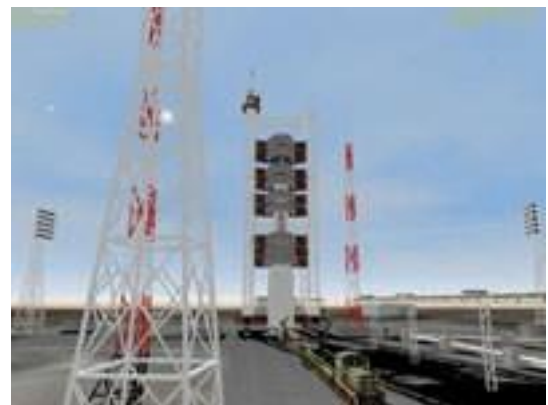
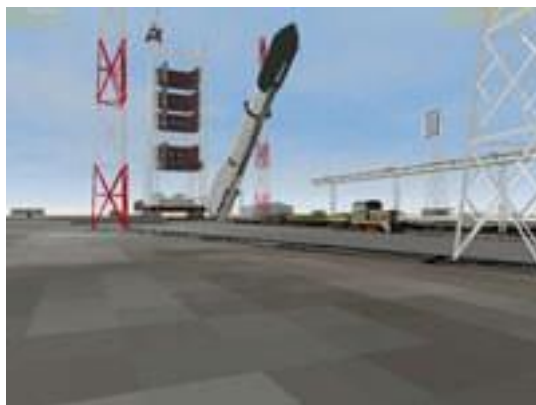
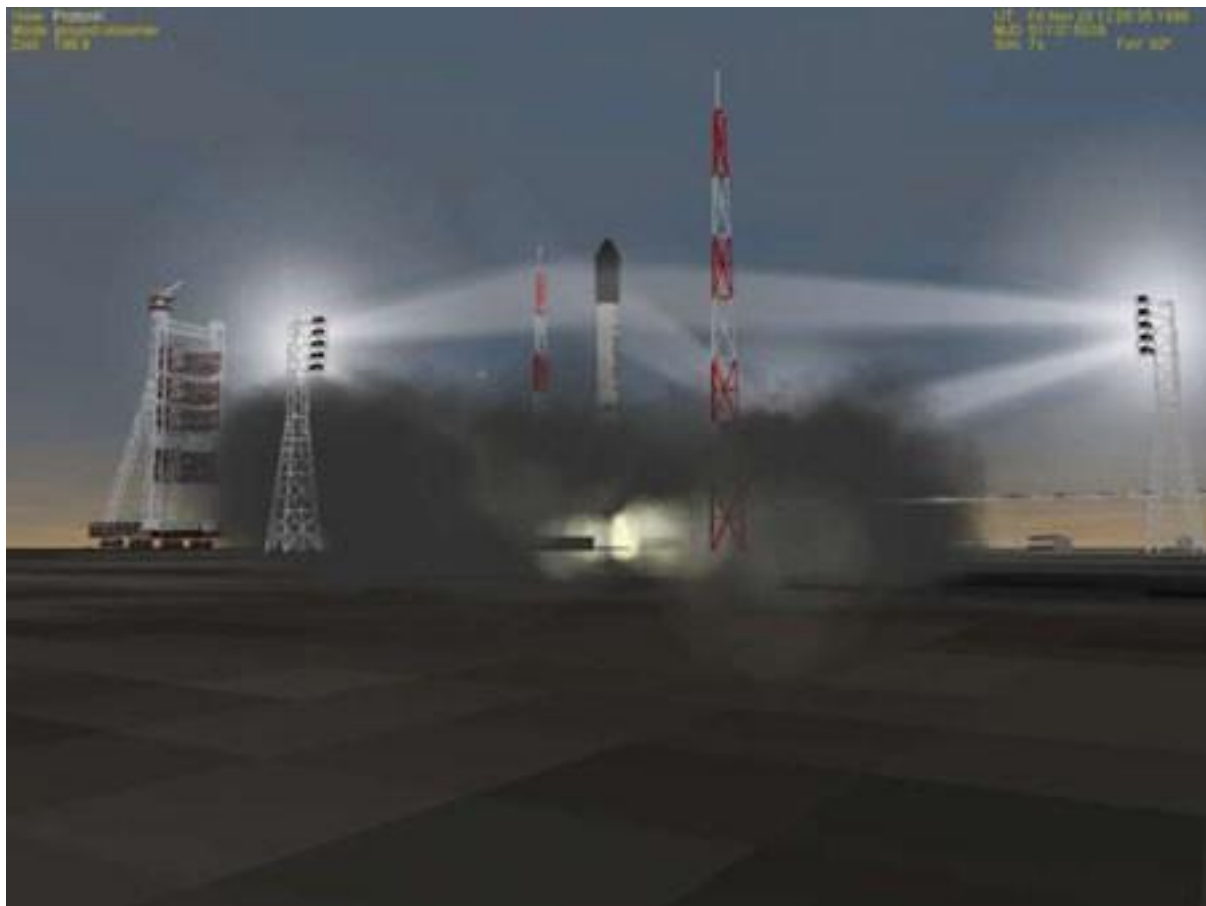


PROTON UR500 BAIKONUR PAD 24

Pack réalisé par Papyref
pour Orbiter 2016

Mai 2017



HISTORIQUE

Le concept de Proton découle d'une étude pour fusée balistique débutée en 1961. Le but était de créer une famille de fusées universelles appelée projet UR (Universal Rocket)

La première Proton K décolle le 16 juillet 1965. C'est une fusée à trois étages haute de 38m pesant environ 740 tonnes sans charge et développant une poussée de 9,5 MN (970 tonnes)

Elle pouvait satelliser un peu plus de 8 tonnes en orbite basse.

Différentes évolutions ultérieures de ce modèle (allongement du deuxième étages, augmentation de la puissance des moteurs...) on permis de satelliser 22 tonnes en orbite basse.

Un quatrième étage appelé bloc DM a fait son apparition en 1974 pour permettre de placer d'abord une charge en orbite de parking puis de la placer sur une orbite de transfert permettant d'atteindre l'orbite finale le plus souvent géosynchrone.

Proton DM permettait de placer 19 tonnes en orbite basse et 5 tonnes en orbite géosynchrone Dans cette version avec une coiffe longue la hauteur de l'ensemble avoisine 60 m et le poids sans charge 760 tonnes.

En 1995 un nouveau 4^{ème} étage appelé Bloc Briz a été mis au moins pour améliorer les performances. Il permet de satelliser 21 tonnes en orbite basse et 6,2 tonnes sur orbite géosynchrone.

La famille complète compte au moins 10 types d'assemblages de lanceurs et 10 types de coiffes adaptées aux différentes charges.

Le pas de tir 24 fait partie du complexe SK 81 sur le site de Baikonur. Il a été rénové à la fin des années 1990 pour permettre le tir de fusées Proton à étage Briz à partir de 2003.

Le lanceur complet est chargé sur un véhicule ferroviaire qui le conduit au pas de tir et se place sur un bras escamotable.

Le bras équipé de puissants vérins permet de redresser la fusée en 4 heures environ pour la poser sur des supports qui rentrent dans la table de lancement au moment du décollage.

Ensuite la tour de service est avancée pour effectuer les derniers préparatifs.

C'est ce que j'ai essayé de simuler dans mes animations.

La position de la table de lancement est 46.0709390 °N 62.9847630 °E

INSTALLATION

- Dézipper Pad24_Proton_O2016_v3.zip dans le dossier d'Orbiter 2016
- installer et d'activer OrbiterSound 4.0 de DanSteph que vous pouvez télécharger sur le site <http://orbiter.dansteph.com>
- Installer et activer Multistage2015 for Orbiter 2016 de Fred18 qui se trouve sur le site <http://orbithangar.com>

Je remercie leurs auteurs ainsi que Jacquesmomo qui m'a aidé pour résoudre les problèmes liés au dysfonctionnement de Spacecraft et qui a réalisé l'aplanissement du terrain

Si vous utilisez le client D3D9 pensez à créer les liens dans le volet Video → Advanced → Ceate Symbolics Links sinon vous aurez un CTD

SCENARIOS

Six scénarios sont fournis avec un autopilote

Il est préférable d'éviter d'accélérer le temps surtout pendant la phase d'allumage du premier et du deuxième étage.

Il est possible de larguer la coiffe manuellement en utilisant **la touche F**

En fin de mise en orbite une charge peut être larguée en utilisant **la touche J**

L'autopilote se commande manuellement en utilisant **la touche P**

- **1 – Proton K-NPL sans charge** simule le lancement avec le satellite Carina sur une orbite inclinée à 74°79 avec un périégée =176 km et une apogée = 176 km
- **2 – Proton KD + Spot** simule le lancement de Spot5)par Proton avec bloc DM (4 étages)

Objectif :

Mettre Spot5 sur une orbite géosynchrone inclinée à 57°7 avec en final une altitude au périégée =35789 km et à l'apogée = 35789 km

Ce lancement est la première phase de l'opération qui place en orbite 300x35789 km. Voir en annexe pour terminer la mise en orbite géosynchrone

Quand vous serez en orbite correcte, observez sur le MFD Map le passage régulier du satellite sensiblement à la même heure au plus près de Peenemunde

- **3 – Proton KD2 + Spot + Carina** simule le lancement de Spot5 avec Carina par Proton avec bloc DM(4 étages) pour donner un exemple de lancement à deux satellites avec placement en orbite 300x400 km inclinée à 60° sur l'écliptique
- **4 – Proton K + Zarya** simule le lancement de Zarya par ProtonK (3 étages) lors de la mission qui a permis son placement sur orbite comme premier élément de la station ISS

Lancement de Proton 8K82K/11886 (autrement dit Proton 3 étages) le 20/11/1998 à 6h40 GMT pour mettre Zarya en orbite.

Objectif :

Mettre Zarya sur une orbite inclinée à 51°55 avec un périégée =185 km et une apogée = 364 km
Trois corrections ont été faites ensuite pour réaliser une orbite le 21/11 de 251x364 km, le 23/11 de 312x399 km et enfin le 24/11 de 386x484 km pour attendre la navette qui amènera Unity (pas inclus dans le scénario)

- **5 – Proton KM + Zvezda** simule le lancement de Zvezda le 12/07/2010 à 4h56 GMT par Proton bloc Briz (4 étages) sur une orbite identique à celle de Zarya.

Il a pour but que de monter la capacité d'emport de la fusée. En allumant à nouveau l'étage Briz au périégée on peut créer une orbite très elliptique avec une apogée à 10M de km.
En fait comme Proton bloc DM cette fusée est destinée surtout au lancement des satellites géosynchrones.

Une fois Zvezda en orbite, on peut essayer de le docke à Zarya ou réaliser une orbite très elliptique

- **6 – Proton K-NPL launch + Proton K en standby** un scénario avec Proton K-NPL (sans charge) prêt au lancement sur la table et un Proton K en attente sur le train pour la mise en place et le lancement quand le pad est libéré

UTILISATION DU PILOTE AUTOMATIQUE

Quand on charge le scénario, le comptage de temps ne démarre que quand on enclenche le pilote automatique par la touche P

Dans les scénarios le décompte MET avant allumage des moteurs est réglé à 20s après l'enclenchement par la touche P

On peut suivre l'évolution du temps de deux façons :

En passant en vue interne par F1 on peut voir sur le HUD en haut à gauche la valeur de T négative avant allumage

(Ici **T- :000 :00 :16**) ou MET en positif après allumage (Ici **MET 000 :00 ;07**)

ProtonK-NPL T-: 000:00:16 Stage: 1 Remaining Stage Burn Time: 02:20	ProtonK-NPL MET: 000:00:07 Stage: 1 Remaining Stage Burn Time: 02:11
--	---

Toujours en vue interne on peut utiliser le MFD Multistage 2015 en mode GNC (voir notice Multistage 2015)

Multistage2015 MFD- GUIDANCE DISPLAY	Multistage2015 MFD- GUIDANCE DISPLAY
MET Comand params	MET Comand params
-00:19 playsound 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	-00:19 playsound 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
-00:05 orbit 176.0 176.0 74.8 1.0 80.0	-00:05 orbit 176.0 176.0 74.8 1.0 80.0
-00:03 engine 0.0 100.0 3.0 0.0 0.0 0.0 0.0	-00:03 engine 0.0 100.0 3.0 0.0 0.0 0.0 0.0
00:00 engine 100.0 100.0 2.0 0.0 0.0 0.0 0.0	00:00 engine 100.0 100.0 2.0 0.0 0.0 0.0 0.0
00:35 fairing 80.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	00:35 fairing 80.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
01:00 aoa 10.0 120.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	01:00 aoa 10.0 120.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
T-: 000:00:17 AP: ON	MET: 000:00:07 AP: ON

Vous pouvez aussi modifier MET dans les scénarios si vous le désirez

ANIMATIONS

Elles se réalisent en prenant le contrôle de l'élément dans le tableau ouvert avec F3. Prendre l'onglet Class pour avoir tous les éléments

IMPORTANT

Pour que les commandes des animations fonctionnent correctement avec Windows 7, désactiver la fonction « chiffre » du pavé numérique (voyant du clavier éteint)

- **Pour la tour (ProtonTower)** la position initiale est au centre, placée sur la fusée.

Ouverture des passerelles > touche G	Arrêt en cours > touche
G Fermeture des passerelles > touches Ctrl +G	Arrêt en cours > touche
G	

Eloignement de la tour > touche K	Arrêt en cours >
toucher K Rapprochement de la tour > touches Ctrl+K	Arrêt en cours >
toucher K	

Le réglage en hauteur des 9 passerelles de la tour est modifiable pour adaptation à la fusée. Elles sont numérotées de 1 à 9 en partant du haut et leur position peut être modifiée en utilisant les touches 1 à 9 du clavier numérique suivant la passerelle à commander.

Descente > touche shift+ 1 à 9	Arrêt en cours > même commande
Montée > touches Ctrl+Shift+1 à 9	Arrêt en cours > même commande

Faites attention car rien n'empêche de faire chevaucher les passerelles, aussi il faut bien regarder quelle est l'amplitude possible et le sens du déplacement qui peut être réalisé.

- **Pour l'éclairage (ProtonLights)**

Commande progressive des lampes en utilisant les touches 0 et . (point) du pavé numérique comme pour la commande d'un moteur Hover.

- **Pour le train (ProtonTrain)** la position initiale est au centre du pas de tir au pied de la fusée

Attention !

Le train se commande comme un bras de manutention et vous devez lancer le fichier SoundConfig.exe dans le dossier Orbiter et décocher « Display a T+time counter at launch during 300s » qui crée une perturbation d'affichage lorsqu'on est au sol

Après la sélection de ProtonTrain en utilisant F3 les commandes sont :

- **Shift + Barre d'espace** pour prendre le train en commande (idem pour quitter)
- **Shift + 4 ou 6 (pavé numérique)** pour cycler dans les deux sens sur les deux commandes possibles :
 - **Faire avancer ou reculer le train,**
 - **Lever ou abaisser le support**

Les mâchoires de fixation de la fusée sont commandées automatiquement par la position du support

Un texte s'affiche pour donner le nom de la commande suivie d'un chiffre indiquant la valeur en position ou rotation par rapport au point initial

- **Shift + 2 ou 8 (pavé numérique)** permet de réaliser le mouvement adapté pour la

commande sélectionnée

- **Shift + 0 (zéro)** permet de libérer la fusée du support une fois qu'il est vertical
On peut vérifier l'état du point d'attache par **Ctrl+Q**

On peut avoir un déplacement ou une rotation continu en relâchant la touche Shift avant la touche numérique. L'arrêt se fait en refaisant la commande.

Pour la vraisemblance pour décharger une fusée, il ne faut lever le support que quand le train est en position extrême près du pad

LES CHARGES

Si vous souhaitez modifier la charge, il suffit de modifier le paragraphe Payload dans le fichier ini de la fusée (dans config/ Vessels/ ProtonUR500). pour mettre celle que vous désirez .

Par exemple dans le fichier ProtonK.ini on trouve :

```
[PAYLOAD_1]
MeshName="Zarya-J"
name="Zarya-J"
Module="spacecraft\spacecraft3"
Off=(0,0,38)
Diameter=3.00
Height=12.00
Mass=18500
Speed=(0,0,0.5)
```

Il suffit de remplacer les valeurs MeshName, Name et Module par celles qui correspondent au satellite que vous désirez embarquer

Name est le nom que vous désirez voir avec F3.

Vous pouvez régler sa position sous la coiffe en modifiant la dernière valeur dans l'offset (ici 38). En augmentant il est placé plus haut, et en diminuant plus bas. On ne peut pas modifier l'orientation.

Si vous modifiez la masse il se peut que le fichier de guidance du pilote automatique ne fonctionne plus correctement. Je vous conseille de garder celle là même si ce n'est pas la vérité, sinon vous risquez des surprises !

Vous pouvez également si les dimensions le permettent mettre une deuxième charge en créant un [PAYLOAD_2]

Le scénario Proton KD avec Spot5 et Carina est dans ce cas.

Il suffit de créer un fichier cfg et un fichier ini dans le dossier ProtonUR500 dans Vessels pour créer une nouvelle fusée en copiant un fichier ini existant et en ajoutant un payload.

Dans mon exemple j'ai pris deux fichiers Proton KD2.cfg (pas de modification) et un fichier Proton KD2.ini avec une charge ajoutée. Voici la fin du fichier ini[PAYLOAD_1]

```
MeshName="Carina"
Name="Carina"
Module="Carina"
Off=(0,0,57)
Diameter=2.00
Height=5.40
Mass=3030
Speed=(0,0,0.5)
```

```
[PAYLOAD_2]
MeshName="Spot5"
Name="Spot5"
```

Module="spacecraft\spacecraft3"
 Off=(0,0,**53.5**)
 Diameter=2.00
 Height=5.40
 Mass=3030
 Speed=(0,0,0.5)

En Payload_1 on trouve Carina qui doit être larguée en premier puisqu'elle est devant Spot5.(voir Off pour l'offset)

Lisez la note explicative de Multistage pour en savoir plus

Si vous voulez modifier l'inclinaison de l'orbite, il suffit de modifier la troisième valeur dans la première ligne du fichier de guidance pour la remplacer par le cap désiré
 Par exemple -5=orbit(35778, 35793,**0.1**,1,80). ici on lance à 0.1°

Attention

Ne modifiez pas la structure générale des fichiers scénarios.

Avec O2016, Spacecraft ne marche pas pour les vaisseaux au sol comme ProtonTower, Proton Train et Proton Lights et il a fallu créer une plateforme invisible qui est en fait une fusée qui porte ces vaisseaux comme des satellites.

En jouant sur les Offsets et l'orientation des éléments il a été possible de faire apparaître ces éléments et de pouvoir les animer.

On voit apparaître dans les scénarios cet élément Socle et ses attachements aux Spacecrafts

Pour le transport de la fusée sur le train une plateforme fictive de lancement attachée au train a été créée

A partir d'un scénario existant remplacez seulement la fusée et bien sûr le fichier ini et le fichier de guidance

Garder toujours le nom générique ProtonK dans la première ligne de définition de la fusée comme par exemple **ProtonK**:ProtonUR500/ProtonK-NPL si vous devez l'attacher au train

Merci encore à Jacquesmomo et à Fred18 pour leur aide

Annexe - Réaliser une orbite géosynchrone

Nous allons établir une orbite à altitude 35789 km nous permettant de passer une fois par jour à la même heure au dessus du site de Peenemünde.

1 – Recherche du cap de lancement

Il peut être calculé par la formule

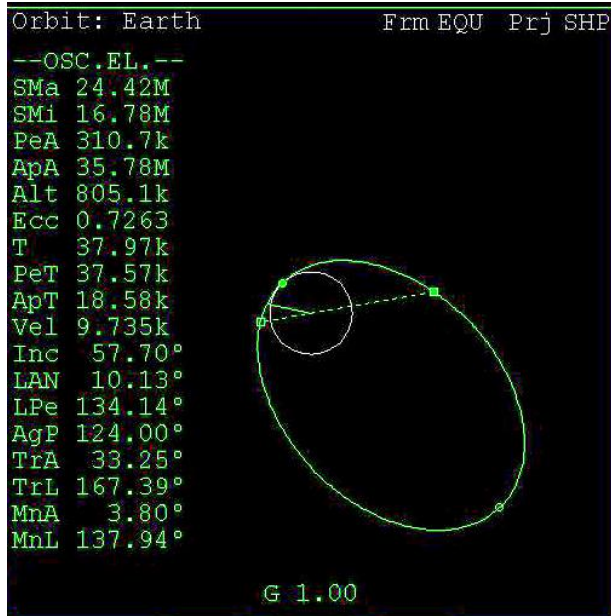
$$\text{Cap} = \arcsin [\cos(\text{inclinaison désirée}) / \cos(\text{latitude du point de lancement})]$$

Nous partons de Baïkonur à 46.07°N et nous voulons survoler Peenemünde à 54.1°N
 Peenemünde étant plus au nord que Baïkonur il est possible d'établir l'orbite puisque la latitude du point de lancement est inférieure à l'inclinaison désirée qui est au minimum la latitude de Baïkonur.

Avec ces valeurs on a :

$$\text{Cap} = \arcsin [\cos(54.1) / \cos(46.01)] = 57.7^\circ$$

Le scénario **2 - Proton KD + Spot.scn** réalise le lancement et la mise sur une orbite 300x35789 km inclinée à 57.7°



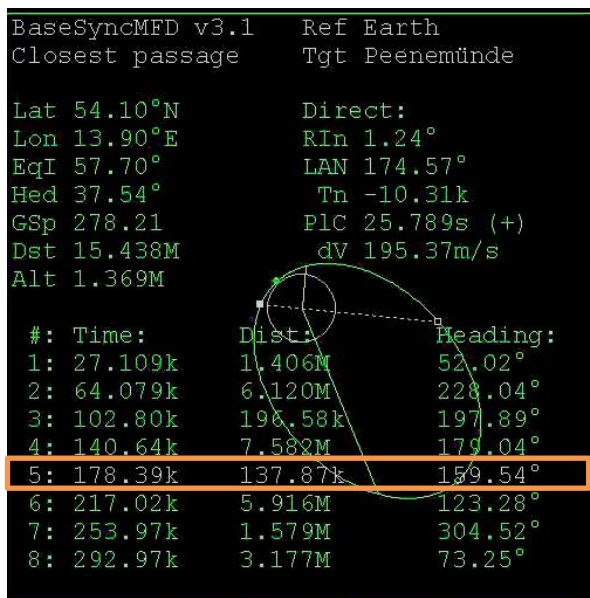
2 – Synchroniser l'orbite

Nous utiliserons le module BaseSyncMFD de Jarmo Nikkan qui peut être chargé en

<http://www.orbithangar.com/searchid.php?ID=6965>

L'activer dans l'onglet module du Launchpad

Ouvrir le MFD BaseSyncMFD sur le MFD de gauche et le MFD Orbit sur le MFD de droite



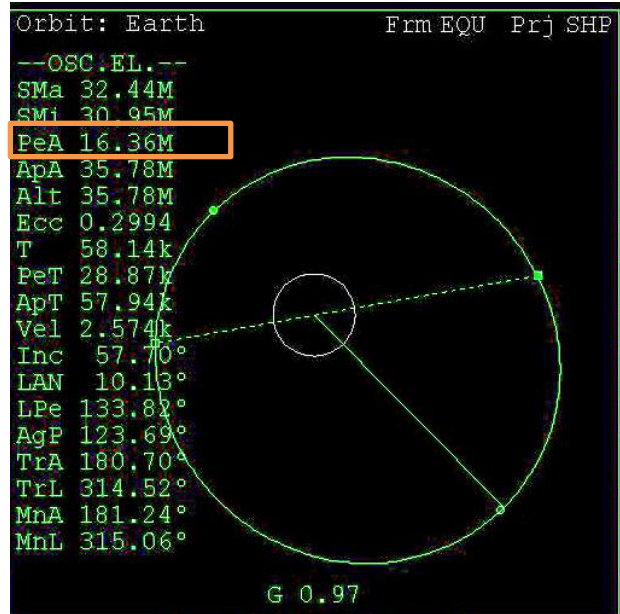
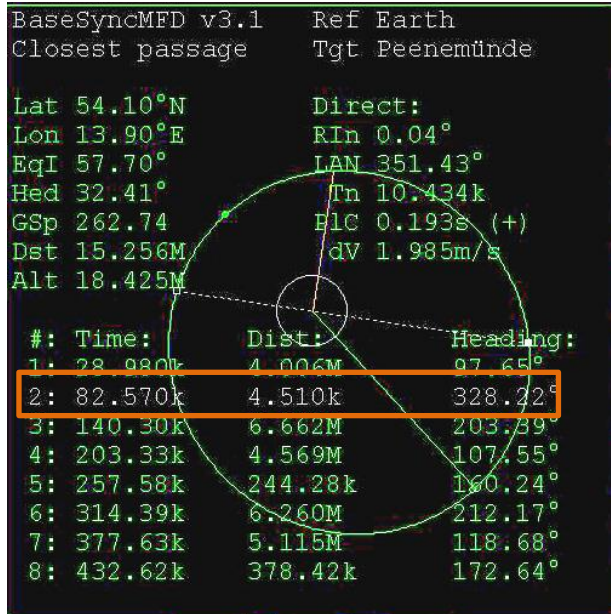
Si nécessaire passer sur BaseSybcMFD en mode Closest passage et Direct et entrer TGT → Peenemünde comme objectif (ne pas oublier le tréma !)

Le jeu va consister à se placer en position Prograde à l'Apoapsis de l'orbite que l'on a créé au paragraphe 1 et d'allumer le moteur pour réduire le plus possible la valeur de Dist lue dans la ligne en surbrillance (ici la ligne 5)

Ensuite, la manœuvre va consister à se placer en position Prograde à l'Apoapsis de l'orbite que l'on a créé au paragraphe 1 et d'allumer le moteur pour réduire le plus possible la valeur de Dist lue dans la ligne en surbrillance. Cette valeur va changer de ligne en cours de manoeuvre

Il faut faire attention à ne pas dépasser la valeur de 35.78M pour PeA

- Quand ApT = 0 sur le MFD Orbit allumer le moteur (on peut accélérer le temps pour gagner plus vite la position)
- Surveiller Dist sur le MFD BaseSynchro et arrêter l'allumage dès qu'elle atteint une valeur faible si possible inférieure à 2 ou 3 km avec PeA de l'ordre de 10M à 15M.
Attention à ce que PeA reste inférieur à 35.79M



Ci dessus une solution avec une distance de 4.51k au passage au deuxième tour pour un PeA de 16.36M

3 – Circulariser l'orbite

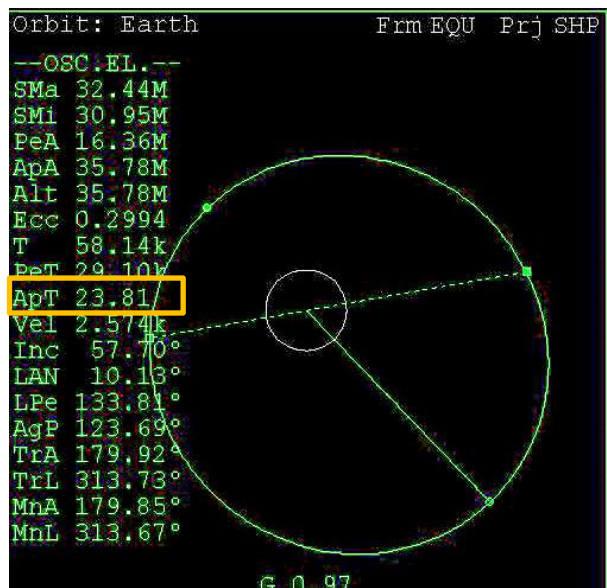
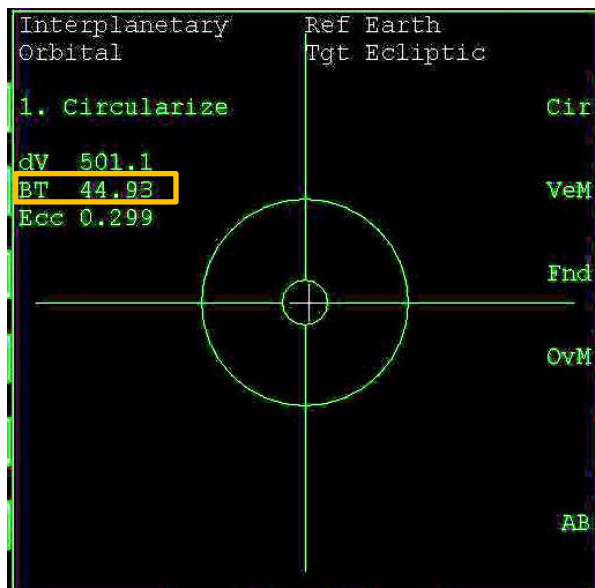
Il n'y a plus qu'à tourner (on peut accélérer le temps) jusqu'à ce que la ligne en surbrillance (au rang n°2 dans cet exemple) arrive en rang 1.

Il faut attendre d'atteindre l'Apoapsis dans ce dernier tour pour circulariser en restant synchrone. La valeur de Dist va varier un peu car nos réglages sont un peu imparfaits en raison de la précision de calcul et d'affichage des données.

Nous allons utiliser IMFD 5.7 de Jarmo Nikkanen
<http://users.kymp.net/p501474a/Orbiter/Orbiter.html>
 Le charger et l'activer dans le launchpad Modules

Ouvrir IMFD dans un MFD et prendre Menu → Circularize

On voit en haut à gauche le temps BT d'allumage nécessaire à un instant donné



- Quand ApT approche de 0 et est à peu près égal à $BT/2$ à peu près (ici on a 23) passer en Auto Burn sur Orbital en faisant AB
 On applique la règle selon laquelle le moment d'allumage doit se situer à $BT/2$ avant le temps $ApT=0$ pour que l'orbite soit symétrique.

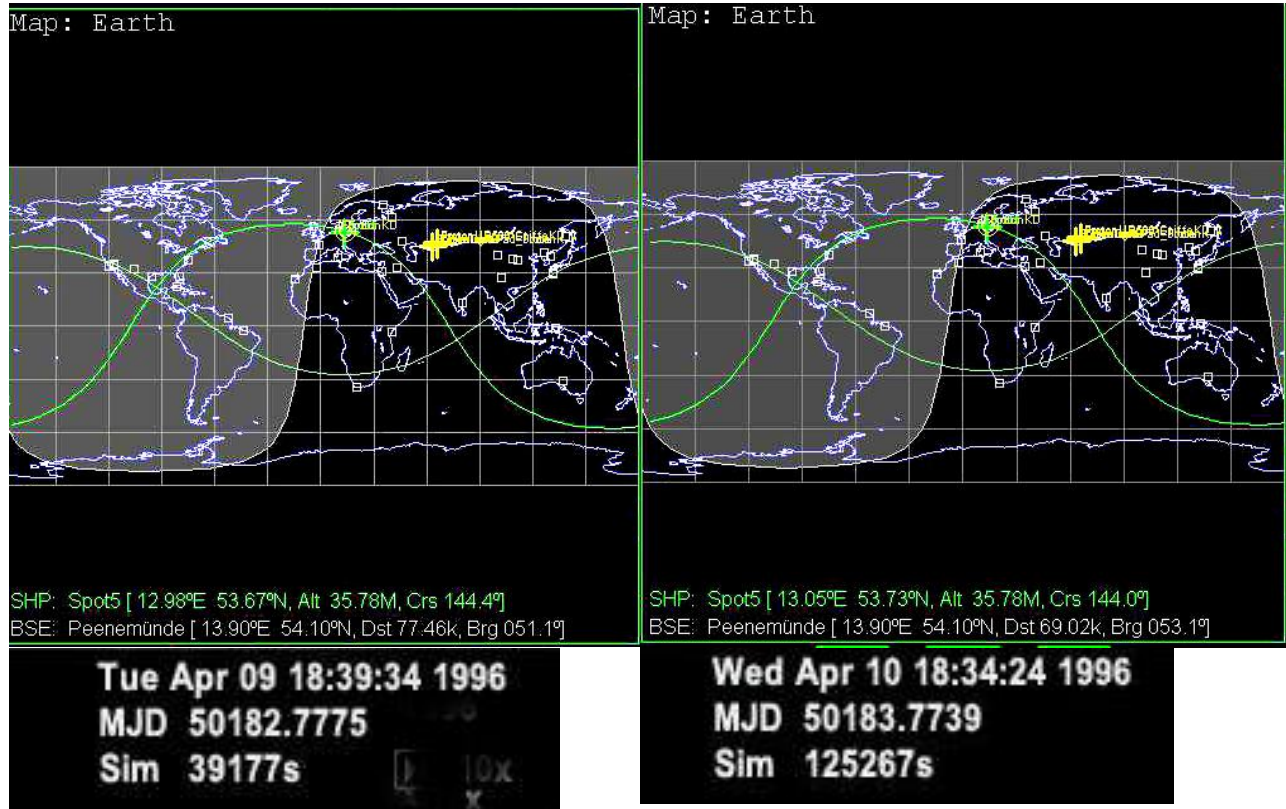
Il faut soigner cette opération pour garder un bon synchronisme

- Une fois l'opération terminée larguer Spot par la touche J pour éjecter Spot5

4 – Vérifier le géosynchronisme

Accélérons un peu le temps jusqu'à être proche de l'objectif et relevons l'heure à laquelle la distance Dst est minimum.

Refaisons la manipulation pour un deuxième passage



La distance par rapport à la cible est inférieure 80 k m dans les deux cas mais l'heure se décale de 5 mm environ par jour.

Ce n'est pas un mauvais résultat compte tenu des outils et de la précision qu'ils nous permettent et il faut être satisfait

LIMITATIONS

Cet addon est limité à une utilisation avec le logiciel Orbiter
Son utilisation commerciale est strictement interdite

J'espère que vous prendrez autant de plaisir avec cet addon que j'en ai eu à le faire

Papyref
Mai 2017