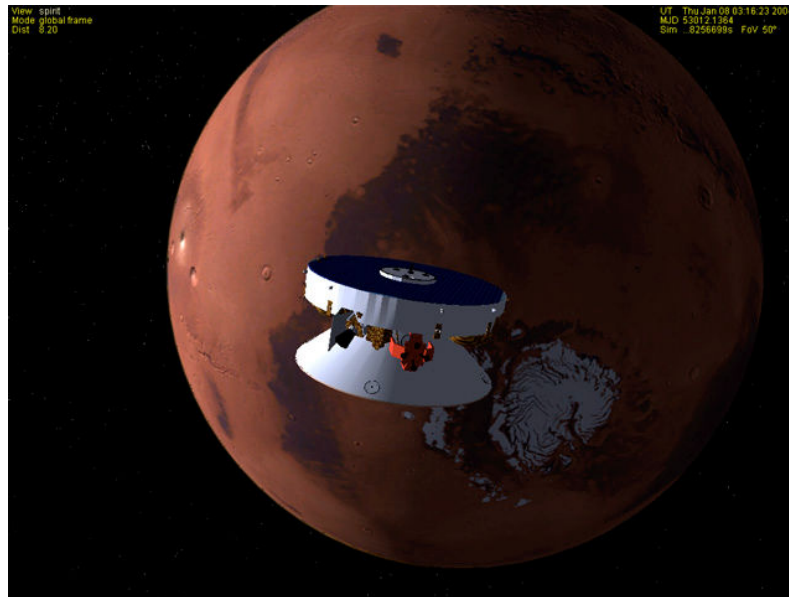


# MISSION MER AVEC SPIRIT

Par Papyref  
Août 2004



## CREDITS :

Les add-ons utilisés dans ce pack proviennent des auteurs ci-dessous :

- Ariane 5 beta4** de David Henderson du site <http://www.aibs.org.uk/orbiter/>
- Spirit** de SimNasa 1.2 de Brade Hodges disponible sur <http://www.horbithangar.com>
- Gusev crater textures** de Robert Stettner.
- Textures Kourou** de Thomas Ruth.

Je les remercie fortement pour leurs travaux sans qui ce pack n'aurait pas pu être créé.

## A propos d'Ariane5

La version d'Ariane 5 de ce pack n'est pas la dernière version disponible, David Henderson l'auteur met à disposition une nouvelle version améliorée. Si vous voulez utiliser l'Ariane 5 dans un autre cadre que le pack MER je vous suggère donc fortement de télécharger la dernière version d'Ariane ici: <http://projectganymede.sourceforge.net/cve-lite/> cliquez sur download et téléchargez "Ariane5 V2" **Attention** cette dernière version ne marchera pas avec ce pack.

Tout ceci dis, en avant pour le voyage

## 1 – BUT DE LA MISSION

La mission va consister à lancer la sonde Spirit vers Mars et à réaliser son atterrissage dans le cratère Gusev.

Le véhicule d'exploration MER (Mars Exploration Rover) pourra alors se déplacer pour analyser des échantillons.

***Si vous êtes débutant, ce tutorial sera difficile pour vous !***

***Son déroulement suppose une bonne habitude des contrôles et des affichages et la connaissance de l'utilisation de IMFD qui va être très utile pour le voyage.***

J'ai un peu dérogé à la vérité en embarquant Spirit sur une fusée Ariane 5 tirée depuis Kourou pour franciser la mission.

D'autre part il n'existe pas de lanceur Delta 2 marchant aussi bien que Ariane.

Le module Spirit est celui de Simnasa\_mer1.2.zip de SimNASA que je remercie.

J'ai toutefois modifié les coefficients de traînée pour que le freinage en atmosphère martienne commence vers 50 Km d'altitude. Les valeurs d'origine ne permettaient pas un ralentissement suffisant pour autoriser un atterrissage correct le ralentissement commençant beaucoup trop bas.

### Installation

Dézipper le fichier **packmer\_ADDON.zip** dans votre dossier Orbiter de base.  
Tous les éléments nécessaires seront placés dans les dossiers adéquats.

Si vous ne l'avez pas déjà, dézipper et activer le module IMFD

Si vous ne l'avez pas déjà, chargez et activez le module OrbiterSound 2.5

Attention !

Le cratère Gusev n'est pas cité comme base sur Mars dans la version de base d'Orbiter  
Vous devez ouvrir avec un éditeur de texte comme le Bloc-notes le fichier Mars.cfg qui se trouve dans le dossier Config et ajouter la base Gusev dans la rubrique Surfaces Bases. Par exemple si il n'y a qu'une base vous écrirez dans votre fichier

```
; === Surface Bases ===  
NumBases = 2  
Base1 = Olympus -135.43 +12.74  
Base2 = Gusev-Crater +175.35 -14.6
```

Si vous avez plus d'une base vous aurez par exemple comme j'ai actuellement

```
; === Surface Bases ===  
NumBases = 9  
Base1 = Olympus -135.43 +12.74  
Base2 = Cydonia +350.29864 +40.74813  
Base3 = Gusev +175.15 -14.82 ; Gusev Crater - landing site for MER Spirit  
Base4 = Meridiani -6.08 -2.07 ; Meridiani Planum - landing site for MER Opportunity  
Base5 = Chryse -49.97 +22.48 ; Chryse Planitia - landing site of Viking 1  
Base6 = Utopia +134.26 +47.97 ; Utopia Planitia - landing site of Viking 2  
Base7 = Ares -35.55 +19.33 ; Ares Valley - landing site of MPF (Sojourner)  
Base8 = Isidis +90.30 +10.60 ; Isidis Planitia - landing site for Beagle 2  
Base9 = Gusev-Crater +175.35 -14.6
```

Le dossier scénario MER Ariane 5 contient 7 scénarios pour vous permettre de réaliser la mission complète ou vous entraîner à faire les corrections et l'approche

0 - Ariane 5 – MER	qui débute avec le lancement depuis Kourou
1 - Spirit sur HTO	l'injection sur orbite de transfert est réalisée et le dernier étage largué
2 - Correction 0108	en position le 1 <sup>er</sup> août pour la première correction
3 - Correction 0311	en position le 3 novembre pour la deuxième correction
4 - Correction 500M	en position à environ 500M de Km pour une TEI-approach
5 - Correction 3M	en position à 3M de km pour dernière TEI-approach
6 – Approche 200 K	en approche à 200 km d'altitude

### AVERTISSEMENT

J'ai testé cette mission sur une version de base 031217 de Orbiter avec seulement en plus les textures Hires , OrbiterSound 2.5 et bien sûr IMFD dernière version.

L'ensemble fonctionne et si vous avez des problèmes, ils viennent probablement de la constitution de votre dossier Orbiter ou de votre PC.

Pour lever le doute je vous conseille de faire une installation sur un nouveau dossier Orbiter.

## 2 – LANCEMENT

Le lancement est effectué le 10 juin 2003 à 19h59 pour avoir une fenêtre de tir favorable.

Le voyage s'est achevé en réalité vers le 25 janvier 2004 après plus de 6 mois de voyage ce qui représente à peu près 30 mn en accéléré à 10000x.

En fait avec cette simulation nous arriverons le 10 décembre 2003 et nous pourrons passer Noël dans Gusev-crater

Vous n'aurez peut-être pas tout à fait les mêmes valeurs que sur mes photos mais vous devriez en être proche.

Le lancement est la partie la plus simple de la mission

Par la suite LShift désigne le Shift gauche et RShift le Shift droit

Charger le scénario du lancement

***Nous sommes le 10 juin 2003 il est 19h59***

Le lancement est automatique si vous avez chargé et activé OrbiterSound de DanSteph.

Appuyer sur la touche P dès le scénario chargé et Ariane décolle après comptage à rebours pour atteindre une orbite légèrement elliptique avec 220 km d'altitude au périapsis en un temps de l'ordre de 520 s

La coiffe puis le premier étage sont largués automatiquement vers T+ 480 et T+ 500.

NOTA :

Vous pouvez faire le lancement manuel éventuellement mais Ariane est difficile à stabiliser

- Largage de la coiffe avec la touche F

- Largage de l'étage avec la touche J

En vue intérieure, ouvrir les MFD pour surveiller l'orbite et réaliser l'alignement

Lshift + O et RShift +Y avec RShift + T et target Mars

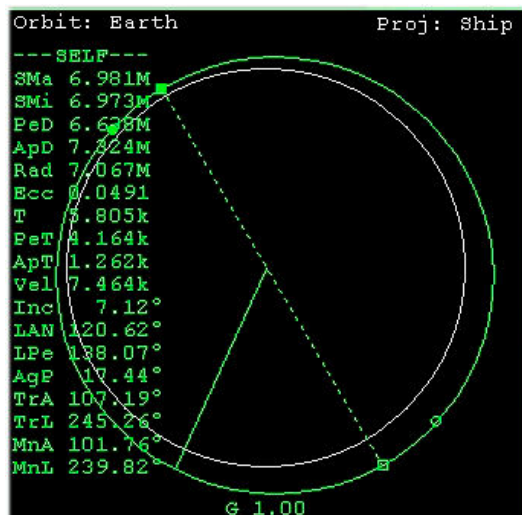


FIG 1

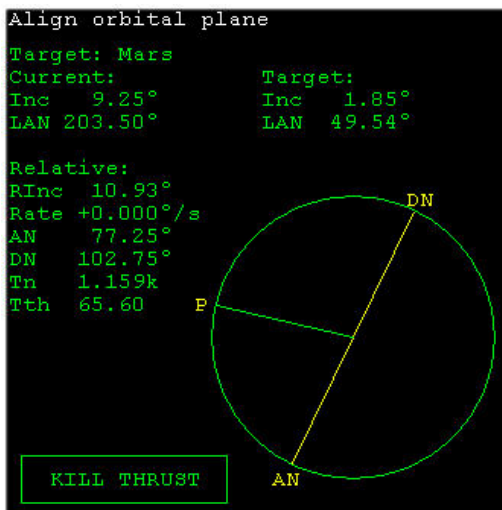


FIG 2

**Attention :**

Vous devez stopper vous-même le moteur en appuyant sur la touche \* du clavier numérique quand Ecc est voisin de 0 car il n'y a pas d'arrêt automatique pour des raisons indépendantes de ma volonté ( vous vous trouvez à environ 520 s en temps de simulation affiché en haut à droite du HUD et la coiffe et le 1<sup>er</sup> étage sont largués )

**Après arrêt du moteur appuyer sur la touche P pour désarmer le programme de lancement sinon vous aurez des ennuis pour la suite.**

Vous devez obtenir une orbite ressemblant à celle de la figure 1 et vous avez une inclinaison relative d'un peu plus de 10°

Avancer jusqu'à proximité du point ascendant AN ( compression du temps possible en 10x revenez en normal quand AN approche de 3° ), placez vous en position NORMAL – et effectuez l'allumage au signal du MFD pour aligner les plans.

Moteur à fond tant que RInc est supérieur à 1° puis petites impulsions pour avoir RInc le plus voisin de 0 possible (moins de 0,03)

Supprimer NORMAL – pour la suite

***Nous sommes le 10 juin 2003, il est 20h28 environ.***

Maintenant nous allons rechercher les paramètres de lancement vers Mars avec IMFD.

Ca va être moins facile qu'avec DGIII car nous n'avons pas de poussoirs sur les MFD et il faut utiliser les raccourcis clavier (ça va vous faire travailler un peu...!)

Si vous ne savez pas utiliser IMFD n'allez pas plus loin et lisez les excellentes docs de votre serveur, Laserpithium et JLuc sur le sujet

Cette mission n'est pas une partie de plaisir !!!

**Important :**

**La sauvegarde est impossible dans cette phase.**

**Les multi-étages donnent souvent des fichiers de sauvegarde qui plantent Orbiter au lancement.**

**Je vous expliquerai plus loin comment sauvegarder après l'injection en orbite de transfert**

Sur le MFD de gauche ouvrir le module Orbit-ejection de IMFD (LShift I puis LShift F plusieurs fois si nécessaire)

Sur le MFD de droite, ouvrir le module Map de IMFD (RShift I puis RShift F plusieurs fois si nécessaire)

Sur le module Map:

RShift + T puis entrer MARS comme objectif

RShift + , (touche à droite du N) pour ouvrir le tableau de sélection des paramètres Map config  
 RShift + 2 (Next) pour atteindre Time limit  
 RShift + 5 (Set) et entrer 18 M comme valeur pour être à l'aise et pouvoir tracer toute la trajectoire (le voyage dure environ 200 jours ce qui donne 17M de secondes avec 86400 s par jour) On peut toujours rectifier la valeur ultérieurement.  
 RShift + I pour changer de page puis RShift + 1 et centrer sur le periapsis autour de Mars en entrant p-mars  
 RShift + I pour revenir à la page précédente  
 RShift + 4 pour Int  
 RShift + 5 pour Ext vous devez voir une trajectoire s'afficher. Zoomer suivant votre goût

Vous pouvez remarquer que la trajectoire en blanc ne touche pas la trajectoire de Mars en jaune.

Sur le module Orbit-Ejection nous allons augmenter le différentiel de vitesse oV pour échapper à l'attraction terrestre tout en surveillant Alt sur le module Map  
 Comme vous pouvez le voir sur le HUD vous devez être à environ 7 Km/s et il faut atteindre un peu plus de 10 Km/s donc communiquer un oV de 3 Km/s environ

LShift + 1 ou 2 pour atteindre oV  
 LShift + 3 pour augmenter oV jusqu'à ce que Alt soit le plus petit possible.  
 Ajuster oV en utilisant LShift 3 et 4 aux alentours de 3k  
 LShift 1 ou 2 pour atteindre Unlocked et LShift + 3 pour le changer en Locked. Ceci a pour but de lancer sans risque de rentrer dans l'atmosphère

Maintenant la trajectoire théorique est à peu près tangente à celle de Mars et le lancement pourra avoir lieu dans Lnc=4960 s

### Attention:

Vous pourrez difficilement à cette phase obtenir une altitude au Periapsis de Mars inférieure à 1G ( 1.000.000 de Km) Ne vous affolez pas, nous ferons des corrections en route ! C'est déjà une bonne précision pour un voyage qui fait 100.000.000 de Km...

Les sélections telle que Locked ou Auto Burn sont pour une raison que j'ignore un peu difficile à faire. Appuyer franchement sur LShift puis 3 et recommencer si nécessaire en maintenant LShift et en faisant une impulsion rapide avec 3.

Ne vous découragez pas, on y arrive !

Vous devriez avoir des MFD voisins de ceux des figures 3 et 4 ci-dessous.

Départ dans 5000 s environ (1h24mn à peu près) Prenons une petite collation....

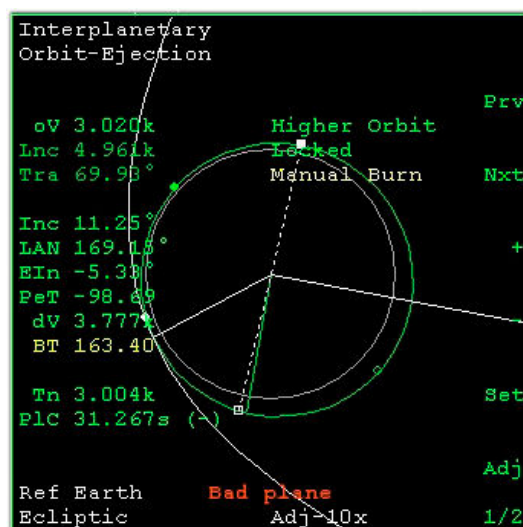


FIG 3



FIG 4

LShift + 1 ou 2 pour sélectionner Manual Burn

LShift + 3 pour passer en Auto Burn (ça peut être un peu récalcitrant mais en manuel il faut être bon pour faire un beau tir. Essayez si vous voulez...moi j'aime mieux l'automatisme !)

Il n'y a plus qu'à patienter. Vous pouvez accélérer le temps par 10x ou 100x mais revenez en normal 200 s au moins avant l'allumage (voir compteur T – xxxx du MFD) pour que l'ensemble se positionne.

Ensuite, après l'allumage, vogue la galère! Il n'y a plus qu'à repasser le module Map en affichage normal en supprimant le mode Ext pour suivre la trajectoire en réel.

Appuyer sur J pour larguer le deuxième étage qui a servi à la mise sur orbite de transfert. Votre mobile ne comprend plus que le module de croisière qui porte le module Spirit



La rondelle à fond bleu est le module de croisière qui comprend un ensemble de moteurs RCS pour les corrections.

Le cône blanc dessus est le module Spirit qui comprend un ensemble de rétrofusées, un bouclier thermique, un parachute, et un ensemble atterrisseur avec des d'airbags qui entourent le robot d'exploration et amortiront sa chute sur mars.

Une fois posé, les airbags sont dégonflés et la plate forme portant le robot s'ouvre en pétale pour lui permettre de se déplacer après qu'il ait déployé ses panneaux solaires

### Attention:

Le module de croisière n'emporte qu'une quantité limitée de carburant, aussi vous devrez être économes lors des corrections sinon adieu Mars !

Il est temps si vous le désirez de sauvegarder votre situation en l'appelant Spirit orbit ejection par exemple mais prenez soin de fermer les MFD avant

Le fichier de sauvegarde fera planter Orbiter quand vous le lancerez.

Pour que ça marche, ouvrez votre sauvegarde avec le bloc-notes de Windows et ne conservez dans la rubrique BEGIN\_SHIPS que le module Spirit. Effacez tous les autres éléments qui peuvent figurer dans cette rubrique

Il ne vous reste que quelque chose qui ressemble à ça (attention, pas de ligne blanche après BEGIN\_SHIPS)

```
BEGIN_SHIPS
spirit:Spacecraft\spirit
STATUS Orbiting Earth
RPOS -3165629.32 1561511.57 -7472574.03
RVEL 6821.238 1211.571 -7588.558
AROT 79.08 -2.17 -164.24
PRPLEVEL 0:1.000
NAVFREQ 0 0
CONFIGURATION 1
CURRENT_PAYLOAD 0
END
END_SHIPS
```



Vous pouvez maintenant relancer votre scénario puis ouvrir les MFD Course et Map et les configurer comme ci-dessous :

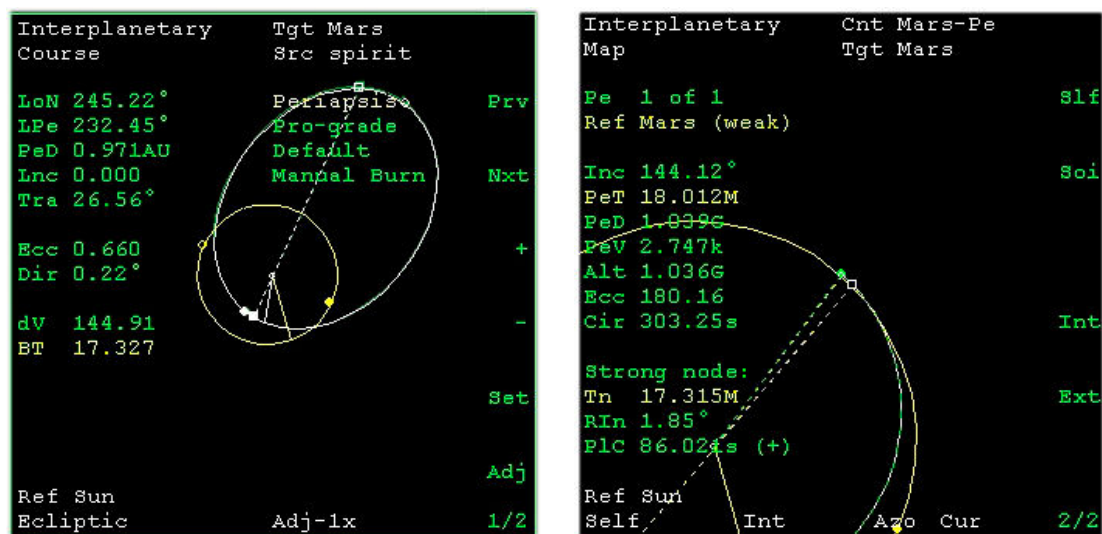


FIG 5

Pour vous aider j'ai inclus dans le dossier scénario le fichier **1 - Spirit sur HTO.scn** correspondant à cette situation  
Il n'y a ensuite plus de problème avec les sauvegardes ultérieures si l'on part de ce fichier

## 2 – VOYAGE ET CORRECTIONS

**Nous sommes le 10 juin 2003 il est 22h environ**

Un long voyage de 18M de Km commence pour nous amener sur Mars vers le 10 décembre  
Nous serons un peu plus rapide que dans la réalité ou le voyage s'est terminé le 24 janvier  
mais qui s'en plaindra ?

Nous ne subissons probablement pas toutes les perturbations possibles avec Orbiter ne m'en veuillez pas....Je suis probablement meilleur que la NASA !!!!

En compression de temps à 10000X il faudra environ 30 mn pour réaliser le voyage

### Parlons maintenant des corrections.

Plus nous serons loin du but moins la correction coûte en carburant, mais moins la précision est bonne.

Il faut choisir un compromis car rappelez vous, nous ne sommes pas trop riche en combustible.

La correction se fait en utilisant les modules Course et Map de IMFD

Pour gérer au mieux notre carburant, nous réaliserons une première correction à 1/3 du voyage environ pour diminuer le plus possible l'altitude Alt du periapsis. Le 1<sup>er</sup> août nous sommes à 15M du PeD de Mars donc ça me va et j'aime bien ce mois qui est celui de mon anniversaire (vous pouvez corriger si vous le voulez le 7 août en mon honneur)

**Nous sommes le 1<sup>er</sup> Août 2003**

Surveillez votre affichage de temps sur le HUD et revenez en vitesse normale quand vous atteignez le 1<sup>er</sup> août.

Passez Map en mode Ext

En modifiant successivement ApD, LAP et LoN, cherchez à réduire la valeur de Alt dans le module Map à la plus petite valeur possible.

Il faut retoucher plusieurs fois pour arriver au meilleur résultat

Une valeur de moins de 50M pour Alt est déjà très correcte à ce niveau (souvenez vous par exemple que la Lune est à 384M de la Terre et avec cette valeur nous passerions déjà 8 fois plus près de Mars ce qui n'est pas si mal après un si long voyage.

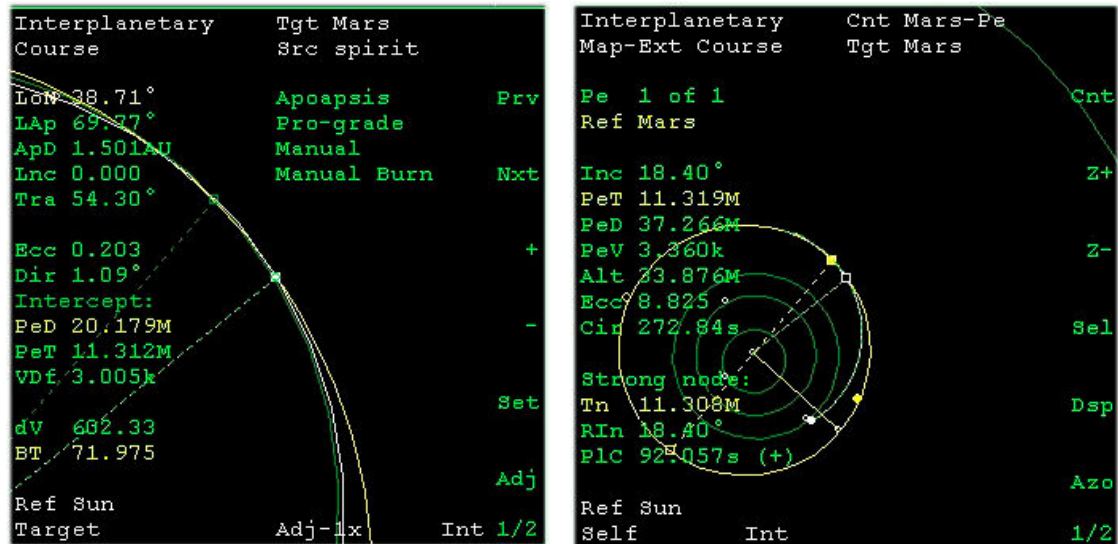


FIG 6

Avec un peu d'habitude on peut arriver à moins de 10M. Il faut remarquer que le calcul de IMFD est un peu bizarre et que le résultat peu varier avec les mêmes valeurs de paramètres d'un essai à l'autre.

Bon contentons nous de ce résultat !

Après l'allumage repassons en mode normal sur le module Map et continuons la route en accéléré.

Nous effectuerons une deuxième correction dans 2 mois ou nous serons au deux tiers environ du voyage.

Si vous désirez vous entraîner vous pouvez charger le scénario **2 – Correction 0108.scn** qui vous place le 1<sup>er</sup> août avant correction

**Nous sommes le 1<sup>er</sup> Novembre 2003**

Nous allons effectuer la deuxième correction comme précédemment pour réduire Alt  
Voilà le résultat ci-dessous



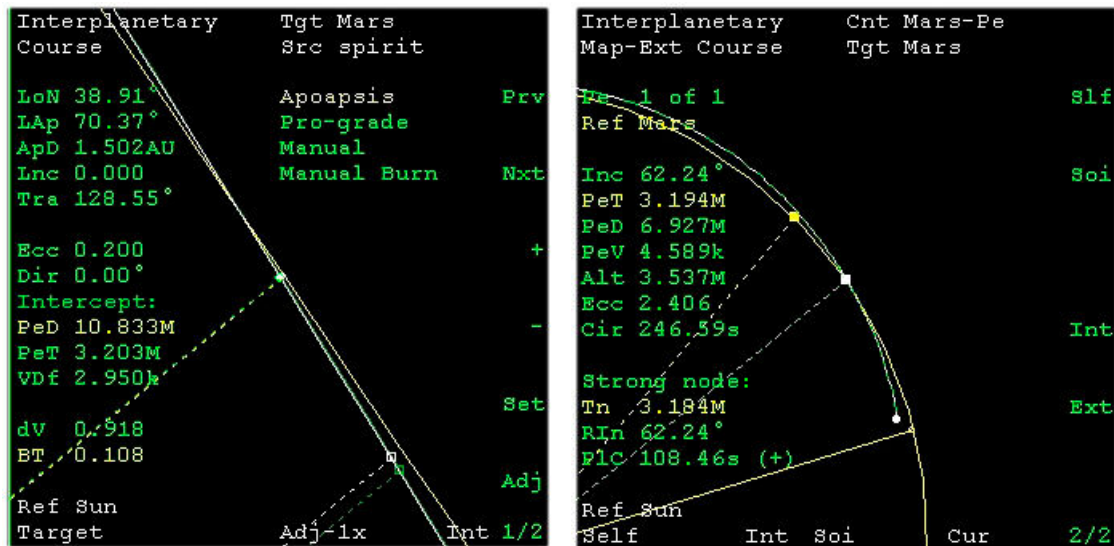


FIG 7

Altitude correcte pour une bonne approche. A moins de 5M pour Alt, c'est OK.

Si vous désirez vous entraîner vous pouvez charger le scénario **3 – Correction 0311.scn** qui vous place le 3 novembre avant correction

Maintenant nous continuons notre voyage jusqu'au moment de nous préparer à l'approche qui se situe à **environ 2 jours** de l'arrivée pour se trouver à environ 500M de Km du but. Cette première correction d'approche doit se faire assez loin pour ne pas être trop coûteuse en carburant.

L'angle de rentrée doit être assez plat pour pouvoir ralentir progressivement dans l'atmosphère car nous allons arriver à plus de 5 km/s et nous n'avons pas de moyen de freinage autre que des rétrofusées pour la descente.

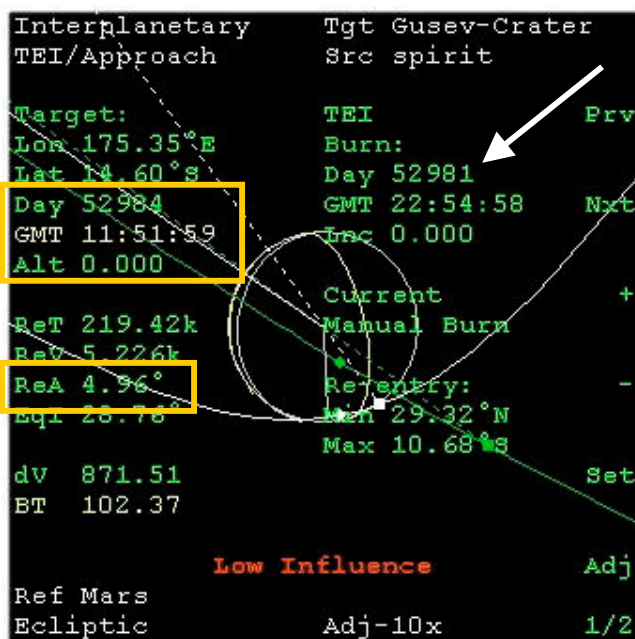
### Nous sommes le 8 décembre 2003 vers 23 h

Fermer la Map du deuxième MFD, nous n'en avons plus besoin

Sélectionner TEI/Approach sur le MFD de gauche

LShift + R et entrer Mars comme référence

LShift + T et entrer Gusev-Crater comme objectif



Nous sommes en fin de journée 52981 comme on peut le voir sur la colonne de droite

Pour pouvoir arriver avec le jour nous allons nous régler sur le jour 52984 en matinée

Sélectionner Alt puis Set par Lshift + 5 et entrer la valeur 0

Sélectionner Day dans la colonne de gauche puis set et entrer 52984

Sélectionner GMT dans la colonne de gauche et augmenter sa valeur en jouant sur Adj, + et - pour obtenir un angle ReA voisin de 5°

**FIG 8**

Le temps BT est inférieur à 120 s ce qui convient avec notre réserve de carburant  
 La vitesse de rentrée prévue est de 5,226 Km/s ce qui est rapide et le module va subir un freinage énergétique en pénétrant dans l'atmosphère martienne.

Nous aurions pu procéder différemment après le choix de l'altitude.

En se plaçant sur GMT et en choisissant Adj à 100x on peut augmenter le temps rapidement en surveillant ReA et BT jusqu'à obtenir une valeur de ReA proche de 5° avec BT < 120 s. (ajuster à 10X en finale)

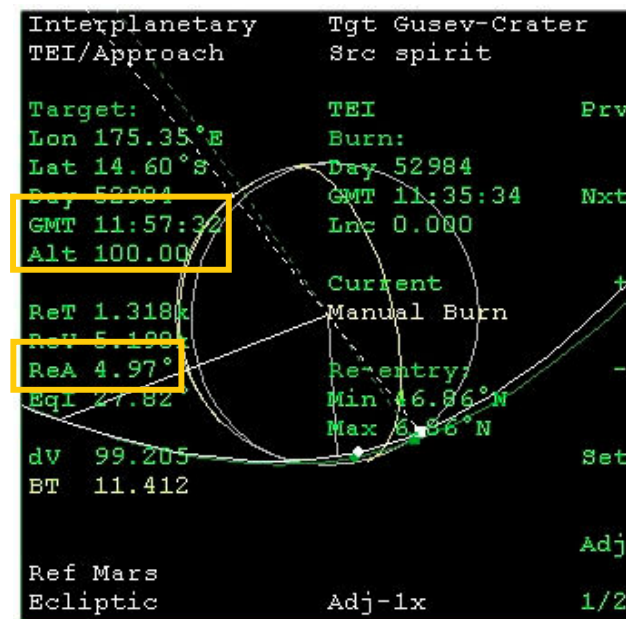
On peut trouver peut être une solution plus économique en carburant mais elle nous fait arriver la nuit sur le site et ça n'est pas terrible !

Nous ne ferons pas d'économie pour jouir du spectacle.

Ensuite Auto Burn et c'est parti !

Pour pouvoir vous entraîner, vous trouverez le scénario **Correction 500M.scn** correspondant à cette situation avant correction dans le dossier Scénario

Pour plus de précision nous allons refaire un ajustement à une altitude proche de 3000 Km au dessus du sol lue sur le HUD (3.00M) Nous serons alors à une heure environ de l'arrivée.



Sélectionner Alt puis Set par Lshift + 5 et entrer la valeur 100  
 Ceci laisse une image de 100 m au dessus de l'impact pour mieux pouvoir ajuster

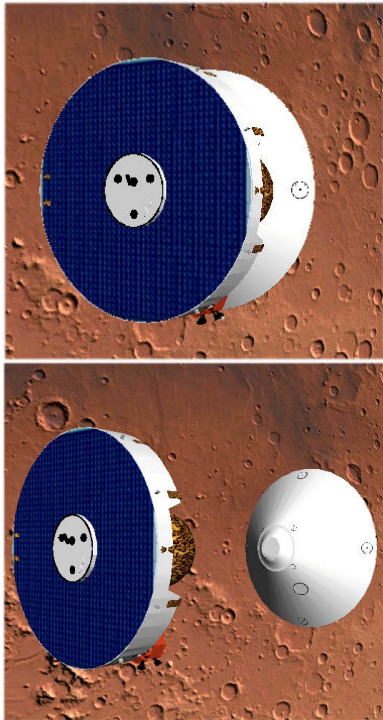
Sélectionner GMT dans la colonne de gauche et faire varier l'heure prévue sur l'objectif pour que ReA soit de l'ordre de 5°C (pas plus)

Sélectionner et demander AutoBurn

Pour pouvoir vous entraîner, vous trouverez le scénario **Correction 3M.scn** correspondant à cette situation avant correction dans le dossier Scénario

### 3 – ATERRISSAGE

Voilà la séquence d'atterrissage à accomplir en s'aidant du HUD



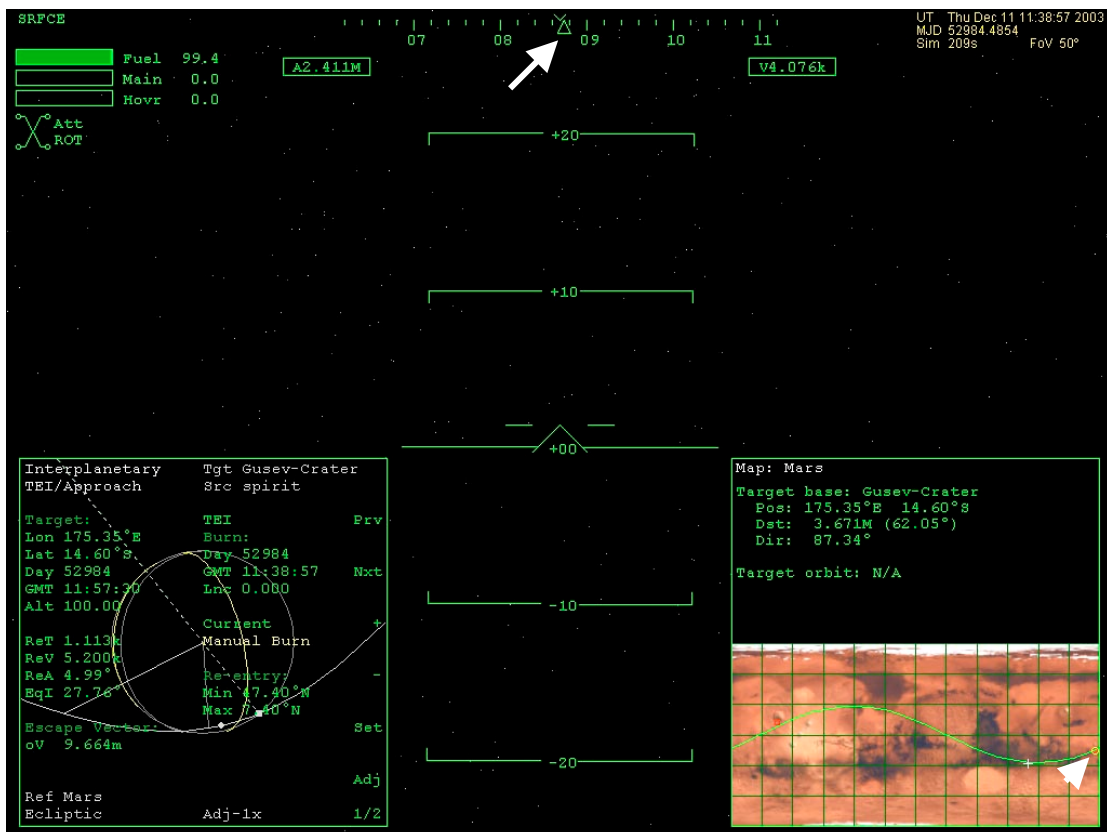
A la fin de la correction à 3M d'altitude se placer dans le sens prograde (touche ^)

Une fois en position prograde, séparer Spirit du module de croisière en agissant sur la touche J  
Remarquer que en Prograde, Spirit a sa base donc son bouclier thermique en avant

Une fois la séparation effectuée :

Appuyer sur L pour placer Spirit en position HLEVEL  
Sur le MFD de droite afficher la Map en faisant RShift + , (à droite du N)  
Sélectionner l'objectif en faisant RShift T et en entrant Gusev-Crater

Votre HUD se présente de la façon suivante



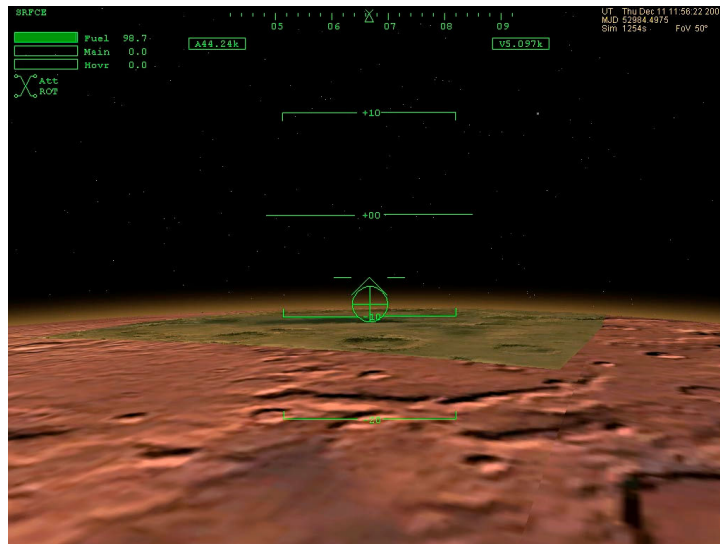
Avec les touches numériques 1 et 3, faire pivoter Spirit pour faire coïncider les deux repères sur l'échelle supérieure du cap (voir flèche blanche sur figure ci-dessus en haut)

Spirit est alors dirigé vers la cible à peu près au cap 87°

Sur la Map on peut voir que l'orbite de Spirit passe sur la base (tout à fait à droite)

Et voilà ce que vous pouvez voir en vue extérieure

Nous sommes à 2,5 M de Km de l'arrivée qui se fera dans moins de 20 mn (il suffit de comparer les valeurs GMT dans les colonnes gauche et droite)



A 50 Km d'altitude environ, le freinage par l'atmosphère commence

L'aire d'atterrissage est le carré verdâtre.  
C'est le fichier de configuration Gusev-crater.cfg qui donne cette couleur pour pouvoir se repérer et donne un peu de relief au terrain

Si par la suite cela vous gêne, vous n'avez qu'à le supprimer



Centrer le vecteur vitesse (rond dans une croix) avec le marqueur d'orientation à l'aide des touches numériques 2 et 8.

Continuer l'approche dans cette position.

Quand l'altitude atteint 30 k centrer le marqueur à -20 pour accélérer la perte de vitesse

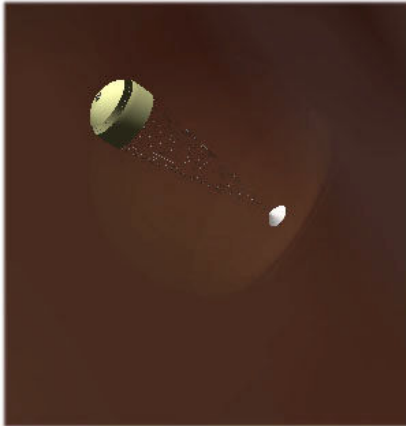
Quand l'altitude atteint 20 k centrer le marqueur à -30 pour accélérer la perte de vitesse

Quand l'altitude atteint 15 k centrer le marqueur à -40 pour accélérer la perte de vitesse

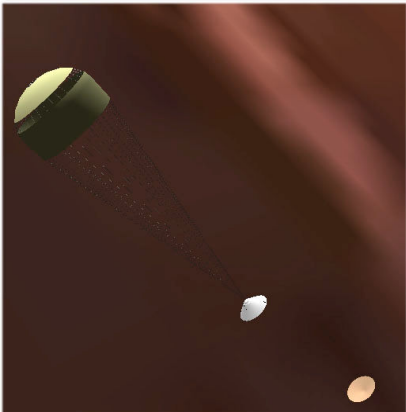
Je vous donne ces valeurs à titre indicatif. A vous de voir si vous pouvez trouver mieux !

Le but est d'avoir si possible une vitesse nettement inférieure à 400 m/s aux environs de 8000 m d'altitude

Le scénario **6 – Approche 200 K.scn** vous permettra de vous entraîner



A 8 km d'altitude, appuyer sur la touche J pour déployer le parachute  
La vitesse doit alors être inférieure à 450 m/s



Après ouverture du parachute, appuyer sur la touche J

Le bouclier de protection thermique est largué ( il est en bas à droite)



Surveillez l'altitude sur le HUD.

A 2000m d'altitude, appuyer sur la touche J

Largage du module d'atterrissage contenant le Rover au bout d'un câble de 20 m de long.

**A partir de là je vous conseille de passer en 0,1x car tout va très vite**



Surveillez l'altitude sur le HUD.

A 1000m d'altitude, appuyer sur la touche J

Les Airbags se gonflent

Déclencher les rétrofusées au maximum en appuyant sur la touche 0 du clavier numérique (mode Hoover)

En fait elles ne sont pas très efficaces !





A 100 m d'altitude appuyer sur J

Le câble se coupe et l'atterrisseur est largué. Il rebondira sur le sol un nombre de fois qui dépend de la vitesse à l'atterrissage. Soyez patient ! Vous pouvez passer en accéléré 10x

Attendre son immobilisation avant de faire autre chose sinon ça se plante.

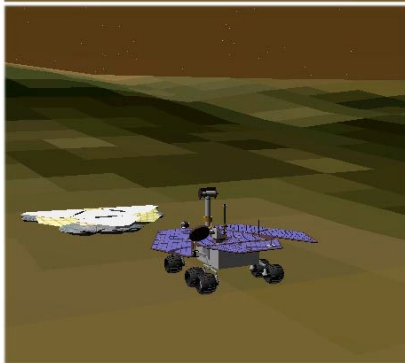


Appuyer sur J

Les airbags se dégonflent et le module s'ouvre en pétale laissant apparaître le ROVER

Appuyer sur J

Les panneaux solaires se déploient



Appuyer sur F3 et sélectionner MER\_A

Le ROVER peut alors être déplacé en utilisant la translation et la rotation comme pour un vaisseau

Voilà j'ai terminé !

Après 6 mois de voyage, j'ai réussi à me poser en plein milieu du cratère Gusev...

Qui dira que IMFD n'est pas un bon produit ?

A votre tour, vous pouvez faire pareil et vous régaler en voyant Mars se rapprocher et en touchant le sol.

J'espère que vous apprécierez cette mission.

A bientôt.

Papyref

Août 2004