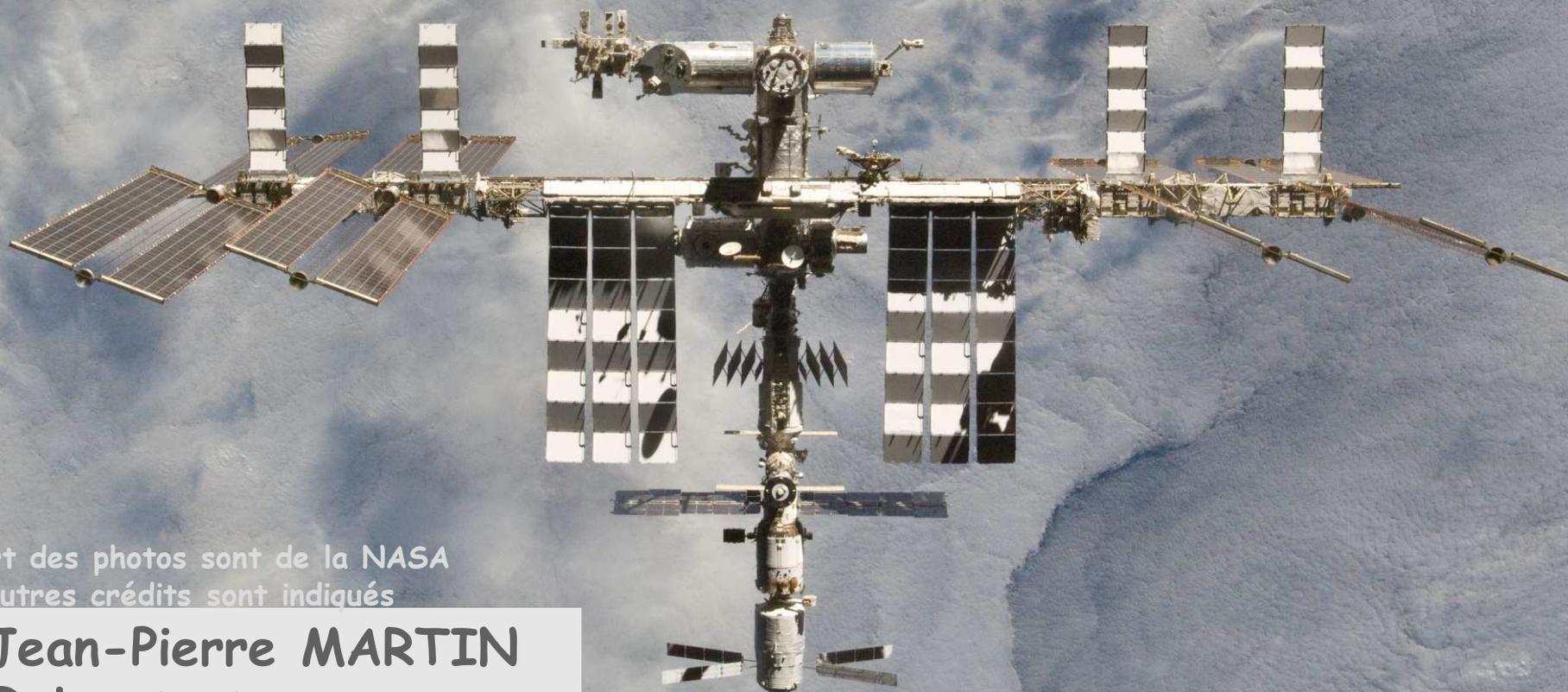


HISTOIRE DES STATIONS SPATIALES



La plupart des photos sont de la NASA
Les autres crédits sont indiqués

Par Jean-Pierre MARTIN
jpm@planetastronomy.com

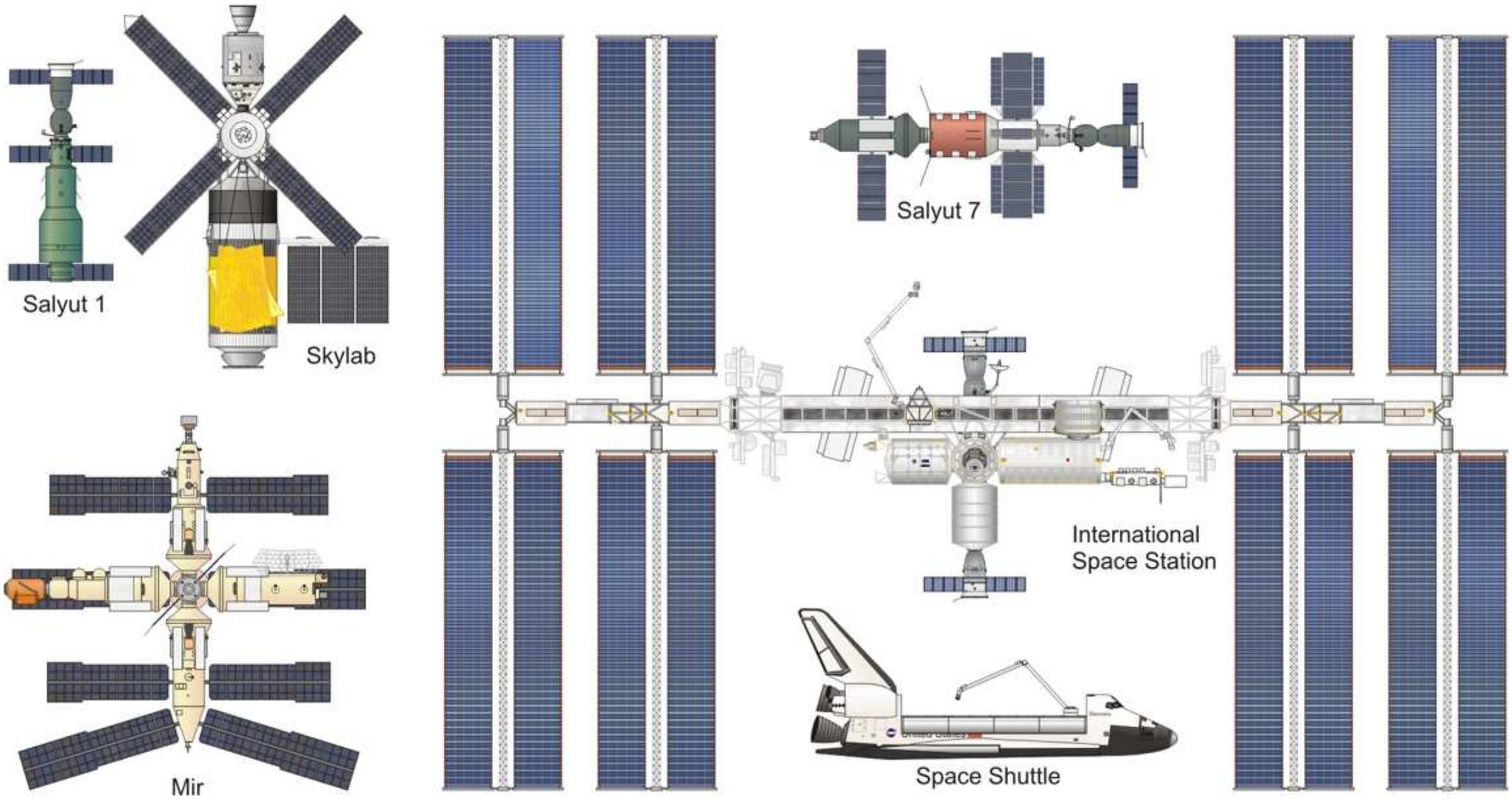
Update : Août 2022

PLAN DE LA PRÉSENTATION

- ★ SALIUT
- ★ SKYLAB
- ★ MIR
- ★ ISS
- ★ LA CHINE
- ★ LUNAR GATEWAY
- ★ FUTUR

- ★ La station spatiale internationale ou ISS ne s'est pas bâtie à partir de rien, elle est l'aboutissement d'une lignée de prédécesseurs plus ou moins chanceux.
- ★ Dans les années après guerre, les grandes nations spatiales, USA et URSS en tête se posaient **la question de savoir si l'Homme pourrait vivre dans l'espace**, l'idée de stations spatiales germait dans les cerveaux de Korolev et Von Braun. C'était pour eux le premier pas vers les autres planètes. Leur avènement était alors inéluctable.
- ★ Nous allons les passer en revue dans l'ordre chronologique.

Les différentes stations à la même échelle.

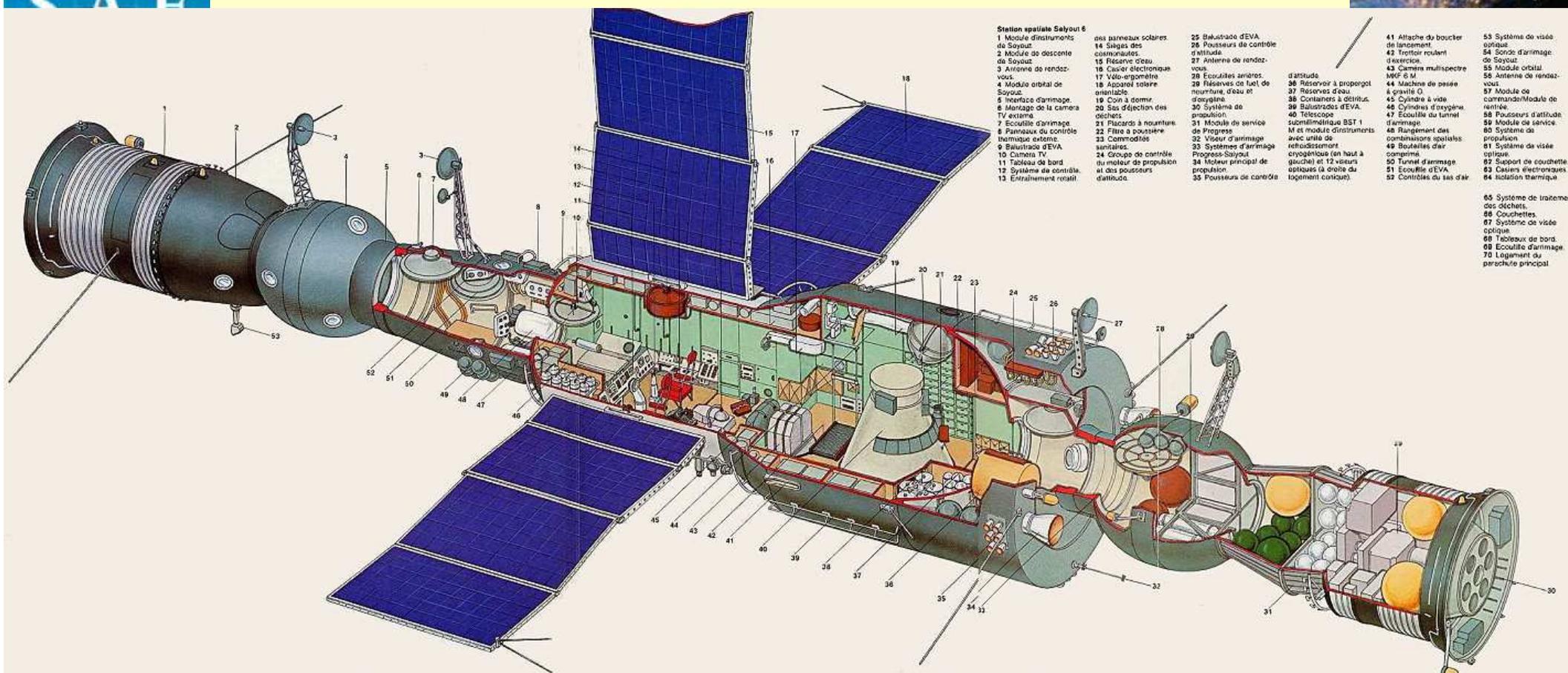


Meters

HistoricSpacecraft.com

- ★ Ce sont les Soviétiques qui dégainèrent les premiers avec la première station habitable Saliut 1 lancée en 1971.
- ★ N'oublions pas que les Soviétiques viennent de perdre la course à la Lune, ils avaient besoin de ce succès : être les premiers à avoir une station orbitale.
- ★ Elle est lancée par une **puissante fusée Proton**, et permet d'accueillir trois cosmonautes, qui s'y rendent grâce à un module Soyuz.
- ★ Plus tard une version plus évoluée de Saliut possédera deux ports d'amarrage, permettant ainsi d'accepter deux Soyuz ou un Soyuz et un Progress vaisseau de ravitaillement (vaisseaux toujours utilisés).





- ★ Éclaté d'une station type Saliut 6 (Illust : NASA)
- ★ Saliut est formée d'une seule structure de 18t qui rentre sous la coiffe d'une Proton et donne à l'équipage un volume de 100m³ à disposition. Pour un équipage de trois (deux plus tard) ce n'est pas trop mal, on fera mieux avec les MIR et ISS.
- ★ Saliut comprend un laboratoire orbital et une partie habitation.

- * Le concept est né dans les années 1960 quand l'URSS menait la course spatiale en tête. De là naîtront les premières versions.
- * À l'origine, on étudie même une version militaire (Almaz), nous sommes en pleine guerre froide. Puis le projet devient civil sous la dénomination que l'on connaît.
- * Progressivement, les Russes améliorent aussi la station et lancent de nombreux modèles, dont certains militaires porteront le nom d'Almaz.
- * La nouvelle génération ce sera Saliut 6 et 7 avec deux ports d'amarrage. Saliut 6 est lancée en 1977 et Saliut 7 en 1982.
- * Saliut 6 est désorbitée en 1982 et Saliut 7 (photo) en 1991.

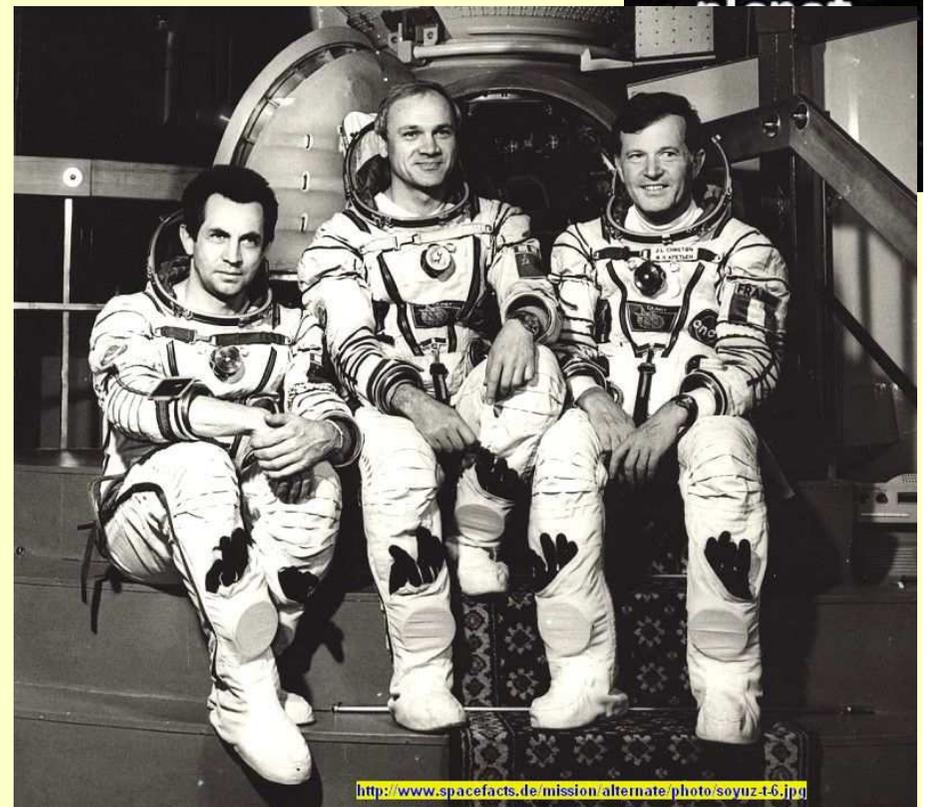


★ Il est à noter que c'est cette station qui emporte le premier astronaute français **Jean Loup Chrétien** le 24 Juin 1982.

★ Il y restera jusqu'au 2 Juillet.

★ C'est le premier vol habité français.

★ Il retournera plus tard dans l'espace à bord de Mir.



Jean-Loup Chrétien - Patrick Baudry
Propos recueillis par
Bernard Chabbert

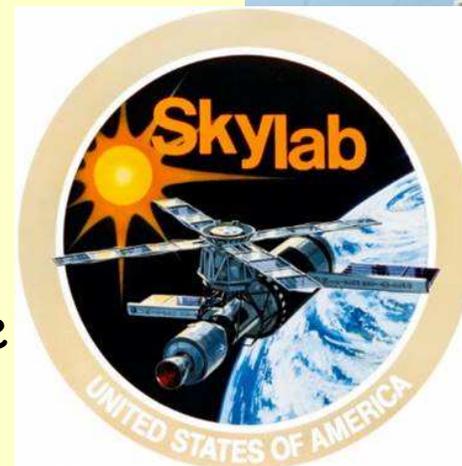
SPATIALE PREMIERE

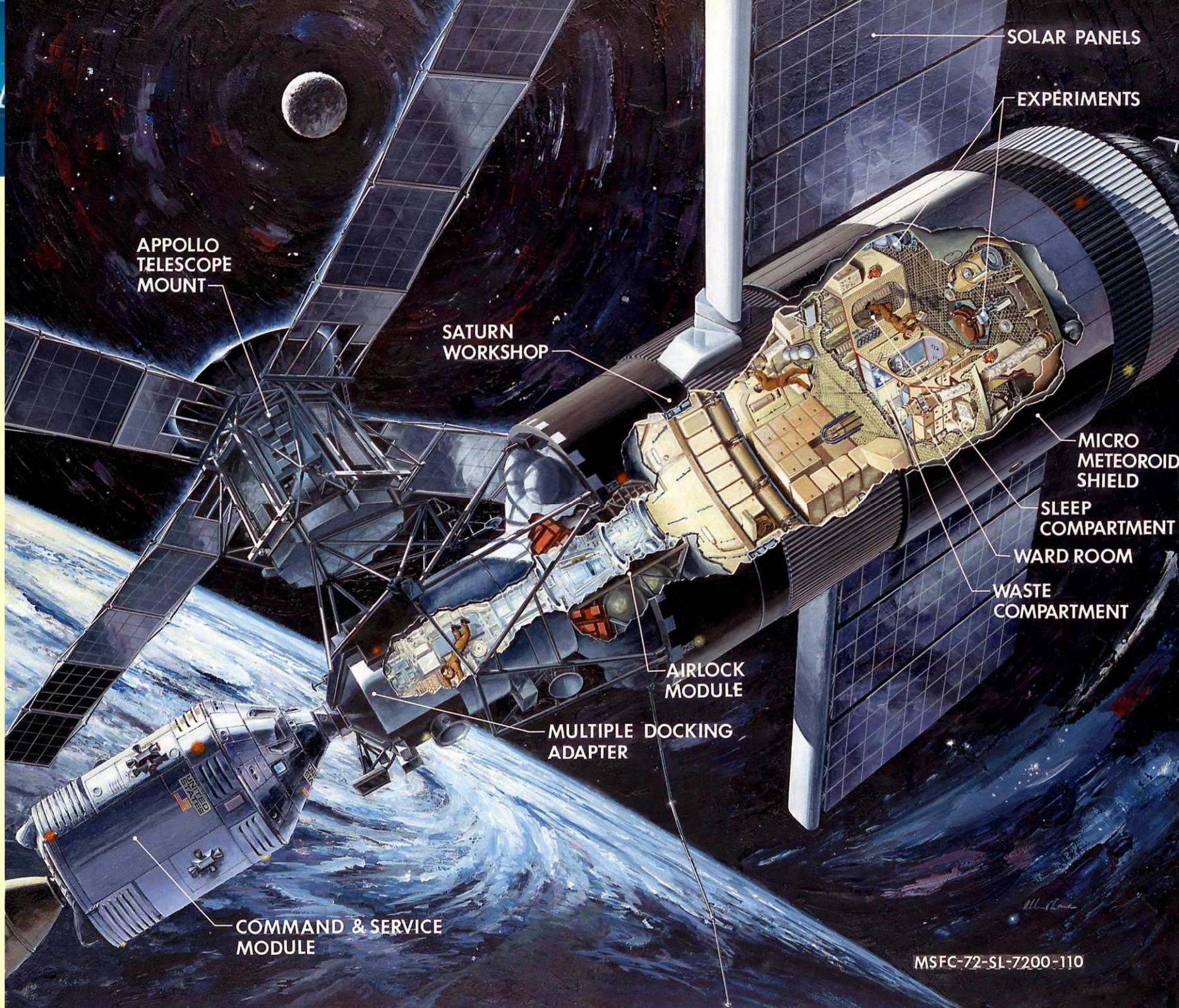
Le premier
français
dans l'espace



- ★ Lorsque l'Amérique gagne la course à la Lune, le public se désintéresse peu à peu de l'espace, et les missions suivant Apollo 17 sont annulées (A18 à 20) par la NASA et le Congrès. Il restait alors des capsules (l'une deviendra Apollo 18, rendez vous avec Soyuz) et des lanceurs Saturn V.
- ★ En **bricolant astucieusement le troisième étage** d'une de ces fusées (le S-IVb) celui-ci deviendra la structure de Skylab.
- ★ On va l'équiper de larges panneaux solaires pour fournir l'électricité à bord.
- ★ Il sera surmonté d'un système d'adaptation pour recevoir une capsule Apollo et le télescope.
- ★ Elle deviendra la première station spatiale américaine de 1973 à 1979.

© Jean-Pierre MARTIN www.planetastronomy.com





SOLAR PANELS

EXPERIMENTS

APPOLLO
TELESCOPE
MOUNT

SATURN
WORKSHOP

MICRO
METEOROID
SHIELD

SLEEP
COMPARTMENT

WARD
ROOM

WASTE
COMPARTMENT

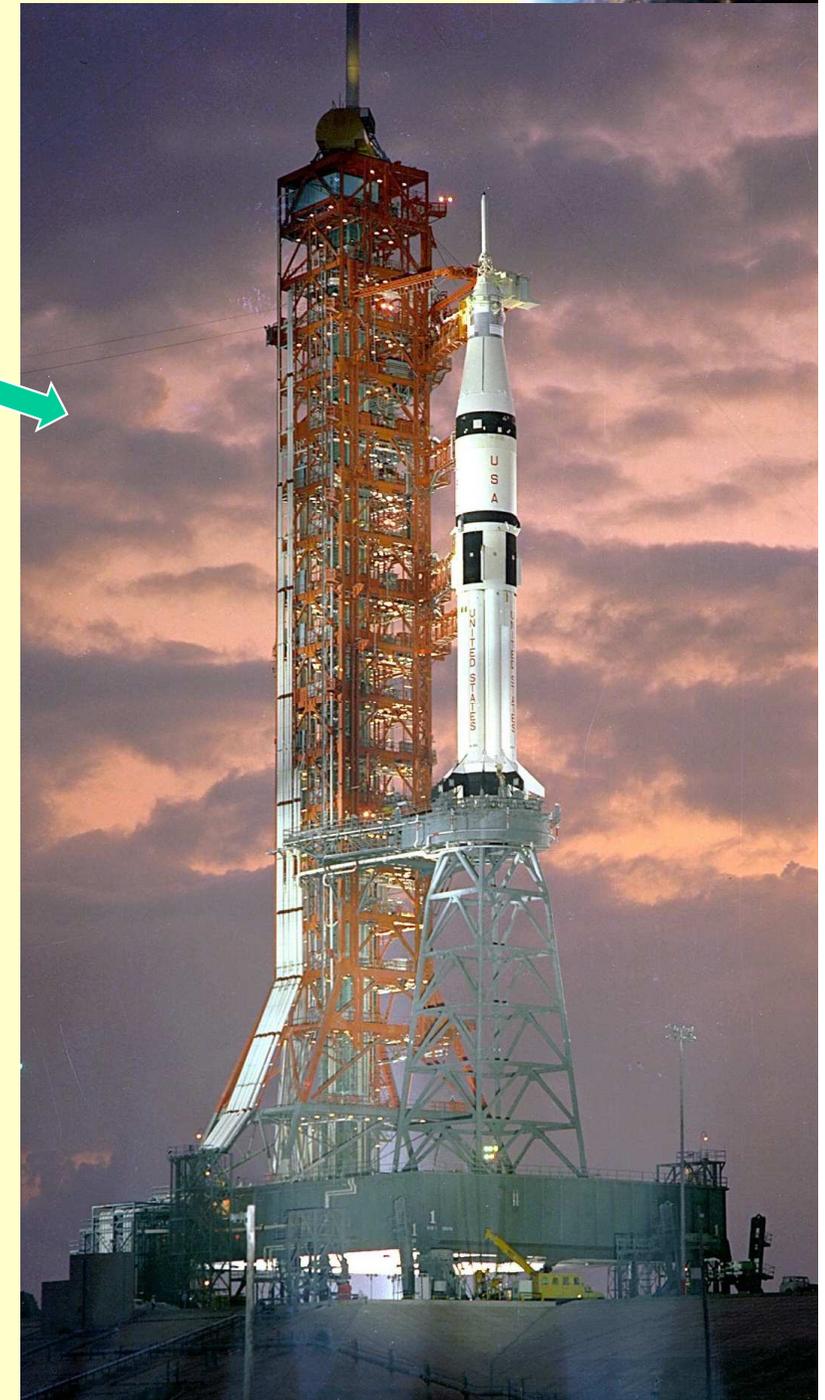
AIRLOCK
MODULE

MULTIPLE DOCKING
ADAPTER

COMMAND & SERVICE
MODULE

MSFC-72-SL-7200-110

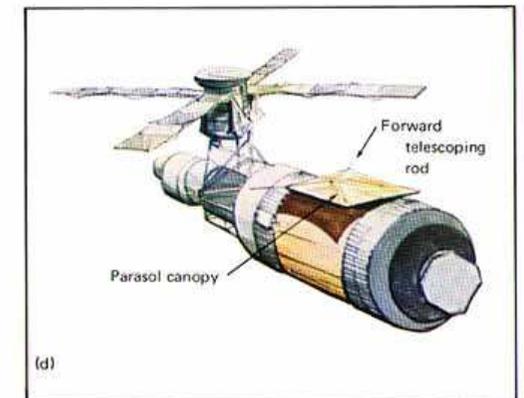
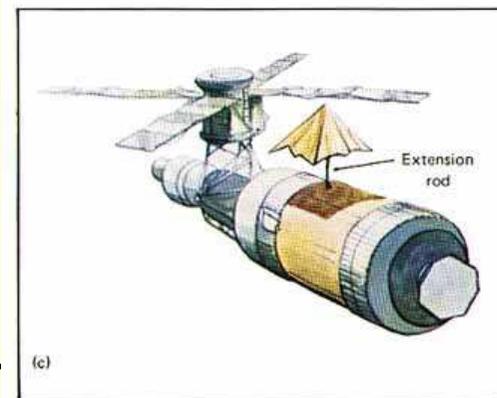
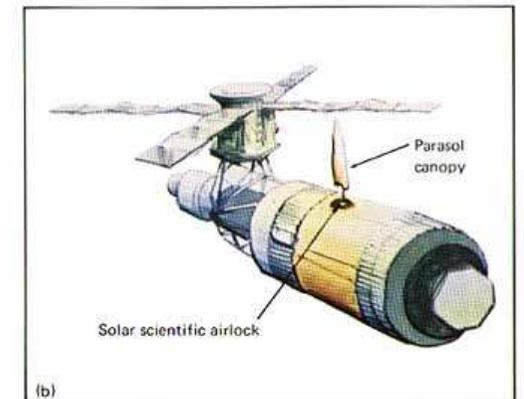
- ★ La station elle-même est envoyée en orbite terrestre basse par une fusée **Saturn V** en Mai 1973, l'équipage devant suivre quelques jours après à bord d'une capsule Apollo (CSM : Command and Service Module) au sommet d'une **Saturn IB**.
3 missions étaient prévues.
- ★ La vie de Skylab n'a pas été non plus un long fleuve tranquille.
- ★ Quelque chose s'est mal passé au lancement du laboratoire orbital, les contrôleurs au sol notent que la **température intérieure augmente énormément, de même, le niveau de production d'électricité n'est pas conforme**, les panneaux solaires ne semblent pas fonctionner.
- ★ On change l'orientation de la station pour réduire la température, mais cela ne suffira pas. **La mission est-elle perdue ?**
- ★ En désespoir de cause, on retarde le lancement de l'équipage. Il faut trouver une solution.



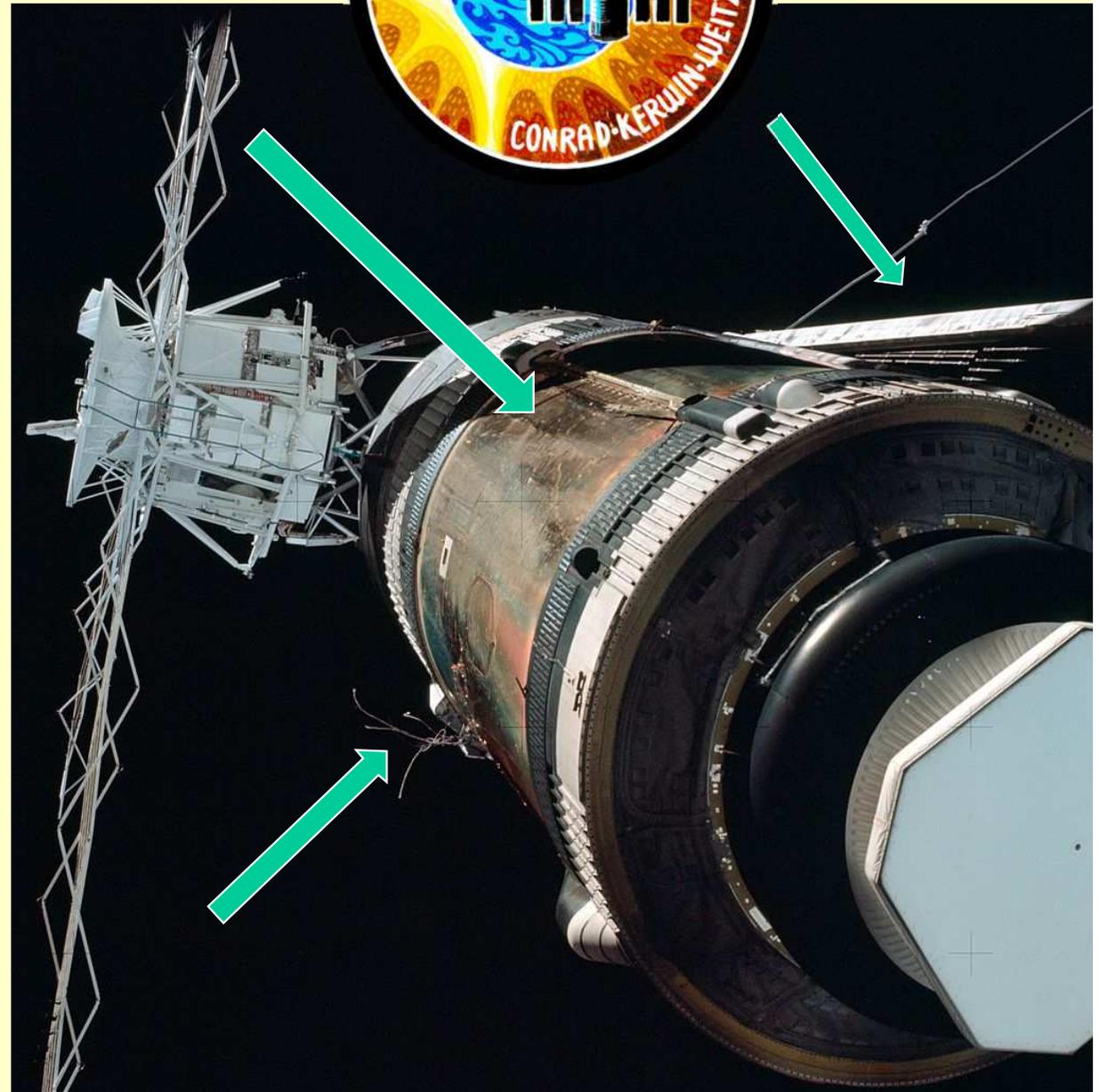
★ Je trouve nos amis Américains formidables, quand il faut sauver une mission, ils savent réagir promptement. On se rend compte rapidement que l'écran de protection a disparu, on va le remplacer par un bricolage d'un « parapluie » en Mylar qu'un astronaute déploiera le moment venu.

★ Un des panneaux solaires a aussi disparu lors du lancement et le deuxième n'est pas ouvert, là aussi un bricolage avec cisaille devrait permettre le déploiement. Si tout cela fonctionne la station sera opérationnelle et le télescope et l'observatoire solaire seront une première dans l'espace.

★ Maintenant il suffit d'exécuter !



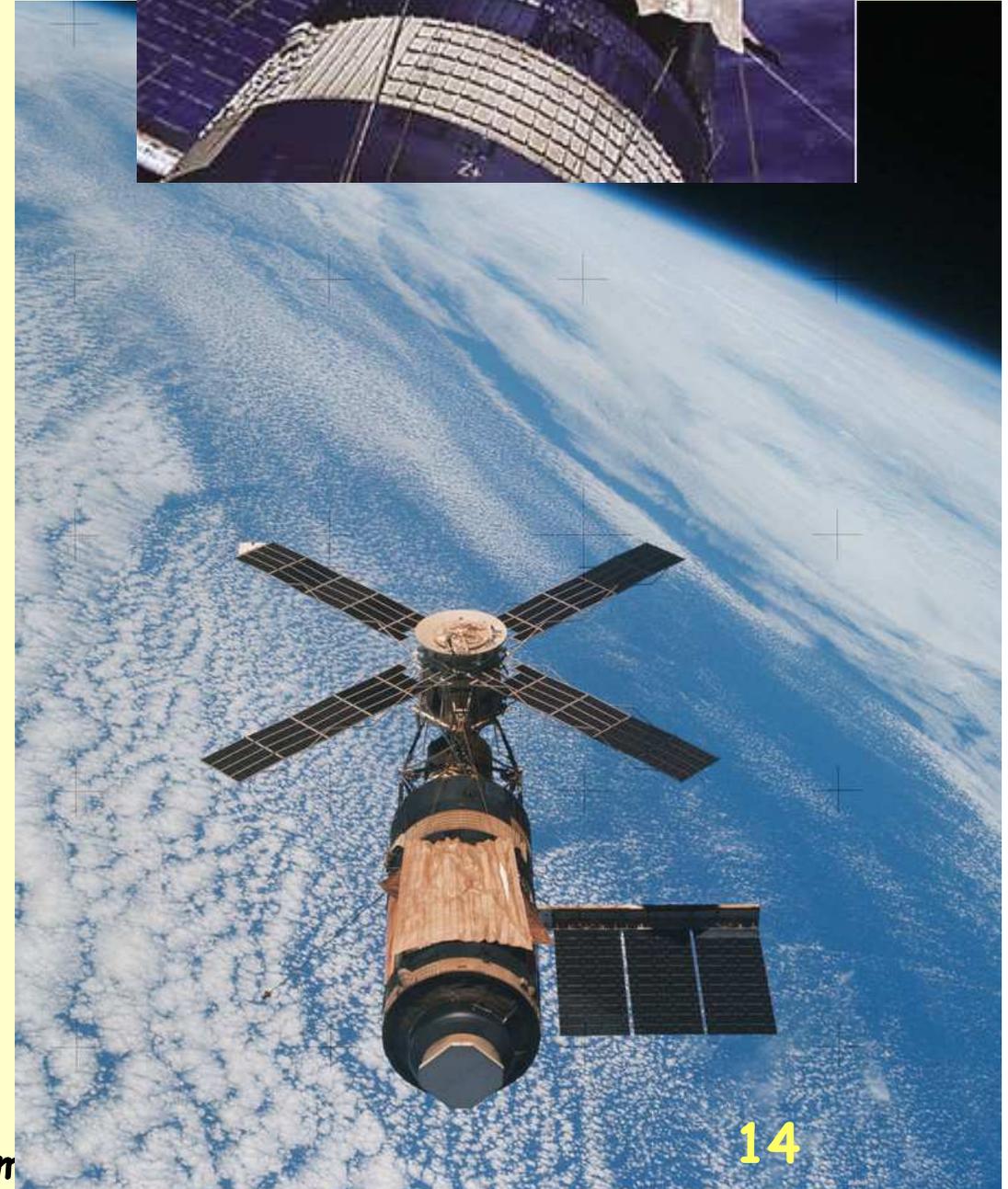
- ★ Le 25 Mai 1973 l'équipage (Charles C. Conrad Jr., Commandant, Paul J. Weitz, Pilote , Joseph Kerwin, Scientifique) décolle de Cape Kennedy. Le laboratoire est depuis 11 jours dans l'espace sans refroidissement ni électricité.
- ★ La mission Skylab I est prête
- ★ Il y a un petit problème de numérotation avec les missions, elles démarrent à 1 ou 2, pourquoi, mystère ? En fait cela tient au fait que le lancement de Skylab sans astronaute, s'appelait Skylab 1 pour certains. D'autres ont préféré démarrer la 1 avec les premiers visiteurs. Bref, confusion! Voilà l'explication.
- ★ Premier survol pour visualiser l'étendue des dégâts.
- ★ Le bouclier thermique a disparu, sur la partie droite, le panneau solaire ne s'est pas ouvert, le deuxième, à gauche a été arraché !



★ Le parasol est déployé, le panneau solaire débloqué, les astronautes pénètrent à l'intérieur où la température prend une allure normale maintenant (26°C dans quelques jours), la puissance électrique est faible mais suffisante ; **la station est sauvée.**

★ L'équipage peut travailler, ils vont rester près d'un mois à bord.

★ Les premières études du Soleil hors de l'atmosphère terrestre ont lieu et l'équipage a la chance d'assister en direct à une éruption solaire qu'ils vont suivre de bout en bout.



- ★ Une autre mission va suivre, la deuxième, Skylab II (ou III ?) avec Bean, Lousma et Garriot, ils resteront **60 jours dans l'espace**.
- ★ Ils continueront les expériences scientifiques sur le Soleil et l'étude de la Terre ainsi que diverses fonctions médicales. Ils procéderont à de nombreuses EVA.
- ★ Ils vont être le premier équipage à mettre en évidence l'influence de la microgravité sur l'organisme.

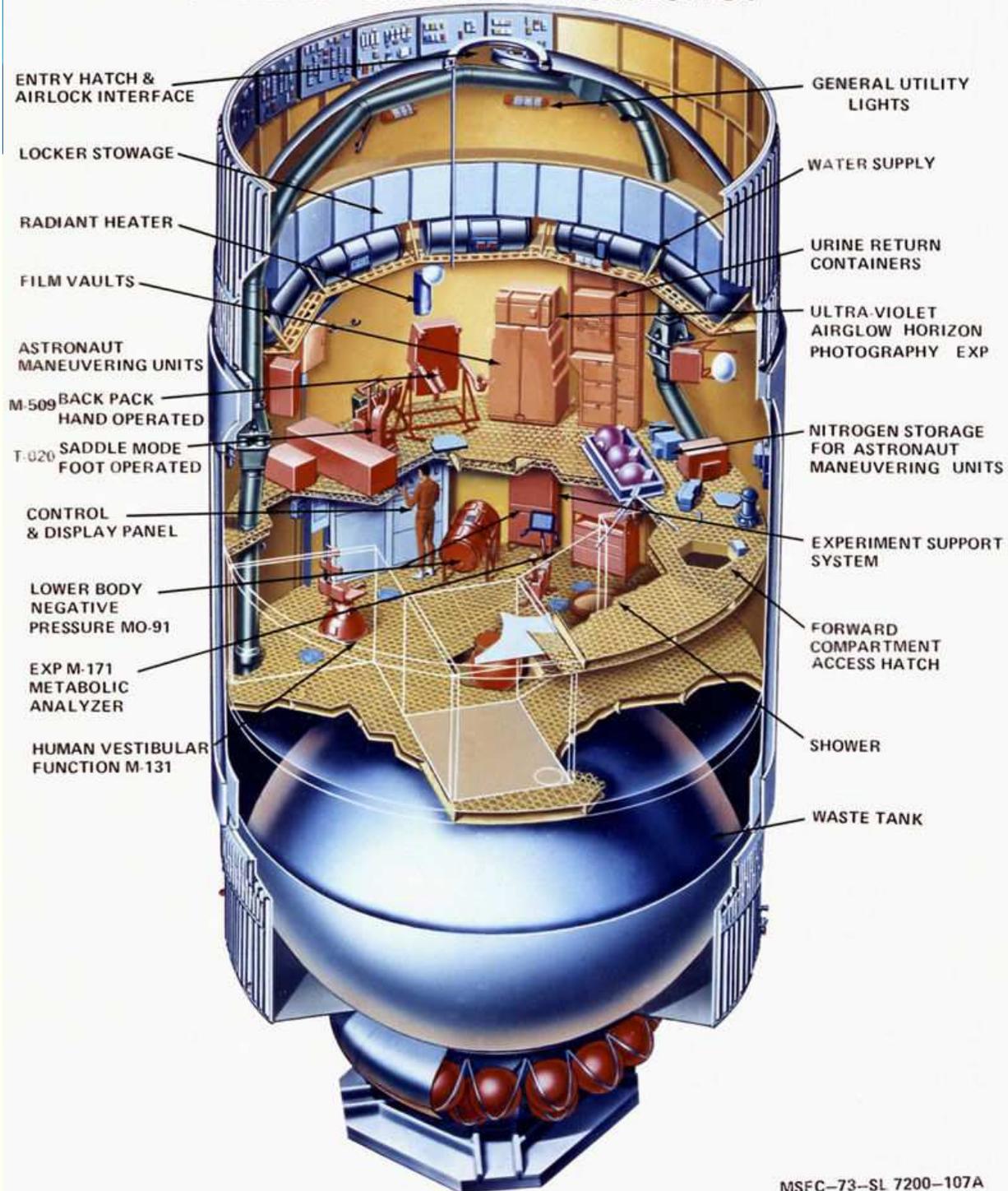


- * De plus c'est une vraie station, il y a plein de place, beaucoup plus grande que Saliut. C'est une répétition de ce qui se passera avec l'ISS.
- * On essaie même à l'intérieur, qui est tellement vaste, quelque chose qui ressemble au MMU qui sera utilisé bien plus tard





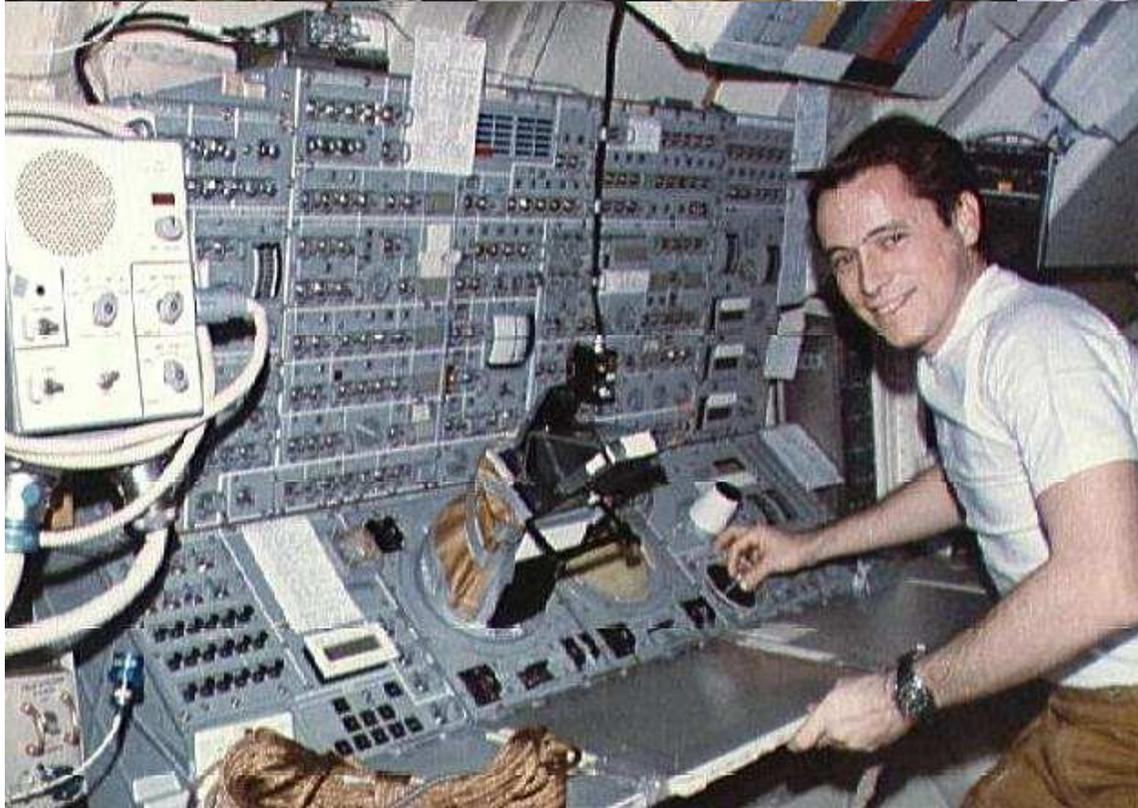
SKYLAB ORBITAL WORKSHOP





- ★ Et c'est l'ultime mission Skylab III (ou IV?), lancement de l'équipage (Carr, Pogue et Gibson) le 16 Nov 1973 ; ce sera **la mission la plus longue**, puisqu'ils ne rentreront sur Terre que le 8 Février 1974. Nombreuses observations scientifiques.
- ★ Leur planning à bord était de plus en plus compliqué et chargé, ce qui donna lieu à de nombreux problèmes avec les équipes au sol, certains ont même parlé de mutinerie !
- ★ Néanmoins tout se termine bien et les astronautes nous donnent à voir une superbe photo du télescope ATM prise de l'extérieur.





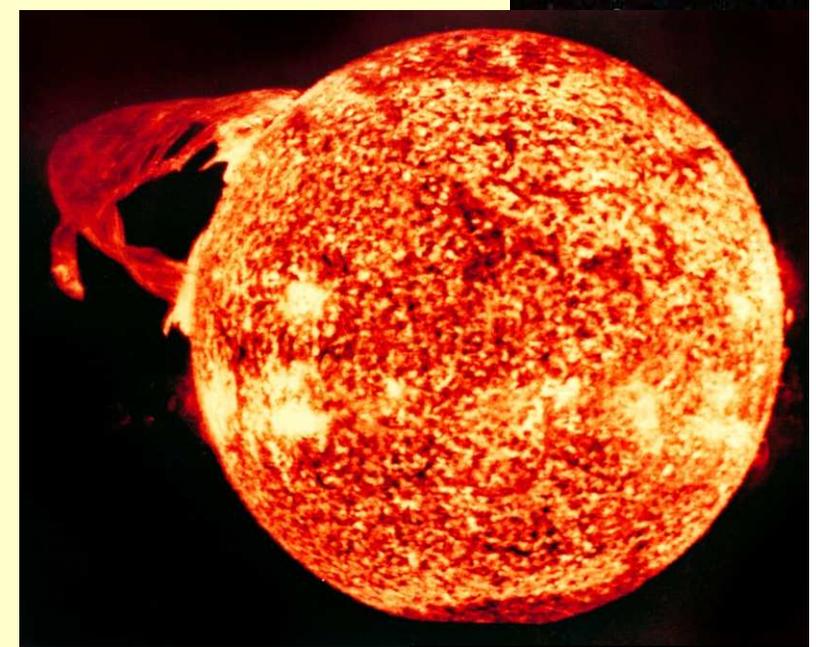
CWCFEN
www.alamy.com



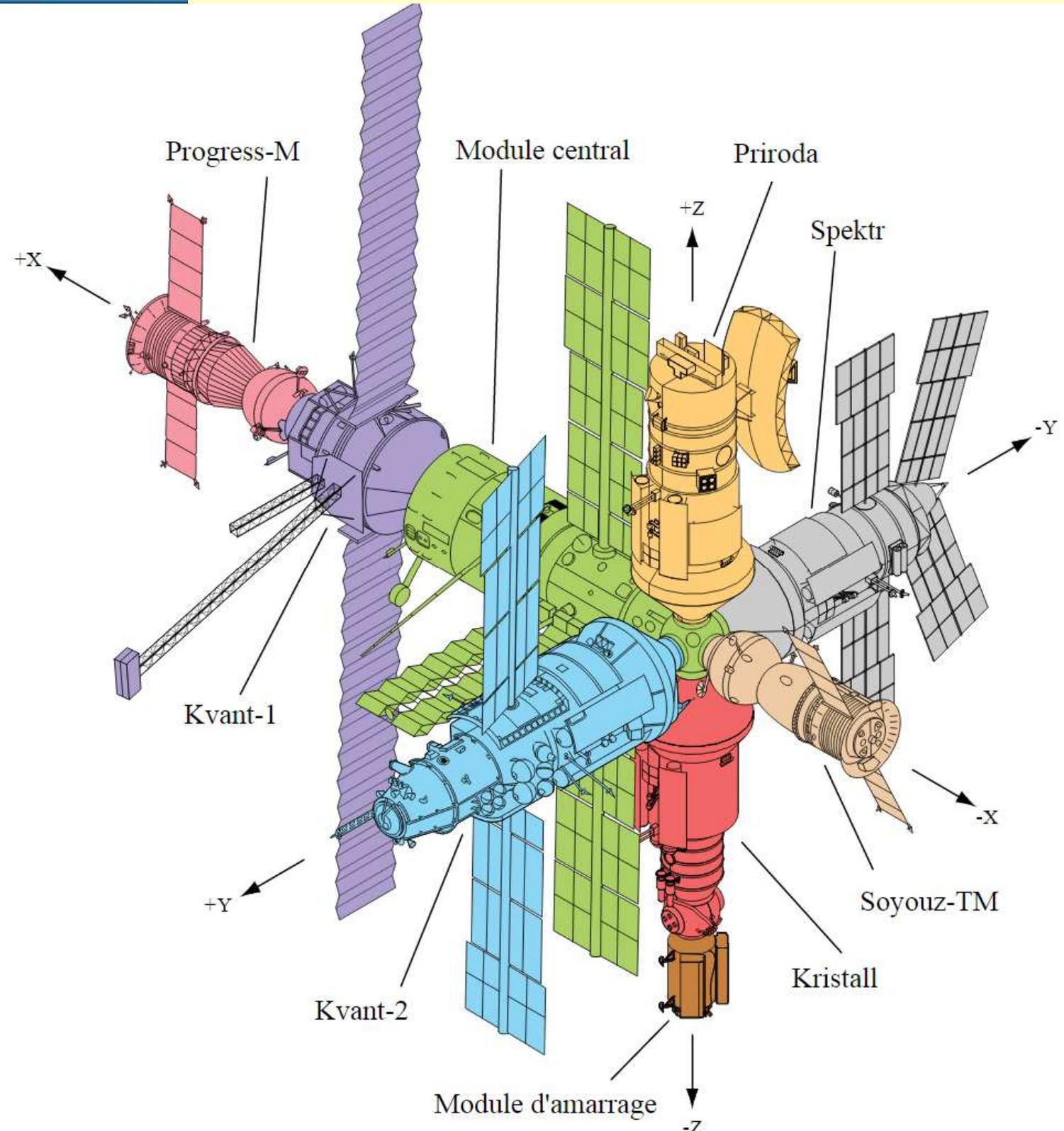
★ En conclusion concernant Skylab, on parle peu de cette mission qui a été précurseur de l'ISS et qui a apporté une multitude d'informations à ceux qui vont développer cette ISS.

★ On a étudié le Soleil, on a pu étudier la Terre sous tous les angles et dans toutes les longueurs d'onde, on a battu des records de durée en orbite. On aurait dû continuer à lancer des équipages mais le développement de la navette a mangé tous les crédits.

★ Skylab est rentrée dans l'atmosphère en Juillet 1979.



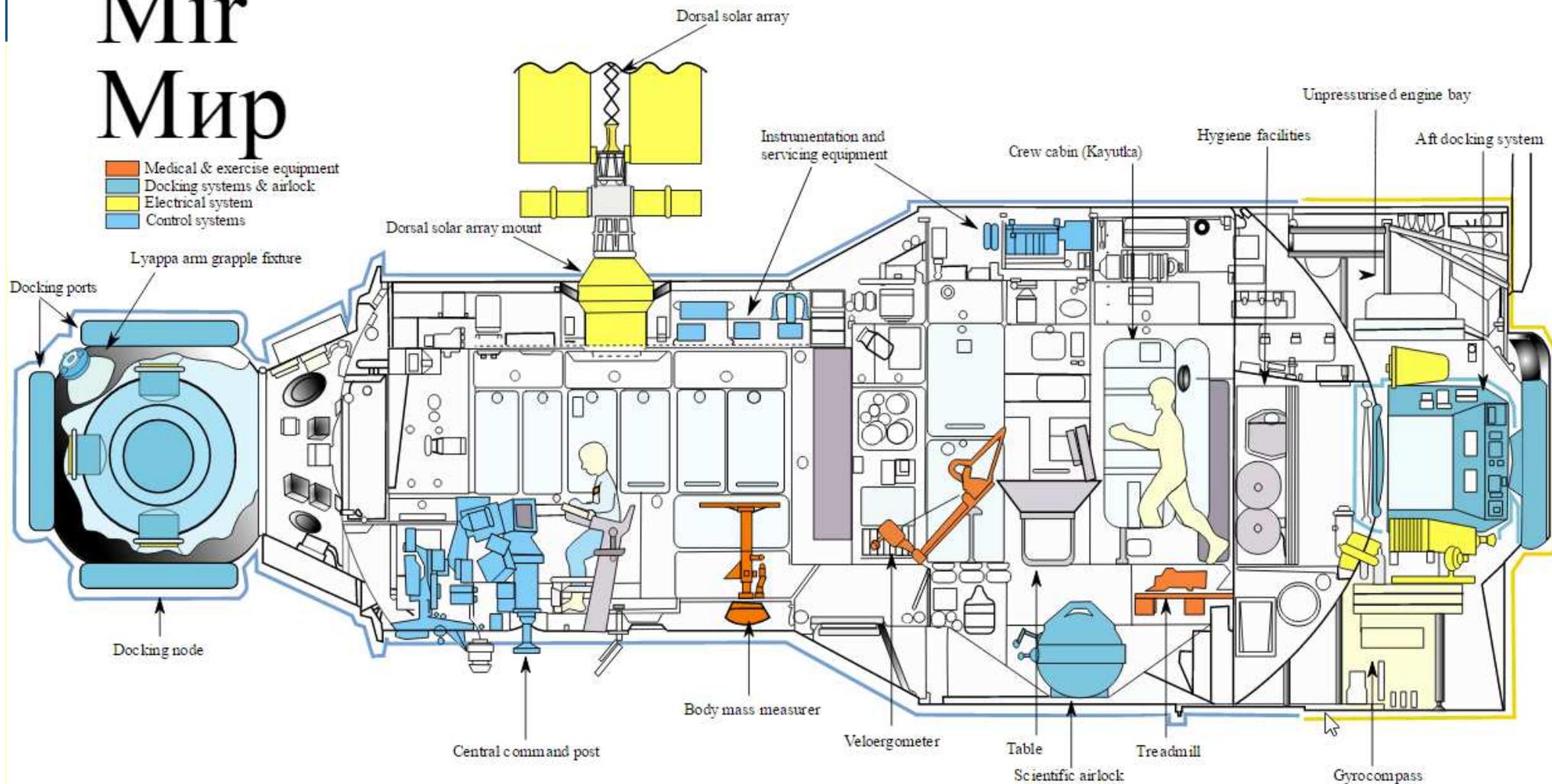
- ★ Les Russes sautent un cran dans la difficulté, MIR est la première station orbitale construite en plusieurs modules.
- ★ L'occupation humaine devient permanente à partir de MIR !
- ★ Le mot MIR en russe a deux significations : paix ou monde, on se rappelle le grand magasin de jouets moscovite Diestki Mir (le monde du jouet), situé à côté de la tristement célèbre place de la Lioubianka (KGB).



- * C'est en fait une continuation de la station Saliut comprenant **plusieurs modules** ;
- * Le premier module, le module central est lancé en Février 1986 par une fusée Proton. Elle comporte en tout cinq autres modules qui seront lancés successivement.
- * Vue d'ensemble de la station Mir une fois complétée. (Wikipédia)

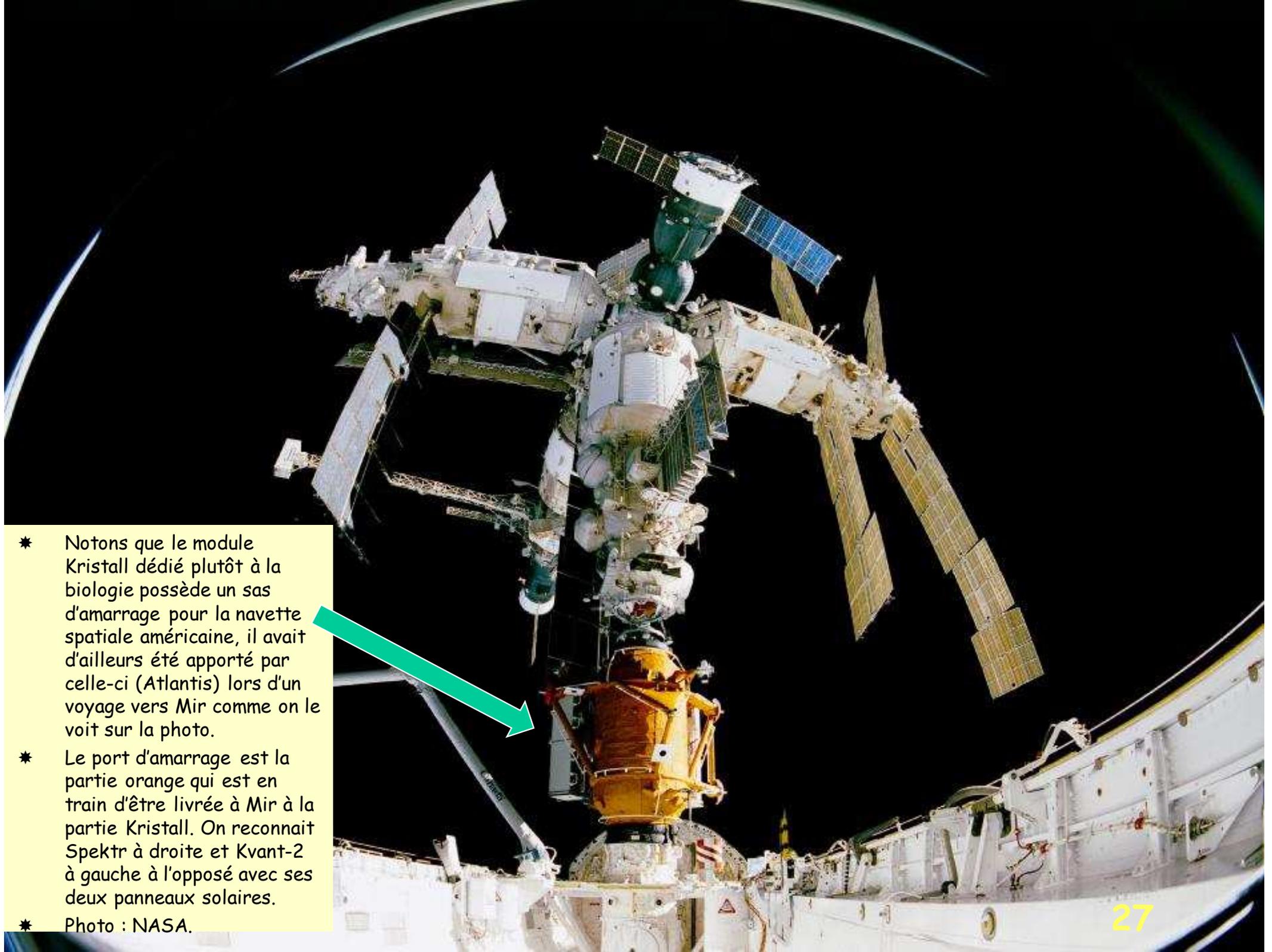
Mir

Мир



Wikipédia

Une vue éclatée de la partie centrale de Mir.



- * Notons que le module Kristall dédié plutôt à la biologie possède un sas d'amarrage pour la navette spatiale américaine, il avait d'ailleurs été apporté par celle-ci (Atlantis) lors d'un voyage vers Mir comme on le voit sur la photo.
- * Le port d'amarrage est la partie orange qui est en train d'être livrée à Mir à la partie Kristall. On reconnaît Spektr à droite et Kvant-2 à gauche à l'opposé avec ses deux panneaux solaires.
- * Photo : NASA.



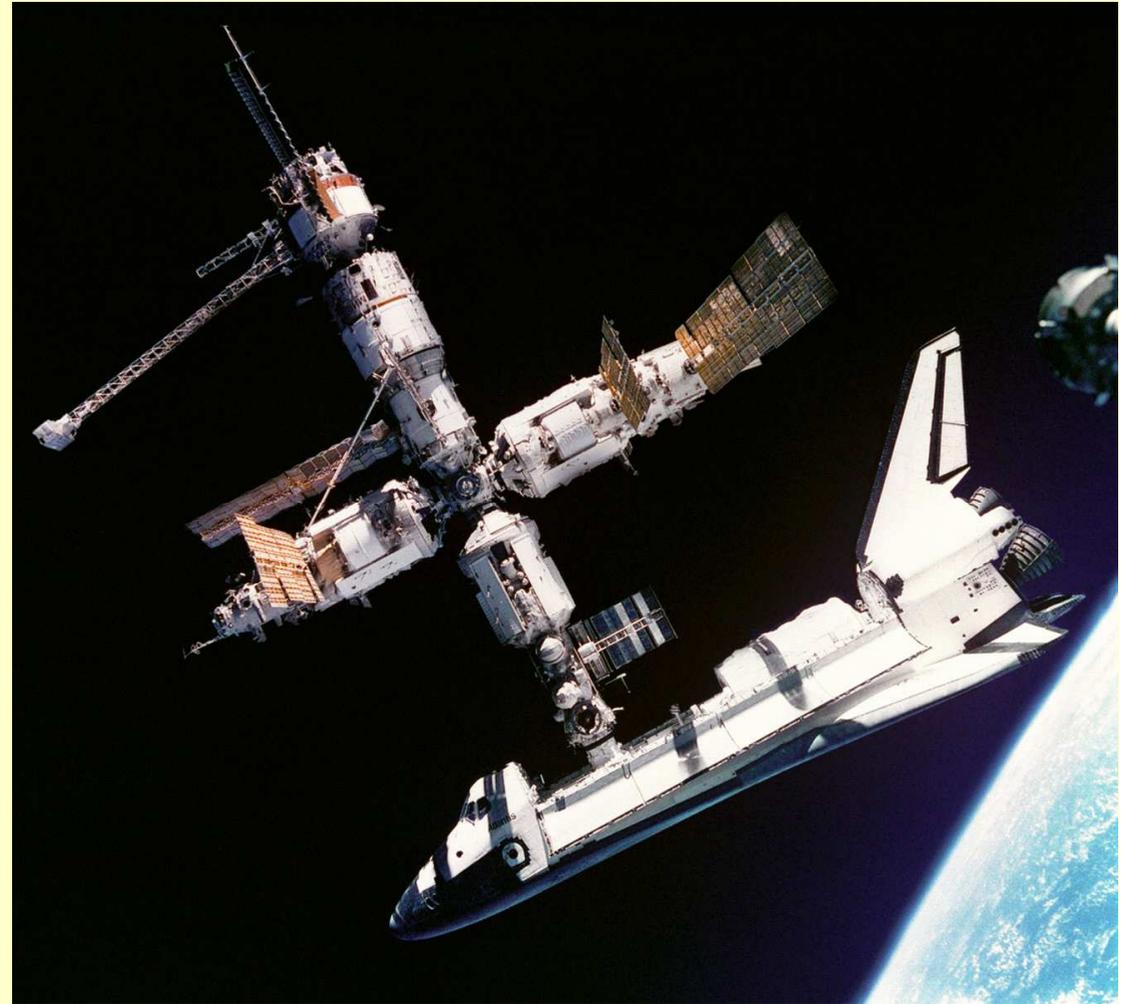
- ★ La station est enfin complète, maintenant, nous sommes en **1996**.
- ★ Elle fait 140 tonnes et 33 m de long.

- ★ Mir a accueilli de très nombreux équipages, au début des Russes ou des citoyens de pays « frères », puis l'admission d'autres nationalités a été autorisée.
- ★ Notamment, des cosmonautes français ont participé à de nombreux séjours sur Mir comme par exemple :
- ★ · En 1988 le retour de **JL Chrétien** dans l'espace, avec la mission Aragatz, il est resté un peu moins d'un mois à bord de Mir et il effectue une EVA de 6 heures.
- ★ · En 1992 **Michel Tognini** pour la mission Antarès qui durera 15 jours.
- ★ · En 1993, c'est au tour de **JP Haigneré** de monter à bord pour la mission Altair pour 3 semaines.
- ★ · En **1996 Claudie André-Deshays** (qui deviendra Claudie Haigneré) est la première Française astronaute, elle participe à la mission Cassiopée et restera quinze jours à bord . Elle est médecin, rhumatologue, docteur en neurosciences, et aura la chance d'aller plus tard dans l'ISS aussi.
- ★ · En 1998 notre basque bondissant **Léopold Heyarts** est envoyé à bord de Mir pour la mission Pégase, elle durera 3 semaines et lui aussi aura la chance de pouvoir ensuite voler vers l'ISS.



- ★ Claudie André-Deshays part à bord d'un Soyuz (TM-24) avec ses collègues Russes V ; Korzoun et A. Kaleri pour rejoindre après deux jours de poursuite la station Mir. C'est la mission Cassiopée
- ★ Elle doit y rester deux petites semaines et mener à bien l'imposant programme médical et de sciences de la vie. Claudie est médecin rhumatologue et a été sélectionné comme astronaute par le CNES en 1985.
- ★ Elle rencontrera lors de cette mission son futur mari JP Haigneré.
- ★ Photo : Claudie à bord de Mir (Roscosmos)
- ★ Lors de sa mission elle étudiera notamment les effets de l'impesanteur sur l'orientation notamment. Plus amusant, elle s'occupera de la fécondation de salamandres en apesanteur.
- ★ Nombreuses autres expériences. Essentielles au moral des troupes : **les différentes nourritures françaises** apportées par notre astronaute. Cela a été particulièrement bien apprécié.

- ★ Mais la grande nouveauté avec Mir, c'est **l'écroulement de l'URSS** qui vient de se produire, il va favoriser le rapprochement russo-américain.
- ★ Les navettes vont avoir le droit de s'amarrer à Mir et de participer à des séjours avec les cosmonautes Russes.
- ★ C'est le programme Shuttle-Mir de 1994 à 1998. Plus d'une dizaine de navettes vont se connecter à Mir pendant cette période.
- ★ Des astronautes Américains séjournent aussi à bord, mais la qualité de la station commence à laisser à désirer.



- ★ On a dit aussi beaucoup de chose sur l'odeur à bord de Mir, et bien c'est vrai, Mir sentait dans le meilleur des cas...les pieds (sales bien sûr).
- ★ D'autre part on a détecté à bord des moisissures de tous ordres. Cela a aidé à ne pas faire les mêmes erreurs pour concevoir l'ISS.
- ★ En fait, les Russes n'ont plus beaucoup d'argent pour l'entretenir correctement (fuites, scaphandres douteux..) et ce qui devait arriver, arriva : **on a frôlé une catastrophe majeure**, le feu s'est déclenché à bord !



- ★ On est le 23 Février 1997, il y a six astronautes à bord dont un Américain, Jerry Linenger. Lors d'une intervention normale sur un générateur à oxygène, une cartouche s'enflamme, **le feu se propage**. Une fumée très importante envahie toute la station, les cosmonautes sont obligés de porter des masques, on hésite à évacuer.
- ★ Mais on arrive à maîtriser la station. Tout le monde a eu chaud, **c'est l'accident le plus grave avec la collision d'un Progress** quelques mois plus tard qui occasionna une fissure (Michael Foale s'en souvient). On a frôlé la catastrophe !
- ★ Bref il est temps de mettre Mir à la retraite.
- ★ Mir sera désorbitée début 2001 après 15 ans en opération.

24. 2. 1997



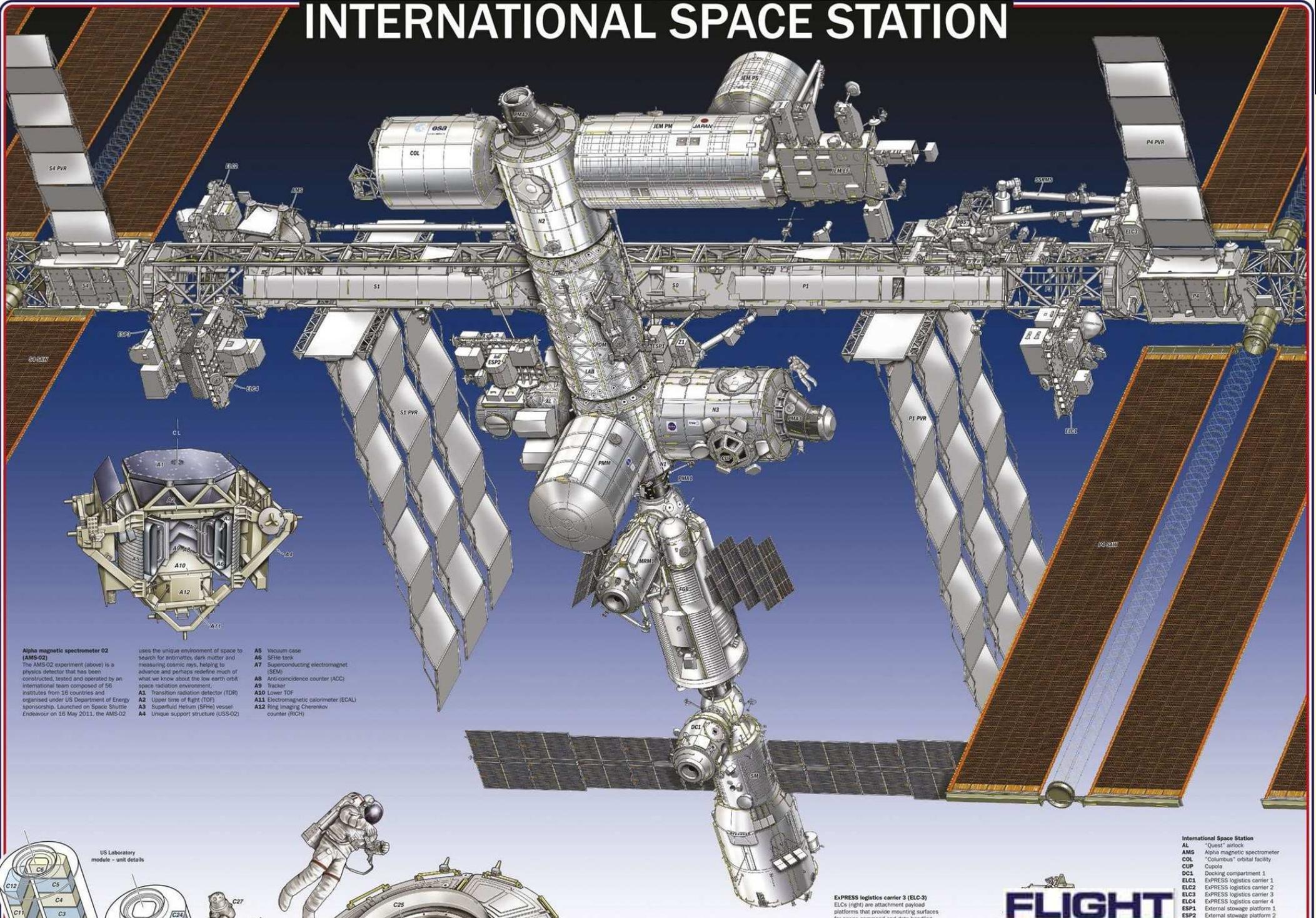


- ★ Une anecdote plus amusante maintenant, les Soviétiques voulant habituer leurs cosmonautes à des vols longue durée (simulation Mars), **Serguei Krikalev** devait rester au moins 10 mois à bord, mais c'était entre 1991 et 1992, or à cette époque, c'est le chaos au sol, l'URSS n'existe plus, la Russie renait.
- ★ **Krikalev parti citoyen soviétique est rentré ...Russe**, son pays avait disparu en partie.
- ★ Pour le récompenser, il participera à l'aventure ISS.
- ★ Il ira 6 fois dans l'espace!

LA STATION SPATIALE INTERNATIONALE ISS

- ★ C'est en 1982 que les USA, sous mandat de Reagan, en pleine guerre froide, ont commencé à réfléchir à une telle station spatiale, elle devait s'appeler Freedom au début et se voulait un contre point aux stations Saliut et Mir soviétiques.
- ★ Mais probablement le coût apparaissant énorme, on se tourne plus tard vers une **coopération internationale**. C'est l'Europe (ESA) qui se décide en premier, puis le Canada (CSA) qui va fournir un bras robotisé comme sur la navette et le Japon (JAXA).
- ★ La station est rebaptisée Alpha.
- ★ Puis se produit en 1986 le terrible choc de l'accident de Challenger qui retarde et modifie complètement ce projet. Le projet initial chiffré à moins de 10 milliards \$ est révisé à la hausse à 25 G\$, ce qui sera loin d'être son coût final (**évalué à plus de 100 milliards \$**).
- ★ Le communisme s'étant écroulé, l'administration Clinton invite en 1993 la Russie (Roscosmos) à participer au projet, grâce à son expérience avec la station Mir, la Russie avait d'ailleurs dans ses cartons une station Mir-2 en étude, cela servira de base au premier module russe. C'est à ce moment que la station reçoit son nom d'ISS.

INTERNATIONAL SPACE STATION

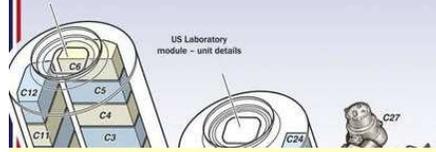


Alpha magnetic spectrometer O2 (AMS-O2)
 The AMS-O2 experiment (above) is a physics detector that has been constructed, tested and operated by an international team composed of 56 institutes from 16 countries and organised under US Department of Energy sponsorship. Launched on Space Shuttle Endeavour on 16 May 2011, the AMS-O2

uses the unique environment of space to search for antimatter, dark matter and measuring cosmic rays, helping to advance and perhaps redefine much of what we know about the low-earth orbit space radiation environment.
A1 Transition radiation detector (TRD)
A2 Upper time of flight (TOF)
A3 Superfluid Helium (SFHe) vessel
A4 Unique support structure (USS-O2)

A5 Vacuum case
A6 SFHe tank
A7 Superconducting electromagnet (SEM)
A8 Antineutrino counter (ACC)
A9 Tracker
A10 Lower TOF
A11 Electromagnetic calorimeter (ECL)
A12 Ring imaging Cherenkov counter (RICH)

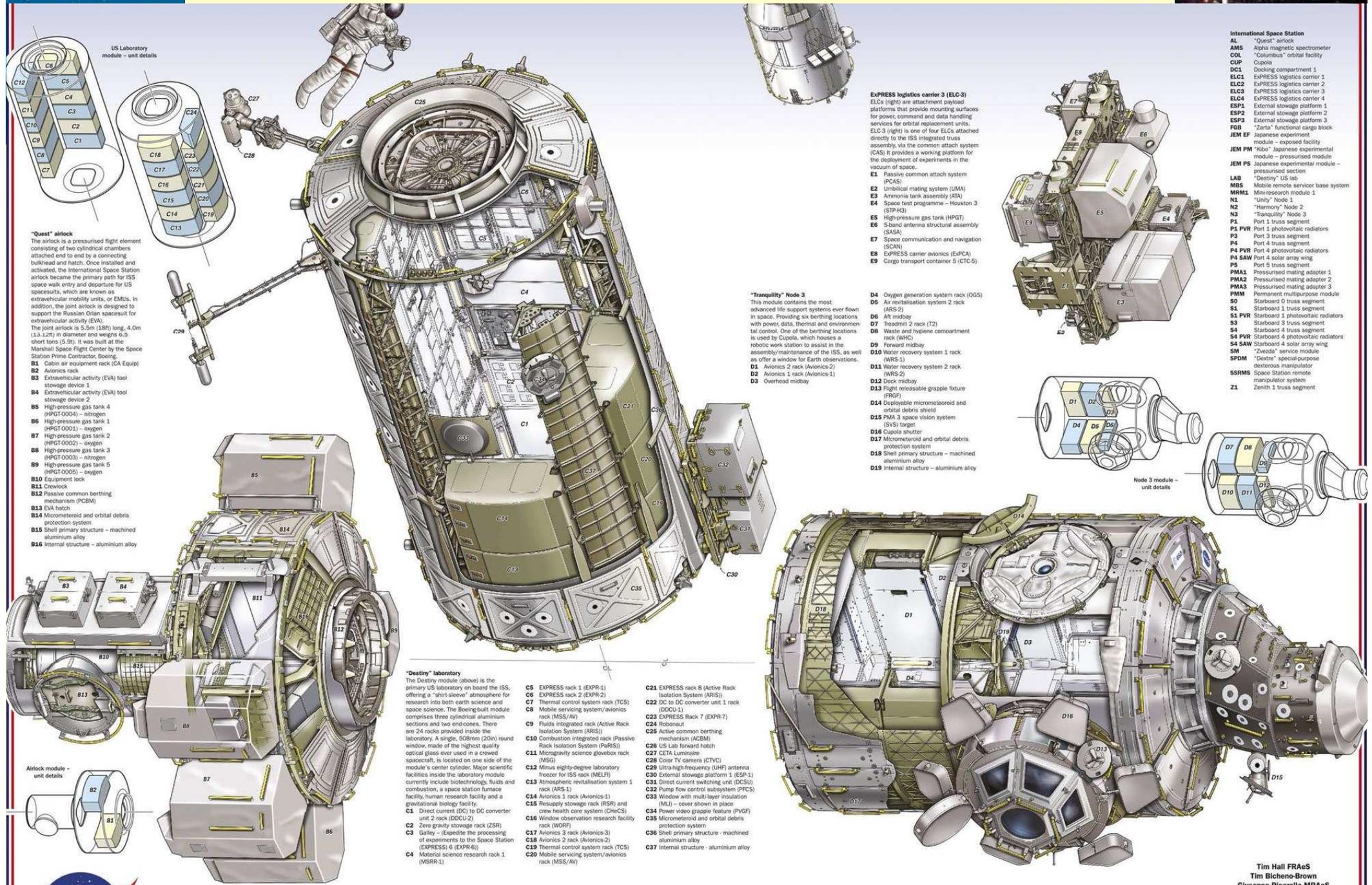
US Laboratory module - unit details



EXPRESS logistics carrier 3 (ELC-3)
 ELCs (right) are attachment payload platforms that provide mounting surfaces for power, command and data handler

- International Space Station
- AL "Quest" airlock
 - AMS Alpha magnetic spectrometer
 - COL "Columbus" orbital facility
 - CUP Cupola
 - DC1 Docking compartment 1
 - ELC1 EXPRESS logistics carrier 1
 - ELC2 EXPRESS logistics carrier 2
 - ELC3 EXPRESS logistics carrier 3
 - ELC4 EXPRESS logistics carrier 4
 - ESP1 External stowage platform 1
 - ESP2 External stowage platform 2





"Quest" airlock
The airlock is a pressurized flight element consisting of two cylindrical chambers attached end to end by a connecting bulkhead and hatch. Once installed and activated, the International Space Station airlock became the primary path for ISS space walk entry and departure for US spacewalkers, which are known as extravehicular mobility units, or EMUs. In addition, the joint airlock is designed to support the Russian Orion spacecraft for extravehicular activity (EVA).
The joint airlock is 5.5m (18ft) long, 4.0m (13.1ft) in diameter and weighs 6.5 short tons (5.9t). It was built at the Marshall Space Flight Center by the Space Station Prime Contractor, Boeing.
B1 Cabin air equipment rack (CA Equip)
B2 Avionics rack
B3 Extravehicular activity (EVA) tool storage device 1
B4 Extravehicular activity (EVA) tool storage device 2
B5 High pressure gas tank 4 (HPGT-0004) - nitrogen
B6 High pressure gas tank 1 (HPGT-0001) - oxygen
B7 High pressure gas tank 2 (HPGT-0002) - oxygen
B8 High pressure gas tank 3 (HPGT-0003) - nitrogen
B9 High pressure gas tank 5 (HPGT-0005) - oxygen
B10 Equipment lock
B11 Crewlock
B12 Passive common berthing mechanism (PCBM)
B13 EVA hatch
B14 Micrometeoroid and orbital debris protection system
B15 Shell primary structure - machined aluminum alloy
B16 Internal structure - aluminum alloy

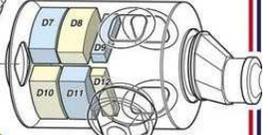
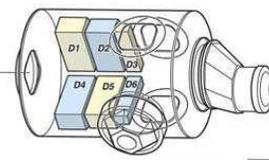
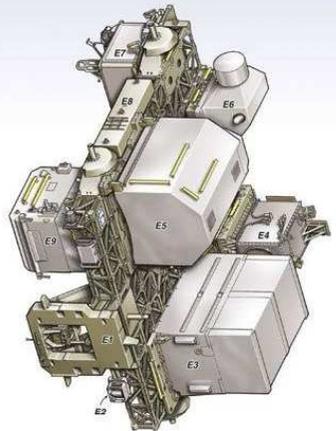
"Destiny" laboratory
The Destiny module (above) is the primary US laboratory on board the ISS, offering a "soft sleeve" atmosphere for research into both earth science and space science. The Boeing built module comprises three cylindrical aluminum sections and two endcones. There are 24 racks provided inside the laboratory. A single, 508mm (20in) round window, made of the highest quality optical glass ever used in a crewed spacecraft, is located on one side of the module's center cylinder. Major scientific facilities inside the laboratory module currently include biotechnology, fluids and combustion, a space station furnace facility, human research facility and a gravitational biology facility.
C1 Direct current (DC) to DC converter unit 2 rack (DDCU-2)
C2 Zero gravity storage rack (ZSR)
C3 Galley - Expedite the processing of experiments to the Space Station (EXPRESS) (EXP-6)
C4 Material science research rack 1 (MSRR-1)

C5 EXPRESS rack 1 (EXPR-1)
C6 EXPRESS rack 2 (EXPR-2)
C7 Thermal control system rack (TCS)
C8 Mobile servicing system/avionics rack (MSS/AV)
C9 Fluids integrated rack (Active Rack Isolation System (ARIS))
C10 Combustion integrated rack (Passive Rack Isolation System (PRIS))
C11 Microgravity science glovebox rack (MSG)
C12 Minus eighty-degree laboratory freezer for ISS rack (MELF)
C13 Atmospheric revitalization system 1 rack (ARS-1)
C14 Avionics 1 rack (Avionics-1)
C15 Resupply storage rack (RSR) and crew health care system (CHCS)
C16 Window observation research facility rack (WORF)
C17 Avionics 3 rack (Avionics-3)
C18 Avionics 2 rack (Avionics-2)
C19 Thermal control system rack (TCS)
C20 Mobile servicing system/avionics rack (MSS/AV)

C21 EXPRESS rack 8 (Active Rack Isolation System (ARIS))
C22 DC to DC converter unit 1 rack (DDCU-1)
C23 EXPRESS Rack 7 (EXPR-7)
C24 Robotaut
C25 Active common berthing mechanism (ACBM)
C26 US Lab forward hatch
C27 CEA Luminaire
C28 Color TV camera (CTVC)
C29 Ultra-high-frequency (UHF) antenna
C30 External stowage platform 1 (ESP-1)
C31 Direct current switching unit (DCSU)
C32 Pump flow control subsystem (PFCS)
C33 Window with multi-layer insulation (ML) - cover shown in place
C34 Power video grapple feature (PVGF)
C35 Micrometeoroid and orbital debris protection system
C36 Shell primary structure - machined aluminum alloy
C37 Internal structure - aluminum alloy

"Tranquility" Node 3
This module contains the most advanced life support systems ever flown in space. Providing six berthing locations with power, data, thermal and environmental control. One of the berthing locations is used by Cupola, which houses a robotic work station to assist in the assembly/maintenance of the ISS, as well as offer a window for Earth observations.
D1 Avionics 2 rack (Avionics-2)
D2 Avionics 1 rack (Avionics-1)
D3 Overhead midbay
D4 Oxygen generation system rack (OGS)
D5 Air revitalization system 2 rack (ARS-2)
D6 Aft midbay
D7 Truss/tilt 2 rack (TZ)
D8 Waste and hygiene compartment rack (WHC)
D9 Forward midbay
D10 Water recovery system 1 rack (WRS-1)
D11 Water recovery system 2 rack (WRS-2)
D12 Deck midbay
D13 Flight releasable grapple fixture (FRGF)
D14 Deployable micrometeoroid and orbital debris shield
D15 PMA 3 space vision system (SVS) target
D16 Cupola shutter
D17 Micrometeoroid and orbital debris protection system
D18 Shell primary structure - machined aluminum alloy
D19 Internal structure - aluminum alloy

EXPRESS logistics carrier 3 (ELC-3)
ELCs (right) are attachment payload platforms that provide mounting surfaces for power, command and data handling services for orbital replacement units. ELC-3 (right) is one of four ELCs attached directly to the ISS integrated truss assembly, via the common attach system (CAS). It provides a working platform for the deployment of experiments in the vacuum of space.
E1 Passive common attach system (PCAS)
E2 Umbilical mating system (UMA)
E3 Ammonia tank assembly (ATA)
E4 Space test programme - Houston 3 (STPH3)
E5 High-pressure gas tank (HPGT)
E6 S-band antenna structural assembly (SASA)
E7 Space communication and navigation (SCAN)
E8 EXPRESS carrier avionics (ECA)
E9 Cargo transport containers 3 (CTC-5)



- International Space Station**
- AL "Quest" airlock
 - AMS Alpha magnetic spectrometer
 - COL "Columbus" optical facility
 - CUP Cupola
 - DC1 Docking compartment 1
 - ELC1 EXPRESS logistics carrier 1
 - ELC2 EXPRESS logistics carrier 2
 - ELC3 EXPRESS logistics carrier 3
 - ELC4 EXPRESS logistics carrier 4
 - ESP1 External stowage platform 1
 - ESP2 External stowage platform 2
 - ESP3 External stowage platform 3
 - ZARA "Zarya" functional cargo block
 - JEM EF Japanese experiment module - exposed facility
 - JEM PM "Kibo" Japanese experimental module - pressurised module
 - JEM P5 Japanese experimental module - pressurised section
 - LAB "Destiny" US lab
 - MBS Mobile remote servicing base system
 - MRM1 Mini-research module 1
 - N1 "Unity" Node 1
 - N2 "Harmony" Node 2
 - N3 "Tranquility" Node 3
 - P1 Port 1 truss segment
 - P1 PVR Port 1 photovoltaic radiators
 - P3 Port 3 truss segment
 - P4 Port 4 truss segment
 - P4 PVR Port 4 photovoltaic radiators
 - PA SAW Port 4 solar array wing
 - P5 Port 5 truss segment
 - PMA1 Pressurised mating adapter 1
 - PMA2 Pressurised mating adapter 2
 - PMA3 Pressurised mating adapter 3
 - PMM Permanent multipurpose module
 - S0 Starboard 0 truss segment
 - S1 Starboard 1 truss segment
 - S1 PVR Starboard 3 photovoltaic radiators
 - S3 Starboard 3 truss segment
 - S4 Starboard 4 truss segment
 - S4 PVR Starboard 4 photovoltaic radiators
 - SA SAW Starboard 4 solar array wing
 - SM "Zvezda" service module
 - SPDM "Dextre" special-purpose dexterous manipulator
 - SRM Space Station remote manipulator system
 - Z1 Zenith 1 truss segment

Tim Hall FRAES
Tim Bicheno-Brown
Giuseppe Picarella MRAES
Houston
2013

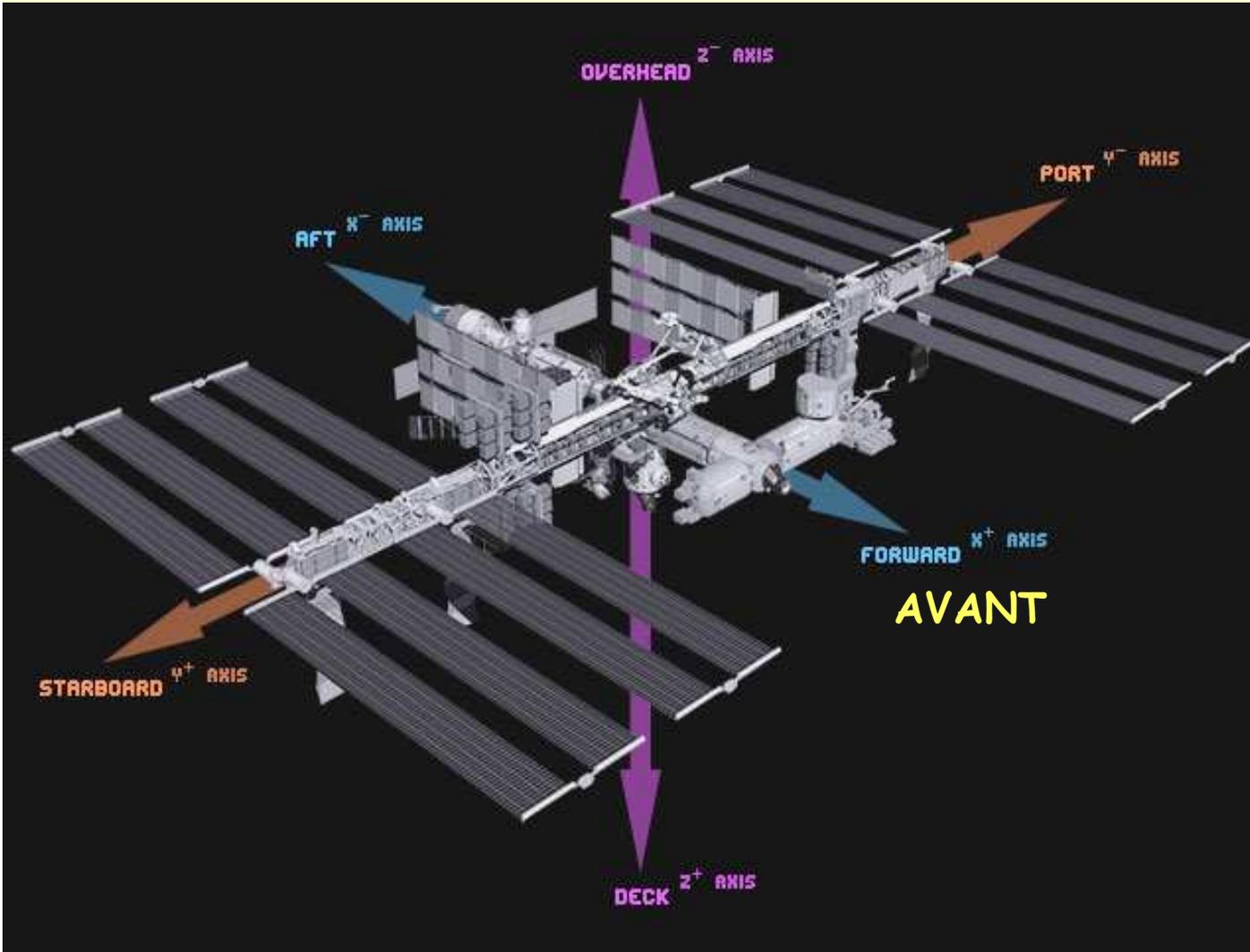


International Space Station
The International Space Station is a laboratory in space orbiting earth. It is used for research into human health and exploration, technology testing for enabling future exploration, research into basic life and physical sciences, as well as earth and space science. The research benefits life on earth and the outcome will better prepare us for future exploration.



Station statistics

- Module length: 51m (167ft)
- Truss length: 109m (357ft)
- Solar array length: 73m (239.5ft)
- Mass: 419,455kg (924,740lb)
- Habitable volume: 388m³ (13,703ft³)
- Pressurised volume: 916m³ (32,348ft³)
- Power generation: eight solar arrays = 84kW
- Lines of computer code: approximately 2.3 million

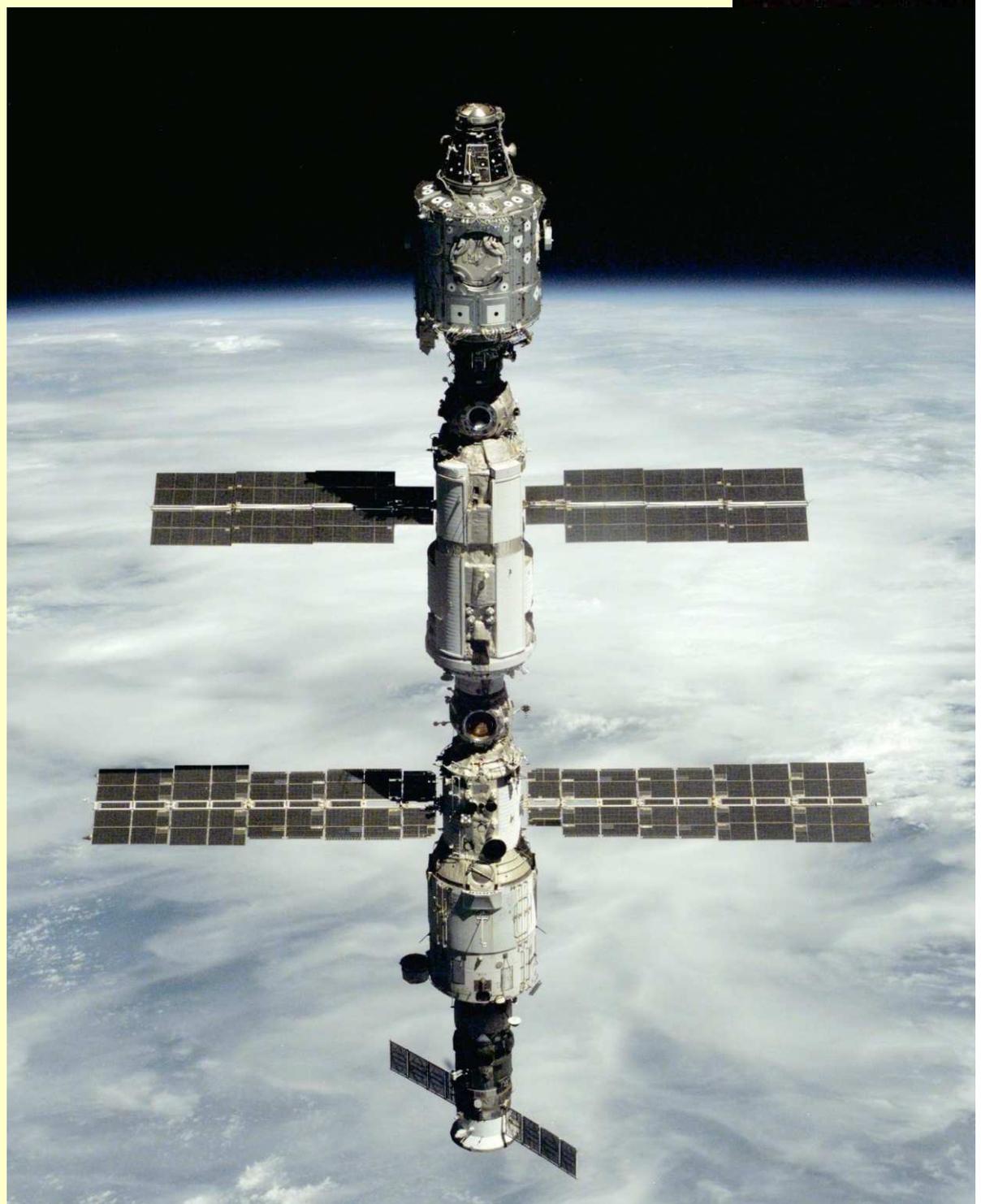


- * L'ISS n'est pas positionnée n'importe comment dans l'espace. Il y a un avant et un arrière, un haut et un bas (mais oui).
- * On a vu que l'ISS est construite en croix, **un axe avec les modules pressurisés et un axe avec la poutre supportant les équipements externes (panneaux solaires, refroidisseurs etc..)**.
- * L'ISS avance sur son orbite dans le sens de la partie pressurisée et l'avant (Forward en anglais) est vers le nœud Harmony et les laboratoires Columbus et Kibo. L'arrière (Aft en anglais) est vers le module Zvezda.
- * Dans ces conditions on définit le haut (Overhead) vers le Zénith et le bas (Deck) vers le Nadir.
- * De même on définit la droite (starboard) et la gauche (port) comme sur un navire.

- * Le premier élément est lancé en 1998 par les Russes (fusée Proton), c'est le module **Zarya** (aube), il est construit par les Russes mais payé par les Américains. Cela va être le point de départ du raccordement d'autres modules. Zarya est relativement spacieux.
- * À la fin de l'année la navette STS-88 accroche le module de jonction américain (on appelle cela des nœuds, ou Node en anglais) numero 1 qui va prendre le doux nom de **Unity**.
- * Zarya en haut et Unity en bas de l'image (NASA)

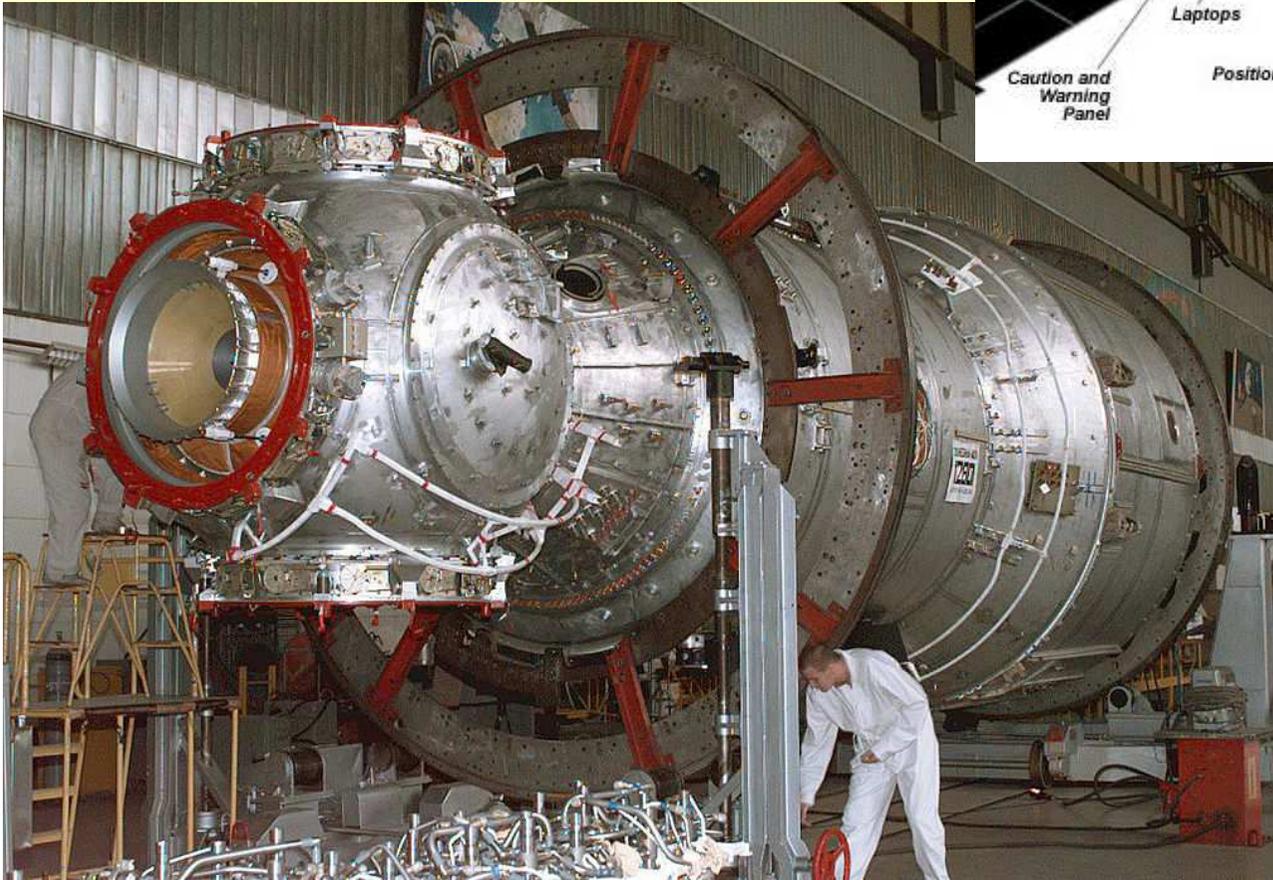
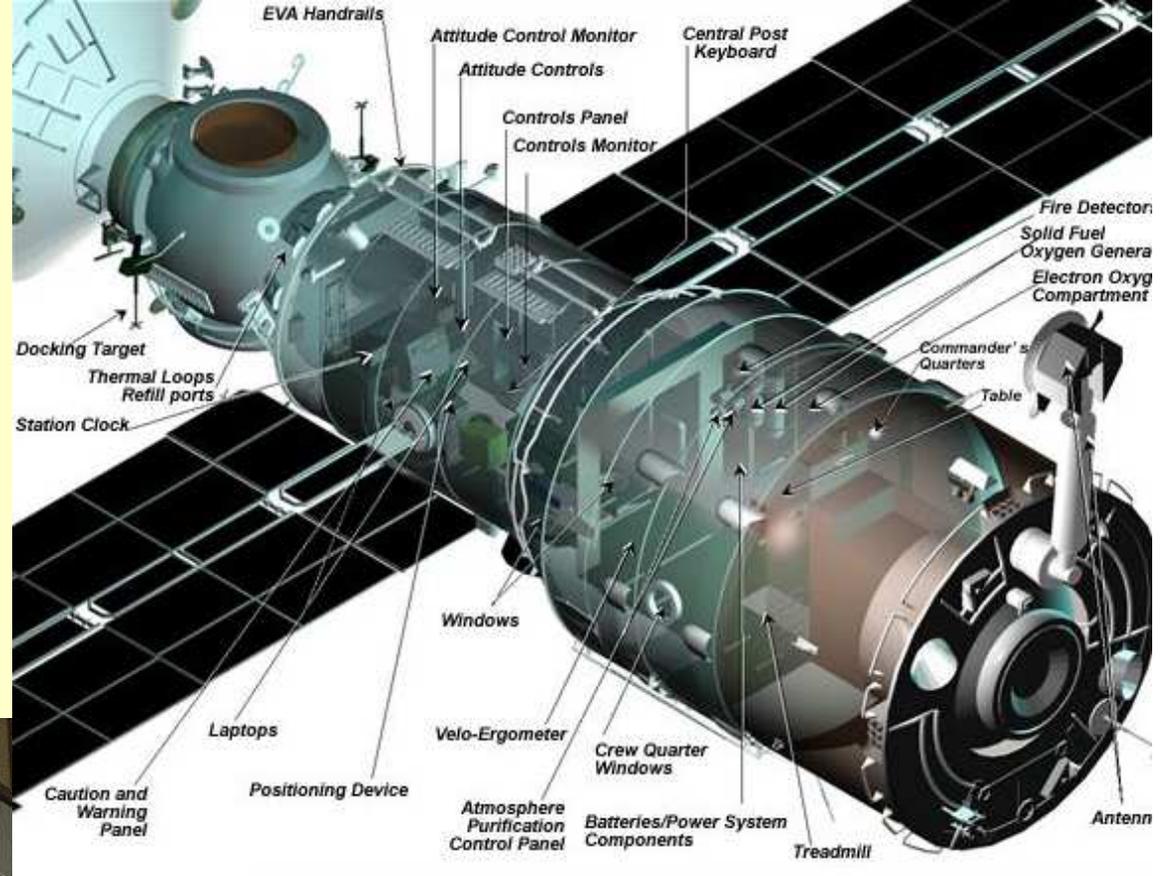


- ★ En 2000 on rajoute le module de service **Zvezda** (étoile), ce sera le premier élément de la structure de vie pour les astronautes.
- ★ Il pourra accueillir deux astronautes.
- ★ C'était en fait le cœur de la station Mir et devait servir à élaborer la morte née Mir-2.
- ★ **À partir de ce moment l'ISS est habitable**
- ★ Photo : les 3 modules vus par la navette spatiale. (NASA)

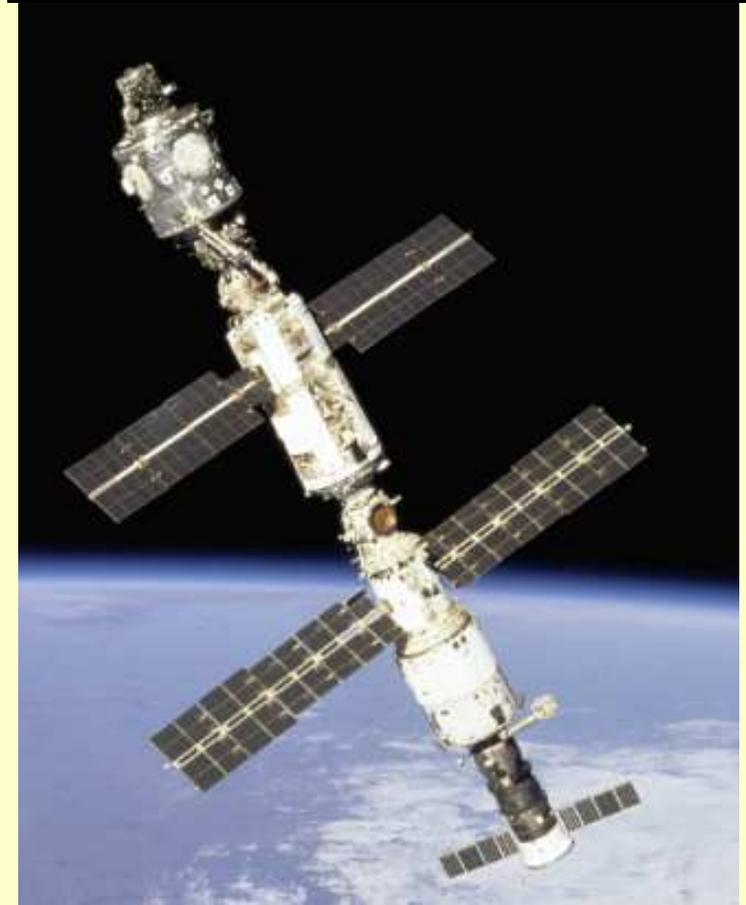
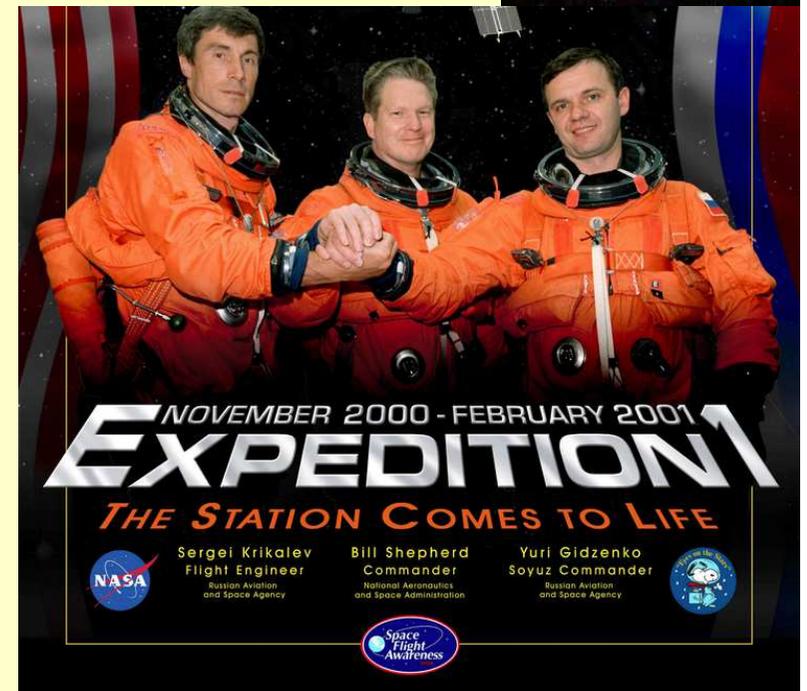




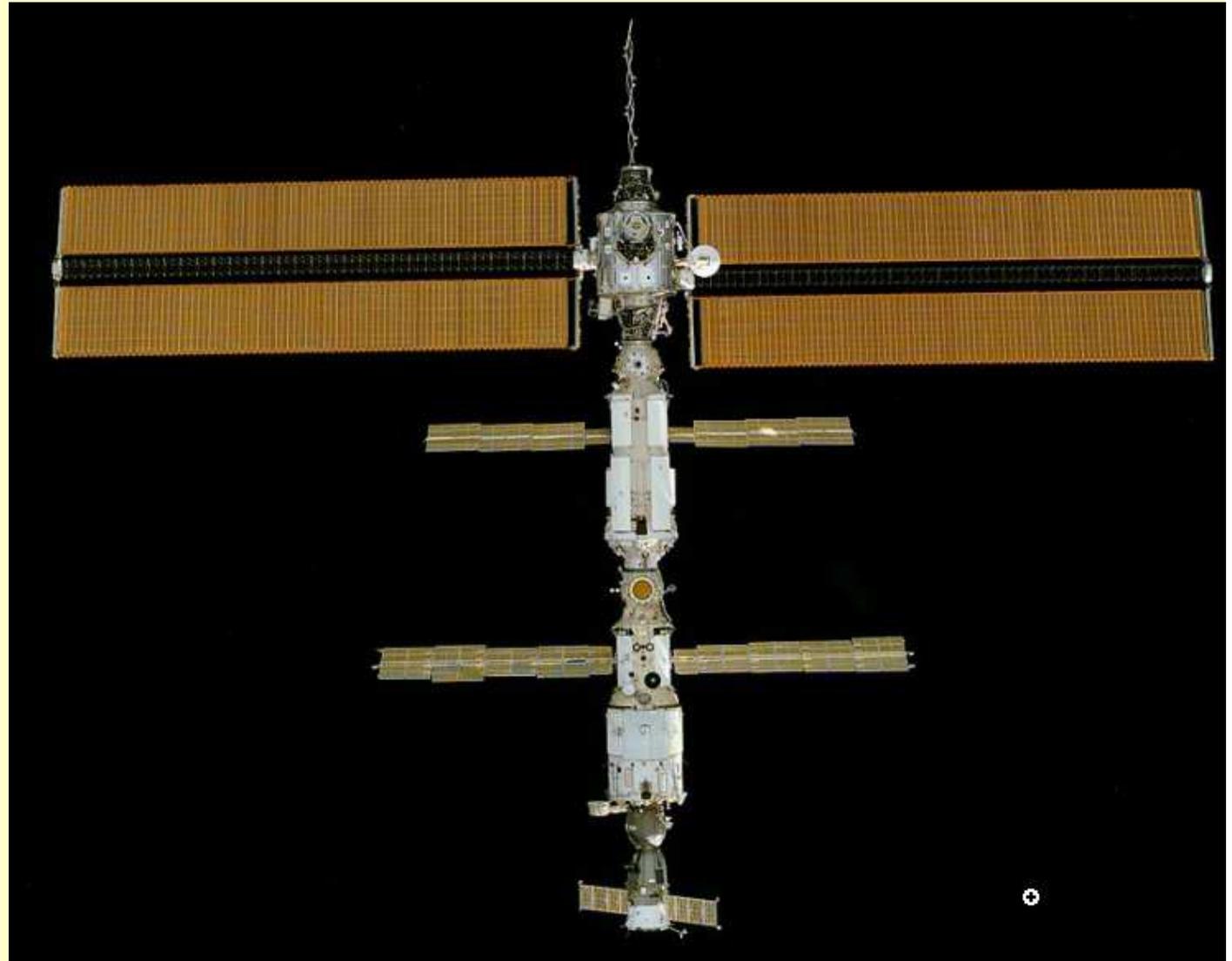
★ Zvezda



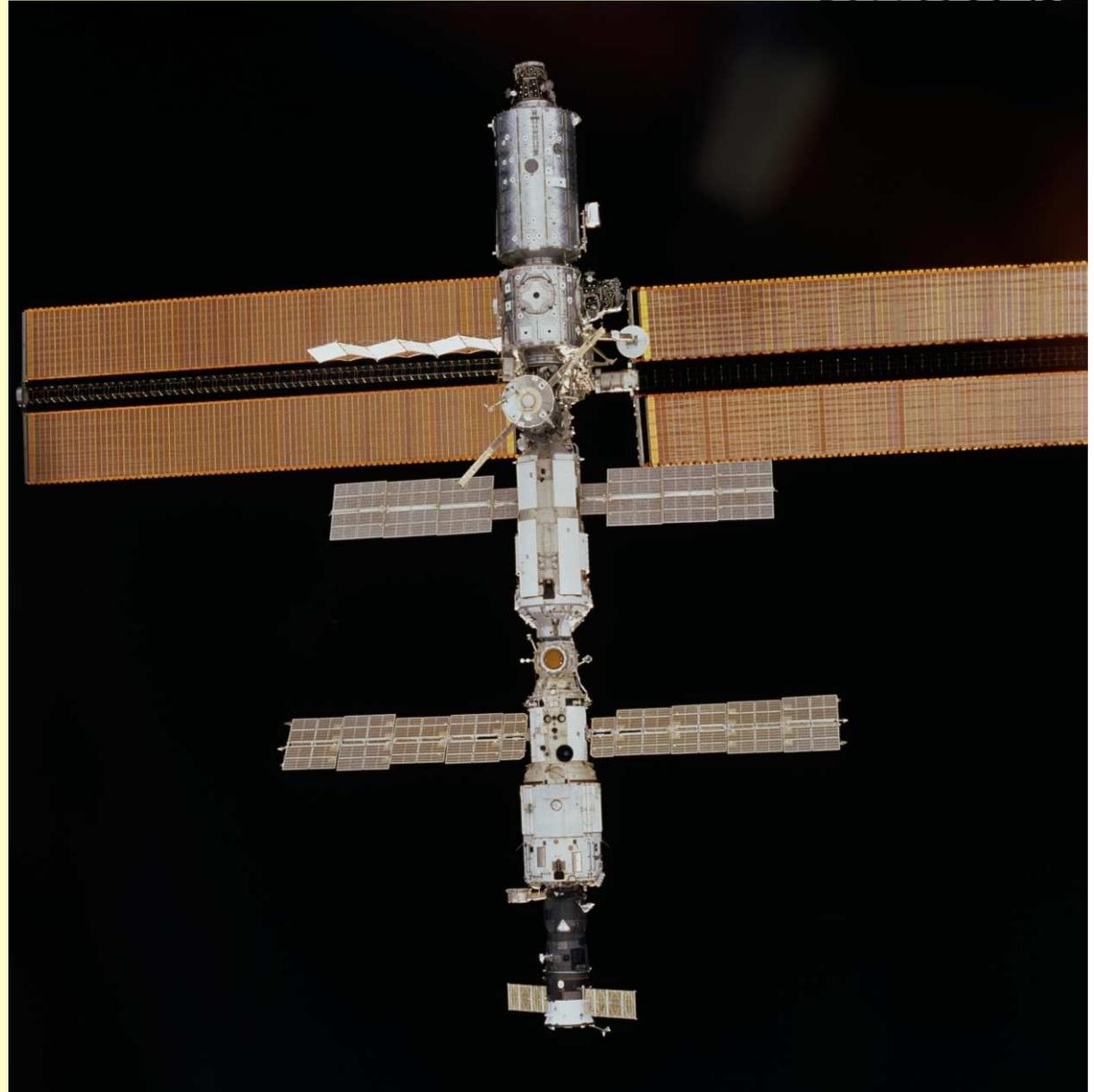
- ★ En octobre, une mission navette amène le premier élément de poutre (poutre Z1 Z pour Zénith) auquel tous les futurs éléments de poutre (Truss en anglais) seront attachés ainsi qu'un port d'amarrage.
- ★ Toutes les missions vers l'ISS vont s'appeler « Expedition N » en démarrant avec N=1.
- ★ Et la première mission habitée (Expedition 1) est un équipage mixte russo-américain qui comprend notre célèbre ami Krikalev.
- ★ Départ de Baïkonour le 31 Octobre 2000 avec Soyuz TM-31 pour un long séjour de 140 jours.
- ★ Le rôle de ce premier équipage : mettre en route la station et préparer l'arrivée de la deuxième mission.



- ★ Durant ce séjour, plusieurs missions navette sont venues leur rendre visite, amenant à chaque fois de nouveaux équipements et notamment une paire de panneaux solaires augmentant ainsi la production d'électricité à bord.
- ★ Ce fut la mission de STS-97 qui permit l'installation de la première paire de panneaux solaires ainsi que le port d'attache pour le module suivant Destiny.

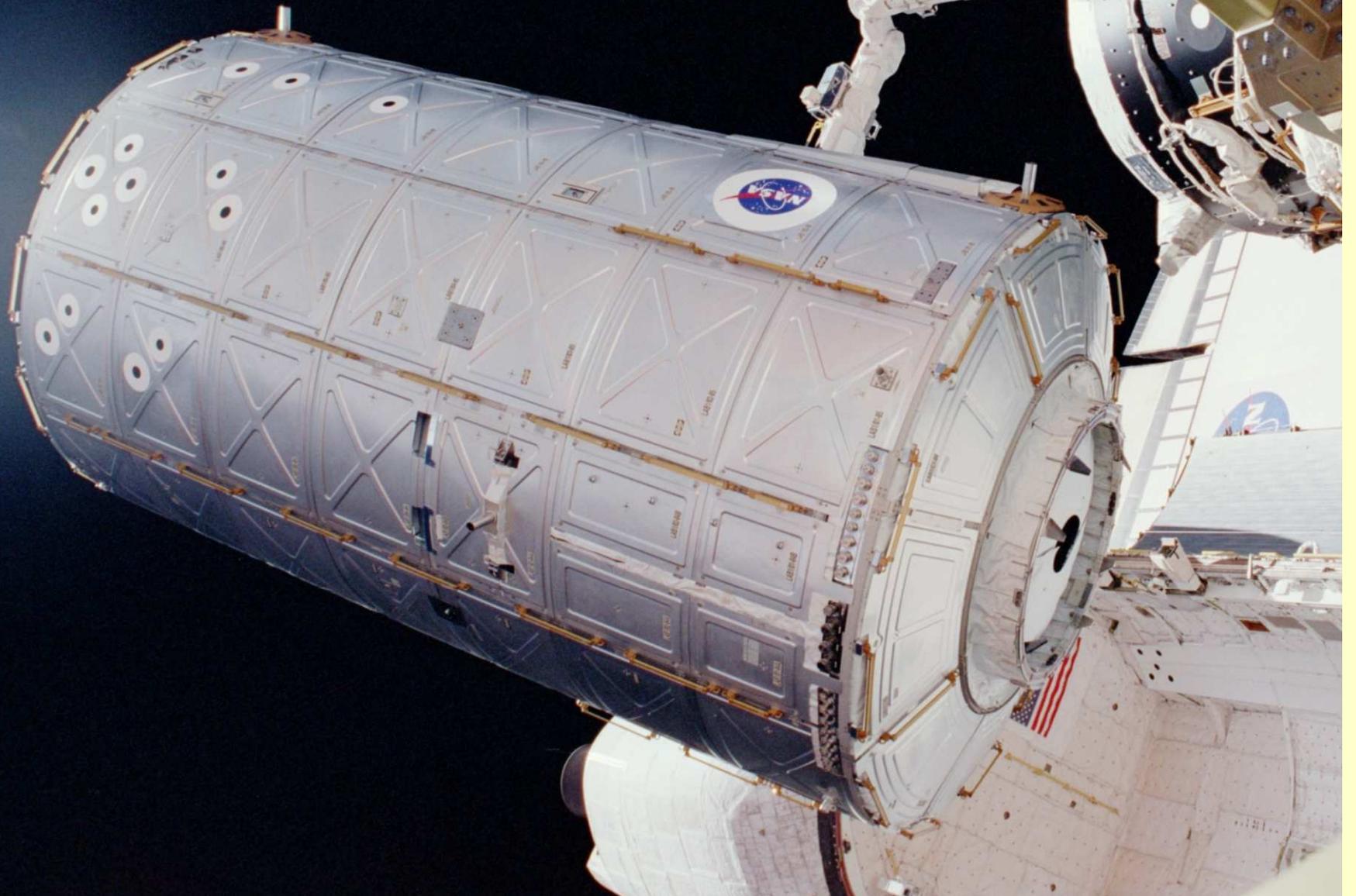


- ★ Ce laboratoire américain, **Destiny**, va justement être apporté par la navette Atlantis en Février 2001, il sera monté à la suite du port qui vient d'être installé à l'avant de l'ISS.
- ★ Puis la navette Discovery apporte un module d'échange **MPLM**.
- ★ Discovery servira de transporteur de retour pour cette première expédition, les astronautes seront restés plus de 4 mois à bord.
- ★ Ils sont remplacés par l'Expedition 2 qui venait juste d'arriver avec la même Discovery. Ils resteront près de 6 mois à bord.



S

Destiny

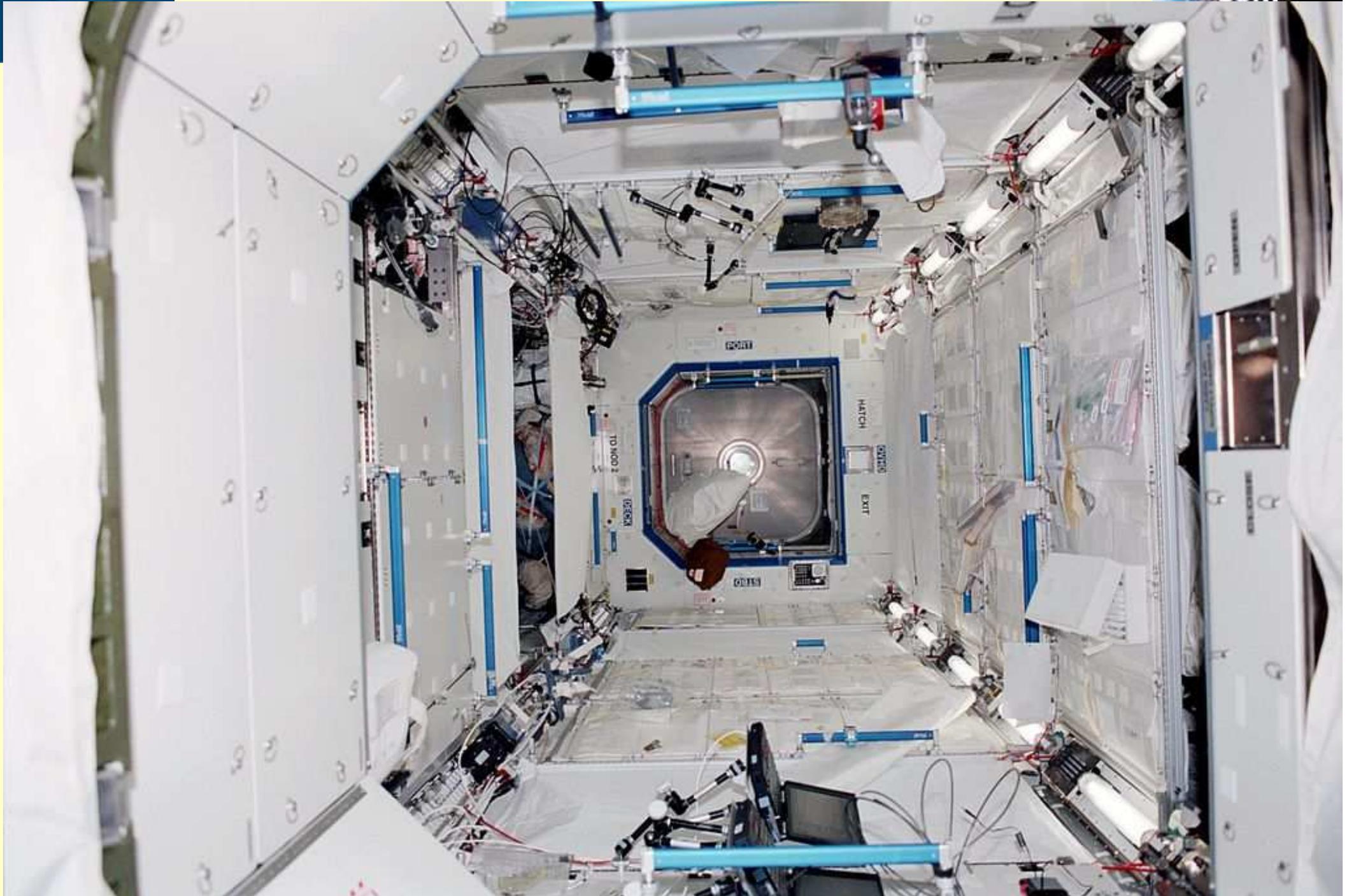


★ Construction de l'ISS : (2 min)
100 lancements de fusées et 160 EVA

Enfin on a de la place!

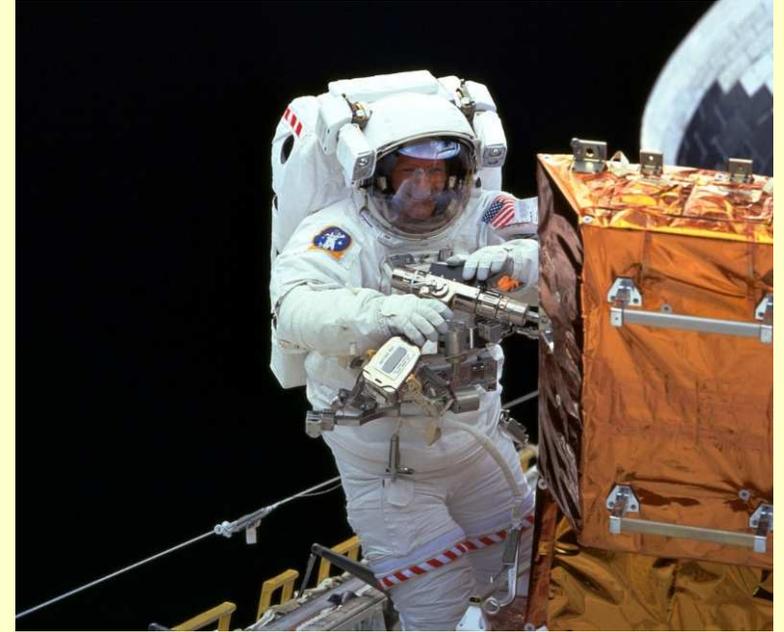
SAF

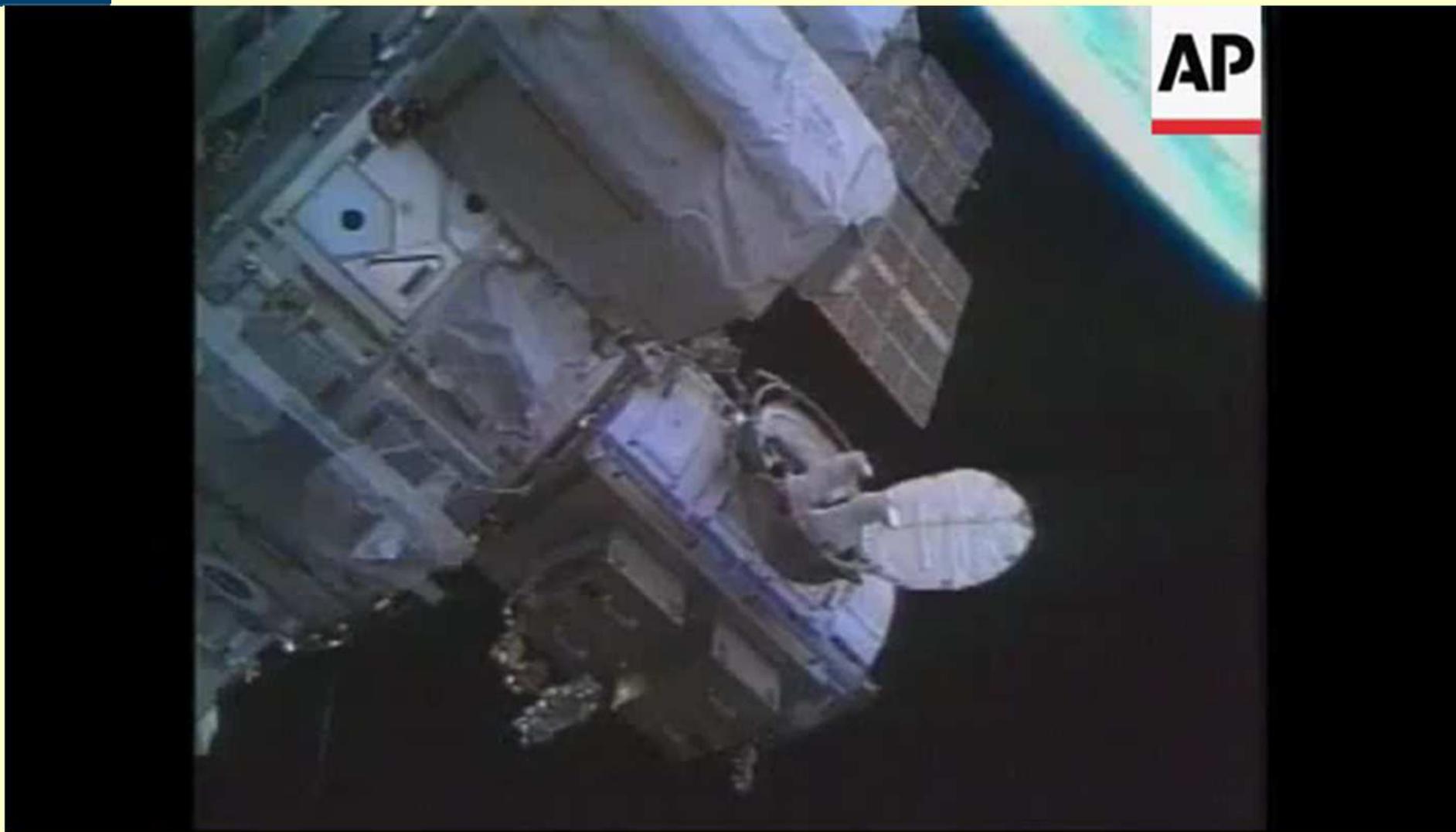
planet
astronomy.
com

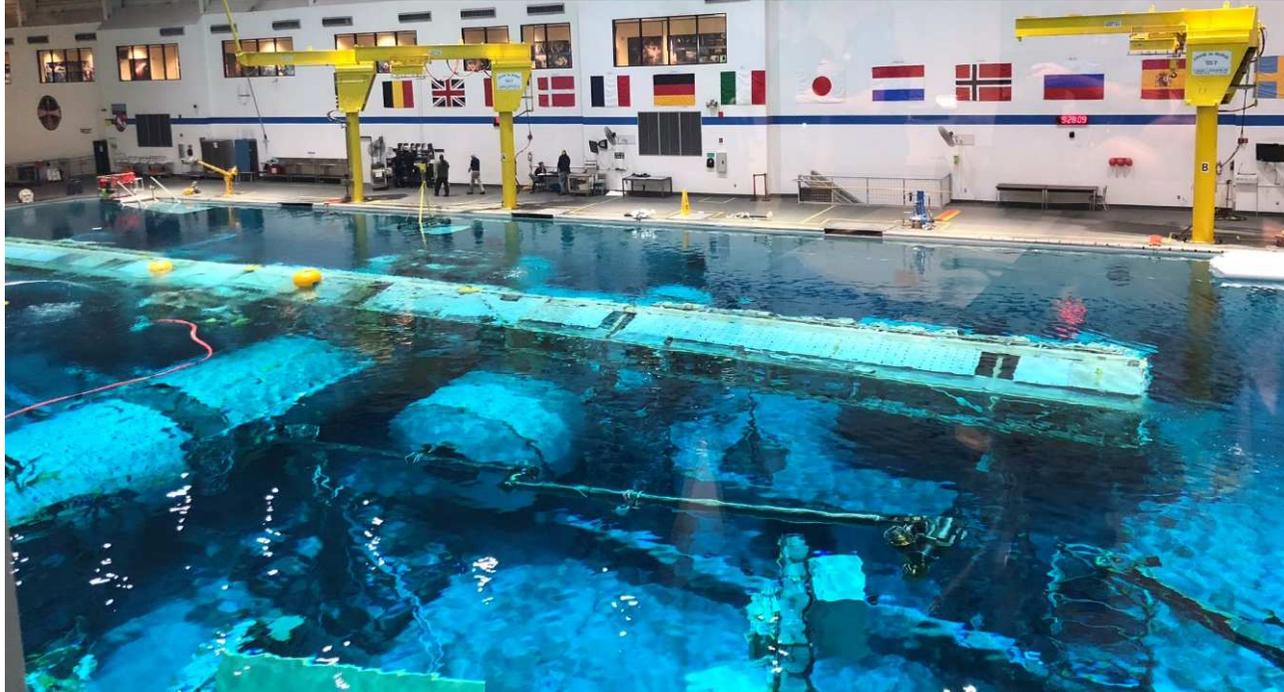


COMMENT TRAVAILLE-T-ON DANS L'ESPACE?

- ★ **Difficilement!**
- ★ L'apesanteur n'aide pas, car selon la 3^{ème} loi de Newton, si vous faites une action, il y a immédiatement une réaction de sens opposé.
- ★ Donc si vous vissez une vis avec une visseuse, c'est vous qui tournez!
Il faut donc s'accrocher quelque part.
- ★ D'autre part les outils doivent être dimensionnés pour des gants d'astronautes
- ★ Une solution pour en limiter le nombre à bord : imprimante 3D pour faire des outils







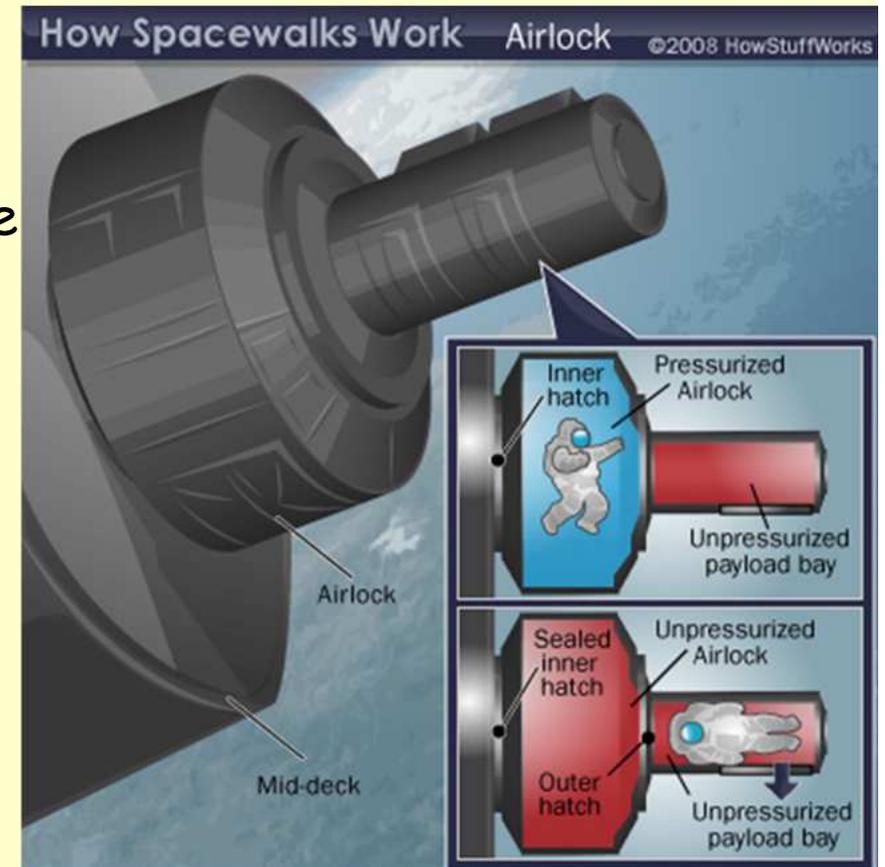
- ✦ Pour s'entraîner sur les gestes qu'ils doivent faire pour monter des éléments sur l'ISS, les astronautes vont **en piscine**
- ✦ Le Neutral Buoyancy Laboratory à Houston. (labo de flottabilité neutre)
- ✦ Où une réplique complète de l'ISS est immergée.

DE L'OXYGÈNE, DONNEZ MOI DE L'OXYGÈNE!

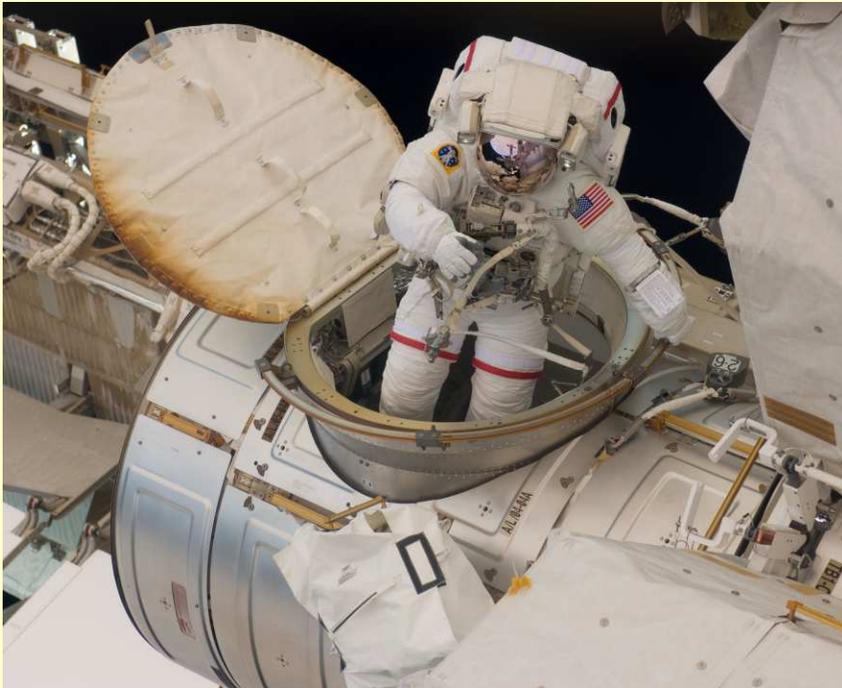
- * **Que respire donc nos astronautes à bord de l'ISS?**
- * À bord de la station :
- * On respire exactement **le même air que sur Terre** au niveau du sol et à la pression de 1bar (exactement 1013mb ou 14,7 PSI).
- * Le CO₂ est éliminé par un filtre chimique appelé zéolite. Les autres gaz produits par le corps humain sont enlevés à l'aide de filtre au charbon actif, tout ceci grâce à un équipement situé dans le module Tranquility.
- * L'air est fabriqué à partir **d'électrolyse de l'eau** (séparation de H et O de H₂O par courant électrique crée par les panneaux solaires), l'Hydrogène est évacué vers l'extérieur et l'Oxygène est envoyé dans la station. Ce module est situé dans Destiny.
- * Il existe aussi un système analogue (Elektron) dans la partie russe de l'ISS (Zvezda), mais il semble qu'il n'ait pas donné entièrement satisfaction. (photo : NASA)
- * De plus en cas de problème il y a toujours des systèmes de secours avec de nombreuses bonbonnes d'oxygène apportées par les ravitailleurs et il existe à bord des "chandelles à oxygène", les SFOG (solid fuel oxygen generator) . Pour votre information le même système est employé à bord des avions, quand on tire sur le masque, cela déclenche la réaction chimique. Chaque chandelle peut fournir de l'oxygène pendant un jour pour un astronaute.



- ✳ Maintenant à propos d'EVA (**Extra Vehicular Activity**) et des scaphandres de sortie dans l'espace.
- ✳ Eh bien ce n'est pas une opération simple, **cela prend plusieurs heures de préparation**. Pourquoi ?
- ✳ L'air dans la combinaison n'est pas du tout le même que celui de l'ISS. En effet, l'astronaute va respirer de **l'Oxygène pur** sous faible pression. Si on voulait utiliser l'air à 1 bar, le scaphandre serait trop rigide et difficilement manipulable. On va donc utiliser une pression plus faible (en gros 1/3) mais à cette pression il n'y a pas assez d'oxygène pour le cerveau, donc on utilise de l'Oxygène pur.
- ✳ C'est la raison pour laquelle comme pour les plongeurs, on demande aux astronautes, pendant trois heures de se ventiler à l'Oxygène pur afin de se libérer de l'Azote du sang, avant de sortir.
- ✳ C'est le rôle du sas Quest.

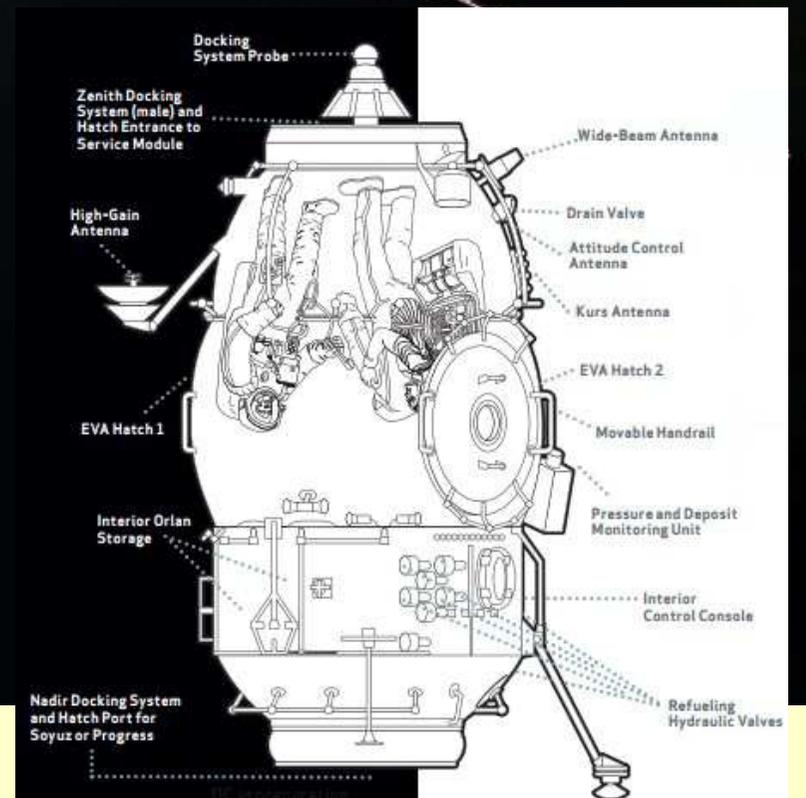
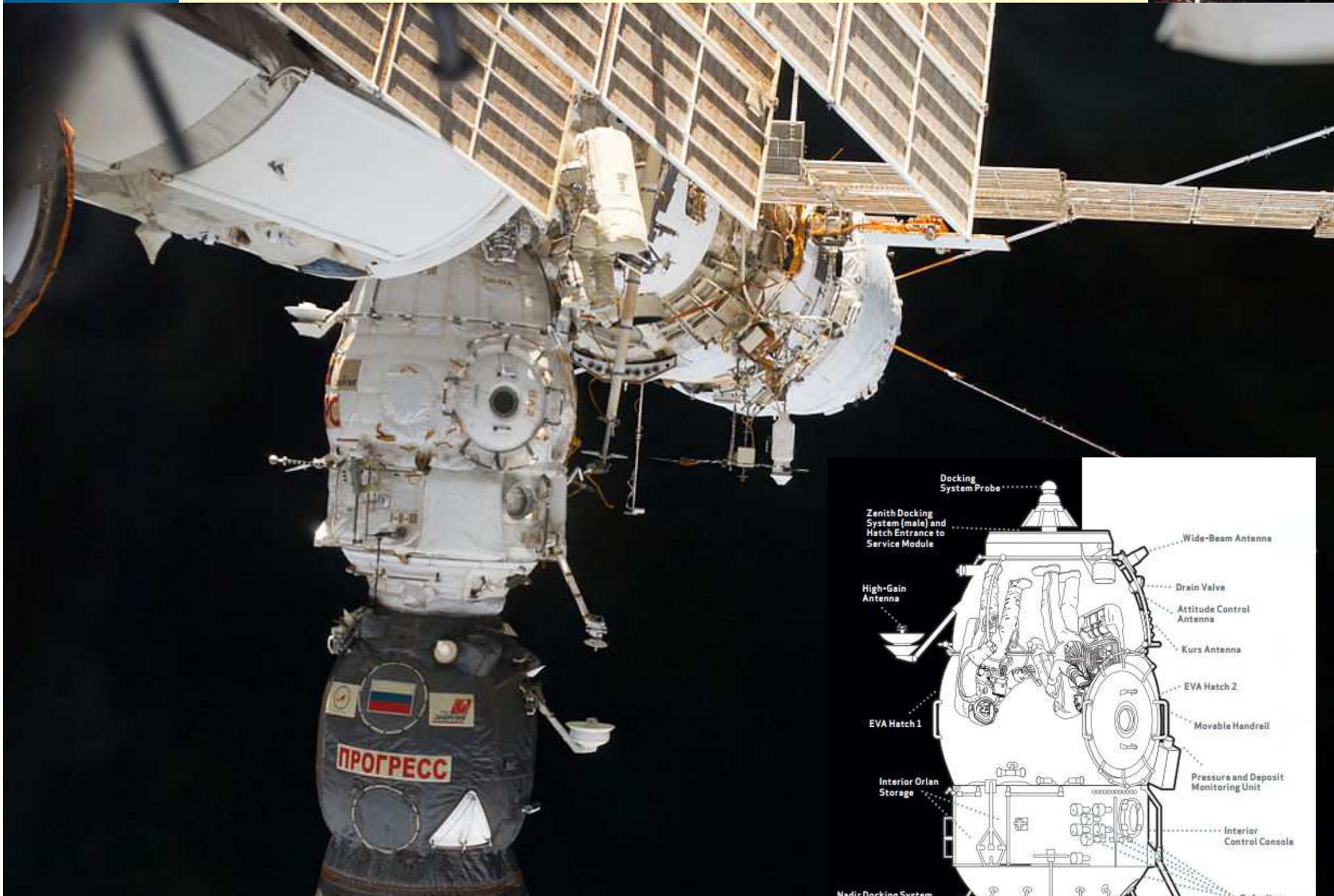


- ★ Si cette ventilation forcée n'était pas faite, un accident identique aux accidents de décompression se produirait à l'extérieur, des bulles d'Azote se formeraient dans le sang.
- ★ Les réserves pour une EVA peuvent atteindre une dizaine d'heures.

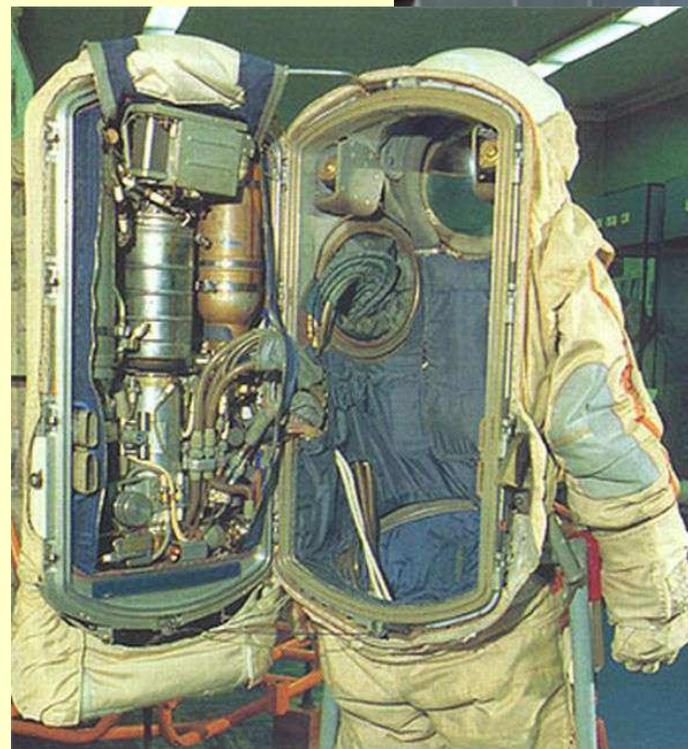
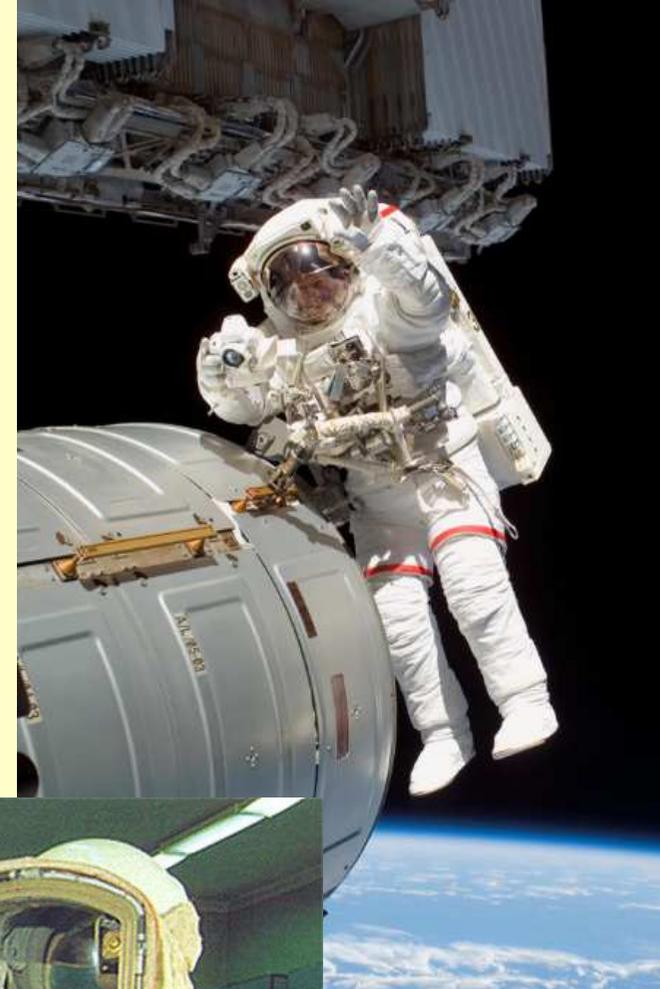


MAIS LES RUSSES VEULENT AUSSI SORTIR !

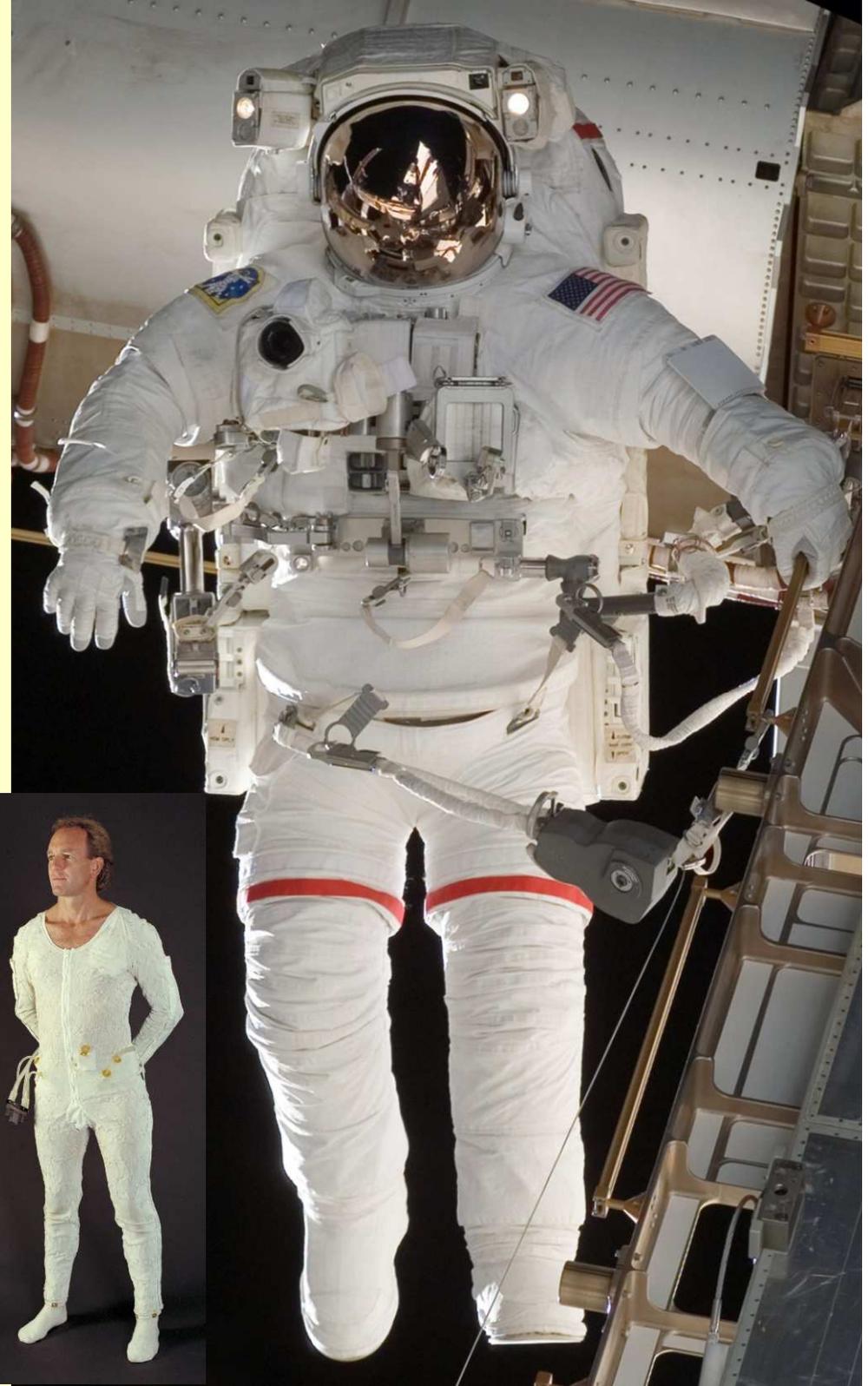
- ★ Les cosmonautes russes vont avoir leur propre sas de sortie, le **PIRS** (ponton en russe) lancée en Septembre 2001 par une Soyuz et qui va s'amarrer automatiquement au module Zvezda ; il sera mis en service par les astronaute de l'Expedition 3.
- ★ Il va non seulement servir de sas pour les cosmonautes, mais aussi de port d'amarrage pour les Progress et Soyuz.
- ★ Plus tard, un autre module sera placé côté Zénith.
- ★ Photo suivante : on voit le module PIRS côté Nadir de Zvezda pris par la navette STS-110. (NASA)



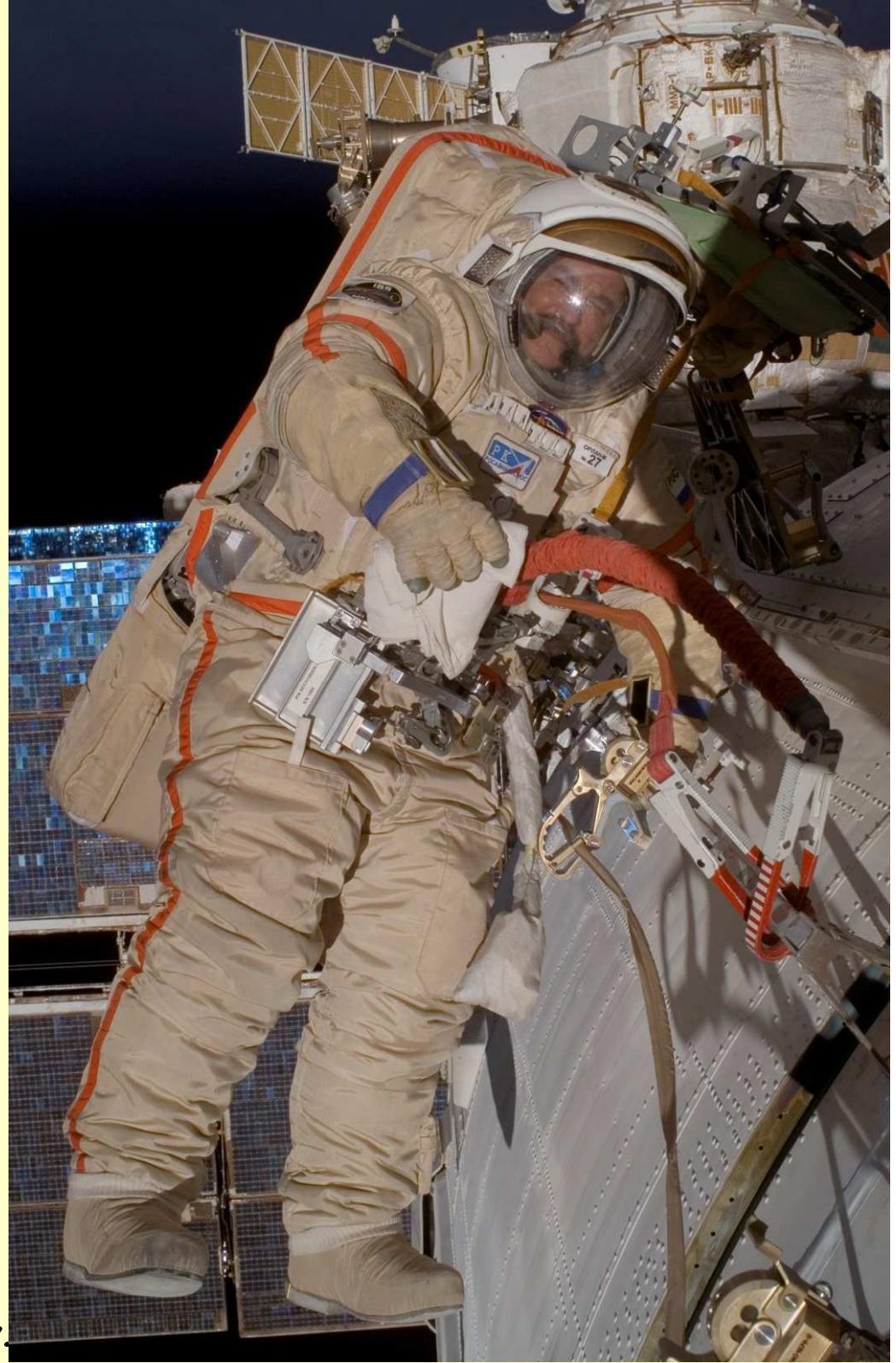
- ★ Les différents types de scaphandres :
- ★ Il y a deux types de scaphandre, l'américain et le russe.
- ★ L'américain s'appelle **EMU** : Extra Vehicular Mobility Unit et le russe **Orlan** (veut dire aigle en russe).

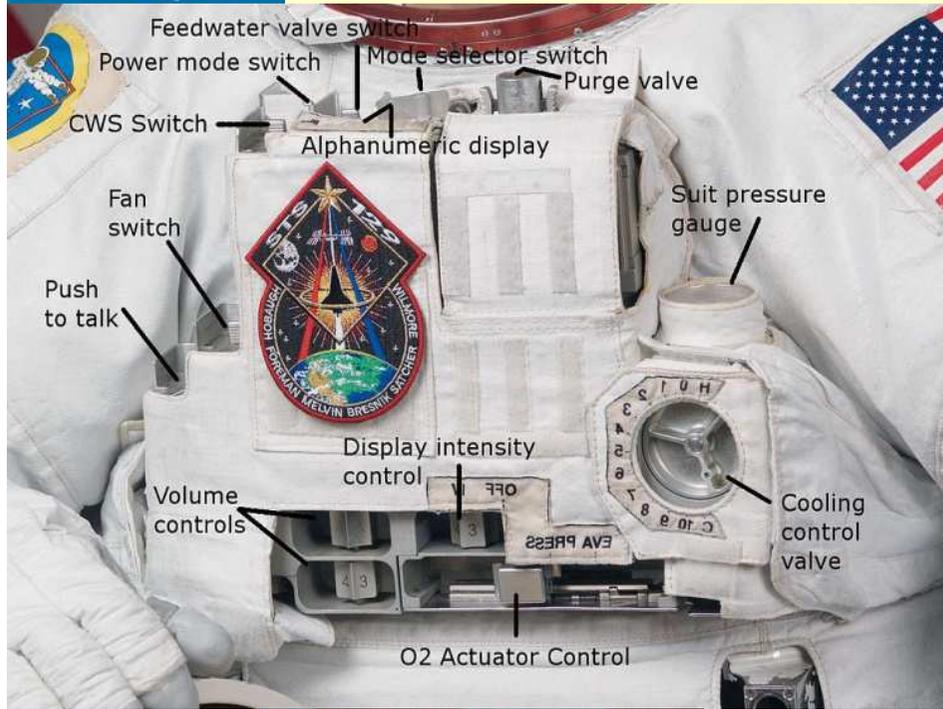


- CAE
- * L'**EMU** est principalement composé de deux parties : le vêtement lui-même (SSA : Space Suit Assembly) et le "sac à dos" PLSS (Portable Life Support System). L'astronaute est d'abord équipé d'un sous-vêtement à régulation thermique.
 - * L'ensemble pèse approx 130kg.
 - * Il possède **14 couches différentes** pour se protéger contre les micro météorites et la température.
 - * L'EMU est un peu plus grand que l'Orlan et ceci ne lui permet pas d'accéder à la station par tous les ports possibles (bizarre quand même!!); l'astronaute équipé d'un EMU américain ne peut qu'emprunter l'écotille du module Quest (voir détails de la station).
 - * Il est très dur pour un astronaute de s'équiper seul avec cet ensemble, il lui faut de l'aide.
 - * Le tissu comprend de l'acier inoxydable.
 - * Équipé d'un mini réacteur (jets d'azote) permettant de regagner l'ISS si nécessaire.



- ★ L'**Orlan** est d'une seule pièce, la partie arrière comportant les réserves d'eau et d'oxygène et toute l'électronique s'ouvre comme une porte de réfrigérateur et le cosmonaute se glisse dedans tout seul.
- ★ L'Orlan peut accéder à l'ISS par toutes entrées/sorties prévues.
- ★ Il pèse 110 kg et est composé de tissus de feuilles d'aluminium.
- ★ L'Orlan est fabriqué par la Société Russe Zvezda qui a fabriqué tous les scaphandres de la joyeuse époque de Gagarine aux équipements lunaires.
- ★ Signalons que ce scaphandre est équipé d'un mini système électrique de sécurité qui lui permet de retourner à la station si il s'est éloigné de trop.





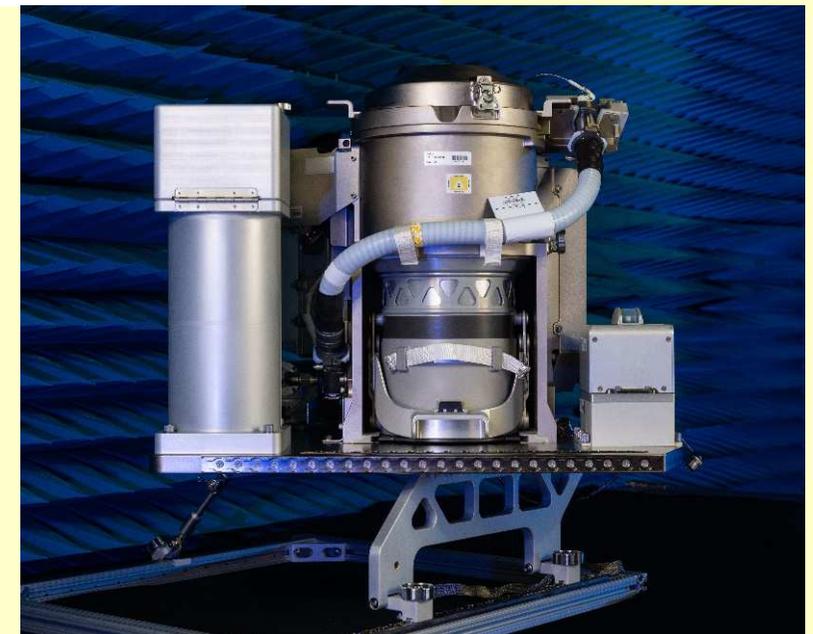
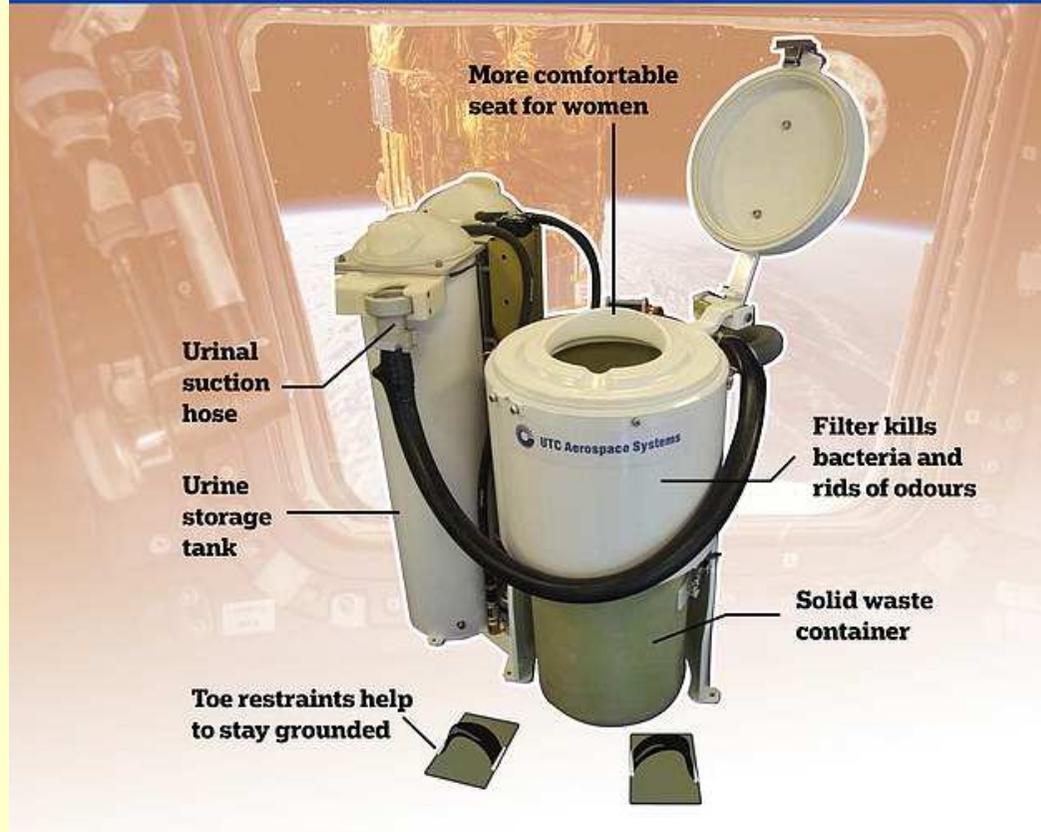
- ★ Bien entendu ces deux types de scaphandres ont pour but de réguler la température, l'humidité et l'oxygène à l'intérieur afin de permettre une sortie dans l'espace la plus longue (7 à 8 heures) et la plus aisée possible.
- ★ Ils comportent aussi les réserves en Oxygène et en eau
- ★ La pression d'oxygène dans l'Orlan est plus grande que dans l'EMU, si bien que la période d'adaptation avant l'équipement du scaphandre (comme pour les plongeurs en eaux profondes) est de 30minutes d'oxygène pur, alors que pour l'EMU il est d'une heure ou plus. **On ne peut donc pas sortir sur un coup de tête!!** De plus il faut adapter la pression de l'ISS avant la sortie, donc c'est une opération qui doit être parfaitement planifiée.
- ★ C'est donc un rêve quand on voit Bruce Willis le sauveur planétaire sauter dans son scaphandre et quitter la station en péril en quelques minutes. Il ne sait pas qu'il a échappé aux accidents des profondeurs des plongeurs.
- ★ Ne le lui dites pas!

- ★ Si les tout premiers astronautes devaient se retenir (ou pas, voir le vol d'Alan Shepard !!), ce n'est plus pensable pour des vols longues durées. Les astronautes d'Apollo avaient des sachets pour recueillir les mictions, cela suffisait, les missions étaient relativement courtes.
- ★ Mais avec les stations spatiales et la navette, la donne a changé, il fallait s'intéresser au problème.
- ★ Les Russes ont été en avance avec la station MIR et leur système installé dans la partie russe de l'ISS (dans le module Zvezda), c'est pour cette raison que la NASA a signé un contrat avec Energia (Russie) pour un nouveau système de toilettes avec un peu plus d'espace privé que le système actuel.
- ★ L'urine devrait être récupérée par un système américain qui la **recyclera en eau potable**.
- ★ Les Américains ont préféré acheter ce système aux Russes plutôt qu'en développer un eux-mêmes.

- ✳ Ce nouveau système sera installé du côté américain de la station, l'ancien système restant côté russe.
- ✳ Cette extension est nécessaire car l'équipage permanent de la station à 6 membres est une réalité depuis 2009.
- ✳ Maquette du système à Houston (cliché NASA)
- ✳ La grande différence avec les systèmes terrestres, c'est bien évidemment l'absence de gravité ; elle est remplacée par une aspiration par de l'air, de même il faut s'attacher différentes parties du corps (pieds, cuisses) avec du Velcro afin de rester dans la bonne position sinon on se mettrait à flotter.
- ✳ Les matières solides sont compactées et stockées avant d'être éliminées, et **l'urine est recyclée**.
- ✳ Les restes solides sont récupérés dans des sacs plastiques qui seront ensuite stockés dans un Progress et bruleront avec lui dans l'atmosphère



NASA'S NEW FEMALE-FRIENDLY TOILET SYSTEM



★ On fait des progrès, on met au point des toilettes plus adaptées aux astronautes femmes.



- ★ On récupère tout à bord de l'ISS, donc les eaux usées comme : l'urine, l'eau nécessaire pour l'hygiène, ainsi que l'humidité de l'air conditionné.
- ★ Tout est recyclé par le WRS (Water Recovery System). Cela évite des transports coûteux de conteneurs d'eau en provenance de la Terre.
- ★ L'urine est filtrée en osmose inverse, l'eau est séparée de l'urée, l'eau à ce stade est récupérable.
- ★ Bon, je me doute qu'il puisse y avoir une certaine appréhension à boire, mais ils n'ont pas le choix et d'après les astronautes on ne remarque aucune différence.

QUAND EST-CE QU'ON MANGE *?

- * (* : On répond : "Averell tais toi !" pour ceux qui ont des lettres et en hommage à Morris!)
- * Au début la nourriture à bord de l'ISS était fournie et emballée moitié moitié par les USA et la Russie. (Je sais qu'à l'époque où il y avait des français à bord de la navette ou de l'ISS, il y avait une exception (ah! Cette fameuse exception française) et nos astronautes avaient pu embarquer une nourriture plus, comment dire, "typique"). Depuis cette époque de nombreuses nationalités étant venues à bord, elles ont pu amener leurs spécialités.





- ★ Il en résulte une variété de conteneurs, boîtes et types d'aliments qui reflète la variété des différentes cultures.
- ★ La partie cuisine est située dans la partie Russe de l'ISS (Zvezda) et une table supplémentaire dans Destiny et les aliments US doivent s'adapter aux ustensiles russes notamment pour la réhydratation et le réchauffement des plats.
- ★ Les russes utilisent plutôt des boîtes de conserves et des tubes, alors que les américains des sachets de nourriture lyophilisés et à réhydrater. Le packaging russe n'a pas beaucoup changé depuis les années 1970.
- ★ Les débuts de la cuisine spatiale durant l'Expedition 2. (NASA)



- * La nourriture spatiale doit être conditionnée spécialement afin qu'elle ne soit pas contaminée par des microbes, ce qui là haut poserait d'énormes problèmes. La feuille plastique qui enrobe la nourriture US est bien entendu un multicouche plastique à base de nylon et avec des couches "barrière" à l'oxygène. Ces couches sont obtenues de nos jours très couramment par co-extrusion.
- * Ces feuilles sont ensuite thermoformées afin de donner la forme définitive du conteneur.
- * Le produit est livré scellé sur 3 côtés et la NASA rajoute l'aliment puis le purge à l'azote avant de faire le vide et de sceller le quatrième côté. Ils sont ensuite enveloppés dans une feuille d'aluminium.
- * Pour le réhydrater on introduit une paille spéciale dans l'ouverture et hop c'est bon comme à l'origine (il paraît).
- * Il peut apparaître sous la forme de sachet sous vide, surgelés ou de bol avec couvercle adhésif.
- * Il n'y a pas de réfrigérateur pour la nourriture à bord, uniquement pour des expériences scientifiques.



- * La nourriture en sachets sous vide, peut être consommée facilement, il suffit de la réchauffer au micro ondes, de couper une partie du sachet et d'attaquer à la fourchette!
- * Certains fruits peuvent être aussi stockés pendant quelques temps frais après avoir été "désinfectés" au sol.
- * Le pain pose problème, à causedes miettes (crumbs en anglais), car elles peuvent s'infiltrer partout en apesanteur (filtres, nez yeux..) et sont donc dangereuses. **Le pain n'est donc pas présent à bord**, il y a seulement une sorte de tortilla. De même le sel et le poivre n'existent pas sous forme de poudre comme pour les Terriens, ils sont sous forme liquide.
- * **Et le goût ?** La langue perçoit les saveurs différemment dans l'espace, les plats sont fortement épicés pour qu'ils puissent avoir du goût. Beaucoup de grands chefs conçoivent des plats pour les astronautes qui les apprécient. Il y a aussi des repas spéciaux pour Thanksgiving, Noël etc..
- * La boisson : l'eau comme vous le savez est recyclée à partir des eaux usées, et tout ce qui est nécessaire en plus est amené depuis la Terre. Les autres boissons sont stockées déshydratées
- * Trois repas et une collation par jour sont prévus pour tout le monde.



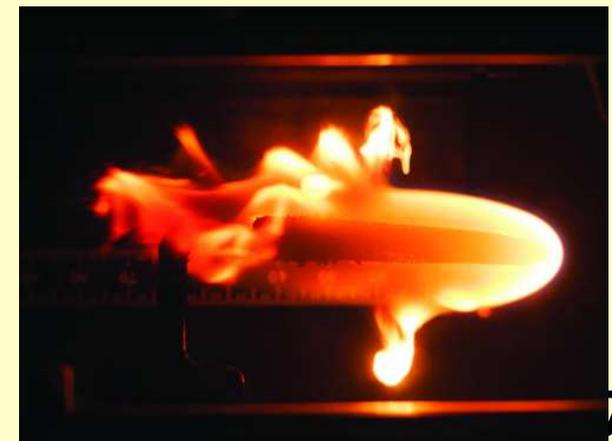
Photos : NASA





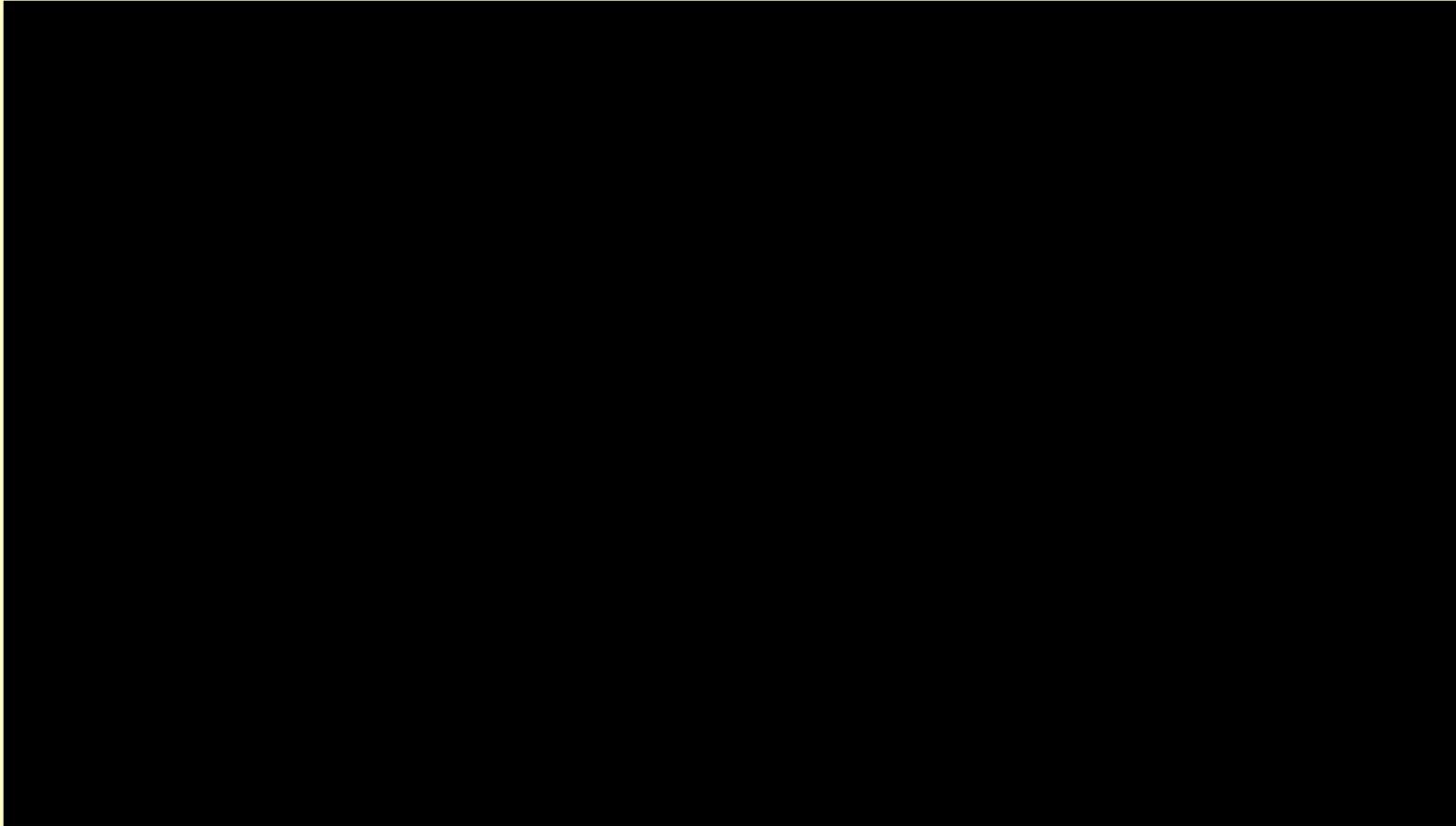
MAIS QUE FAIT-ON À BORD DE L'ISS ??

- ★ L'ISS est un laboratoire orbital qui permet d'effectuer des expériences impossibles à faire sur Terre à cause de la gravité.
- ★ Il y a plusieurs labos : Destiny, américain, Columbus européen, Kibo japonais etc..
- ★ Les expériences sont de différentes natures :
 - Influence de la micropesanteur sur l'organisme
 - Étude des radiations et de la biocontamination
 - Physique des fluides, combustion ..
 - Physique fondamentale





COMMENT SE RENDRE DANS L'ISS?



3 min 30

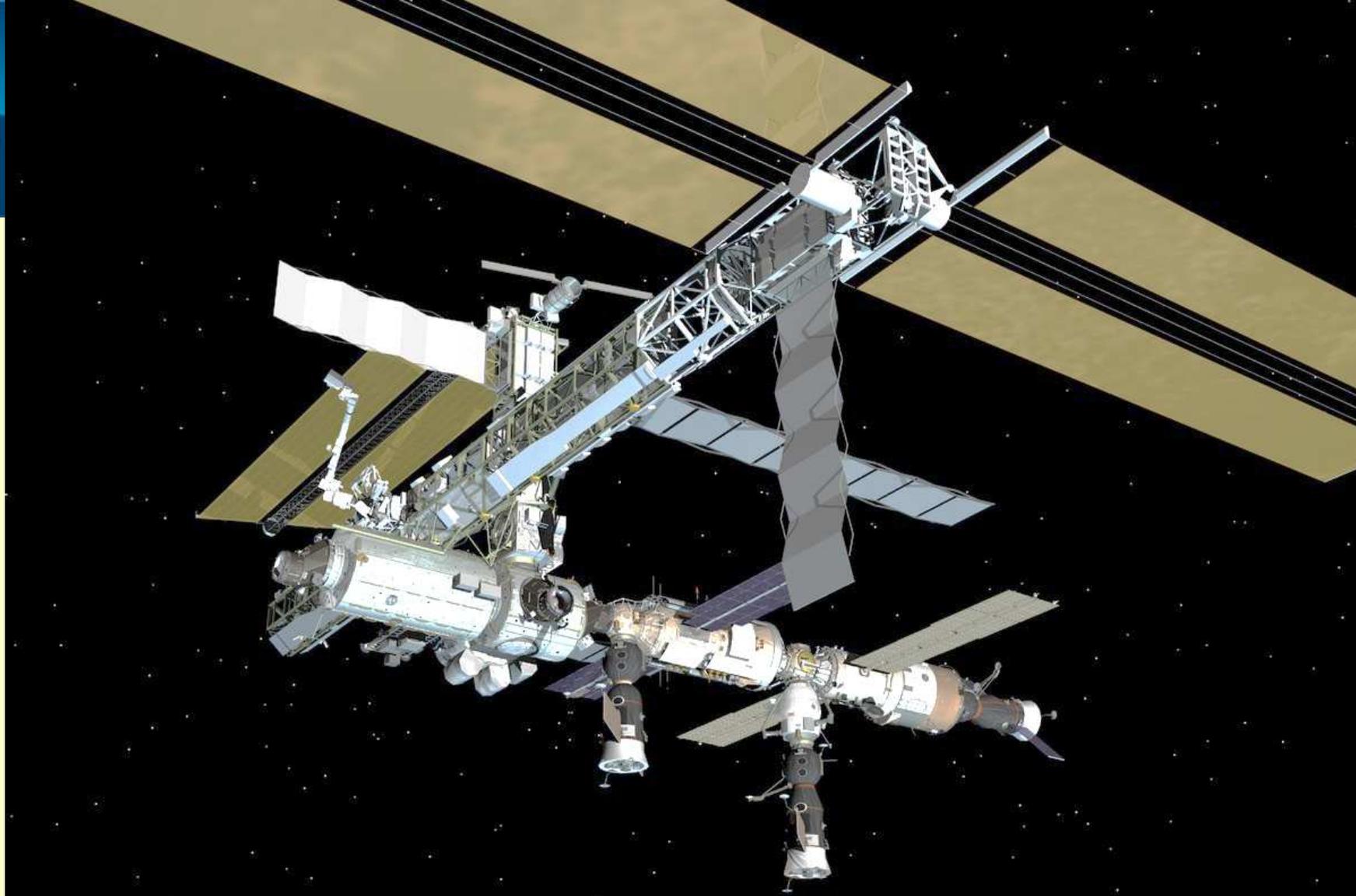
- ★ Étant donné qu'il y a 16 levés et couchés de Soleil, par jour, il fallait se mettre d'accord sur l'heure à bord : **ce sera GMT (UTC).**
- ★ • Réveil des troupes : 6H00
- ★ • Petit déjeuner
- ★ • Contact avec le centre de mission pour connaître la charge de travail de la journée
- ★ • Début du travail de la journée : 8H00 : exercice obligatoire (tapis, rameur etc.. un le matin un l'après midi)
- ★ • Fin de la journée de travail vers 19H30
- ★ • Diner et discussion commune.
- ★ • Période libre, détente et repos : on dort dans des sacs accrochés aux parois, ils contiennent des objets personnels et un PC.
- ★ On ne travaille pas le samedi après midi et le dimanche.
- ★ On se lave avec des lingettes humides, un shampoing sans rinçage et la pâte dentifrice est à avaler !



t

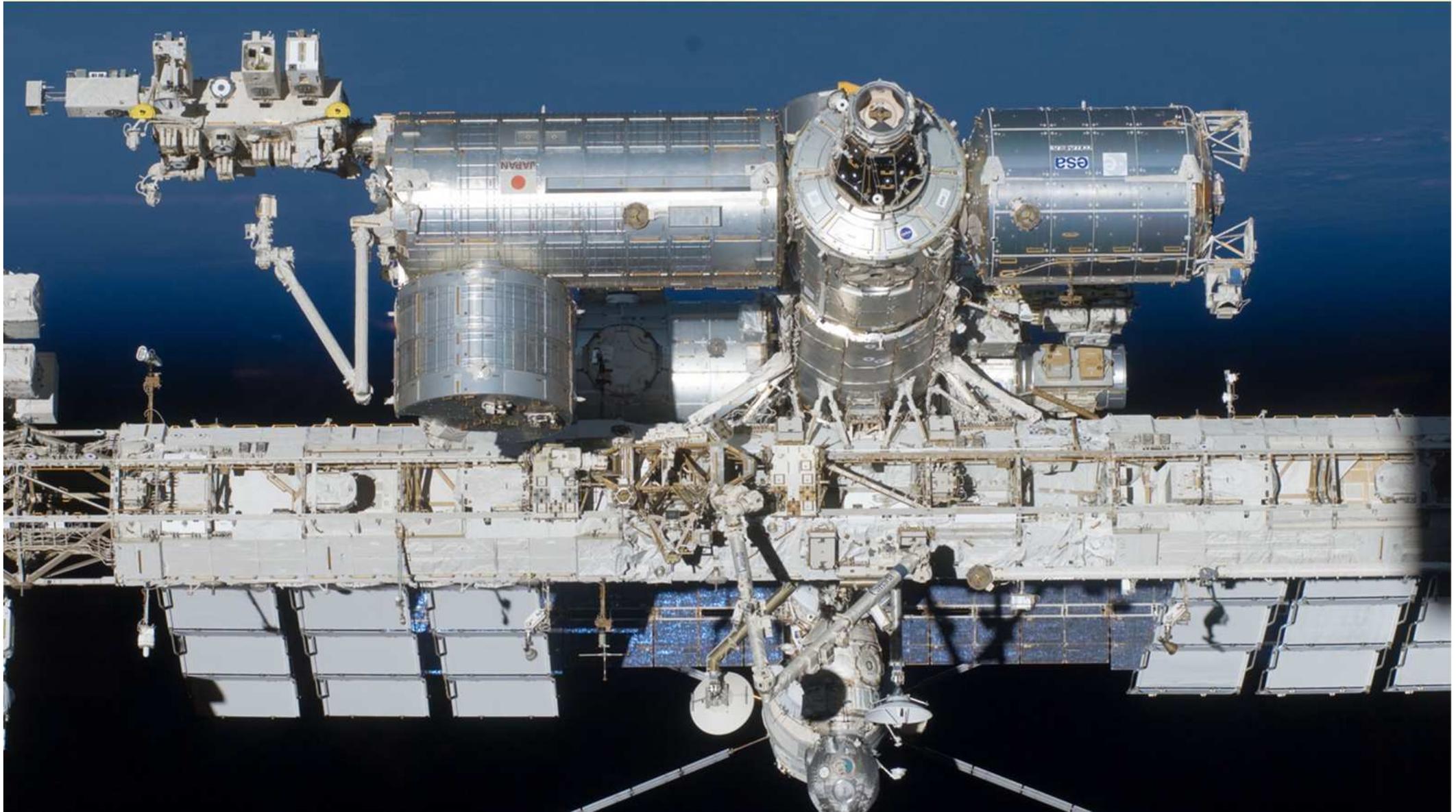
LA CONSTRUCTION CONTINUE

- ★ Jusqu'aux années 2007, ce sont principalement les éléments de poutre (panneaux solaires, instruments..) qui sont transportées par les divers équipages.
- ★ Si bien que l'ISS commence à avoir à peu près son allure définitive.
- ★ C'est à partir de fin 2007 que de nouveaux importants modules vont être apportés.



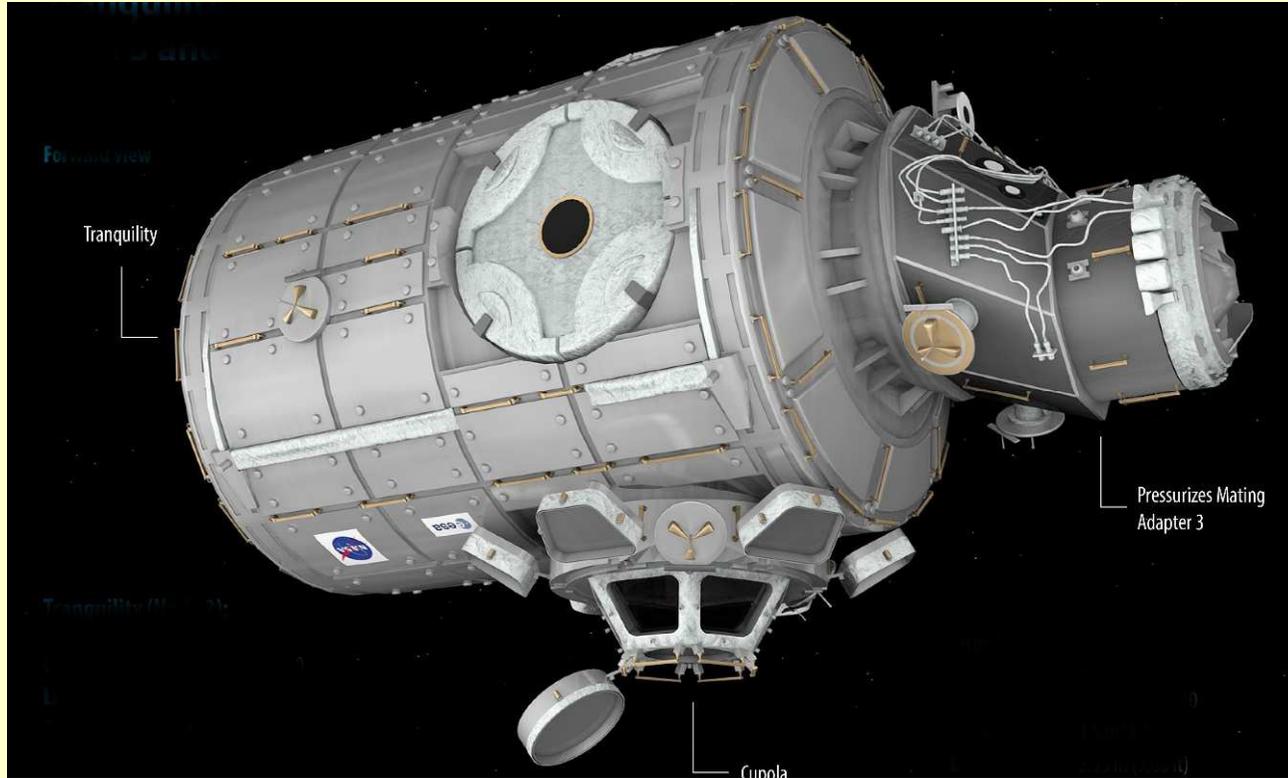
- ★ ISS avec les radiateurs (en gris) de P6, Progress 24 amarré à Zarya et au fond Soyuz 13 (TMA-9) au Pirs situé sur Zvezda
- ★ De gauche à droite : les modules Unity, Node 1 ; Zarya et Zvezda.

- ★ Le module **Harmony** ou **Node 2**, construit par les Européens (Thales Alenia) est transporté par la navette STS-120 en Octobre 2007 et assemblé à la station. Il doit servir de liaison entre Destiny, le module américain et les futurs laboratoires européen Columbus et japonais Kibo qui viendront avec les missions suivantes.

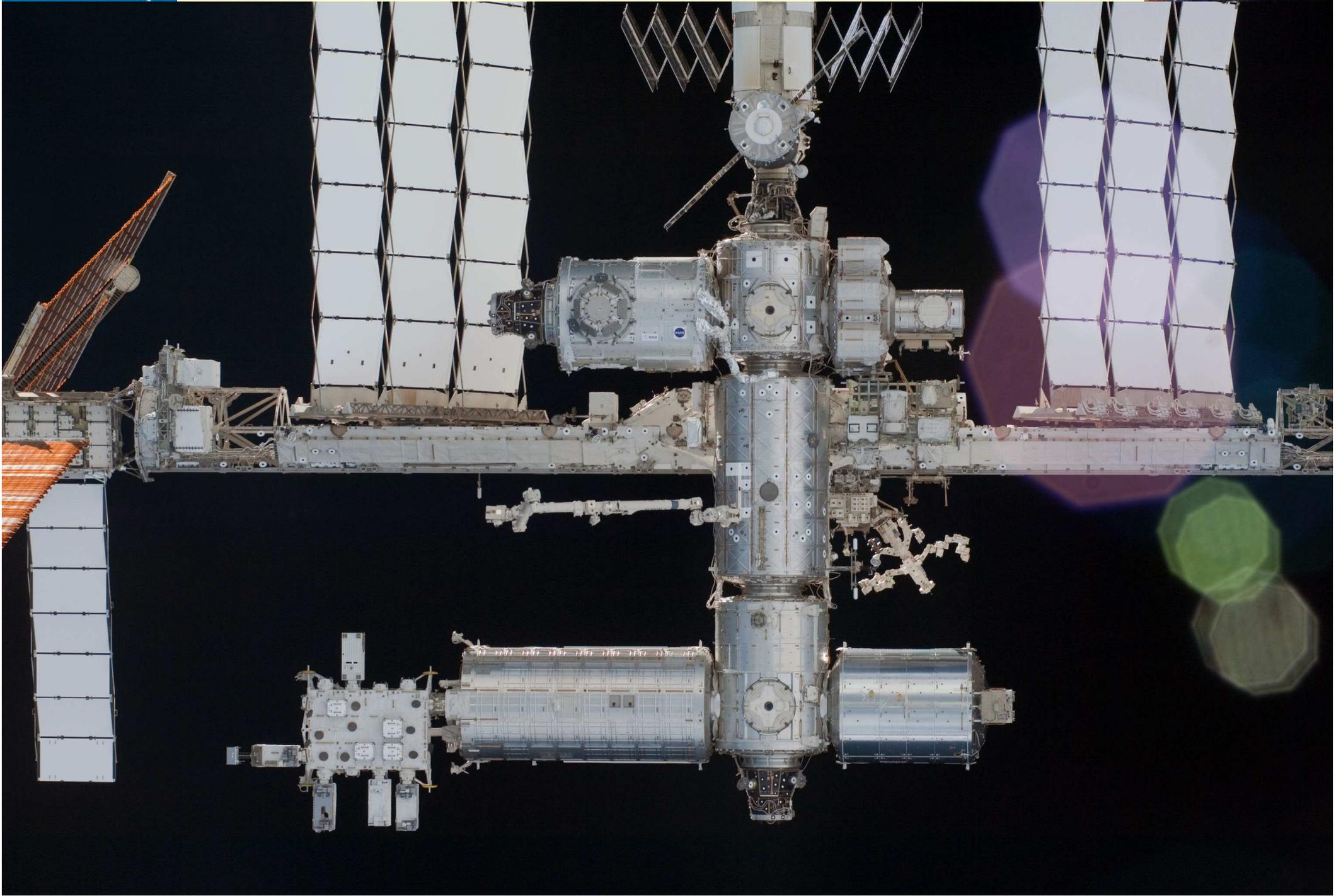




- ★ Les Russes ajoutent en Novembre 2009 un module Poisk ou MRM2) devant remplacer à terme le module Pirs, dont il s'inspire car arrivé en fin de vie.
- ★ Ce module doit permettre l'arrimage de vaisseaux spatiaux et la sortie de cosmonautes russes pour EVA.

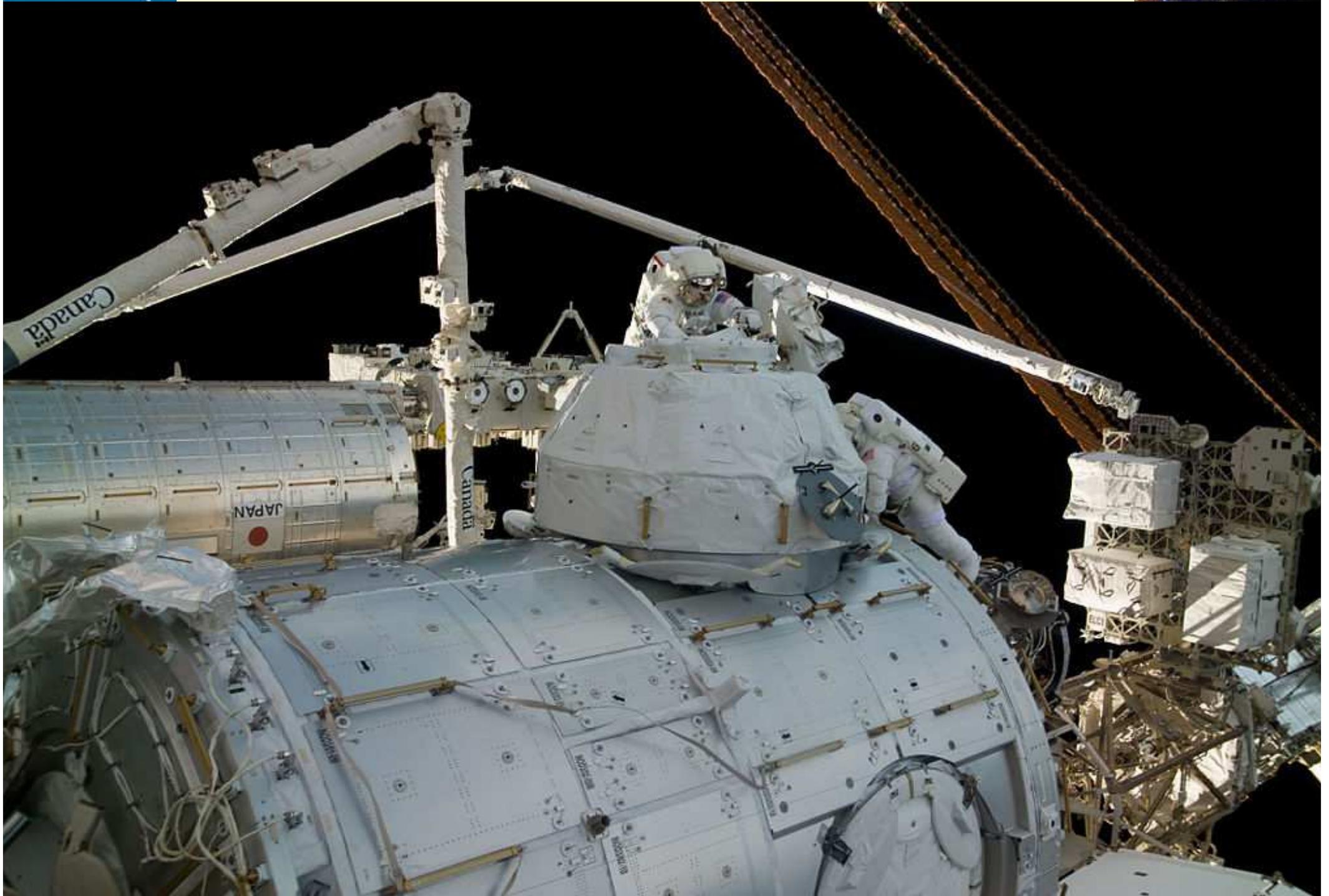


- ★ Le 8 Février 2010, la navette Endeavour (mission STS 130) se dirige vers l'ISS avec deux nouveaux modules européens : l'élément de jonction Node-3 baptisé **Tranquility**, et la coupole (**Cupola**). Ces deux éléments mettent un point final à la construction de l'ISS.
- ★ De plus Node-3 se charge de l'élimination du CO₂ à bord de la station, de la production d'oxygène et du recyclage de l'eau. non négligeable aussi, cet élément comportedes toilettes supplémentaires, nécessaires quand 6 astronautes sont à bord en permanence.
- ★ À ce noeud-3 sera attachée la **fenêtre panoramique d'observation** (la coupole ou Cupola) qui en plus d'observer la Terre devrait aussi permettre de surveiller et commander les manœuvres des bras télémanipulateurs.



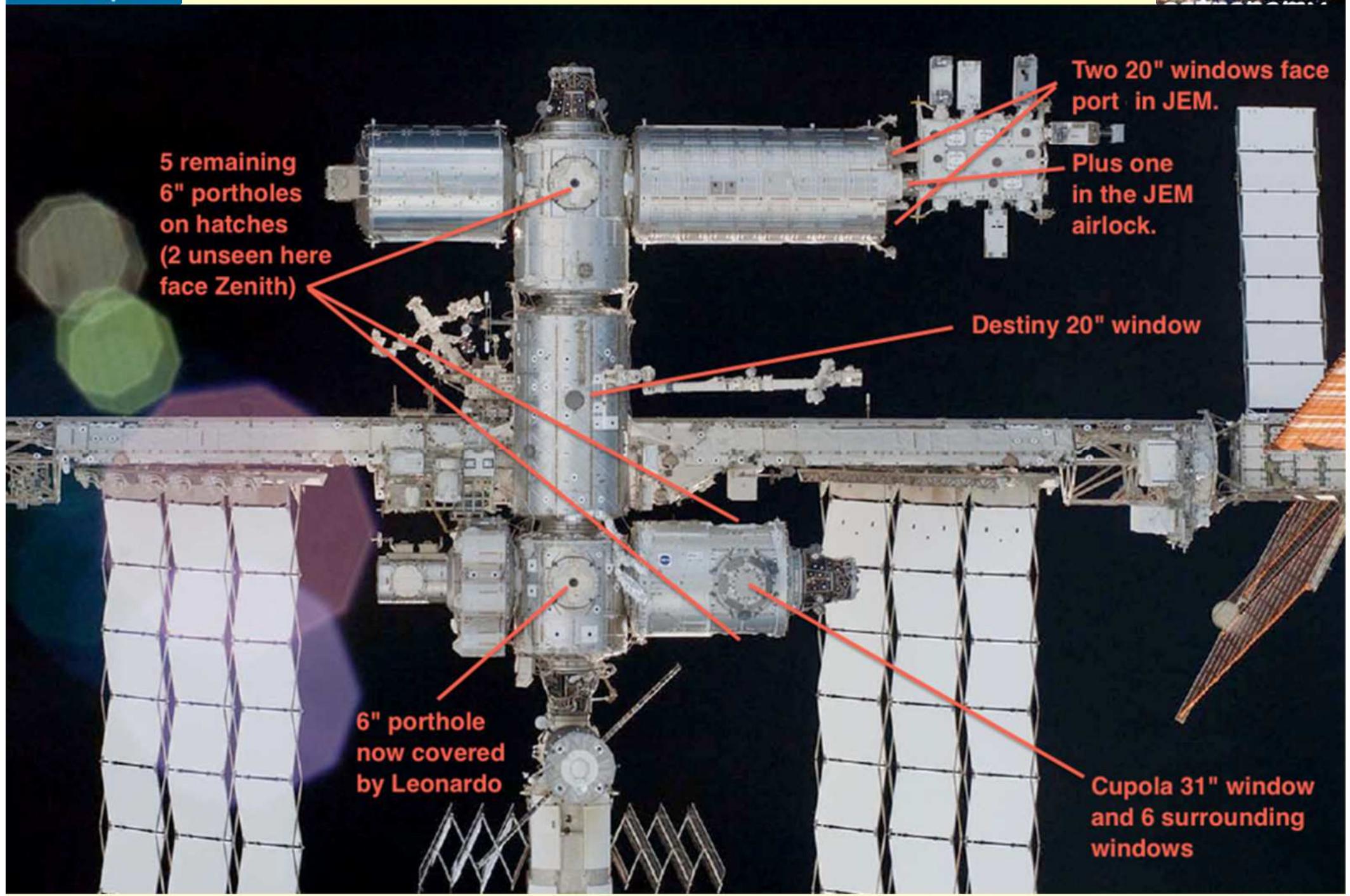
S130E012215

© Jean-Pierre MARTIN www.planetastronomy.com









5 remaining
6" portholes
on hatches
(2 unseen here
face Zenith)

Two 20" windows face
port in JEM.

Plus one
in the JEM
airlock.

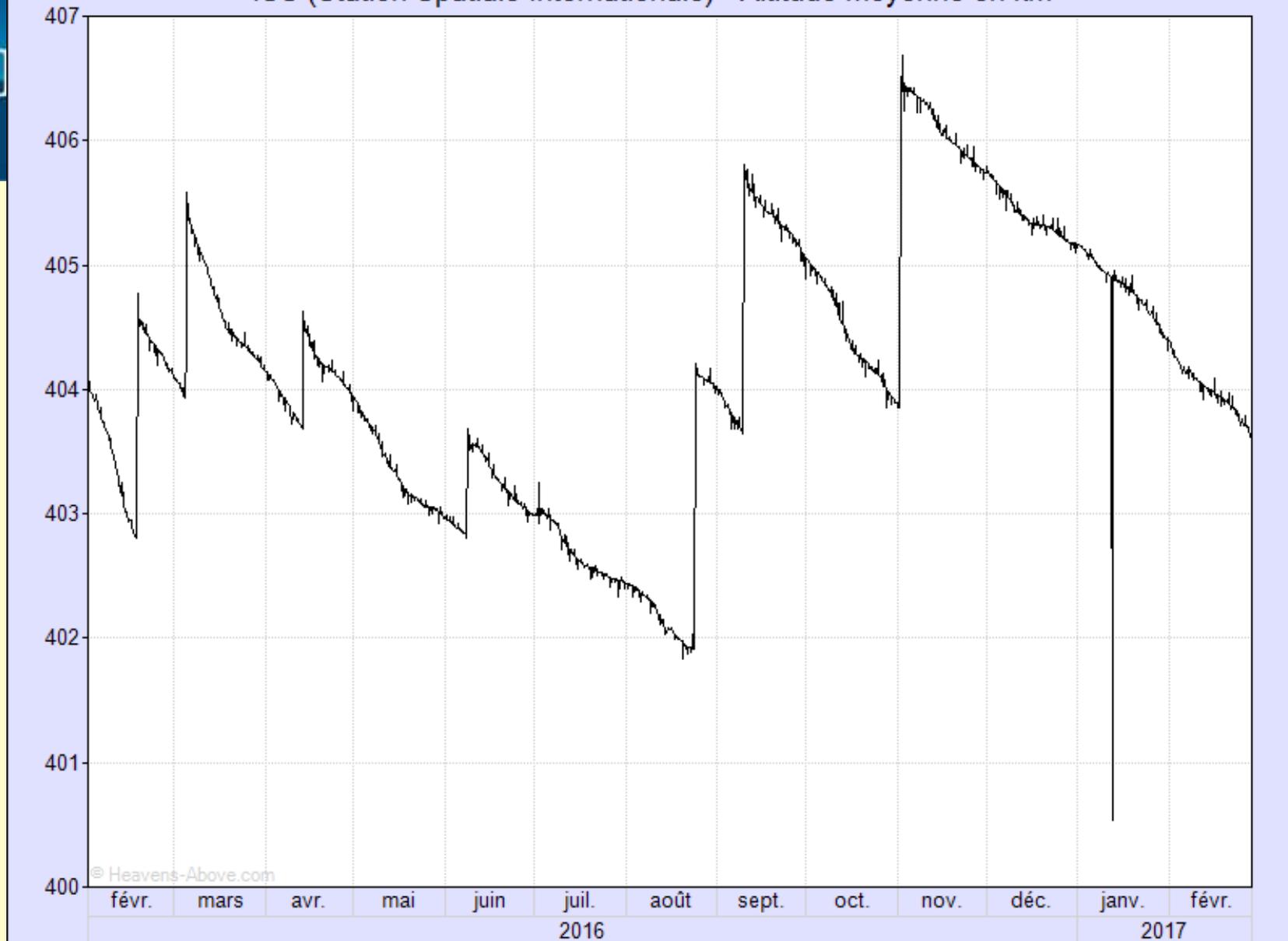
Destiny 20" window

6" porthole
now covered
by Leonardo

Cupola 31" window
and 6 surrounding
windows

ET LA TRAÎNÉE ATMOSPHERIQUE ?

- ★ Même à cette altitude, l'atmosphère existe, elle est très ténue, mais présente et produit une traînée sur l'ISS qui inmanquablement la fait redescendre sur Terre. De plus cette traînée n'est pas constante, elle dépend aussi de l'activité solaire.
- ★ L'ordre de grandeur de perte d'altitude est **approx. 100m/jour ou quelques km par mois.**
- ★ C'est bien sûr inacceptable, il faut de façon permanente rehausser l'orbite de la station.
- ★ Plusieurs possibilités existent : les cargos Progress, les ATV européens, le cargo japonais HTV, et les modules Zvezda et Zarya en secours. Ces différents vaisseaux/modules sont équipés de moteurs permettant l'augmentation de vitesse de la station, remontant ainsi son orbite de quelques km. De plus ces moteurs peuvent aussi être actionnés en cas d'alerte collision avec des débris spatiaux.

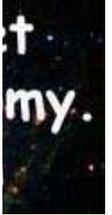


- * altitude l'ISS au cours de l'année 2016, chaque discontinuité correspond à un allumage de moteurs.
- * graphique : crédit Heavens Above

★ Comment voir l'ISS : [heavensabove](https://heavensabove.com/) : rentrer le lieu

★ <https://heavensabove.com/?lat=48.8567&lng=2.3515&loc=Paris&alt=0&tz=CET>





ISS (Station Spatiale Internationale) - Passages visibles

[Page principale](#) | [Info](#) | [Orbite](#) | [Rapprochements avec d'autres objets](#)

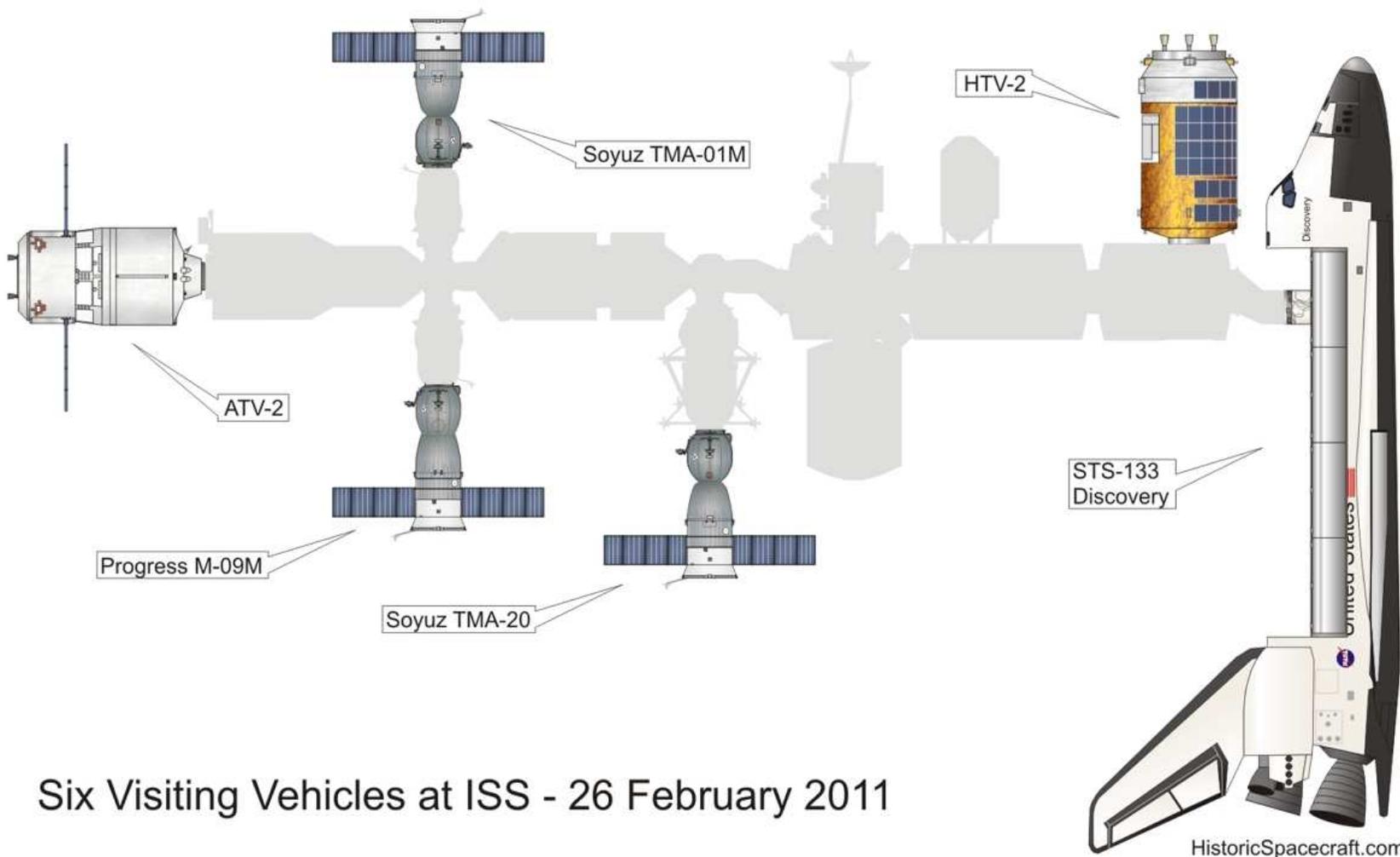
De: lundi 10 mai 2021 00:00  
 A: jeudi 20 mai 2021 00:00
 Orbite: 417 x 421 km, 51,6° (époque: 10 mai)

Inclure les passages: visibles tous

Cliquez sur la date pour obtenir la carte du ciel et autres détails du passage

Date	Luminosité (mag)	Début			Culmination			Fin			Type de passage
		Heure	Elev	Az	Heure	Elev	Az	Heure	Elev	Az	
10 mai	-3,1	02:50:22	55°	NE	02:50:22	55°	NE	02:53:13	10°	ENE	visible
10 mai	-2,9	04:23:35	10°	ONO	04:26:55	51°	N	04:30:14	10°	E	visible
11 mai	-1,8	02:04:20	23°	ENE	02:04:20	23°	ENE	02:05:46	10°	ENE	visible
11 mai	-2,9	03:37:16	19°	ONO	03:39:24	50°	N	03:42:42	10°	ENE	visible
11 mai	-3,7	05:13:01	10°	ONO	05:16:26	84°	NNE	05:19:49	10°	ESE	visible
12 mai	-0,9	01:18:16	10°	ENE	01:18:16	10°	ENE	01:18:19	10°	ENE	visible
12 mai	-3,0	02:51:11	42°	NO	02:51:53	52°	N	02:55:12	10°	ENE	visible
12 mai	-3,4	04:25:35	10°	ONO	04:28:58	67°	NNE	04:32:20	10°	E	visible
13 mai	-2,8	02:05:00	47°	NE	02:05:00	47°	NE	02:07:43	10°	ENE	visible
13 mai	-3,1	03:38:07	10°	ONO	03:41:28	57°	N	03:44:49	10°	E	visible
13 mai	-3,6	05:15:01	10°	ONO	05:18:18	51°	SSO	05:21:36	10°	SE	visible
14 mai	-2,0	01:18:37	26°	ENE	01:18:37	26°	ENE	01:20:15	10°	ENE	visible
14 mai	-2,9	02:51:30	16°	ONO	02:53:58	51°	N	02:57:16	10°	E	visible
14 mai	-3,9	04:27:31	10°	ONO	04:30:55	73°	SSO	04:34:16	10°	ESE	visible
14 mai	-2,6	22:50:12	10°	SSO	22:52:53	23°	SE	22:55:37	10°	E	visible
15 mai	-3,8	00:26:02	10°	OSO	00:29:25	87°	NNO	00:32:48	10°	ENE	visible
15 mai	-2,9	02:03:07	10°	ONO	02:06:26	50°	N	02:09:45	10°	ENE	visible
15 mai	-3,8	03:40:04	10°	ONO	03:43:27	84°	NNE	03:46:51	10°	ESE	visible
15 mai	-2,6	05:17:13	10°	O	05:19:59	24°	SO	05:22:46	10°	SSE	visible
15 mai	-2,0	22:03:36	10°	S	22:05:38	15°	SE	22:07:41	10°	E	visible
15 mai	-3,9	23:38:37	10°	OSO	23:41:58	70°	SSE	23:45:20	10°	ENE	visible
16 mai	-2,9	01:15:36	10°	O	01:18:54	52°	N	01:22:14	10°	ENE	visible
16 mai	-3,5	02:52:37	10°	ONO	02:55:59	67°	NNE	02:59:21	10°	E	visible
16 mai	-3,2	04:29:34	10°	O	04:32:41	35°	SSO	04:35:47	10°	SSE	visible
16 mai	-3,6	22:51:19	10°	SO	22:54:34	49°	SSE	22:57:51	10°	ENE	visible
17 mai	-3,1	00:28:03	10°	O	00:31:24	57°	N	00:34:44	10°	ENE	visible
17 mai	-3,1	02:05:09	10°	ONO	02:08:30	57°	N	02:11:50	10°	E	visible

- ★ ISS Tour: Kitchen, Bedrooms & The Latrine Vidéo par Suni Williams commandant de l'Expedition 33. (8 min) si on a le temps



Six Visiting Vehicles at ISS - 26 February 2011

- ★ Position de six vaisseaux stationnés à l'ISS le 26 Février 2011 ; on reconnaît la navette amarrée au module Harmony, un cargo japonais HTV au module japonais Kibo, deux Soyuz et un Progress amarrés à la partie russe, ainsi qu'un ATV aussi à la partie russe. Dessin : HistoricSpacecraft.com

The system we're retiring ...

The origin of ideas were that the shuttle would fly into space about every two weeks, at about \$200 million for today's dollars per mission. Today's shuttle flights have averaged about \$1.5 billion per mission, with more needed to refurbish each orbiter between missions. But the ability to land 100,000 pounds of payload into orbit — and when time breaks apart if necessary — is a huge asset that will be tough to replace.

TILES
Five acres of the space shuttle system represented a huge load of excavation, or sweat, over 15 months during their development. But the idea of a reusable heat shield is still a hot topic. The idea of a reusable heat shield is still a hot topic. The idea of a reusable heat shield is still a hot topic. The idea of a reusable heat shield is still a hot topic.

CREW
For this mission, Atlantis will carry a crew of only two. Full missions have normally carried seven astronauts. The more baggage, the more the shuttle crew and passengers use the space. Today's shuttle missions have normally carried seven astronauts. The more baggage, the more the shuttle crew and passengers use the space.

CARGO
This orbiter will carry a whole lot of food and supplies for the International Space Station as well as some spare parts. Previous missions have delivered such heavy payload cargo including the Hubble Space Telescope, the Galileo probe to Jupiter, international and military satellites and every major piece of the International Space Station.

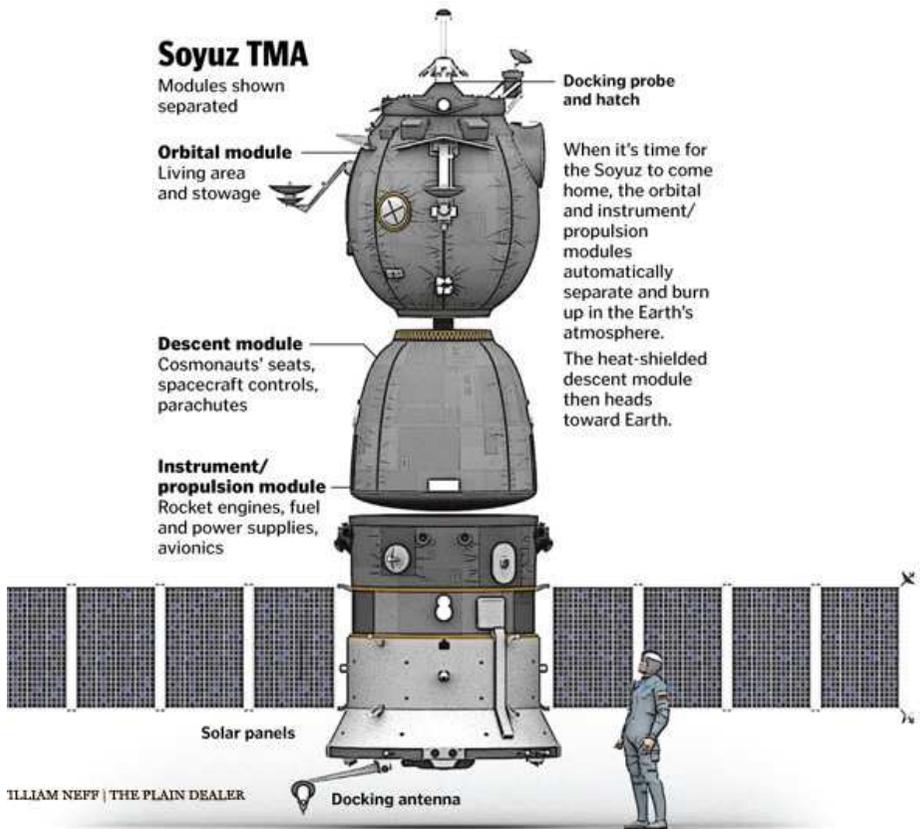
REUSABLE ENGINES
This idea was an early priority and an effort to develop, at the time, the reusable first-stage motor, the reusable solid rocket engine. It had never been tried. A shuttle engine needs to run full blast for more than eight minutes on every flight. It has to be able to start back up after the shuttle is in orbit. It has to be able to shut down. It has to be able to start up again. It has to be able to shut down again. It has to be able to start up again. It has to be able to shut down again.

EXTERNAL FUEL TANK
The biggest single component of the shuttle system is the tank that is not reused. Once the shuttle's engines have used the external tank's 536,000 gallons of liquid oxygen and liquid hydrogen, the tank is jettisoned. It breaks apart in the atmosphere and is burned up in the ocean.



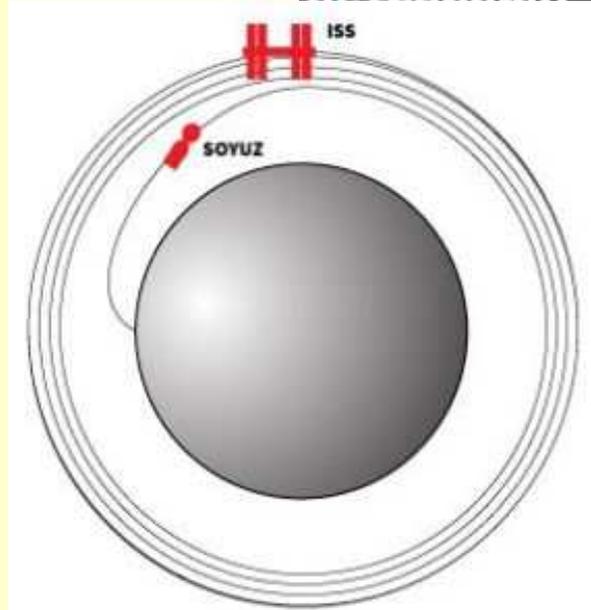
SOLID ROCKET BOOSTERS
These were not a new idea when the shuttle was first designed. But using them as a means of propulsion was. Yes, they're cheaper than liquid-fueled rockets — but they're also a pain in the neck to get them down if something goes wrong. The boosters designed for the shuttle program are the largest solid-fueled rockets ever flown. Success on the parts between segments resulted in the 2000 Challenger explosion. Today's shuttle will use an extensively redesigned version.

- ★ Space Shuttle ou STS (Space Transportation System) a été développé après la fin du programme lunaire Apollo. Ce programme était très ambitieux à l'origine, mais son coût a joué sur son destin, en plus des problèmes techniques qui sont apparus.
- ★ Le premier vol date de 1981 et le dernier de 2011 après **135 missions**. Rappelons deux échecs cuisants qui ont coûté la vie aux équipages : Challenger en 1986 et Columbia en 2003. Deux navettes détruites sur une flotte de 5, ça fait beaucoup.
- ★ Bref après avoir réparé tous les défauts qui étaient la cause des accidents, la navette est mise au rebut !
- ★ Néanmoins elle a pleinement rempli son rôle de transporteur d'éléments constitutifs de l'ISS et de visites d'astronautes.



- ★ C'est **la 2CV de l'espace**, ce vaisseau qui signifie union en russe, a été développé par le génial Korolev pour succéder aux premiers vaisseaux russes ayant emporté Gagarine et Leonov. Il a subi de nombreuses évolutions et modifications au cours de sa longue carrière, et jusqu'à 2019 c'était le seul vaisseau permettant d'amener des hommes vers l'ISS et les américains étaient obligés de l'utiliser (contre paiement !) depuis qu'ils ont remisé la navette au musée.
- ★ Ce vaisseau de 9m et de plus de 7 tonnes, emporte trois astronautes et comprend trois parties (voir schéma) :
 - ★ • Un module de service dans la partie basse (moteur fusée, électronique...)
 - ★ • Un module d'atterrissage qui comprend les sièges des astronautes et dans lesquels ils sont assis pour le décollage. Cette partie se détache lors de la rentrée dans l'atmosphère
 - ★ • Un module orbital permettant de se dégoûdir les jambes pendant le vol. Ce module est équipé du système de rendez vous et d'amarrage automatique (KURS) à l'ISS ainsi que le passage permettant d'entrer dans l'ISS. Il est équipé de panneaux solaires.

- * La pression de l'air à l'intérieur est inférieure à la pression atmosphérique de l'ISS, et généralement il faut attendre un peu avant d'ouvrir l'écotille vers l'ISS pour égaliser les pressions. Un système de valve avec l'extérieur est activé lors de la procédure d'atterrissage afin là aussi d'égaliser les pressions ; c'est ce qui avait causé le malheur de Soyuz11.
- * Le temps de vol vers l'ISS a été pendant très longtemps de deux jours afin d'économiser le carburant pour les changements d'orbite, néanmoins, récemment, cette **durée a été ramenée à 6 heures**.
- * Les Soyuz servent de véhicule de secours à l'ISS, il y en a toujours au moins deux d'amarrés, mais il ne faut pas oublier qu'ils ont **une durée de vie dans l'espace ; elle est de 6 mois** car les réservoirs de carburants ne sont pas parfaitement étanches.
- * Le retour sur terre s'effectue par parachute et rétro fusée qui se déclenche à 1m du sol, les sièges moulés aident à absorber le choc. C'est un atterrissage très viril par rapport à la navette et même par rapport à Apollo.
- * Les vaisseaux Soyuz sont lancés par la fusée la plus fiable du monde et la plus utilisée, la fusée qui porte le même nom : Soyuz. Elle a déjà effectué près de 1800 lancements avec un très fort taux de succès.



L'ATTERRISSAGE « VIRIL » DU SOYUZ DE T. PESQUET

1. Le départ

A 12 h 47 (heure de Paris), le vaisseau Soyuz (avec à son bord **Thomas Pesquet** et son collègue russe) **quitte l'ISS** et allume ses moteurs brièvement pour **s'éloigner de la station**.



2. Le désorbitage

Deux heures plus tard, Soyuz active ses fusées pendant 5 minutes pour quitter son orbite et **engager sa descente vers la Terre**. Ce changement de trajectoire est automatisé mais **l'équipage peut prendre les commandes** en cas d'urgence.



3. L'entrée dans l'atmosphère

Trente minutes avant l'atterrissage (140 km d'altitude), **Soyuz se sépare en 3 parties** : le module orbital et celui d'équipement qui vont se désintégrer et **le module de descente** (avec l'équipage).

Au contact de l'atmosphère, l'extérieur de la capsule, protégée par un bouclier thermique, **atteint 2 000 °C**. La liaison avec la Terre est coupée.



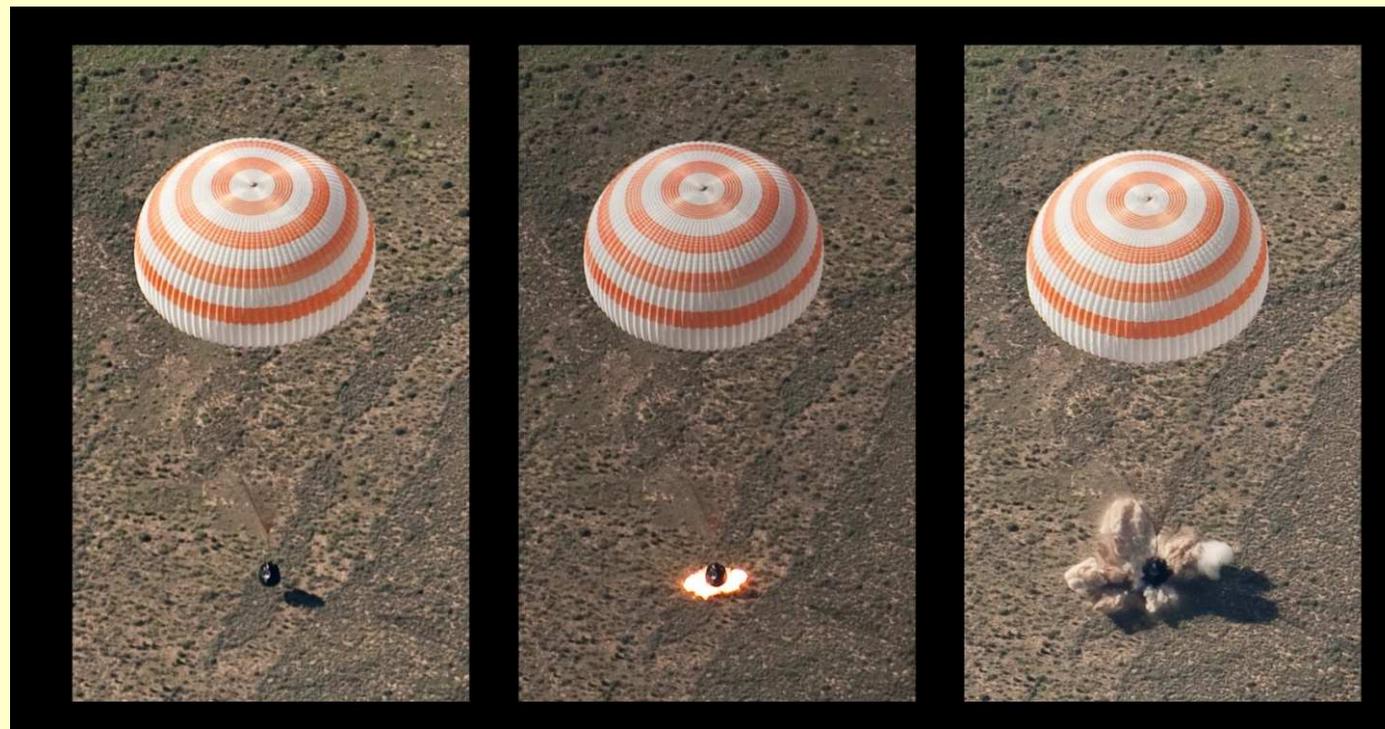
4. L'atterrissage

A 10,5 km du sol, la capsule déploie **ses parachutes**, passant de 28 000 km/h à 800 km/h.

A 8,5 km d'altitude, la **grande voile de 1 000 m² se déploie**, la ralentissant à 22 km/h. Le bouclier thermique **est largué**.

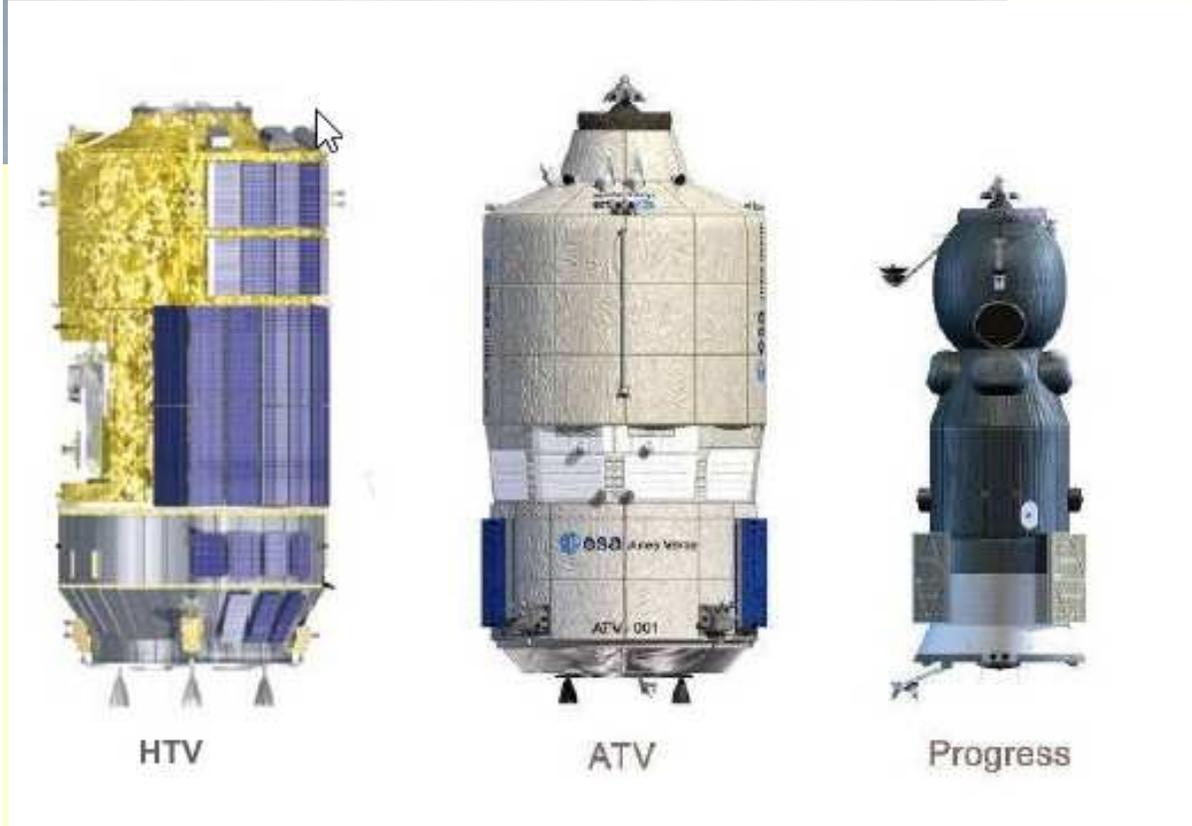
Pour amortir l'impact, les **6 rétrofusées s'allument** à 70 cm du sol.

La capsule de 3 m² se pose à environ 5 km/h. L'arrivée est prévue à 16 h 9 au Kazakhstan.





LES CARGOS



HTV

ATV

Progress

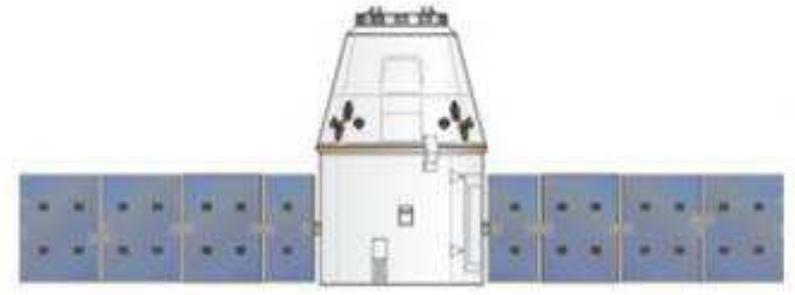




Cygnus



Enhanced Cygnus



Dragon

HistoricSpacecraft.com 



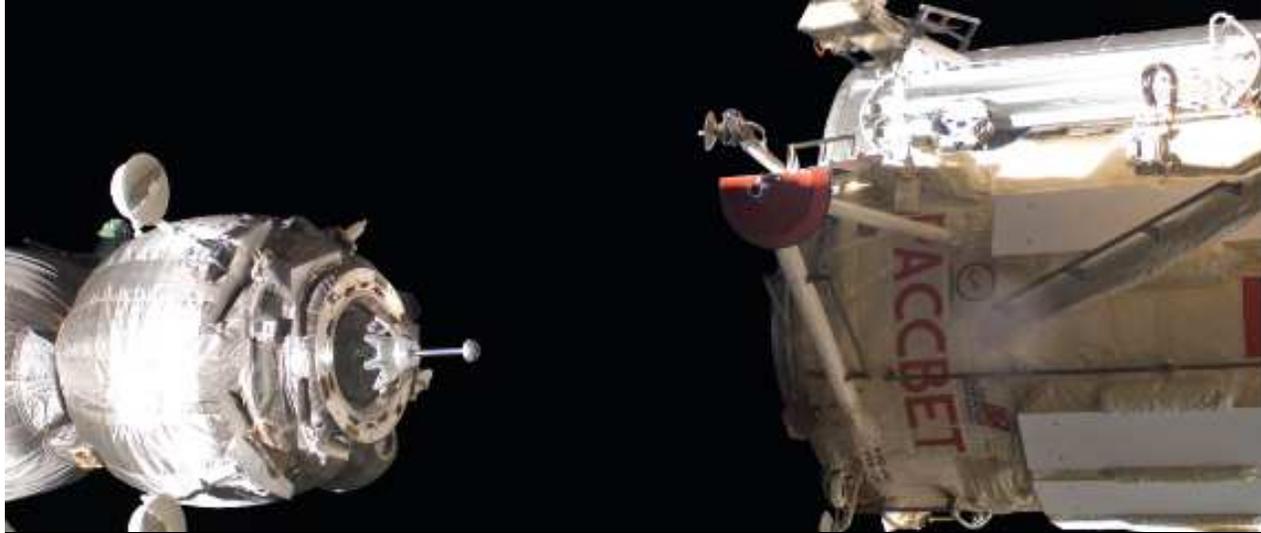




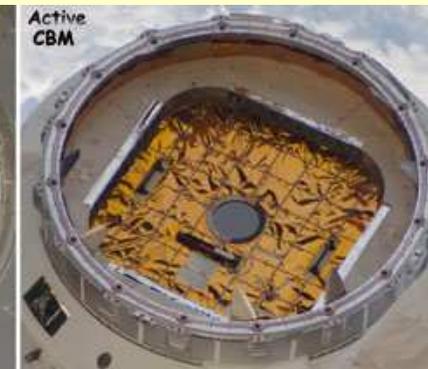
LES PORTS D'AMARRAGE DANS L'ISS



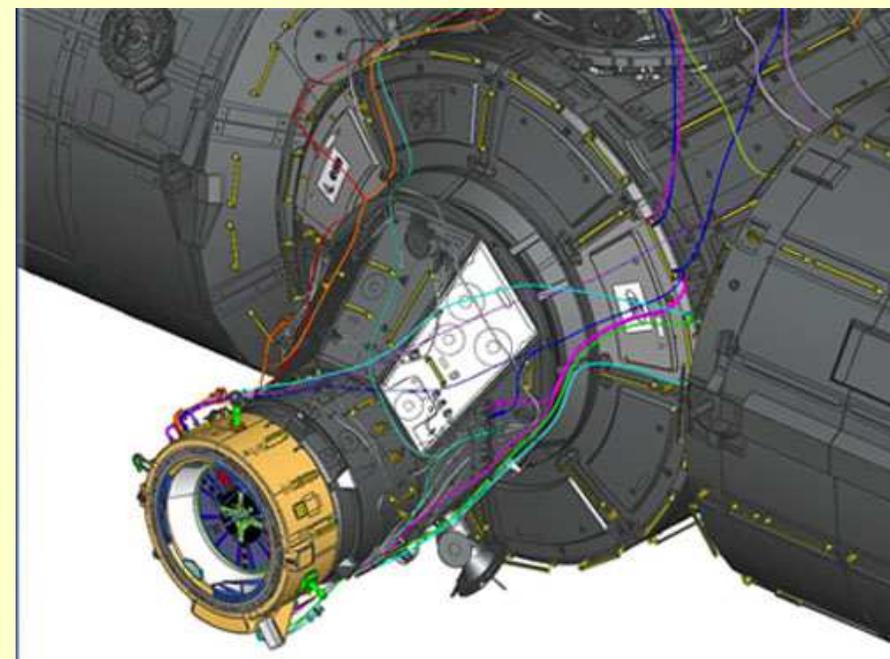
- * On distingue, au moins en anglais, deux notions d'amarrage. « **docking** » qui correspond à un amarrage actif, c'est-à-dire que le vaisseau effectue lui-même des manœuvres pour s'amarrer à la station et « **berthing** » (accostage pour faire la différence avec amarrage ?) qui correspond à un amarrage passif, le vaisseau s'approche de la station et par exemple un bras de la station vient le saisir et le place à l'endroit désiré.
- * Les systèmes peuvent être androgynes (à la fois mâle et femelle) ou non androgynes (mâle ou femelle).
- * Les systèmes d'amarrage sont relativement petits afin de minimiser les variations thermiques lors du contact.
- * Sur l'ISS, il existe les systèmes suivants pour les vaisseaux de transport d'astronautes ou de fret :
 - * · Le système d'amarrage russe (SSVP en russe) qui est non androgyne. il y en a 4 sur l'ISS, c'est le système le plus ancien, des Soyuz, Progress et ATV par exemple.
 - * · Le système d'amarrage de la navette spatiale APAS 95 (Androgynous Peripheral Assembly System) androgyne
 - * · Le système d'amarrage cargo CMB (Common Berthing Mechanism) pour HTV, Dragon et Cygnus
 - * · Le futur système d'amarrage américain le NDS (Nasa Docking System) pour les futurs vols habités Orion etc..



On distingue, au moins en anglais, deux notions d'amarrage. « **docking** » qui correspond à un amarrage actif, c'est-à-dire que le vaisseau effectue lui-même des manœuvres pour s'amarrer à la station et « **berthing** » (accostage pour faire la différence avec amarrage ?) qui correspond à un amarrage passif, le vaisseau s'approche de la station et par exemple un bras de la station vient le saisir et le place à l'endroit désiré.



- ✦ Le futur système d'amarrage pour les vols humains, le NDS.
- ✦ Le NDS (Nasa Docking System) va être utilisé par les nouvelles capsules transportant des astronautes comme Orion (Nasa) ; Starliner (Boeing CST-100) ou par la nouvelle capsule Dragon 2.
- ✦ Ce système nécessite l'emploi d'un adaptateur IDA (International Docking Adapter) qui s'installe sur les ports PMA-2 (Forward) et PMA-3 (Zénith) du module Harmony, afin de convertir le système APAS-95 en ce nouveau système.
- ✦ C'est un système androgyne de 80cm de diamètre qui autorise les deux types d'amarrages de vaisseaux cargo ou avec astronautes. Il permet le transfert de carburant, d'air, d'électricité, et des communications et eau dans le futur.
- ✦ Ce système devrait permettre l'amarrage de vaisseaux US à des ports russes.



LES NOUVEAUX VISITEURS



- ★ Orion de la NASA
- ★ Crew Dragon de SpaceX
- ★ Starliner de Boeing
- ★ Ce sont les nouvelles capsules transportant des astronautes vers l'ISS (notamment)



du premier vol humain vers l'ISS avec Crew Dragon début 2020 (2 min 20) Document SpaceX



Simulation du premier vol humain vers
l'ISS avec Crew Dragon prévu pour
début 2020 (2 min 20)
Document SpaceX



Les dernières nouvelles de l'ISS

- ★ Thomas Pesquet est parti avec Crew-2 vers l'ISS le 23 Avril 2021 avec 3 autres astronautes
- ★ Arrimé et bienvenue à bord





un petit problème se pose : 11 astronautes et 6 couchettes seulement à bord de l'ISS. Comment résoudre ce problème temporaire, car 4 astronautes vont retourner sur Terre rapidement ? La NASA a la solution : les commandants des capsules Crew 1 et 2 dormiront dans leur capsule, deux lits temporaires seront utilisés et le dernier dormira dans la salle d'exercice.

SIX MOIS AVEC THOMAS PESQUET

Un portail dédié pour suivre au quotidien la deuxième mission dans l'espace de notre astronaute national

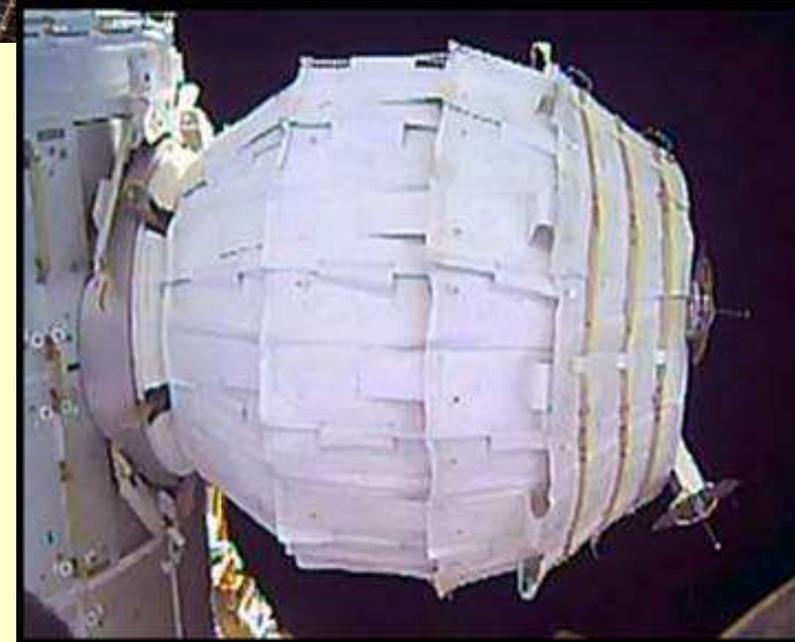
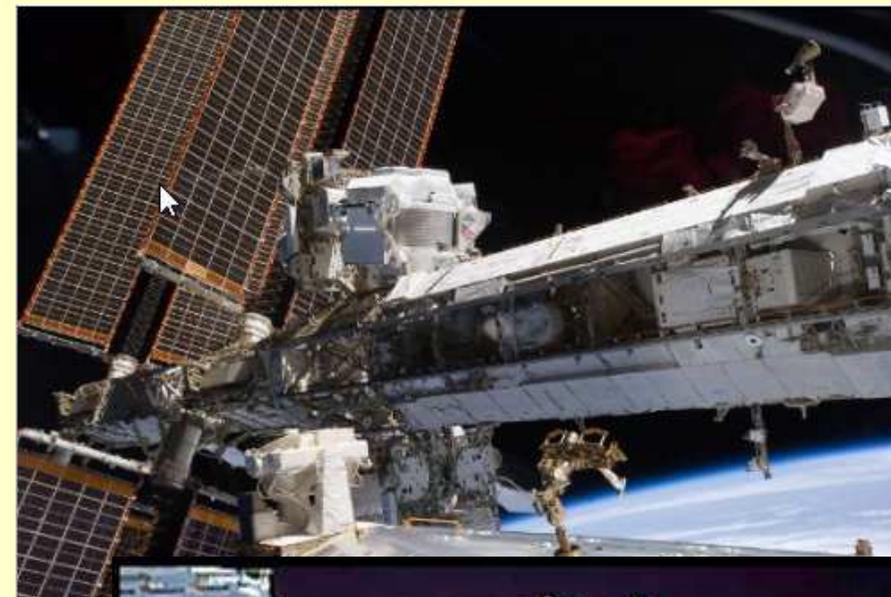
- Chiffre du jour
232
Nombre total d'expériences programmées au cours de la mission Crew 2
- Actualité et vie à bord
- Les plus beaux clichés de la Terre
- Messages à Thomas

www.saf-astronomie.fr

Dernières actualités de la mission Alpha, chiffres clé, vues de la Terre, les chroniques de l'ISS, la playlist de Thomas...

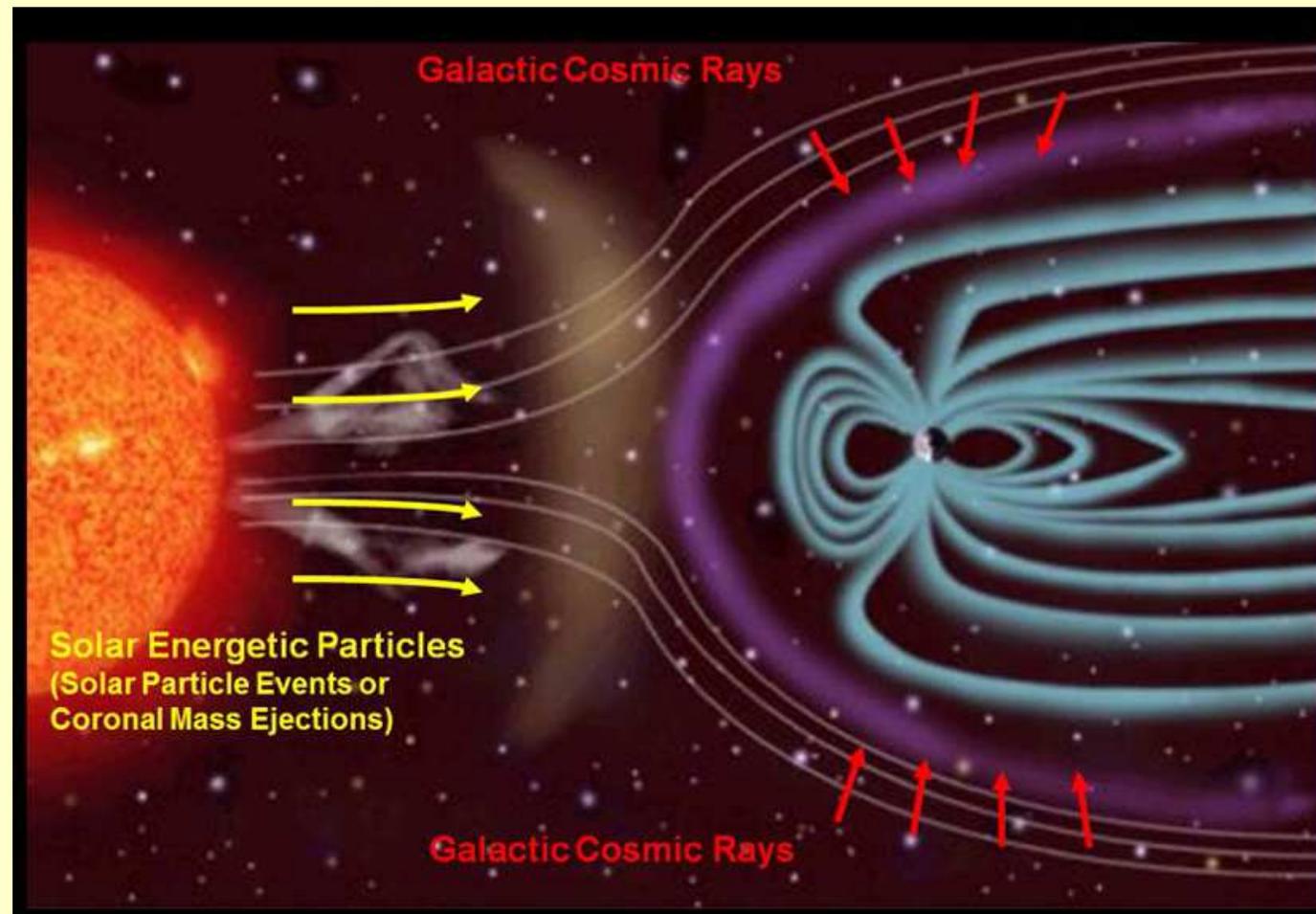
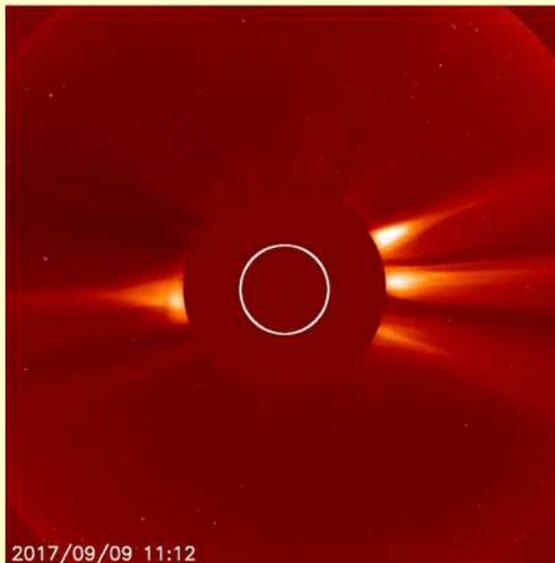


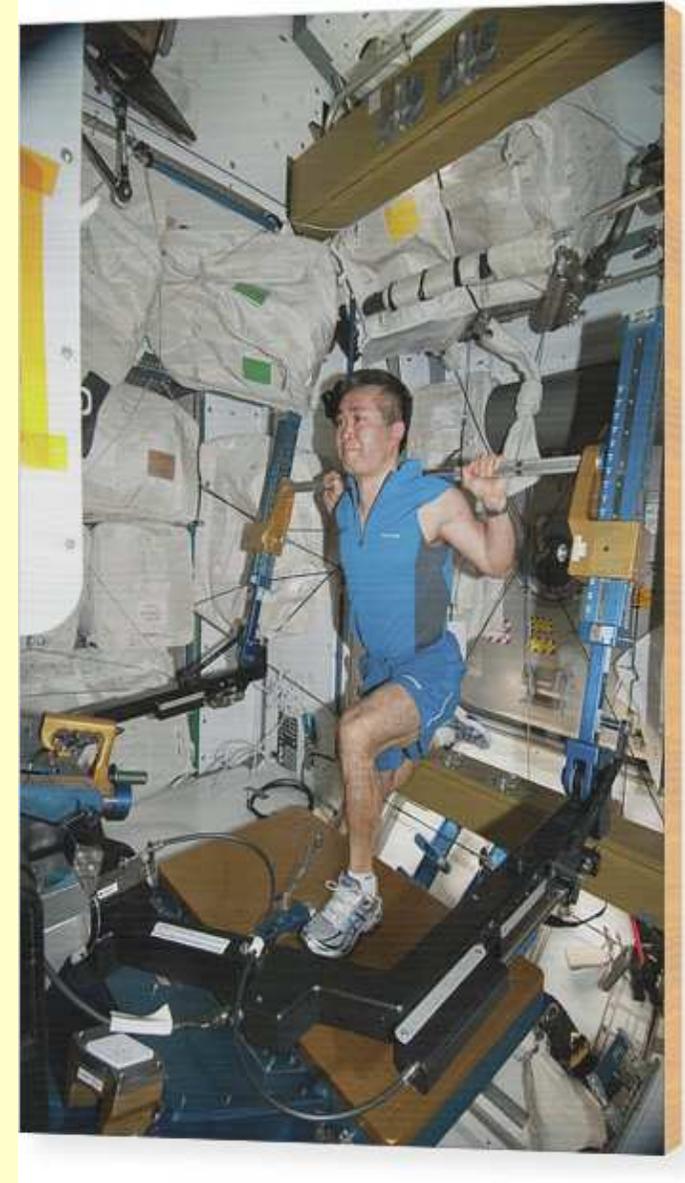
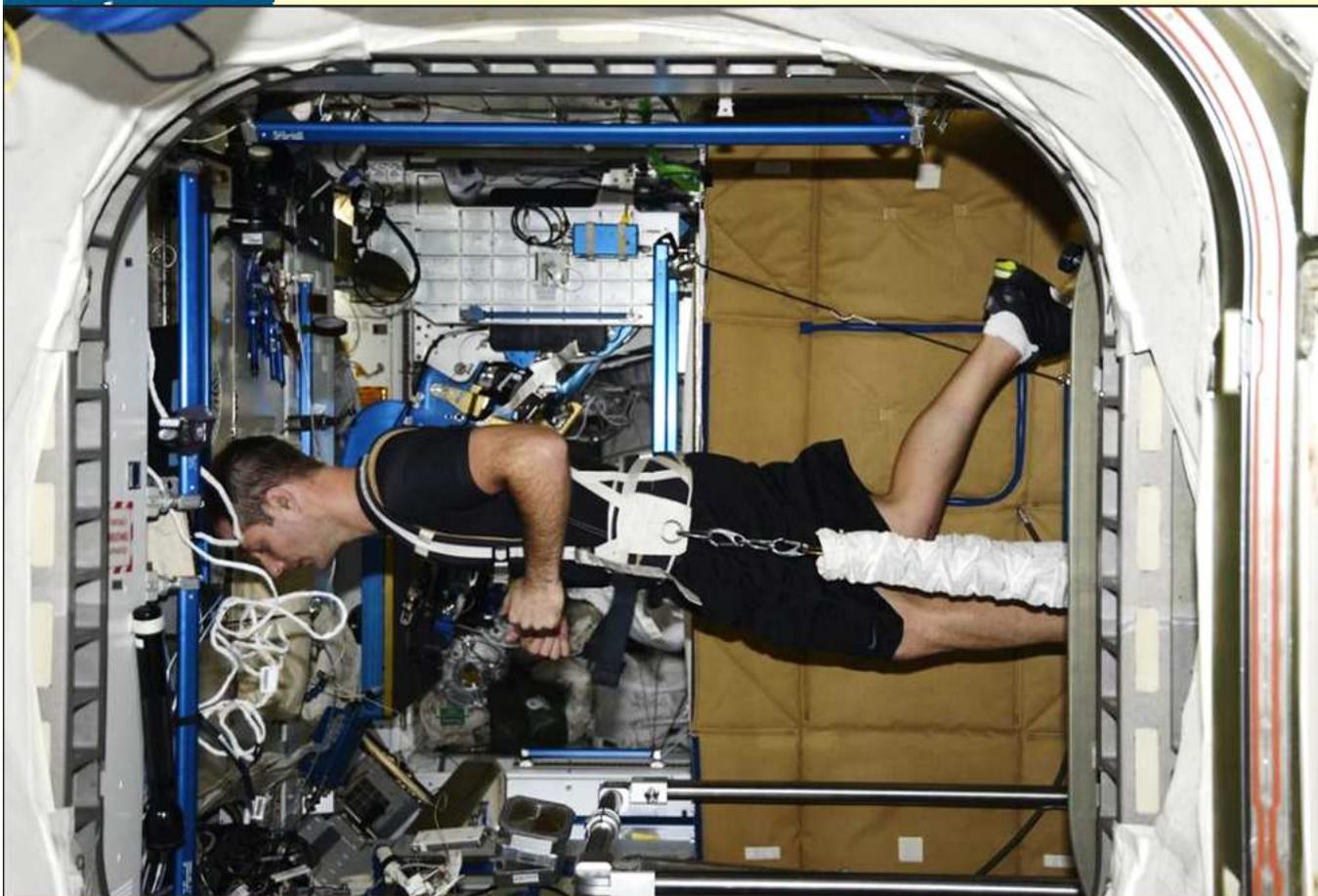
- ★ L'expérience AMS-02.
- ★ Les modules gonflables BEAM.
- ★ Robonaut 2



- ★ L'effet de la **microgravité** pour les longs séjours. Sang vers le haut, perte de Ca, allongement. Étude sur les Kelly (jumeaux) un à bord de l'ISS l'autre à Terre! L'ADN a été modifié. Déformation des globes oculaires.
- ★ La protection contre **les objets en orbite**. Les modules américains sont constitués de feuilles d'aluminium de quelques mm montées extérieurement et à 10cm de distance de la coque de l'ISS. L'inter espace rempli avec des matériaux absorbants multicouches comme du Kevlar pour augmenter l'efficacité. Certaines parties, les plus importantes, les modules habités, sont équipées extérieurement de plaques d'alu plus épaisses.
- ★ Mais un danger plus sournois les guette, **les radiations**. Plus de 6 mois exposés à cette dose de radiations, ils ont dépassé leur capital radiation pour la vie entière

- ★ Il y a principalement deux types de rayonnements dangereux
- ★ Les **rayons cosmiques galactiques** ou GCR (galactic cosmic rays), particules de haute énergie (gamma) dues aux supernovae situées hors de notre système solaire
- ★ Les **particules solaires énergétiques** ou SEP (solar energetic particles) liées aux éruptions solaires et aux éjections de masse coronale (CME) de notre Soleil (protons)



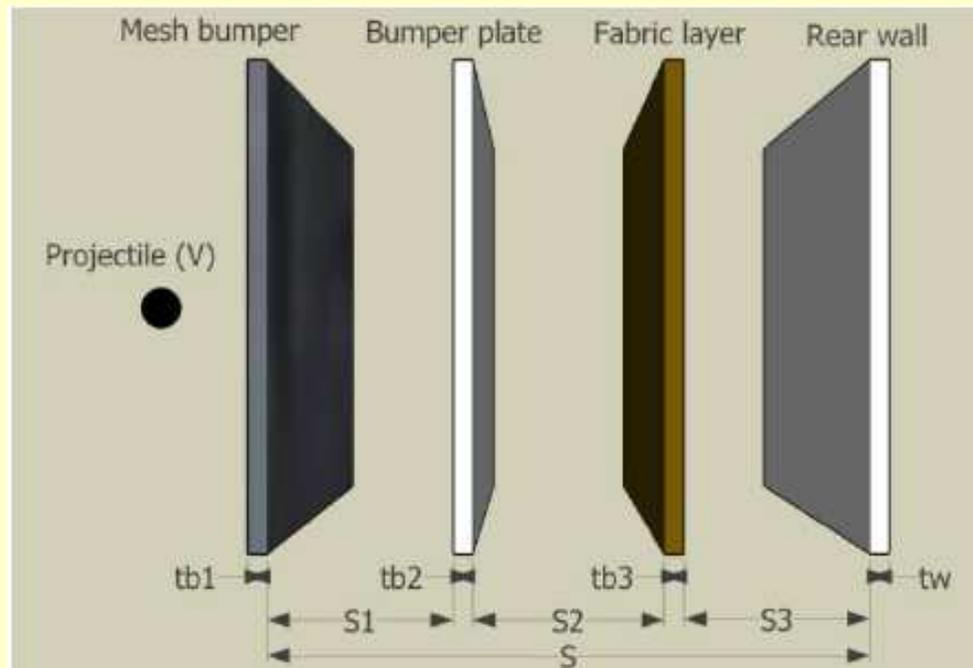


Au moins 2 heures d'exercices physiques par jour obligatoires

Le corps grandit de 5 cm en apesanteur, les os se décalcifient, l'ADN se modifie etc..

- ★ Déjà il faut distinguer entre les segments américains (USOS : US Orbital Segments) et russes (ROS : Russian Orbital Segments), bien entendu on ne parle que des sections pressurisées où les astronautes peuvent vivre.
- ★ La structure interne des segments US est principalement à base d'Aluminium à haute résistance, utilisé dans le spatial. L'extérieur de la station est aussi en Aluminium, d'une autre qualité.
- ★ Le but de cette peau externe est de briser et disperser les particules impactantes et de les réduire en particules plus fines, qui seront arrêtées par les couches suivantes. (voir slide suivante)
- ★ Quant aux segments russes, ils sont un peu différents par leur structure et comportent une structure en aluminium avec des polymères en nid d'abeille renforcés par de la fibre de carbone en sandwich. L'extérieur étant couvert d'un tissu à base de fibres de verre.

Extérieur



Alu Kevlar autre absorbant Alu

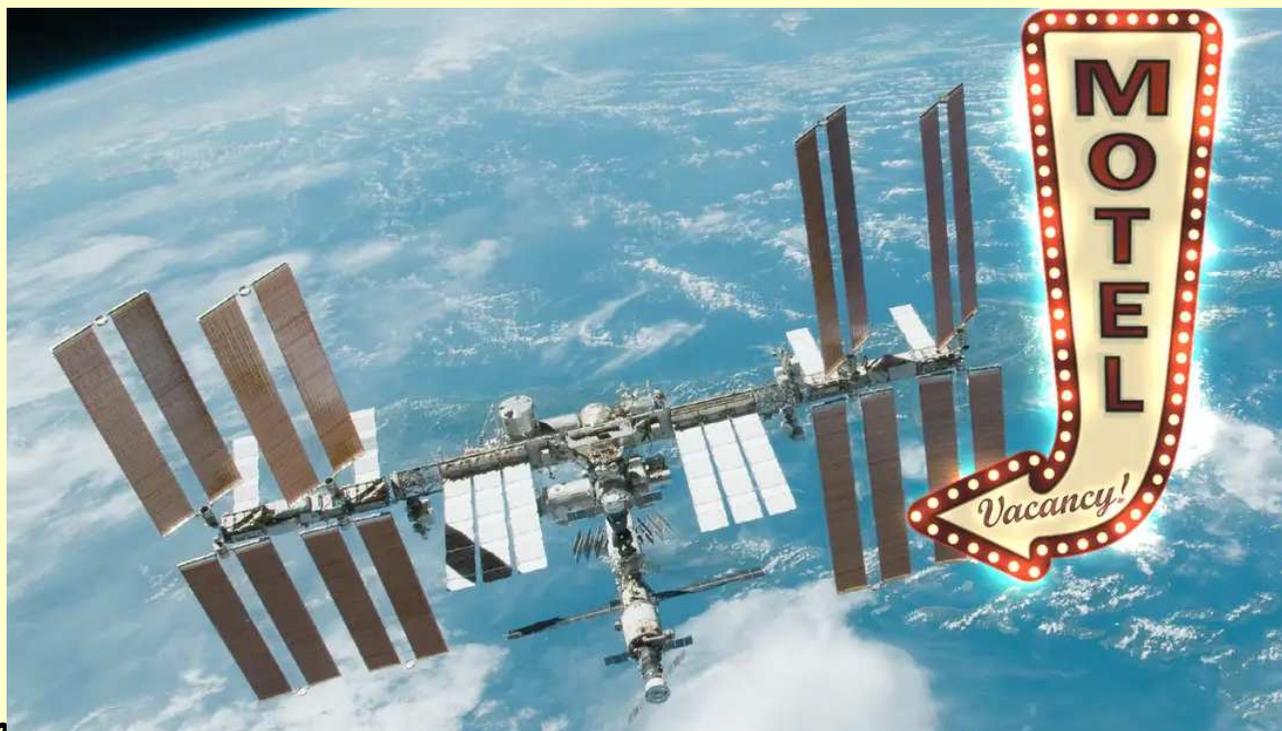
Intérieur



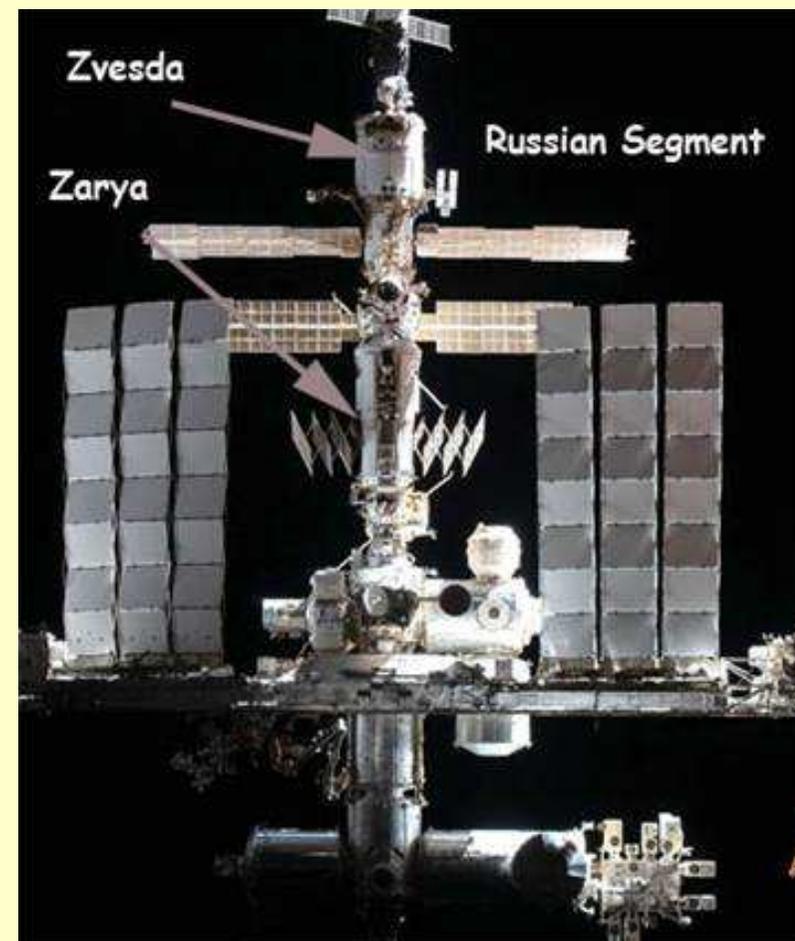
- * Entre les deux peaux d'Alu, se trouve donc une couche de **Kevlar et/ou de Nextel** (matériaux organiques à haute résistance arrêtant les microparticules brisées provenant du premier contact avec la structure externe en Alu.
- * Les **parois Alu** font approx 1 mm, entre les deux, deux fois 2,5 cm entre les absorbants. Ep totale 5 cm
- * Donc les parois dans leur ensemble sont en structure multi couches, c'est ce qui arrête le mieux les impacteurs.
- * Certaines parties de l'ISS sont couvertes extérieurement aussi de ces couvertures en Kevlar.
- * Les modules nœuds sont dans des blocs d'Alu pur



- ★ La construction de l'ISS a pris près de 13 ans, a nécessité plus de 100 lancements de fusées et 160 EVA. Le coût actuel estimé est de **100 milliards de \$**.
- ★ L'ISS a été occupée depuis l'an 2000 de façon permanente, maintenant par 6 astronautes.
- ★ Son existence est toujours remise en question dû au coût astronomique ; néanmoins, la NASA et Roscosmos ont décidé de prolonger la durée de vie de la station (cela veut dire le financement) **jusqu'en ~~2024~~, maintenant 2030**, et ceci bien que les Russes désirent construire leur propre station.
- ★ Ce serait dommage de laisser brûler dans l'atmosphère un si bel outil expérimental.
- ★ Possibilités : privatisation, hôtel de l'espace etc..



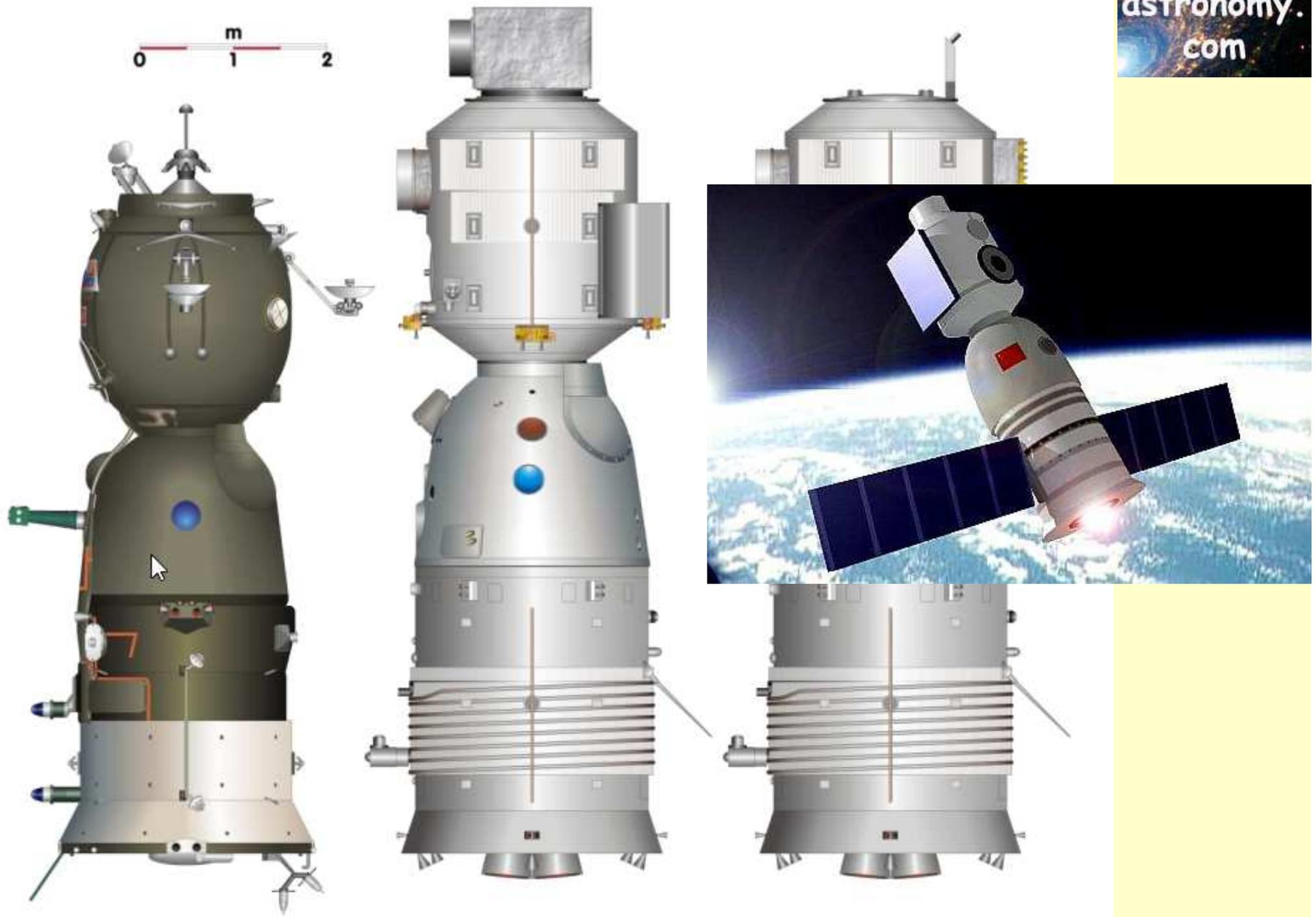
- ★ Suite au conflit Ukraino-Russe, la Russie a décidé de quitter l'ISS en 2024
- ★ Dans quelles conditions?
- ★ On n'en sait rien
- ★ Des rumeurs indiquaient qu'elle pourrait séparer la partie russe de l'ISS du reste, ou pire...
- ★ Wait and see!

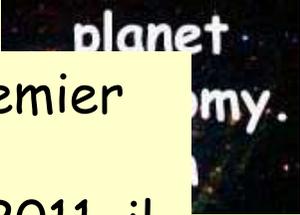
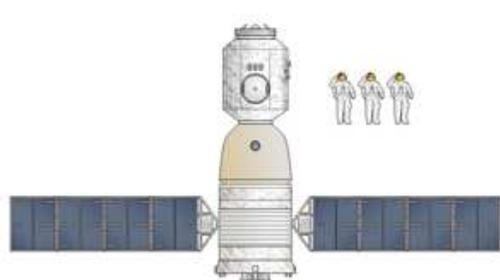


TIANGONG

LA STATION CHINOISE

- ★ On sait très peu de chose sur le programme spatial chinois, on sait seulement qu'il est très ambitieux : station spatiale permanente ; la Lune, Mars etc..
- ★ Ils travaillent depuis longtemps sur l'ébauche d'une station spatiale, qui s'inspire de celle des soviétiques, comme Saliut, leurs vaisseaux Shenzhou étant d'ailleurs des versions améliorées des Soyuz.
- ★ Rappelons que la Chine avait été exclue par les USA du programme de l'ISS de peur d'espionnage je suppose et de fuites vers une application plus militaire de l'espace

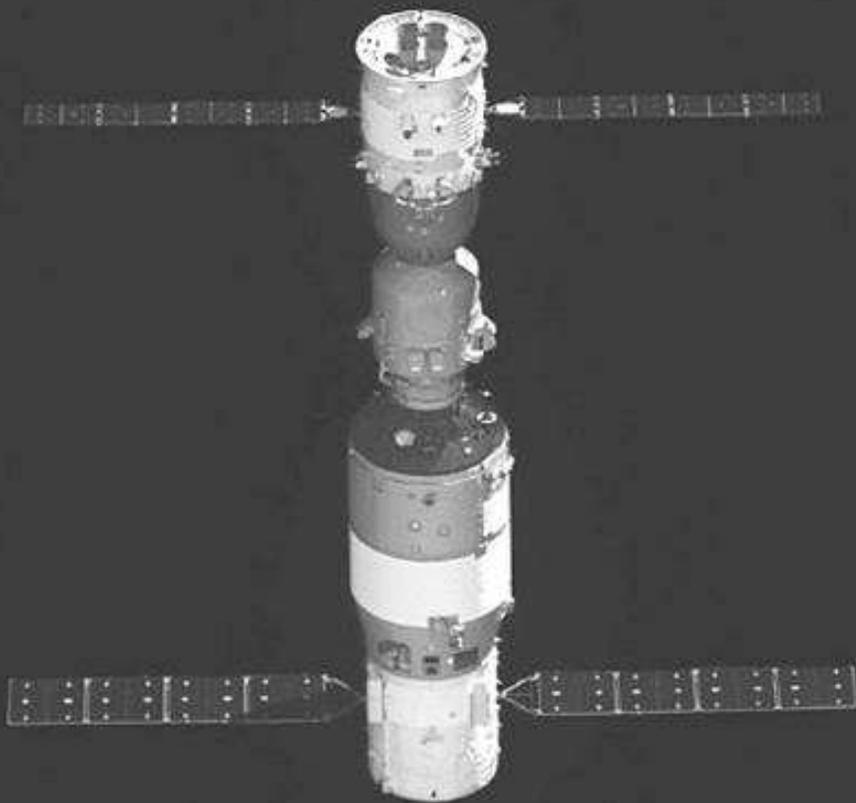




- ★ Finalement la Chine lance le premier élément de sa station orbitale Tiangong-1 (Palais Céleste) en 2011, il pèse près de 8500kg, pour comparaison, le module de base de l'ISS, Zarya a une masse double.
- ★ Un vaisseau Shenzhou 8 inhabité, est lancé quelques jours après et effectue un rendez-vous automatique avec le module Tiangong.
- ★ Ce n'est qu'en Juin 2012 que la Chine à l'aide d'une fusée « Longue Marche 2F », un nouveau vaisseau Shenzhou-9 avec pour la première fois une femme astronaute de 33 ans à bord : elle s'appelle Liu Yang, native de la province du Henan, elle est aussi pilote d'avion.



天宫二号伴星可见光相机拍摄组合体



高：419米

分辨率：10.5毫米

日高度角：74.749度

拍摄时间：2016年10月23日7时42分39秒

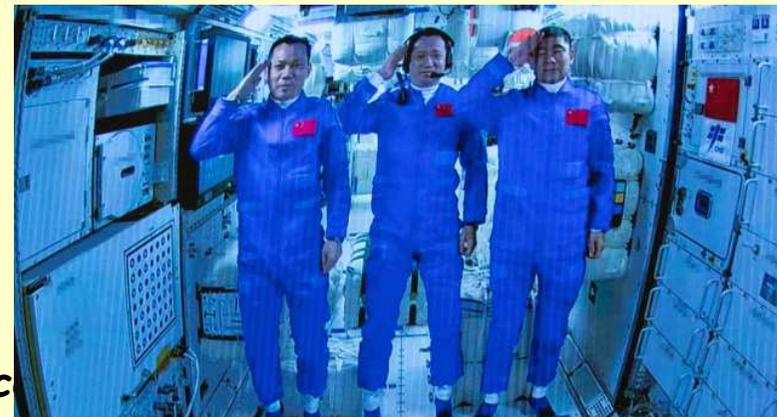
@央视新闻

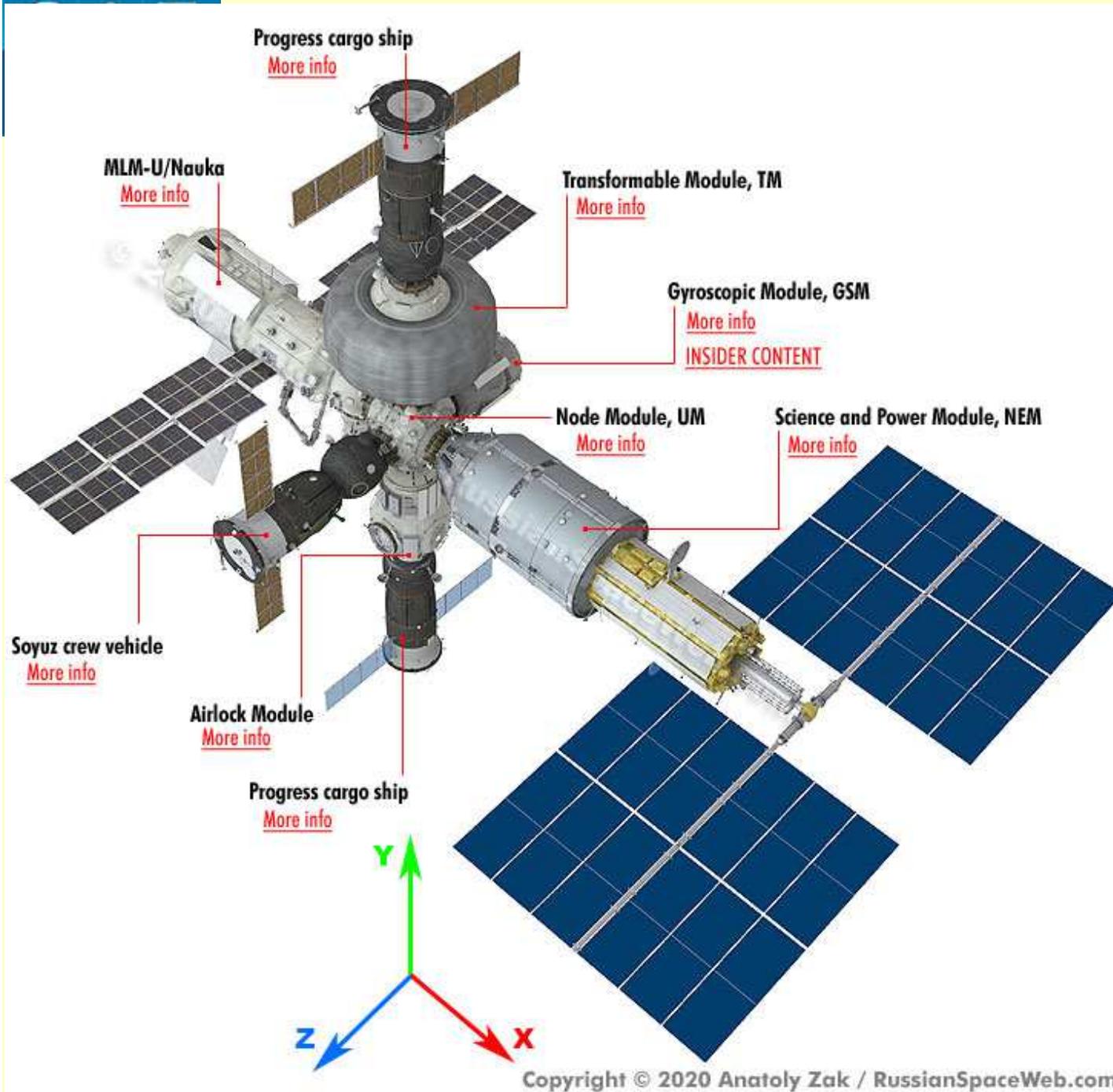
- ★ Mi septembre 2016, la Chine procède au lancement de sa deuxième station spatiale Tiangong 2 toujours par une fusée Long March 2F depuis la base spatiale de Jiuquan dans le désert de Gobi.
- ★ La station Tiangong 2 : 10m de long, 3,3m de diamètre, 8,6 tonnes en orbite à 390km d'altitude. Cette station est une étape d'un projet plus ambitieux, la Chine s'intéresse en effet àMars !
- ★ Il est composé de deux modules, un module de vie et d'expériences et un module de stockage et de propulsion.
- ★ Vue de Tiangong-2 (partie inférieure de l'image) avec Shenzhou-11 amarré.
- ★ Photo : CNSA. **Mais comment donc a été prise cette photo ????**

LE FUTUR



- ★ À partir de 2021/2022, la Chine devrait construire une station spatiale plus ambitieuse.
- ★ Elle comporterait 3 modules s'inspirant des versions précédentes et procurerait près de **100m³ de volume habitable**.
- ★ Il faut remarquer que si on maintient l'abandon de l'ISS vers 2022-2024, la Chine aura la seule station spatiale en service à cette époque !! Quelle leçon
- ★ 1^{er} module lancé le 29 avril 2021.

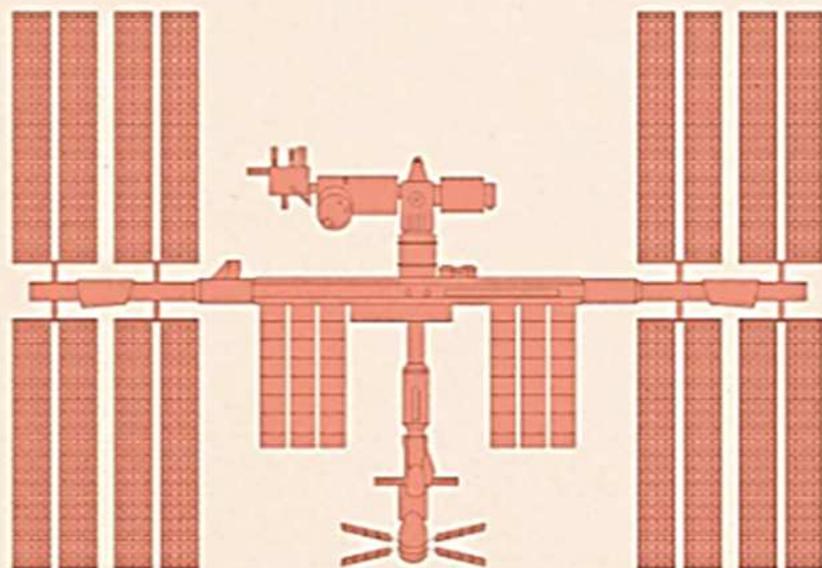




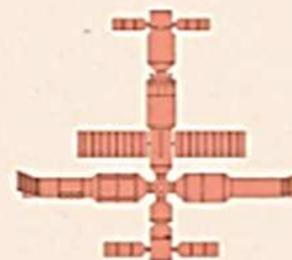
- ★ La Russie voudrait aussi sa propre station spatiale
- ★ Elle s'appellera ROSS
- ★ Elle sera plus petite que l'ISS
- ★ Début 2028

Avec
l'autorisation de A
Zak

Comparison of Space Stations



International Space Station



Chinese Space Station



Mir

Maximum Length	109 m	37 m	31 m
Mass	420 MT	60 - 70 MT	130 MT
Lifespan	26 yrs if deorbited in 2024	>10 yrs	15 yrs
Crew Size	6 normally / 9 short-term	3 normally / 6 short-term	3 normally / 6 short-term
Initial Launch Date	1998	~2018	1986

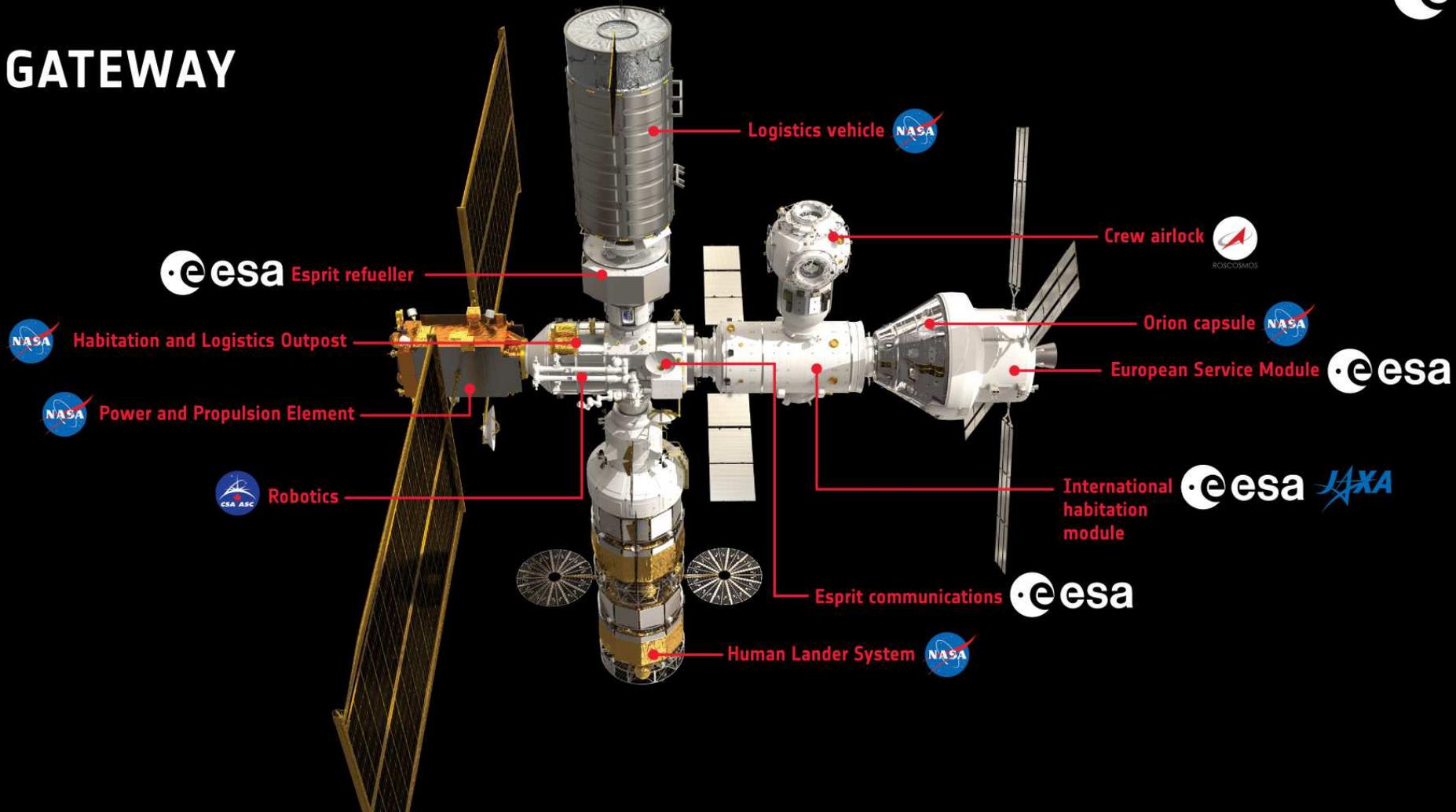
Comparaison de quelques caractéristiques des stations spatiales MIR, ISS et de la station chinoise. © CSIS

LA NOUVELLE TECHNIQUE : LA STATION SPATIALE LUNAIRE

- ★ On l'appelle **Gateway** ou Lunar Gateway.
- ★ Une base spatiale internationale autour de la Lune servant de point de départ pour des expéditions lunaires (Gateway)
- ★ En s'inspirant de l'ISS, elle pourrait servir d'avant poste pour aller sur la Lune ou plus loin.



GATEWAY



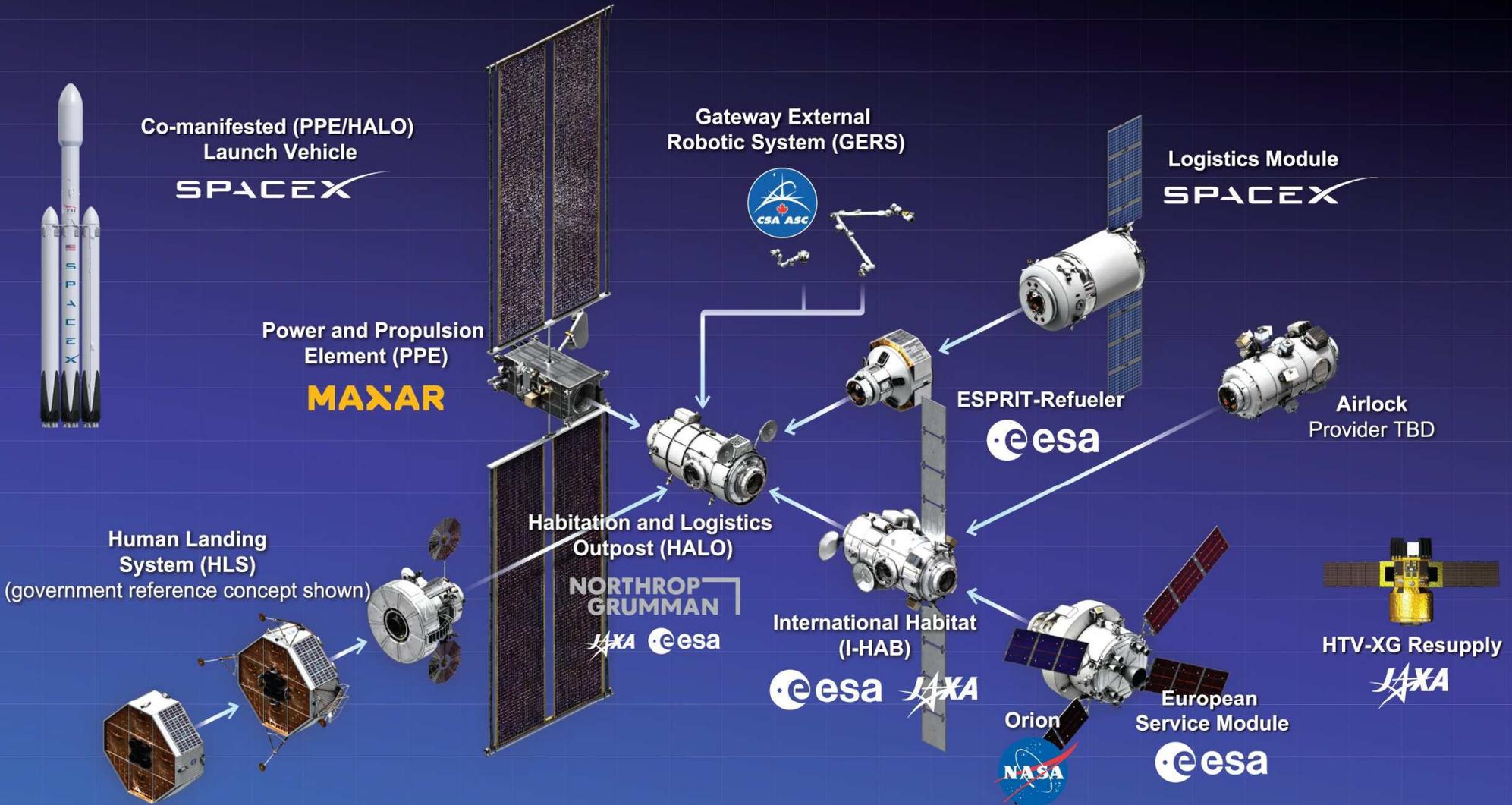
- * Station orbitale autour de la Lune, sorte de mini ISS
- * Une première marche vers la Lune ou vers Mars.
- * Il y aurait quelques modules permettant d'abriter des astronautes en fixe ou en provenance de la Terre.
- * On pourrait à partir de cet avant-poste envoyer un atterrisseur sur la Lune avec des astronautes.
- * C'est un concept intéressant et probablement une étape nécessaire.
- * Cette station devrait être internationale, c'est-à-dire que d'autres nations devraient y participer.

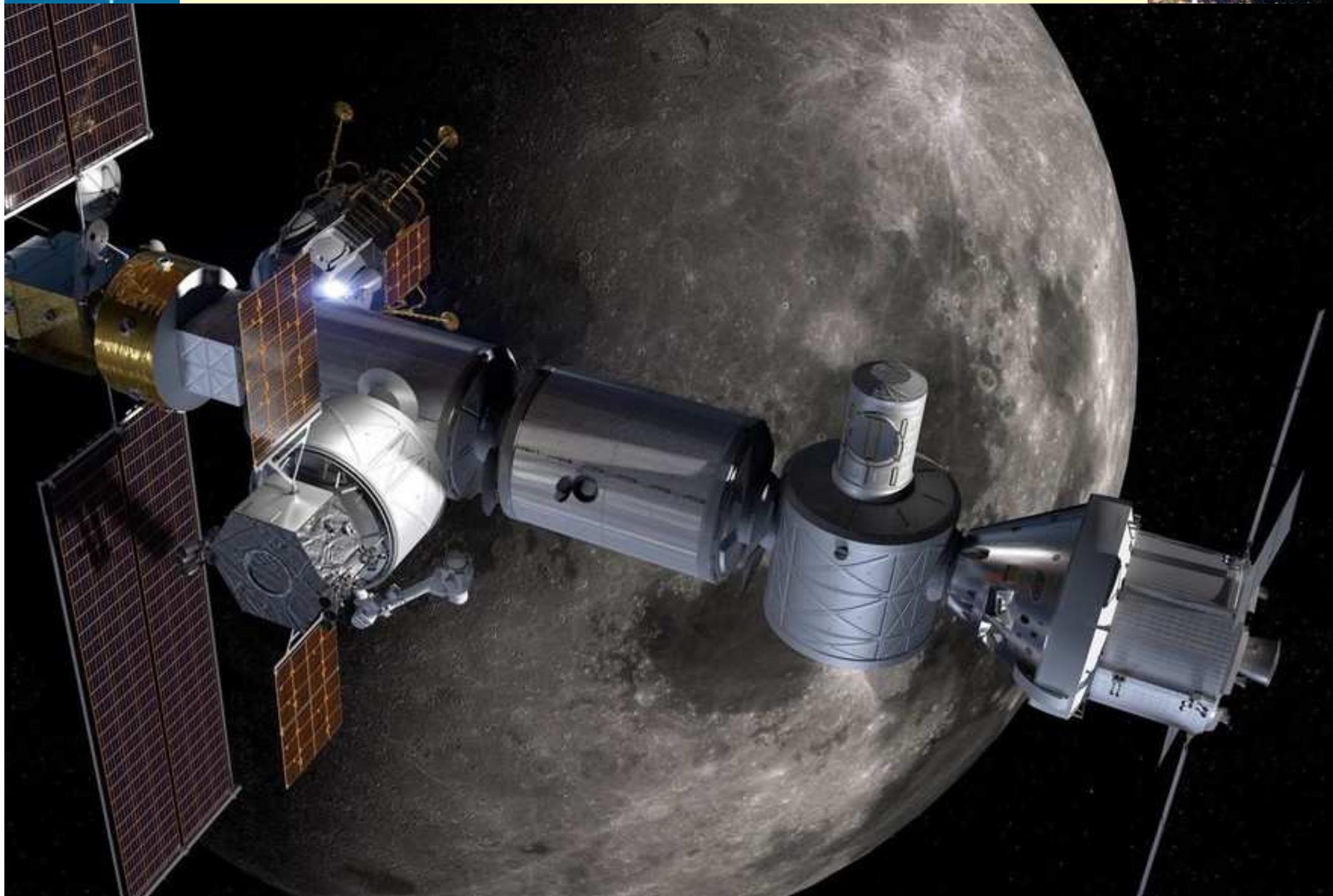


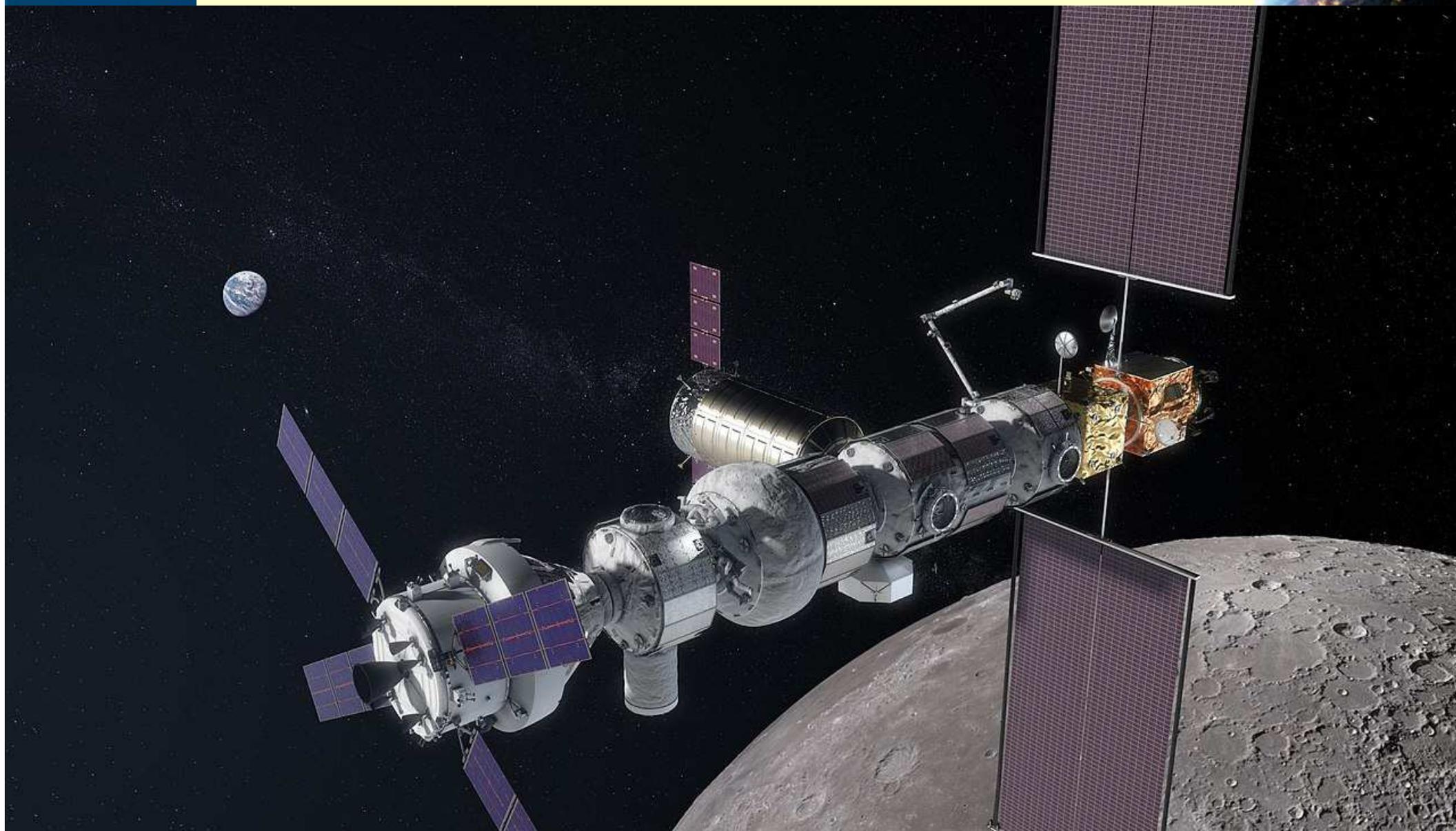


GATEWAY

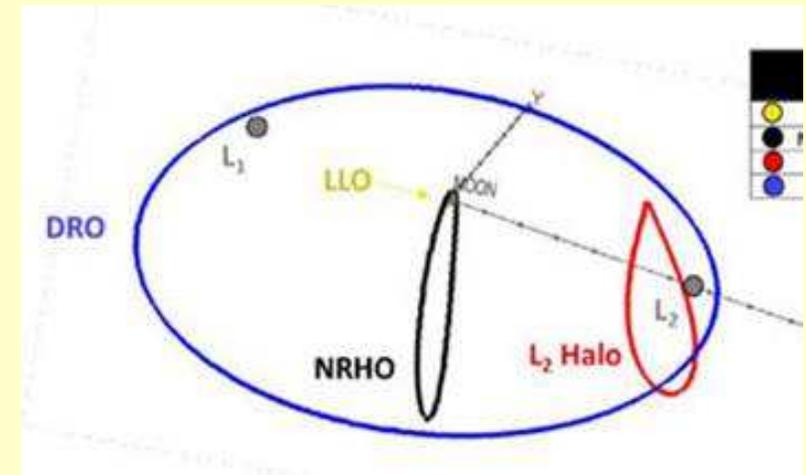
Les contributions de chacun







- ★ Cette station doit être installée autour de la Lune sur une orbite la plus stable possible et surtout la plus économique possible.
- ★ Cette station va obéir à une **orbite du type en halo** (analogue courbes de Lissajous) presque rectiligne ou NRHO (near-rectilinear halo orbit). Orbite liée aux points de Lagrange quasi stables L_1 et L_2 (situés approx à 60.000 km de la surface lunaire).
- ★ Au lieu d'orbiter la Lune sur une orbite basse, comme le vaisseau Apollo à l'époque, le Gateway va suivre une orbite très excentrique.
- ★ Au point le plus proche, il sera à 3000 km de la surface lunaire, au point le plus éloigné, à 70.000 km.
- ★ Une révolution complète sur la NRHO prend **sept jours**, elle permet un nombre « d'éclipses » limités, quand la station passe dans l'ombre de la Terre, important pour les panneaux solaires aussi. Sept jours semblent aussi la bonne durée pour une courte expédition lunaire, ainsi au bout de cette période le Gateway serait de nouveau à la bonne position au-dessus de la Lune, ...

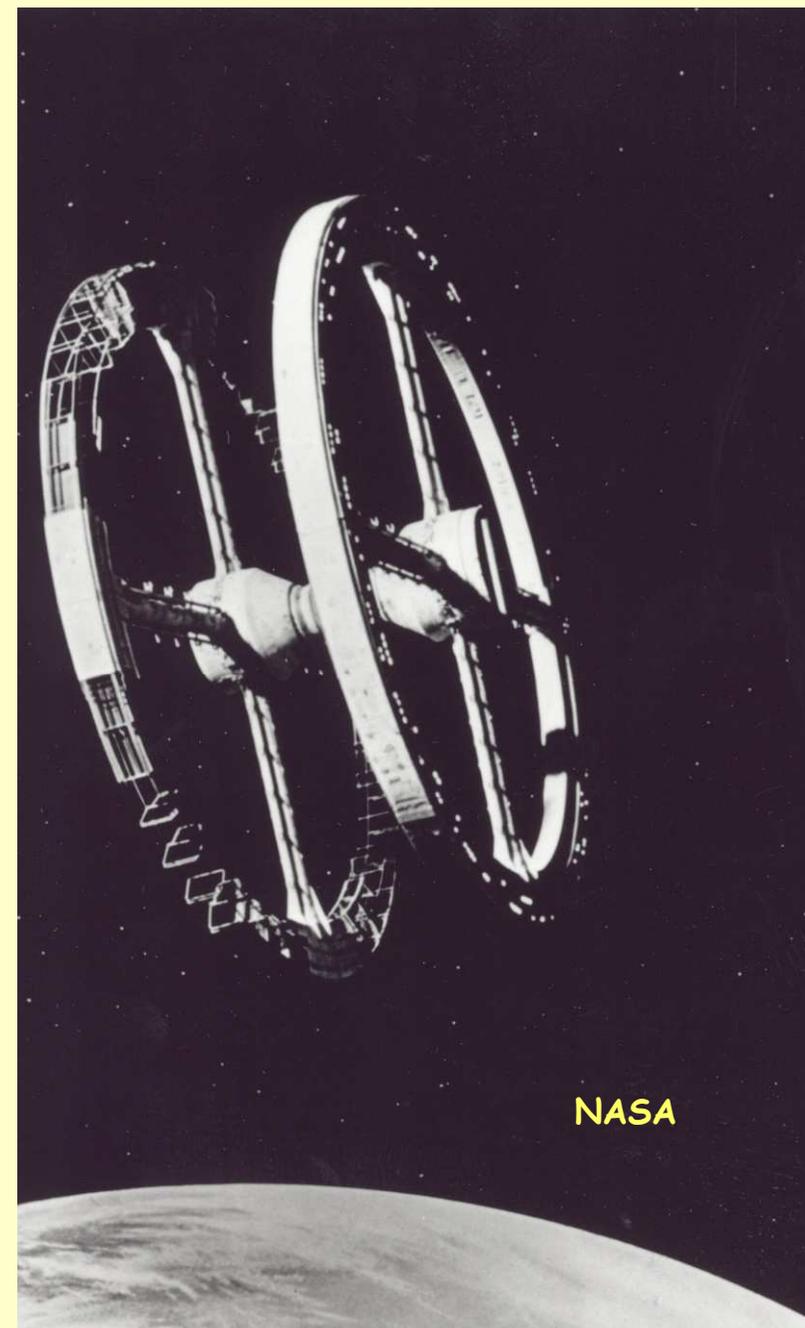


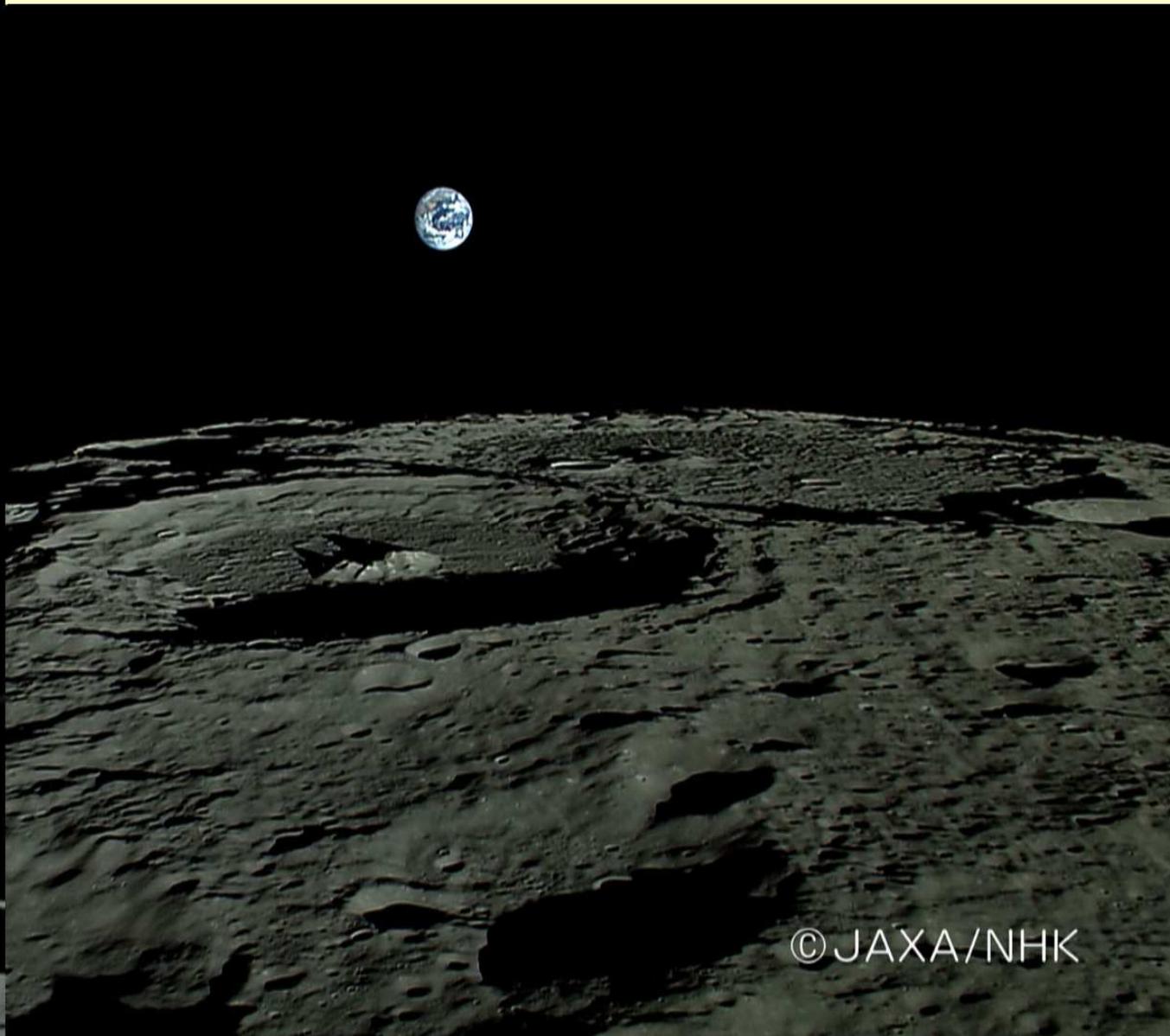
Lunar Gateway Build-up

Lockheed Martin Concept



- ★ Chaque nation souhaiterait une station spatiale bien à elle (sauf l'Europe???)
- ★ Il est certain que les Russes vont construire leur propre station dans un avenir proche
- ★ Les Indiens aussi peut-être
- ★ Des sociétés privées US : trop nombreuses pour être citées!
- ★ Une station spatiale avec gravité artificielle est en gestation...





© JAXA/NHK

MERCI



- * Frank Miller, astrophysicien a mis au point un mini télescope pour détecter des exoplanètes qui va être monté sur l'ISS. Il se trouve que celui-ci pourra aider à traquer et éliminer, un satellite tueur qui suit l'ISS comme son ombre. Mais ce n'est pas la fin des ennuis pour la station spatiale, il y a un traître à bord qui va causer un accident grave lors d'une EVA. Ce traître sera vite démasqué lors d'une intervention périlleuse, mais le destin s'acharne. Il faudra toute l'habileté du Dr Nathalie Dujardin, qui va être accueillie à bord et de Frank pour résoudre les nombreux problèmes qui se présentent.
- * L'enlèvement de Frank par une puissance étrangère afin de transmettre un message à l'Occident, va déclencher une opération militaire
- * Disponible chez Fnac, Amazon, librairies..



VOUS VOULEZ CONNAÎTRE TOUTE L'ACTUALITÉ DE L'ASTRONOMIE ET DE L'ESPACE ?

★ Recevez régulièrement les Astronews de :

www.planetastronomy.com

