

Objectif Mars

« Sachez donc qu'en 1884, Mars se trouvant en opposition et séparée de nous par une distance de vingt-quatre millions de lieues seulement, M. Schiaparelli, un des plus éminents astronomes de notre siècle et un des observateurs les plus sûrs, découvrit tout à coup une grande quantité de lignes noires droites ou brisées suivant des formes géométriques constantes, et qui unissaient, à travers les continents, les mers de Mars ! Oui, oui, monsieur, des canaux rectilignes, des canaux géométriques, d'une largeur égale sur tout leur parcours, des canaux construits par des êtres ! Oui, monsieur, la preuve que Mars est habitée, qu'on y vit, qu'on y pense, qu'on y travaille, qu'on nous regarde : comprenez-vous, comprenez-vous ? »

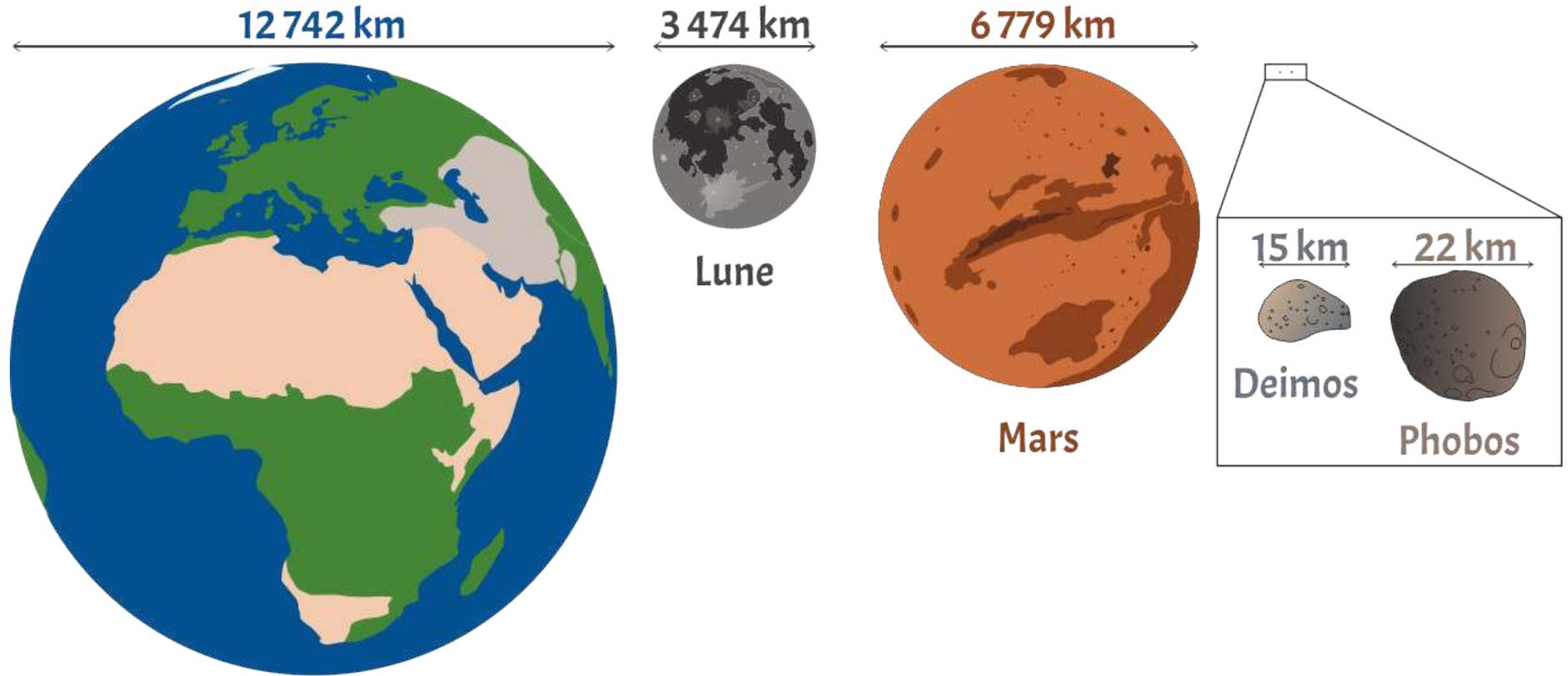
Maupassant, l'homme
de Mars, 1887

Objectif Mars

Sommaire

- 1 - Comparaison entre la Terre, la Lune et Mars
- 2 - Petite géographie de Mars
- 3 - Histoire des missions vers Mars
- 4 - Des humains sur Mars
- 5 - Pour aller plus loin

Comparaison Terre Lune Mars



Comparaison Terre Mars

Atmosphère (principaux gaz)

	Terre	Mars
CO ₂	0,04 %	96 %
N ₂	78 %	2,8 %
Argon	1 %	1,6 %
O ₂	21 %	0,13 %

Lune : atmosphère ténu,
1/ cent millionième de l'atmosphère
terrestre

Comparaison Terre Mars

Caractéristiques physiques

	Terre	Mars
Masse Volumique	5515 kg/m ³	3933 kg/m ³
Pression atmosphérique	101 325 Pa 1 013 mbar	611 Pa 6, 36 mbar
Gravité de surface	1 g	0,379 g
Températures	Moyenne : 15 °c - 90 ° à + 57°	Moyenne : - 63°c - 153° à + 35°

Tempête de poussières
Vents violents

Les distances Terre Mars

Variation entre 35,8 millions de km (périgée 2018)
et 405 millions de km (apogée)

Mouvement apparent autour du soleil

	Terre	Mars
Période de rotation	23h 56 mn 4 s	24h 37 mn 23 s
Période de révolution	365,256 jours	686,98 jours terrestres (1 an 321 jours)
Distance au soleil	150 millions de km	228 millions de km

Mouvement apparent autour du soleil

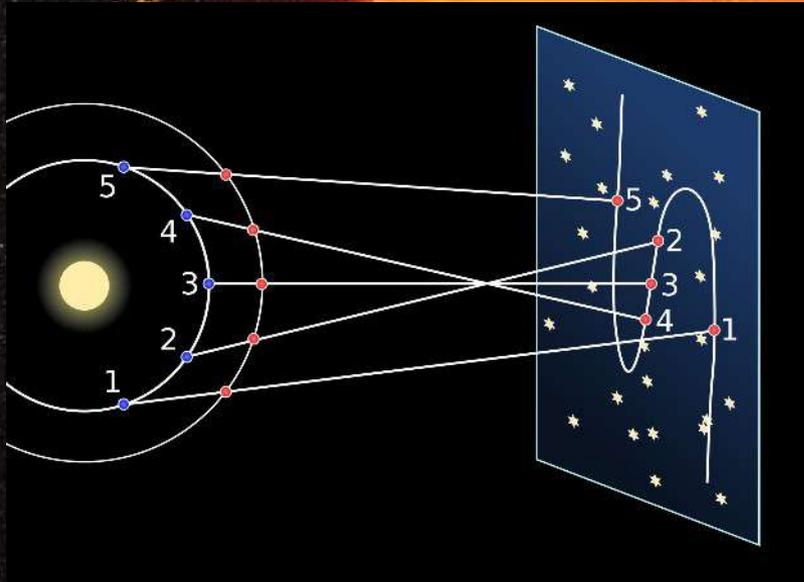
Le mouvement rétrograde de Mars

Variation des distances Terre -Mars

Périgée : 35,8 Millions de km

Apogée : 405 Millions de km

Vidéo Mouvement rétrograde

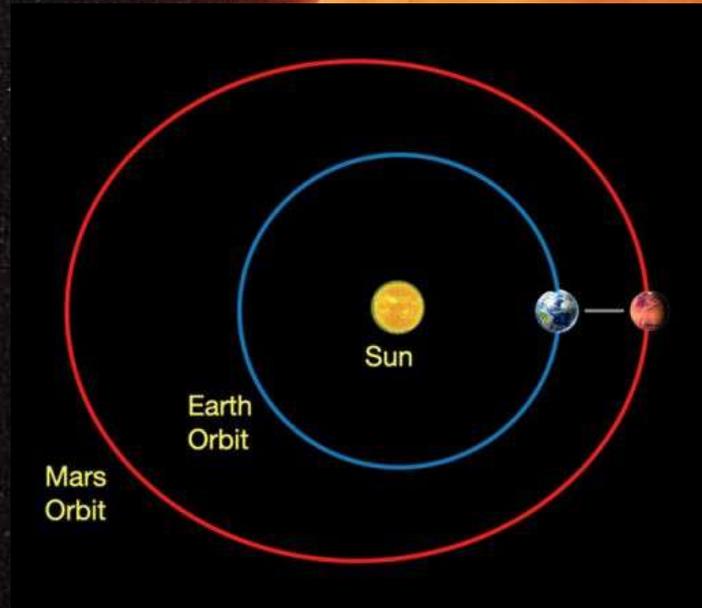


Mouvement apparent autour du soleil

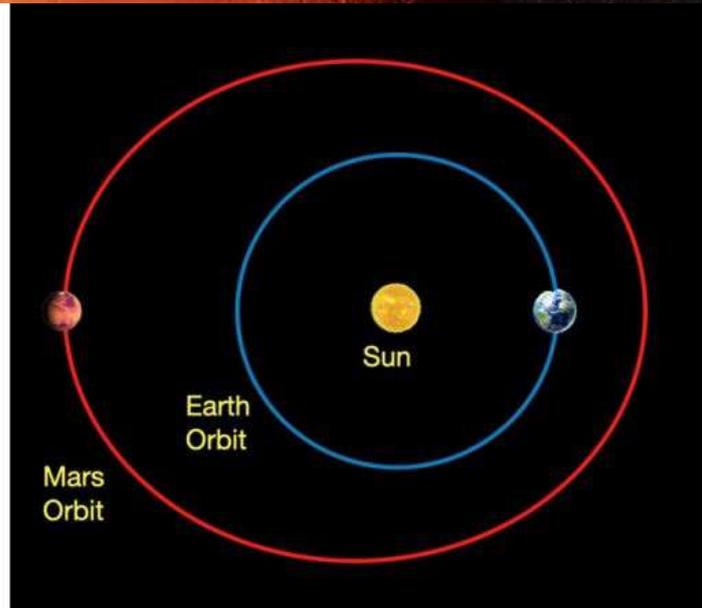
Opposition et conjonction

Opposition (vue à l'opposé du soleil)
alignement soleil – Terre- Planète
Pour Mars, tous les 26 mois

Conjonction (vue dans l'alignement du soleil)
alignement Terre -soleil - planète



Opposition: Mars is close and bright



Conjunction: Mars is distant and faint



Mouvement apparent autour du soleil

Variation des distances Terre -Mars

opposition (D plus courte : 15/09/2035
Distance : 35,4 millions de km

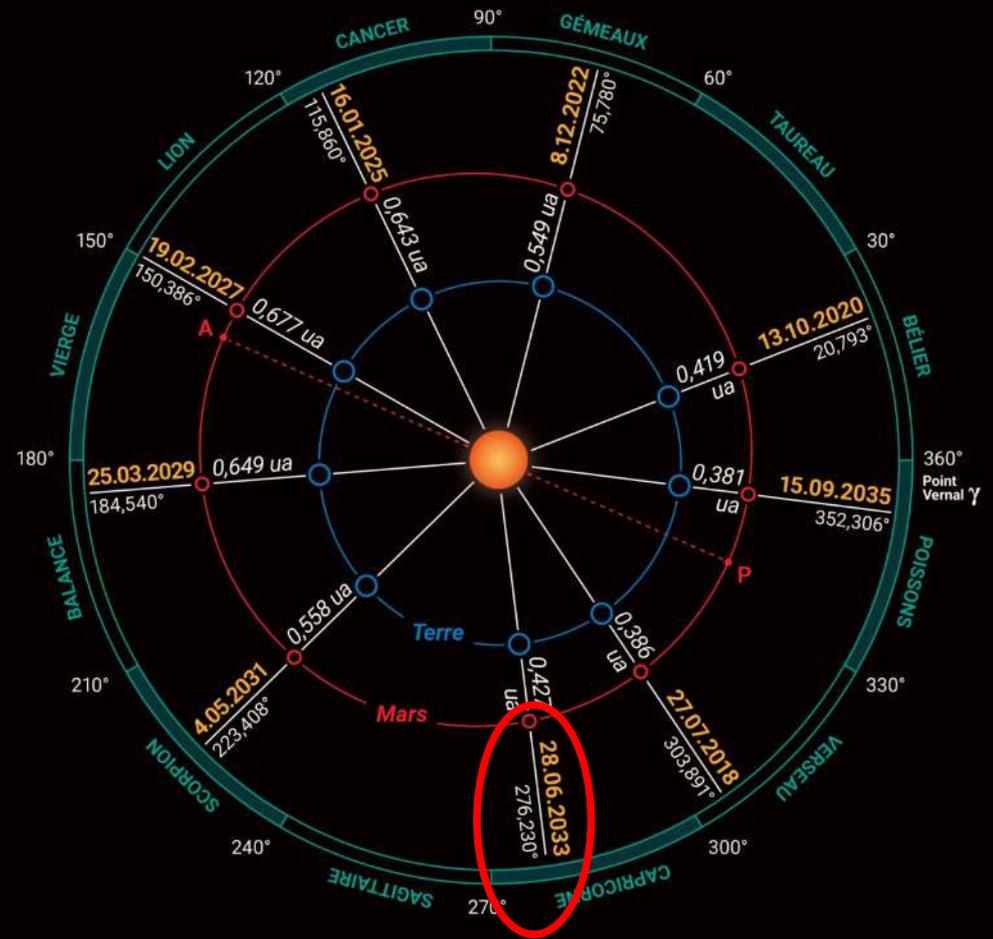


Image : observatoiredeparis.psl.eu

2 – la géographie de Mars

Une histoire mouvementée

Pas de champ magnétique

Une formation ultra rapide : 10 à 15 millions d'années (Terre : 50 à 100 millions)

Des saisons de durées très différentes entre le nord et le sud

Des tempêtes de poussières

Une atmosphère trop ténue pour retenir l'eau

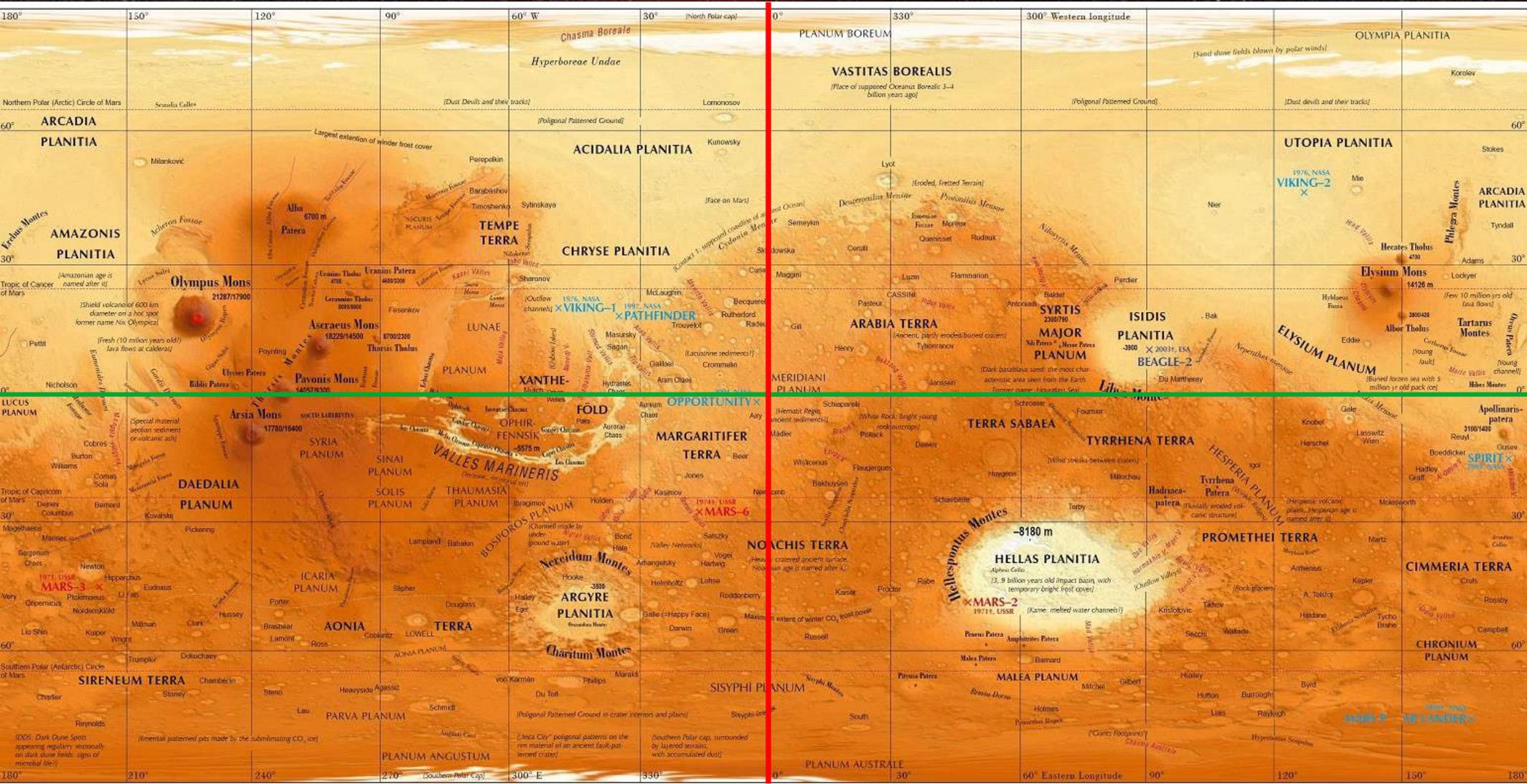
Un relief très différent entre le Nord et le Sud

des plaines basses et sans relief au nord

des cratères et des reliefs accidentés au sud

Entre les 2 : une zone de volcans et de canyons

2 – la géographie de Mars



2 : Les Missions vers Mars

Voyages vers Mars

Durée varie avec la distance et la vitesse du véhicule

Aller simple : environ 260 jours soit 8,5 mois

Aller et retour : entre 640 et 910 jours

Soit 1 an et 9 mois ou 2 ans et demi

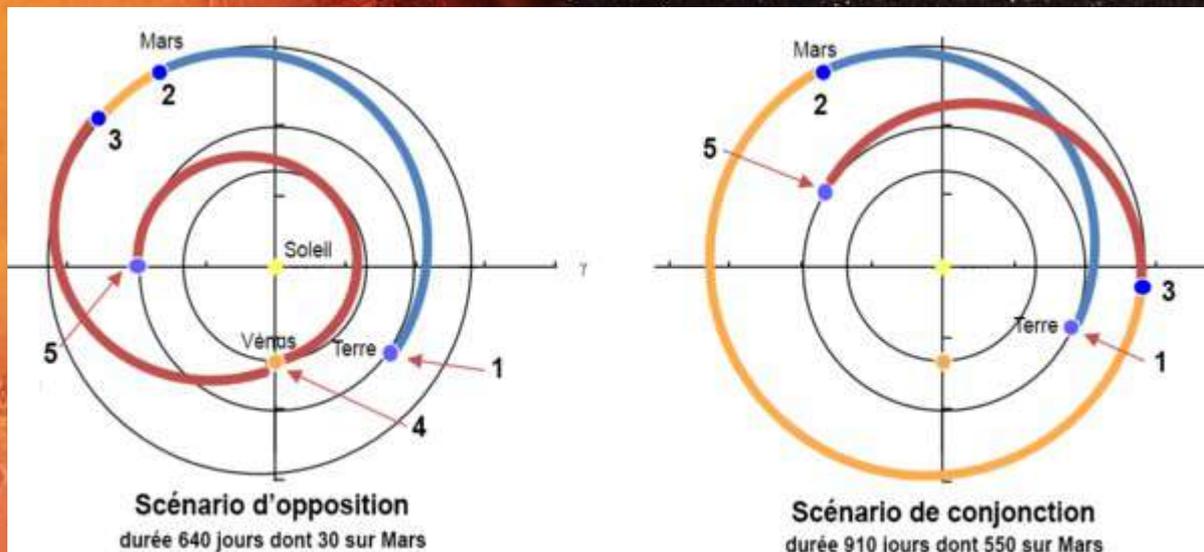


Image : nasa.gov

Les missions vers Mars

historique

1964 : Mariner 4 - premier survol de la planète Mars

1971 : Mariner 9 – mise en orbite découverte de Mont Olympus et Valles Marineris

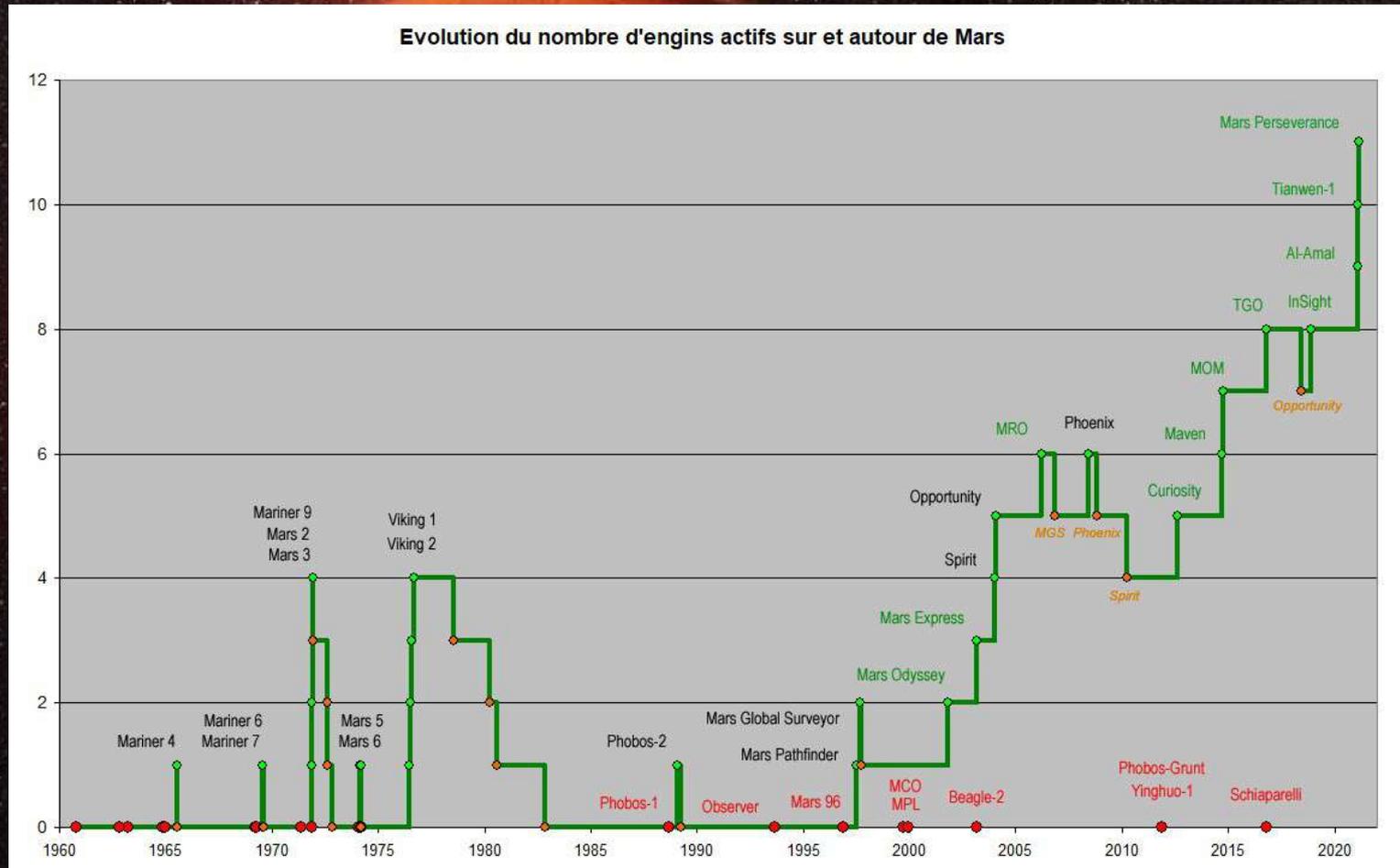
1975 : Viking 1 et 2 – module sur Mars et orbite (fin en 2025) photos Phobos et Deimos

1996 : Mars Pathfinder – pose un rover et découvre les traces de l'eau

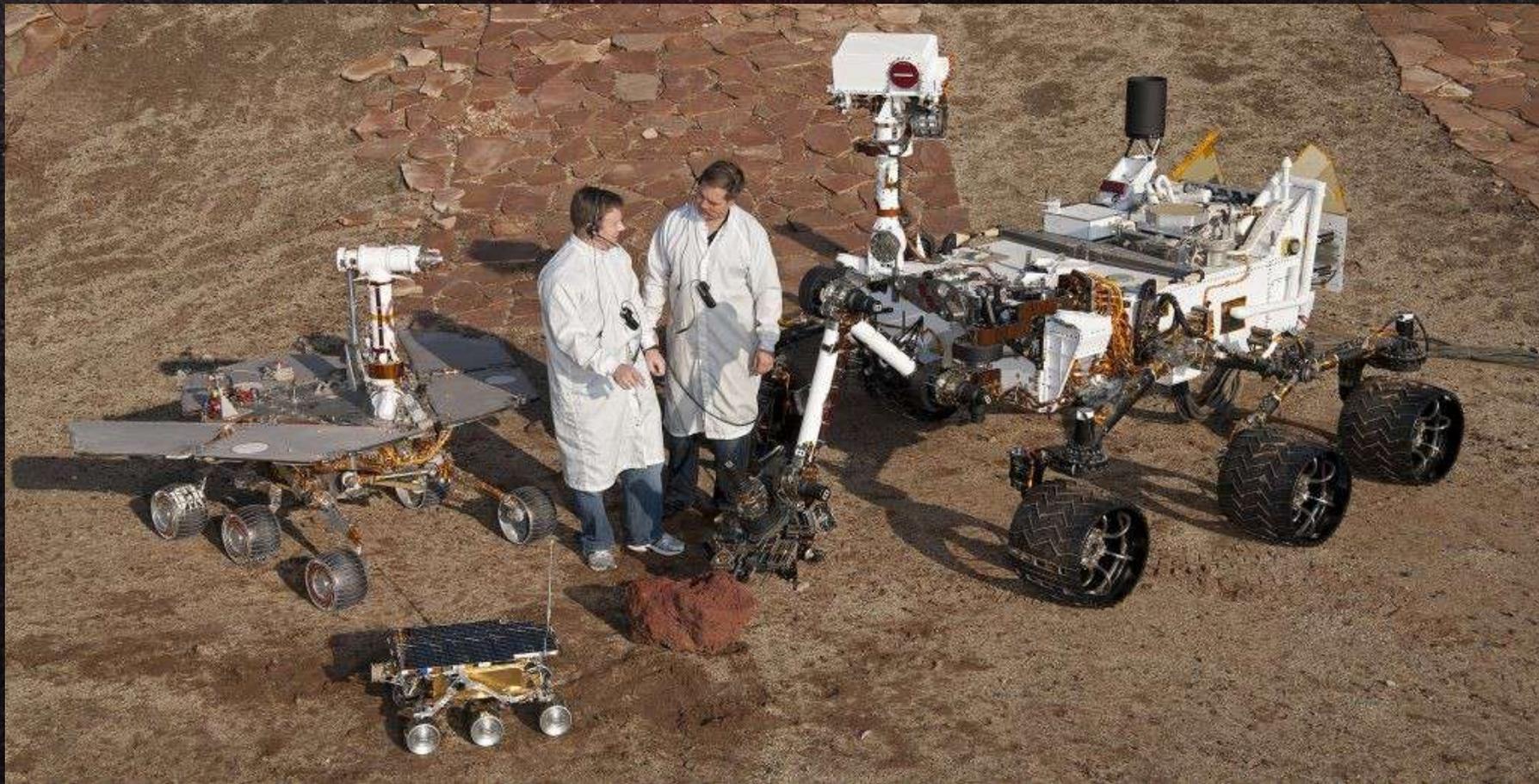
2012 : Mars Science Laboratory – Curiosity

2020 : Mars 2020 - Rover Perseverance recherche de traces de vie martienne

Les missions vers Mars



Graphique : David L, forum-conquete-spatiale.fr



3 rovers martiens : Sojourner (premier plan), Opportunity (à gauche) et Curiosity (à droite) : crédit photo NASA



Perseverance : longueur 3 m
poids terrestre : 1,025 t



SEV : longueur 7 m
poids : 7,5 t

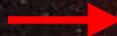
3 - Des humains sur Mars

Les projets annoncés par la NASA

SLS : Space Launch System

Proposition de calendrier des missions du lanceur SLS (maj juillet 2015)⁴⁰

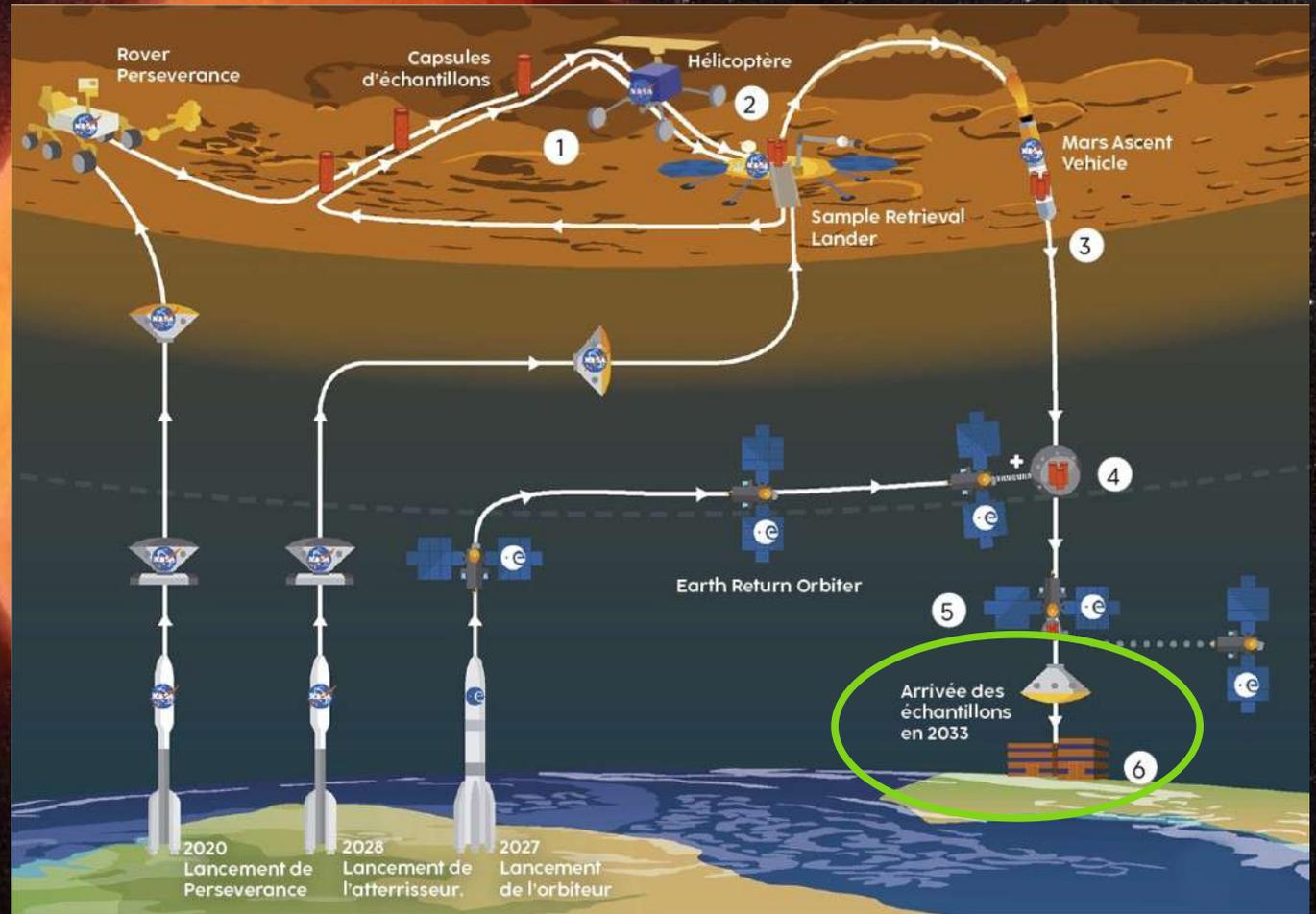
Date	Code mission	Lanceur	Charge utile	Objectif	Complément description mission(s)
2018	EM-1	SLS bloc I	Orion	Premier vol d'essai du SLS Orion testé au-delà de l'orbite basse	Mission à destination de l'espace cislunaire sans équipage
2020	ARRM	SLS bloc I	Orion , module SEP et système de capture astéroïde	Premier test du SEP (module de propulsion électrique)	Capture d'astéroïde sans équipage.
2021	EM-2	SLS bloc IB	Orion	Premier vol version IB du SLS Premier vol Orion avec équipage	Mission cislunaire avec équipage
2022	EM-3	SLS bloc IB	Orion et module habitat interplanétaire	Premier test du module habitat interplanétaire	Mission cislunaire avec équipage
2023	EM-4	SLS bloc IB	Orion et module habitat interplanétaire		Mission cislunaire avec équipage
2024	EM-5	SLS bloc IB	Orion et module habitat interplanétaire		Mission cislunaire avec équipage
2025	EM-6/ARM	SLS bloc IB	Orion, SEP et système de capture astéroïde		Capture d'astéroïde avec équipage
2027-2028	EM-7 et 8	SLS bloc II	Orion et module habitat interplanétaire		Mission cislunaire avec équipage
2028	x	SLS bloc II	Prototype de module de descente martien	Validation des techniques d'arrivée sur le sol martien	Atterrissage sur Mars d'un module lourd sans équipage
2028-2033	x	SLS bloc II	Divers	Étude in situ de la lune martienne Phobos par un équipage Mise au point de 7 des 16 composants majeurs nécessaires pour la mission sur Mars.	10 vols SLS (dont 2 avec équipages)
2034-2039	x	SLS bloc II	Divers		Première mission d'un équipage sur le sol de Mars 12 vols SLS
2038-2043	x	SLS bloc II	Divers		Deuxième mission d'un équipage sur le sol de Mars 10 vols SLS



3 - Des humains sur Mars

Le retour d'échantillons de Perseverance

Scénario prévu
Retour 2033



3 - Des humains sur Mars

Les projets annoncés par la NASA

Programme Artemis : Vol habité sur la Lune 2025 ? sans doute 2028

Vol habité vers Mars à partir d'une station lunaire

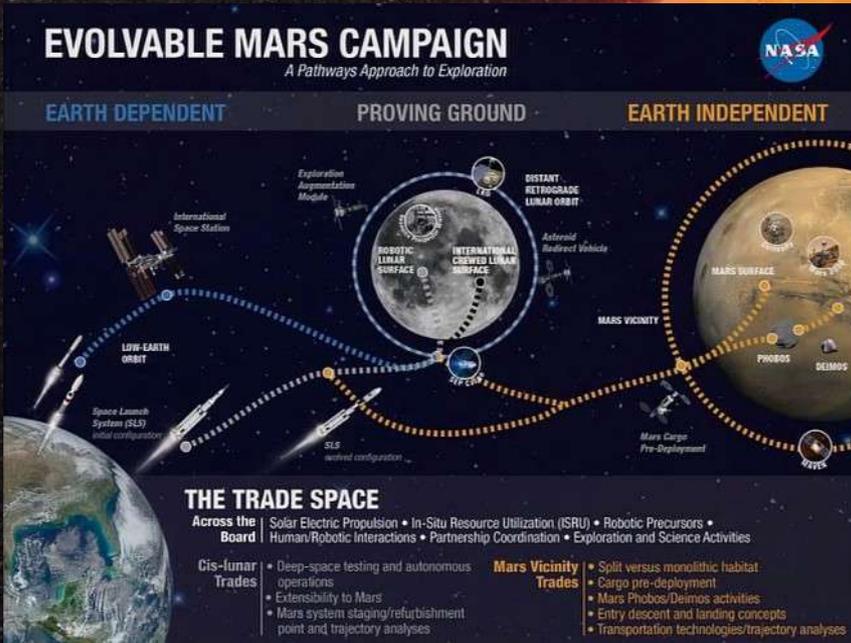
Propulseur à moteur nucléaire thermique ou électrique



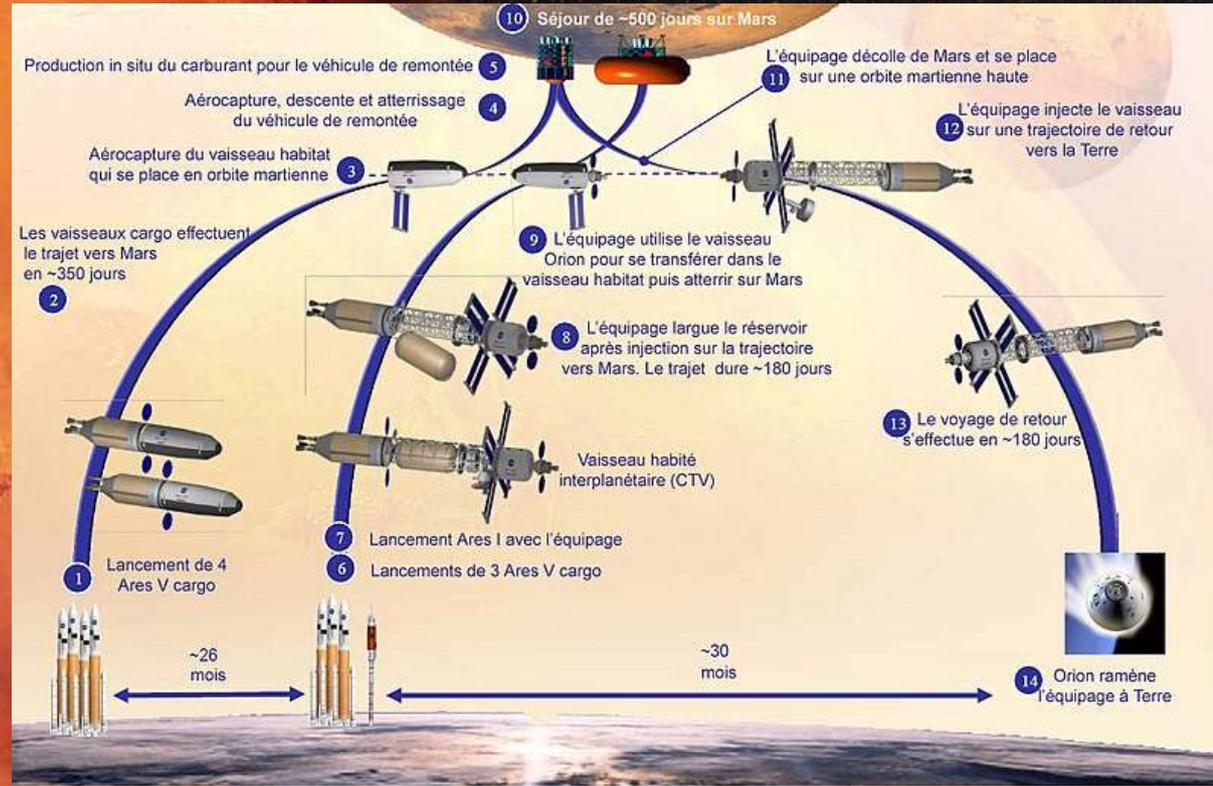
3 - Des humains sur Mars

Les projets annoncés par la NASA

Scénario actuel via transit lunaire



Scenario V5 2014 vol direct



3 - Des humains sur Mars

Les projets annoncés par d'autres

La Chine(CNSA) : 2033, 2035, 2037, 2041 and 2043

Elon Musk (SpaceX) : 2029 ?

Russie : ??

ESA : cherche partenaires : Japon ?

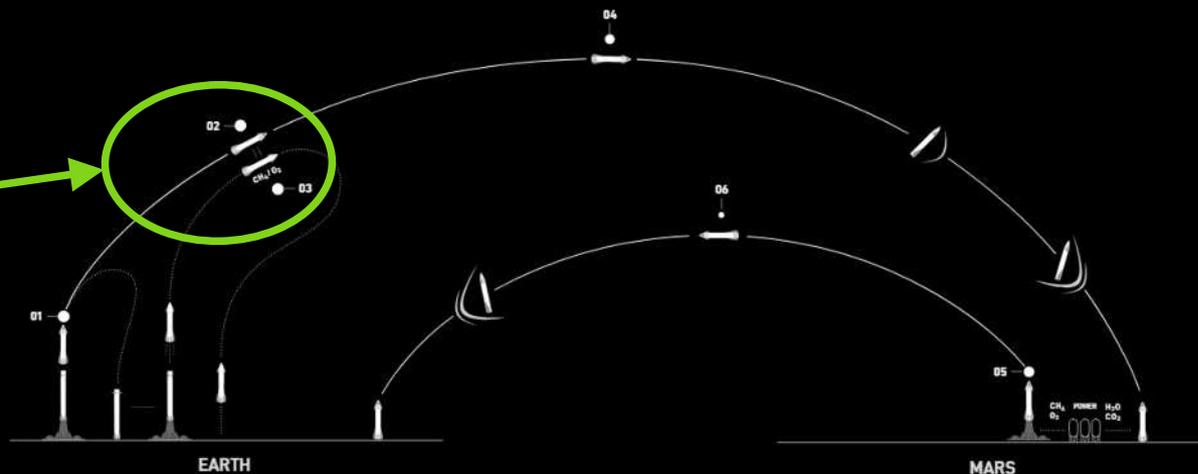
Emirats arabes unis (UAESA) : colonie en 2117

3 - Des humains sur Mars

Elon Musk (SpaceX) : 2029 ? ou 2049

L'étage principal SuperHeavy propulse un Starship habité (1) en orbite terrestre (2) puis revient sur Terre (3). Un nouveau Starship, rempli d'ergols (4) est alors lancé pour ravitailler en orbite terrestre le Starship habité (5), qui peut alors entamer son voyage vers Mars (6).

Together the Starship spacecraft and Super Heavy rocket create a reusable transportation system capable of on orbit refueling and leveraging Mars' natural H2O and CO2 resources to refuel on the surface of Mars.



01. LAUNCH & BOOSTER RETURN

02. SHIP ARRIVES IN EARTH ORBIT

03. TANKERS REFILL SHIP AND RETURN TO EARTH

04. REFILLED SHIP TRAVELS TO MARS

05. SHIP REFILLED ON MARS USING LOCAL RESOURCES

06. SHIP PERFORMS MARS ASCEND & DIRECT RETURN TO EARTH

3 - Des humains sur Mars

Les problèmes à régler

Durée de la mission : de 640 à 910 jours (1 an 9 mois à 2,5 ans)

L'adaptation du corps humain : apesanteur du voyage, os, muscles, psychologie, radiations

Le rapport Masse / Energie des propulseurs

sans doute 4 lanceurs : des cargos robotisés

Une capsule habitée (3 à 4)

Les ressources nécessaires

Energie de retour

Substance (eau, nourriture, déchets organiques)

3 - Des humains sur Mars

Les problèmes à régler

Les temps de communication Terre – Mars : entre 3mn et 21 mn (aller)

La production d'énergie et d'eau sur place

Le maintien en bonne santé : radiations, gravité, flux corporels

les coûts : inconnue, entre 100 et 600 milliards



3 - Des humains sur Mars

Les projets de voyages :

- 1) utiliser une base intermédiaire sur ou autour de la Lune
- 2) capturer un astéroïde et le satelliser autour de la Lune
- 3) développer la propulsion nucléaire thermique ou électrique
- 4) Utiliser un cargo carburant satellisé (Starship, Elon Musk)



Pour aller plus loin...

[https://ntrs.nasa.gov/COSPAR, workshop, 2020,v6.pdf](https://ntrs.nasa.gov/COSPAR_workshop_2020_v6.pdf)

<https://html5.ens-lyon.fr/CSP/Animations/Mars/retrogradation-Mars-heliocentrique.webm>

Planète Rouge - Mars : Mythes et explorations, Francis Rocard, Ed. Dunod, 2003

Mars planète bleue ?, Jean-Pierre Bibring, Ed. Odile Jacob, 2009

Dernières nouvelles de Mars, Francis Rocard, Ed. Flammarion, 2020

Nous ne vivons pas sur Mars, ni ailleurs : Sylvia Ekström
Javier G. Nombela, Ed. FAVRE, 2020

Conclusion

"Nous sommes bloqués sur la Terre, notre planète, et nous devons en prendre soin.

L'exploration de Mars est une idée merveilleuse, et je la soutiens. Mais nous ne devons pas y penser comme un plan de secours ou une planète supplémentaire sur laquelle nous pouvons compter."

Bruce Jakosky, astrophysicien, NASA