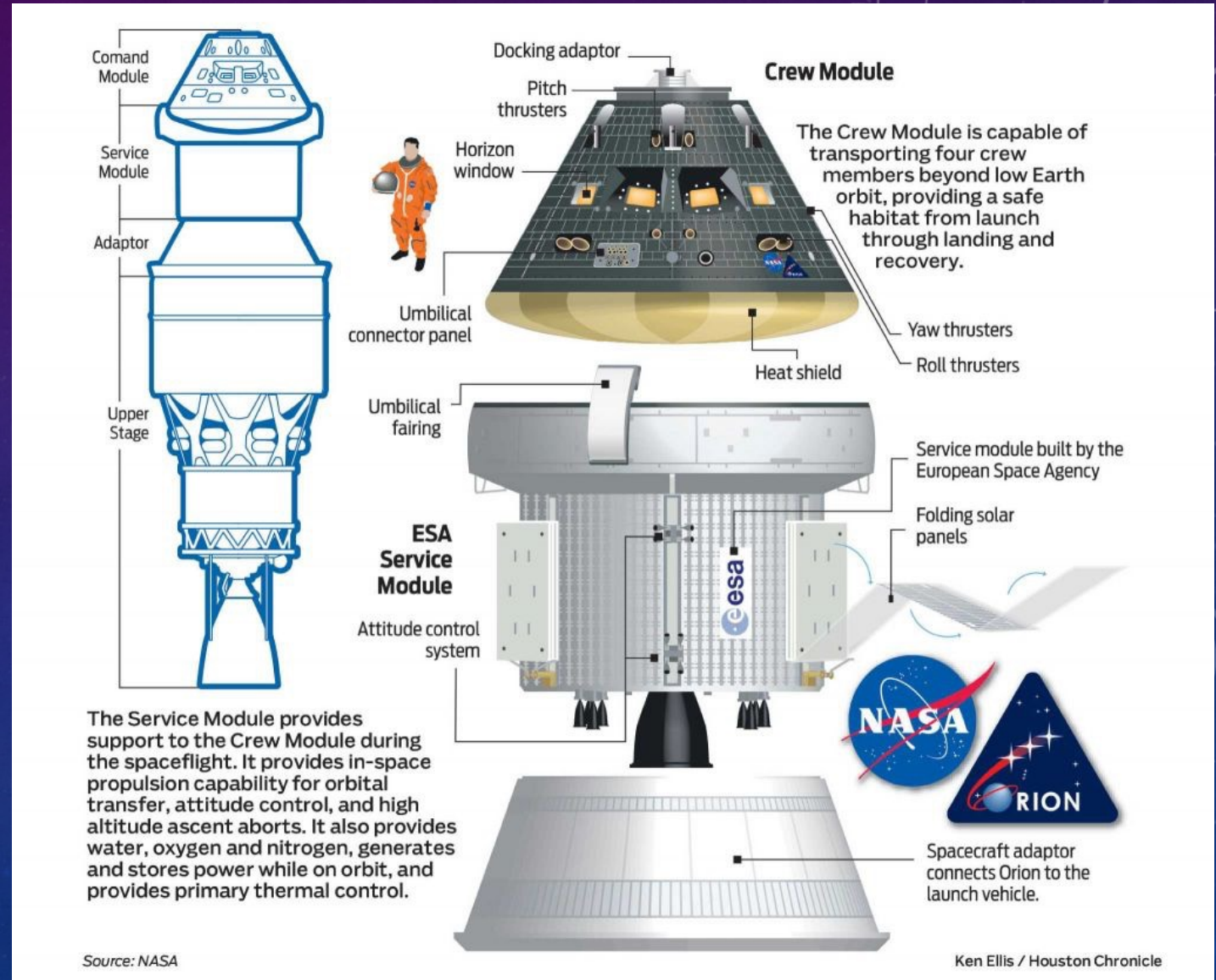
La capsule Orion a été dessinée pour le transport d'un équipage de 4 astronautes pour des missions de 3 semaines.

Elle doit permettre aussi de rejoindre l'ISS

Le volume habitable est le double d'Apollo

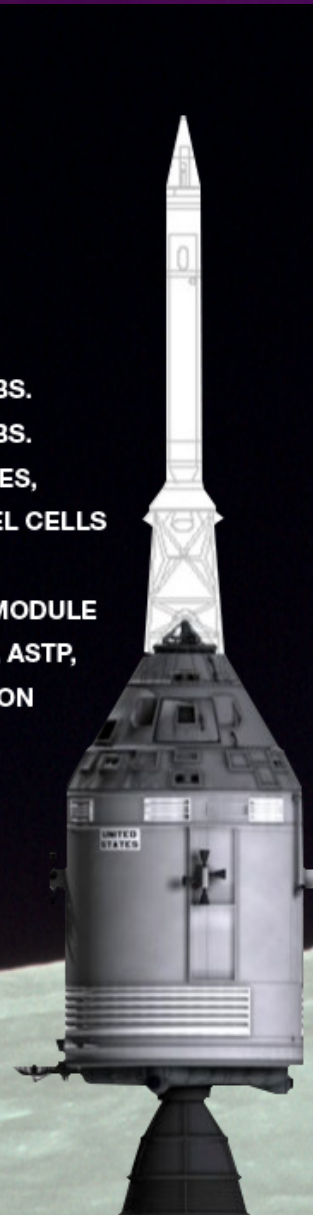
LE 1^{er} vol du Crew Module a été effectué en 2014 et a été une parfaite réussite

Fabriquant: Lockheed Martin: Capsule
Fabriquant ESA: module de service



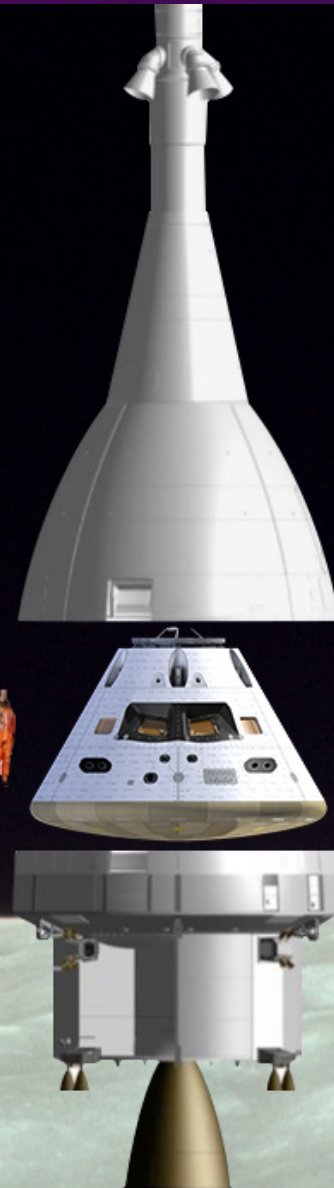
APOLLO

CREW MODULE DIAMETER: 12.8 FT.
 CREW SIZE: 3
 SERVICE MODULE DIAMETER: 13 FT.
 SERVICE MODULE LENGTH: 24.5 FT.
 SERVICE MODULE MASS: 54,000 LBS.
 SERVICE MODULE THRUST: 20,500 LBS.
 POWER: BATTERIES, FUEL CELLS
 LANDING: WATER
 DOCKING: LUNAR MODULE
 DESTINATION: SKYLAB, ASTP, MOON



ORION

CREW MODULE DIAMETER: 16.5 FT.
 CREW SIZE: 4 (6 TO ISS)
 SERVICE MODULE DIAMETER: 16.5 FT.
 SERVICE MODULE LENGTH: 15.7 FT.
 SERVICE MODULE MASS: 27,500 LBS.
 SERVICE MODULE THRUST: 7,500 LBS.
 POWER: SOLAR ARRAYS, BATTERIES
 LANDING: WATER
 DOCKING: MULTI PURPOSE
 DESTINATION: MARS, ASTEROIDS



→ ORION

The European powerhouse

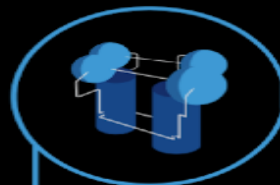


Propulsion system

Main engine has enough thrust to **lift a van on Earth.**

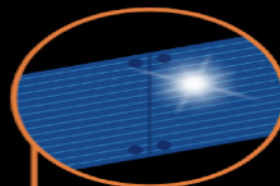


Four tanks hold 2000 litres of fuel, enough to fill **50 cars with fuel.**



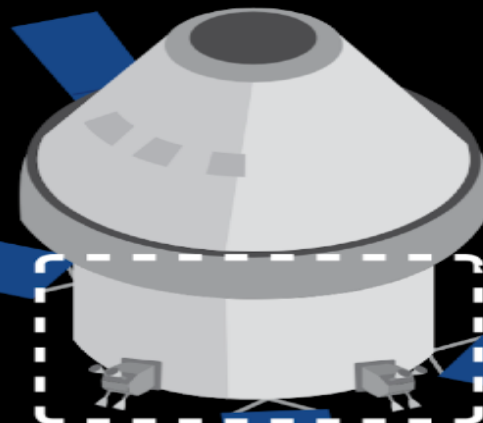
Consumables

Supplies enough water and air for up to **four astronauts** on a 20-day mission.



Solar arrays

Provides enough electricity for **two households.**



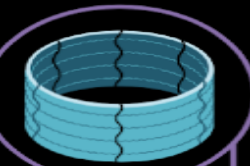
Structure

Like the chassis of a car, **the structure** holds everything together.



Thermal control system

Heaters and coolant pumped through six radiators keep Orion running warm despite space temperatures of **-75°C to +90°C.**



Avionics



The brain: computers control all aspects of the European Service Module.

Over **11 km of cables** to send commands and receive information from sensors.



LA SÉCURITÉ DU SYTEME ORION AU DECOLAGE

- Le Launch abort system

Sert en cas de défaillance de la fusée à éloigner Orion de celle-ci

Le système éloigne la capsule à 1000 km/h

La poussée du système équivaut à celle de 5 avions de chasse F22 rap

Le poids est de 7 tonnes



Crédit: ESA

LE MAINTIEN DE LA VIE DANS LA CAPSULE ORION EN VO

- Le Recyclage de l'air : Le CO₂ et L'humidité
- Le système CAMRAS est composé d'un absorbeur solide contenant une fonction Amine NH₂ permettant la capture de l'humidité et du CO₂. Permet un fonctionnement illimité en théorie

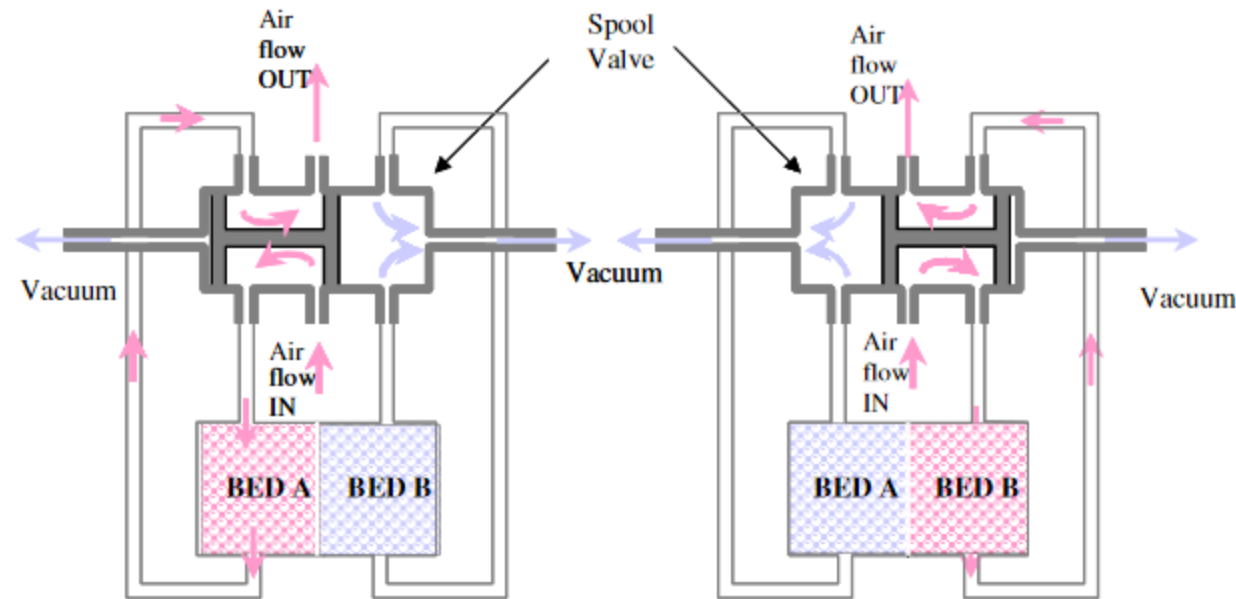


Figure 3 – CAMRAS Process Flow

- Le FEU et son contrôle :
 - Détecteur de composés de combustion: O₂, CO₂, H₂O, CO, HCN, HF, HCl
 - La microgravité



- Les matériaux de conception et la composition de l'atmosphère
 - Les extincteurs
 - Le masque et les absorbants
- La perte de pressurisation de la cabine : La combinaison de vol
- Les radiations solaires :

Un compartiment sous la cabine est construit
Des vestes de protection sont à l'étude

PROTECTION DE L'ÉQUIPAGE LORS DU RETOUR SUR



Bouclier Thermique de type ablatif

Orion rentre à 39000 km/h dans l'atmosphère.

Il utilise celle-ci pour ralentir à 520 Km/h

L'énergie est dissipée en chaleur et génère une élévation de température de 2600°C à 3300°C

Crédit: nasa

LE SYSTÈME DE PARACHUTES

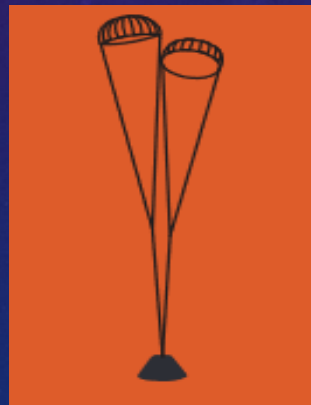
Le rôle de cet ensemble est, après la rentrée dans l'atmosphère, de ralentir ORION de 520 km/h à 27 km/h

Il est composé de 11 parachutes qui fonctionnent en 4 étapes:

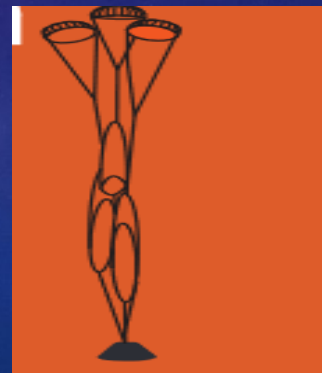
26 500 pieds 520 km/h
km/H



25 000 pieds 494km/h



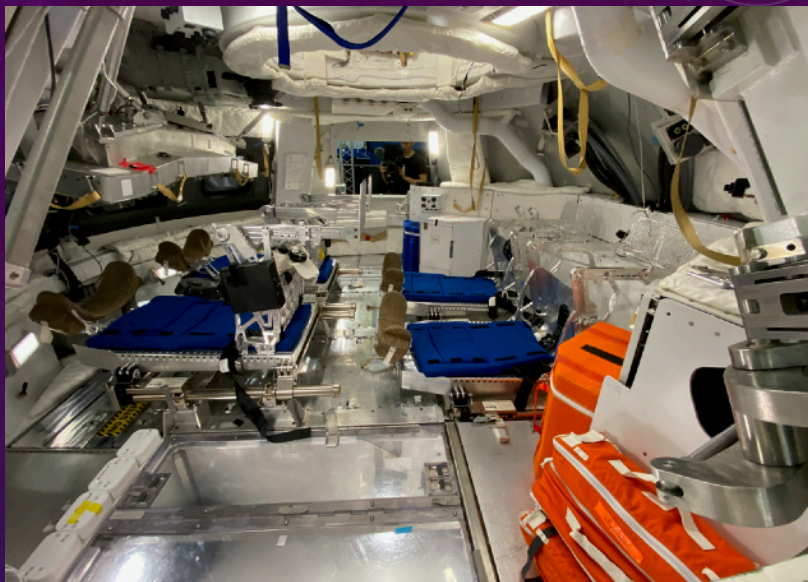
9500 pieds 210 km/h



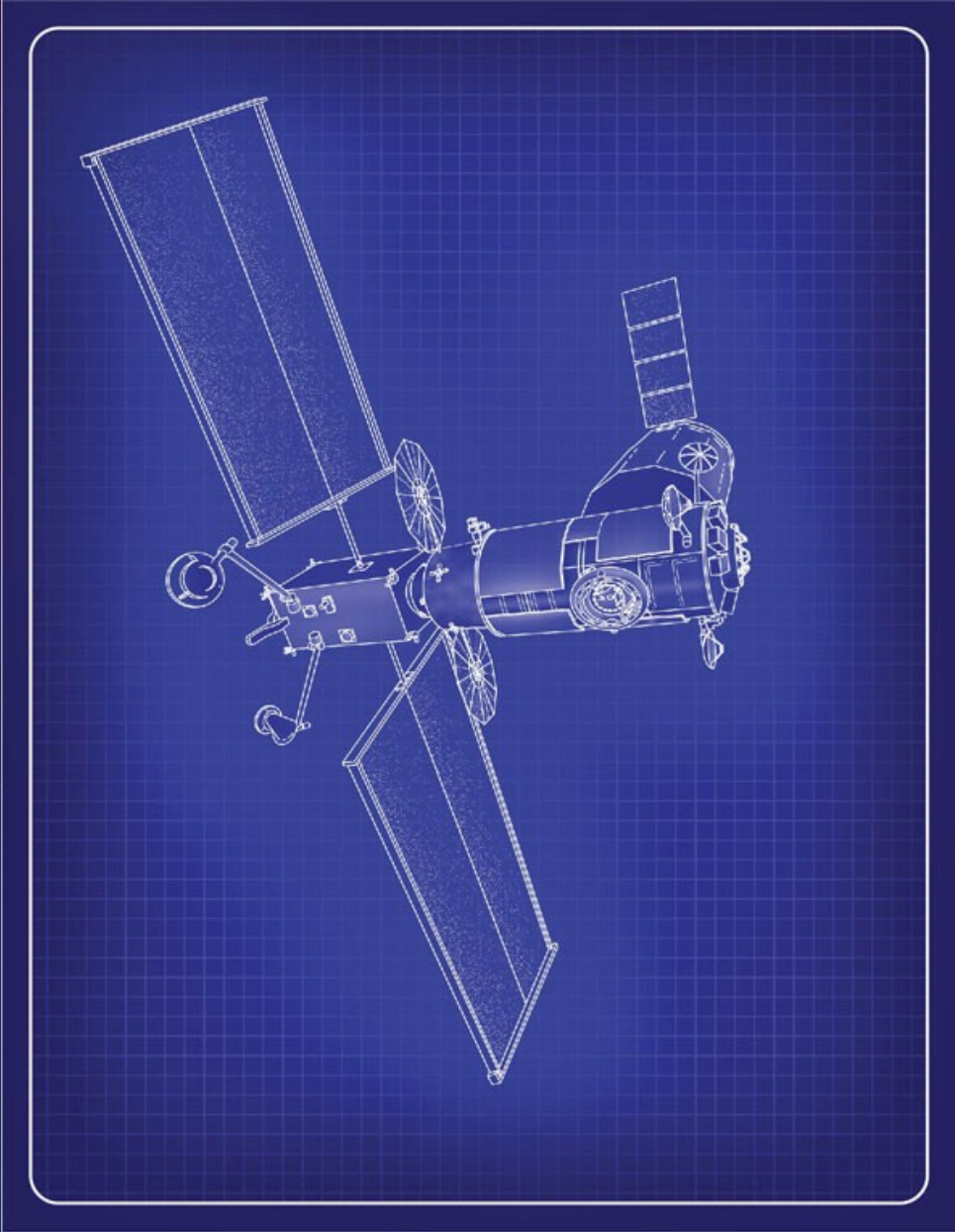
descente jusqu'à 27



Crédit: NASA



Crédit: NASA





Lunar gateway: La clef de voute

- Le Lunar Gateway est une station en orbite autour de la Lune.
- Elle est disposée sur une orbite particulière de type HALO, dans le système Terre-Lune, elle est appelée Near Rectilinear Orbital Halo NRHO. La période de révolution autour de la Lune est de 6,5 jours
- Cet orbite passe par les pôles lunaires et s'éloigne très fortement de la Lune au passage au pôle sud (70 000km)

[orbite_gateway.mp4](#)

Cette orbite et très stable est permet de réduire les quantités d'ergols nécessaires au maintien de la station sur celle-ci

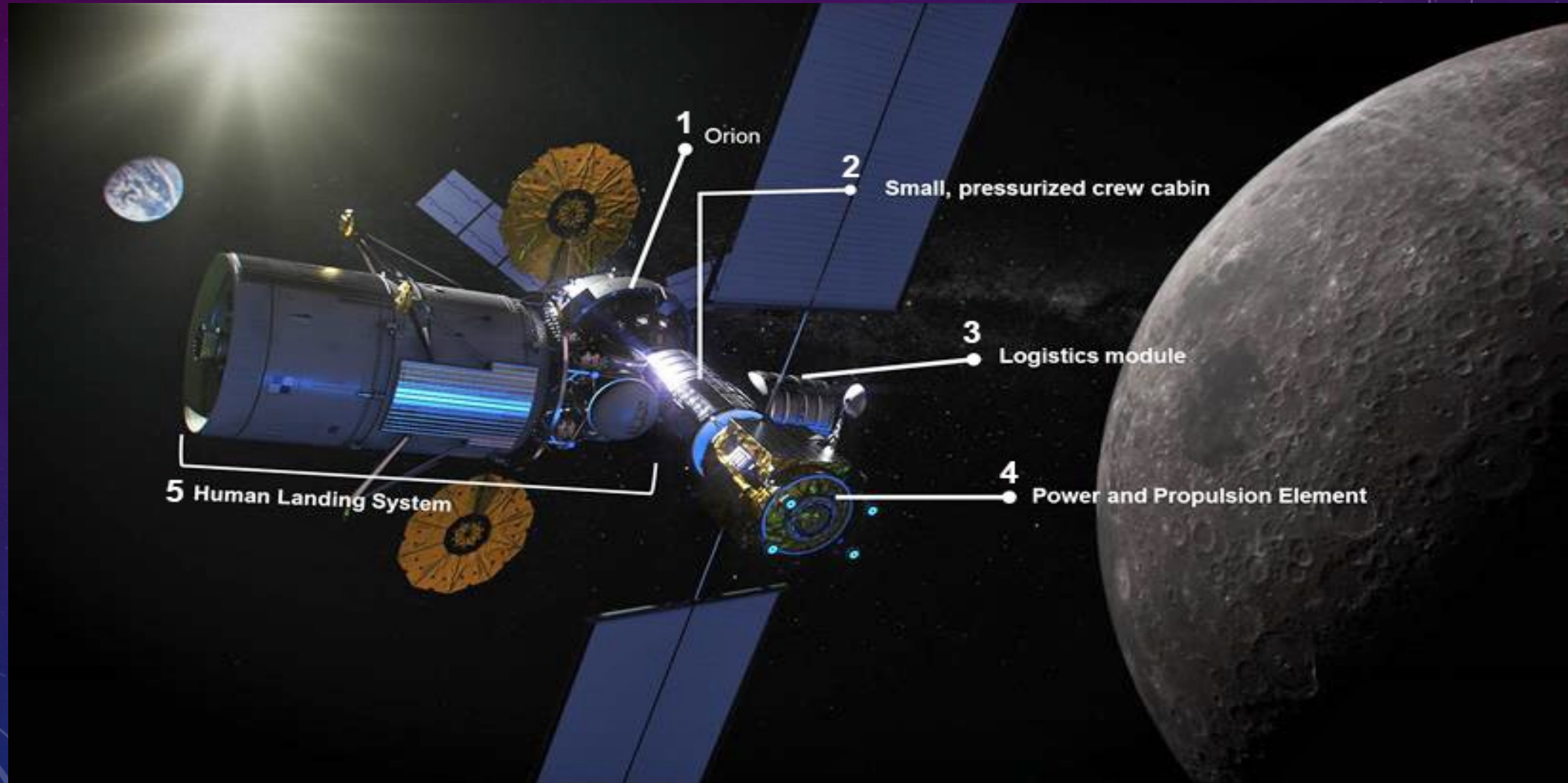
La NHRO maximise la visibilité de la station de la Terre qui couplée au système de communication Deep Space Network assure une couverture de communication quasi permanente

- Pas d'éclipse du Soleil par la Terre: alimentation solaire de la station optimisée. Quelques éclipses du Soleil par Lune d'une durée maximale de 80 minutes

- Pourquoi cette station en 2024
 1. La NASA a étudié que ce serait le système permettant un retour rapide sur la Lune comme voulu par Donald Trump.
 2. Orion n'a pas été dessiné pour un aller direct sur la Lune, le remodifier prendrait trop de temps
 3. Le concept de station et certains modules étaient déjà imaginés par la NASA de longue date
 4. LA NASA n'a actuellement pas les capacités de lancer une mission complète et donc la station permet de s'appuyer sur des partenaires privés.
 5. Permet d'évoluer pour soutenir des missions plus longues

- Pour la suite:
 1. Lorsque la station sera complète, elle permettra des missions beaucoup plus longues de 21 jours maximum à bien plus de 30, voir des missions de 2 semaines à la surface de la Lune.
 2. L'orbite permet d'avoir accès à la station souvent permettant un ravitaillement régulier.
 3. Elle permet également d'avoir accès à toute la surface lunaire visible, cachée et au pôle sud.
 4. Elle permet de faire de la science en orbite et de valider et tester les futurs systèmes

Lunar gateway Configuration 2024

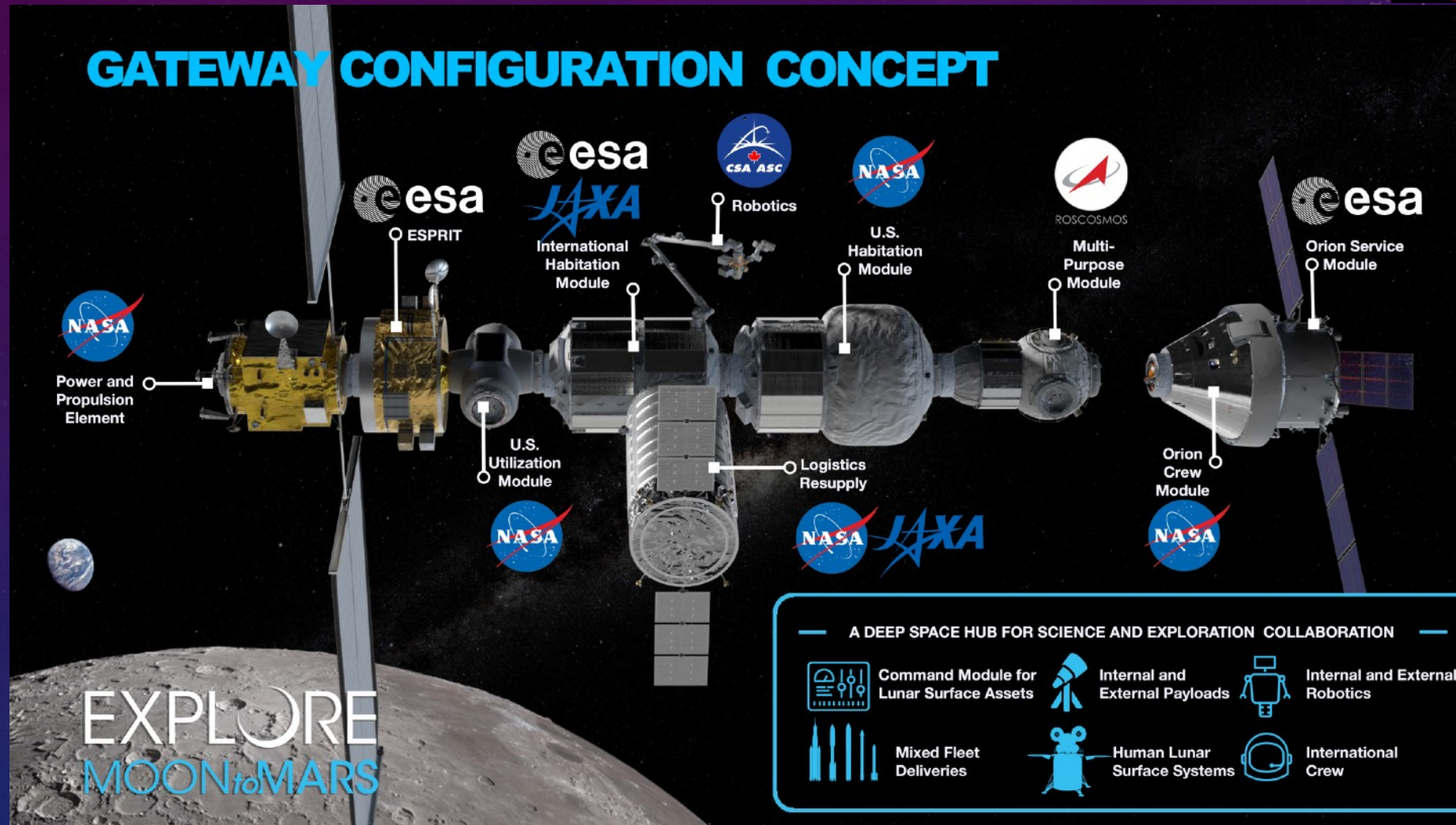


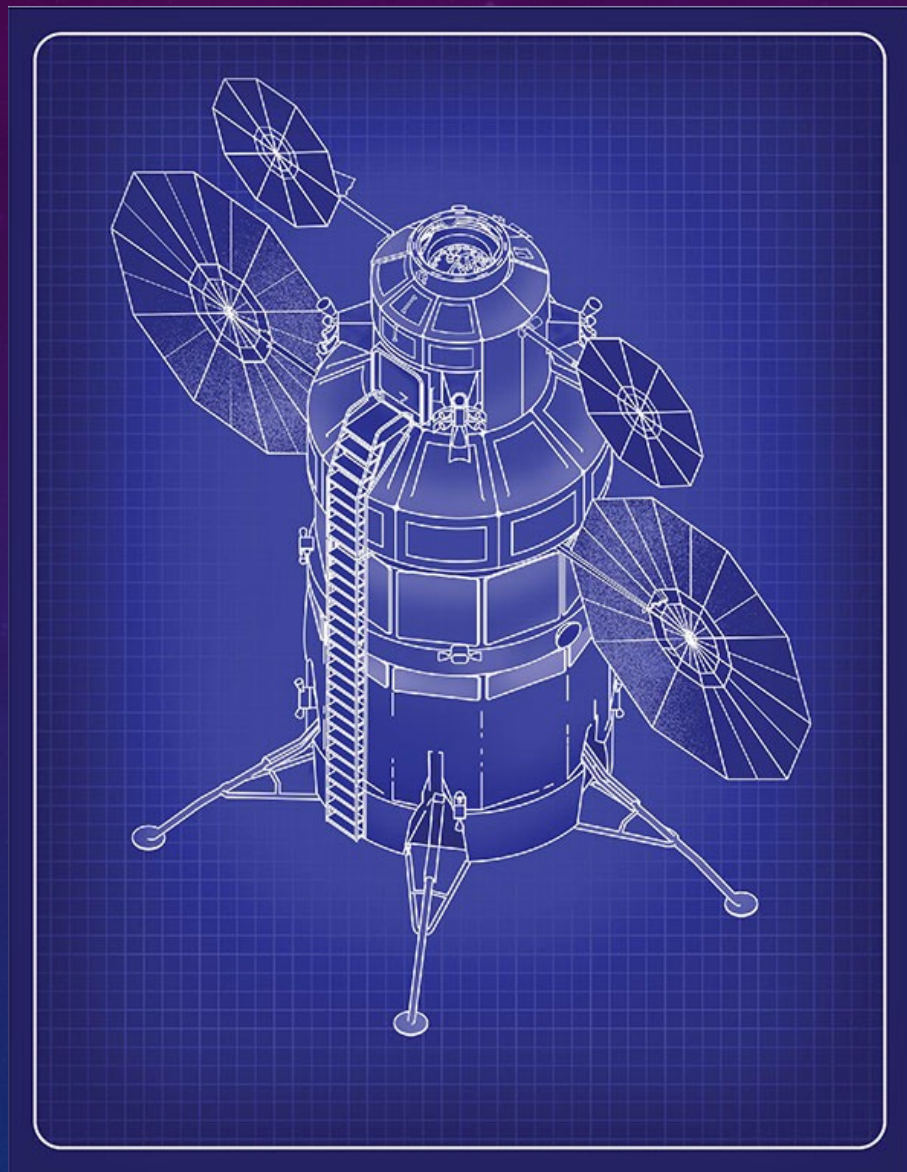
Crédit : NAsa



- Le module PPE: Power and Propulsion Element sera le premier module à être lancé en 2022 par une fusée commerciale. Ce module sera conçu et fabriqué par la société Maxar Technologies qui fabrique notamment des bases de satellites. Il sera équipé de panneaux solaires pour produire 40 kW énergie de moteurs ioniques et de 2 moteurs Fusées et de capacités de communication
Il pèsera 8 à 9 tonnes.
- Le premier Module d'habitation sera lancé en 2023. La Nasa a sollicité la société Northrop Grumman (société américaine défense, aéronautique espace..).
Cette société va dériver son module cargo Cygnus destiné au ravitaillement de l'ISS
Il permettra la survie d'un équipage de 4 personnes pendant 30 jours. Ce système disposera de 4 ports d'amarrage permettant de construire la station et de connecter des modules de ravitaillement ou l'alunisseur. Ce système se retrouve sous 2 appellations:
 - Halo: Habitation and logistics outpost.
 - MHM: minimal habitation module

Lunar gateway Configuration projet final





L'alunisseur



- La NASA a lancé à l'été 2019 une consultation pour l'alunisseur aux sociétés américaines.
 - Dans un premier temps celui-ci devait être réutilisable, mais de nombreuses sociétés ont répondu que le temps imparti (2024) pour un tel système était trop court.
 - La NASA a donc supprimé cet élément du cahier des charges pour 2024 tout en le conservant pour une évolution future.
- La NASA préconise un système à 3 éléments pour faciliter son lancement limité à 15 tonnes chacun:
 1. Un module de propulsion pour abaisser l'orbite des 2 autres modules
 2. Un module dit de descente permettant de gérer l'alunissage
 3. Un module « d'habitat » permettant la remontée vers la station
- En octobre 2019 Blue Origin Lockheed Martin, Northrop Grumman et Draper s'associent pour développer l'alunisseur.
- Boeing a de son côté fait aussi une proposition avec un système à 2 modules uniquement

L'alunisseur vu par un artiste système Blue Origin et associés



L'alunisseur vu par un artiste système Boeing





La combinaison de vol OCSS : Orion Crew Survival System



Cette combinaison sert lors des situations suivantes:

1. Décollage
2. Situation d'urgence (dépressurisation par exemple)
3. Situation à haut risque durant la mission notamment à l'approche de la Lune
4. Retour sur Terre

Elle est conçue pour maintenir en vie les astronautes pendant 6 jours.

Elle est enfilaible de manière autonome et adaptée à toutes les morphologies.

Elle doit donc permettre de manger, dormir boire et... faire ses besoins durant au plus 144 heures permettant le retour sur Terre.

« The Poop challenge »....

Crédit: NASA



Figure 2. Pressure Garment

Crédit: David Clark Company, Incorporated



Crédit: David Clark Company, Incorporated



Crédit :David Clark Company, Incorporated





La combinaison d 'exploration: XEMU Exploration Extra Mobility Unit



Cette nouvelle combinaison a été développée spécifiquement pour l'exploration lunaire. Elle doit:

1. Être adaptable à toutes les morphologies
2. Permettre une plus grande liberté de mouvement
3. Permettre des missions beaucoup plus longues (6 jours)
4. Être modulaire (exploration + sortie extra véhiculaire + mission martienne)
5. Être enfilaible par l'arrière
6. Être évolutive vers mars (mEMU)
7. Résister aux poussières type rigolithe

NASA's new space suite

Prototype for the new lunar surface Exploration Extravehicular Mobility Unit (xEMU) unveiled
"a miniature spaceship shaped like a human body"

Portable life support system

Includes:

- Power source
- Water tank for a cooling system
- Two-way radio
- Unlimited capacity to absorb CO₂

Designed to provide full life support for up to six days

Gloves

Equipped with heaters for fingers, while allowing for dexterity

Lower torso

Keeps legs and feet safe from the harsh environment

Helmet

Visor with gold coating to protect from sun's rays
 Ventilation system that provides oxygen

Display control module

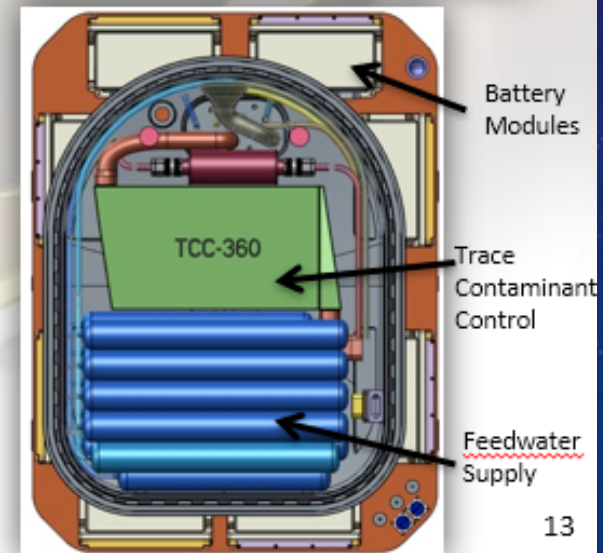
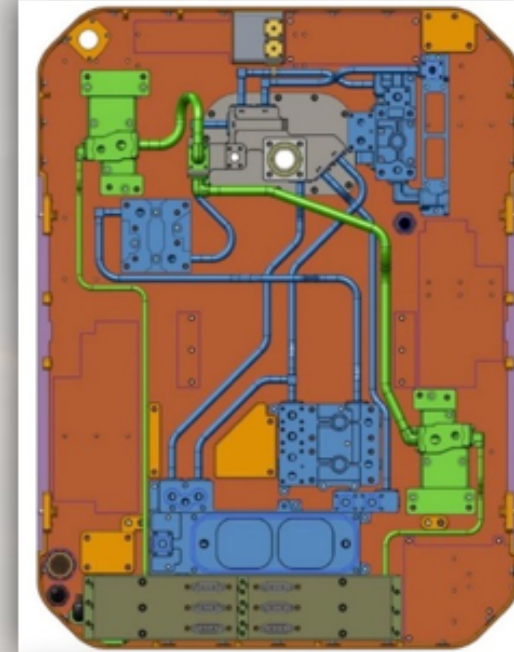
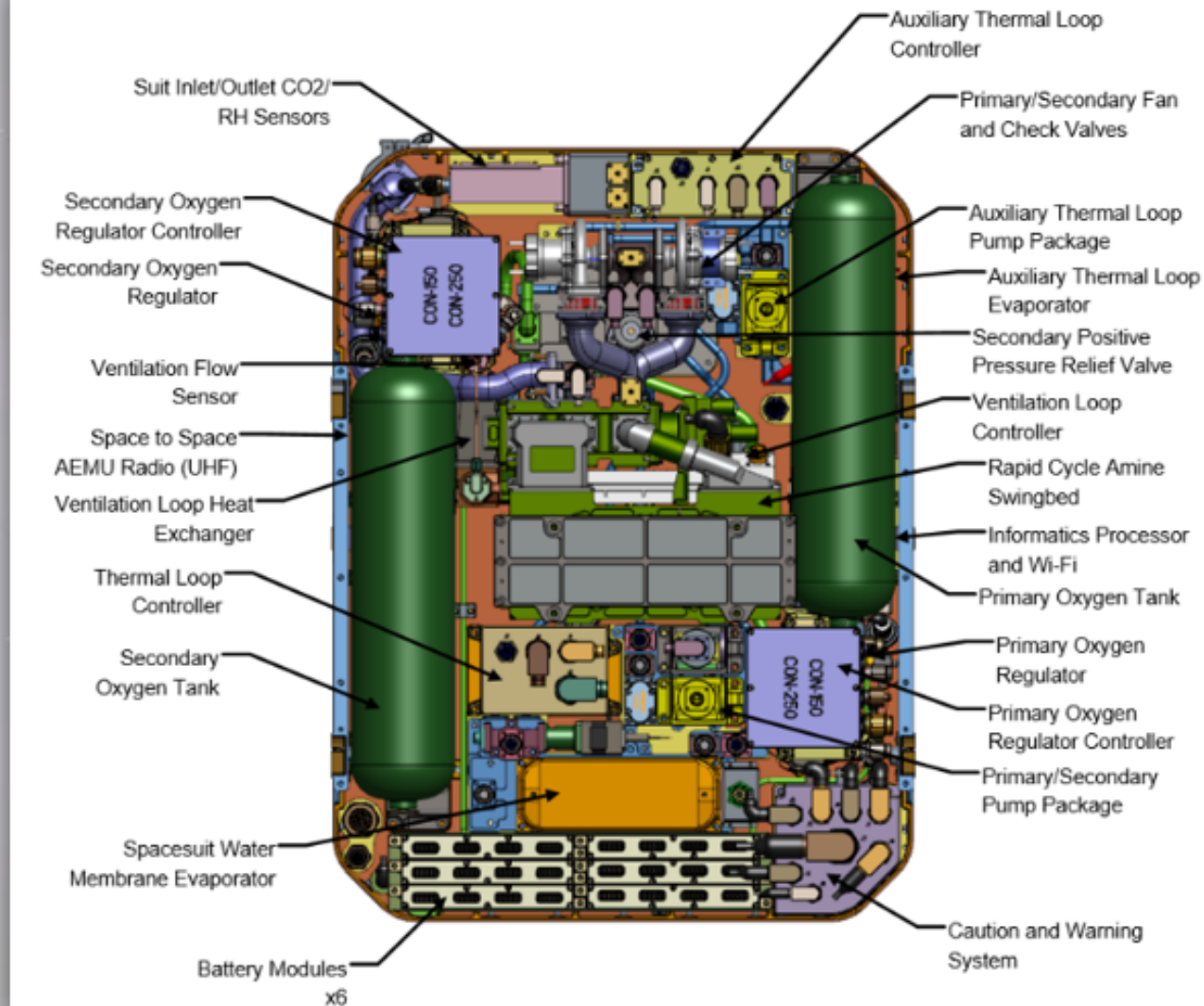
"The brains of the suit" houses control panel which operates the life support system

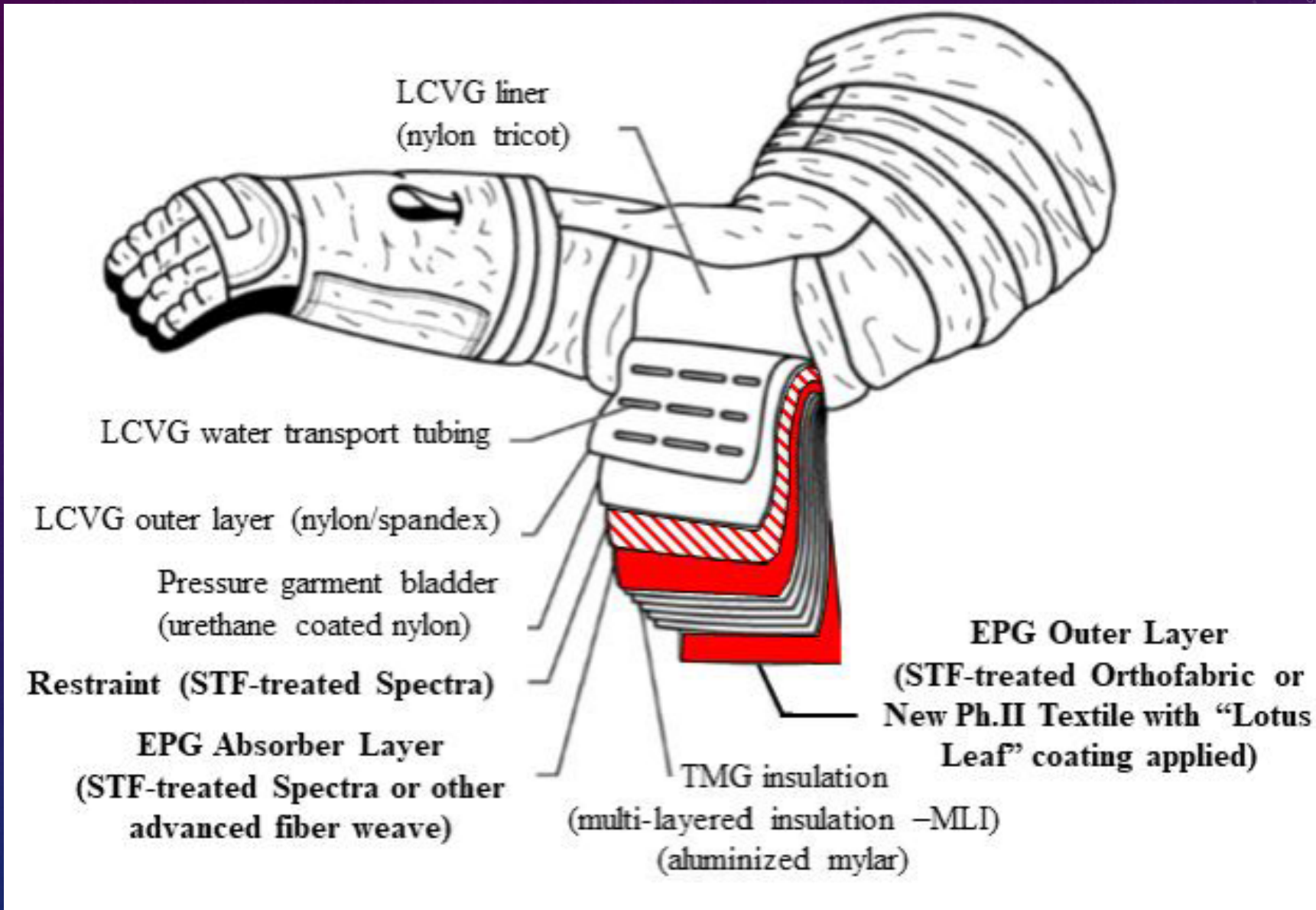
Hard upper torso

Connects together the different systems of the suit
 Improved range of motion on waist, arms, legs
One-size-fits-all: extendable

Under the **Artemis mission**, NASA plans to land on the Moon's South Pole in order to exploit its water ice, discovered in 2009, both for life support purposes and to split into hydrogen and oxygen for use as rocket propellant

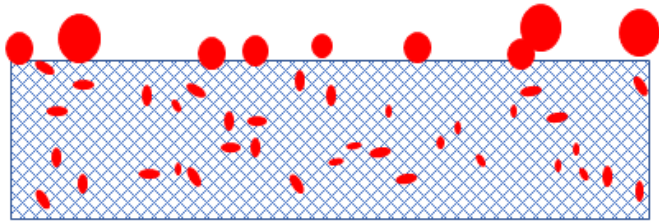
Photo: Andrew Caballero-Reynolds



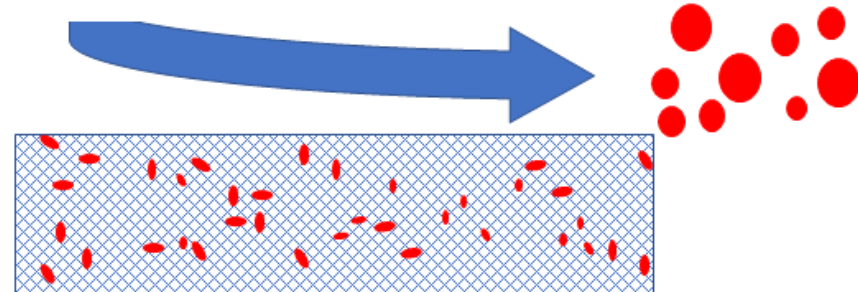


Crédit: International Conference on Environmental
Systems

Conventional Outer Layer Fabric

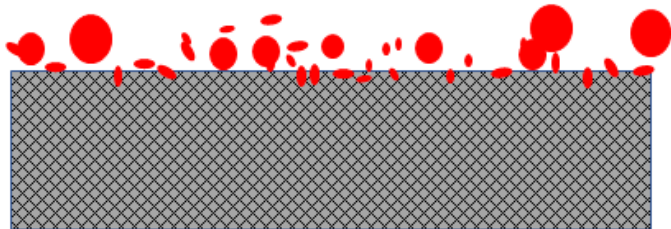


Open weave of conventional Orthofabric allows fine dust to infiltrate

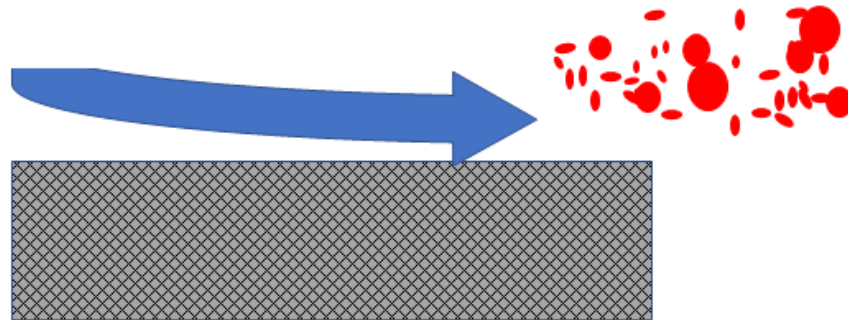


Surface dust removed, but dust within weave can penetrate deeper into suit or be released in vehicle/habitat

STF-Armor™ Outer Layer Fabric



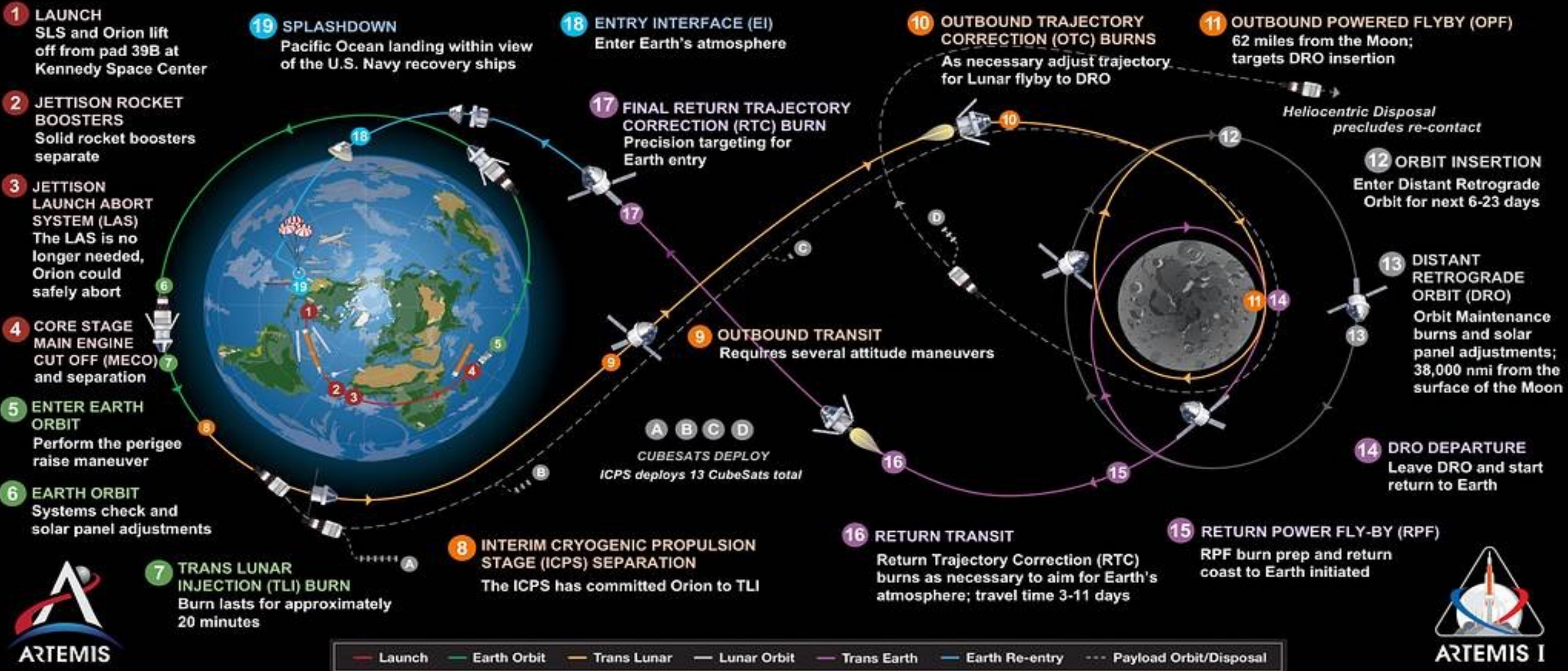
STF treatment of outer layer textile prevents dust infiltration into weave and deeper layers of the garment



"Lotus leaf" coating helps remove dust confined to surface by STF and increases efficacy of other dust mitigation strategies

ARTEMIS I

The first uncrewed, integrated flight test of NASA's Orion spacecraft and Space Launch System rocket, launching from a modernized Kennedy spaceport

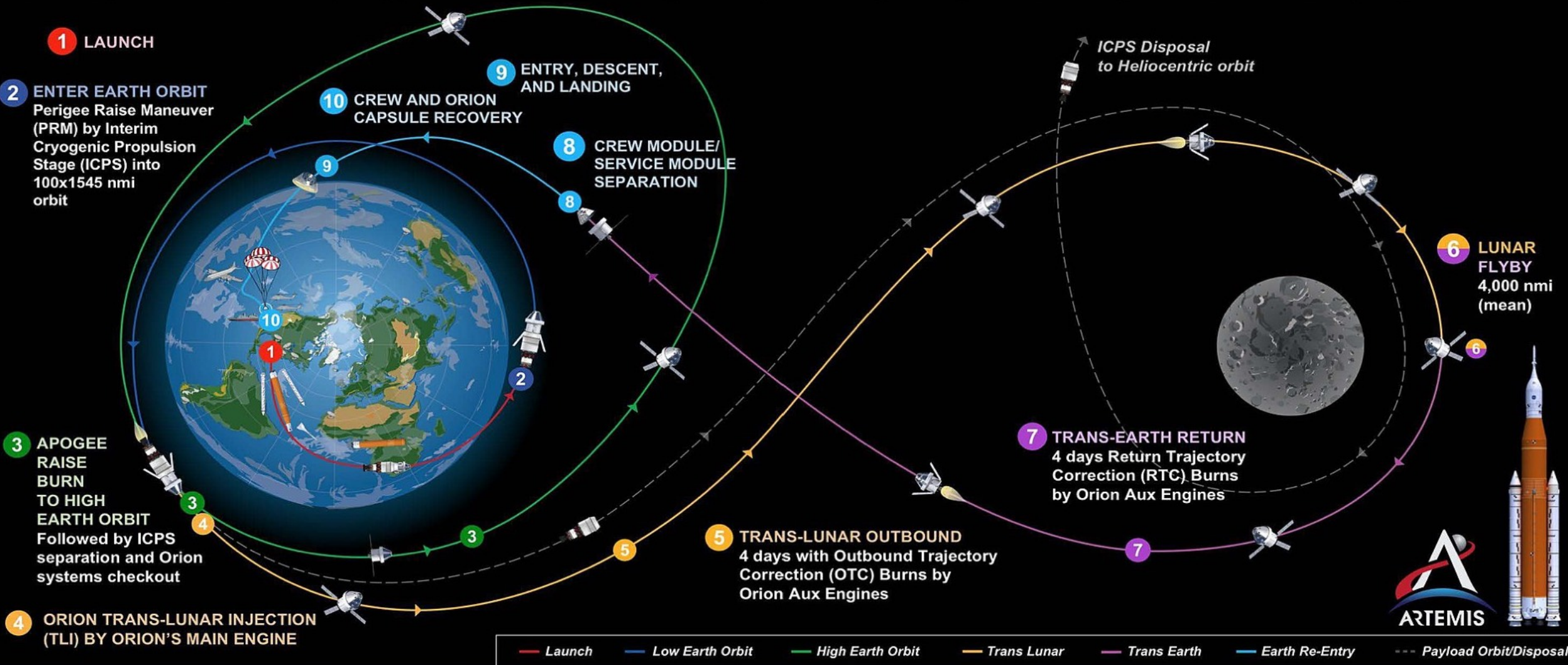


Total distance traveled: 1.3 million miles – Mission duration: 26-42 days – Re-entry speed: 24,500 mph (Mach 32) – 13 CubeSats deployed

Crédit: NASA

ARTEMIS II

Crewed Hybrid Free Return Trajectory, demonstrating crewed flight and spacecraft systems performance beyond Low Earth Orbit (LEO)



SLS Configuration (Block 1) with Human Rated ICPS | 15x1200 nmi (27.8x2222.4 km) insertion orbit | 28.5 deg inclination

4 astronauts | Mission duration: 10 Days | Re-entry speed: 24,500 mph (Mach 32)

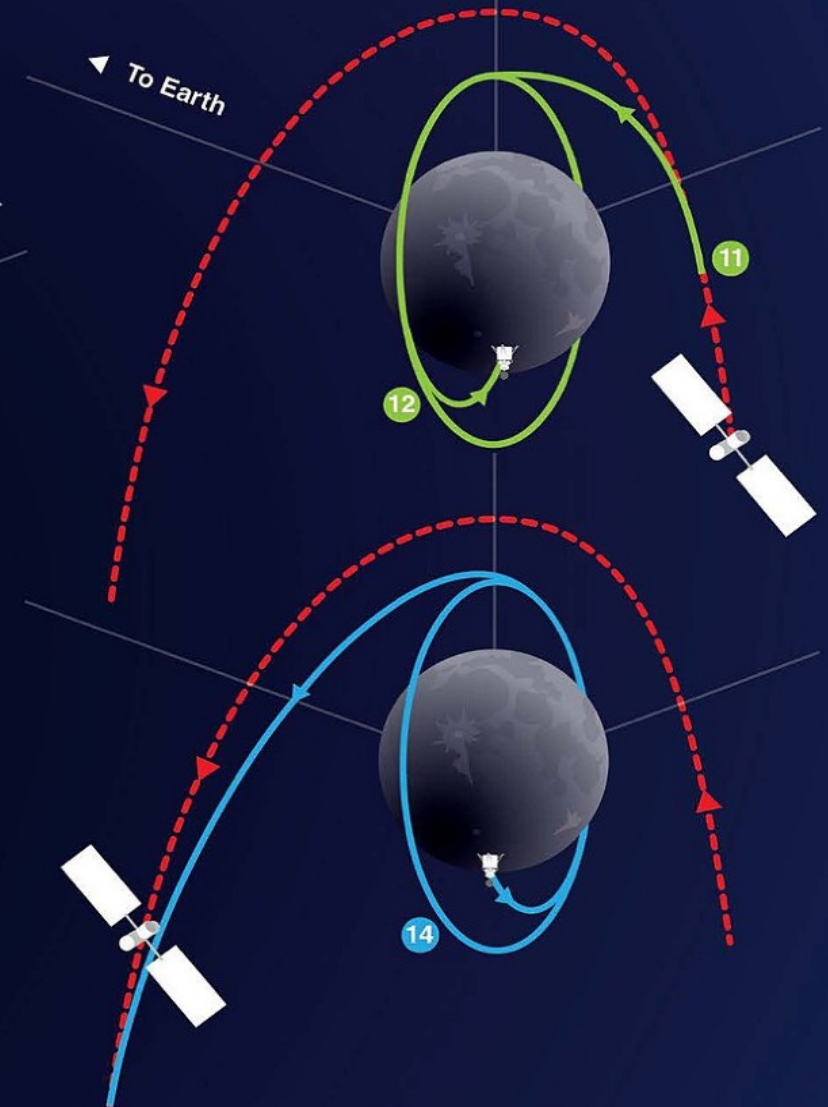
Crédit: NASA

ARTEMIS III

Landing on the Moon in 2024

- 1 **LAUNCH**
SLS and Orion lift off from Kennedy Space Center
- 2 **JETTISON ROCKET BOOSTERS**
Solid rocket boosters separate
- 3 **JETTISON LAUNCH ABORT SYSTEM (LAS)**
The LAS is no longer needed, Orion could safety abort
- 4 **CORE STAGE MAIN ENGINE CUT OFF**
With separation
- 5 **ENTER EARTH ORBIT**
Perform the perigee raise maneuver
- 6 **EARTH ORBIT**
Systems check and solar panel adjustments
- 7 **TRANS LUNAR INJECTION BURN**
Burn lasts for approximately 20 minutes
- 8 **ORION OUTBOUND TRANSIT TO MOON**
Requires several attitude maneuvers
- 9 **ORION OUTBOUND POWERED FLYBY**
- 10 **GATEWAY ORBIT INSERTION BURN**
Orion performs burn and rendezvous to dock to the Gateway
- 11 **HUMAN LANDING SYSTEM (HLS)**
Undocks from Gateway
- 12 **HLS ENTERS LOW LUNAR ORBIT**
Descends to lunar touchdown
- 13 **GATEWAY/ORION REMAIN IN LUNAR GATEWAY ORBIT**
During lunar surface mission
- 14 **HLS ASCENDS LOW LUNAR ORBIT**
Then to Gateway Orbit to dock with Gateway
- 15 **CREW RETURNS TO ORION**
Undocks from Gateway, and departs Gateway Orbit
- 16 **ORION RETURN POWERED FLYBY**
- 17 **ORION TRANSITS TO EARTH**
- 18 **ENTRY INTERFACE**
Enter Earth's atmosphere
- 19 **SPLASHDOWN**
Pacific Ocean landing within view of U.S. Navy recovery ships

Gateway Orbit



Conclusion:

Des raisons d'être pessimistes:

- Budget et augmentation votés pour 2020 faibles
- Délais de réalisation très courts avec un certains nombre de modules qui n'existent pas
- Les élections américaines auront lieu cette année.

Pour rêver quand même:

- Le lanceur SLS commence à être assemblé, Orion a volé avec succès en 2014
- Le programme recycle beaucoup d'éléments (Orion, moteur, booster SLS, module de service etc...)
- Beaucoup d'agences et de sociétés privées sont impliquées.

SO WAIT AND SEE....

Cela reste un très intéressant moteur d'innovations...