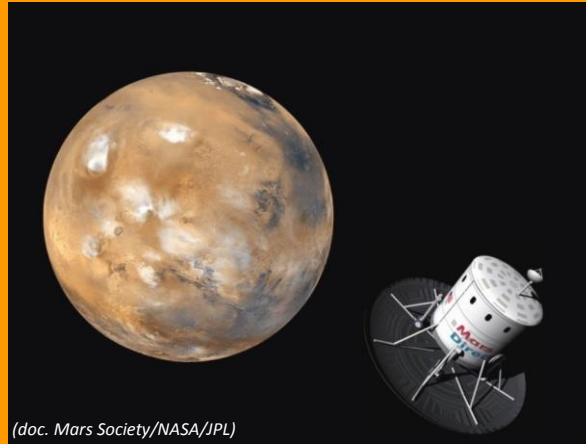




Association Planète Mars  
Section française de la Mars Society  
[www.planete-mars.com](http://www.planete-mars.com)

# EXPLORATION HUMAINE DE MARS : APPROCHE RATIONALISÉE POUR UN PROGRAMME ABORDABLE

Juillet 2013



(doc. Mars Society/NASA/JPL)

Contact:

[alain.souchier@gmail.com](mailto:alain.souchier@gmail.com)

*Ce document a pour but de souligner les aspects préoccupants de la conception actuelle de la mission d'exploration humaine de Mars et de faire des recommandations pour un programme réalisable dans un proche avenir, à coûts et risques acceptables. Il a été rédigé par des scientifiques et ingénieurs de l'Association Planète Mars, la branche française de la Mars Society.*

En raison de son très riche potentiel de découvertes en géologie, en climatologie ou en planétologie comparative, du fait également qu'elle ait pu permettre l'émergence d'une vie, peut-être persistante, la planète Mars est devenue un objectif particulièrement intéressant pour la science. En outre, l'exploration de l'inconnu ayant toujours apporté des avancées technologiques et sociétales fortes (par exemple en robotique, matériaux, maîtrise de l'énergie, domotique, gestion de l'environnement et de la biosphère, médecine...), ouvrir la voie de l'espace profond est pour l'humanité d'une importance vitale.

## Appréciations erronées qui desservent le projet martien

- La mission de référence « DRA5 » de la NASA décrit le scénario le plus réaliste.
- Une mission habitée vers Mars coûterait environ 500 milliards de dollars.
- La seule façon de réduire de manière significative la masse initiale en orbite basse terrestre (« IMLEO ») est de développer la propulsion nucléaire.

## Principaux facteurs conduisant au rejet ou au succès du projet

- Dans le projet DRA5, les coûts sont alourdis par:
  - une IMLEO\* très élevée et la complexité des opérations en orbite terrestre (LEO) ;
  - les coûts de développement et récurrents de la propulsion nucléaire (NTP) ;
  - le développement de nouveaux systèmes de descente et d'atterrissage (EDL).
- Dans ce projet, la probabilité d'échec de la mission est étroitement liée :
  - au grand nombre de lancements (7 lanceurs lourds HLV + 1 lanceur pour l'équipage) et de rendez-vous en LEO requis pour assembler 3 énormes véhicules interplanétaires ;
  - au choix de technologies d'EDL non maîtrisées, imposé par la masse importante des vaisseaux devant se poser sur Mars.
- L'aérocapture (impossible pour tous les véhicules de la DRA5 en raison du choix de la NTP) permet des économies de masse importantes.
- La taille de l'équipage doit être considérée comme une variable d'ajustement du coût. Six serait préférable pour couvrir l'intégralité des compétences mais trois devrait suffire à une mission productive, tout en réduisant significativement la masse, et donc les coûts.
- La formule éprouvée de la capsule doit être préférée à celle du corps portant, car elle offre la meilleure maturité technique (TRL\*) tant pour l'aérocapture que pour l'EDL.
- La réduction du nombre de membres d'équipage facilite la conception du système EDL, puisque la taille et la masse des atterrisseurs seraient réduites en conséquence.

\* IMLEO : masse initiale en orbite basse terrestre ; TRL : échelle de niveau de maîtrise d'une technologie.

# RECOMMANDATIONS

## 1 - Choisir l'aérocapture et oublier la NTP

Dans le projet DRA5, l'aérocapture n'a pas pu être retenue pour le véhicule de transfert habité, en raison du volume des réservoirs d'hydrogène de la NTP. La perte de performance de l'option propulsion chimique, plus conservatrice, serait largement compensée par les gains de masse offerts par l'aérocapture. De plus, le coût de développement de la NTP, ainsi que le problème de son acceptation par le public, seraient évités.

## 2 - Adapter la taille de l'équipage pour atteindre un coût acceptable

La DRA5 retient un équipage de six personnes. Le réduire à trois personnes permet un gain de masse d'environ 20 % pour les consommables et les systèmes de support vie, conduisant à une économie d'IMLEO d'environ 300 tonnes pour l'option à propulsion chimique ! Mais les gains seraient encore beaucoup plus importants si l'on considère que:

- Il serait alors possible d'envoyer les véhicules spatiaux directement vers Mars, sans avoir besoin de rendez-vous et de préparation des véhicules en orbite basse terrestre ;
- La masse des véhicules de débarquement serait fortement réduite (boucliers thermiques plus petits, moins de propergol, moteurs plus petits).

## 3 - Faire atterrir des véhicules de petites tailles

L'atterrissage de lourdes charges exigerait de nouveaux systèmes d'EDL, à faible TRL, qui devraient être développés, et qualifiés dans l'atmosphère martienne. Le choix de capsules munies de boucliers thermiques rigides conico-sphériques de 70° d'ouverture réduirait considérablement les coûts et les risques de développement. Il est vrai que cette conception n'a été testée sur Mars que pour 0,9 tonne. Mais il est possible d'améliorer la technologie en accroissant les dimensions, sans avoir besoin de dispositifs vraiment innovants. Un diamètre de bouclier thermique de 10, voire 12 mètres avec volets déployables, pourrait loger dans le HLV ; le diamètre des parachutes pourrait encore être augmenté et / ou leur nombre accru. Une masse d'entrée de 30 tonnes est probablement acceptable. Mais si cette limite devait être inférieure, la charge utile pourrait être adaptée en conséquence (nombre de membres d'équipage, d'équipements scientifiques...). Il est aussi envisageable de faire descendre deux atterrisseurs plus petits, l'un habité et l'autre sans équipage.

## 4 - Concentrer les efforts sur une feuille de route optimisée

Deux missions préparatoires dédiées suffisent :

**-Une mission automatique d'atterrisseur échelle un**, avec un double objectif :

- tester les systèmes d'EDL et les qualifier dans des conditions réelles ;
- mener à cette occasion une mission de retour d'échantillons importante, permettant ainsi une réalisation scientifique de haute priorité dans un mode dual très attractif.

Cette mission pourrait en outre offrir l'occasion de tester l'aérocapture et la production de propergols in situ, ce qui en ferait une mission préparatoire clé.

**-Une mission habitée en orbite haute terrestre (HEO) :**

Avant d'envoyer des êtres humains sur Mars, il est indispensable de qualifier les modules habitables, les dispositifs pour contrer l'absence de gravité (pesanteur artificielle par centrifugation ?), les protections contre les radiations, etc. sur une durée prolongée. La HEO serait l'endroit idéal pour les expérimentations nécessaires, avec rotation d'équipages pendant au moins 3 ans.

Une feuille de route rationalisée devrait mettre en priorité le développement et la qualification des équipements requis, en commençant par les plus exigeants. Cela serait beaucoup plus efficace et plus rentable que de choisir des missions intermédiaires qui consomment des ressources limitées et ne sont pas si utiles à l'objectif réel de l'effort d'exploration.

## 5 - Recommandation finale

Sur la base de ces recommandations, il conviendrait de demander à des experts de redéfinir une mission de référence en plaçant le critère de **faisabilité financière** au-dessus de tous les autres. C'est impératif pour que le projet soit politiquement acceptable.