

ATTERRIR ET REJOINDRE UN OBJECTIF SUR UNE PLANETE SANS ATMOSPHERE

Par Papyref

Juin 2004

1 – PRINCIPE DE LA DEORBITATION

Notre vaisseau se trouve en orbite autour d'une planète à une certaine altitude et nous voulons quitter notre orbite pour rejoindre la planète en un point donné M.

Notre vaisseau étant en A avec une vitesse V . Si le point M se trouve dans le plan orbital de notre vaisseau et que nous appliquons une poussée dans le sens rétrograde, nous diminuons notre vitesse et nous rapprochons le Periapsis de notre orbite qui va couper le sol de la planète au point M (ou en tout cas le plus près possible) si nous effectuons la poussée au bon moment.

Suivant le moment de l'allumage et sa durée, notre nouvelle orbite peut aboutir au point M avec un angle plus ou moins grand par rapport à la surface du sol comme le montrent les deux courbes rouge et bleu.

Il faut théoriquement aligner le plan orbital du vaisseau pour qu'il passe par le point M au préalable pour que ça marche.

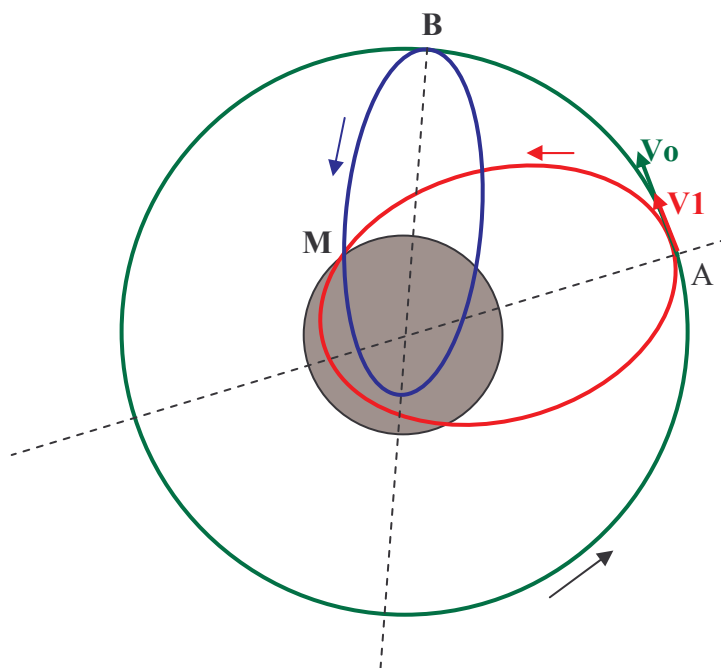


FIG 1

Deux cas sont possibles :

- Nous revenons sur une planète pourvue d'une atmosphère comme la Terre
- Nous revenons sur une planète dépourvue d'atmosphère comme la Lune

Dans le premier cas il faut avoir une orbite de rentrée semblable à l'orbite rouge avec un angle de rentrée de quelques degrés seulement pour éviter un échauffement trop important en pénétrant trop vite dans les couches denses. Nous pourrions ralentir progressivement en bénéficiant de la résistance de l'atmosphère.

En final à vitesse réduite de 2 à 3000 Km/h notre vaisseau pourra se piloter comme un avion

Dans le deuxième cas l'angle de l'orbite n'est pas fondamental car nous ne freinerons pas de la même façon en l'absence d'atmosphère.

Nous utiliserons notre moteur principal en position **retrograde** pour diminuer notre vitesse progressivement et la réduire à 0 à proximité de la cible.

Une fusée comme Atlas par exemple devrait descendre verticalement au dessus de son site d'atterrissage pour se poser correctement (voir Tintin dans Objectif Lune)

Le Delta Glider et les autres appareils qui disposent de Hover (moteur ventral à poussée verticale) peuvent utiliser ce moteur pour la dernière partie de la descente en passant en vol stationnaire pour finir l'atterrissage à la manière d'un hélicoptère.

Le LEM peut manœuvrer également dans le style Hover, son moteur de descente en faisant office.

Pour ne pas nous faciliter la tâche, le point M n'est pas un point fixe puisque la planète tourne plus ou moins vite sur elle-même et le point se déplace pendant notre descente

Vous devez penser qu'il est très difficile de réussir un tel exploit ? Quand allumer, avec quelle durée pour aboutir au point désiré... ?

Et bien je vous répond OUI c'est difficile et à mon point de vue on bidouille si on n'utilise pas des moyens de calcul et si on travaille "au pif". On a dans ce cas un maximum de chances de louper totalement l'objectif et au minimum de passer beaucoup de temps et dépenser beaucoup de carburant pour y arriver

Je vais vous proposer dans ce qui suit une méthode plus rationnelle en utilisant le module **TEI-approach de IMFD** pour obtenir la trajectoire et les modules standards de Orbiter pour le final.

2 – ALUNISSAGE A BRIGHTON BEACH

2.1 – Scénario

J'ai choisi Brighton Beach pour un entraînement sans atmosphère parce que le site est reconnaissable de jour et de nuit.

Je vous conseille d'ajouter l'addon Lunacity que vous pouvez trouver sur Orbiter Hangar et qui ajoute un superbe point de repère sur la Lune bien visible la nuit à plus de 30Km (mieux qu'un phare, merci à l'auteur)

Attention vous pourrez avoir des valeurs un peu différentes des miennes en vous entraînant mais c'est la méthode qui compte.

Bien sûr faites des sauvegardes aux points essentiels pour ne pas tout reprendre en cas d'échec.

Je vous propose de partir de ce scénario qui utilise le DG3 en recopiant le texte qui suit par un copier-coller dans un fichier scénario auquel vous donnez le nom que vous voulez ou si vous préférez, chargez le scénario qui se trouve dans l'archive.

Si vous le souhaitez, mettez vous en orbite autour de la Lune et utiliser votre propre scénario pour le départ. C'est possible, mais vous n'aurez pas les mêmes données que moi et vous serez peut être troublés pour suivre.

Le scénario nous fera arriver la nuit sur l'objectif, ce qui vous évitera de tenter de vous guider à vue et vous obligera à utiliser les instruments.

```
BEGIN_DESC
En orbite autour de la lune
END_DESC

BEGIN_ENVIRONMENT
System Sol
Date MJD 51987.1016296065
END_ENVIRONMENT

BEGIN_FOCUS
Ship GL-01
END_FOCUS

BEGIN_CAMERA
TARGET GL-01
MODE Cockpit
FOV 50.00
END_CAMERA
```

BEGIN_PANEL
END_PANEL

BEGIN_SHIPS

ISS

STATUS Orbiting Earth
RPOS -3377996.42 -5425214.67 2185746.77
RVEL -6497.854 4085.615 105.957
AROT 30.00 0.00 50.00
IDS 0:588 100 1:578 100 2:568 100
XPDR 466

END

Mir

STATUS Orbiting Earth
RPOS 6216697.11 149780.66 2448819.05
RVEL -2832.775 438.545 7170.261
AROT 0.00 -45.00 90.00
IDS 0:540 100 1:542 100 2:544 100
NAVFREQ 0 0
XPDR 482

END

Luna-OB1:Wheel

STATUS Orbiting Moon
RPOS -403249.37 -2204561.39 -1994.51
RVEL 1454.759 -265.976 0.305
AROT 0.00 0.00 -152.60
IDS 0:560 100 1:564 100
XPDR 494

END

GL-01:DeltaGliderIII

STATUS Orbiting Moon
RPOS 2629635.26 -606240.99 1679018.19
RVEL -617.895 235.026 1048.592
AROT -167.50 -30.75 164.12
PRPLEVEL 0:0.413 1:0.974 2:0.983
NAVFREQ 0 0
XPDR 0

MeshSkin DeltaGliderIII

NOSECONE 0 0.0000
GEAR 0 0.0000
AIRLOCK 0 0.0000
INNERDOOR 0 0.0000
COCKPIT 0 0.0000
PRADIATOR_PROC 0 0.0000
ANTENNA_PROC 1
StartPower_ext 1
StartPower_batt 2
StartPower_cell 0
Apu_start 2
Gen1 2
Gen2 2
GenSelector 2
PowerHud 2
PowerMfd 2
PowerRadio 2
PowerAirlock 2
PowerEngine 2
PowerLifepack 2
PowerAp 2
PowerMainBus 2
PassengerSeat 0
Strobe 0
HydGearPress 2
LevelBatt 100.0002
Emergency_power 10000.0000
Force_Canopy 0
VoltageStartBus 48.0008
VoltageGen1 96.1739
VoltageGen2 96.2009
VoltageGenBus 96.2009
ExtFuelHatch 0
ExtFuelValve 0
DockFuelValve 0
FuelInputSelector 0
XFeedFuel 0

DumpMainFuel 0
 DumpRcsFuel 0
 HoverValve 2
 MainValveL 2
 MainValveR 2
 RcsValve 2
 AirIntake 0
 TurboPump 0
 ComputerDisplay 1
 HudMode 4
 O2tankALevel 48.7022
 N2tankALevel 60.0000
 O2tankBLevel 70.0000
 N2tankBLevel 80.0000
 DockInputValve 0
 ExtInputValve 0
 InputSelector 0
 ButtonTankAO2 2
 ButtonTankAN2 1
 ButtonTankBO2 2
 ButtonTankBN2 1
 ButtonAFan 2
 ButtonAFilter 2
 ButtonACooling 2
 ButtonAMoist 2
 ButtonBFan 2
 ButtonBFilter 2
 ButtonBCooling 2
 ButtonBMoist 2
 Radiator 0
 ShipControl 5
 LifeDisplay 3
 CabinO2Level 21.4000
 CabinCO2Level 600.0000
 CabinTempLevel 21.2000
 CabinPressure 14.7000
 CabinMoistLevel 36.0000
 CabinDustLevel 0.0002
 CabinO2Setting 21.4000
 CabinTempSetting 21.2000
 CabinPressSetting 14.7000
 O2ConsumptionSetting 4
 AntennaTarget Earth
 NoOneOnBoard 0
 NoPilotOnBoard 0
 PassengerNumber 2
 PilotName Papyref
 PilotAge 38
 BasePilotPulse 74.0000
 Passenger1Name Dan
 Passenger1Age 43
 Passenger1BasePulse 60.0000
 Passenger2Name Mustard
 Passenger2Age 40
 Passenger2BasePulse 69.0000
 FailGearFailure 0
 FailGearCollapse 0
 FailLeftMainEngine 0
 FailRightMainEngine 0
 FailHoverEngine 0
 FailRcs 0
 FailSurfaceControl 0
 FailComputer 0
 FailComputerBlueScreen 0
 FailAutopilot 0
 FailExtRadiator 0
 FailAirbrake 0
 FailNoseCone 0
 FailCanopy 0
 FailAntenna 0
 END
 SH-03:ShuttleA
 STATUS Landed Earth
 BASE Habana:4
 POS -82.4982414 22.9994604
 HEADING 70.00

```

PRPLEVEL 0:1.000 1:1.000
NAVREQ 0 0
XPDR 0
PODANGLE 0.0000 0.0000
DOCKSTATE 0 0.0000
AIRLOCK 0 0.0000
END
PB-01:ShuttlePB
STATUS Landed Earth
BASE Habana:1
POS -82.5000000 23.0005396
HEADING 22.00
PRPLEVEL 0:1.000
NAVREQ 0 0
END
GL-02:DeltaGlider
STATUS Landed Mars
BASE Olympus:3
POS -135.4300000 12.7366196
HEADING 0.00
PRPLEVEL 0:1.000 1:1.000
NAVREQ 0 0 0 0
XPDR 0
NOSECONE 0 0.0000
GEAR 1 1.0000
AIRLOCK 0 0.0000
END
SH-01:ShuttleA
STATUS Landed Moon
BASE Brighton Beach:1
POS -33.4375000 41.1184067
HEADING 0.00
PRPLEVEL 0:1.000 1:1.000
NAVREQ 0 0
XPDR 0
PODANGLE 0.0000 0.0000
DOCKSTATE 0 0.0000
AIRLOCK 0 0.0000
END
END_SHIPS

```

OK, chargeons notre scénario et allons y !

2.2 - La descente

Sur le MFD gauche ouvrir **IMFD** par Shift + I puis PRG plusieurs fois pour avoir le module TEI-approach. Sélectionner l'objectif (TGT) **Brighton Beach**

Sur le MFD de droite ouvrir le module Map par Shift droit + , (virgule) Sélectionner l'objectif **Brighton Beach**

Voilà les MFD de notre tableau de bord

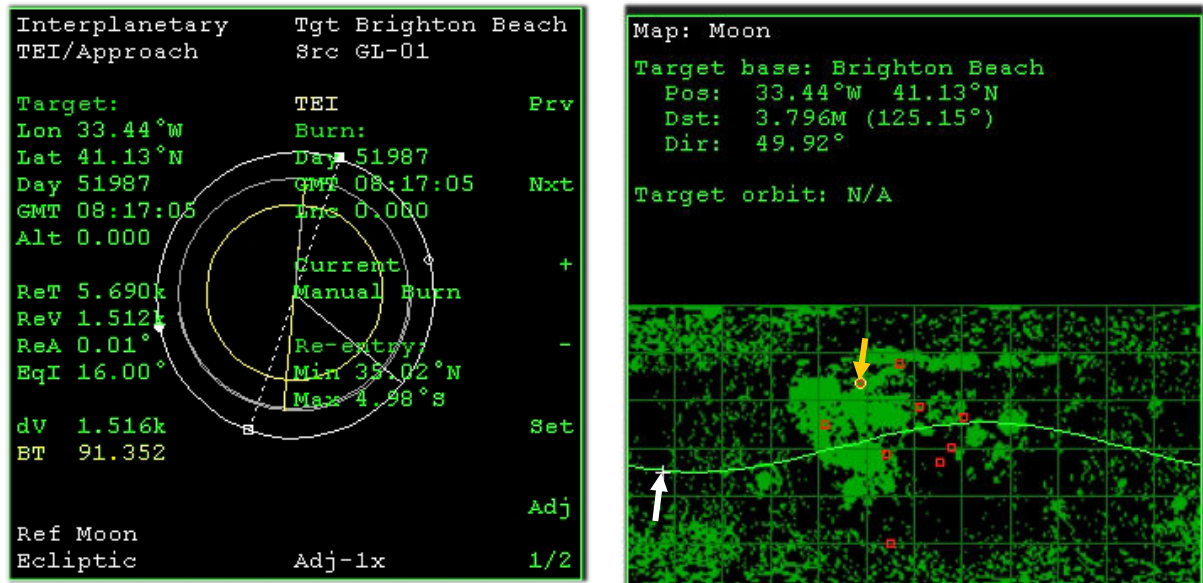


FIG 2

Notre orbite en vert est très éloignée de la base (flèche orange sur la carte) Si nous freinions en retrograde sur cette orbite nous arriverions bien loin du but.

Il faut d'abord aligner notre orbite avec l'objectif.

Le module d'alignement des plans ne marchant pas dans ce cas, l'alignement est faisable en se plaçant en position **Orbit Normal +** ou **-** et en allumant jusqu'à ce que l'orbite passe sur l'objectif en respectant les règles suivantes:

- **Si vous êtes dans la partie montante vers le nord de votre trajectoire** (comme sur la figure2), un allumage en position **Orbit Normal +** augmente la latitude du point haut de la trajectoire (vous pourrez dans notre cas passer sur Brighton Beach) et un allumage en position **Orbit Normal -** diminue la latitude du point haut de la trajectoire.
- **Si vous êtes dans la partie descendante vers le sud de votre trajectoire** un allumage en position **Orbit Normal -** augmente la latitude du point haut de la trajectoire (vous pourrez dans notre cas passer sur Brighton Beach) et un allumage en position **Orbit Normal +** diminue la latitude du point haut de la trajectoire.

Vous pouvez essayer d'aligner votre orbite. Ca marche mais vous êtes toujours devant deux problèmes :

- quand allumer en retrograde et pendant combien de temps pour que notre nouvelle orbite arrive à proximité de l'objectif ?
- quand allumer ensuite en retrograde pendant l'approche pour réduire la vitesse à zéro à l'arrivée sur l'objectif ?

Il faudrait estimer de façon hasardeuse le moment et le temps d'allumage.

Nous allons utiliser pour nous aider le module **TEI-approach** qui va nous permettre de nous affranchir de la nécessité d'aligner le plan orbital au préalable et nous fournira en même temps les éléments pour l'approche finale.

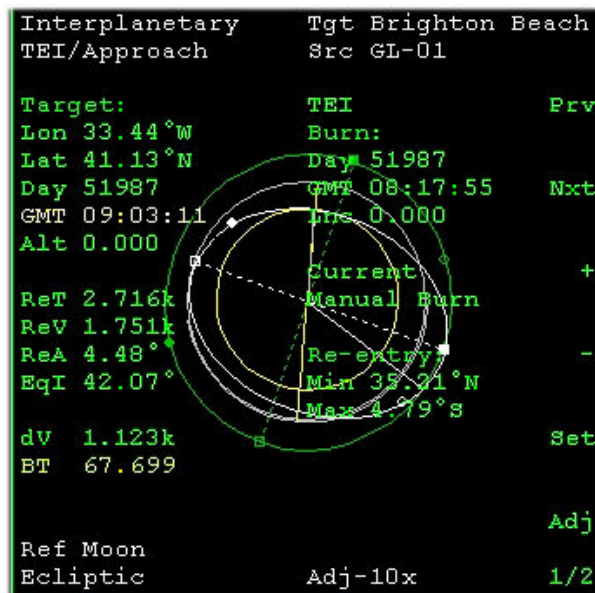


FIG 3

Nous allons ajuster l'heure d'arrivée GMT en ajoutant quelques dizaines de minutes qui nous permettent d'obtenir la trajectoire figurée en blanc pour un temps d'allumage correct

BT=67,699 secondes avec un angle de rentrée **ReA d'environ 5°**

La vitesse de rentrée prévue est **ReV = 1751 m/s**

Le temps de rentrée prévu est **ReT = 2716 secondes** (c'est la différence entre le temps GMT du TEI et du Target)

Si on le désire on peut jouer aussi sur le moment d'allumage Lnc et sur l'altitude Alt au point visé

Passons en **Auto Burn** pour nous faciliter la tâche et en fin d'allumage nous obtenons le résultat figuré ci-dessous.

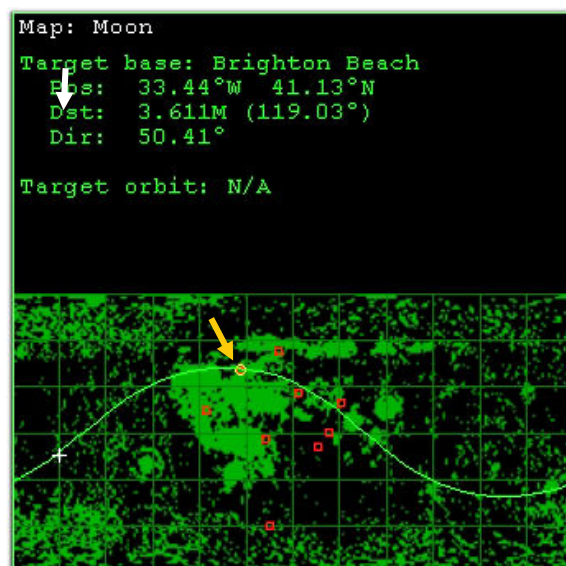
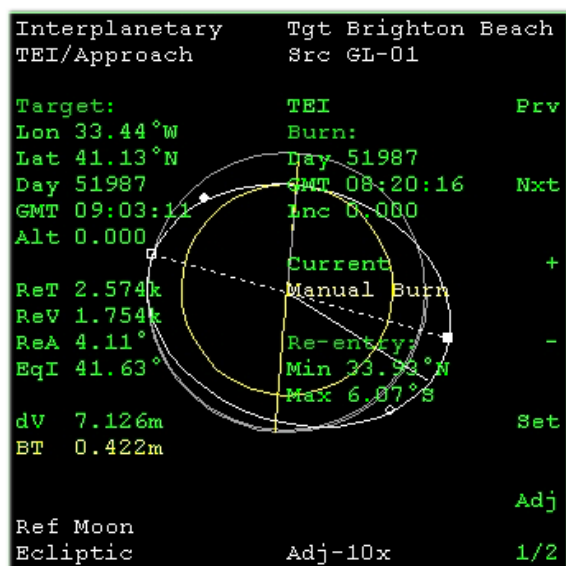


FIG 4

La trajectoire passe sur Brighton Beach

ReT = 2754 secondes

ReV = 1754 secondes

ReA = 4.11° (trajectoire relativement plate à l'arrivée)

2.3 - La décélération

Pour l'instant tout est correct. Il ne nous reste plus qu'à trouver quand nous devons freiner pour avoir une vitesse nulle en arrivant à proximité de l'objectif.

Il nous manque une donnée qui est la capacité de décélération du vaisseau utilisé.

Si vous utilisez comme moi le DeltaGliderIII configuré avec le moteur MarkV sa décélération en position retrograde est d'environ 19 m/s² c'est-à-dire qu'il fera perdre 19 m/s à la vitesse à chaque seconde.

Vous pouvez voir qu'elle est à peu près cette valeur pour le véhicule que vous utilisez de la façon suivante.
Vous êtes maintenant sur votre orbite de descente.

Placez vous en position retrograde pour préparer la décélération.

Appeler sur le MFD de droite le module **Surface** en faisant **Shift + S**

Donner un bref coup de moteur avec la touche + du clavier numérique tout en observant la valeur de Acc (ici -18,85)
C'est la valeur de la décélération qu'il nous faudra prendre en compte pour notre ralentissement.

Comme le vaisseau s'allège en consommant du combustible, la valeur de la décélération augmente un peu pendant notre freinage

Pour faciliter les calculs nous pouvons retenir 20 comme valeur raisonnable que nous appliquerons à l'avenir sans avoir besoin de refaire cette manœuvre.

On peut procéder de même pour tout autre véhicule



FIG 5

Nous tenons la solution à notre problème.

Comme nous l'avons vu fig 4 notre vitesse de rentrée **ReT** est estimée à 1754 secondes.

Pour la réduire à 0 à l'arrivée avec une décélération de 20 il nous faudra allumer pendant un temps T égal à $ReT/20 = 1754/20 = 88$ secondes en arrondissant soit en se gardant une marge de 5% d'erreur $1,05 \times 88 = 92$ s arrondi (c'est plus prudent quand on débute !)

Passer le HUD en mode surface pour pouvoir surveiller l'altitude et la vitesse (faire H plusieurs fois si il faut)

Vous pouvez régler les communications sur les fréquences VOR et ILS de Brighton Beach en faisant **Shift C** puis en entrant les fréquences NAV1=116,30 et NAV2 =132,30

En fait Brighton Beach n'a que des Pads à atterrissage vertical et l'ILS n'est pas très réaliste mais c'est pour nous entraîner.

Nota : Si on part d'une altitude élevée il est bon de faire une correction à 300 Km d'altitude en faisant un **Auto Burn** sans changer les réglages pour affiner la trajectoire.

Placer le vaisseau en position Retrograde et vérifier que la demande est conservée pendant tout le temps de l'allumage (attention une accélération du temps à plus de 100x désarme le maintien en Retrograde)

Quand le temps ReT atteint la valeur calculée de 92 secondes, allumer à pleine puissance par la touche + du clavier numérique.

C'est là que ça se corse !

Surveiller attentivement l'altitude et la vitesse sur le HUD et la distance **Dst** sur la carte

Il est bien d'atteindre une vitesse comprise entre 100 m/s et 50 m/s à 25 Km au maximum de la cible pour ne pas perdre ensuite du temps pour la rejoindre

Il faut donc corriger éventuellement la poussée pour garder assez de vitesse jusqu'à cette distance.

Il faut aussi ne pas laisser notre altitude descendre en dessous de 4000m pour avoir le temps de stabiliser.



Altitude 100 Km



Altitude 15 Km à 100 s et 177 Km de l'arrivée si nous ne freinons pas bientôt, boum !

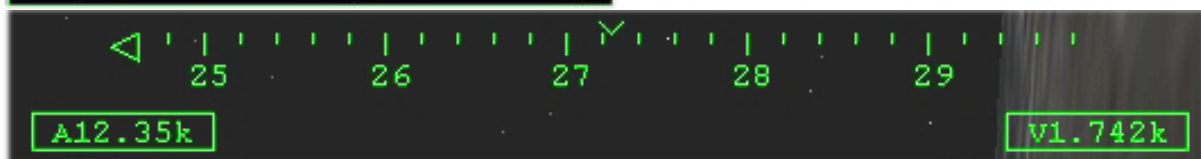


FIG 6

A 92 s de l'arrivée, distance 160 Km de l'objectif, altitude 12350 m, vitesse 1742 m/s, cap 272° (c'est normal puisque notre arrière est devant donc au cap 92° - voir sur la Map la direction de l'objectif- notre avant pointe à $180^\circ + 92^\circ = 272^\circ$)

il est temps de ralentir sinon adieu Papyref !

Enclencher le moteur à pleine puissance...

Surveiller la vitesse qui décroît sur le HUD.

Quand elle atteint 100 m/s diminuer la puissance pour garder cette vitesse qui est assez basse pour nous permettre d'effectuer la stabilisation d'altitude.

2.4 – La stabilisation en altitude

Sur le MFD de gauche afficher le module surface par **Shift + S**

Attention c'est la qu'il ne faut pas louper son coup et il faut manoeuvrer vite !

Lorsque vous arrivez à une altitude de 5000 m environ mettez vous en **position horizontale en actionnant la touche L**

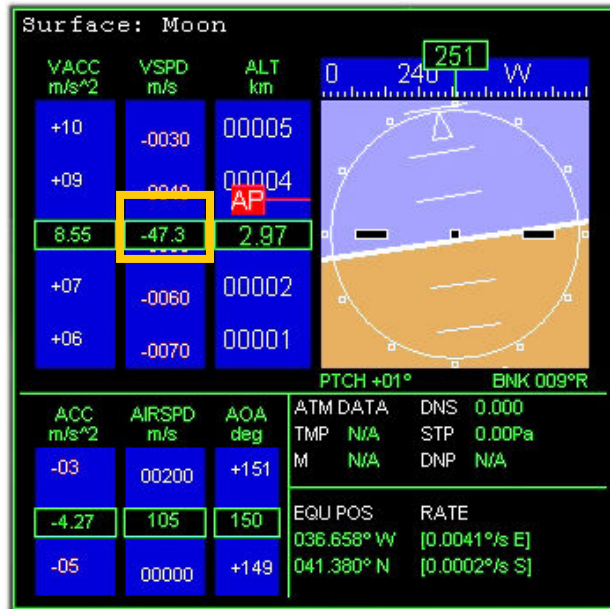


FIG 7

Si tout se passe bien vous allez vous trouver à une altitude stable comprise entre 3000 et 5000 m et à une distance de la cible qui dépend de votre temps d'allumage et de manoeuvre mais qui doit être nettement inférieure à 100 Km.

Si vous êtes un virtuose vous arriverez sans difficulté à moins de 30 Km, mais ça nécessite un peu de pratique et un bon dosage des moteurs.

Si vous êtes toujours en vie c'est bon, vous êtes presque arrivé...

Il ne reste plus qu'à aller jusqu'à la base pour déguster un Luna Cola au Papy's bar

Allumez à pleine puissance le moteur du Hover (touche 0 du pavé numérique) tout en surveillant l'affichage de la vitesse verticale **VSPD** (ici -47,3 m/s)

Elle va décroître rapidement aussi préparez vous à diminuer la poussée quand VSPD se rapproche de zéro pour éviter un dépassement

Quand VSPD est inférieure à + ou - 10 m/s vous enclenchez **le maintien automatique d'altitude en actionnant la touche Q** (clavier AZERTY)



FIG 8

Exemple de ce que j'arrive à faire... Je suis stable à 4830 m d'altitude, à 25 Km de la base à la vitesse de 66 m/s (230 Km/h environ), au cap 96 et avec un vecteur vitesse (qui est la croix dans le rond) parfaitement orienté (nous allons voir comment)
Ce n'est pas du travail d'amateur car je peux le refaire !

Sur la photo 9 je survole Lunar City (je vous ai dis que c'est beau !) et devant le Glider on distingue le monorail qui rejoint l'astroport que j'ai marqué par la flèche blanche.

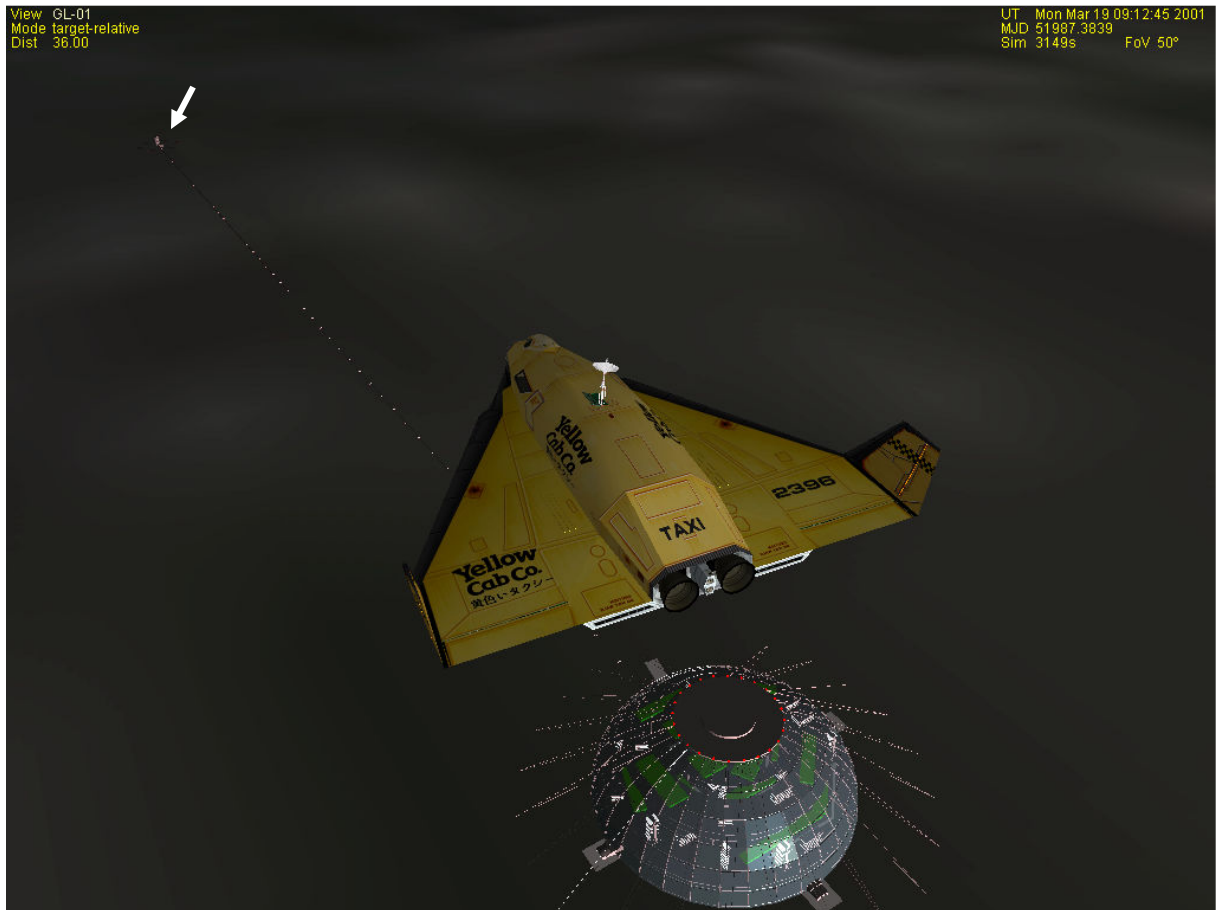


FIG 9

2.5 – L'approche finale

Il est temps de vous expliquer comment vous orienter en l'absence d'atmosphère.
Faisons un petit dessin

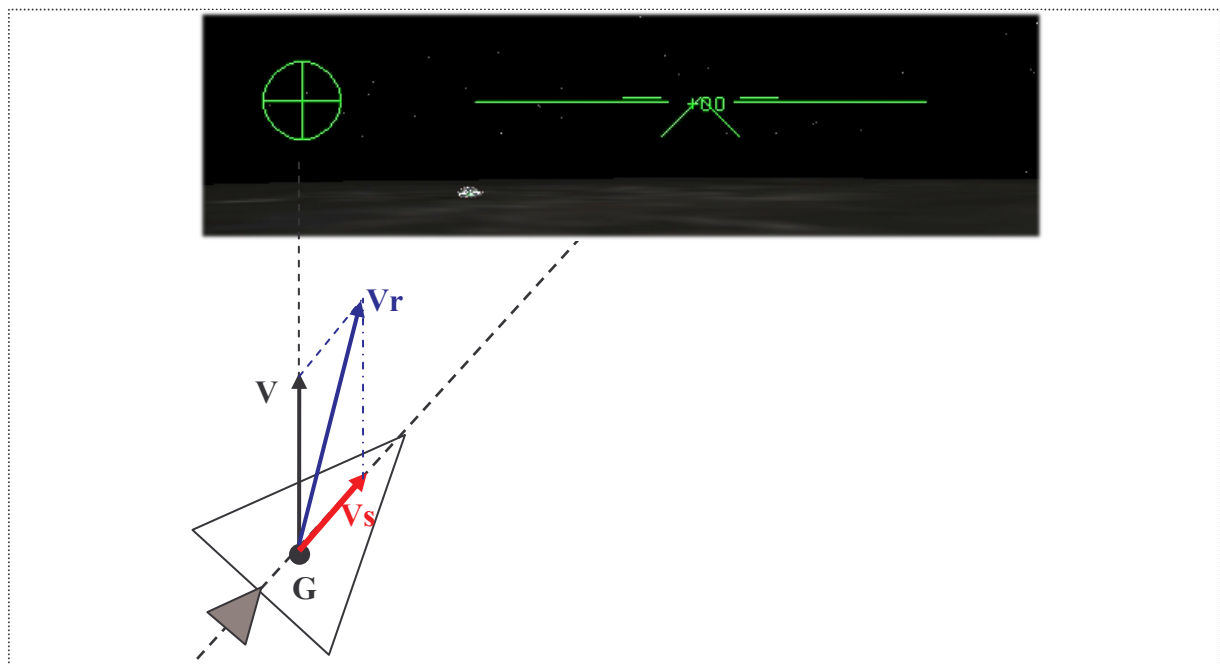


FIG 10

Le Delta est en vol stable soutenu par son moteur ventral. Il a une vitesse V qui s'applique à son centre de gravité G (point fictif ou l'on considère que toute la masse se trouve pour les calculs)

En l'absence de toute force, le point G , donc le Delta entier quelque soit son orientation, suit la trajectoire définie par son vecteur vitesse V et se dirige vers le point représenté sur le HUD par la croix dans un rond

L'axe du Delta passe par le point représenté par le V renversé.

On peut déplacer les deux points l'un par rapport à l'autre en faisant pivoter le Delta autour de l'axe vertical passant par G sans que ceci influe sur la direction de son déplacement.

Si j'allume le moteur dans le cas de la figure 10, il va fournir une poussée donc une vitesse supplémentaire dans le sens de son axe (flèche rouge)

On se rend compte que la vitesse V va être déviée vers la droite. Représentez vous quelqu'un qui marche devant vous. Si vous lui poussez les fesses il avance plus vite mais si vous le poussez de côté vous le faites sortir de sa route.

Si l'on trace à partir de l'extrémité de chaque vitesse une droite parallèle à l'autre, elles se coupent en un point qui donne la nouvelle vitesse.

On voit ici que la nouvelle vitesse V_r est supérieure à la vitesse initiale V mais **elle n'est plus dans la même direction**

Le seul cas où la vitesse V_s s'ajoute ou se retranche à la vitesse V est quand l'axe du Delta se trouve dans l'axe de la vitesse c'est-à-dire lorsque que le V renversé du HUD coïncide avec la croix dans le rond.

Si je veux atteindre l'objectif que j'ai repéré dans le petit rond blanc il faut que je fasse pivoter le vaisseau pour décaler son marqueur de direction vers la droite et que j'allume mon moteur jusqu'à ce que le marqueur de la vitesse qui est la croix dans le rond se trouve au dessus de l'objectif. Nous allons augmenter la vitesse par cette manoeuvre

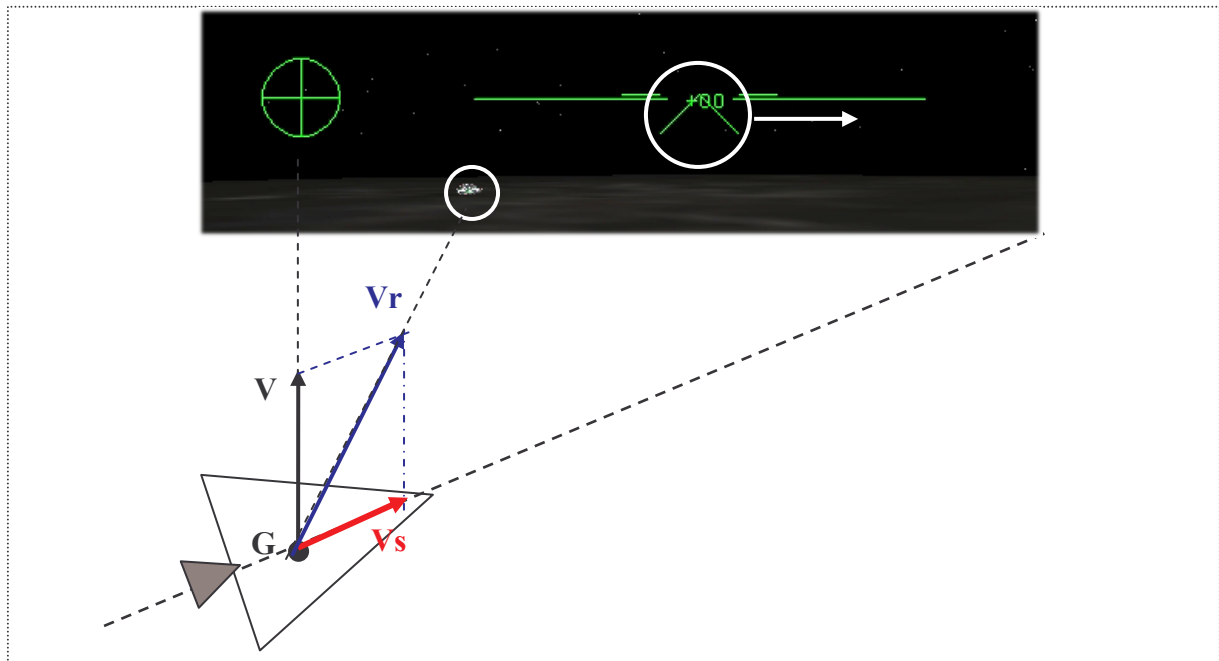


FIG 11

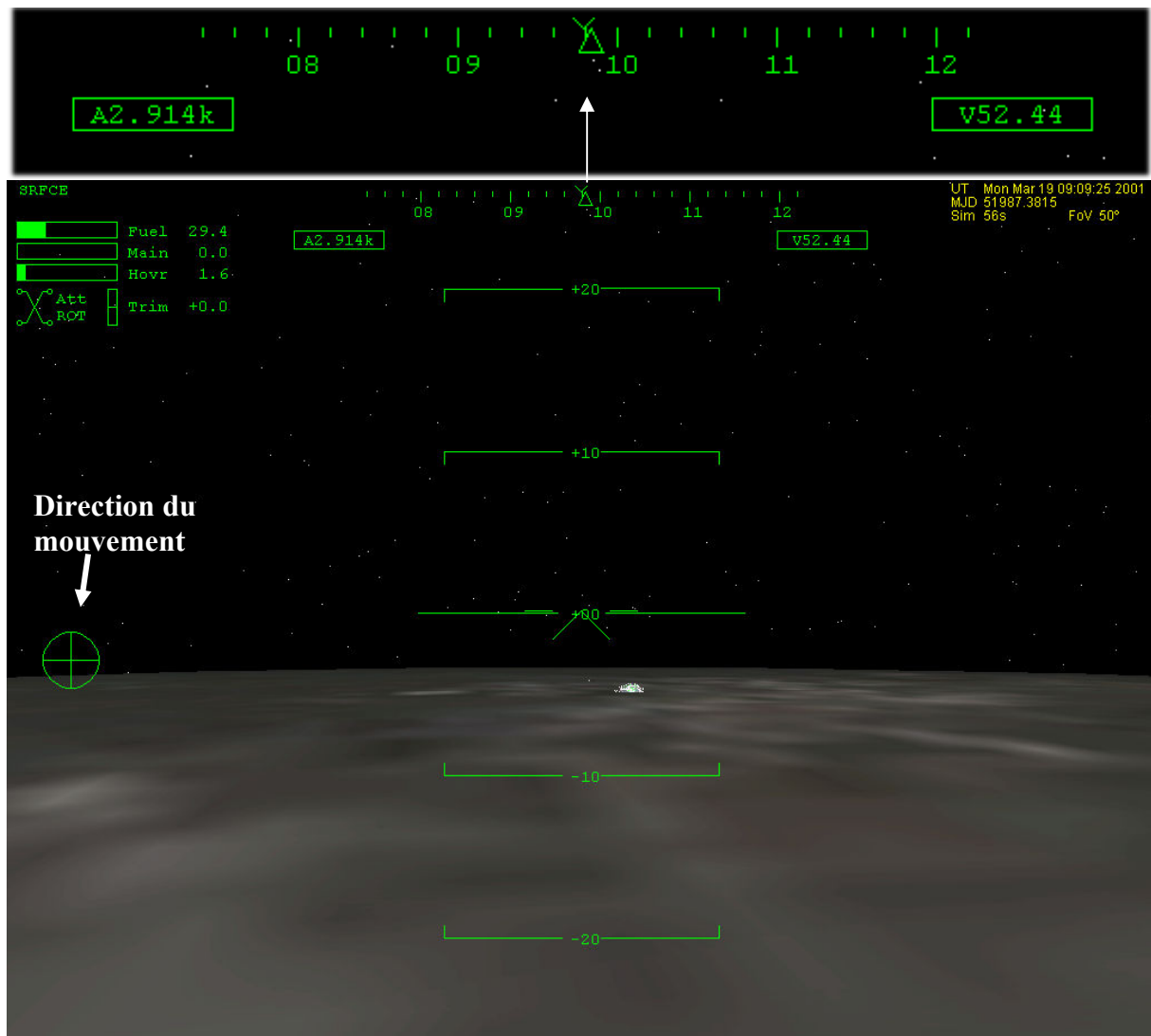


FIG 12

Supposons que nous soyons dans cette situation. Nous avons placé le petit triangle sur l'échelle du cap située à la partie supérieure du HUD sous le petit marqueur central. Nous sommes orienté dans la direction de l'objectif ce que vous savez si vous avez lu la documentation générale d'utilisation de Orbiter (le petit dôme blanc devant nous est Lunar City) Notre cap d'orientation est a peu près de 98° (l'échelle est divisée par 10, par exemple 09 = 090° et 10 = 100°) par contre la direction de notre mouvement est tout à fait mauvaise puisque très à gauche à un cap de 70° environ ce qui donne environ $98 - 70 = 28^\circ$ d'écart. Nous pouvons tenter de nous remettre dans le bon chemin en tournant notre vaisseau de 28° sur la droite au cap $98 + 28 = 126^\circ$ puis en allumant le moteur pour essayer de ramener la direction du mouvement vers l'objectif (principe de la figure 11) Ceci a l'inconvénient de provoquer une augmentation importante de la vitesse qui n'est pas le but recherché.

Si on ne veut pas faire trop bouger la vitesse et être plus efficace, il faut tourner le vaisseau dans une direction perpendiculaire à la direction du mouvement et allumer brièvement pour amener la direction du mouvement vers l'objectif.

Pour trouver l'angle de rotation, faire pivoter le vaisseau sur son axe vertical (touches 1 – 3 du pavé numérique) pour aligner le marqueur de vitesse et le marqueur de l'axe du vaisseau comme sur la figure 13. On peut alors lire le cap du mouvement 70° sur l'échelle du haut.

Nous allons maintenant faire tourner notre vaisseau vers la droite pour le mettre au cap $70^\circ + 90^\circ = 160^\circ$ (16 sur l'échelle) et nous donnons deux coups brefs de moteur.

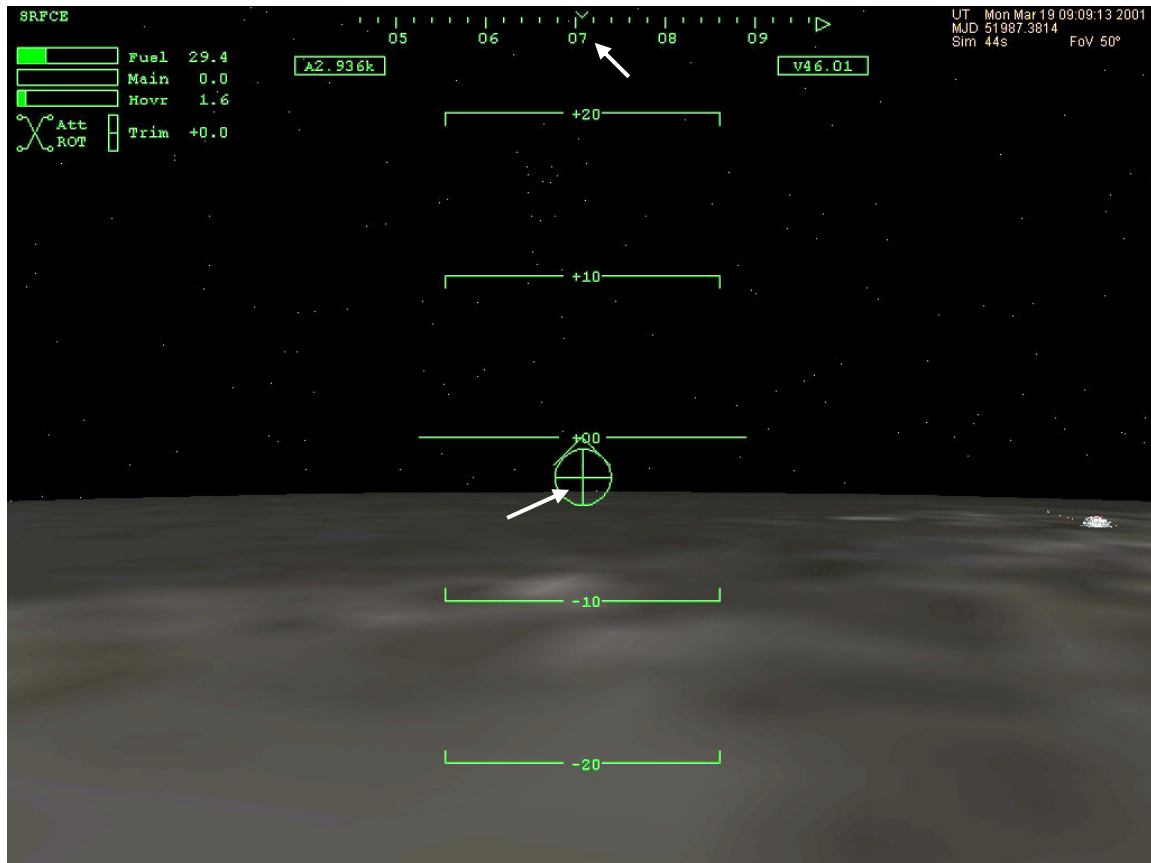


FIG 13



FIG 14

On peut ensuite remettre par rotation notre vaisseau en direction de l'objectif (petits triangles en correspondance sur l'échelle du cap) et finir d'aligner nos deux marqueurs en jouant avec les moteurs de translation (passer en translation par la touche / puis utiliser les touches 1-3)

Il y a un inconvénient à cette méthode c'est que l'on ne voit pas comment bouge le marqueur du mouvement lorsque nous avons pivoté de 90° et l'allumage pour corriger est dur à doser.

Je vous propose une méthode plus simple qui marche à tous les coups pour aller droit à l'objectif si l'on ne progresse pas correctement.

- ***En partant de la position ou l'on se trouve, faire pivoter le vaisseau pour le placer comme sur la figure 13 en faisant coïncider les marqueurs.***
- ***Allumer le moteur retro par la touche – du pavé numérique pour faire tomber la vitesse indiquée sur le HUD à moins de 10 m/s***
- ***Faire pivoter le vaisseau pour aligner les deux petits triangles sur l'échelle du cap comme sur la figure 12) Il pointe alors vers l'objectif***
- ***Corriger si nécessaire en passant en mode translation à l'aide des moteurs latéraux (touches 1-3 du pavé numérique) pour aligner au mieux les deux marqueurs***
- ***Redonner de la vitesse en allumant le moteur principal pour rejoindre l'objectif***

Nous allons droit au but et il n'y a plus qu'à effectuer des corrections mineures en translation pour garder la trajectoire.

Attention !

Plus le vaisseau va vite, plus les corrections deviennent difficiles en raison de la loi de l'inertie qui cherche à vous faire continuer votre route d'autant plus que la vitesse est grande. Ralentissez à moins de 50 m/s pour l'approche finale

Pour reprendre notre exemple vous avez vu sur la figure 9 que le vaisseau après les corrections effectuées suivant la méthode ci-dessus se dirige vers l'objectif.

A 10 Km du but descendre à environ 500 m d'altitude en supprimant le contrôle automatique d'altitude par action sur la touche Q et en contrôlant en manuel la vitesse de descente (voir paragraphe 2.4) Repasser sur le contrôle d'altitude par Q quand vous atteignez à peu près 500 m

A 5 Km du but réduire progressivement la vitesse pour tomber à 10 m/s environ à 1000m (action sur les touches + et -)

A 300m du but réduire encore la vitesse pour une approche lente au dessus du Pad d'atterrissage en utilisant les moteurs en mode de translation (déplacement latéral par 1-3 et longitudinal par 6-9) pour bien se diriger

Stabiliser en stationnaire à vitesse nulle au dessus du Pad (passer en vue extérieure par F1 et se positionner au dessus pour s'aider à apprécier)

Quand vous êtes bien placé, désarmer le contrôle d'altitude par action sur Q et descendre en contrôle manuel avec le Hover.

Ne pas dépasser 10 m/s en vitesse de descente sinon crack !

Et voilà quelques photos du résultat



En approche finale

Posé de nuit

Le même endroit d'atterrissage de jour (lunaire) pour vous montrer que le but est atteint

Je suis assez content de la précision de la manœuvre.
A vous d'essayer ...

Remarques pour finir.

Je vous ai exposé une méthode pour arriver à un bon résultat pour atteindre un objectif. Il y a d'autres façons de procéder qui laissent place à l'expérience du pilote et qui ressemblent à du vol VFR (à vue) en avion. Je crois qu'il vaut mieux utiliser une méthode et des instruments pour réussir surtout dans un milieu sans atmosphère.

Comme je l'ai déjà mentionné plusieurs fois dans mes notes il faut bien maîtriser les moteurs pour réussir les manœuvres délicates et optimiser le temps passé et la consommation. Entraînez vous en partant des scénarios standard à faire des décollages et atterrissages verticaux et des déplacements autour d'un terrain et passez d'un terrain à un autre. Vous pourrez ainsi acquérir l'expérience pour vous diriger et régler vos déplacements.

Lorsque vous êtes en vol avec maintien d'altitude supprimez le et essayez de lever le nez du Delta et vous verrez que votre vitesse diminue en même temps que vous perdez de l'altitude. C'est le principe pour une approche de style LEM dont nous parlerons peut être une autre fois.