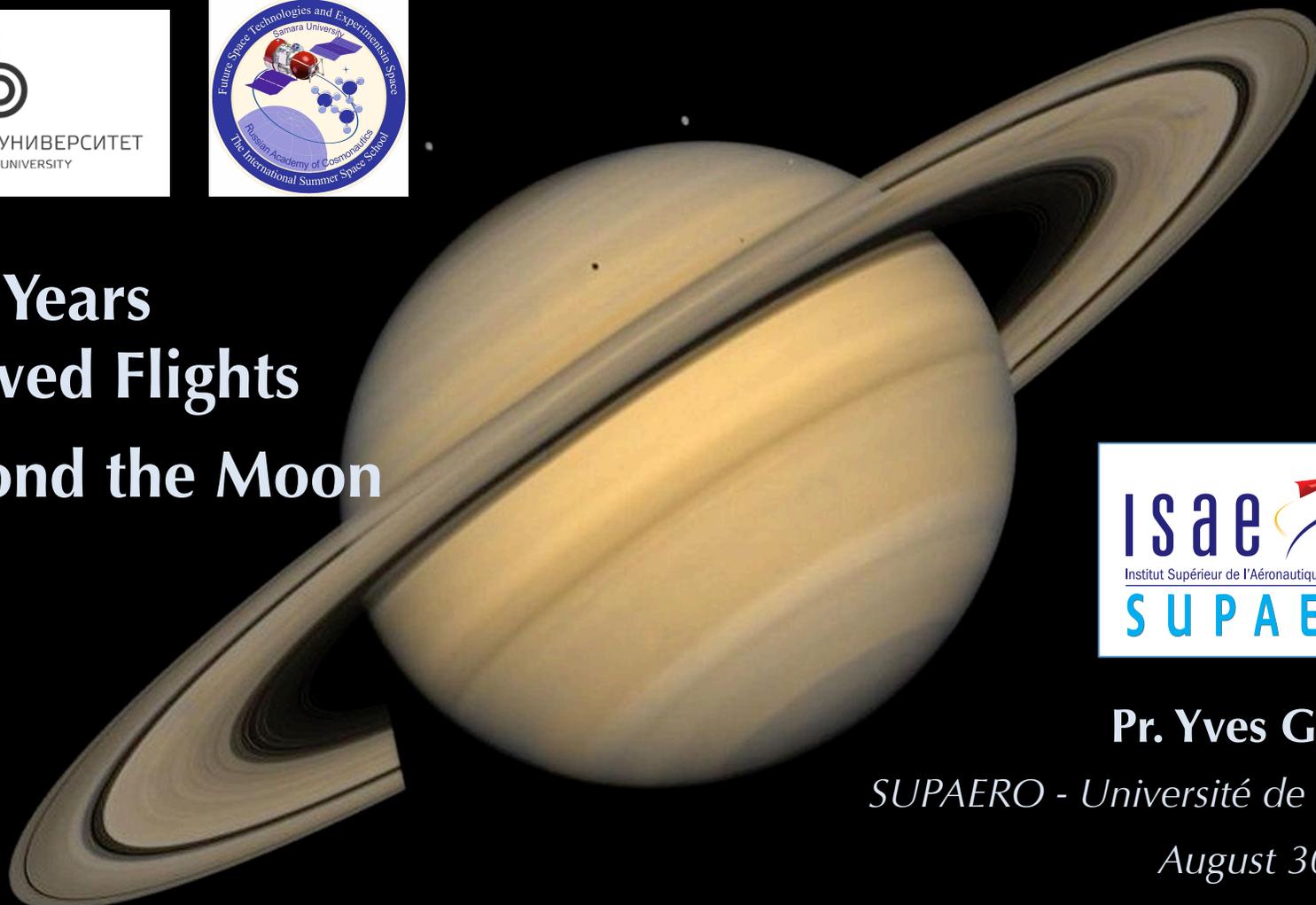


Two Years Crewed Flights Beyond the Moon



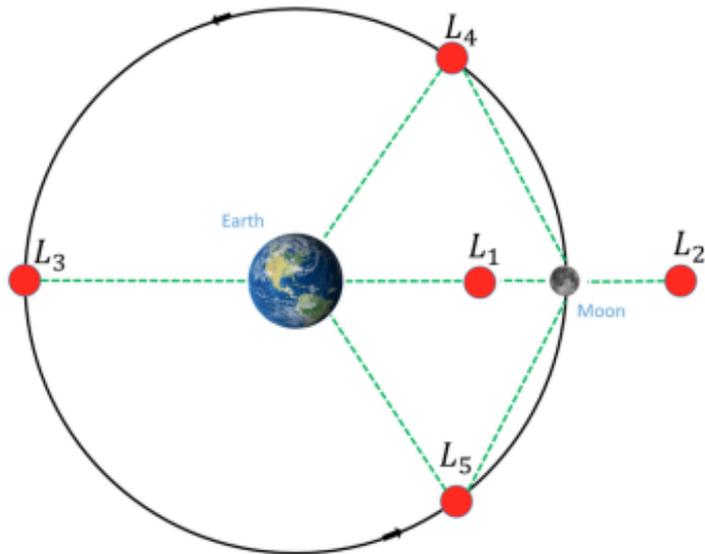
Pr. Yves Gourinat

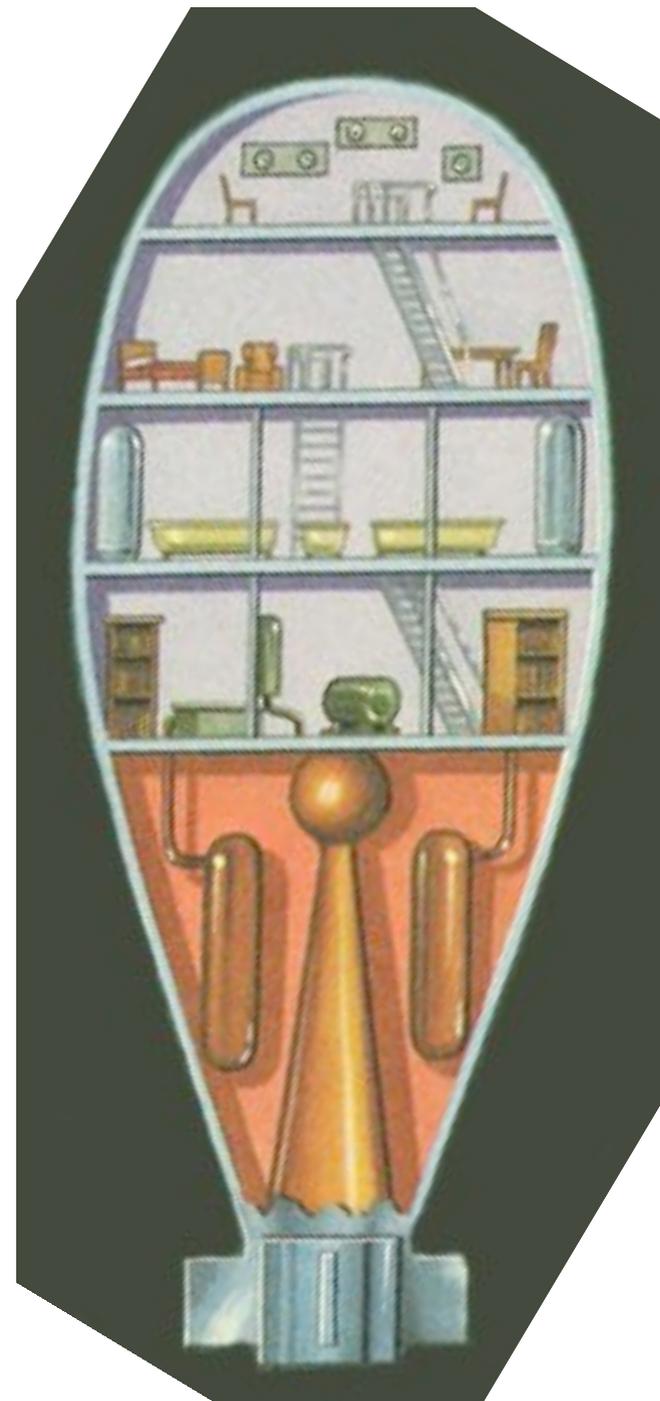
SUPAERO - Université de Toulouse

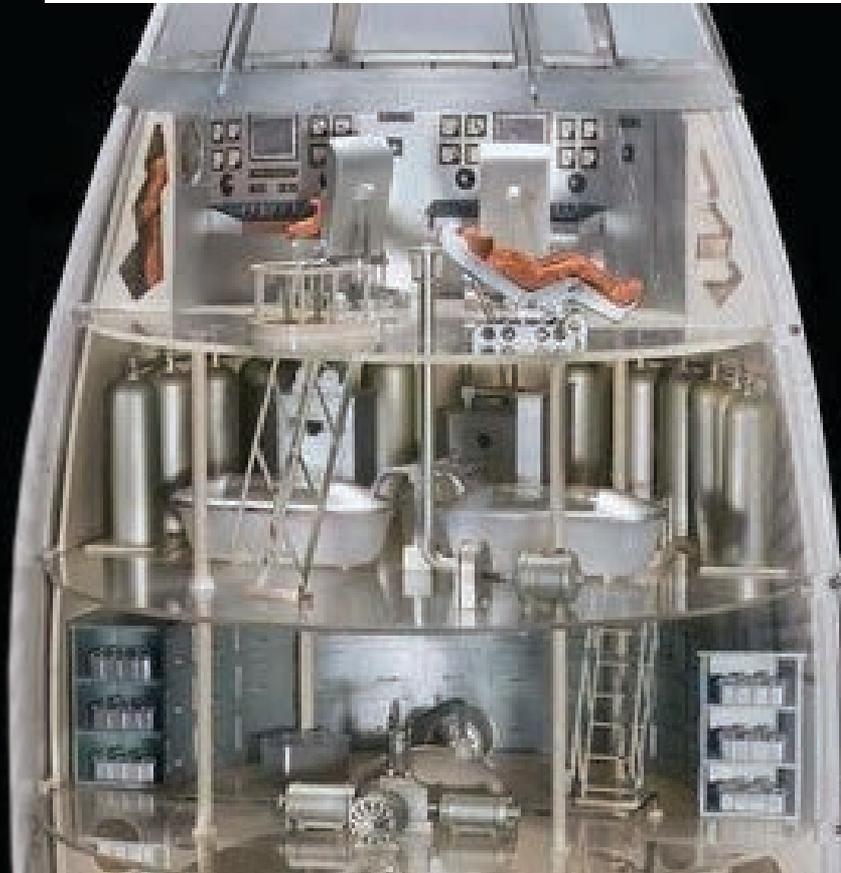
August 30th 2021

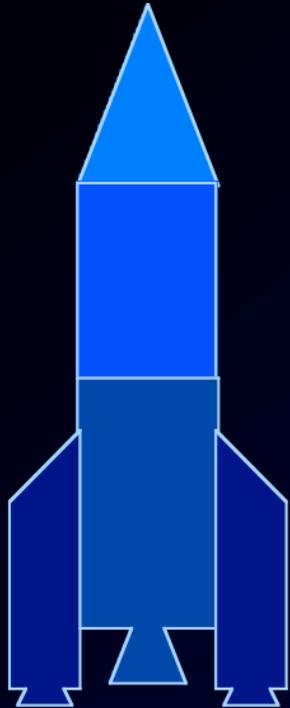
Until 2040

*L2 Moon Lagrange
Docking on Phobos
Gaseous planet systems*









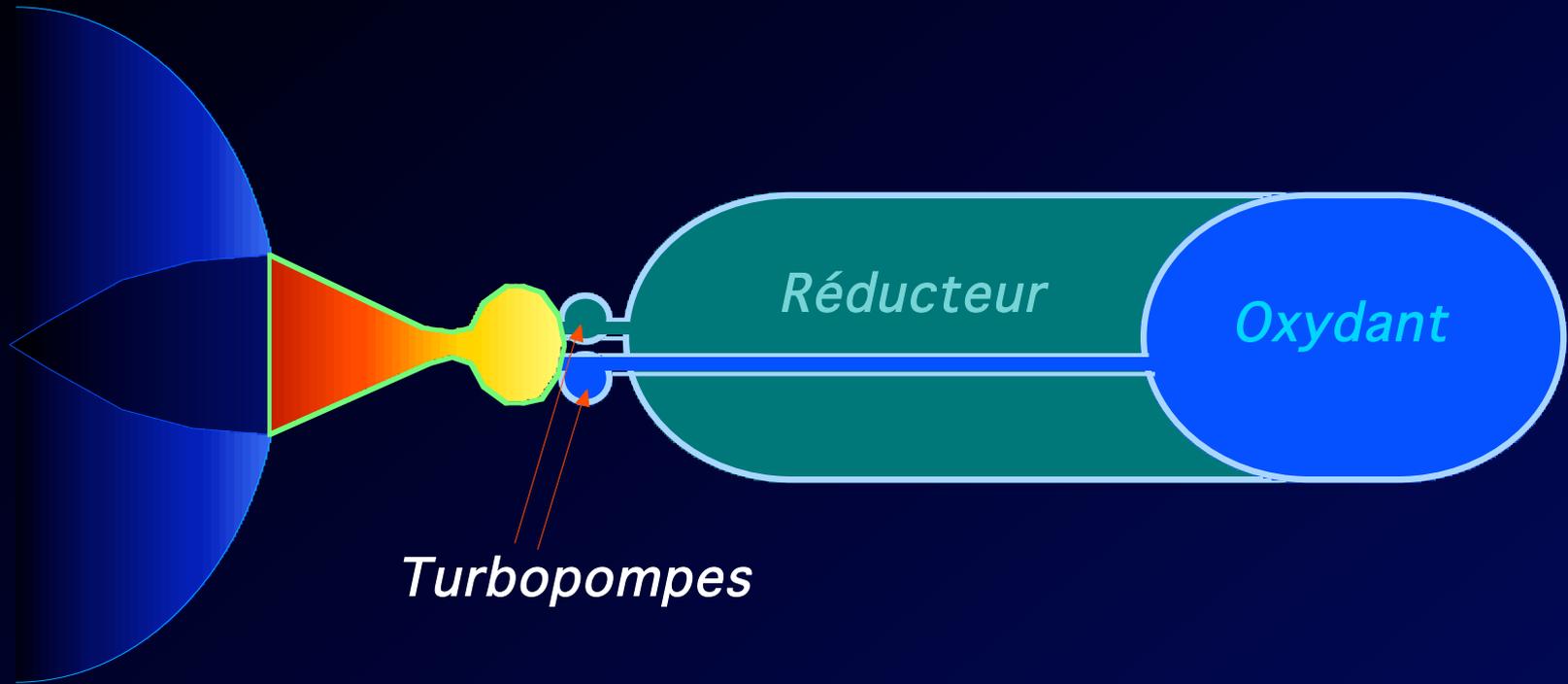
$$\Delta v = \sum \Delta v_j$$

$$F = \sum F_i$$

L'étagement série optimal est obtenu par une méthode de multiplicateurs de Lagrange.

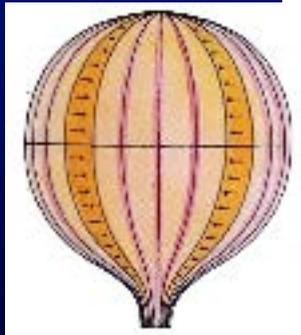
Les étages de haute technologie doivent être des étages supérieurs et assurer un ΔV important.

L'étagement parallèle assure un appoint au décollage et lors de la traversée des couches denses de l'atmosphère.



La puissance (considérable) des turbopompes est obtenue par ponction d'une partie de la combustion, ou par une turbine spécifique.

Le refroidissement est obtenu par circulation d'ergol (double paroi, tubes) ou évaporation d'un film d'ergol sur toute la face interne ("film cooling").

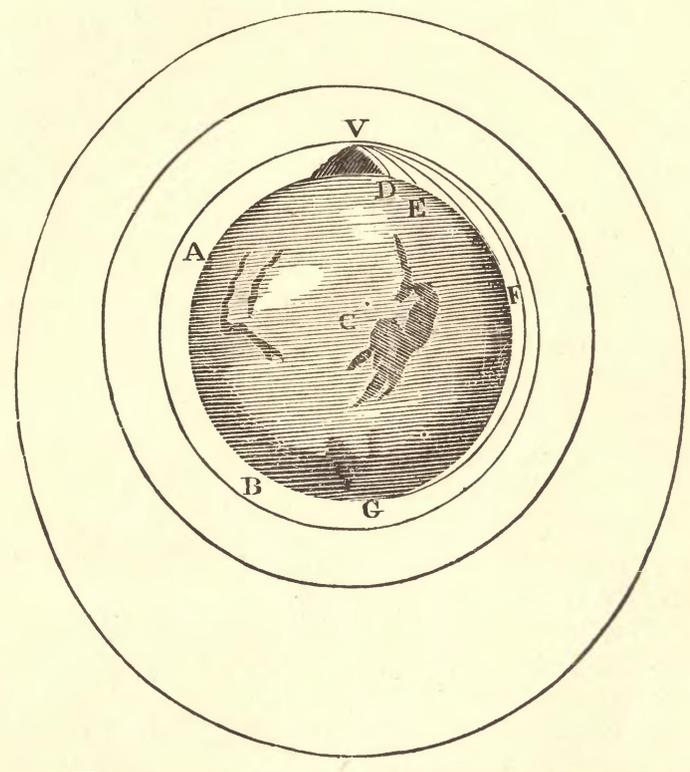
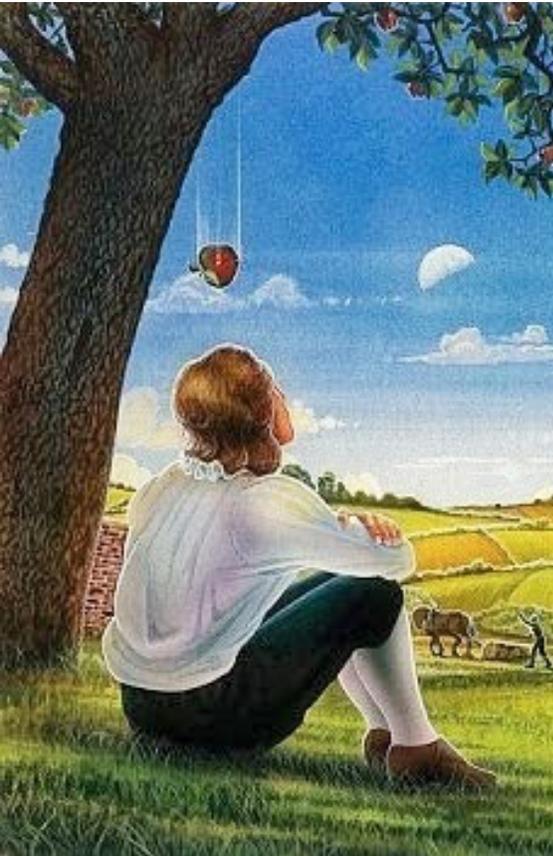


Galilée 1604

Kepler

Leibniz-Seki

Newton 1684



System of the World -1687

Leibniz – König

D'Alembert – **Lagrange**

Hamilton – Gauss

Tsiolkowski

Bohr - Einstein

Schrödinger – Painlevé & Co.

$$m\vec{g} \equiv m\vec{a}$$

$$\vec{g} - \vec{v}^\circ \equiv \vec{0}$$

$$\langle \mathcal{L} \rangle_j (E_{lag}) \equiv 0$$

$$[V_{fusée}]_0^1 = V_{éjection} \ln \left(\frac{m_0}{m_1} \right)$$

$$\frac{\Delta\Psi}{E} + \frac{2m\Psi}{\hbar^2} \equiv 0$$

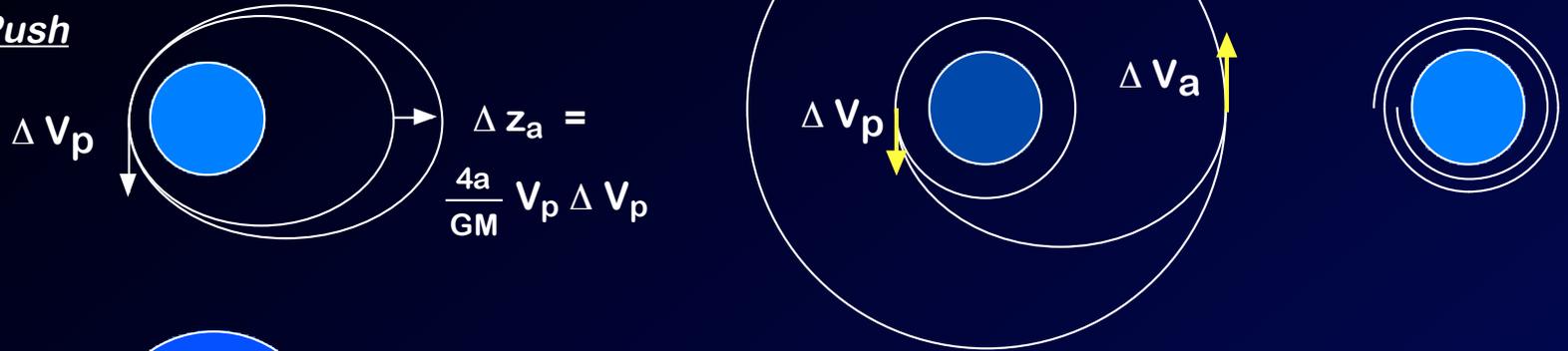
$$c_N^2 U'' - U^{\circ\circ} \equiv 0$$

$$D \Delta\Delta W - \rho h W^{\circ\circ} \equiv 0$$

$$c^4 \bar{\Gamma} - 8\pi G \bar{T} \equiv \bar{0}$$

Orbital Maneuvers :

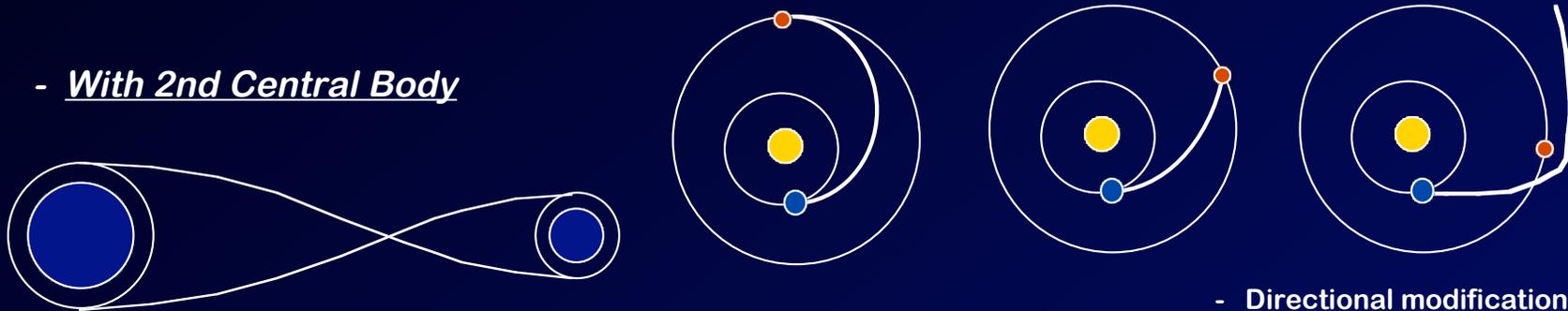
- In plane Push



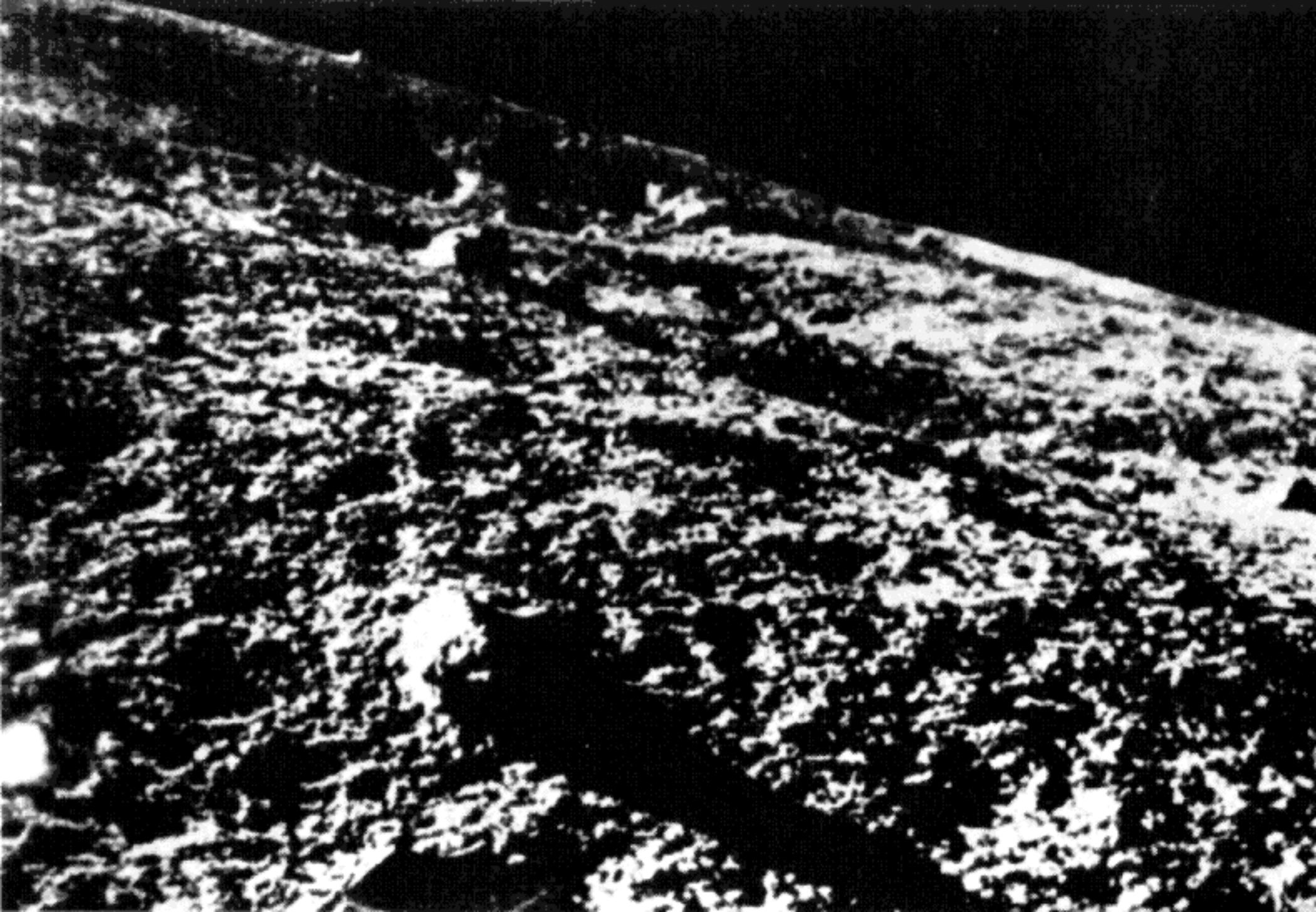
- Out Plane

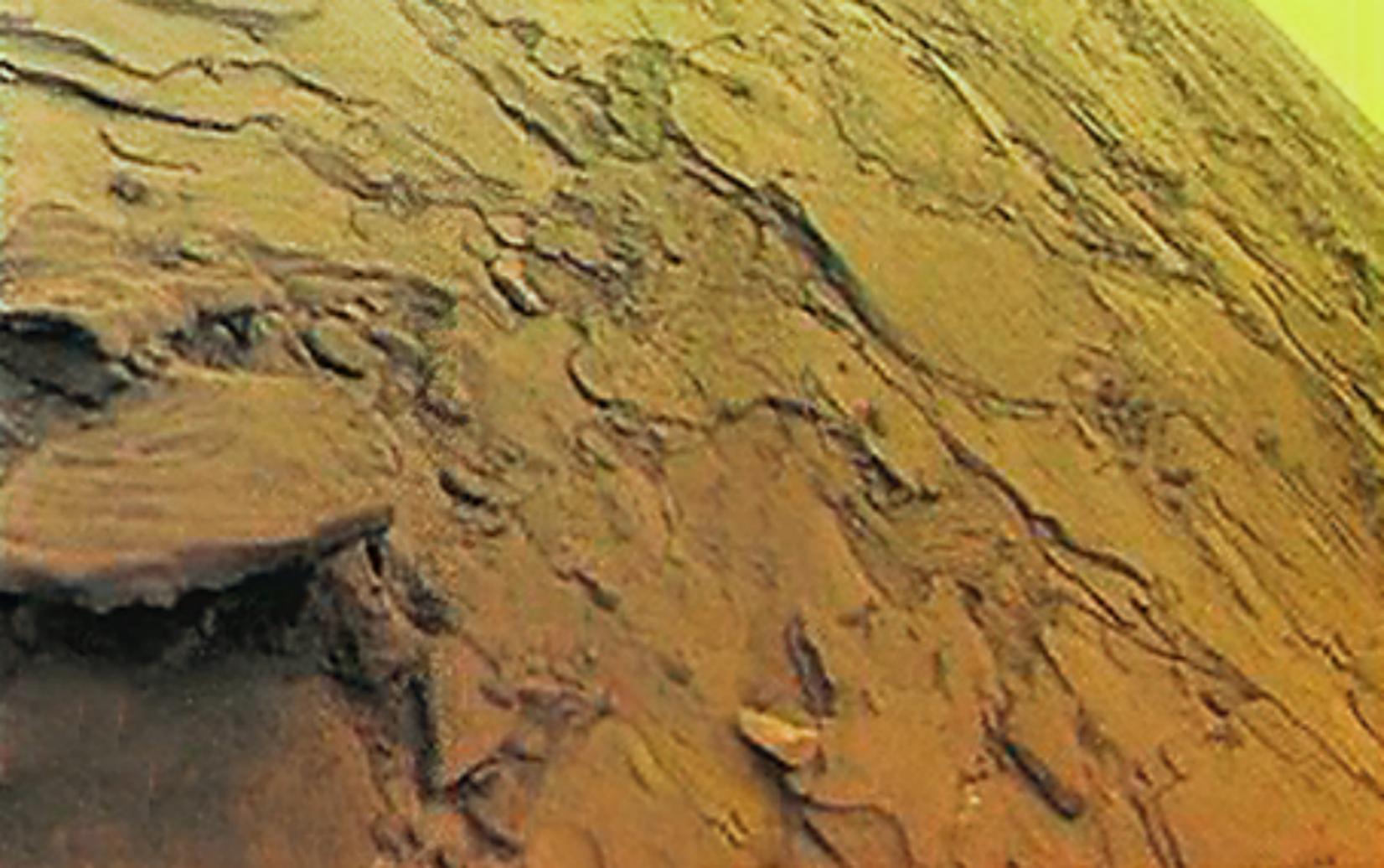


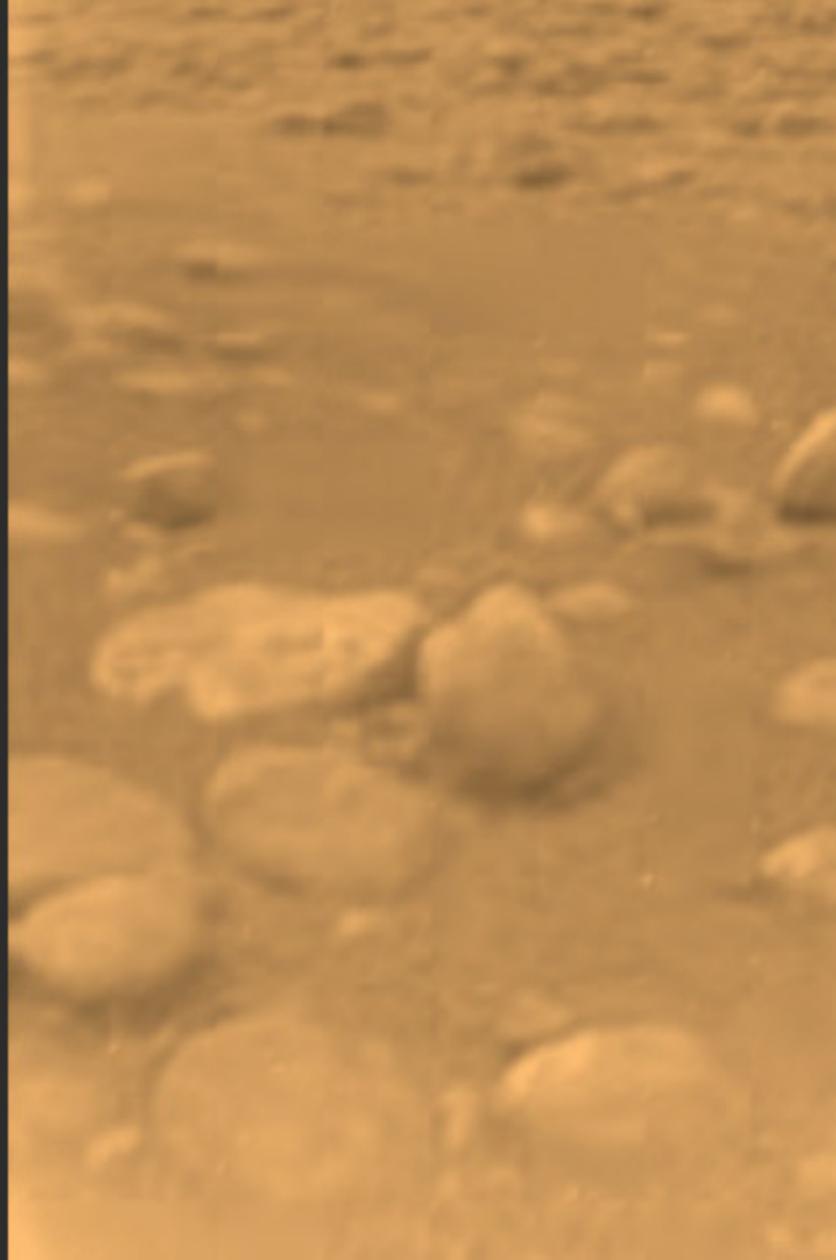
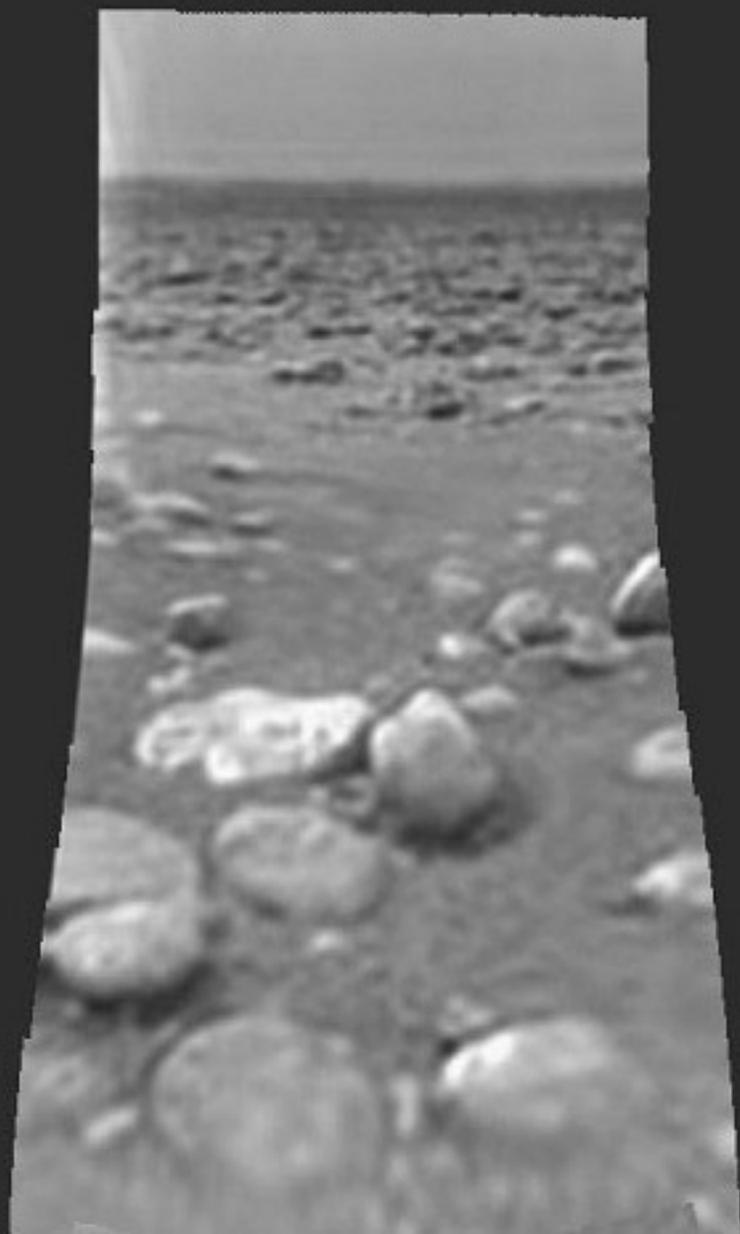
- With 2nd Central Body

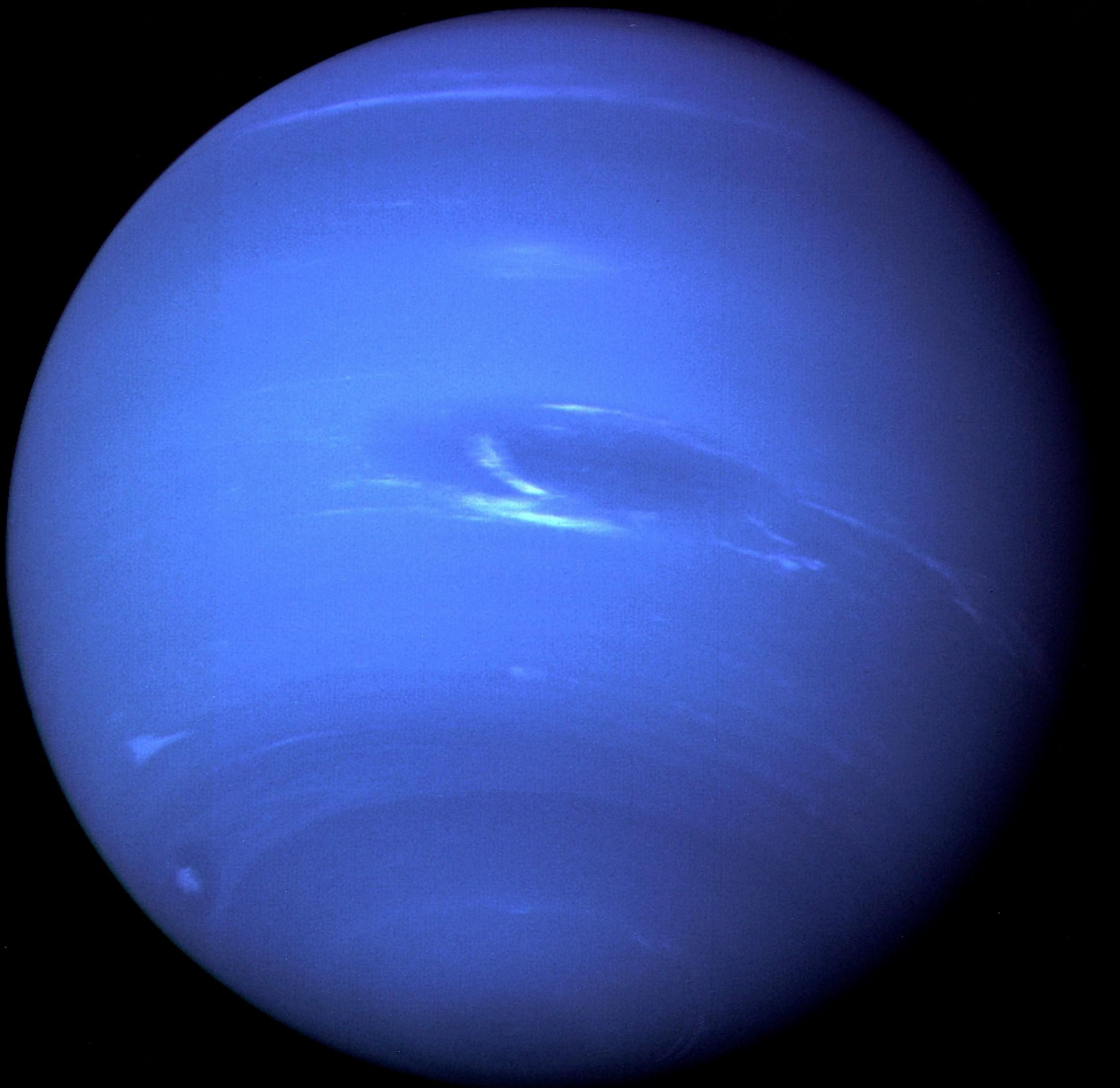


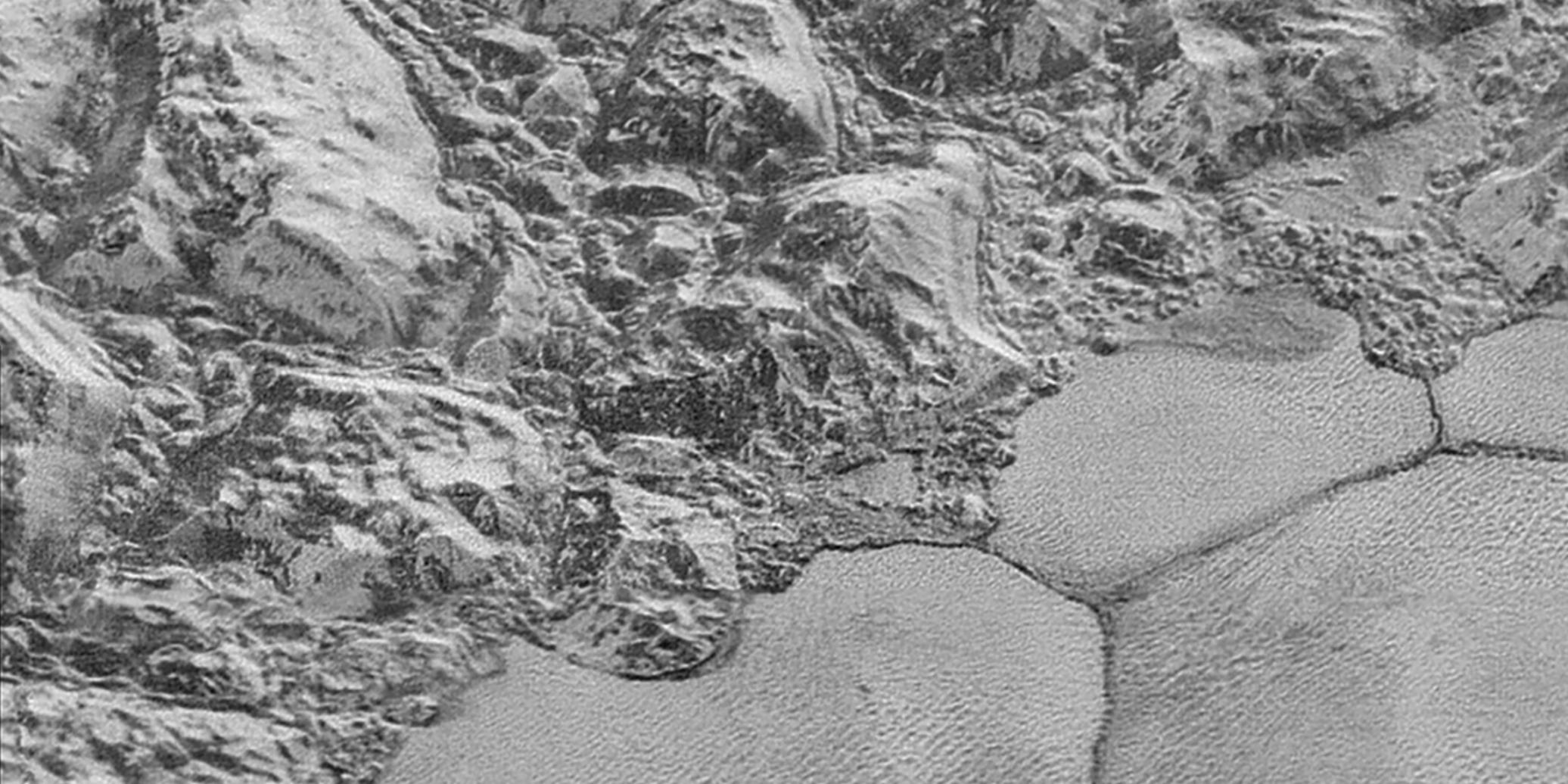
- Directional modification (V_θ)
- $V_{\text{relative planet}}$ remains constant (V_θ)
- Inclination out of Ecliptic

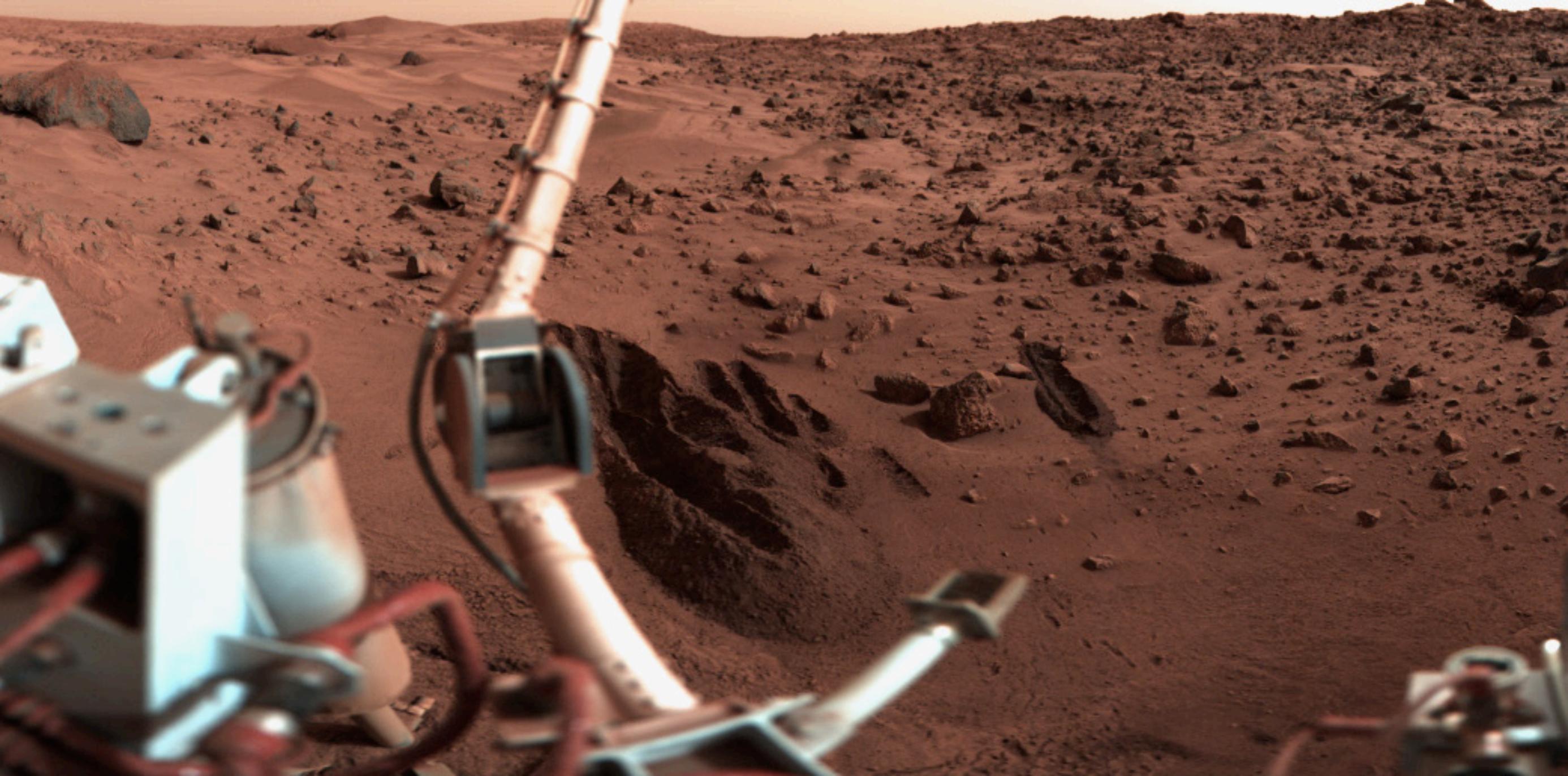




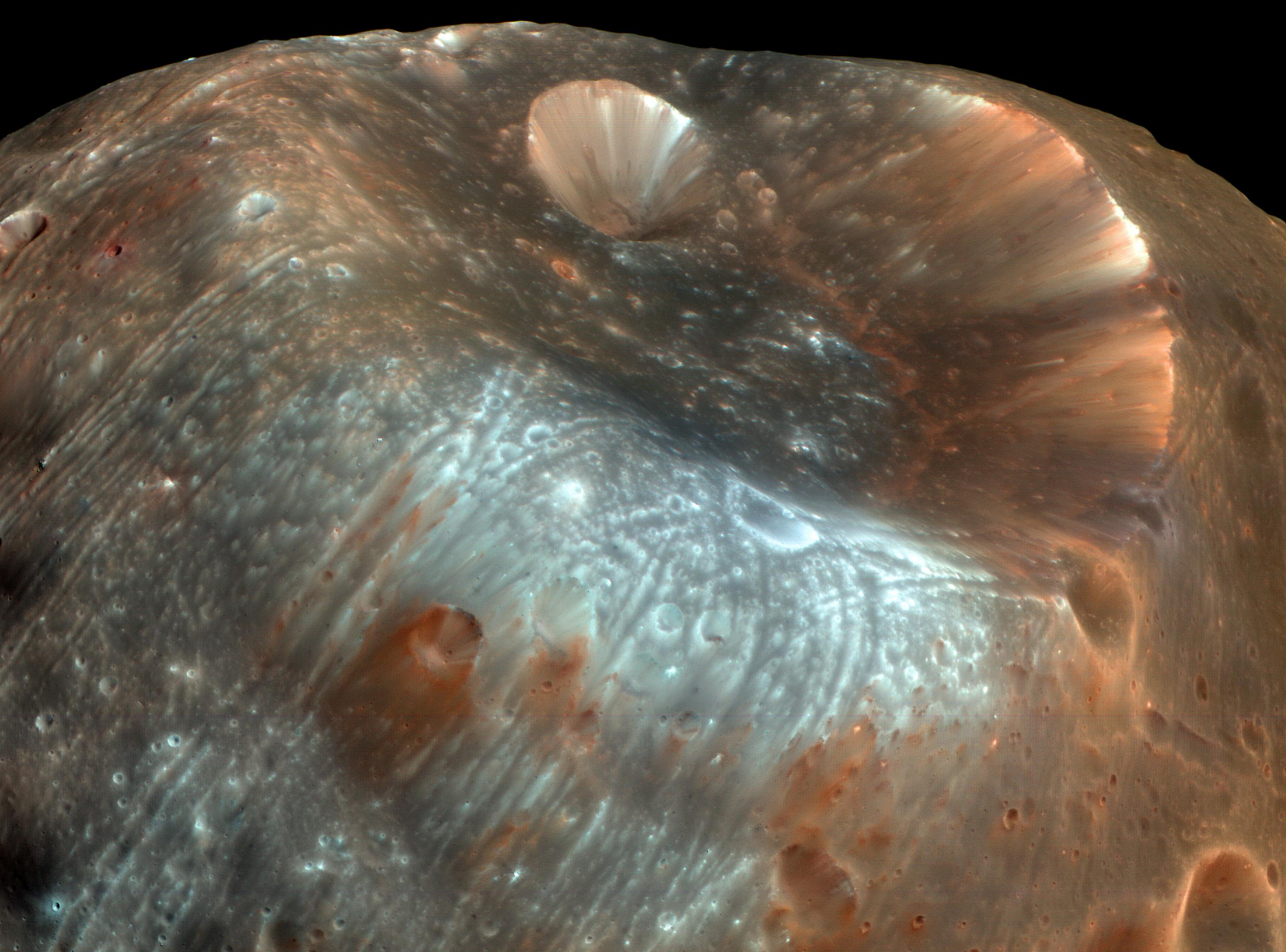










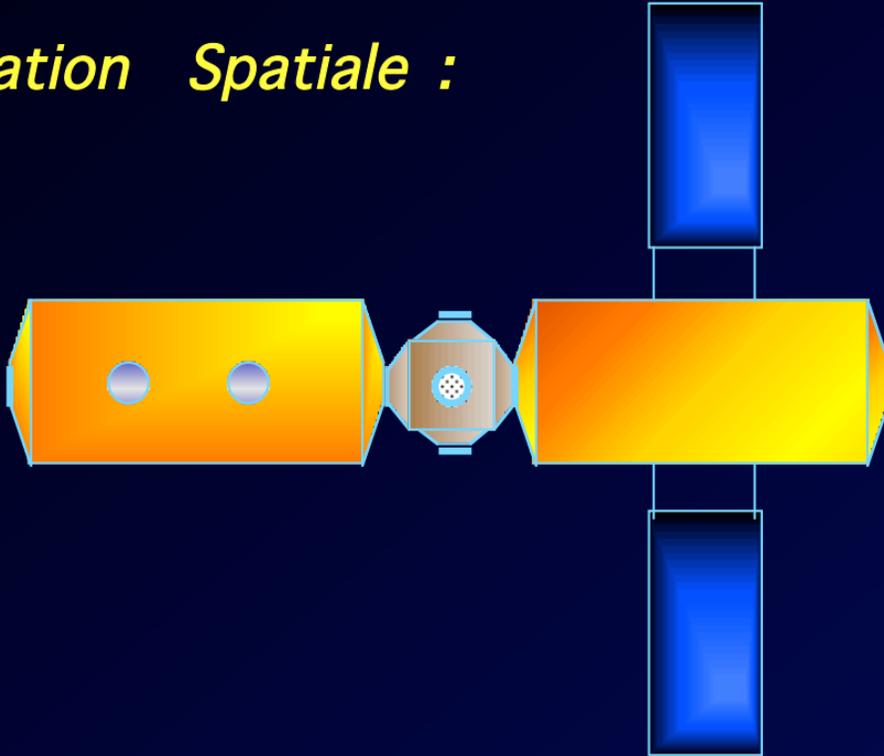


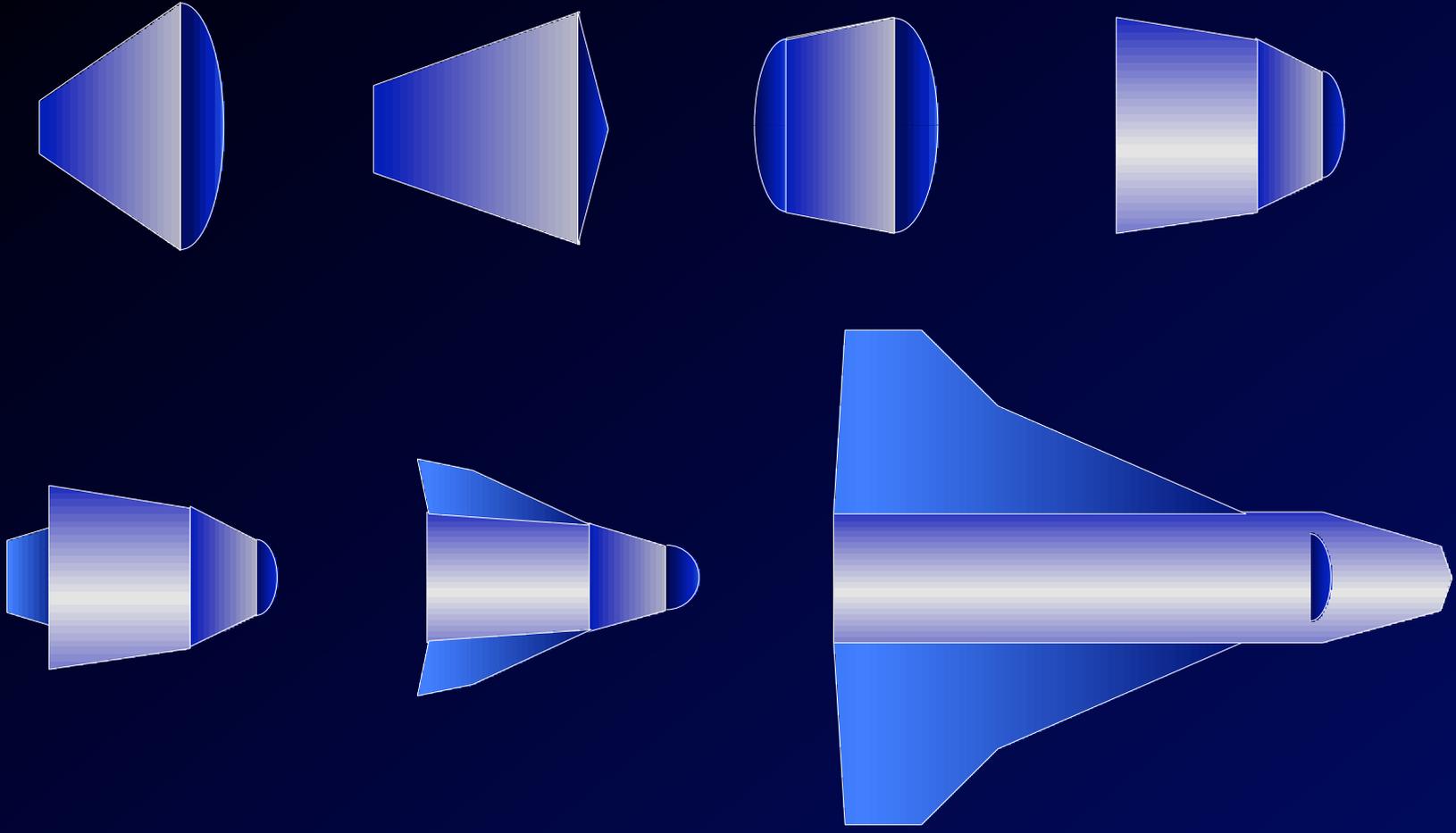


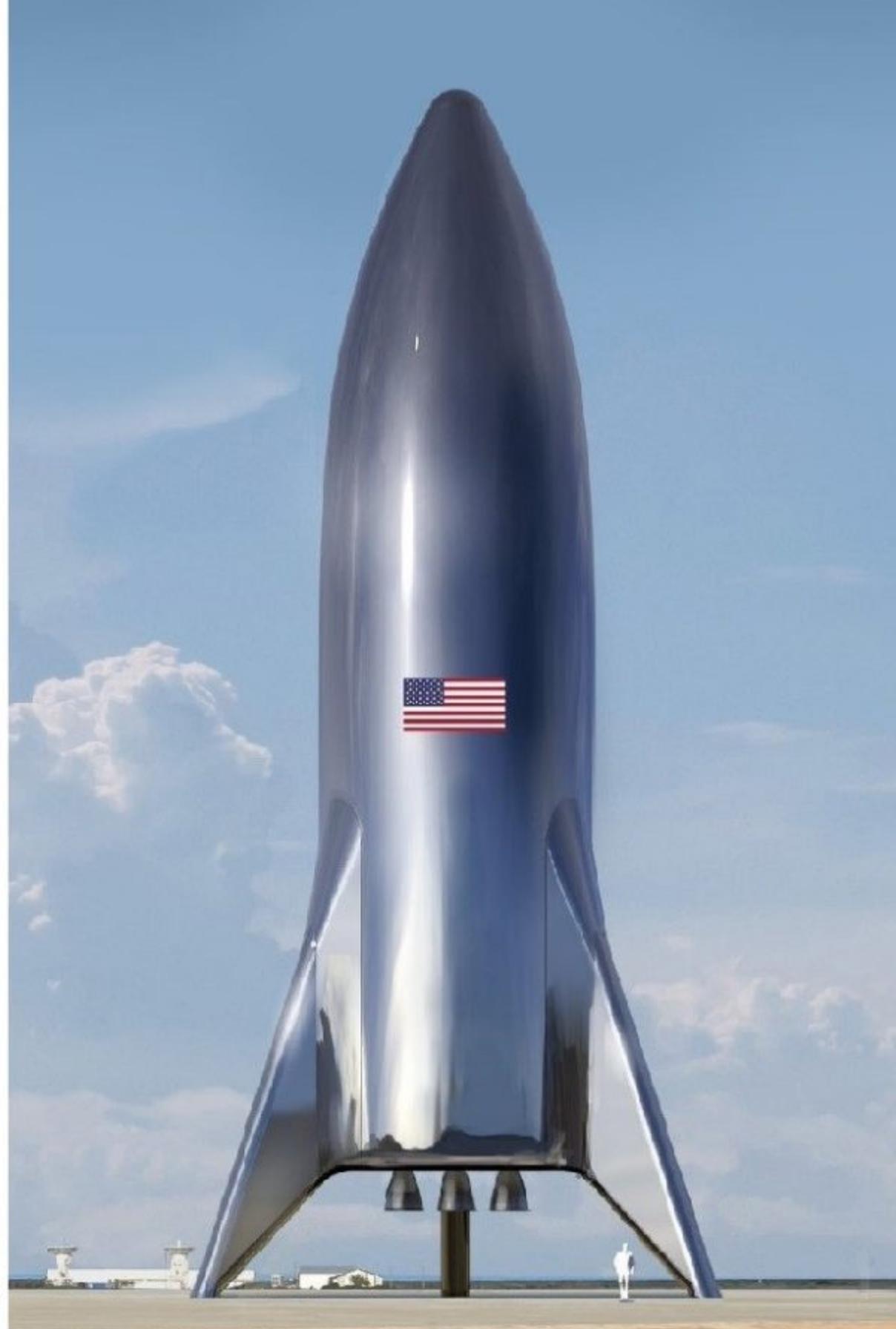
Vaisseau habité : *biosphère*

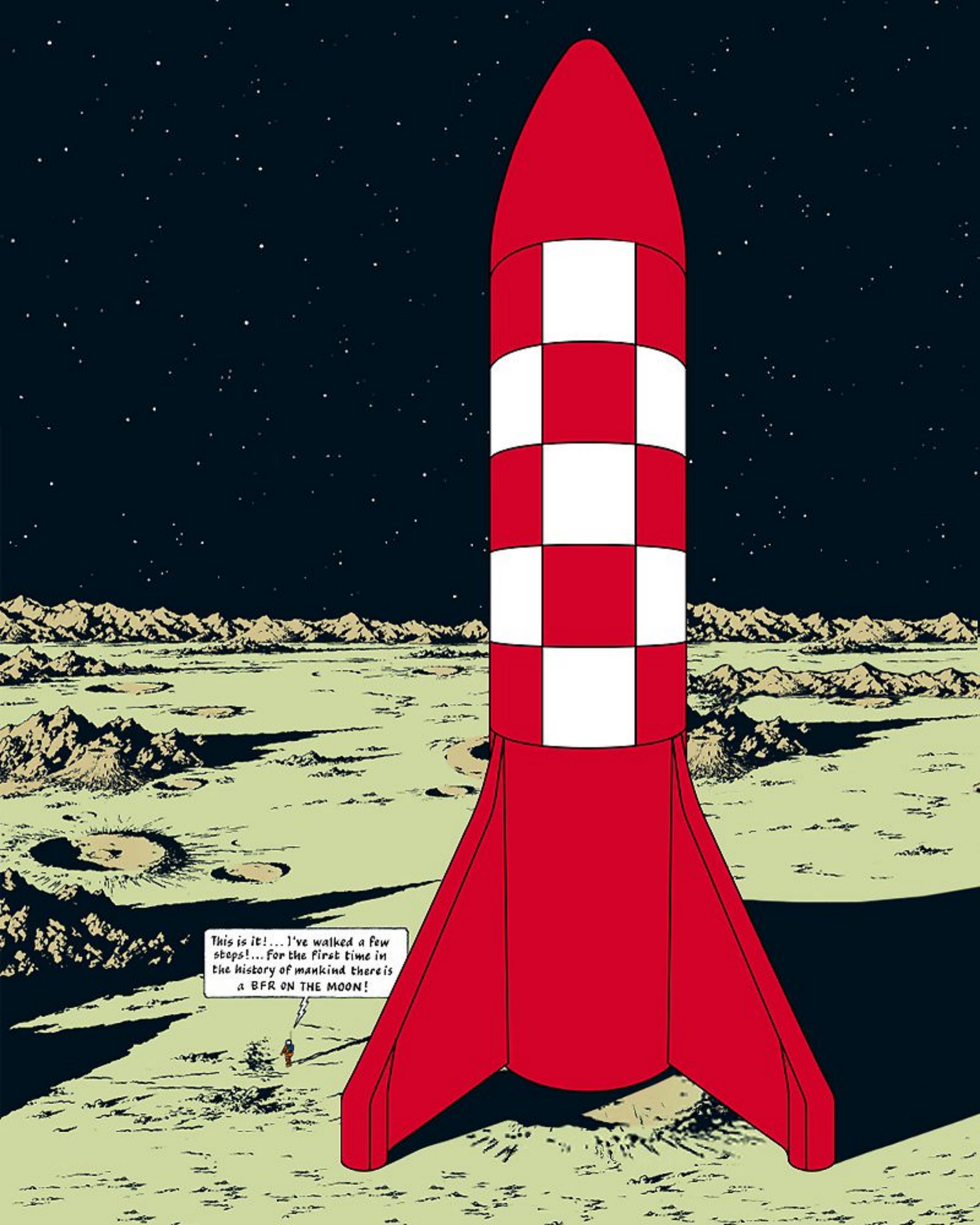
- *atmosphère*
- *espace biologique*
- *espace psychologique*

- *Station Spatiale :*

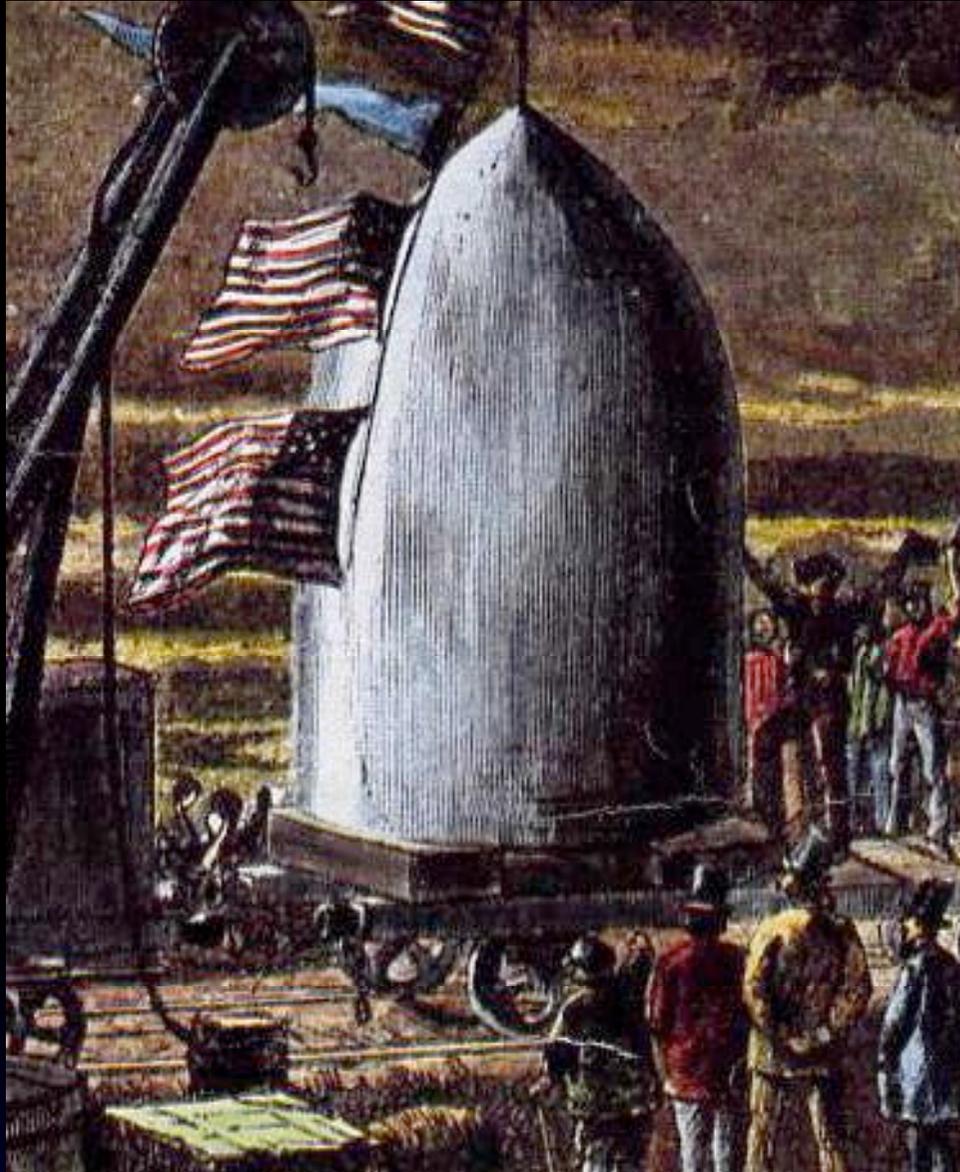


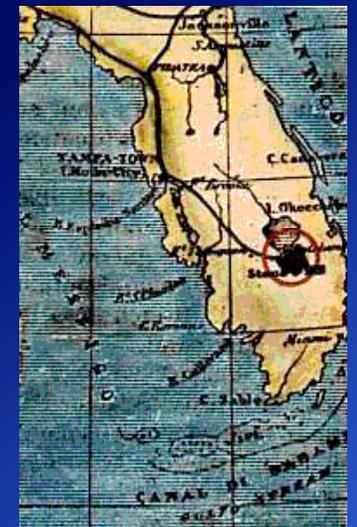
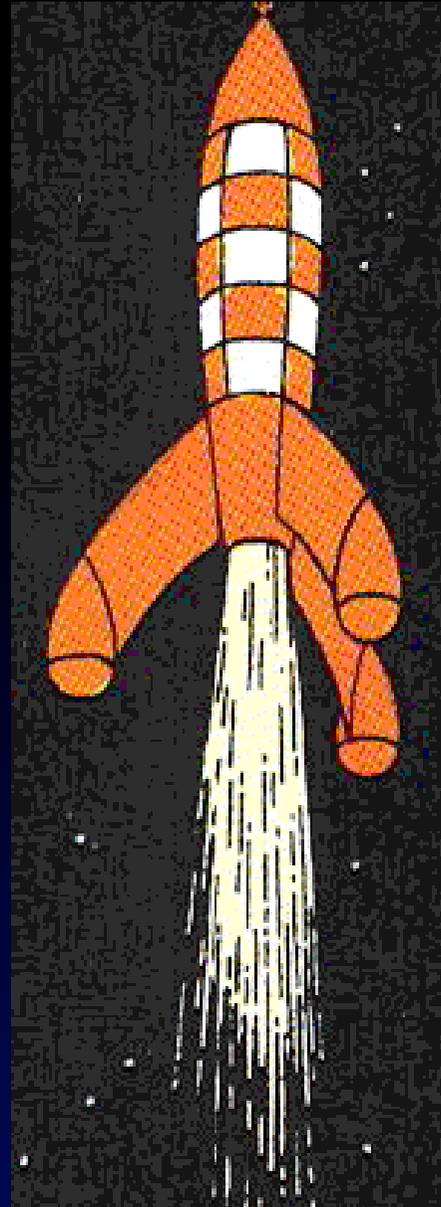


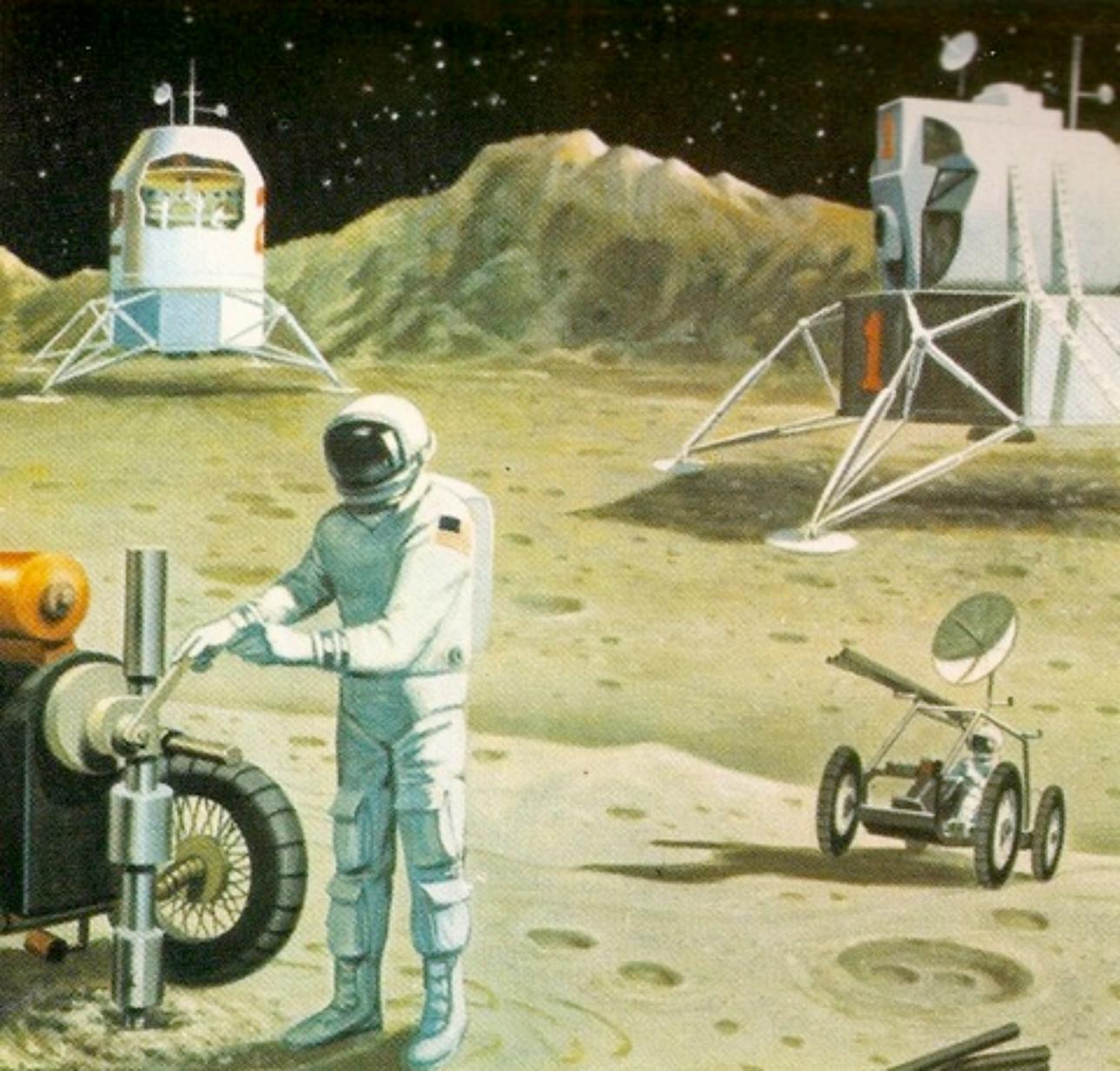


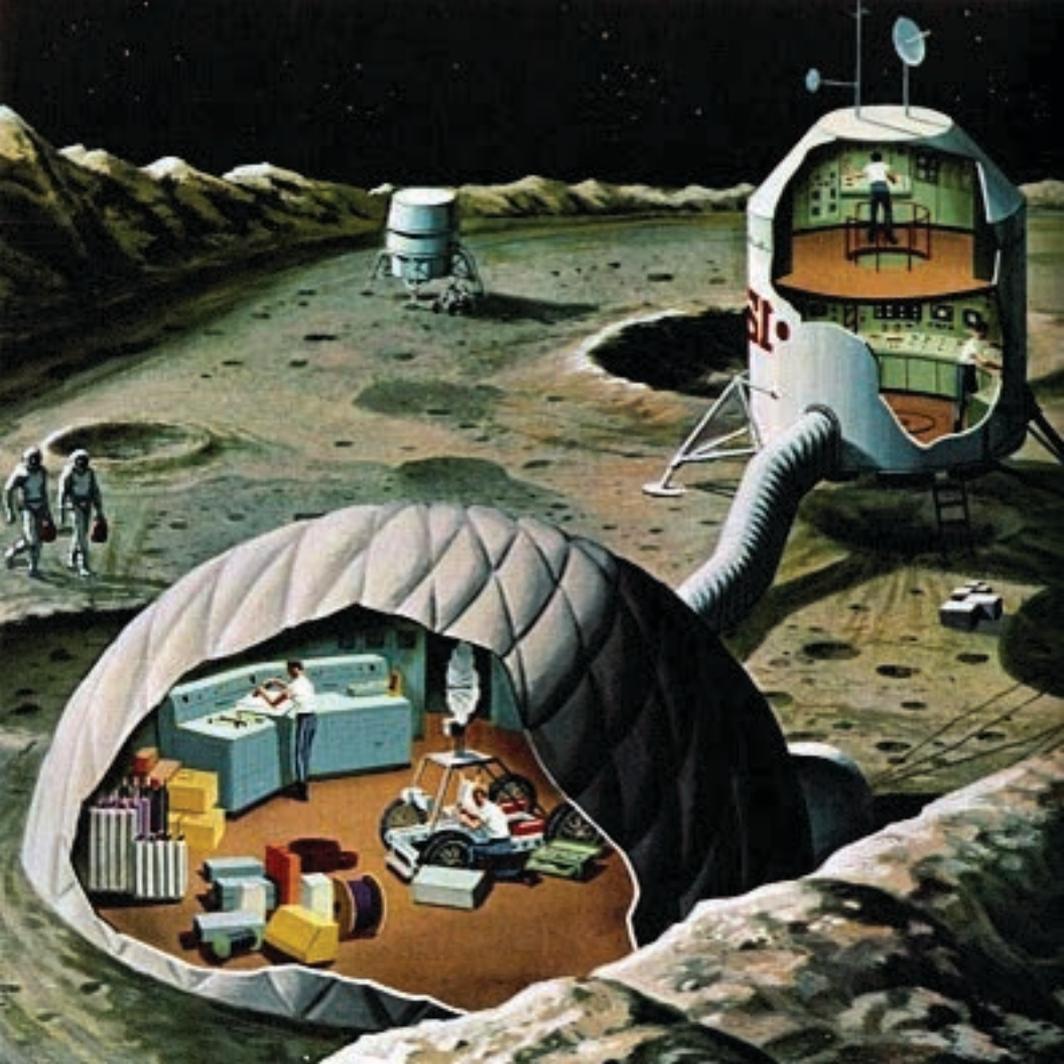


This is it! ... I've walked a few steps! ... for the first time in the history of mankind there is a BFR ON THE MOON!









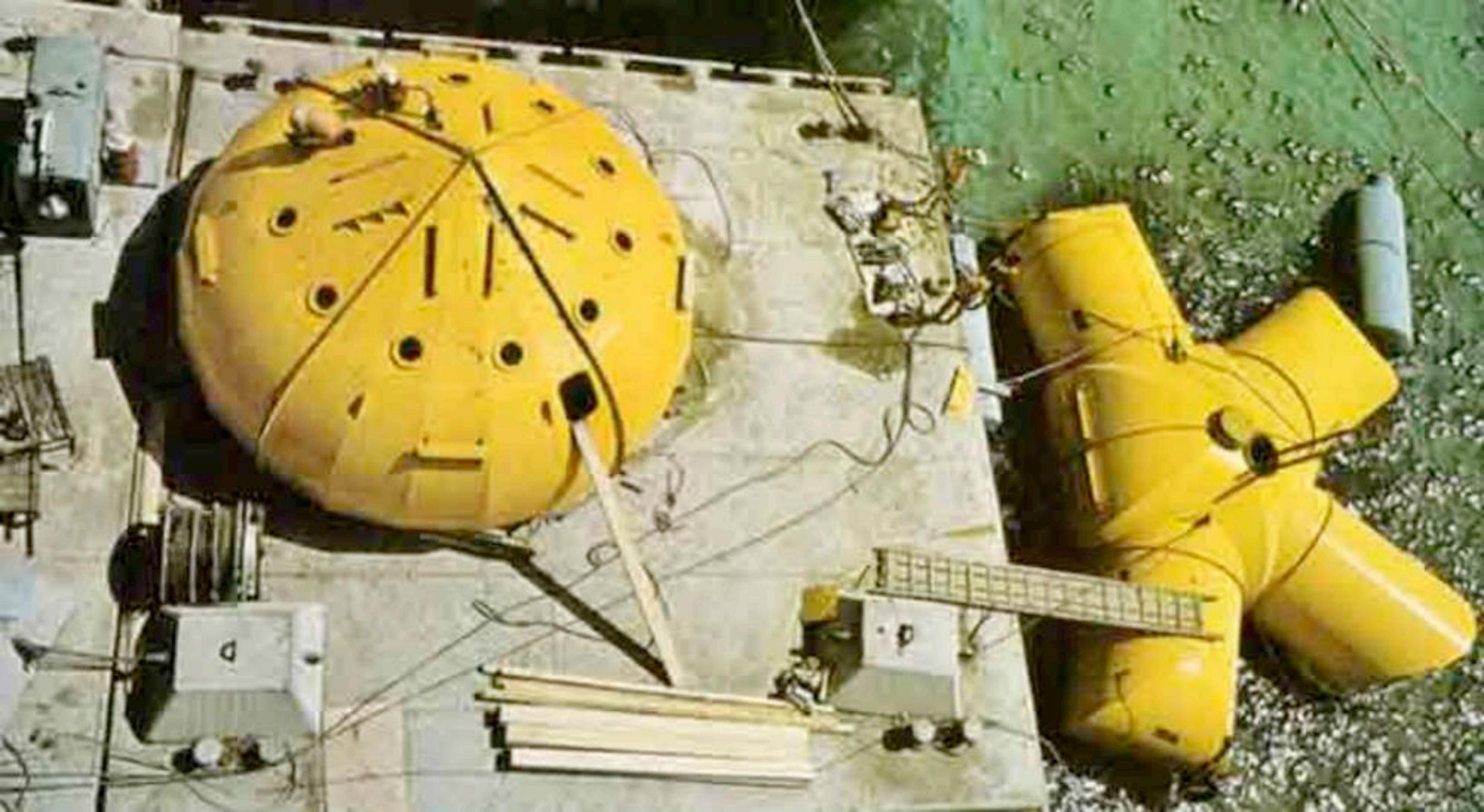


1953

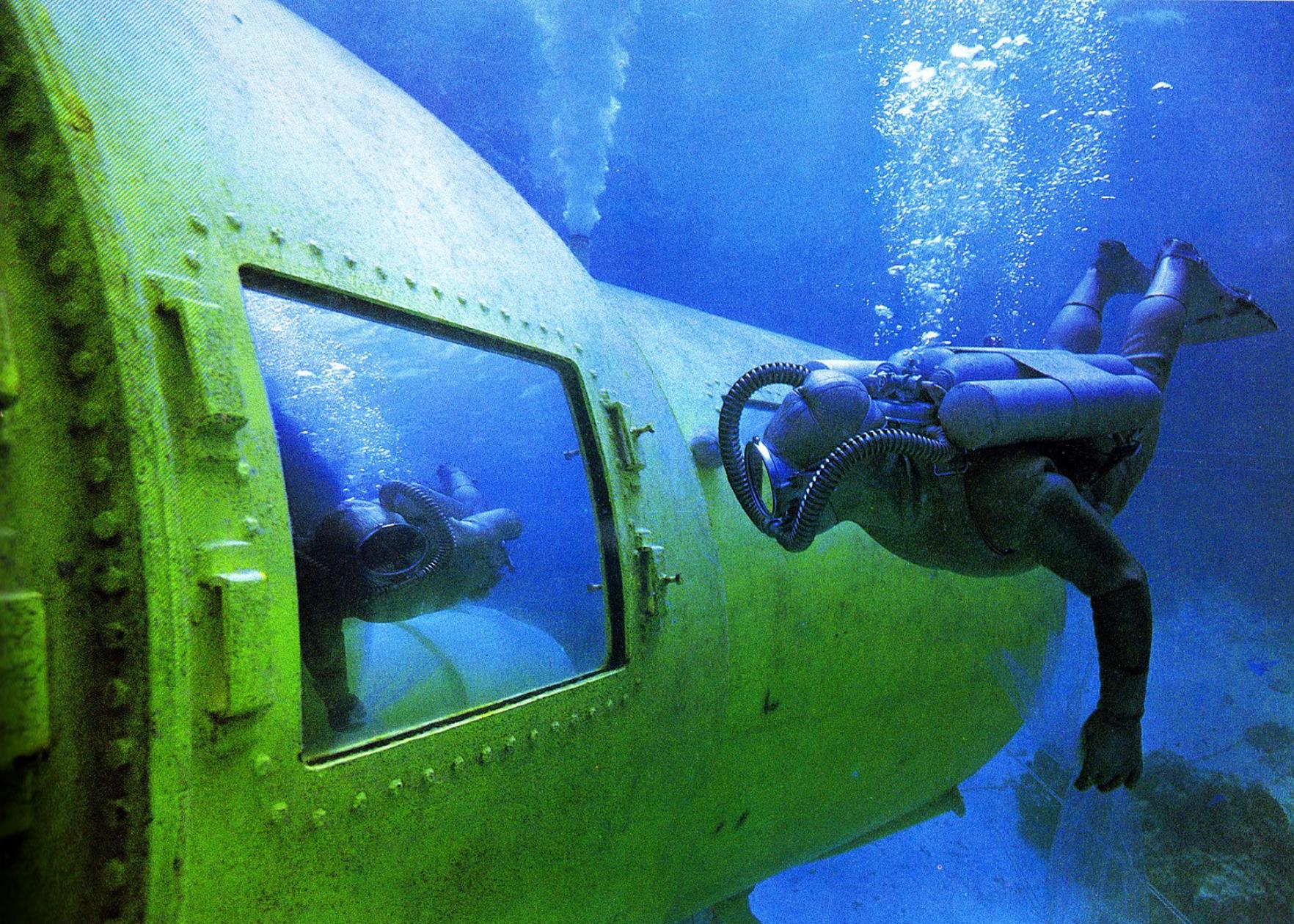


1988









Facteurs Humains liés à une Mission Interplanétaire

Rayonnement

Confinement
Biologique

Impesanteur

Situation
Physiologique

Autonomie
Ergonomique

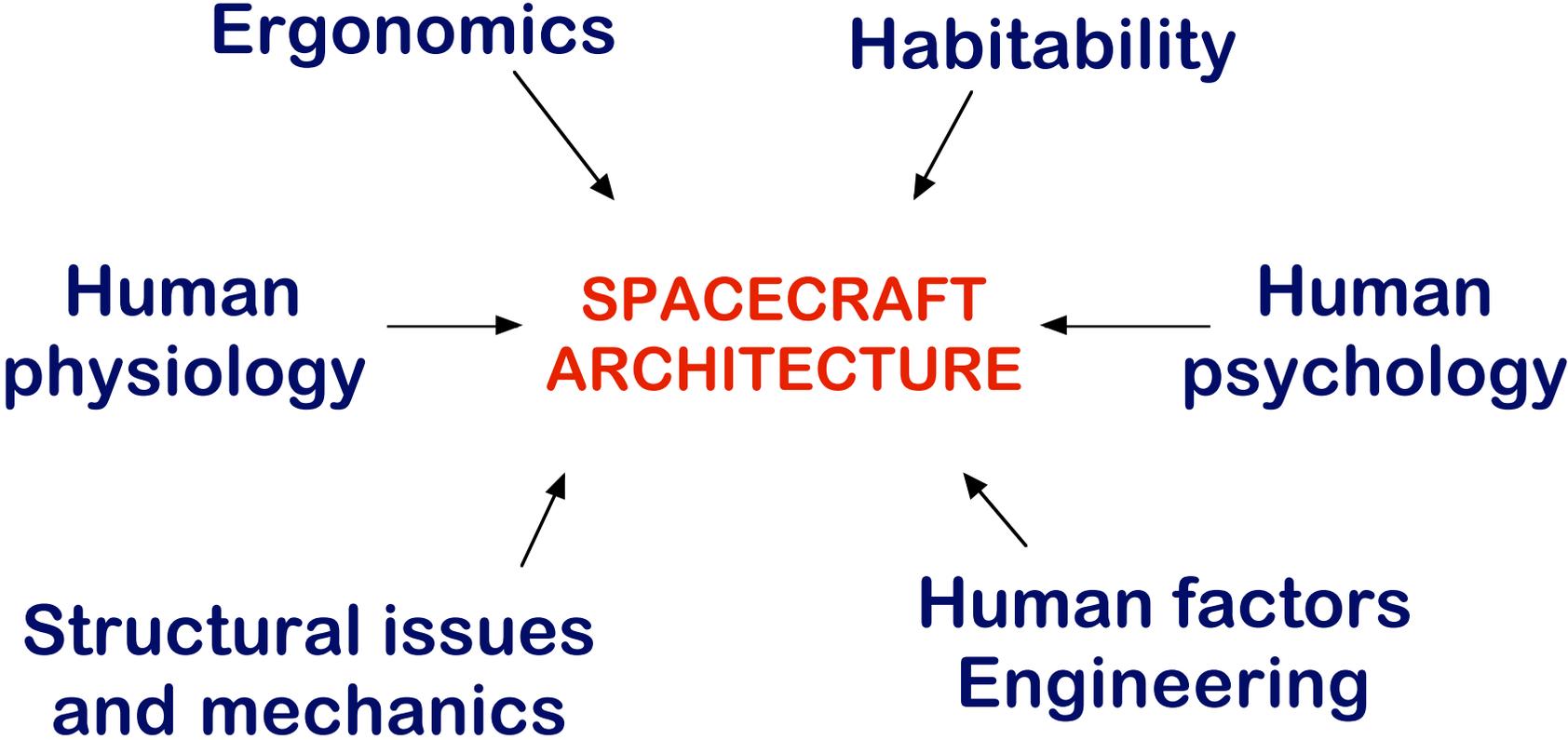
Nouveauté
de la Mission

Situation
Psychologique

Isolement
Sanitaire

Éloignement Sociologique
Promiscuité Équipage

FACTORS INVOLVED IN INTERIOR SPACECRAFT DESIGN



MAWC Mission Guidelines

A Exclusion Criteria and Motivations of Members

- A1 Enquiry about Motivation**
- A2 Autoanalysis of Problems of Selection**
- A3 Perception of Mission in Candidates' circle**
- A4 Cultural Diversity**
- A5 Psychological Tests**
- A6 Mixity**

B Social Organisation

- B1 Hierarchy**
- B2 Responsibility**
- B3 Capcom Suppression**
- B4 Introspection**
- B5 Logbook**
- B6 Individual Follow Sheets**
- B7 Life Rythms**
- B8 Spatial Design Imposed/Free & Personal Reaction**
- B9 Spontaneous Collective Adaptation to Organised Volumes**
- B10 Hearth Social Function**
- B11 Uniform**

C Multicultural People

- C1 Cultural Confrontation**
- C2 Mixity**
- C3 Hearth Universal Paradigm**

D Job Continuity

- D1 Preservation of Individual Competences**
- D2 Communication**
 - D2.1 Space Delay**
 - D2.2 Laptop Mac**
 - D2.3 Mobile phone**
 - D2.4 Virtual reality**
 - D2.5 Web Site/Forum**
- D3 TeleJob**
 - D3.1 Telediagnostic**
 - D3.2 Courseware**
 - D3.3 Streaming Video Mac**
 - D3.4 Telemanagement**
 - D3.5 Data Transfer/Analysis**
- D4 Technological Tests**
 - D4.1 Jonathan&Fletcher Suits**
 - D4.2 Dalloz Nets**
 - D4.3 Space Suit Gloves**
 - D4.4 Fuel Cells**
 - D4.5 Mechanical test of external robot**
 - D4.6 Image Performance of Robot**

E Wellbeing & Pleasure in Space

E1 Privacy

- E1.1 Personal Diary**
- E1.2 Secret Garden**
- E1.3 Material Personal Sphere**
- E1.4 Personal Arrangement**

E2 Mixity Balanced Atmosphere

E3 Sexuality

E4 Mens Sana & Corpore Sano

- E4.1 Hygiene**
- E4.2 Light/Colors**
- E4.3 Smell**
- E4.4 Sound Atmosphere**
- E4.5 Touch Textures**
- E4.6 Sport & EVA**
- E4.7 Anti-stress Techniques**
- E4.8 Social Wellbeing Activity (sauna, jacuzzi,...)**
- E4.9 Relation with Nature (animals, plants)**

E5 Life Rythm

E6 Hearth Presence

E7 Virtual Ambiance

E8 Interruption or Absence of Communications

F Mourning and One Way Ticket Mission

Obstacle for Space, to be solved

F1 Crew Mourning

F2 Rites

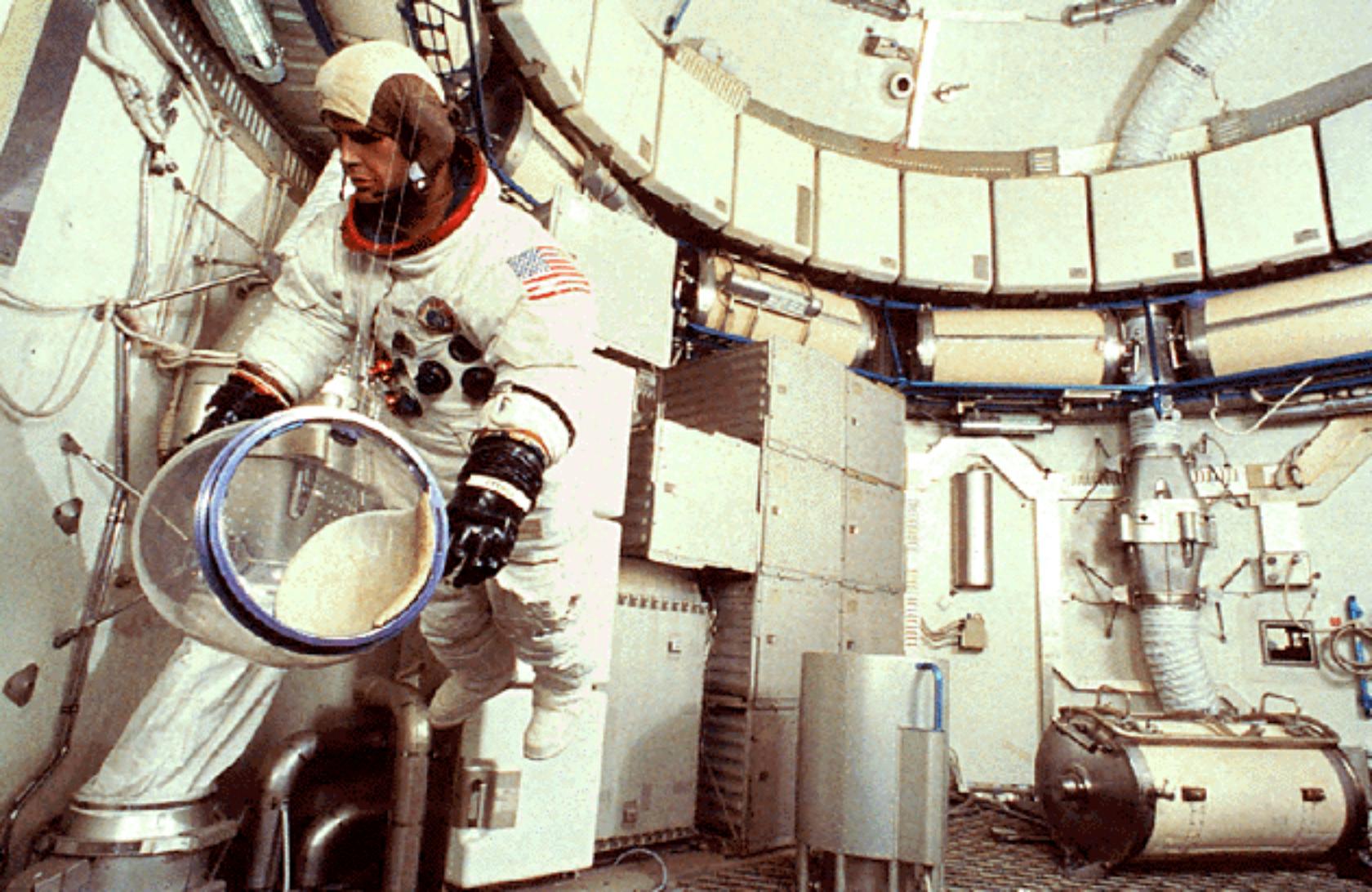
F3 Public Education

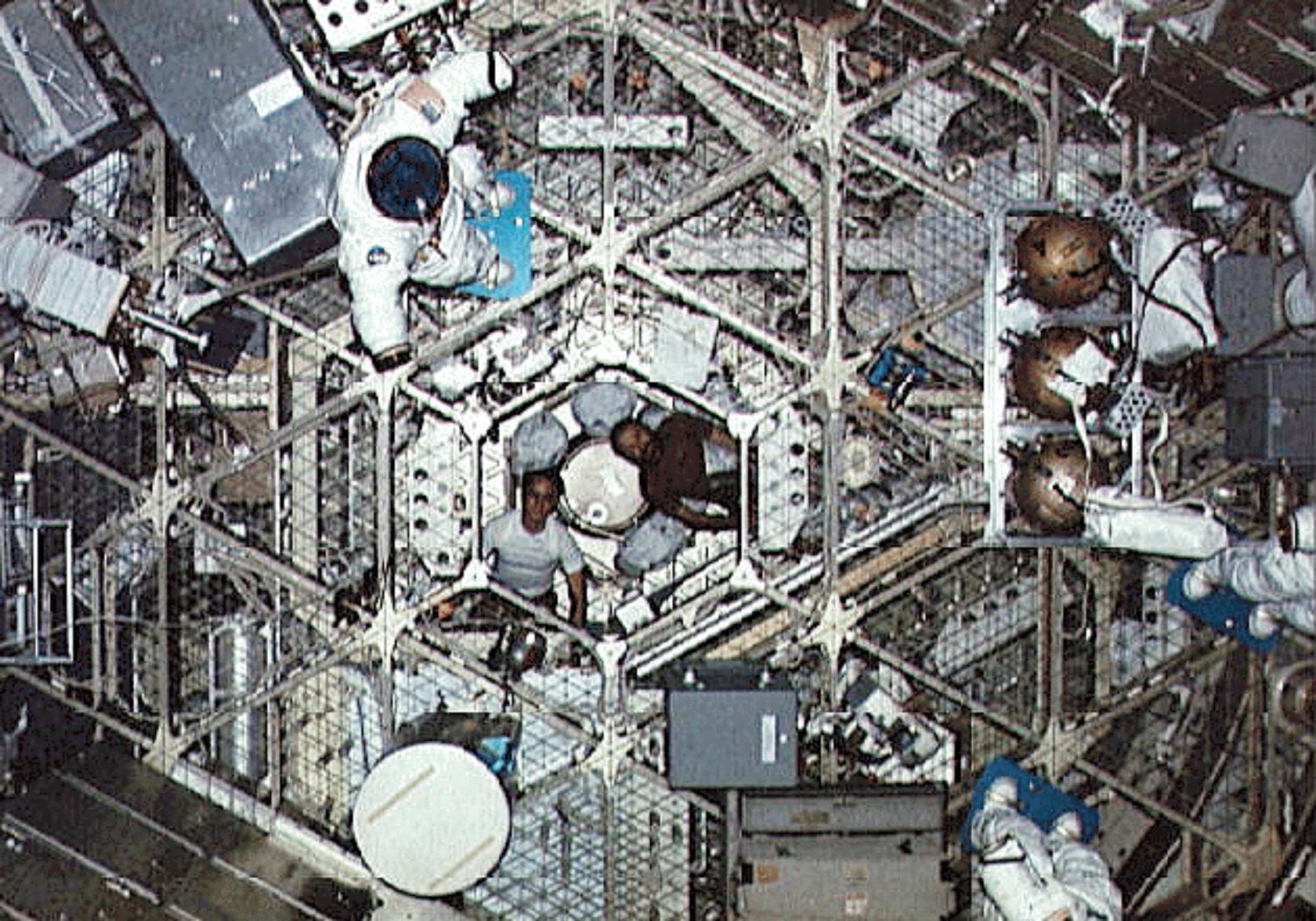
G Handicap in Space

Motor for Space, to be developed

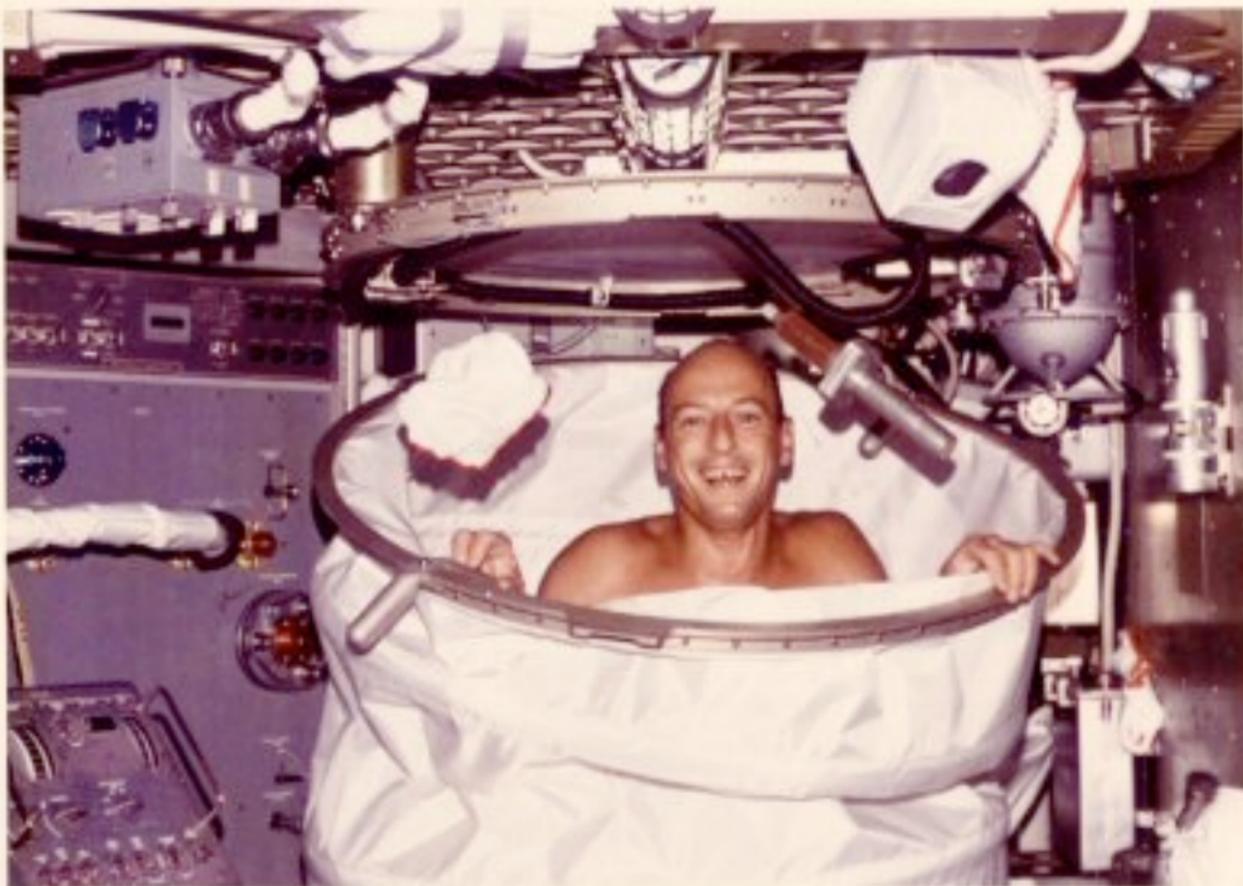
G1 Physical, Moral and Social Reinsertion through MAWC

G2 State of Art & Perspectives

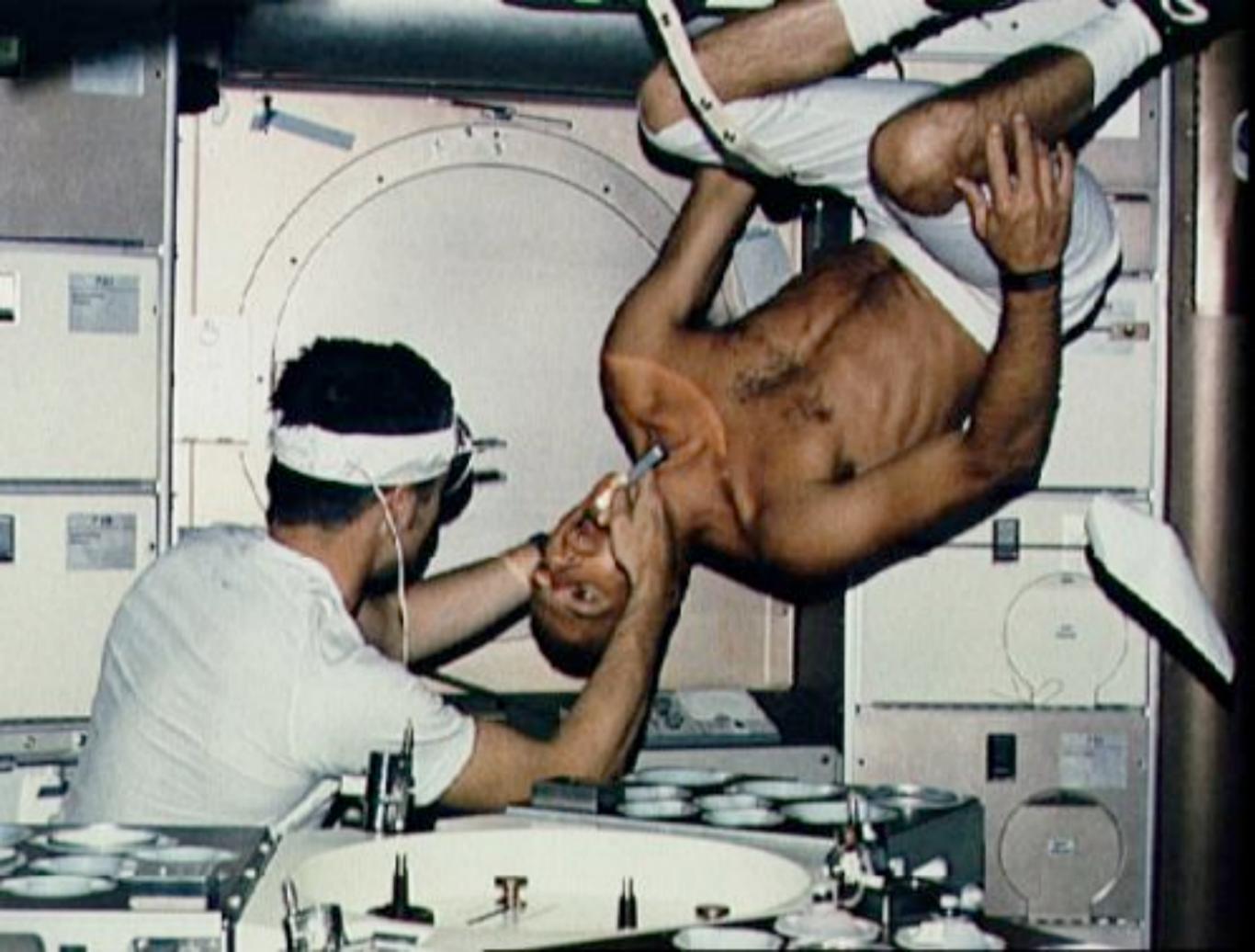




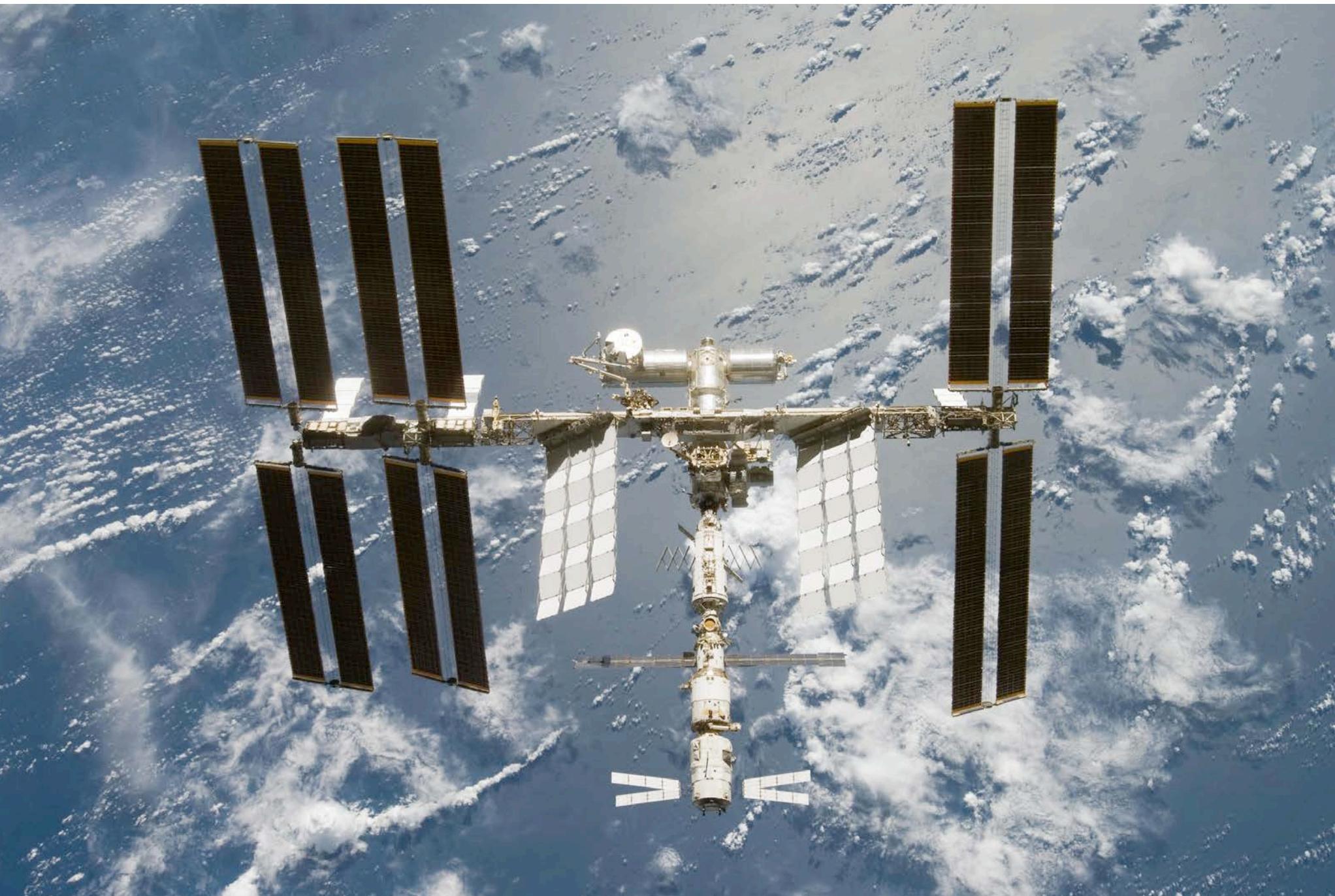
NASA
SL2-2-162











CONSÉQUENCES PHYSIOLOGIQUES DE L'IMPESANTEUR (LONGUE DURÉE)

**Modifications Physiologiques =
adaptation logique à l'impesanteur**

“On devient progressivement un mollusque”

OSTÉOPOROSE

- mauvaise fixation du calcium

FONTE MUSCULAIRE

RÉPARTITION SANGUINE

- paresse cardiaque
- afflux sanguin vers la tête

CONTRE-MESURES CLASSIQUES

- **ACTIVITÉ PHYSIQUE**

contre les 3 principales conséquences de l'impesanteur



Vélo ergomètre



Extenseurs

CONTRE-MESURES CLASSIQUES (suite...)

• ADJUVANTS MÉCANIQUES

Échasses “à choc”



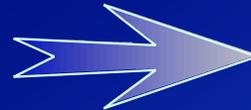
Ostéoporose

Costume “Pingouin”



Fonte musculaire

Pantalon “Chibis” en vol
Anti-G au retour



Répartition Fluides

• ADJUVANTS ALIMENTAIRES

Suppléments Calcium
Médication spécifique



Ostéoporose

Solution Salée
avant retour



Répartition Fluides

Problématique de la Pesanteur Artificielle

Facteurs Humains :

- Physiologie
- Ergonomie
- Psychologie
- Stress de la Mission

Choix

- Impesanteur avec Adjuvants
- Pesanteur Artificielle

Pesanteur Artificielle

Avantages

- Intégrité Physiologique Mécanique
- Meilleure Continuité Terrestre

Inconvénients

- Structure Déployable
- Mobilité (observation, amarrage, EVA, panneaux solaires)
- Volume Habitable Réduit.

Principe de Pesanteur Artificielle

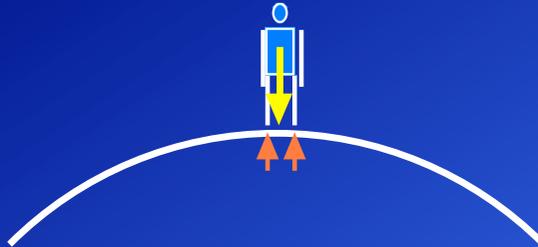
Gravitation :

Force Newtonienne à distance, de masse à masse

Une gravitation artificielle nécessiterait d'emmener l'équivalent d'une planète dans le vaisseau spatial...

Pesanteur :

Sensation de poids, due à l'équilibre entre la force de gravitation à distance, et une force de surface (réaction d'appui)

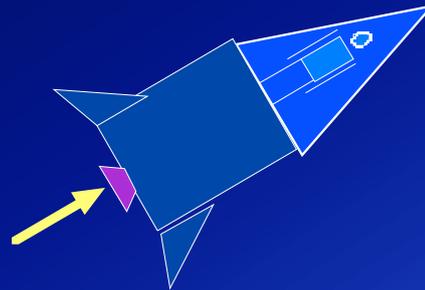


Pesanteur artificielle : force de volume + force de surface.

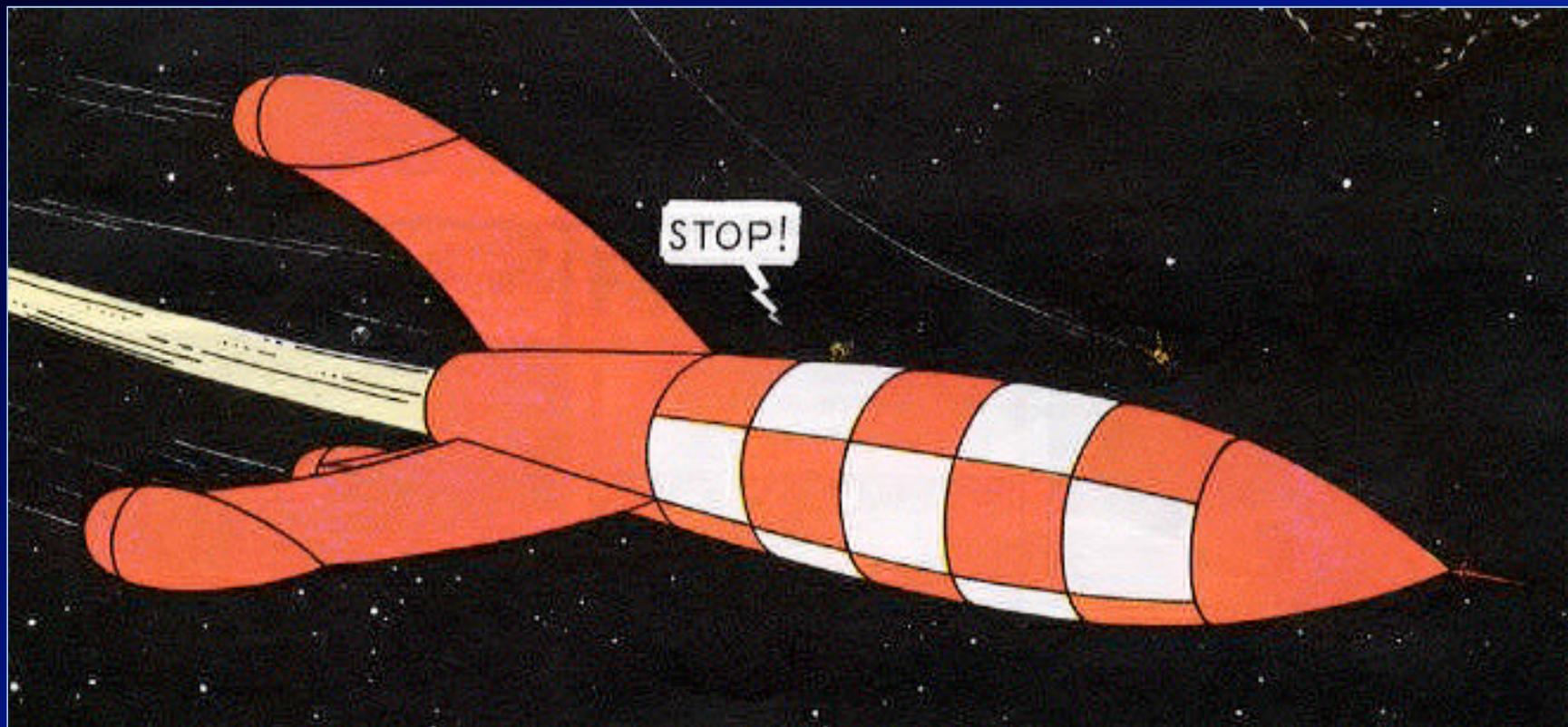
Force de volume par **accélération** (équivalence gravitation).

Force de surface : **plancher** .

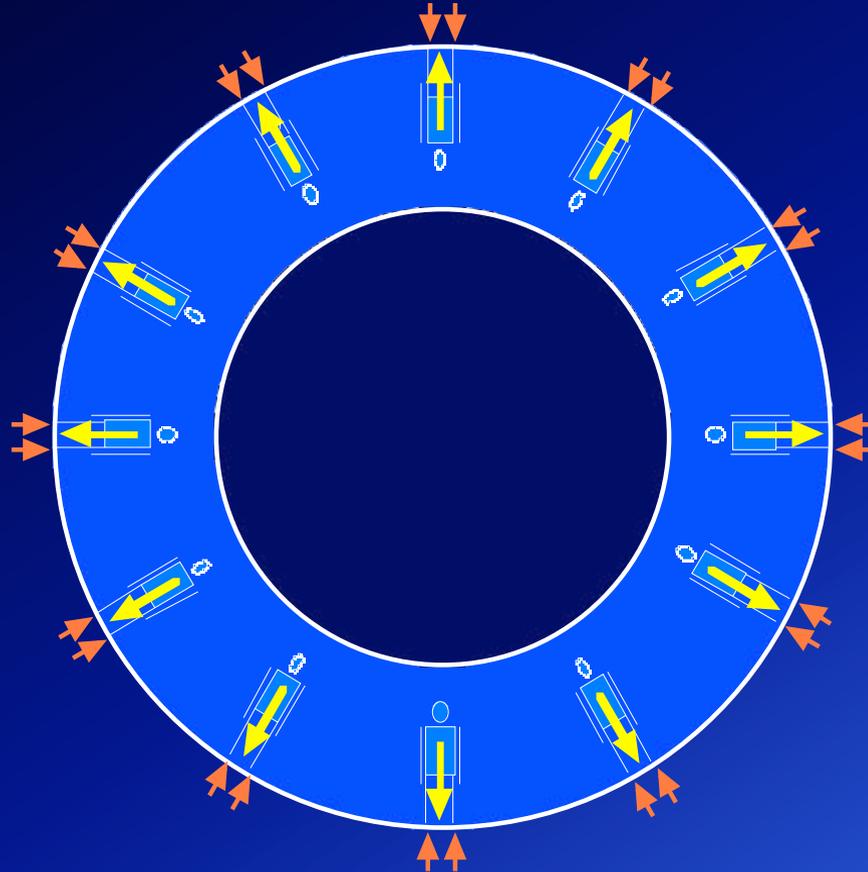
On pourrait donc créer l'accélération par un mouvement de translation uniformément accéléré imprimé au véhicule.



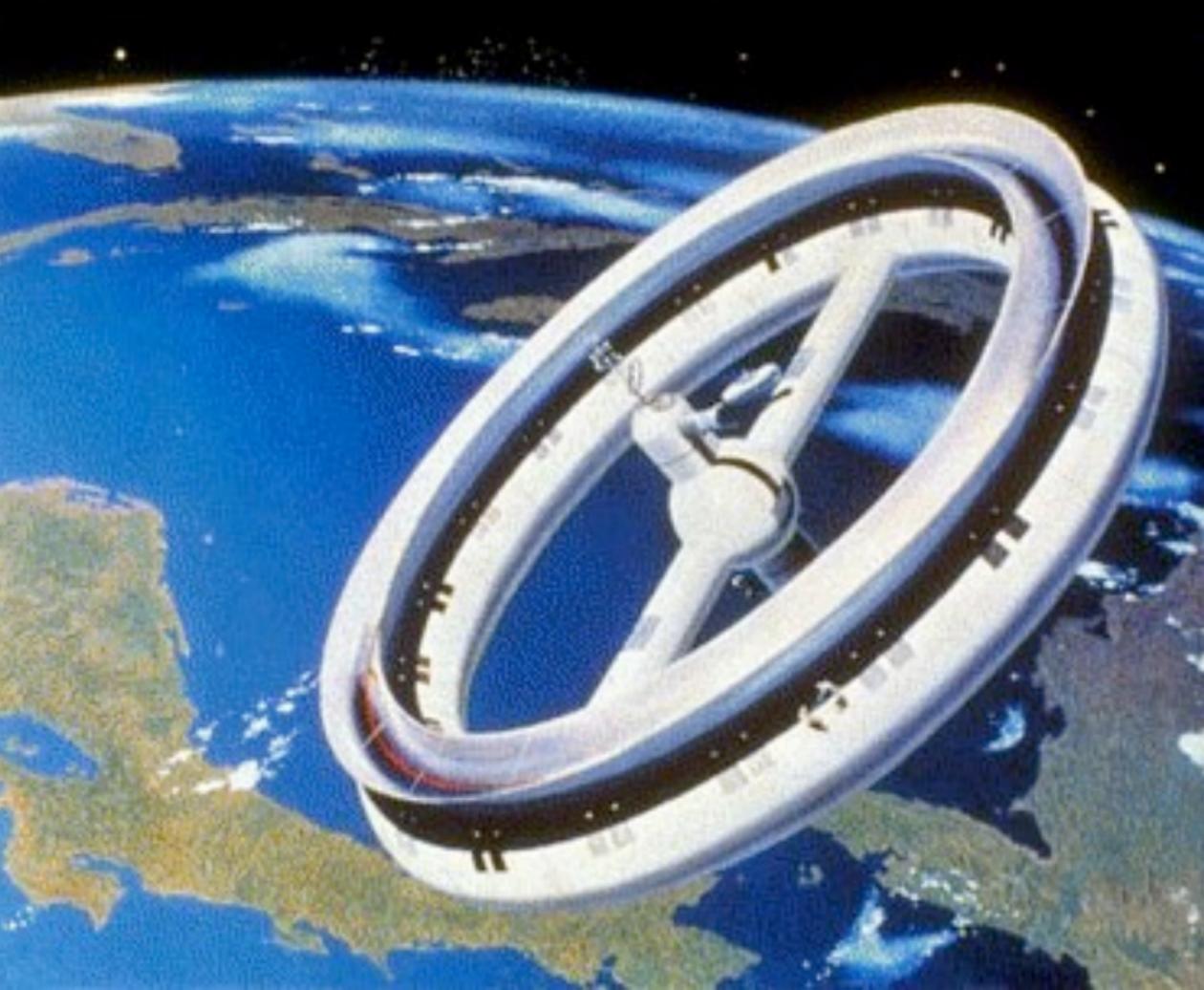
Le maintien de la propulsion en
fonctionnement permanent est prohibitif



Il est bien plus réaliste de créer l'accélération d'entraînement par rotation, sur un plancher circulaire

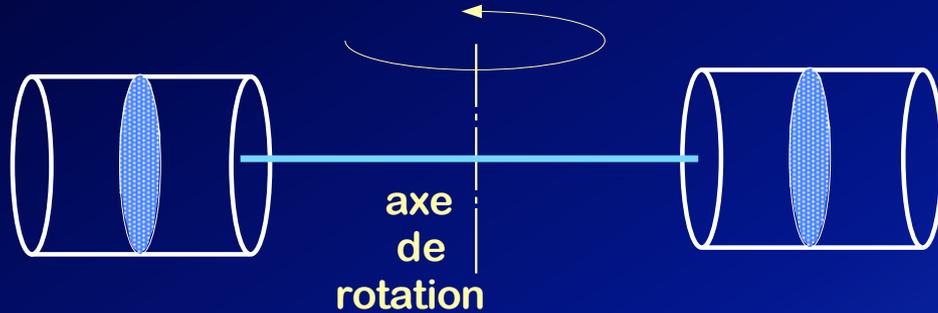


Chaque objet posé sur le plancher, entraîné par l'accélération centripète $\omega^2 R$, subit une force d'inertie centrifuge $-\omega^2 R$ équivalente à une gravitation radiale.



Architectures MAWC binaires typiques

B1



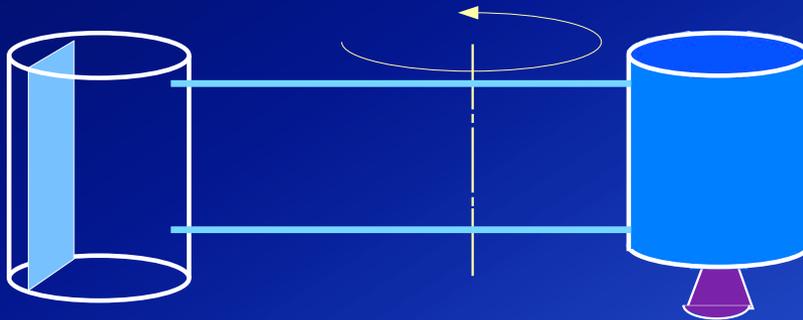
Avantage :

Simplicité

Inconvénient :

Souplesse Torsion

B2



Avantages :

Module Service Séparé

Propulsion Autonome

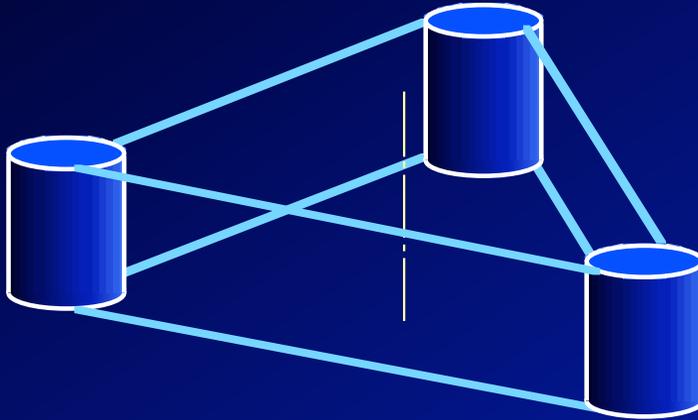
Inconvénient :

Gyroscopie Pulsatoire



Architectures MAWC ternaires typiques

T1



Avantages :

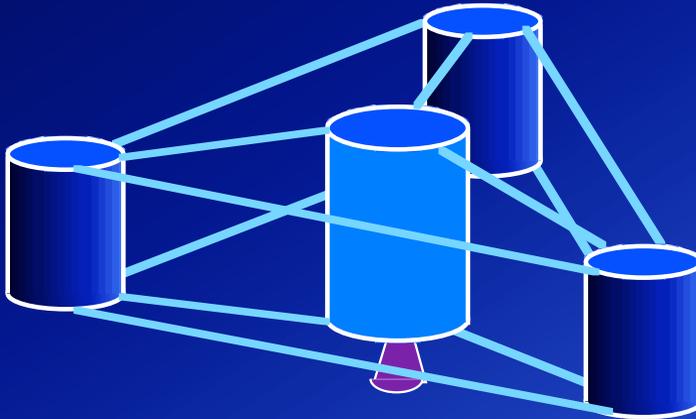
Symétrie simple

Isostaticité

Inconvénient :

Modes Dissymétriques

T2



Avantages :

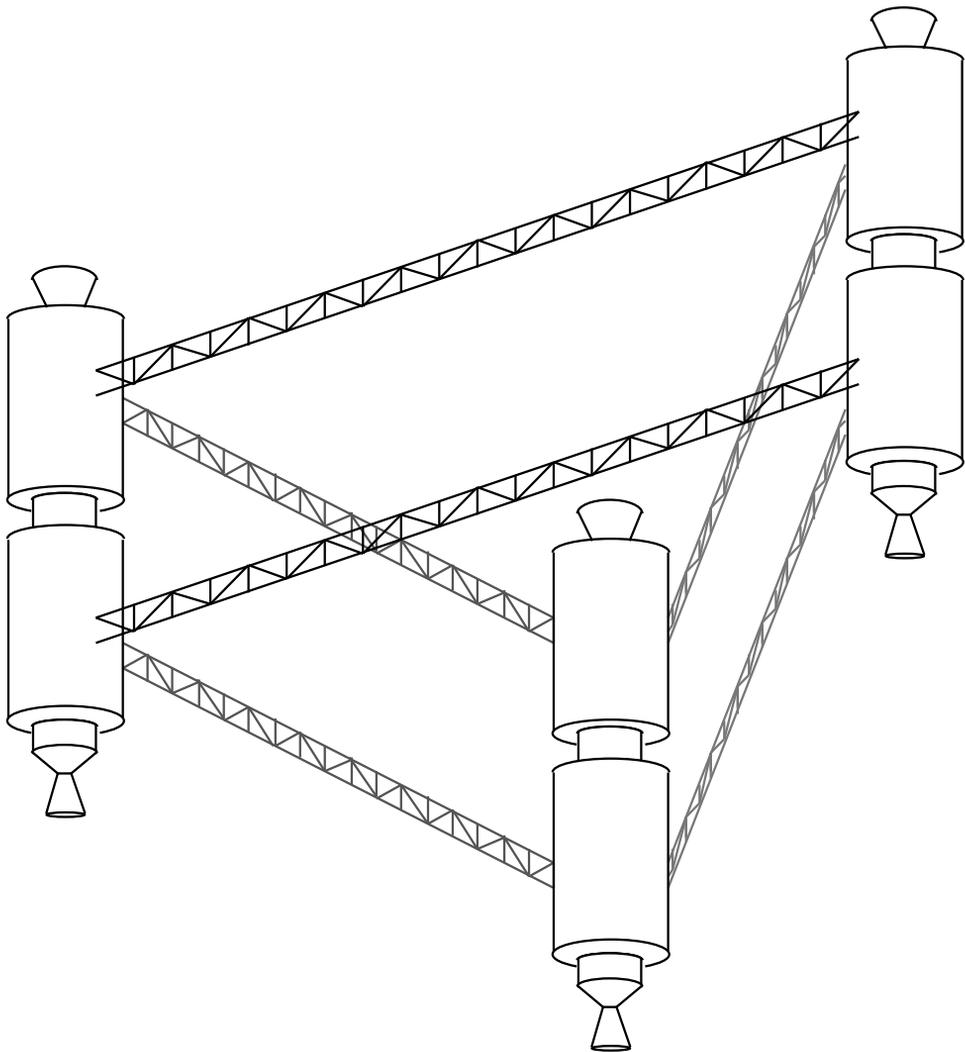
Module Service Séparé

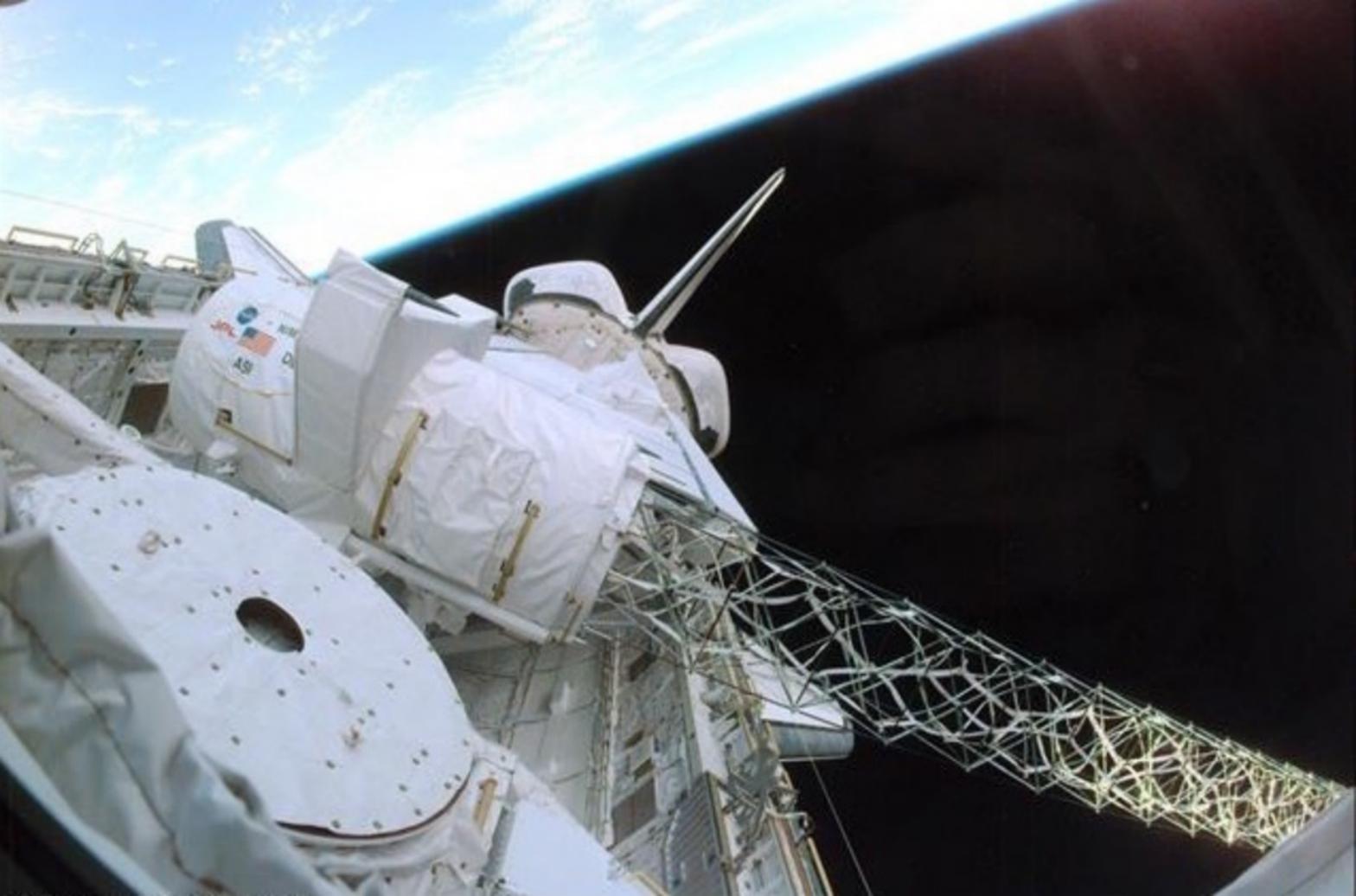
Propulsion Autonome

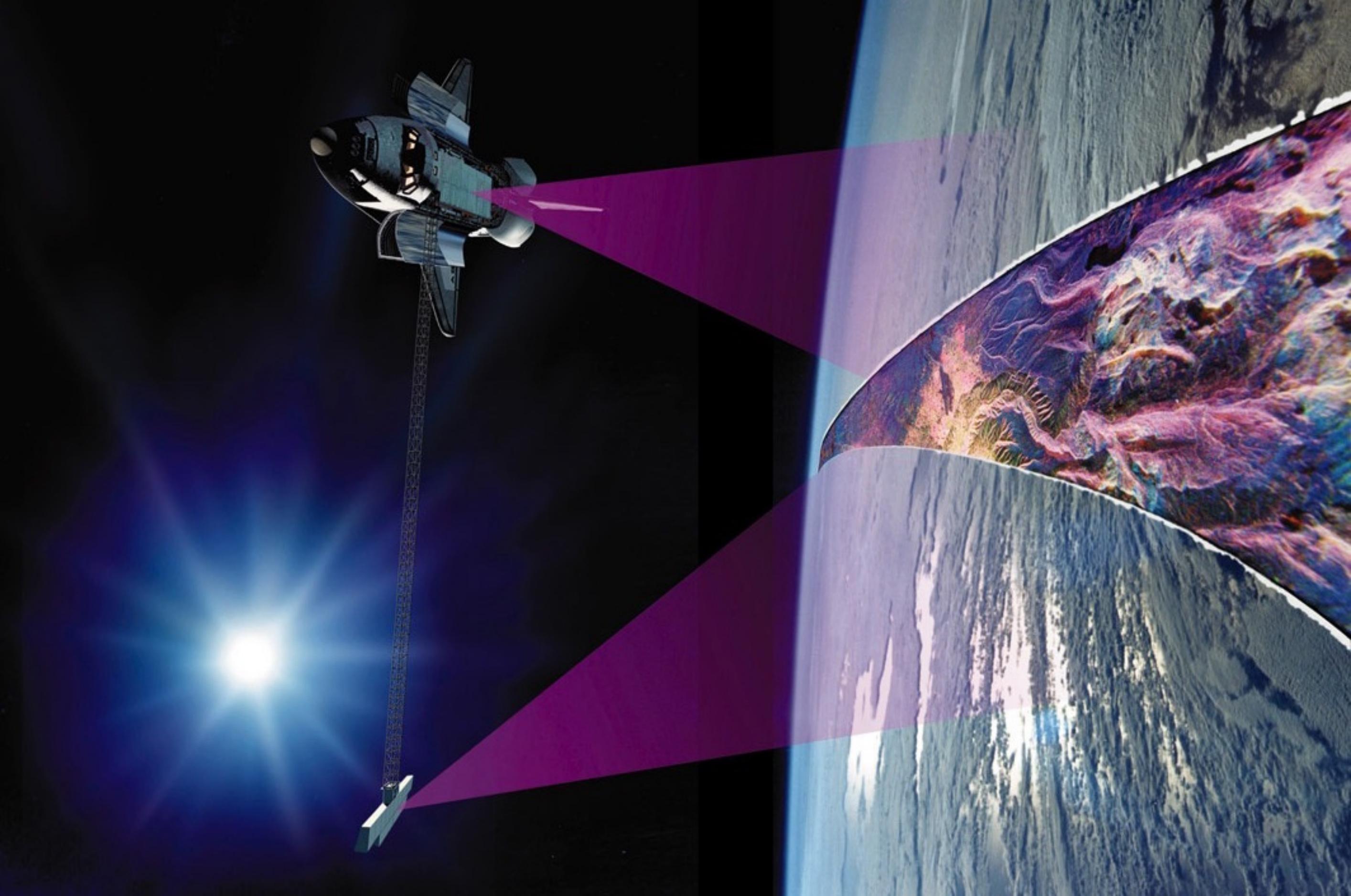
Redondance structurale

Inconvénient :

Grande Complexité









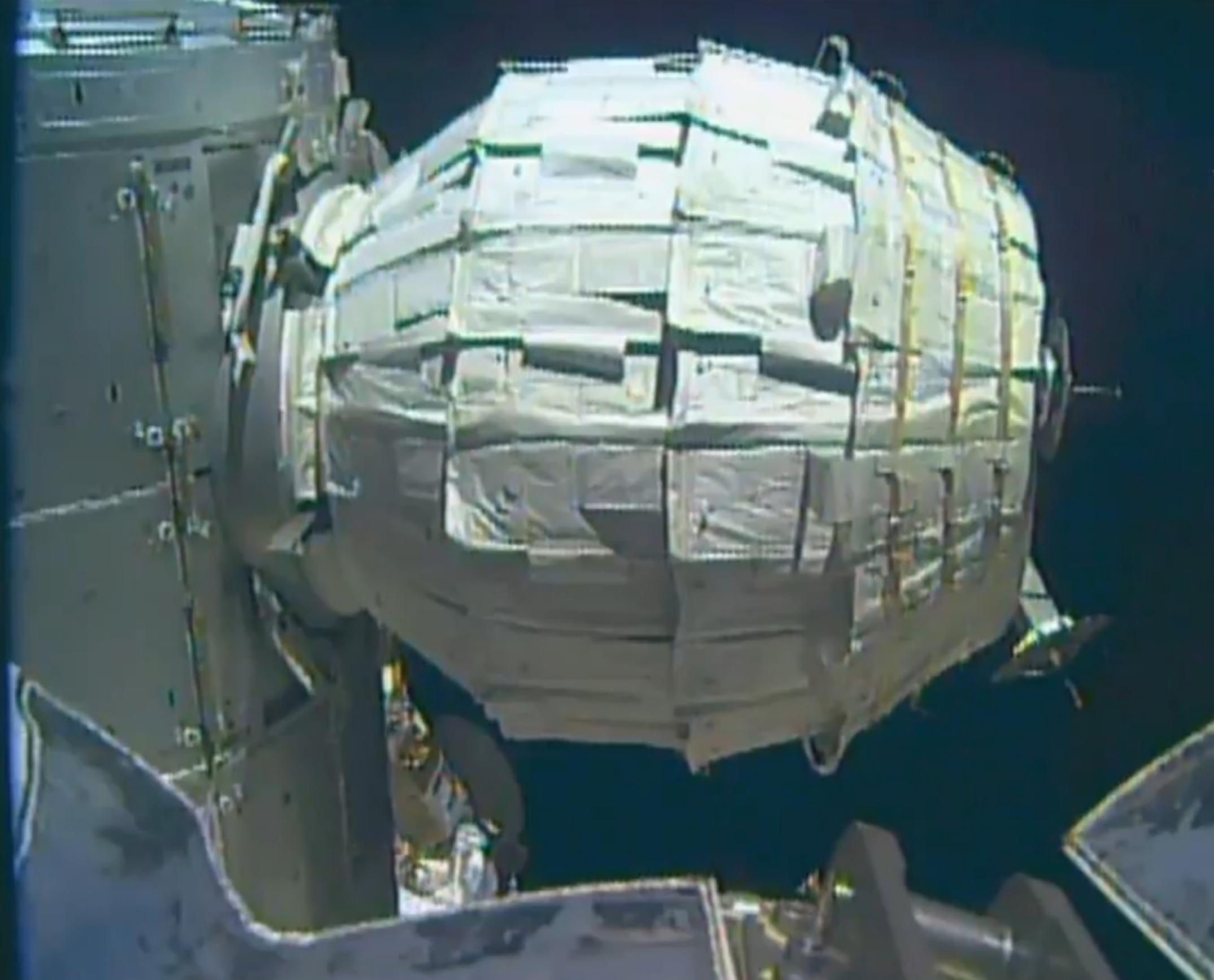
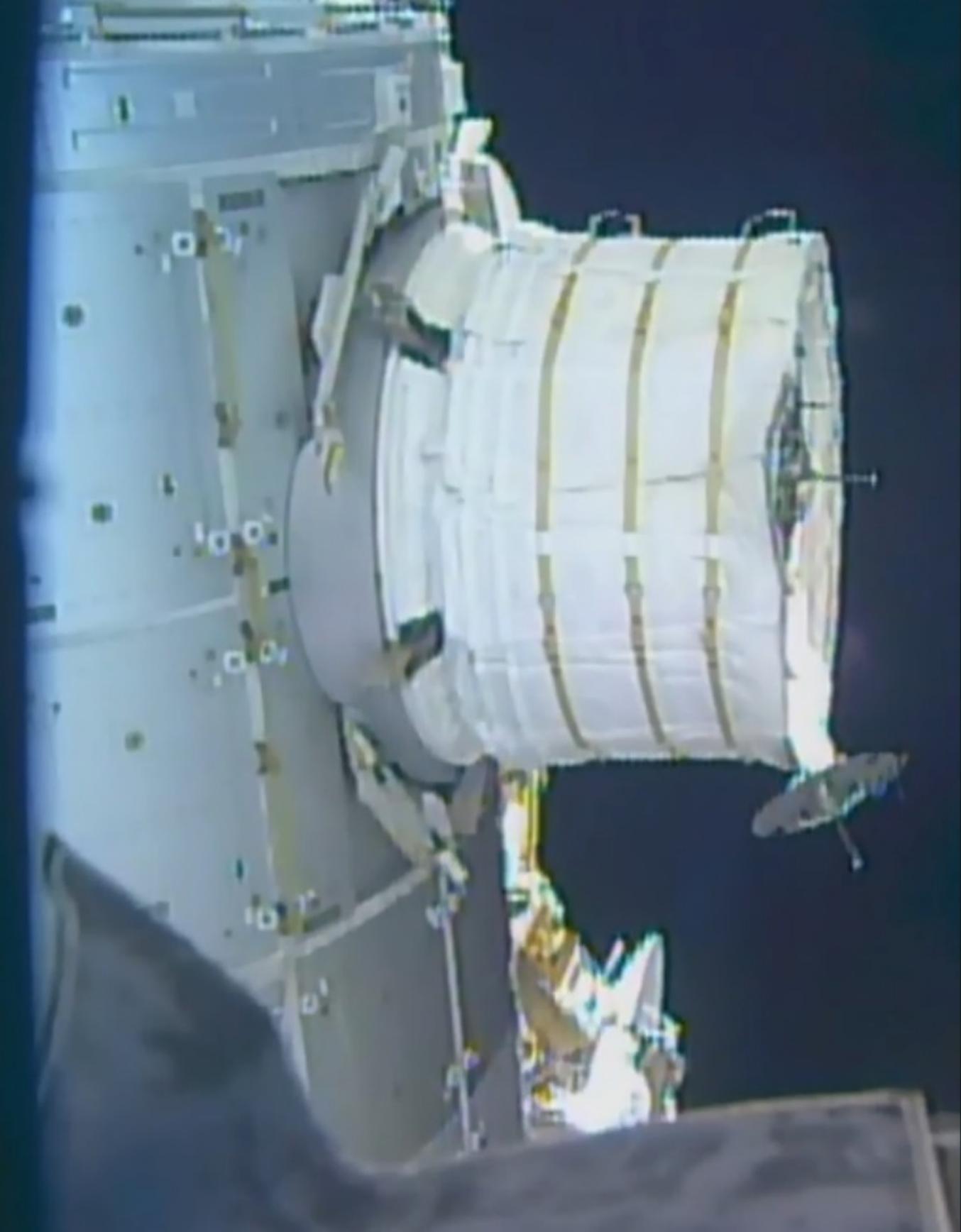
MOHRI KREGEL

THIELE

KAVANDI

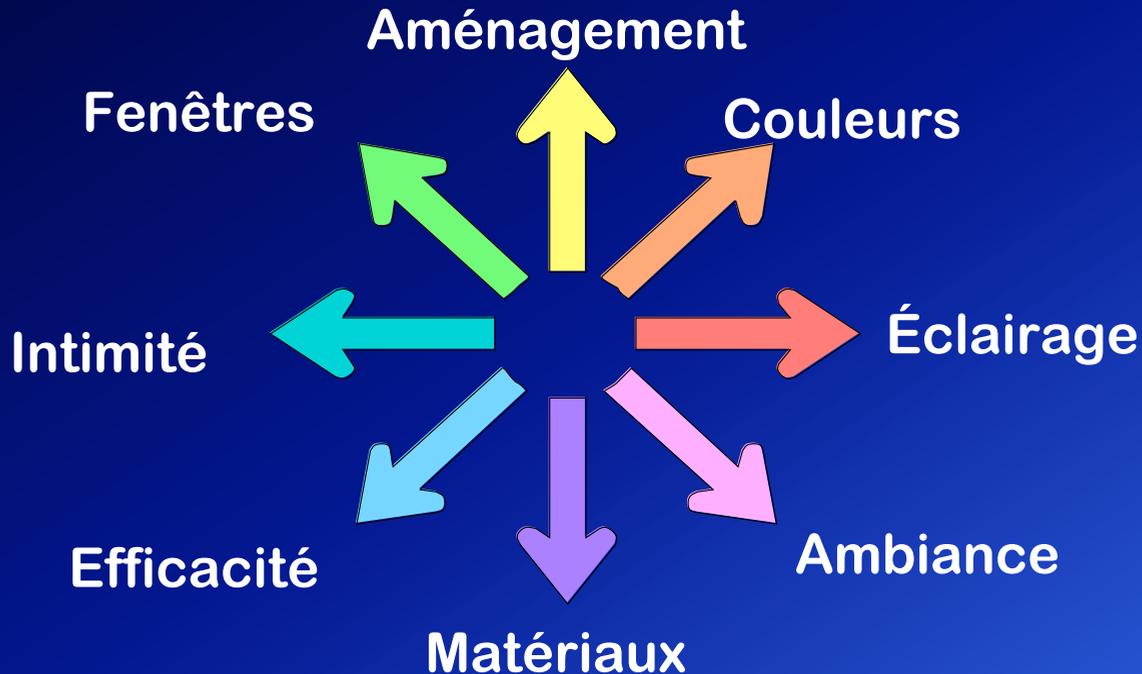
GORIE

VOSS



Aménagement Intérieur Module de Vie

Facteurs Humains



Module Vie Intégré

