

# DEFI N°5

## PAS BOUGER MÉDOR.

*Réalisé par votre serviteur Nulentout et achevé le 7 Avril 2010.*

**Niveau de difficulté : ☆.**

### FICHE SIGNALÉTIQUE DU DÉFI n°5.

#### **Caractère d'originalité du vol :**

Ce défi reste avant tout un exercice de révision. Les quatre premières missions nous ont permis d'aborder certains fondamentaux du vol orbital. Il est temps de marquer le pas, de faire une petite pause. Bref, une petite virée, histoire de conforter tout ce que nous avons appris lors des vols précédents. Comme chaque vol doit apporter sa Valeur Ajoutée, on va aborder dans cette mission le cas particulier des orbites Géostationnaires. Rien de plus à apprendre en pilotage, juste quelques paramètres spécifiques à respecter. Amusez-vous bien, cette récréation va nous préparer pour la prochaine mission de type analogue.

L'objectif de la mission est très simple à résumer :

\* Mise en orbite GÉOSTATIONNAIRE sur le méridien 45° OUEST à partir de KSC.



La tolérance sur la longitude de positionnement sera de  $\pm 1^\circ$ .

#### **Parti pris pour les débutants :**

- Rien à installer sur un Orbiter de base, mis à part le scénario "PAS BOUGER MÉDOR.scn".
- Un lancement depuis la Terre avec mise en orbite, mais avec un DG cette fois.
- Utilisation des MFD de base d'orbiter, pas besoin d'installer et surtout d'appréhender des calculateurs merveilleux comme TransX ou IMFD, le débutant peut s'engager immédiatement.
- Les réservoirs de carburant sont à 100%, vous pouvez corriger et recorriger, tâtonner à souhait votre navigation sans courir le risque de tomber en panne sèche.

#### **Choix effectués pour satisfaire les pilotes confirmés :**

- On se contente une fois de plus des MFD de base d'Orbiter.
- On procède en manuel pour changer de plan, sans utiliser la facilité apportée par Align Planes MFD.
- Positionner en Géostationnaire à une longitude précise ... pas si facile que ça !
- Les critères d'évaluation sont antagonistes, pour les optimiser il va falloir finasser.

#### **Engagement moral des compétiteurs :**

- Pour "la pédagogie", je propose aux débutants une préparation machine détaillée. Forcément elle consomme un peu de temps. Vous pouvez passer outre, mais pour établir une égalité, vous vous engagez à respecter le "TOP CHRONO" pour évaluer le temps mis pour arriver sur Site.
- N'utiliser que les MFD de base d'Orbiter à l'exclusion de tout autre dispositif.
- Ne voler qu'avec de DG de base fourni avec Orbiter. Ne pas employer d'autres pilotes automatiques que ceux fournis en standard dans Orbiter. (PRO GRD, KILL ROT ...)
- Ne pas rechercher les optimisations orbitales avec des outils autres que MFD de base d'Orbiter pour déterminer des paramètres pertinents et venir ensuite s'en servir dans les défis.

#### **Critères d'évaluation de votre performance de concurrent :**

- Le Temps de mission pour réaliser le positionnement. Ce temps se mesure entre le moment précis où vous engagez le décollage et la fin de positionnement sur l'orbite. Pour chaque 10 minutes de moins que sur le vol de base vous gagnez 5 orbitopoints.
- L'économie d'énergie évaluée par le pourcentage de Fuel restant. Pour chaque 0.1 % de plus que sur le vol de base vous gagnez 5 orbitopoints.

T nuttt, tnuttt, tnuttt ... Le son change un peu en fonction des modèles, mais ces récepteur d'appel sélectif sont toujours aussi désagréables. Avec précipitation vous récupérez fébrilement l'intercom universel dans la poche intérieure de votre tenue camouflée. Il vous échappe des mains et tombe à l'eau. Plouf ... > - Merde !

Heureusement, il est étanche, tropicalisé et toujours assuré par une petite ligne de vie cousue sur votre veste. Pas de chance, après plus de deux heures de ruse et de patience vous alliez vous "faire" cette belle truite dont l'approche vous turlupine depuis trois jours. Fin des vacances !

- Oui, c'est Phardiès, que se passe-t-il ?

Ils le savent forcément que c'est Phardiès, l'appel est sélectif.

- Rapplique illico Lionel, ya un gros pépin !

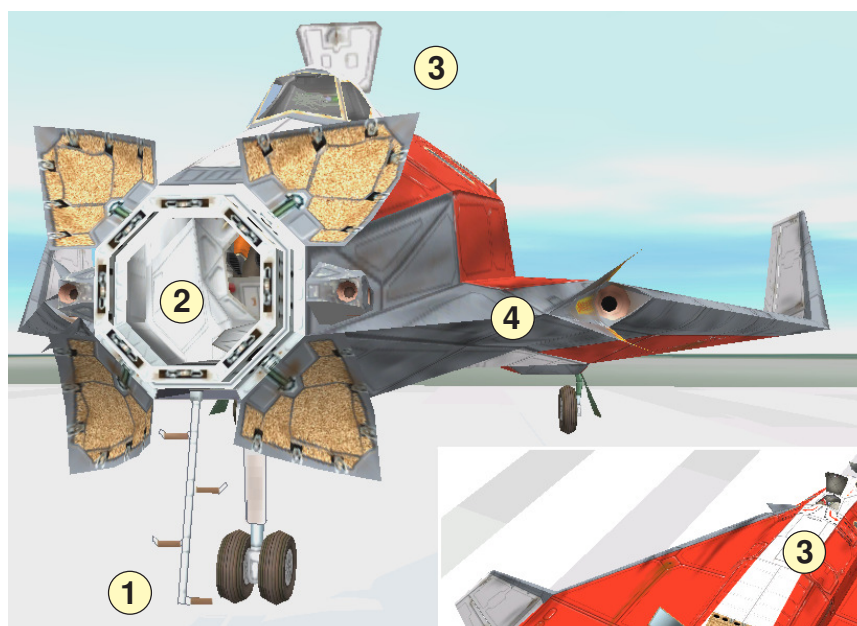
- OK, dans moins de deux heures je suis là ... que se passe-t-il ?

- Le typhon NULENTOUFITOUF a tout ravagé en Orbitland, ils ont tout perdu les malheureux. Les secours mondiaux sont en branle, mais il faut absolument un Géostat de transmission pour pouvoir au sol coordonner les opérations d'aide. Toutes leurs stations radio sont dévastées.

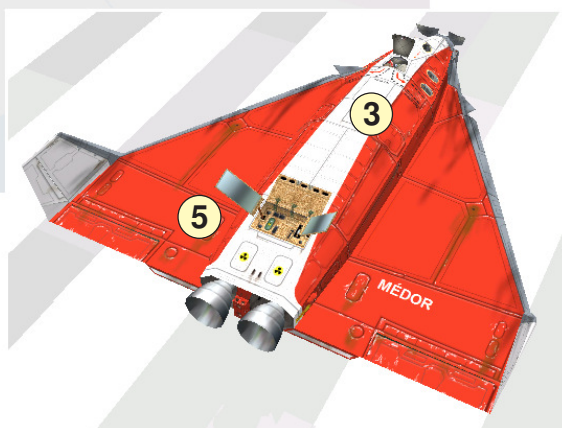
- On ne peut pas décaler un gros satello pour arroser la zone ?

- Tu rigoles ou quoi, les machins déjà en place sont saturés par le commercial, vont pas lever le petit doigt pour ce minuscule petit pays. Les secours, c'est médiatique, alors chacun y va de son aide locale, mais pour le reste, c'est le Bizness qui prime. Bon, **Médor** est transformé en relais UHF, la soute sera bourrée d'électronique. Environ trente faisceaux montants et trente pour le retour : Du gros débit. On a mis de la bouffe pour un mois, vous ne redescendrez pas avant ... prévois des DVD et de la lecture !

Vous incarnez Lionel Phardiès, membre du I.R.O. *L'INTERNATIONAL RESCUE ORGANISATION* se charge de maintenir opérationnelle une équipe spécialisée dans l'intervention rapide en orbite terrestre. Son domaine d'application : Les urgences qui ne laissent pas de temps suffisant pour organiser une logistique lourde. Votre devise : IMMÉDIATEMENT / RAPIDEMENT / PARFAITEMENT. En moins de deux heures vous avez déserté votre campagne sereine avec un petit geste amical à la belle truite que



Le chargement et la préparation de Médor sont achevés, il faut maintenant le configurer pour décoller et pour le lancer en orbite.



Totoche a soigné le travail.  
**MÉDOR** est exactement dans  
l'axe et au seuil de la 13.



vous comptez bien revoir dans un mois. Au pied de **Médor** vous effectuez "la pré-vol" il y a pas mal de détails à revoir, car le DG est dans la configuration d'attente et de chargement. L'échelle de coupée est déployée en 1, le cône de nez est ouvert et les cloisons de pressurisation sont ouvertes en 2. Pour maintenance les protecteurs des rétrofusées sont ouverts en 4, le sas de secours est ouvert en 3. Enfin, **Médor** étant en attente tous les systèmes étant allumés, le radiateur en 5 est déployé. Il est temps de passez sans tarder à bord pour la préparation machine.

*DG Médor certifiée  
opérationnel : Totoche.*

## LE COIN DES DÉBUTANTS

Comme nous l'avons déjà fait sur les premiers défis, ce tutoriel va proposer aux débutants de partir d'un DG au sol en configuration quelconque qu'il faut avec rigueur préparer au décollage. Ici aussi je vous propose la préparation pas à pas de votre machine, comme si vous découvriez le Delta Glider pour la première fois. Ceci pour le cas où un débutant désirerait réaliser cette mission sans forcément avoir fait les deux premières. Pour les plus confirmés, considérez qu'il s'agit de simples check-lists.

**Médor** est le nom attribué à notre machine attitrée, elle est placée exactement au seuil de la piste 33 de KSC. C'est Totoche, le Chef mécano chargé de sa maintenance qui l'y a convoyée. À bord, le spécialiste transmissions faisant partie de l'équipe est déjà brélé sur son siège. Le matériel technique est chargé, les approvisionnements sont faits. Totoche a déjà activé l'APU, mis en service les préchauffages et vérifié tous les sous-systèmes. Il a signé le carnet de confirmation opérationnelle. Une voiture de service vous dépose au pied de l'astronef, et vous signez le bon de prise en charge. Sans perdre de temps vous commencez par la visite pré-vol extérieure. Tout est OK, mais la machine n'est pas en config décollage. Touche [F1] pour passer à bord puis [F8], [F8] pour pénétrer en C.V.

### PRÉPARATION MACHINE :

Avec le **BDS** (Bouton Droit de la Souris) orienter la vue en bas à droite vers la console latérale comme montré sur la Fig.1 et frapper deux fois sur **W** pour agrandir à convenance.

#### Configuration aérodynamique.

- Levier **LADDER** en **1** à placer sur la position **STOW** pour rétracter l'échelle de coupée.
- **OUTER DOOR** et **INNER DOOR** en **2** à commuter sur **CLOSE** pour fermer les deux portes du Sas.
- Levier **NOSE CONE** en **3** à placer sur la **CLOSED** pour fermer le cône de nez. (Ou touche **K**)
- Inverseur **RETRO DOORS** en **4** à placer sur **CSLD** pour fermer les trappes du bord d'attaque.
- Inverseur **CABIN HATCH** en **5** à placer sur **CSLD** pour fermer la trappe de servitude supérieure.
- Inverseur **RADIATEUR** en **6** à placer sur **STOW** pour rétracter les radiateurs. (Ou touche **D**)
- Avec le **BGS** en **7** décaler en haut le compensateur **7** puis le repasser au maximum à cabrer. (Sur **UP**)
- Vérifier que seul le témoin **GEAR** reste allumé sur le tableau des alertes.

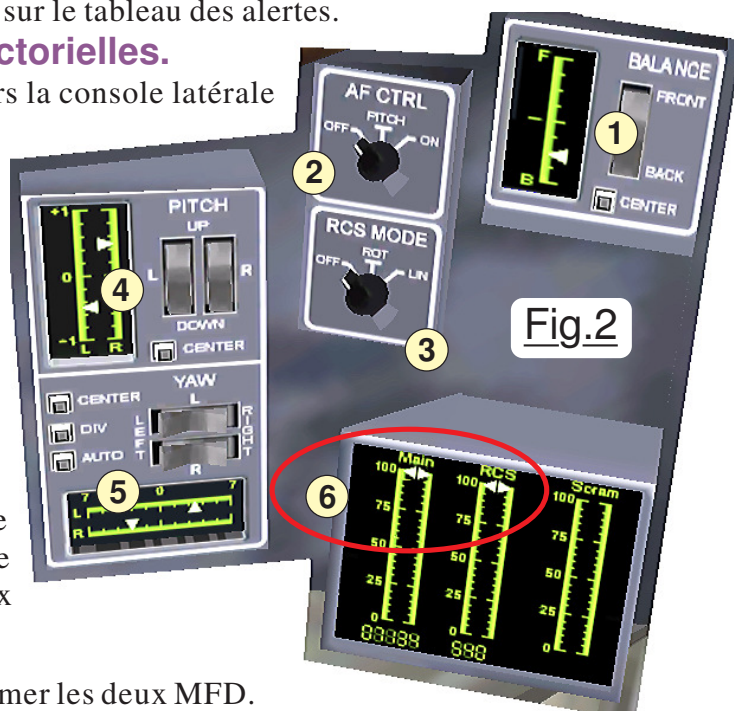
#### Tests et centrage des poussées vectorielles.

Avec le **BDS** orienter la vue en bas à gauche vers la console latérale comme montré sur la Fig.2 ci-contre.

- Décaler **BALANCE** en **1** sur ses deux butées puis recentrer la poussée des **HOVERS**.
- Inverseur **AF CTRL** en **2** sur position **ON**.
- Inverseur **RCS MODE** en **3** sur **ROT**.
- Décaler **PITCH** des deux moteurs principaux en **4** sur les deux butées puis les recentrer.
- Décaler **YAW** des deux moteurs orbitaux en **5** sur leurs deux butées puis les recentrer.

#### Emport carburant.

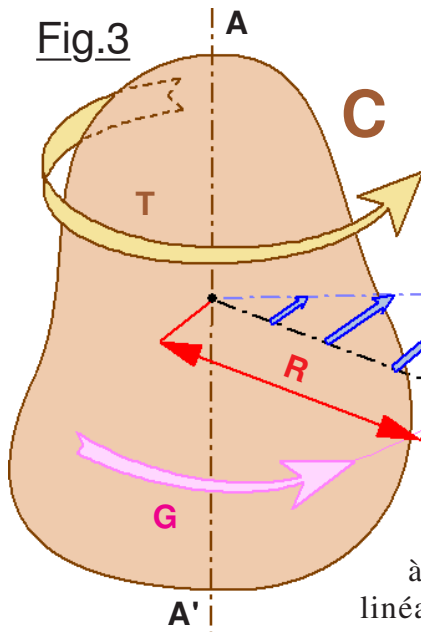
La consommation estimée avec les marges de sécurité impose les pleins, pour cette mission le DG va être vraiment lourd au décollage et laborieux à placer en orbite. À vérifier en **6**.



👉 Cliquer sur **PWR** pour allumer les deux MFD.



Fig.3



**R**assurez-vous, avec un rien de cinématique et un soupçon de mécanique Képlérienne on aura tout compris. Dans géostationnaire il y a STATIONNAIRE, donc qui ne bouge pas. Mais la notion de mouvement est obligatoirement relative à un corps de référence. Il y a aussi GÉO qui implicitement ici désigne le géoïde terrestre, autrement dit notre bonne vieille Terre. **Géostationnaire** exprime donc l'état : **immobile par rapport à la Terre.**

Un minimum de cinématique s'impose. On envisage

sur la Fig.3 un corps patatoïdal quelconque **C** qui va nous servir de référence pour les mouvements. Ce

corps tourne avec le sens **T** dans l'Univers autour de l'axe **A'A'**. On désire qu'un autre corps patatoïdon **P** quelconque

soit immobile par rapport à **C**, il devient alors patatostationnaire. Il

devra tourner dans l'Univers avec une giration **G** strictement identique

à **T**. Les lois du mouvement de rotation nous apprennent que la vitesse

linéaire **V** qui résulte d'une rotation **T** autour d'un axe **A'A'** est strictement proportionnelle à la distance qui sépare le corps **P** de cet axe, soit dans notre cas

le rayon **R**. Le corps **P** décrit alors une **trajectoire circulaire** autour de **A'A'**, **centrée sur cet axe**. Le plan de cette "orbite" est perpendiculaire à l'axe de rotation du corps de référence **C**. La Fig.4 va nous permettre facilement d'ajouter les contraintes Képlériennes stationnaire, mais sans le secours des moteurs. Il sera donc soumis aux lois de Kepler qui décrivent les impératifs gravitationnels. La cinématique impose un plan orbital **P** perpendiculaire à l'axe de rotation Nord/Sud repéré par **N S**. La trajectoire (**Donc notre orbite**) sera circulaire. Mais la gravitation balistique (C'est à dire sans l'utilisation de moteur) impose au plan **P** de passer par le centre attracteur **G**. Le seul plan astral qui puisse répondre à toutes ces conditions est un plan **Equatorial**.

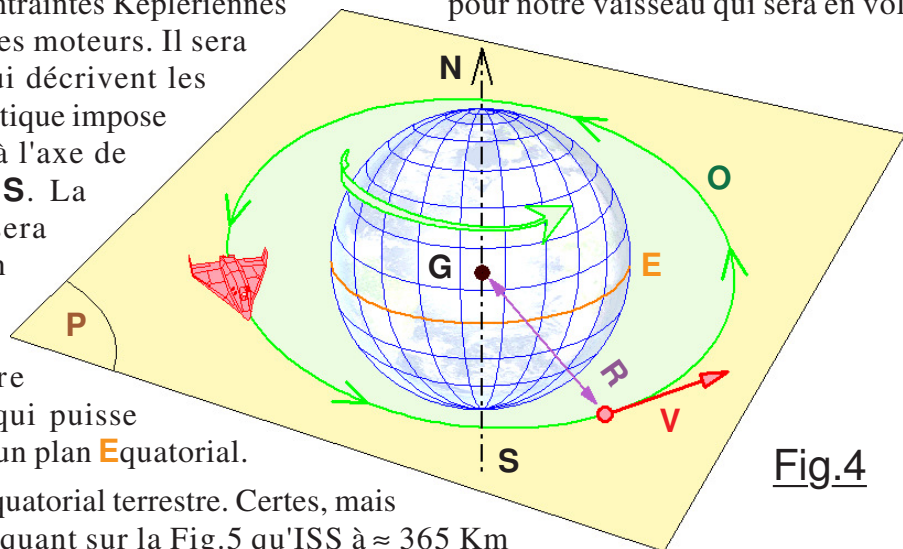


Fig.4

**O**rbite circulaire dans le plan équatorial terrestre. Certes, mais à quelle altitude ? En remarquant sur la Fig.5 qu'ISS à  $\approx 365$  Km

d'altitude boucle son orbite en moins de deux heures, et que la Lune à  $\approx 375000$  Km de distance en moyenne fait sa rotation en 28 jours, on se doute qu'il existe entre les deux un un rayon **R** (Une altitude **H**) intermédiaire qui permette de tourner à exactement la vitesse de **rotation terrestre par rapport à l'Univers**. C'est la **journée SIDÉRALE** qui pour la Terre fait 23h 56 min 4 s soit 86164s. (**Voir l'encadré de la page 4 sur le tutoriel de défi n°6**) On est donc confronté au problème qui consiste à déterminer le rayon d'une orbite circulaire parcourue à exactement cette durée. Kepler à répondu à cette question avec sa troisième loi qui précise que le rayon orbital est directement lié à la période d'une révolution. Un calcul

pour imposer une période de 86164s aboutit à un rayon de 42160 km. Attention, il

s'agit ici du rayon. Si on désire la valeur de l'altitude, il faut retrancher la valeur du rayon terrestre : 6370 km. La hauteur d'une orbite géostationnaire terrestre est donc de 35790 km.

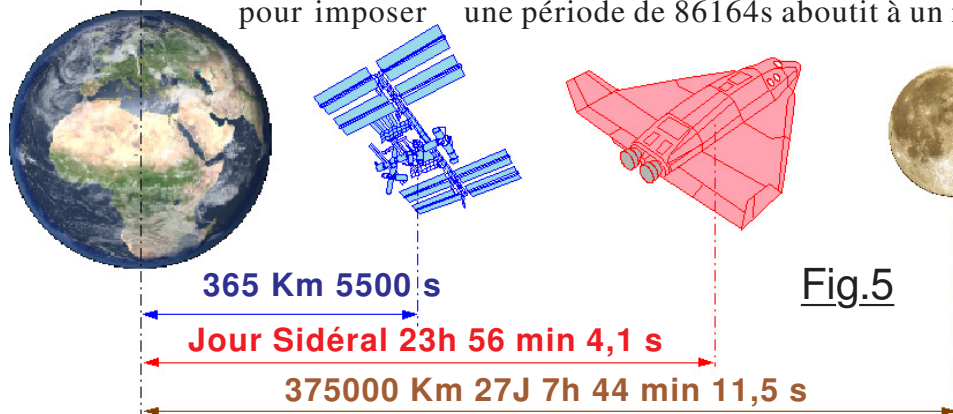



Fig.5

**R  $\approx$  42160 km**  
**H  $\approx$  35790 km**

## PRÉPARATION DE LA NAVIGATION :

Touche **[F8]** pour afficher le tableau de bord simplifié, le visuel des MFD y est plus grand et l'on a une "vue panoramique" sur l'avant. Touche  pour recentrer la vue.

- **H** jusqu'à passer le HUD en mode **SRFCE**.
- À droite sur **Orbit MFD** : **PRJ** pour avoir une vue **Prj SHP** de l'orbite par "dessus" > bouton **DST** pour afficher les valeurs des altitudes et non les distances jusqu'au centre des astres. Puis le bouton **FRM** permet d'imposer la projection **FRMEQU** impérative pour avoir la valeur de **Inc** par rapport à l'équateur.

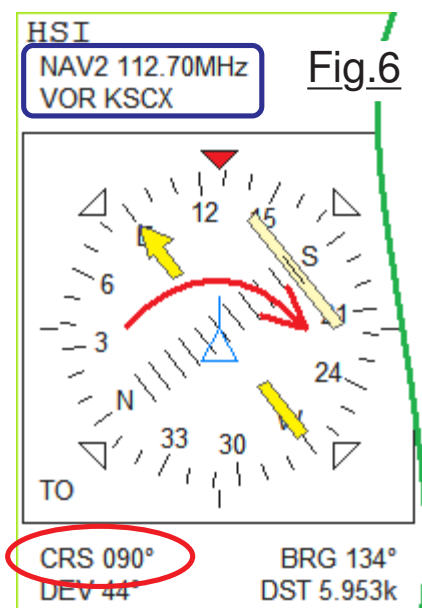
- Sélectionner **HSI** MFD à gauche, il va nous servir à faciliter la prise de cap. L'aiguille du VOR tracée en jaune sur la Fig.6 sera bien plus facile à "lire", que la valeur du cap sur le HUD noyée dans le bleu du ciel.

On va lancer plein Est au 90° pour bénéficier au mieux de la vitesse induite par la rotation terrestre, sachant que la valeur de **Inc** ne pourra être inférieure à 26°. (Voir le DÉFI n°4) Il suffira pour se diriger sur le cap prévu et ajusté sur **CRS** d'incliner à gauche l'appareil. L'aiguille jaune va alors tourner dans le sens de la flèche rouge. Dès que l'aiguille jaune est dirigée vers le haut : Ailes à plat, on sera au Cap 90°.

Les fréquences radio de NAV 1 et NAV 2 sont respectivement ajustées sur 132.60 Mhz soit l'ILS de Rwy 13 : Notre piste de décollage et sur 112.7 Mhz le VOR KSCX. C'est surtout cette balise sur l'affichage de gauche qui va nous servir. Non pas pour voler sur une radiale précise, mais avec un choix de cap de 90° qui fournira une visualisation "évidente" de l'orientation à privilégier.

- Sur **HSI** MFD avec les boutons **OB-** et **OB+** ajustez **CRS** la course souhaitée sur 090°.

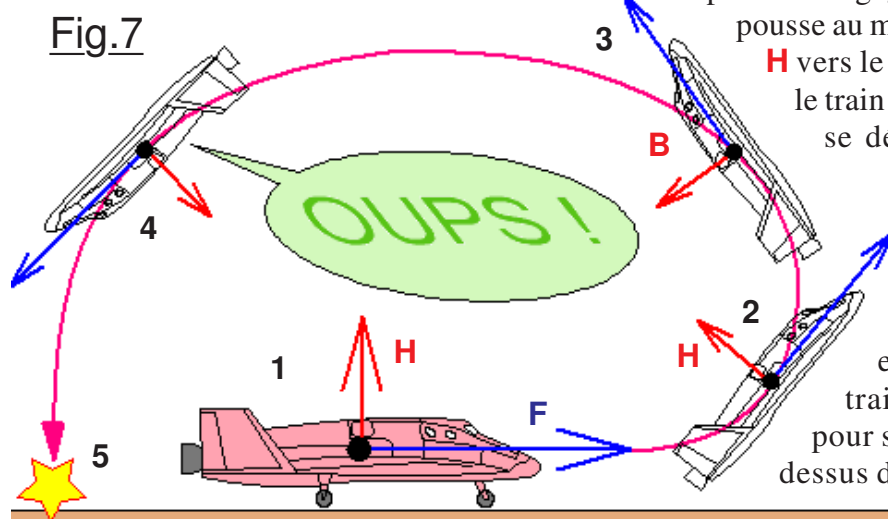
Notez que la radiale de l'ILS n'est pas centrée, mais dès que l'on va avancer vers le milieu de la piste elle va revenir au bon endroit. *De toute façon cette information n'est pas pertinente pour notre décollage.* Notre envol va se faire en utilisant la piste Rwy 13 KSC de 3136 m. Ce n'est pas la plus longue, la 15 fait 5277 m de longueur utile, mais c'est celle qui est la mieux orientée pour notre prise de cap.



## DÉCOLLAGE D'UN DELTAGLIDER :

**C'** est une superbe machine, mais ses hovers sont loin d'avoir la puissance des fusées d'appoint de la Navette. À pleine poussée, ils sont totalement insuffisants pour soulever la masse de notre appareil qui de surcroît est à sa charge maximale, contrairement au DG4 qui lui peut s'offrir le luxe d'un décollage de type "Guerre des étoiles" ... mais c'est une autre machine. Il nous faut impérativement le faire décoller comme un avion, la vitesse ajoutant la portance de ses ailes. Toutefois, la piste 13 de KSC est relativement courte. On va donc utiliser la poussée maximale des hovers pour assister le décollage. Du reste, même si la piste avait une longueur suffisante, nous procéderions de façon analogue pour écourter le roulage, ménager le train d'atterrissage ainsi que pour minimiser l'usure des pneumatiques.

**ATTENTION :** Nombre de pilotes ont détruit leur machine par mauvaise utilisation des hovers. La Fig.7 présente le gag dans toute sa splendeur. En **1** le pilote pousse au maximum les hovers qui exercent l'effort



**H** vers le haut. Il ne se passe rien, mis à part que le train d'atterrissage est soulagé, la suspension se détend un peu. Puis, moteur orbital à pleine poussée, l'effort **F** vers l'avant communique de la vitesse au DG. Sous l'influence de la portance et surtout celle du compensateur à cabrer, l'appareil effectue sa rotation et quitte le sol. Rentrée immédiate du train qui freine et cabrage important en **2** pour s'élever le plus rapidement possible au dessus de l'atmosphère. **H** pousse vers le haut, mais vers l'arrière, la vitesse va donc

rapidement devenir verticale. Comme le pilote focalise sur le cabrage, il croit que c'est le compensateur qui influence le plus la machine. Du coup, passage sur le dos en **3**. C'est pas bon ça, mais pas du tout ! Maintenant les hovers poussent avec l'effort **B** vers le bas. En **4** le pilote réalise l'erreur, mais c'est trop tard pour sauver l'appareil. En **5** ... petit et noir ! **Respectez avec rigueur la procédure de décollage**, à bien s'en imprégner avant de pousser les manettes, car tout ensuite se passe rapidement, et il importe plus que jamais de ne pas se laisser déborder par les événements.

## LANCEMENT EN ORBITE BASSE.

### LE DÉCOLLAGE.

- Avec la touche **inser num** laissée enfoncée, attendre que les hovers soient au maximum de puissance. Attendre que **Hovr** en haut à gauche de l'écran affiche une valeur de 7,1.

Mis à part le bruit et la fumée, il ne se passe pas grand chose. Mais les hovers sont très énergivores en fuel, il faut donc sans attendre procéder à l'accélération longitudinale.

- Avec la commande clavier **[Ctrl] + num** laissée enfoncée, attendre que les moteurs orbitaux poussent à leur maximum de puissance 10,5 lue sur **Main** en haut à gauche de l'écran.

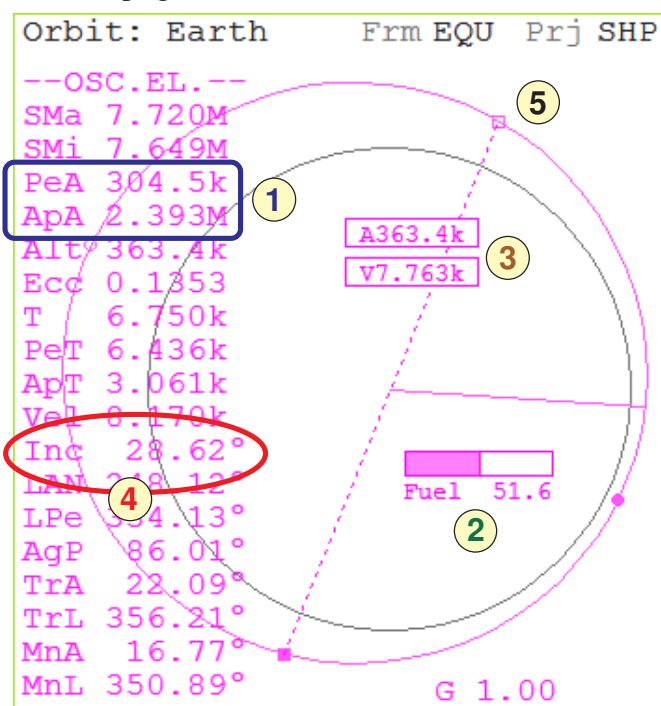
**Médor** s'ébroue, puis commence à prendre son élan. Les bandes blanches défilent de plus en plus rapidement. Légères petites corrections en lacet avec **1 num** ou **3 num** pour conserver  $\oplus$  sur l'axe de la piste. Ne rien faire d'autre, car le compensateur ajusté au maximum à cabrer va provoquer la rotation. Comme un grand, notre DG va décoller et commencer à grimper. Rentrée immédiate du train avec **G**.

- Roulis à gauche avec **4 num**, l'aiguille du HSI va commencer à tourner vers la droite. (Cf Fig 6)

**Médor** cabre nerveusement, ne pas dépasser 55°. Vers 150 m/s, ne plus attendre :

- Avec la touche **suppr num** laissée enfoncée **couper entièrement le hovers**.
- KILL ROT** pour amortir les oscillations. Dès que le cap est correct, roulis nul et chercher à monter avec un cabrage qui se situe entre 50° et 55°. La vitesse devenant importante, il est plus facile de conserver le Cap par des modifications en lacet induites avec **1 num** ou **3 num** que par des variations de roulis.
- Maintenir les ailes "à plat". Le compensateur laissé au maximum aide le pilote automatique à stabiliser le cabrage à 55°. Passer éventuellement le MFD de gauche en mode **Map** mais surtout, conservez bien le cabrage à 55° qui sera réduit à 40° vers 100 km d'altitude puis à 30° quand on arrive vers 150 km.
- À 200 Km d'altitude, ramener le compensateur à **Trim +0.0** avec **inser**. Réduire l'angle de cabrage à 20°. L'indicateur du vecteur vitesse  $\oplus$  va régresser lentement de +8° vers 6° sur le HUD.
- Vers 300 Km d'altitude réduire  $\wedge$  à +00 sur le HUD. On vole avec le nez vers l'horizon qui maintenant est bien visible pile en face.  $\oplus$  continue placidement de descendre vers le 4° aux environs de 350 Km d'altitude. On prend de la vitesse horizontale, c'est elle qui va sortir de terre la valeur du périgée.
- Une fois que la valeur du Périgée qui s'est métamorphosé en Apogée avoisine les 2400 km, touche **\* num** pour couper les moteurs. Notre phase de lancement est terminée, on va en analyser les données.

En **1** on constate que le Périgée va nous faire grimper à la hauteur de 2393 km, mais surtout la valeur actuelle du périgée est de 304,5 Km, très au dessus de l'atmosphère terrestre. Nous sommes bien sur une orbite sécurisée. En **2**, avec déception on voit qu'il ne reste plus que 51,6% de **Fuel**, le lancement nous a consommé presque la moitié du réservoir. C'est normal, il fallait les obtenir les 7763 m/s affichés en **3**, c'est une vitesse considérable. Supérieure à vingt deux fois la vitesse du son, ce n'est pas de la bagatelle. En **4** nous avons un motif de satisfaction. Le lancement est effectué de KSC dont la latitude avoisine les 26°. La théorie affirme que l'on ne peut lancer à un angle d'inclinaison inférieur. On termine avec une valeur pour **Inc** de 28.62°, ce qui est très bien. Il me semble difficile de faire bien mieux lors d'un lancement manuel. On va pouvoir envisager l'alignement de plan.



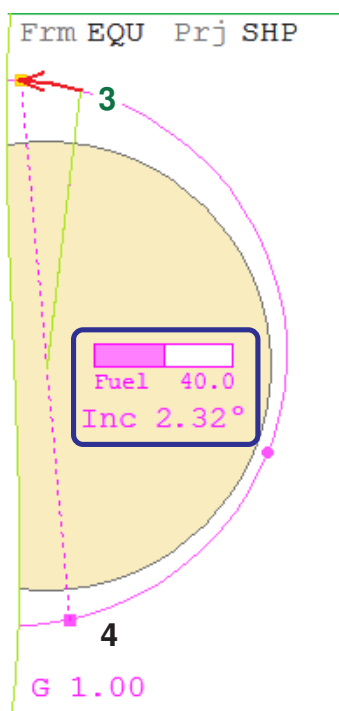
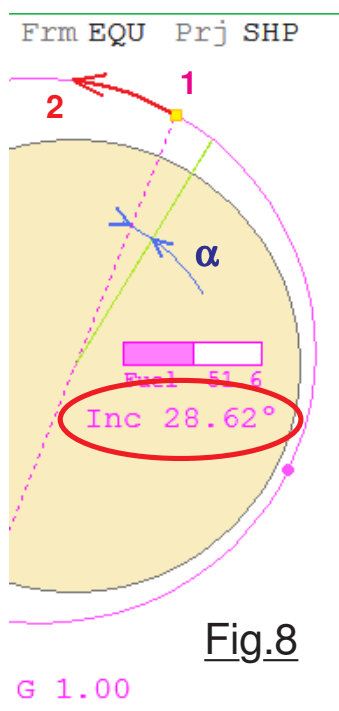


## CHANGEMENT DE PLAN.

**N**on, sauf problème grave durant la phase de lancement ou au cours de la mission, on ne change pas un plan de vol, c'est du plan orbital dont il est question ici. Ceux qui ont déjà galéré sur le DÉFI n°2 l'avaient bien compris. Pour les autres, une "révision" page 4 du tutoriel qui l'accompagne s'impose. Phase incontournable d'un positionnement en orbite géostationnaire, il faut impérativement ramener le plan orbital dans le plan équatorial de la planète attractive. La valeur de **Inc** en mode **EQU** sera alors strictement nulle. Nous n'allons pas utiliser l'outil **Align Planes** MFD qui est prévu pour ce type de manœuvre mais ne prend pas en compte une inclinaison orbitale par rapport à l'équateur. De plus, il fait pousser relativement loin des nœuds et nous savons que ce n'est pas idéal. On va procéder en manuel.

- Passer le MFD de gauche en mode **Map** pour observer l'évolution de la trace du plan orbital au sol.

👉 Vérifiez bien que **Orbit MFD** est bien en mode **EQU** imposé par **FRM**.



- Quand nous arriverons dans la zone du nœud descendant **1** avec un angle "visuel" d'anticipation  $\alpha$  de 10° environ nous allumons en **NML +**. La valeur de l'angle **Inc** lue sur **Orbit MFD** diminue, et le nœud descendant s'éloigne. (Flèche **2**)
- Quand on avoisine la position **3**, la valeur d'**Inc** commence à stagner. Les conditions ne sont plus très favorables.
- Attendre d'être "en face" en **4** où il sera de bon ton de pousser en **NML -**.

Attention, vers la fin, **Inc** diminue assez rapidement. Pour annuler l'inclinaison sans déborder, ce qui imposerait une correction inutile, terminer l'alignement avec les RCS en mode **LIN**. Le changement de plan s'achève en **5**.

Comme on le constate sur un extrait d'**Orbit MFD** en Fig.9 la valeur finale d'**Inc** en **6** est exactement de **0.00°** ce qui caractérise une **orbite équatoriale** à condition toutefois que la **projection** soit bien en **mode EQU**. On peut vérifier sur le MFD de gauche que sur la carte de **Map** notre orbite se confond bien avec l'équateur cartographique. Les valeurs d'altitude pour l'orbite, toujours en **6** n'ont pas vraiment changé. Enfin, en **7** on constate qu'il ne reste plus que 39.1% de Fuel. La correction de plan aura gloutonné 12.5% de nos réserves. Retenons que ce type de manœuvre reste

généralement très énergivore, raison pour laquelle lors des lancements on cherche à obtenir la valeur d'**Inc** en fin de montée la plus proche possible de celle souhaitée.

## LE COUP DE L'ARROSEUR ARROSÉ.

**M**ettre à poste un satellite intercalaire de télécommunications terrestres n'est pas simple du tout. Outre le fait qu'il doit se trouver en géostationnaire il doit aussi, c'est le minimum, arroser correctement la zone prévue pour recevoir ses signaux. Cet impératif est valide aussi bien pour la voie montante que la voie descendante. Hors les ondes radio "UHF" ne savent pas contourner la Terre, comme le font les anciennes grandes ondes et ondes courtes. Un tel émetteur "illumine" à vue comme montré en **1** sur la Fig.10 de la page 8. En surface au sol, sa zone de visibilité va de **2** à **3**. L'antenne située en **A** sera parfaitement active, et les transmissions seront assurées. Par contre, celle placée en **B** qui se trouve plus bas que l'horizon limite **2** à **3** est aveugle et inopérante. Ceci étant précisé, compte tenu du fait que placé à 36000 km de la Terre, la zone de visibilité est considérable, on constate sur la Fig.1 que le positionnement

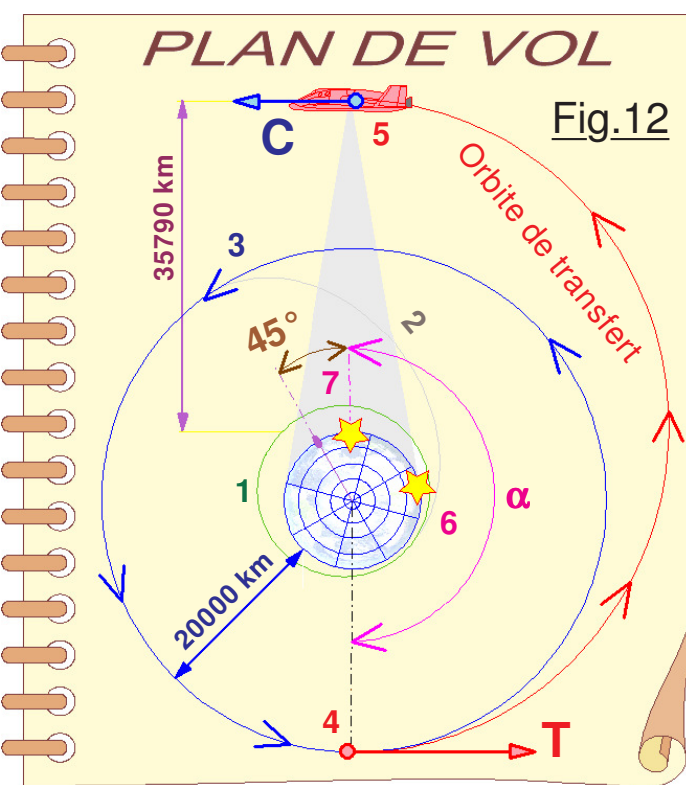




## PLAN DE VOL ET STRATÉGIE UTILISÉE.

C'est bien beau ce roman, avec l'orbite bien circulaire. Quand on pousse en **1**, on est forcément au péricée. Mais dans notre vol, Nulentout nous a fait réaliser un lancement ovale. Quand on va se trouver à l'opposé de la direction **45°W** modifiée de l'anticipation pour tenir compte du temps de transfert, il n'y a aucune raison pour que nous soyons au point le plus bas de la **trajectoire d'attente**.

En fait, ce n'est pas une catastrophe. Le profil de mission que je vous propose sur la fig.12 comporte quatre étapes progressives pour mettre à poste **Médor**. Il n'y a vraiment pas de quoi en faire un drame, d'autant plus que si on allonge (Ce qui reste à prouver) le temps de mission, pour ce qui est du Fuel l'incidence restera mineure, puisque de toute façon il faut augmenter l'énergie orbitale totale. Détaillons ce plan de vol, sachant qu'en fin de lancement nous sommes sur l'orbite de lancement initiale **1**. En première étape, sur une position qui avoisine le péricée, on pousse pour monter jusqu'à **20000 km** par la trajectoire **2** tracée en gris. Arrivé au point le plus élevé **3** on circularise. Nous sommes sur l'orbite d'attente à vitesse constante et surtout en permanence à un "péricée". Quand nous serons au bon endroit en **4** on va à nouveau accélérer avec **T** pour monter à l'altitude définitive de **35790 km** par l'**orbite de transfert**. Au point **5**, qui normalement doit correspondre à la longitude de **45°W** on pousse avec **C** pour circulariser, **Médor** sera alors en position sur son orbite géostationnaire.



Au moment de la poussée en **4**, notre méridien cible de **45°W** se trouve en une certaine position **6**. Pendant notre vol balistique qui nous fait passer de **4** en **5**, la Terre tourne et le méridien visé passe de **6** en **7**. Notre transfert nous fait passer du méridien **4** au méridien **7** soit un balayage en latitude d'un angle  $\alpha$ .

**PISTE POUR DININUER LA CONSOMMATION :** L'altitude **20000 km** pour l'orbite d'attente est choisie pour obtenir un balayage en latitude pas trop lent. Ainsi on ne pénalisera pas trop le bilan "durée de mission" pendant la phase de synchronisation qui consiste à attendre le bon moment pour lancer. Ceci dit, cette altitude n'est certainement pas idéale. On y circule relativement lentement et le chemin parcouru pour passer de **4** en **5** est plus important que si cette orbite d'attente était plus basse. Comme pour chaque défi je laisse la porte ouverte à de l'amélioration de score.

### À quel moment lancer ?

Tout simplement quand nous serons à la longitude  $45^\circ + \alpha^\circ$  Ouest. Quel angle  $\alpha$  balayons-nous durant l'orbite de transfert ? Il suffit d'expérimenter. On réalise une orbite circulaire de **20000 km**, on lance jusqu'à **35790 km** et l'on observe la variation de longitude. Pour ma part, j'ai constaté que le transfert impose  $\approx 31600s$ . Durant ce temps on est passé de **041.152E** à **089.262E** soit un balayage angulaire en longitude  $\alpha \approx 48,1^\circ$ . On lancera quand notre longitude sera de  $45^\circ + 48,1^\circ = \mathbf{93.1W}$ .

**REMARQUE :** Sachant que la Terre réalise une rotation de  $360^\circ$  en **86400s**, on en déduit que toutes les **240s** elle se "décale" de  $1^\circ$ . On serait tenté d'imaginer que pour un transfert de **31600s** elle tournerait de  $31600 / 240 = 132^\circ$  environ. **FAUX !**

En effet, si la Terre tourne à vitesse constante, (Du moins c'est ce que l'on prétend !) par contre il en est très différemment pour nous. Notre vitesse sur l'orbite varie considérablement. En conséquence, ce petit calcul bien gentil ne s'applique pas du tout.

Me fichent la tourniole tous ces trucs qui tournent, ça tombe jamais juste et quand ça tombe, ça grille dans l'atmosphère !



## GESTICULATIONS POUR ... NE PLUS BOUGER !

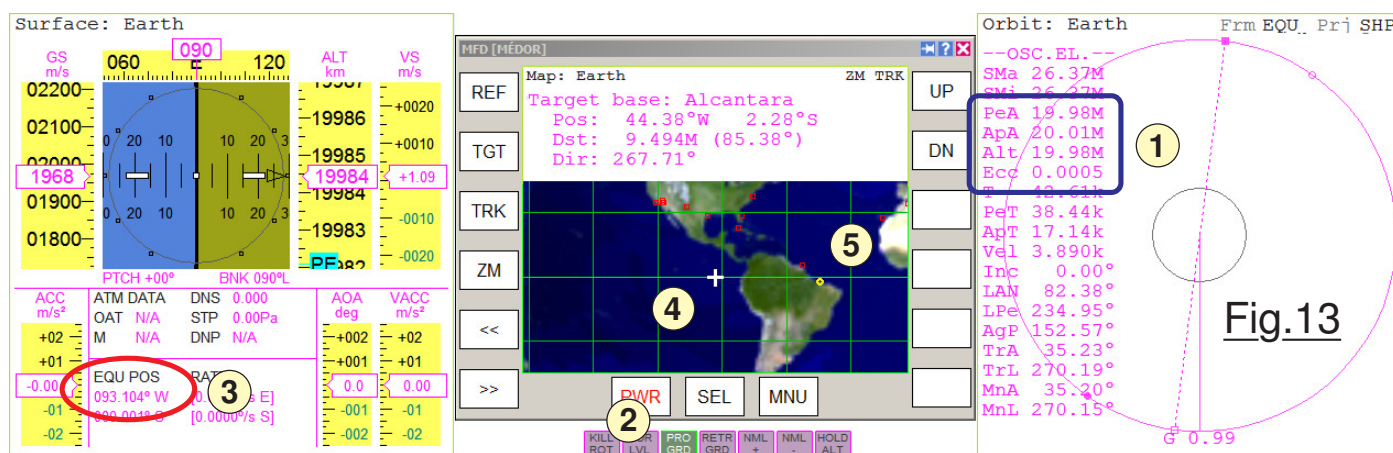
**H** eureusement pour nous pauvres orbinautes, ce bon vieux **Surface** MFD s'avère l'outil idéal pour surveiller notre position orbitale en terme de longitude. Avant de procéder au lancement sur notre orbite de transfert, on va donc se préparer nos diverses aides à la navigation en préambule à toute manœuvre. **Map** MFD qui affiche une carte reste un bon auxiliaire. Surtout si on impose comme base cible **Alcantara** qui se trouve presque au 45°W. Le méridien visé sera alors mis en évidence en jaune sur la carte.

- MFD de gauche : **SEL** > **Map** > **TGT** > **↓** > **→** > **Alcantara** pour indexer notre "jalon". Comme à droite on conserve **Orbit** MFD pour surveiller la valeur d'**ApA**, on sera bien obligé d'utiliser l'indicateur de gauche pour le mode **Surface**, on va donc perdre **Map** MFD. Je vous propose de compenser en plaçant bien au centre de l'écran comme montré sur la Fig.13 le module **External MFD**.

- **[F4]** > **Custom ...** > **External MFD** > **OK** > bouton **SEL** > **Map**.

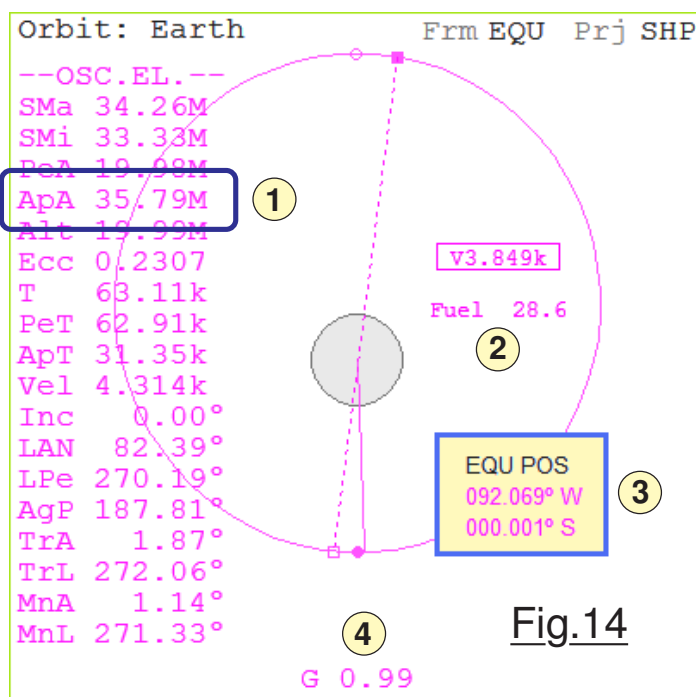
On constate que notre base ciblée mémorisée sur l'écran de gauche reste en évidence. Déplacer la fenêtre au centre du visuel sans masquer les divers boutons du pilote automatique.

- MFD de gauche : **SEL** > **Surface**. Nos instruments de navigation sont configurés.



**S** urface MFD va accaparer notre attention, c'est lui le facteur déclenchant pour amorcer notre montée à l'altitude de mise à poste. La procédure pour l'éjection sur l'orbite de transfert est élémentaire. Comme on peut le constater en **1** sur la Fig.13 notre appareil est bien sur une orbite quasiment circulaire d'altitude 20000km. Un peu avant, vers le méridien 94°W on passe notre machine en **PRO GRD** comme montré en **2**. Les mirettes soudées à l'information **EQU POS** en **3** on attend **093.100°** comme valeur, avec la possibilité un peu avant de ralentir l'écoulement temporel en **0.1x**. Arrivé au méridien de lancement, on est en **4** sur **Map** MFD, avec la commande clavier **[Ctrl] + num** laissée enfoncée, attendre que les moteurs orbitaux poussent à leur maximum de puissance lue sur **Main** en haut à gauche de l'écran. À partir d'ici, surveiller avec attention la valeur de **ApA**. Ramener la valeur de l'accélération temporelle en **1x** pour ne pas perdre patience, mais attention, il suffit de 20s d'allumage pour l'éjection ... donc penser à ralentir en **0.1x** au bon moment. Parfaire la valeur exacte de **35.79M** avec les RCS en mode **LINéaire**.

La Fig.14 atteste de notre victoire en **1** avec précisément la valeur attendue concrétisée. En **2** le bilan carburant prouve que ce lancement n'est pas démentiel en consommation, tout va bien. On observe en **3** que notre latitude n'a pas beaucoup changé durant l'éjection, mais surtout que notre longitude est un petit chouilla au Sud. Il faudra corriger légèrement le plan une fois à poste. En **4** on voit également que la Terre ne gouverne plus à 100%, le système solaire nous rappelle sa présence !

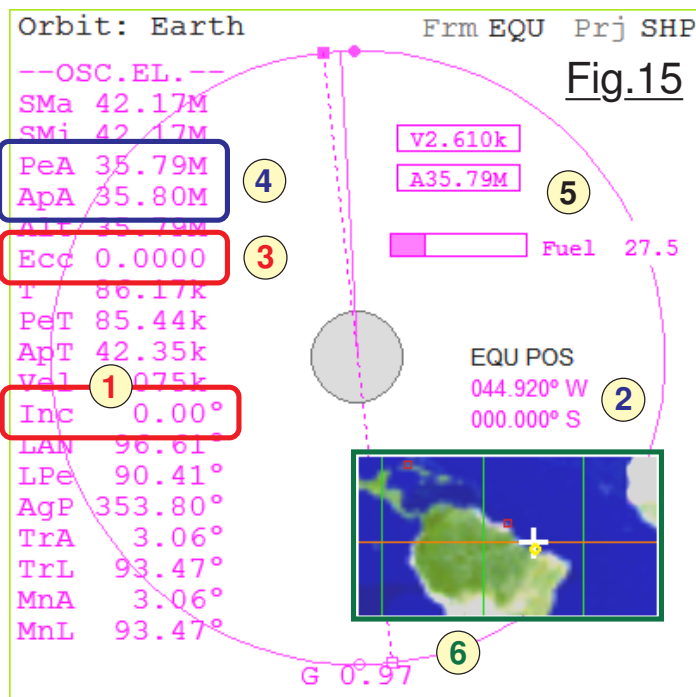


## CHACUN A SA PLACE.

Naturellement vous avez déjà tous "intuité" que la phase la plus délicate dans cette mission sera celle de mise à poste avec précision. Il va falloir du doigté. Dans le principe, placer un satellite en géostationnaire est assez élémentaire. Étant sur une trajectoire équatoriale, arrivé exactement au point **C** on pousse en **PRO GRD** pour atteindre la vitesse de circularisation. Pour lancer en orbite de transfert, il suffisait de 20s. Pour circulariser il en faut 77 environ. Pour ma part j'ai anticipé un peu et ajusté à exactement la valeur de l'altitude calculée. Ainsi une fois arrivé à l'emplacement souhaité, la durée de combustion est écourtée, et surtout on respecte exactement l'altitude. La Fig.15 permet de mettre en évidence les paramètres pertinents pour évaluer notre prestation. En **1** l'information n'est pas assez précise pour confirmer un plan équatorial. C'est la valeur

**000.000°S** en **2** qui sera prise en compte. De même que **Ecc 0.0000** en **3** n'est pas assez précis. C'est l'égalité complète entre **PeA** et **ApA** à **35.79M** en **4** qui sera représentative du "parfait". (*J'ai volontairement laissé 10Km d'écart entre les deux pour vous montrer que Ecc ne le "voit" pas*) La valeur de longitude en **2** devra rester entre 44° et 46°, mais vous voyez que l'on peut facilement obtenir une précision supérieure au dixième de degré. En **5** on vérifie que la vitesse orbitale est bien de 2610 m/s qui est prédite par les calculs pour ce type d'orbite terrestre. Surtout il nous reste 27,5% de fuel, largement de quoi redescendre et circulariser à 200Km d'altitude, puis d'effectuer le freinage qui nous ramène au sol. Il reste encore 16%, une marge de sécurité considérable. Enfin, en **6** on observe sur **Map** la croix blanche exactement sur l'équateur, à proximité d'**Alcantara** et surtout qui y reste sans broncher quand on accélère à 10000x. Ceci dit, il ne faut pas rêver. Dans la réalité, une foule d'éléments perturbateurs viennent déranger cette immobilité. La Terre n'est pas un corps parfaitement sphérique, sa densité n'est pas homogène. Le reste du système solaire revendique déjà ses 3% d'autorité, alors le **0.0000** ne va pas rester pérenne par miracle, sans compter les effets de marée permanents exercés par la Lune. C'est la raison pour laquelle un tel satellite possède des moyens à bord pour le maintenir à sa place. Du reste, ce qui caractérise la durée de vie d'un satellite géostationnaire, ce n'est pas la fiabilité de ses systèmes embarqués contrairement à une idée répandue. C'est la réserve "en fuel" qui permet d'effectuer les corrections orbitales, sachant qu'il y a un minimum imposé pour le faire "tomber" dans la fournaise atmosphérique quand on décidera de le "ferrailler".

Notez que les valeurs "parfaites" montrées sur la Fig.15 n'ont pas été obtenues sur la simple accélération en **PRO GRD**. Les valeurs de **Ecc**, de **PeA** et de l'inclinaison orbitale **Inc** se détériorent sous les influences de la manœuvre de circularisation. Donc, une fois stabilisé au point **C**, il faut corriger finement ces divers paramètres. En fait, ce n'est pas trop délicat, il suffit de laisser l'orientation **PRO GRD** et d'utiliser les RCS, toujours en mode linéaire. Par contre, pour agir sur **Inc** et **PeA** il faut utiliser les translations latérales avec **1 num** et **3 num** ainsi que les translations "verticales" avec **2 num** et **8 num**. Expérimentalement il suffit d'appuyer sur la touche puis de voir sur quel paramètre elle agit et de quelle façon. Je ne vous donne pas tous les détails pour vous laisser le plaisir de découvrir en autonomie.





**A**u sol on s'active. À peine les installations hertziennes du bord ont été rendues opérationnelles qu'immédiatement des flux montant et descendants ont pratiquement saturé la bande passante. Les secours au sol deviennent d'une efficacité remarquable. À bord, pratiquement plus rien à faire si ce n'est de maintenir **Médor** bien en position, car toutes les influences gravifiques du système solaire cherchent à le faire dériver. Il faut surtout veiller à ce qu'il présente la parabole radio constamment dirigée vers la Terre. Bref, pas plus de travail que n'en avaient les nobles gardiens de phare autrefois, veillant jour et nuit sur la sécurité des marins ...

AMUSEZ-VOUS BIEN : Nulentout.

### CE QU'IL FAUT INSTALLER POUR CE DÉFI :

- 1) Orbiter de base version 2010. (*Encore il faut vous le dire !*)
- 2) Orbiter Sound : (*Voir ci-dessus*)
- 3) Le scénario "**PAS BOUGER MÉDOR.scn**".

### BILAN DU VOL DE BASE SERVANT A L'ÉVALUATION :

- Durée pour le vol :  
 $\approx 1,2278$  MJD  
 $\approx$  **122780 s**  
 $\approx 1,42$  jours
- Bilan carburant :  
 Consommé : 72.5%  
 Restant : **27.5%**

Phase du vol	MJD	Brulé	Fuel
Décollage.	64418.6258	0 %	100 %
Fin du lancement.	64418.6363	48.4 %	51.6 %
Alignement du plan.	64418.7060	12.5 %	39.1 %
Montée à 20000km.	---	4.8 %	34.3 %
Circularisation.	---	4.4 %	29.9 %
Fin du lancement.	64419.4805	1.3 %	28.6 %
Médor est à poste.	64419.8536	1.1 %	27.5 %

*Suite à une pétition qui circule en orbite sur le fait que chaque fois ils sont oubliés :*

Tous avec môa môa et pour les Bêta-testeurs :



**Hip Hip Hip ...**  
**HHHOUUUUUUUUUOURAHHH !**

Môa môa ce qui me sidère, c'est le jour sidéral. Il faut considérer qu'en désidéralisant ... Heu je m'embrouille un peu avec ça !