

DEFI N°7

BILLARD PLANÉTAIRE.

Réalisé par votre serviteur Nulentout et achevé le 6 Mai 2010.

Niveau de difficulté : ☆ ou ☆☆☆☆.

FICHE SIGNALÉTIQUE DU DÉFI n° 7.

Caractère d'originalité du vol :

Suite à de nombreuses plaintes en orbite et une pétition qui circule au PAPYBAR, les concurrents des Toufounulentoutdés incitent fortement à une petite journée de repos. Féroce et contre toute faiblesse Nulentout refusait tout compromis, mais devant le bouclier des plaintes orbitales, il a fallu marquer une pause. *En résumé, une petite soirée de détente à se faire un petit billard entre copains.* Un petit vol sans histoire, il faut ménager un peu le clavier et la souris dont le bouton droit commence à avoir des faux contacts. En résumé, une petite mission de routine dans laquelle on ne fait que quelques menues révisions.

Arf arf arf, encore un nouveau jeu avec des bouboules, j'adore les bouboules.



Parti pris pour les débutants :

- Rien à installer sur un Orbiter de base, mis à part le scénario "BILLARD PLANÉTAIRE.scn".
- Lancement depuis la Terre avec mise en orbite, strictement identique à celui du Défi n°6.
- Utilisation des MFD de base d'orbiter, pas besoin d'installer et d'apprendre quoi que ce soit de plus.
- Les réservoirs de carburant sont à 100%, largement de quoi faire du tourisme.
- On positionne *PlicPloc* sur une orbite aux caractéristiques originales assez facile à obtenir en suivant le tutoriel d'accompagnement ce qui justifie pour les débutants un niveau annoncé de ☆.
- Le DG est paré au décollage, configuration pour un lancement. Pas de "temps à consacrer à la préparation machine", on est directement dans le vif du sujet. **TOP CHRONO dès l'activation de la scène.**

Choix effectués pour satisfaire les pilotes confirmés :

- On se contente une fois de plus de deux ou trois MFD en standard dans notre simulateur spatial.
- Pour tous ceux qui trouvent Orbiter un peu répétitif et routinier, *si vous n'allez pas regarder le tutoriel d'accompagnement* je vous garanti une difficulté de niveau ☆☆☆☆.

Celui qui est obligé de consulter mon tutoriel paye la tournée générale au PAPYBAR !



LE DÉFI EST EXPLICITÉ EN DERNIÈRE PAGE.

Engagement moral des compétiteurs :

- Ne voler qu'avec de DG de base fourni avec Orbiter. Ne pas employer d'autres pilotes automatiques que ceux fournis en standard dans le simulateur. (PRO GRD, KILL ROT ...)



- N'utiliser que les MFD de base d'Orbiter à l'exclusion de tout autre dispositif. En particulier NE PAS UTILISER UN CALCULATEUR pour déterminer les meilleurs paramètres.

CE QU'IL FAUT INSTALLER POUR CE DÉFI :

- 1) Orbiter de base version 2010 et Orbiter Sound, mais je suis certain que ceux qui ont fait les autres défis s'en doutent un tantinet.
- 2) La scène de départ : BILLARD PLANÉTAIRE.scn.

ET PI SÉTOU !

>>> Pour les Orbitopoints voir en page 16.

LE COIN DES DÉBUTANTS

Sachant que vous venez juste de relever le défi n°6, je ne peux plus vous refaire le coup du lancement et de la circularisation sans préparation du vol. Vous êtes sur vos gardes, donc pour vous tendre un piège je vais attendre un peu, je tenterais une mesquinerie dans un autre défi. On va donc se creuser un peu les méninges, se faire un bringuestoremingue et pondre un plan de vol miriafameux. Un truc tellement génial que même l'instructeur il ne pourra pas trouver de poil sur les œufs. Enfin, c'est bien beau le coup des ricochets sur la bande, mais comment arriver à ce résultat bitrange autant qu'ézare ?

En préalable, on doit se demander ce que représente le haut et le bas sur la carte de **Map MFD**. Fastoche ça ... respectivement le pôle Nord et le pôle Sud. Conclusion :

L'orbite devra impérativement être une orbite polaire. Chic chic chic, on sait faire, depuis que

l'on a été voir sur la Lune quel était cette étrange source radio qui envoyait des Bip Bip. Ensuite, à chaque cycle notre vaisseau doit passer exactement à la verticale d'un même point. Cela ne vous rappelle rien ? Mais oui bien sur, **une orbite géosynchrone**. Encore une bonne nouvelle, nous savons que pour obtenir cette caractéristique il suffit que l'orbite soit circulaire et à 35,79M d'altitude. Du gâteau ce défi, les moustachus vont nous torcher ça en trois fois rien. Ben ... pas tant que ça ! En effet, autant réaliser une orbite polaire est facile, il suffit de lancer à un **Inc** de 90°. Autant la rendre Géosynchrone est aisé : Il suffit de lui donner la bonne taille. Maaaiiiissssss s'arranger pour que le DG passe entre les deux jalons, ça ce n'est pas facile du tout. Après bien des tentatives infructueuses, j'ai fini par vous trouver une méthode simple, facilement à la portée du nouveau qui aurait réalisé les défis 5 et 6.

PLAN DE VOL / PROFIL DE MISSION.

Comme ce vol reprend la nécessité de réaliser une orbite GÉOSYNCHRONE, la mission va présenter une structure étrangement semblable à celle des deux défis précédents. Ce **plan de vol** dans son ensemble est présenté sur la Fig.1 en page 3. Comme pour chaque mission on commence par placer le vaisseau sur une orbite d'attente. **Au fait ... attente de quoi ?** D'une façon générale, on veut soit rejoindre une station en orbite basse comme ISS et autrefois MIR. Soit partir vers une autre planète. Il n'est pratiquement jamais possible d'effectuer un lancement qui combine l'éjection dans les conditions optimales. L'orbite d'attente permet d'une part de laisser du temps pour effectuer toutes les vérifications post lancement avant de décider de poursuivre la mission vers les contrées lointaines. (*Un lancement reste "traumatisant" pour le vaisseau, il faut impérativement en vérifier l'ensemble des systèmes avant de prendre le risque calculé de poursuivre*) D'autre part, elle va autoriser le positionnement du véhicule en un point précis de la trajectoire pour une manœuvre d'éjection dans des conditions optimisées une fois l'orbite confirmée. Comme orbite d'attente, afin de changer un peu je propose une orbite parfaitement circulaire d'environ 600 km d'altitude. L'altitude est choisie sans raison particulière, et surtout laissera la porte ouverte pour améliorer le bilan en optique de compétition. Circulaire car nous savons que c'est idéal pour effectuer une éjection. Par contre, on va construire dès le lancement une orbite polaire, ayant le pressentiment que ce choix n'est pas idiot. Détaillons un peu le programme Fig.1 prévu pour ce vol :

Décollage immédiat en **1** de Cape canaveral avec un azimuth de lancement qui visera un plan orbital passant par les pôles. On désire une valeur de 90° pour **Inc** l'inclinaison orbitale, sachant que pour des raisons économiques on va lancer "vers l'Est" et "vers le bas", direction vers l'hémisphère sud. Dès que l'on arrivera à l'apogée de 600 Km en **2**, poussée en **PRO GRD** pour circulariser l'**orbite d'attente**.

Note : Comme souvent sur mes tutoriels, pour ménager les imprimantes (De ceux qui ont vraiment besoin d'une version papier) et éviter les grandes zones noires boulimiques en consommation de cartouche d'encre, j'inverse localement les couleurs des MFD. Leur aspect sur ce document est donc particulier.

Hou la la, y faut passer par le haut bas donc toujours à la même heure de position en plein dessus avec en plus la vague qui défile sauf que cette fois le géopareillement que faut pas se décaler sauf si le contraire n'est pas bon du tout.



On va ensuite chercher à établir une orbite Géosynchrone qui sera polaire. Dans ce but, notre orbite d'attente étant circulaire, en un point quelconque **3** on va pousser toujours en **PRO GRD** avec l'effort **T** pour passer en *orbite de transfert*, visant l'apogée particulière de **35.79M** que vous pratiquez depuis des lustres. Arrivé à l'apogée de l'orbite de transfert en **4**, poussée **C**, toujours effectuée

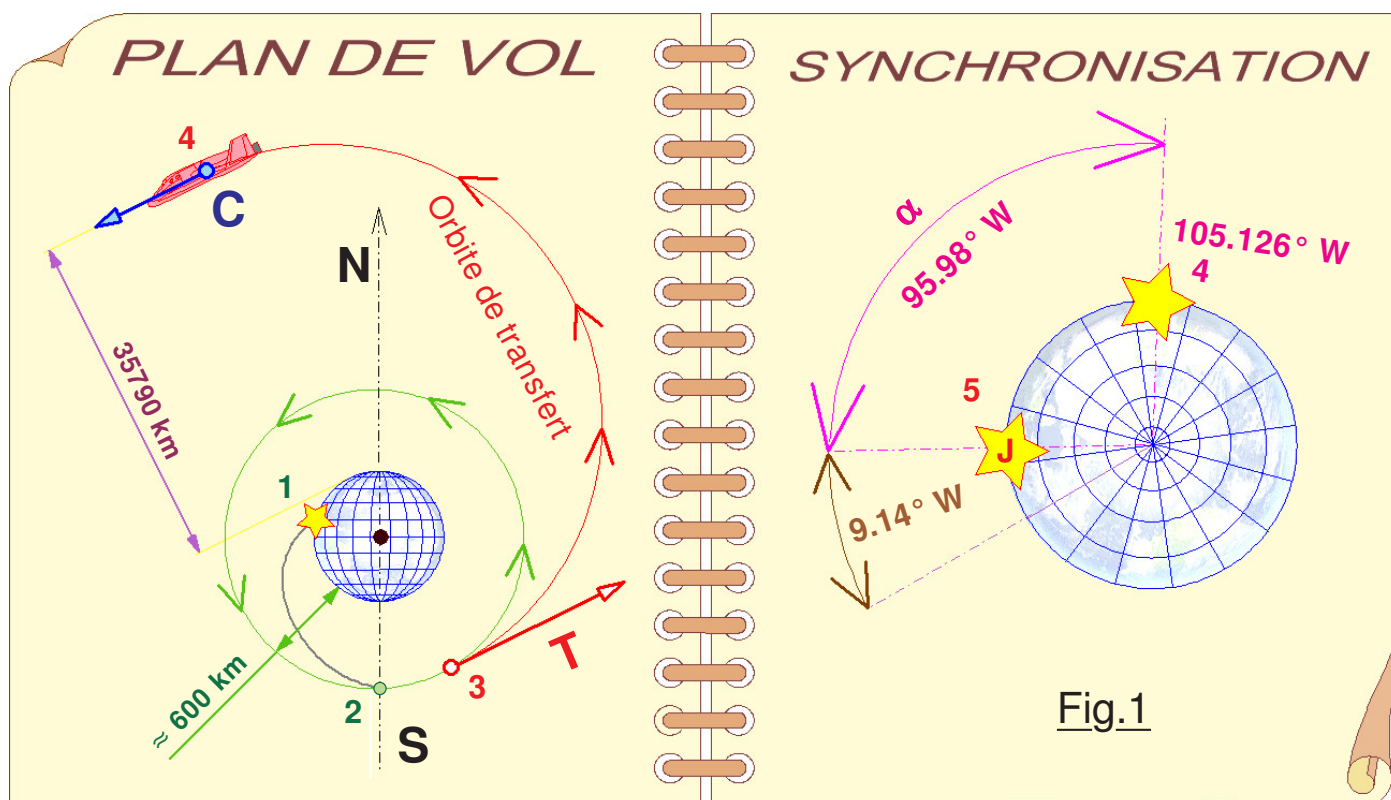


Fig.1

en mode **PRO GRD** pour *circulariser* à nouveau, sachant qu'à cette altitude nous serons alors en conditions "géosynchrone". L'orbite sera parcourue en exactement **une journée sidérale** de 86164s. On repassera en permanence à la verticale des mêmes lieux géographiques, et notre trace au sol sera figée ... **mais elle ne passera pas entre les deux jalons imposés** : Les bases **Hammaguira** et **Gran Canaria**. Il sera alors obligatoire d'effectuer une manœuvre de **SYNCHRONISATION** présentée en page droite de notre plan de vol, mais qui ne sera détaillée que le moment utile, c'est à dire quand toutes les phases de la page de gauche seront réalisées. On comprendra alors plus facilement ce qui se passe, et comment réagir.

PRÉPARATION DU LANCEMENT.

A vant de préparer les instruments de bord qui vont nous aider à effectuer le tir, il faut impérativement déterminer l'azimut de lancement. Comme les meilleurs théoriciens orbitaux sont en train de lire ce charabia, vous avez déjà compris que pour éviter de griller tout le coco pour orienter le plan, on va chercher à obtenir une orbite polaire en fin de lancement. La Fig.2 montre notre position de décollage en **1** ainsi qu'en *rose* la trace au sol de notre plan, car "l'orbite" est **entièrement contenue sur le sol**. On peut soit lancer vers le Nord comme représenté avec la flèche rouge **2**, soit partir vers le Sud dans la direction de la trajectoire jaune **3**. Pour ma part je subodore que l'option **3** est la meilleure, encore que je n'ai rien démontré et je fais ici arbitrairement ce choix. Pour calculer la direction de lancement, on peut par exemple

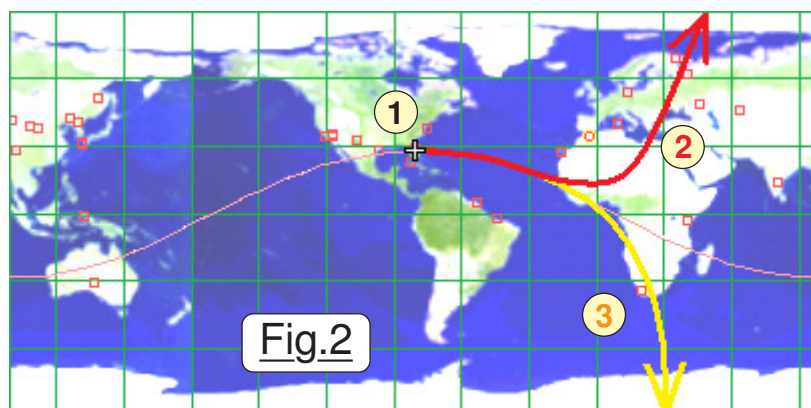


Fig.2


utiliser le programme **Azimuth-1.5.exe** dont je décris en détail l'utilisation dans **Tutoriel Navettes niveau 2**. Il suffit d'indiquer **Canaveral 28.597** comme Latitude, **90** comme "inclinaison" et **600** pour l'altitude. Le calcul effectué par ce programme donne **7569 m/s** pour la vitesse orbitale en fin de lancement, et propose **183.0928°** pour l'azimut du tir en orientation "**descending**". On va naturellement se contenter d'un cap

d'environ 183° qui au décollage de la piste la piste 13 de KSC va nous faire tourner vers la droite. Autant le remarquer pour engager le bon roulis au décollage.

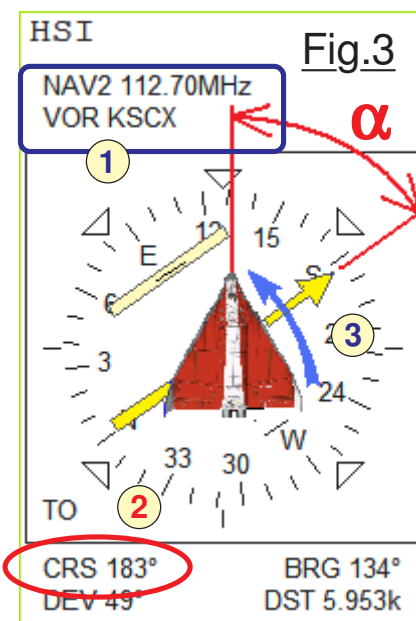
Zavez vu ? L'a triché Nul tout. **C'est la même scène que pour le défi n°6** avec 13 Mai 2028 et tout et tout et tout pareil. Seul le nom du DG a changé, en vue extérieure on voit qu'il se nomme **PlicPloc**, drôle de nom pour un DeltaGlider, j'aimerais pas môamôa. En plus, à regarder par dessus pour vérifier le nom sur l'appareil, on perd du temps, car le chrono il tourne et les orbitopoints ils s'évaporent !

OK, je suis fait comme un rat, vous avez vu que la scène est strictement identique à celle du vol précédent. Le décollage va donc se passer de façon strictement identique à quelques petits détails que je vais ajouter pour varier un peu l'ordinaire.

PRÉPARATION DES DEUX MFD.

Comme pour les décollages précédents nous allons utiliser le HSI pour prendre rapidement le cap de lancement. Fidèle à mes habitudes : Touche **[F8]** pour afficher le tableau de bord simplifié dont le visuel des MFD est plus grand et qui donne une "vue panoramique" sur l'avant. Touche  pour recentrer la vue.

- **H** jusqu'à passer le HUD en mode **SRFCE**. (En haut à gauche)
- À droite sur **Orbit** MFD : **PRJ** pour avoir une vue **PrjSHP** 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** qui permet d'imposer la projection **FRMEQU** impériative pour avoir la valeur de **Inc** par rapport à l'équateur.
- Sélectionner **HSI** MFD à gauche qui va faciliter la prise de cap. L'aiguille du VOR tracée en jaune sur la Fig.3 sera bien plus facile à "lire", que la valeur du cap sur le HUD noyée dans le bleu du ciel.



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 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 183° qui fournira une visualisation "évidente" de l'orientation à privilégier.

- Sur **HSI** MFD avec le bouton **NAV** sélectionner NAV2 en **1** sur le cadran de gauche. Puis avec les boutons **OB-** et **OB+** ajustez **CRS** en **2** pour une course souhaitée de 183°. (Éventuellement voir p 17 et p18)

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. **PlicPloc** est paré pour le décollage, on peut passer à la première phase du vol.

LANCEMENT EN ORBITE POLAIRE D'ALTITUDE 600 Km.

LE DÉCOLLAGE.

- **RCS en mode ROT**, 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 d'environ 10,4 à 10,5 lue sur **Main** en haut à gauche de l'écran.

PlicPloc 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 ⊕ 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**.

- Avec la touche **suppr num** laissée enfoncée **couper entièrement les hovers**.

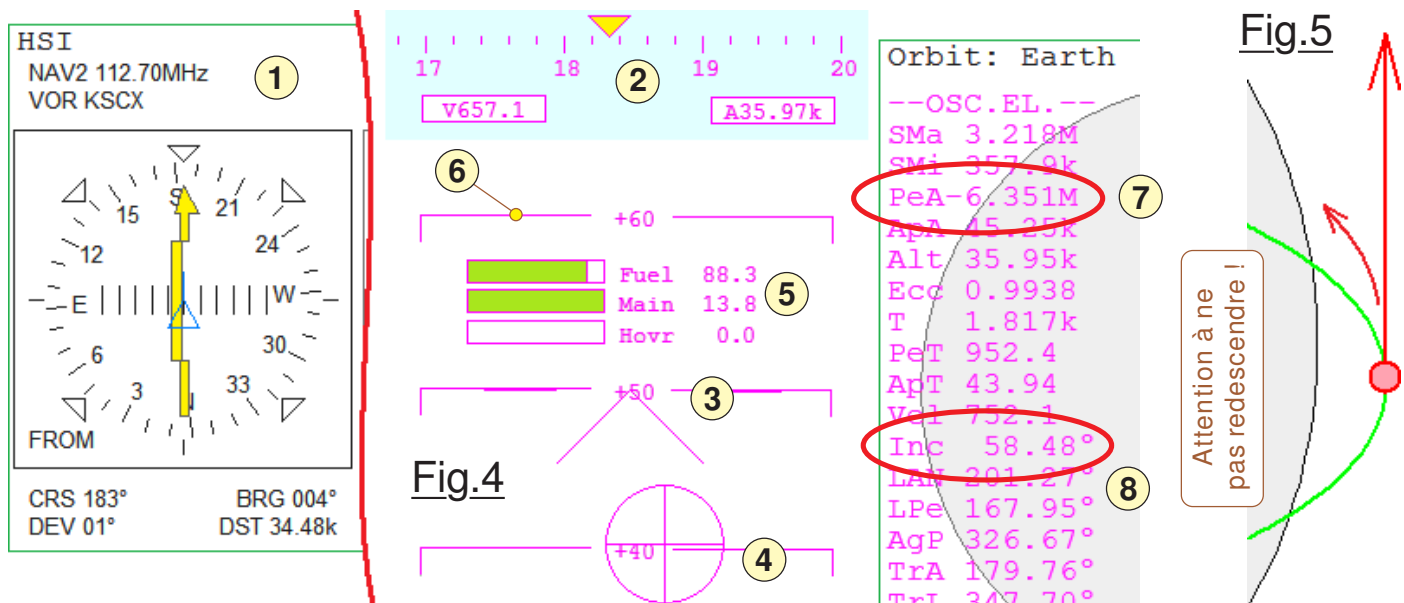
Ici petite différence avec les vols précédents, on coupe la poussée de soulèvement avant la prise de Cap. Si vous ne perdez pas de temps le vaisseau n'a cabré que de 10°, avec un vecteur vitesse identique.

- Roulis à droite avec **6 num**, l'aiguille du HSI va commencer à tourner dans le sens **3** sur la figure 3.

PlicPloc cabre nerveusement, ne pas dépasser 55°.

- **KILL ROT** pour amortir les oscillations. Dès que le cap est correct, passer à un roulis nul et chercher à monter avec un cabrage qui se situe vers 50°. 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 bien "à plat". Le compensateur laissé au maximum aide le pilote automatique à stabiliser le cabrage à 50°. Conservez bien cette valeur dont la variation pour mon vol de base est consignée dans le tableau ci-dessous. Ne pas hésiter à utiliser plusieurs fois la touche **X** pour "tasser" verticalement l'amplitude du HUD est voir une plage plus importante des graduations de cabrage sur ce dernier.

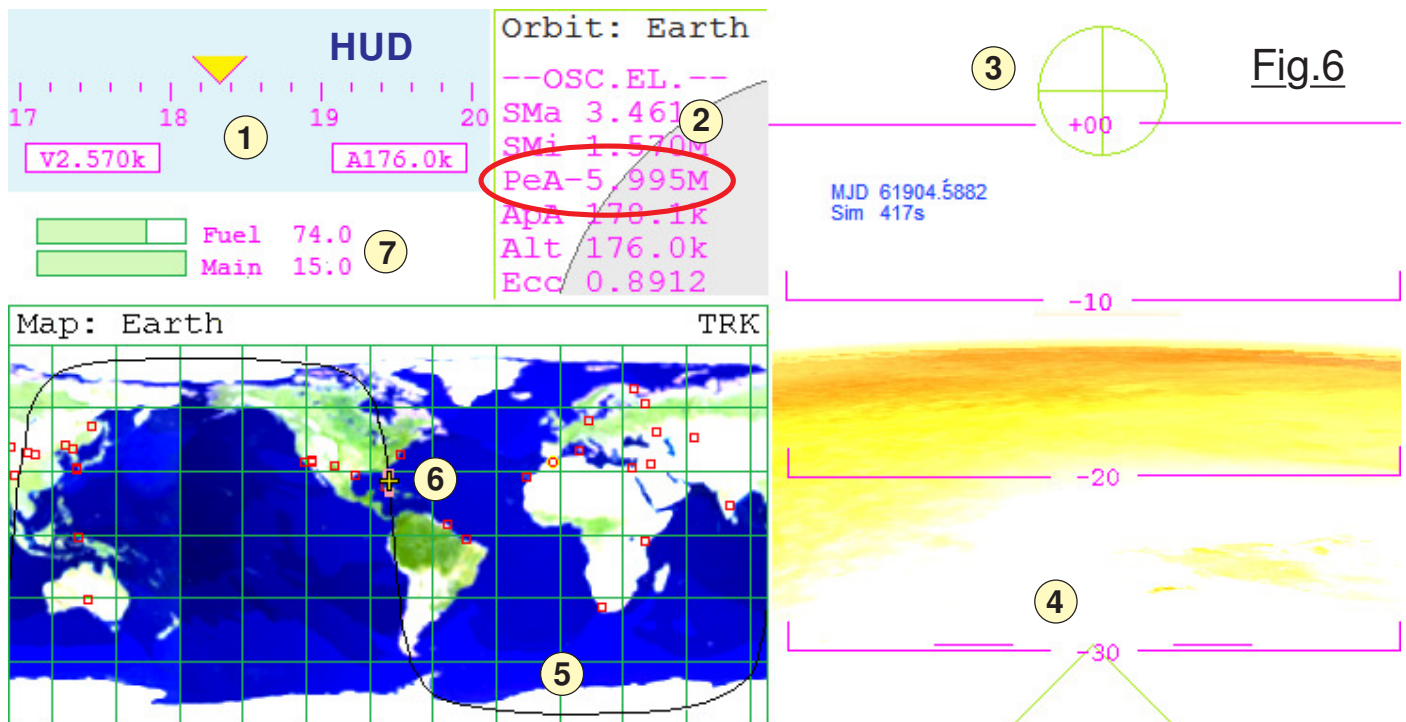
ALT	ApA	PeA	Cabrage	Position de ⊕
Montée initiale avec un cabrage de 50° >>> (Voir la Fig.4)				
36 k	45 k	-6.3 M	50°	40°
50 k : Ne pas laisser ⊕ descendre en dessous de 35°, cabrer à 60°.				
Gérer le Cap de 183° lu sur le HSI ou le HUD en haut avec 1 num et 3 num .				
80 k	105 k		60°	32°
100 k	140 k		50°	30°
130 k	173 k		30°	28°
150 k	187 k		-30°	25°
Passer l'écoulement temporel en 0.1x > Passer le MFD de gauche en mode Map pour voir la trajectoire se construire. Revenir en 1x sur la simulation du temps.				
176 k	Quand ⊕ arrive à --02-- ramener le cabrage à 0° >>> (Voir la Fig.6)			
@ : Ne pas laisser ⊕ devenir négatif, nous passerions sur la partie descendante de la trajectoire comme montré sur la Fig.5 ce qu'il faut absolument éviter. Si cela se produit cabrer énergiquement pour ramener ⊕ à des valeurs positives.				
178 k	180 k	-5 M	35°	1°
Ramener le compensateur à Trim +0.0 avec inser.				
190 k	200 k	-4 M	38°	2°
200 k	201 k	-4 M	0°	4°
Maintenir ⊕ vers --00-- pour augmenter la vitesse actuelle (5.277) sans trop modifier ApA				
210 k	210 k	-3 M	30°	--00--
Une information de ce type nous prévient que l'on se trouve à l'apogée. (Danger : Voir @)				
Surveiller la valeur de l'apogée ApA qui vers la fin augmente très rapidement. [Ctrl] - num pour réduire la poussée Main de 17.4 à 10 environ. Ne pas hésiter à passer en 0.1x d'écoulement temporel, car vous constatez sur la colonne PeA que la valeur du périégée augmente rapidement et va se transformer brusquement en apogée avec des valeurs de plus en plus grandes.				
Dès que ApA avoisine les 600 km prévus : * num pour couper les moteurs. Fin du lancement en 1 de notre plan de vol donné en Fig.1 de la page 3.				



Commentaires sur la Fig.4 résumant le début de la montée atmosphérique : En **1** le HSI pointe bien un Cap de 183° puisque **CRS** est à cette valeur et que l'aiguille jaune est verticale. La barre de tendance est un peu décalée mais on ne s'en préoccupe pas puisque seul le Cap est pertinent dans cette phase du vol. (**Voir fonctionnement détaillé du HSI dans l'encadré en fin de ce tutoriel**) Ce cap est confirmé sur le HUD en **2**. Notre cabrage en **3** est de $+50^\circ$ alors que le vecteur vitesse \oplus en **4** n'est que de $+40^\circ$. En **5** nous avons confirmation que **Main** pousse au maximum et que **les Hovers sont totalement coupés**. En **6** les graduations de "niveau" sont bien horizontales, nous volons les ailes bien "à plat". En **7** le périgée **PeA** est toujours bien négatif, alors qu'en **8** on constate que l'inclinaison du plan orbital **Inc** est encore loin des 90° désirés ... c'est normal on en est au tout début du lancement.

Commentaires sur la Fig.6 qui rassemble les données en cours de montée :

Sur le HUD en **1** le cap est toujours de 183° , alors que l'altitude est de 176 Km. Il est temps d'augmenter la vitesse orbitale horizontale pour "sortir" le périgée du sol qui en **2** fait encore - 6000 Km. En **3** le vecteur vitesse \oplus est en passe de descendre sur l'horizon local. En **4** on constate que le cabrage a été

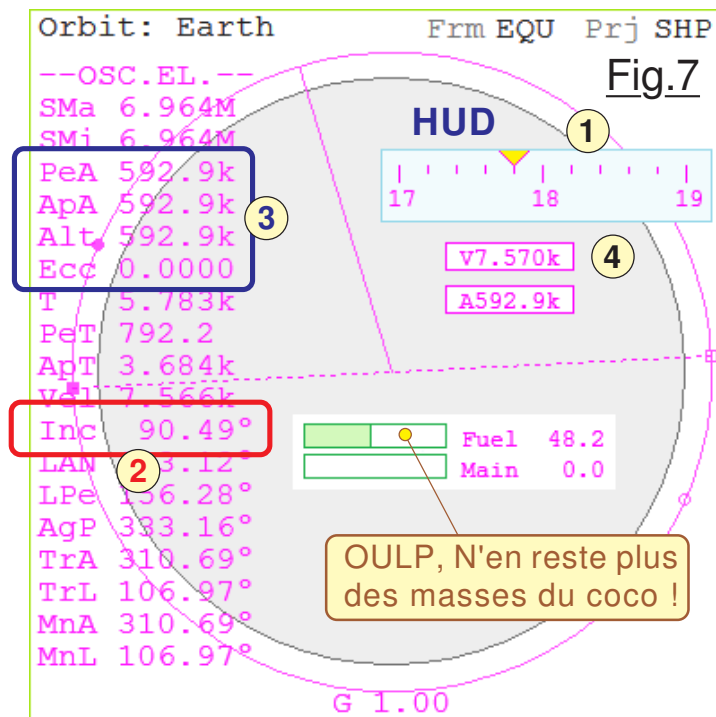


ramené à -30° sous l'horizon, précisément pour ralentir l'augmentation du périgée à la faveur du vecteur vitesse qui doit maintenant rester relativement proche de --00-- mais augmenter en grandeur. Sur **Map** MFD en **5** on voit notre trajectoire se construire. J'ai colorié en noir la trace au sol du plan orbital actuel pour mieux la mettre en évidence. On se trouve actuellement à la verticale du point **6**. En **7** la jauge de carburant diminue de façon dramatique. C'est qu'ils sont gourmands en **Fuel** les moteurs du DG ! Dès qu'**ApA** avoisine les 600 km prévus, frapper sur * **num** pour couper les moteurs. On se trouve en fin de phase de lancement montrée en **1** sur le plan de vol donné Fig.1 sur la page 3. Durant ce vol balistique vers l'apogée, déployer les radiateurs avec la touche **D**. Couper le fonctionnement des plans atmosphériques devenus inutiles avec l'inverseur **AF CTRL** à placer sur la position **OFF**. Mettre de l'ordre à bord et passer en revue tous les systèmes pour s'assurer que la mission peut être poursuivie.

Une fois arrivé à l'apogée en **2** du plan de vol, poussée en mode **PRO GRD** pour circulariser l'orbite. Terminer cette manœuvre en accélération temporelle **0.1x** et utiliser les RCS pour affiner un **Ecc** à une valeur nulle. La Fig.7 résume la configuration orbitale qu'il importe de commenter à ce stade de la mission. En **1** l'extrait du HUD montre qu'en fin de poussée ascensionnelle nous avons diminué le Cap à 178° , car la valeur de **Inc** était supérieure aux 90° espérés. Cette correction s'est révélée trop tardive puisque le plan orbital final en **2** est à 90.49° ce qui va imposer une manœuvre de correction. Ceci dit 0.49° de décalage n'est pas du tout dramatique, c'est assez bien finalement. En **3** c'est une belle réussite, l'orbite est parfaitement circulaire et la différence d'altitude par rapport à ce que nous avons fixé arbitrairement se réduit à 6,1 Km ce qui traduit un bon lacement. On peut poursuivre sereinement la mission. Notez que la vitesse orbitale affichée en **4** est de 7.57 k m/s alors que le programme **Azimuth-1.5.exe** prédisait la valeur de **7569 m/s**. Pas mal comme fiabilité ce calculateur d'azimut ... j'achète !

PRENDRE LA BANDE !

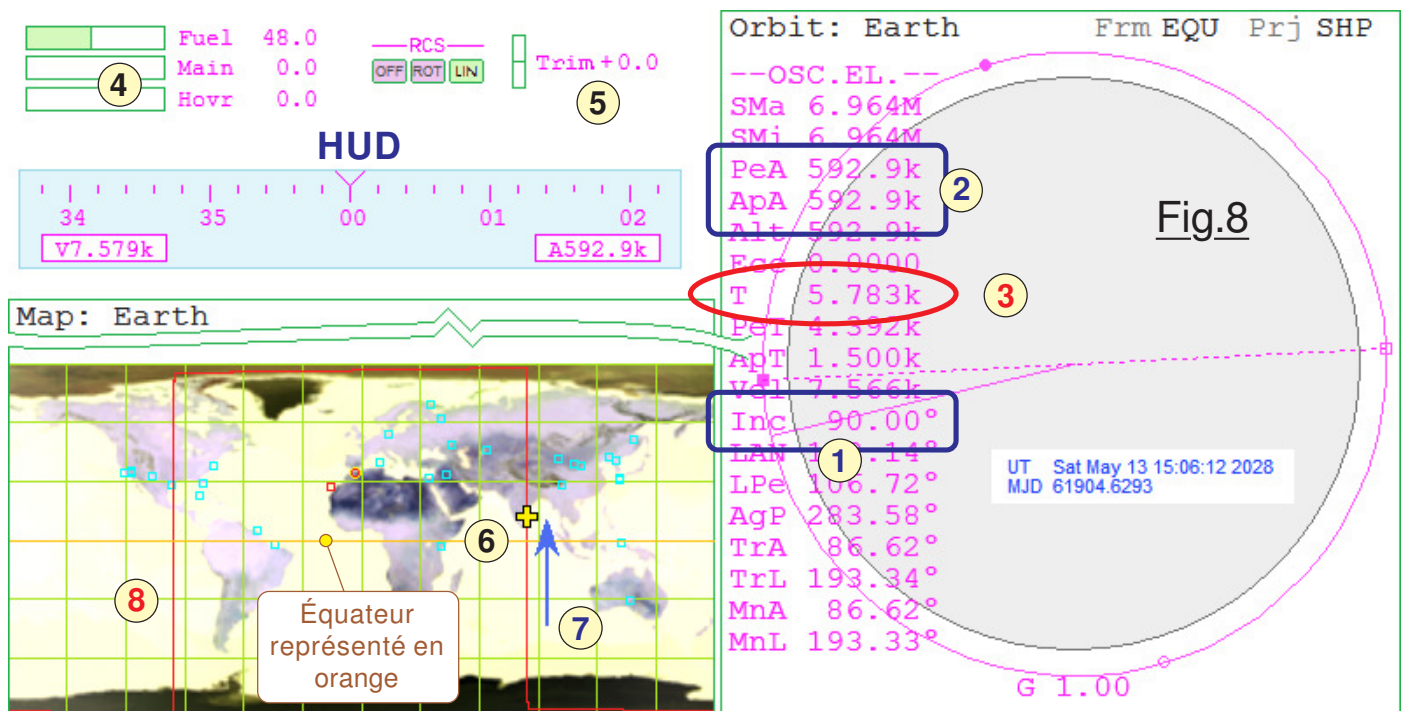
Vous pouvez constater sur **Map MFD** (De votre écran) que la trace au sol ne va pas jusqu'en haut de la carte. Les conditions du défi ne sont pas remplies. Nous savons que pour respecter celle-ci il faut impérativement une orbite qui passe exactement par les pôles géographiques terrestres. En résumé, il faut aligner le plan orbital pour une $Inc = 90^\circ$. Commencer par attendre le premier nœud rencontré. Passer en **NML** et ramener à exactement 90° la valeur de l'inclinaison orbitale en utilisant au maximum les RCS en mode **LIN**. Ils ne consomment pas sur le réservoir **Fuel**. C'est du gratos ... tout bon pour le score du défi ! Par usage des diverses commandes du pavé numérique, toujours avec les RCS en mode translation parfaite la circularisation, car elle sera dégradée une fois le plan correctement orienté.



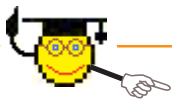
L'orbite polaire basse de 600 Km d'altitude et parfaitement circulaire à ce stade de la mission et résumée sur la Fig.8 dans laquelle la trajectoire tracée sur **Map MFD** est devenue étrangement "carrée".

En page 15 du DÉFI 2 j'avais écrit : On vérifie que notre trajectoire est "une courbe carrée" parfaitement verticale et horizontale. Cette trace est typique d'une orbite polaire. Mais je n'avais ni expliqué, ni démontré cette affirmation péremptoire. Ce tutoriel va me permettre d'aborder en détail cette particularité.

Mais avant de s'engager une fois de plus dans des explications fumeuses et soporifiques, examinons les données présentes sur le montage de la figure ci-dessous :



La première donnée pertinente en **1** confirme une orbite parfaitement polaire avec $Inc = 90^\circ$. En **2** on vérifie la parfaite circularité de l'orbite, encore que ce critère n'est pas d'une importance capitale. Par contre notre altitude est bien trop faible pour une orbite géosynchrone, la période **T** en **3** est bien trop faible et ne correspond pas à la durée de 86164 secondes du jour sidéral. En **4** le réservoir a perdu 0,2% de carburant, preuve que pour orienter le plan nous avons trop utilisé **Main**, et pas assez les RCS. Vous pouvez facilement faire mieux. En **5** on voit que la consigne donnée dans le tableau de la page 5 pour l'altitude de 178 k a été correctement suivie. En **6** nous venons de dépasser le nœud montant, nous circulons du "bas vers le haut" comme représenté par la flèche bleue en **7**. Il reste maintenant à commenter la forme étrange de la trace **8** du plan orbital mise en évidence sur la Fig.8 par coloriage en rouge.



POUR CEUX QUI SE POSENT DES QUESTIONS :

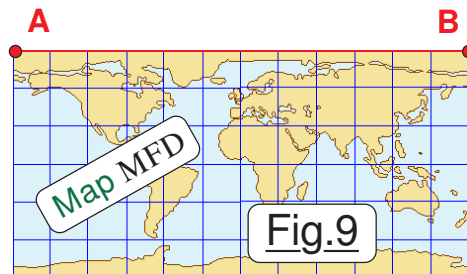
Encore ! Mais le Nulentout il en a déjà causé à la page 4 du DÉFI 2 sur la Fig.6 même qu'il avait évoqué les "projections Mercator". Maintenant on sait tout, ya plus besoin d'en rajouter une couche ! Le coup du papier que l'on déroule ... on a déjà donné nous les lecteurs attentifs.

Arf arf arf, je me doutais bien que vous alliez rouspétancer un peu, mais pour vous convaincre de l'utilité du chapitre qui va suivre voici une petite question à laquelle vous allez répondre facilement :

Que représente la ligne rouge située entre les deux points particulier **A** et **B** sur la Fig.9 ci-contre ? Fastoche non ?

Réponse : Un point et un seul ! Un minuscule petit point.

Boudiou, va pas bien en ce moment le Nulentout, raconter qu'un segment de droite représente un point et un seul, faut rapidos qu'il retourne en petite classe pour revoir ses bases en géométrie ! *Bon, je vois bien qu'il faut que je me justifie.*



REDISTRIBUTION DES CARTES.

Considérons la Fig.10 qui une fois de plus représente notre bonne vieille Terre avec ses méridiens et ses parallèles. La cartographie, c'est la quadrature du cercle, mais en 3D : On veut représenter une surface sphérique complètement ratatinée sur un plan. La première approche va consister à remplacer les "carreaux" sphériques par des facettes planes. Dans ce but, les méridiens et les parallèles qui sont des cercles sont transformés en polygones réguliers comme ceux repérés par **1** pour l'équateur et sur deux parallèles par exemple. On va ensuite dérouler tranche par tranche les "fuseaux horaires" **3** constitués de trapèzes plans pour les rendre entièrement plats par des rotations telles que celles représentées avec les flèches rouges **2**. Vous savez tous que sur Map MFD le repérage de la carte est réalisé par un quadrillage de carrés de 30° angulaires dans les deux directions. (Fig.12)

On va procéder de façon identique sur nos tranches terrestres. Puis, leur nombre étant ramené à douze avec six éléments "verticaux" sur chacune, on va ensuite les dérouler comme montré sur la Fig.11 par les deux flèches vertes. Notre pelure terrestre devient entièrement plate et peut

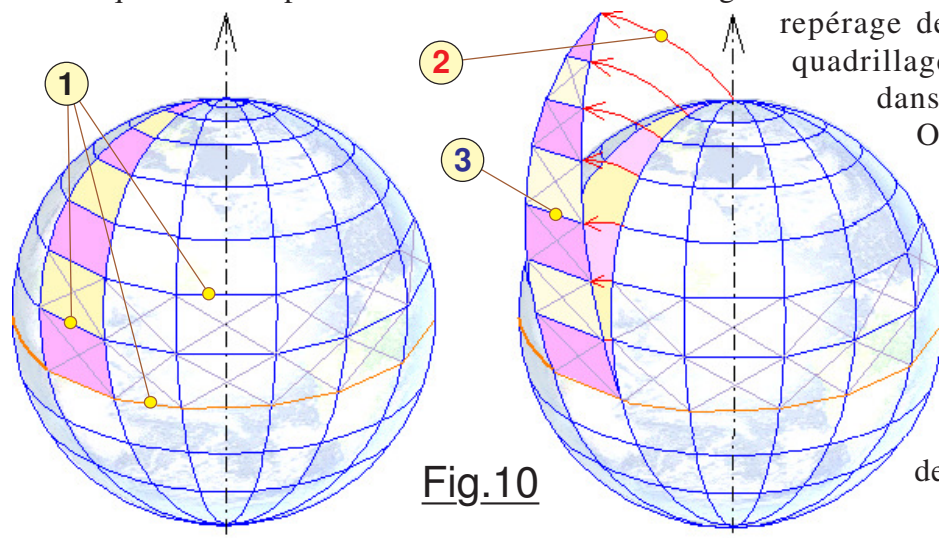


Fig.10

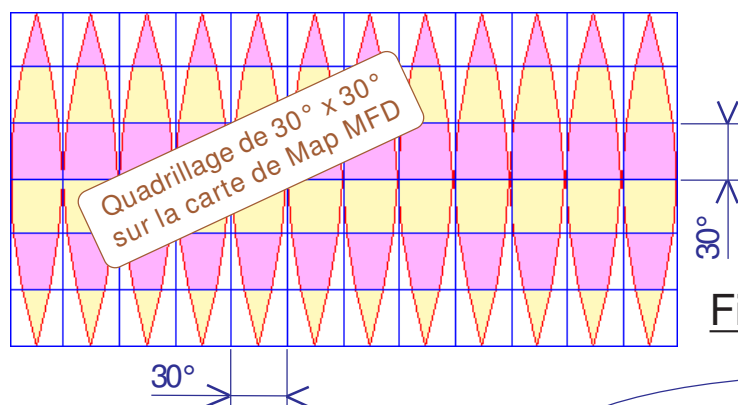


Fig.12

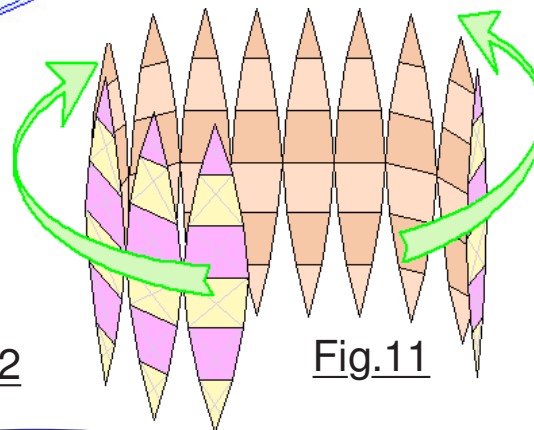


Fig.11

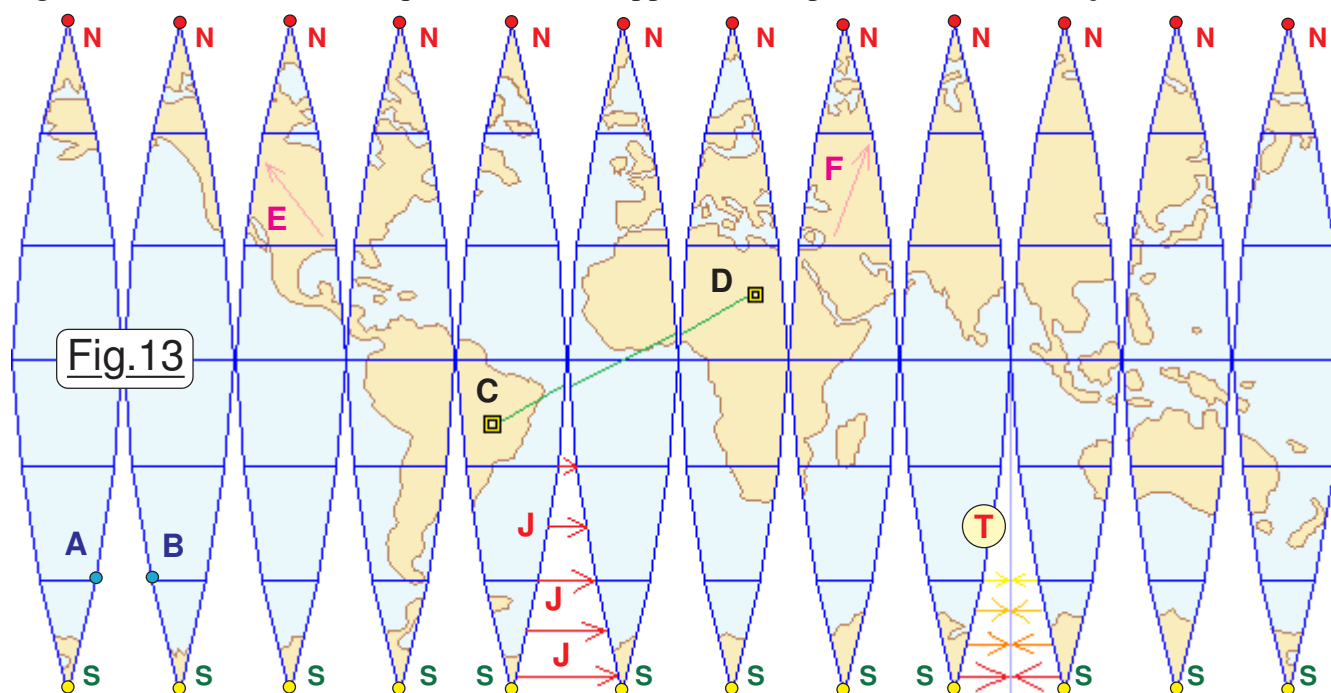
enfin être représentée sur une feuille de papier ou sur un écran d'ordinateur.
Reste à y tracer les continents.

Ben mô môa, avec cette histoires de point qui se représente avec une droite **A B**, le Nulentout il m'a fait chopper un 5 en math à l'école. Chuis pas content du tout.



LES REPRÉSENTATIONS CARTOGRAPHIQUES.

Réaliser une carte plane engendre forcément des compromis. À partir du moment où l'on représente à plat ce qui est sphérique, notre dessin est obligatoirement déformé. On va choisir une anamorphose qui fonction de l'utilisation envisagée pour la carte va fausser le moins possible les distances, les angles, l'aspect visuel etc. Une carte basée sur le "dépliage" représenté en Fig.12 serait la moins faussée et les formes représentées sont les plus proches des contours réels des continents. La Fig.13 donne une idée de ce que serait une mappemonde représentée de cette façon.

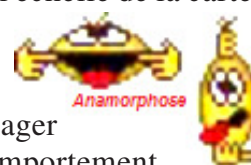


C'est de loin la technique qui conduit aux cartes les moins faussées, tant du point de vue de la mesure des distances que de celui de l'évaluation des angles. Par exemple, si on détermine le chemin à couvrir pour joindre la ville située en **C** à celle sise en **D**, la longueur tracée en vert corrigée de l'échelle de la carte sera bien plus exacte que sur les planisphères rectangulaires. Par ailleurs, il en est de même si on mesure un cap tel que celui de **E** ou de **F** par rapport au méridien central de la zone concernée. Plus une carte rectangulaire couvre une zone vaste, plus les évaluations de distances et d'angles ou de caps sont incertaines. (C'est la raison pour laquelle les cartes à grande échelle sont "justes")

Finalement, bien qu'une carte du type de celle de la Fig.13 reste la plus précise, ce n'est pourtant pratiquement jamais cette solution de représentation qui est privilégiée. Pourquoi donc ?

Parce que notre cerveau ne peut accepter certaines évidences. Par exemple que tous les petits cercles rouges **N** constituent en fait un seul et même point : Le pôle Nord. Pareillement pour les cercles jaunes **S** qui dans la réalité "fusionnent" au pôle Sud. Il faut en outre assimiler le fait que des points tels que **A** et **B** sont confondus sur le géoïde. Le plus délicat pour notre mental, c'est l'acceptation du fait que les flancs latéraux de nos fuseaux sont confondus, les flèches rouges **J** sur la Fig.13 traduisant la jonction virtuelle à laquelle devrait se plier notre regard pour interpréter correctement une carte.

Trop indigeste. Pour satisfaire notre psychologie, la cartographie va ajouter à nos facettes aplaties déjà légèrement torturées une autre transformation abominable **T** : On étire horizontalement les fuseaux pour "combler le vide". Notez qu'à l'Équateur la déformation est nulle, mais plus on s'éloigne vers les pôles, plus le visage de notre globe fait la grimace. Alors ce fidèle Map MFD est faux ? Oui, complètement pour la mesure des angles et des distances. Pas la peine de donner l'échelle de la carte, elle ne servirait à rien. Rassurez-vous, toutes les informations fournies par Orbiter sont issues de la trigonométrie sphériques et sont extrêmement précises ... Oufffff !



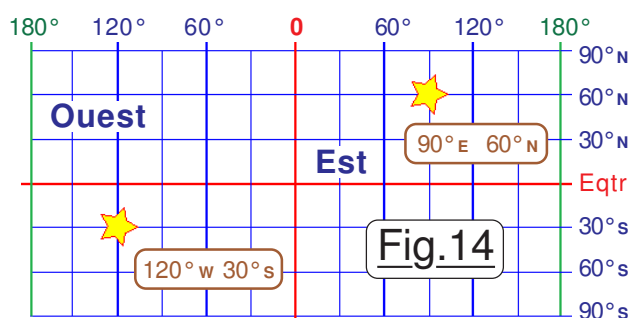
Les bases de la représentation cartographique étant assimilées, nous pouvons envisager sérieusement l'interprétation précise de Map MFD et l'analyse détaillée de son comportement.

CE QUE MONTRE Map MFD DANS ORBITER.

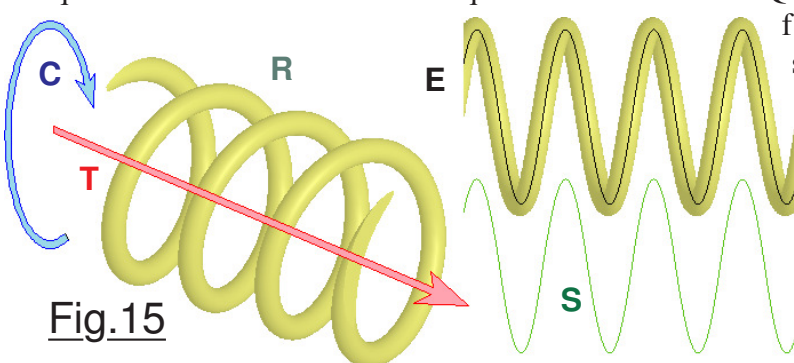
Globalement son interprétation est aisée et les déformations inacceptables vers les pôles sont tout compte fait totalement tolérées, au point que nous n'y prêtons pas attention ... question d'habitude. Les continents étirés comme des élastiques remplissent le fond d'écran de la carte en cherchant à faire coïncider leurs frontières avec les coordonnées de la grille. Le programme quand à lui va se contenter de tracer sur cette carte les divers éléments en utilisant leurs coordonnées sphériques pour les positionner en coordonnées cartésiennes. (Ou rectangulaires si vous préférez) Nous pratiquons ce genre de localisation depuis toujours, notamment quand petits nous jouions à la bataille navale :

B 3 ... ISS touchée C 5 ... MIR coulée

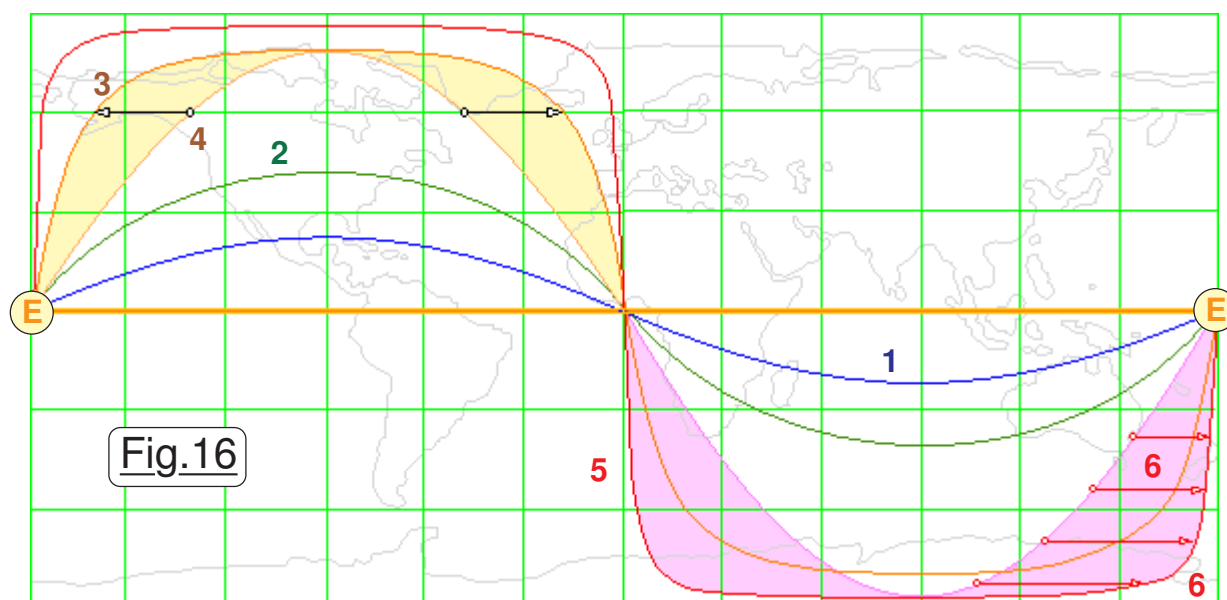
Le programme représente le rayon position du vaisseau ou la trace au sol du plan orbital en plaçant les divers points de ces éléments dans le système de coordonnées représenté sur la Fig.14 contenant deux exemples. Pour dessiner une courbe il suffit d'en représenter les "points pixels" contigus.



Observons sur la Fig.15 un objet quelconque qui tourne sans fin en parcourant le cercle **C**. Supposons que simultanément il se déplace en translation **T**. La combinaison des deux donne par définition une hélice de révolution. Un ressort **R** est assez représentatif d'une telle géométrie. Si on observe ce ressort (Donc notre hélice de révolution) de côté, en élévation **E**, la courbe devient ce que l'on nomme en mathématiques une sinusoïde **S**. Quel est le rapport avec Map MFD ? Pour faire le lien, il suffit de penser à **PlicPloc** sur son orbite polaire. Il tourne sans fin sur un cercle. Mais la Terre tourne dans l'univers, donc le plan orbital du DG se décale régulièrement dans la direction horizontale sur la carte.



CONCLUSION : Un vaisseau en orbite devrait tracer sur la carte de Map MFD une sinusoïde. Mais les distorsions par étirement résultant de l'anamorphose vont déformer cette sinusoïde théorique, et ce d'autant plus que le plan orbital se rapprochera des pôles. Examinons sur la Fig.16 quelques cas classiques avant d'aborder la particularité des orbites polaires. Quand le plan orbital est équatorial, il est vu comme une droite **E** tracée en orange. La sinusoïde n'est pas du tout déformée, mais de hauteur nulle. L'orbite **1** est

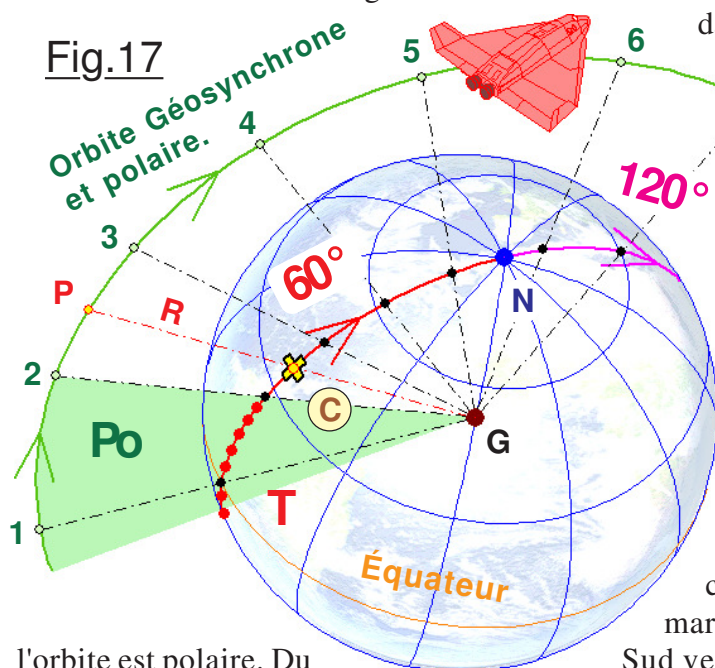


faiblement inclinée, son éloignement de l'équateur reste faible. La distorsion de la courbe mathématique n'est pas du tout visible. Sa copine **2** est déjà plus penchée sur l'équateur, et les sommets sont plus arrondis, plus plats que sur une sinusoïde pure. La trajectoire **3** tracée en orange monte déjà jusqu'à la latitude de 80° . Les vecteurs **4-3** tracés en noir mettent en évidence l'écartement latéral à 60° de latitude. La surface jaune montre la distorsion totale en comparaison d'une sinusoïde pure d'amplitude identique. L'orbite **5** de trace rouge est presque polaire, elle devient de plus en plus étirée. La zone rose précise la dégradation de forme sur une demi-période. Les vecteurs rouges **6** en bas à droite indiquent l'étalement en fonction de l'éloignement à l'équateur.

CAS SUR Map MFD DES ORBITES POLAIRES.

Comme tous les cas limites, il engendre un comportement singulier dont l'observation à l'écran peut s'avérer déroutant pour l'observateur, et déstabilisant pour l'informatique. Pour comprendre comment **Map** MFD gère cette situation spéciale, il faut au préalable revenir à la sphère dans l'espace tridimensionnel. Sur la Fig.17 ci-dessous **PlicPloc** décrit la trajectoire verte d'orientation immobile

Fig.17



dans l'Univers et passe régulièrement par les points
 tels que **1** à **7**. Orbiter détermine les
 caractéristiques du plan orbital **Po** et peut
 alors représenter sa Trace sur **Map MFD**
 en fonction des coordonnées de l'ensemble
 des points **T**. Le DG se trouvant en un point tel
 que **P**, le programme détermine alors le rayon
 position **R** et trace la petite croix blanche **C** sur
 la carte. Supposons que le plan **Po** soit
 confondu avec le méridien **60°** par exemple.

Premiers cas : TRK activé sur MAP.

Le vaisseau est constamment centré latéralement dans le cadre graphique du MFD. Comme la Terre tourne par rapport à l'univers, la carte graphique défile sous **PlicPloc** comme montré sur la Fig.18 par la grande flèche

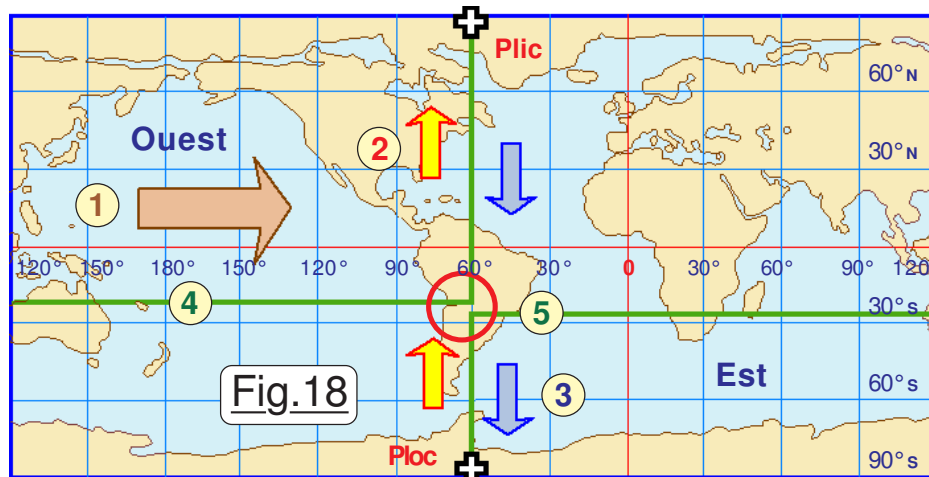
marron **1**. Le DG se déplace "verticalement" puis-
d vers le Nord en **2** puis, "ricochant sur la bande de

l'orbite est polaire. Du Sud vers le Nord en **2** puis, "ricoché sur notre billard", il repart du Nord vers le Sud en **3** pour une sarabande sans fin.

Que représentent la ligne horizontale **4** ainsi que le "croisement" étrange en **5** ?

Pour simplifier on va accepter le terme de "Panique informatique". Le simulateur se trouve dans un cas limite, avec certaines valeurs de calcul qui confinent aux "hors limites" des représentations binaires. Du coup, une coordonné se retrouve loin loin loin du cadre, et **Map** MFD cherche vainement à placer le pixel dans le cadre imparti. Il ne faut donc pas tenir compte du tracé horizontal qui n'a pas de signification astronautique. N'oubliez-pas que l'on vient de franchir une barrière spatio-temporelle et qu'un simple point est devenu toute une ligne, alors qu'un segment de droite représente un seul point,

que les distances n'ont plus cours et que les angles ont un penchant erroné. En bref ... nous avons trop tiré sur l'élastique, rien ne va plus !!!

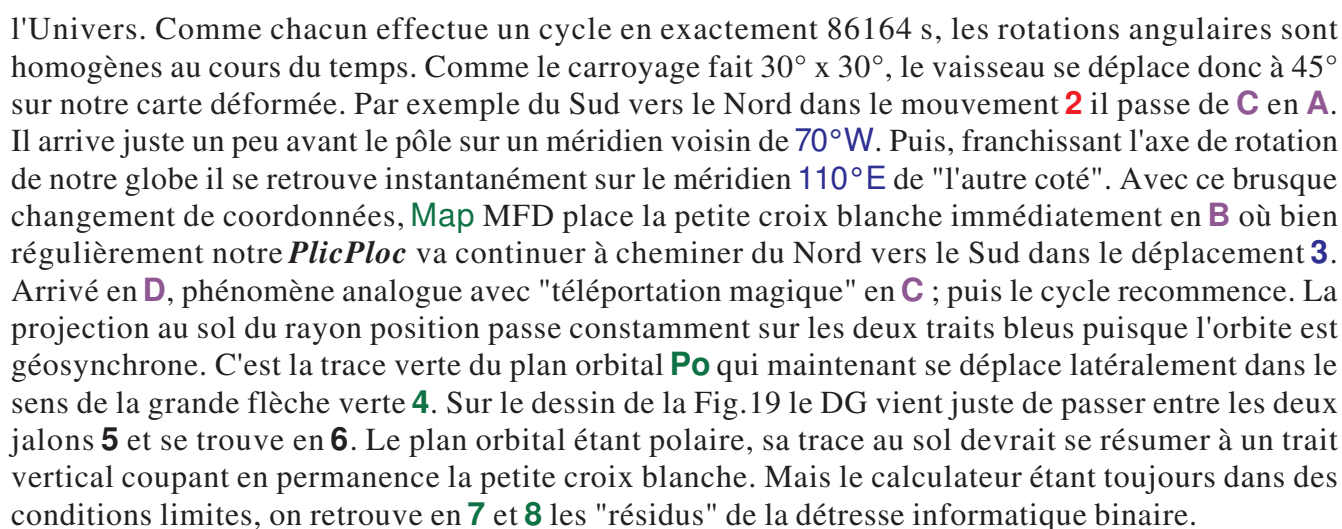


Ben en haut le Nulentout il avait marqué que c'était la FIN et ça ne rentre pas tout et il faut une page de plus c'est un mensonge tout ça pour cacher qu'une page de plus il fallait alors mômâda je ne suis pas content car je croyais que c'était tout et pi non pas encore c'est pas du jeu ce billard c'est de la tromperie même que je vais faire une pétition qu'elle ne rentrera pas dans cinq pages tellement y va y avoir des mécontents qu'il l'aura bien cherché.

—NA!



En **1** les continents et les coordonnées cartésiennes ne se déplacent plus et conservent le cadrage que nous leur avons imposé. Le DG se déplace du Sud vers le Nord en **2** et du Nord vers le Sud en **3** mais cette fois il y a combinaison de son déplacement orbital "vertical" avec la rotation terrestre dans



Réponse .../...

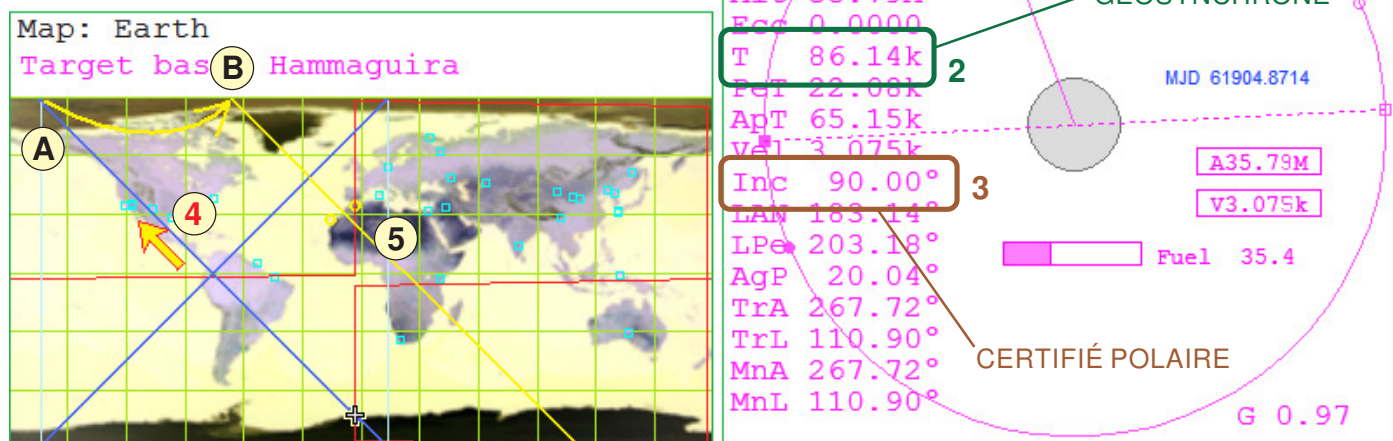


Savez-vous quel est l'avantage de la roue triangulaire par rapport à la roue carrée ?



La trace au sol du cheminement de notre vaisseau décrit en permanence les diagonales d'un carré hachuré en rose sur la Fig.19 limité aux points **A**, **B**, **C** et **D**. La diagonale "montante" passe à chaque cycle entre les deux poteaux virtuels **Hammaguira** et **Gran Canaria**.

Maintenant que nous avons pris du recul sur l'interprétation de **Map MFD**, il est temps de prendre de la hauteur (Sur notre orbite !) et de passer à la phase d'éjection **T** pour passer en **orbite de transfert** de la phase suivante dans le plan de vol Fig.1 de la page 3. Notre orbite d'attente étant circulaire on peut exécuter la poussée en un point **3** quelconque, et comme il se doit en mode **PRO GRD** pour agrandir l'ellipse. Aucune raison d'attendre : Mise à feu immédiate et surveiller la valeur de **ApA** pour ajuster l'apogée à l'ampleur de **35.79M**, manœuvre qui nous laisse 40.1% de **Fuel**. Pensez à couper l'automatisme **PRO GRD**. Il faut alors surveiller la montée en altitude, car quelques minutes avant d'atteindre le point **4** du plan de vol on va réorienter **PlicPloc** pour une poussée vers l'avant, mais vous savez faire. Quand **Apt** affiche environ quarante secondes, poussée de circularisation pour passer en Géosynchrone. Il nous reste 35.4% de **Fuel**. Le montage de la Fig.20 représente la configuration exacte de notre orbite en fin de poussée de circularisation **C**. Les valeurs **1** nous assurent que l'orbite est parfaitement circulaire, alors que la période **2** démontre la Géosynchronisation. Enfin en



3 on vérifie que le plan orbital **Po** est exactement polaire : On a gagné !!!

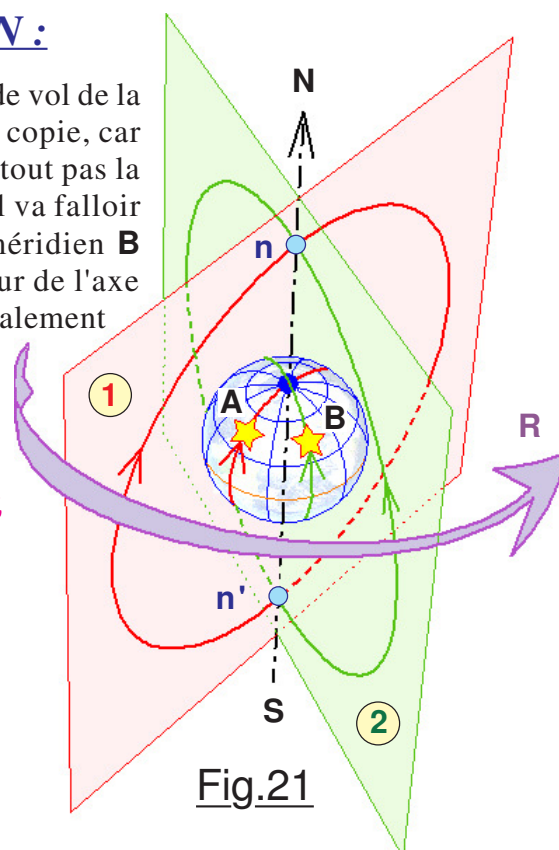
Ben non, la voie "montante" **4** ne passe pas du tout entre les jalons **5**. Gnarf gnarf gnarf ! 

Sur la carte, la trace au sol de l'orbite est coloriée en rouge, et en bleu clair on remarque la zone dans laquelle on trouvera **PlicPloc** et en bleu foncé les diagonales sur lesquelles il chemine.

SYNCHRONISER LA SYNCHRONISATION :

C'est l'étape mentionnée dans la page de droite du plan de vol de la page 3. **TOP SECRET !** En effet, cachez bien votre copie, car c'est la partie qui demande un peu de réflexion, il ne faut surtout pas la divulguer aux barbus. Vous avez certainement compris qu'il va falloir décaler le point de passage à la latitude des jalons **A** au méridien **B** de ces derniers faisant tourner le plan orbital initial **1** autour de l'axe Nord / Sud par la rotation **R** pour l'amener en **2**. Vous avez également saisi le fait que le bon moment pour orienter le plan orbital **Po** c'est au passage d'un nœud **n** ou **n'**, c'est à dire quand on survole un pôle. On se placera naturellement en **NML +** ou en

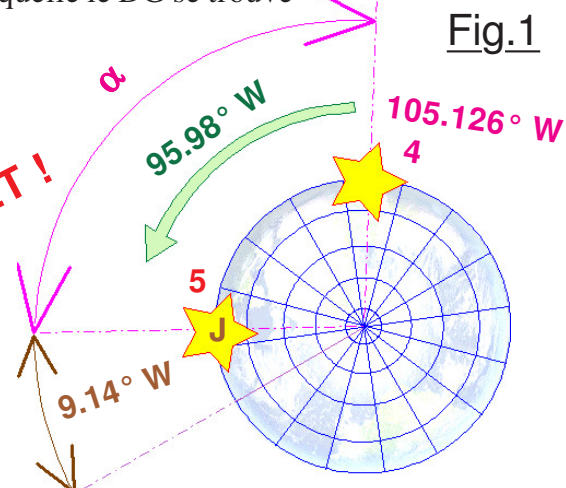
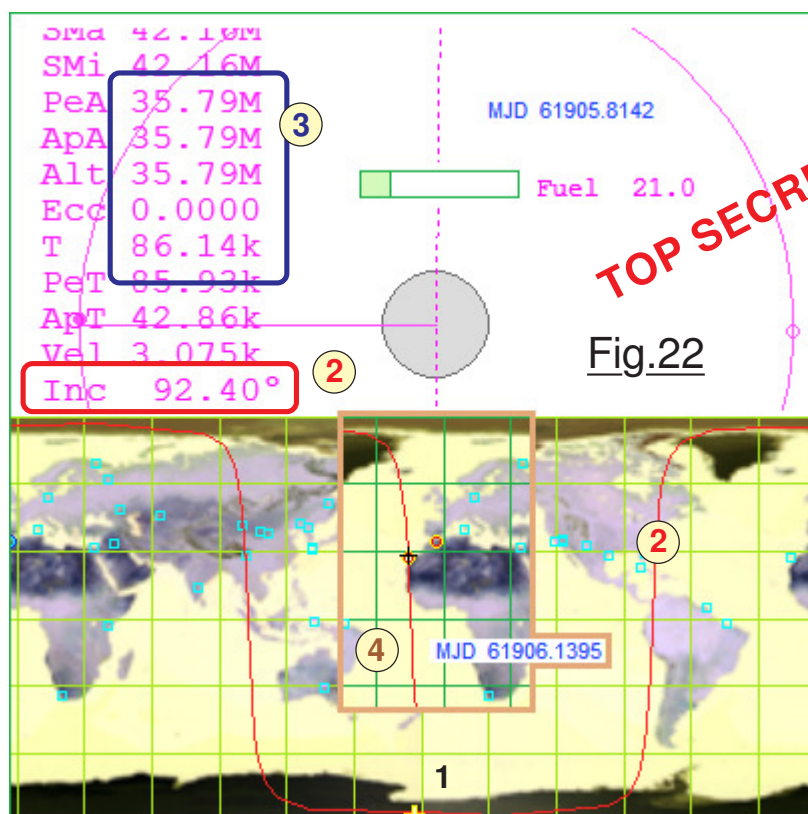
NML -. La difficulté, c'est de déterminer l'angle de rotation α (Fig.1 page 3) à imposer au plan pour qu'il passe de **1** en **2**.



COMMENT MARQUER NOTRE BUT ?

Exactement comme pour les autres défis. Observer finement le déroulement du film, en déduire les grandes lignes du scénario et en extraire des conclusions. En observant avec attention le cheminement actuel du DG, on constate que lorsqu'il passe à la latitude du jalon central **J** en **5**, soit 9.14° W , le vaisseau se trouve en **4** au méridien $105.126^{\circ} \text{ W}$ lu sur **Surface MFD**. Soit un décalage α de 95.98° dont il faudra faire tourner le plan orbital. Si on est au pôle Nord la poussée sera effectuée en **NML +**, quand à ce vol d'essai, je n'ai pas attendu. Mon premier passage sur l'axe de rotation terrestre s'est produit au pôle Sud où **PlicPloc** à manœuvré en **NML -**. L'orbite se déforme, aussi on complète par une poussée pour recirculariser. La Fig.22 sur laquelle le DG se trouve

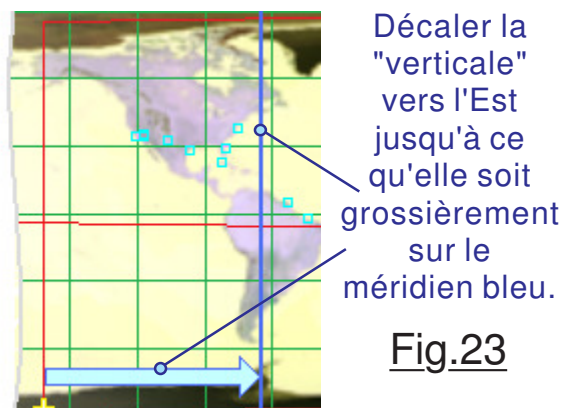
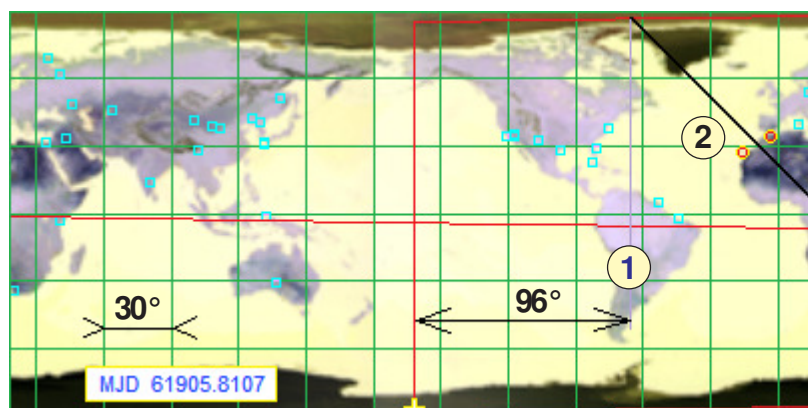
Hammaguiria	3.08° W	34° N
Gran Canaria	15.20° W	27.60° N
Moyenne	9.14° W	30.8° N



en **1** montre le résultat obtenu. La trace au sol **2** est coloriée en rouge, on voit bien qu'elle n'est plus tout à fait polaire. En **3** les données confirment que l'orbite est toujours géosynchrone et circulaire. Si on laisse le temps s'écouler sans rien faire, on constate que cette fois le vaisseau passe entre les deux jalons comme montré dans l'encadré **4** en surcharge sur la figure 22.

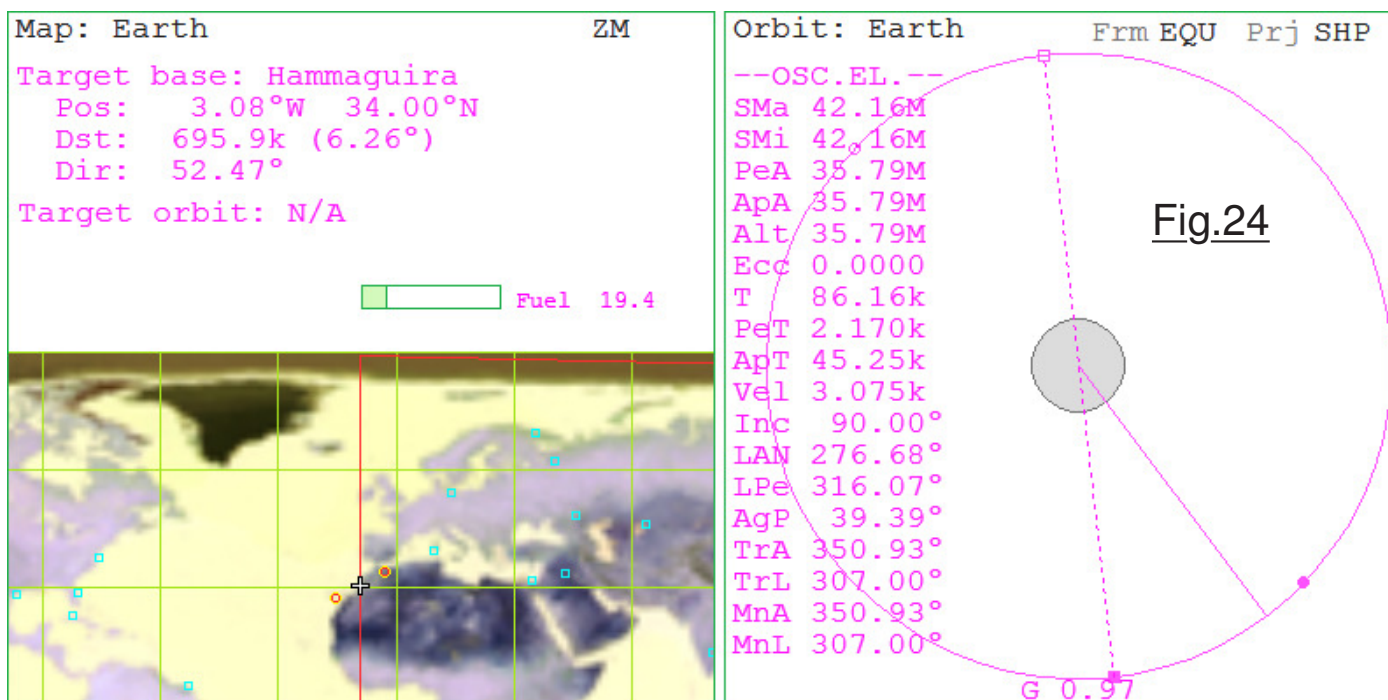
Aide aux débutants pour effectuer la manœuvre.

Techniquement, ce que l'on désire c'est faire tourner le plan vers l'Est et de 96° environ. Comment s'y prendre ? Ce n'est tout compte fait pas la mer à glouglouter. La Fig.23 présente le bon moment quand notre appareil est au pôle sud. Pour décaler vers l'Est il suffit de pousser en **NML -** ce qui peut parfaitement se déterminer expérimentalement si le raisonnement ne vous y conduit pas directement. Pour l'angle, nous savons que chaque petit carré fait 30° de coté. Comme il faut faire tourner le plan de 96° , il suffit de faire translater la représentation verticale de l'orbite de trois carrés plus un tiers. On voit sur la carte que le méridien cible à viser se trouve en **1**, alors que l'orbite " montante à 45° " se trouvera sur le trait noir **2**. Finalement c'est de la géométrie simple. Vive **Map MFD** qui sert à surveiller cette manœuvre.



FIN DE LA MISSION.

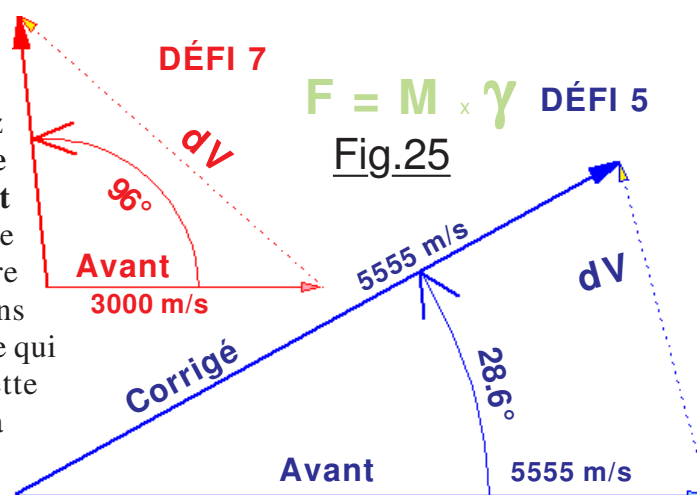
L'orbite est pratiquement conforme à celle désirée dans le plan de mission, mis à part le fait que **Inc** fait un peu de la résistance. Il nous fait une petite poussée de température à 92.4° qu'il faut ramener à l'angle droit. Pas besoin d'en tartiner des pages. On attend le nœud montant puis on pousse en **NML +**. Quand la valeur d'**Inc** est exactement de 90° on coupe les moteurs et **TOP CHRONO** pour valider les scores. Du grand classique, je vous laisse faire cette manœuvre d'une banalité terne et sans saveur ... de la routine maintenant. Il nous reste 20.5 % de **Fuel**, largement de quoi rentrer sur le plancher des vaches. Comme je n'aime pas trop les compromis, j'ai personnellement validé la solution décrite, mais pour le plaisir, j'ai effectué une deuxième correction de plan au pôle pour faire passer **PliePloc** exactement au centre de la ligne d'arrivée comme montré sur la Fig.24 qui montre que 1.1% de carburant est nécessaire.



Par rapport au défi c'est du luxe, et non indispensable. Mais pour le plaisir des yeux c'est bien agréable de voir passer notre mobile exactement entre les poteaux à chaque cycle. Une fois le freinage de décrochage d'orbite effectué, il reste encore 9.9% de réserve énergétique, largement de quoi corriger une mauvaise approche atmosphérique et poser bien dans l'axe sur la piste. Que du bonheur.


DÉBRIEFING.

Rassurez-vous, un trois fois rien qui vous sera bien utile pour battre les copains. Vous savez tous que d'une façon générale, **effectuer le changement de l'inclinaison du plan orbital peut s'avérer très énergivore**. Pour optimiser cette manœuvre il serait certainement bienvenu d'en faire un bilan sur deux vols précédents. Par exemple dans le **DÉFI 5** nous avons fait tourner le plan de 28.6° ce qui avait pompé 12.5% dans les réservoirs. Pour cette mission du **DÉFI 7**, un changement de 96° n'a consommé que 14.4%, à peine plus ce qui est bien étrange. En fait, il suffit d'analyser un peu les conditions et cette apparente contradiction s'évapore. La Fig.25 résume la situation. Pour le **DÉFI 5** la poussée a été effectuée à une altitude relativement basse alors que la vitesse orbitale était de 5555m/s, le **dV** qui en résulte est proportionnel. Pour ce vol, la poussée est effectuée à 35790 Km de hauteur, et surtout la vitesse orbitale n'est que de 3000 m/s. On voit alors que **dV** n'est pas beaucoup plus important. Mais l'économie de carburant vient surtout de la façon dont est obtenue ce changement de vitesse. Il résulte d'une accélération provoquée durant un certain temps. Hors **la masse du vaisseau influence considérablement la durée de brulure** pour obtenir un **dV** avec des moteurs de poussée donnée. En

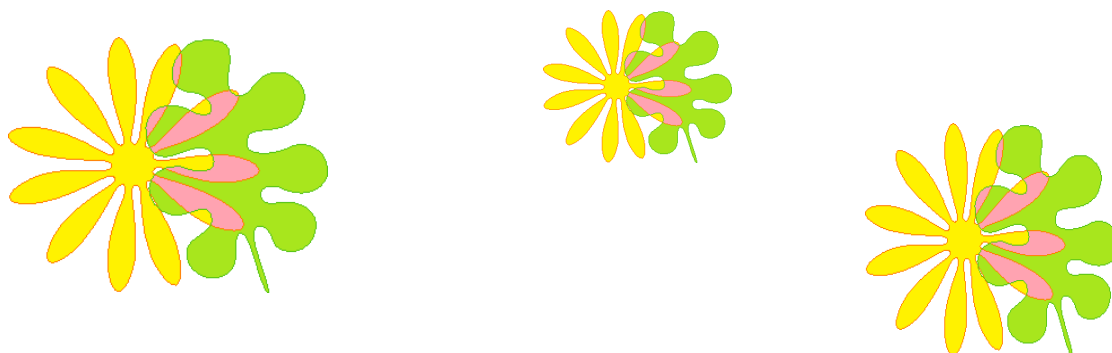


orbite haute, on a consommé pour monter à l'altitude de circularisation, le vaisseau s'est allégé d'autant. Conclusion :

Qu'on se le dise !

 Si la mission le permet, il est préférable d'effectuer les changements de plan en altitude élevée, voir après circularisation pour avoir le vaisseau le moins massif possible.

Encore un mauvais jeu de mots, mais je ne résiste pas : Avouez que ce tutoriel ... c'est du billard ! L'orbite à construire est assez particulière, elle se démarque un peu des lancements "classiques", d'où son charme singulier. Ceci dit, la relativité des mouvements entre satellites et planètes d'attraction laisse l'éventail ouvert à tout fantasme. Il n'y a qu'à regarder la course étrange que trace les corps du système solaire au cours des moins sur la voute étoilée pour s'en rendre compte. Alors, qui d'entre vous va nous sortir une trajectoire en pétales de marguerite ou en feuille de chêne ? Imaginer, imaginez, il en sortira forcément de l'originalité ...



BILAN DU VOL DE BASE SERVANT A L'ÉVALUATION :

- Durée pour le vol :
 $\approx 1,4704$ MJD
 ≈ 14704 s
 $\approx 0,17$ jours
- Bilan carburant :
 Consommé : 79.5%
 Restant : 20.5%

Phase du vol	MJD	Brulé	Fuel
Décollage.	61904.5834	0 %	100 %
Fin du lancement.	61904.6133	51.8 %	48.2 %
Orientation du plan.	61904.6293	0.2 %	48.0 %
Fin d'éjection.	61904.6488	7.9 %	40.1 %
Circularisation géosynchrone.	61904.8714	4.7 %	35.4 %
Rotation plan à environ 92°.	61905.8142	14.4 %	21.0 %
Solution acceptable. (1)	61906.0538	0.5 %	20.5 %

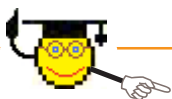


Môa môa ce HSI qui te dis que tu t'éloigne avec TO en rapprochement avec FROM c'est peut être tendance, mais je prétends que c'est Hautement Singulièrement un carré qui tourne pas rond.

Critères d'évaluation de votre performance de concurrent :

- Le **Temps de mission pour réaliser le positionnement**. Ce temps se mesure entre le moment ou vous activez la scène de départ 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.

(1) Par opposition à la solution de luxe, car deux solutions vous sont proposées dans mes scènes.



POUR CEUX QUI SE POSENT DES QUESTIONS :

Bien que d'une apparence simple et d'une utilisation aisée, l'ensemble OBS / HSI n'est pas toujours bien compris par les pilotes virtuels novices. En particulier, une information comme **FROM** / **TO** est trop souvent interprétée comme "Je vais vers la balise si l'appareil affiche **TO**", "je m'en éloigne si il indique **FROM**" ... c'est complètement faux ! Vous pouvez facilement vous éloigner de la balise alors que l'OBI affiche **TO**. (*Omni Bearing Indicator*) Du reste faites une expérience simple : Vous activez la scène **BILLARD PLANÉTAIRE.scn**. puis sur le MFD de gauche par exemple vous activez le HSI. Avec le bouton **NAV** sélectionner NAV2 sur le cadran de gauche. Puis avec le bouton **OB+** faire tourner la rose des caps. Bien que notre vaisseau soit immobile, donc soit il est dirigé vers la balise soit il est en cap d'éloignement, mais ne change pas de sens, vous allez voir l'information alterner entre **FROM** et **TO**. Le moment est peut être venu de clarifier les choses.

LA BALISE VOR. (*VHF Omnidirectionnal Radio*)

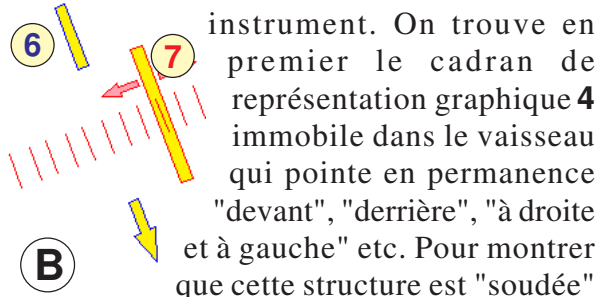
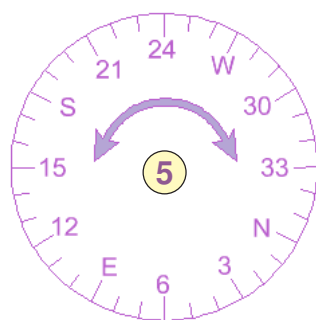
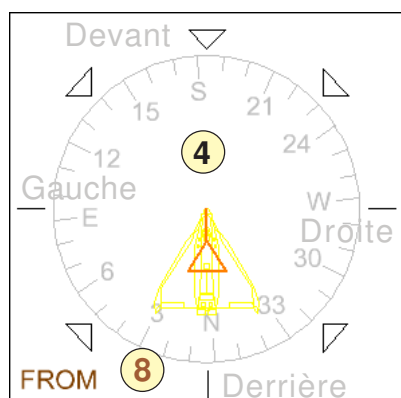
Comme symbolisé sur le dessin **A**, une balise VOR se comporte exactement comme un phare optique à secteurs qui rayonne dans toutes les directions. Les rayons nommés **Radiales** sont orientés par rapport au **nord magnétique local**. (*Ou Visual Omni Range*)

OBS. (*Omni Bearing Selector*)

C'est le bouton sur l'instrument de bord qui permet de sélectionner une radiale sur laquelle on veut rejoindre une balise qui sert généralement de point de passage l'ors d'un vol en aviation classique. Sur **HSI** MFD ce sont les boutons **OB+** et **OB-** qui permettent d'imposer la radiale ciblée.

HSI. (*Horizontal Situation Indicateor*)

Comme le précise son nom, c'est un instrument complet d'exploitation facile pour donner au pilote des informations sur la situation horizontale de son appareil. Par situation horizontale on entend : Orientation de la vitesse sol vue de dessus par rapport à une direction choisie avec l'OBS et position relative par rapport à la balise. Le dessin **B** "éparpille" les divers éléments fonctionnels d'un tel instrument.



symbolise ce dernier et son avant. En jaune j'ai ajouté notre DG pour illustrer ce détail. En **5** nous avons une rose des caps qui indique "en haut" (*Ou devant si vous préférez*) quelle est la direction actuelle de notre vecteur vitesse. Vous avez parfaitement saisi le fait que ce compas magnétique virtuel tourne par rapport à la structure **4**. Toutefois, avec la magie de l'informatique il présente une particularité très conviviale. Les graduations **5** tournent comme sur toute "boussole" qui se respecte, et avec elles évidemment, les valeurs des angles. Mais ces dernières ont la particularité de rester "horizontales" pour en faciliter la lecture. Par exemple **240°** est le Cap actuel en **5**, alors que dans le cadre **4** on a représenté en gris clair le compas pour une route hypothétique de **183°**. Les inscriptions numériques des caps sont toujours horizontales.

(Le compas virtuel du HSI est assez analogue au **conservateur de cap** gyroscopique bien connu situé sur les petits avions dont certains instruments de navigation sont encore de type mécanique)

En **6** nous trouvons l'aiguille qui tourne par rapport à la rose des caps **5** et indique la radiale ciblée que nous avons sélectionné avec l'OBS au moyen des boutons **OB+** et **OB-**. Dans le cas envisagé le cap désiré est de 40° . Une fois avoir sélectionné la radiale désirée, cette aiguille est "soudée" au compas virtuel et tourne avec lui. C'est simplement un **rappel visuel de la direction que l'on désire prendre**. Cette aiguille ne nous situe pas dans l'espace, elle ne nous positionne en rien par rapport à la balise, c'est juste une information sur "Cap que j'envisage". Du reste, dans ce défi, c'est uniquement cet aspect du vol qui nous concerne puisque seule l'orientation du lancement nous préoccupe. Pour nous positionner globalement par rapport au VOR, c'est la barre de tendance **7** qu'il faut prendre en compte. Elle se décale "latéralement" le long de l'échelle graduée rouge, cette échelle étant centrée et "soudée" sur la flèche **6**. Allez ... il est temps de réassembler ce HSI.

LE HSI RECONSTITUÉ.

La figure **C** ci-contre montre l'instrument de navigation entièrement reproduit dont l'information affichée émane de la condition de vol du vaisseau **3** montré sur le dessin **A**. Comme on peut le constater, l'appareil vole au 240° , il est parallèle à la radiale tracée en traits d'axes violets. Ce cap est confirmé par le compas en **5** ou éventuellement en haut de l'écran sur le HUD configuré en mode **SRFCE**.

CHOIX DE LA RADIALE AVEC L'OBS.

Le pilote a sélectionné la radiale 40° , l'aiguille **6** vient donc pointer cette valeur sur le gyroscope virtuel **5**.

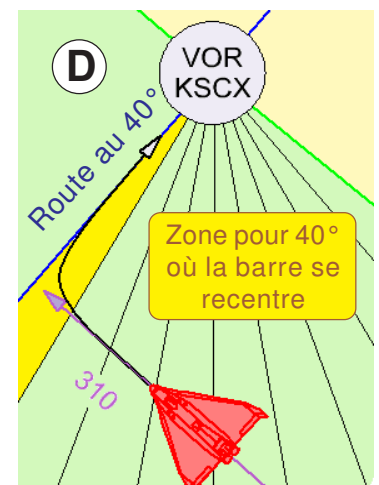
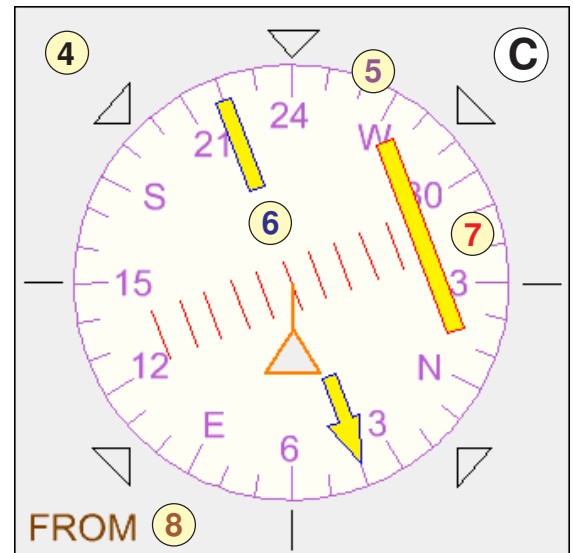
INTERPRÉTATION DU HSI. De façon évidente, on constate sur **C** que l'on tourne le dos au cap désiré qui actuellement se trouve derrière et à notre droite. Sur la balise KSCX ce choix de radiale 40° divise l'espace aérien en deux zones séparées par la frontière virtuelle **2** constituée des deux radiales vertes qui se trouvent à 90° de celle ciblée. Le coté qui se trouve vers la radiale visée et représenté en jaune pastel est par définition la zone **FROM**. Le coté opposé colorié en vert clair constitue par convention la zone **TO**. (Ces informations désignent des surfaces et non une orientation)

CONCLUSION : Les informations **FROM** et **TO** ne font que préciser de quel coté de la frontière **2** on se trouve et en aucun cas ne prétendent que l'on va vers la balise ou que l'on s'en éloigne.

La barre de tendance **7** est complètement en butée à droite. Le décalage indique de quel coté se trouve la radiale ciblée par rapport à l'axe longitudinal de l'aéronef. Plus on est proche de la radiale désirée, plus la barre de tendance se rapproche du centre. Chaque graduation représente un **décalage de radiale de 2°** . Dans cet exemple on est sur une radiale plus "loin" que la zone jaune sur **D**.

VOLER SUR UNE RADIALE POUR REJOINDRE UNE BALISE.

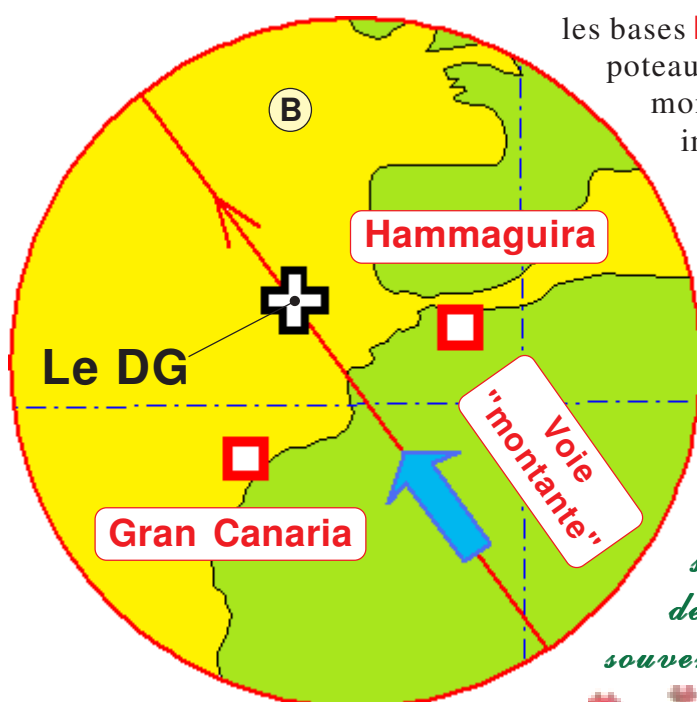
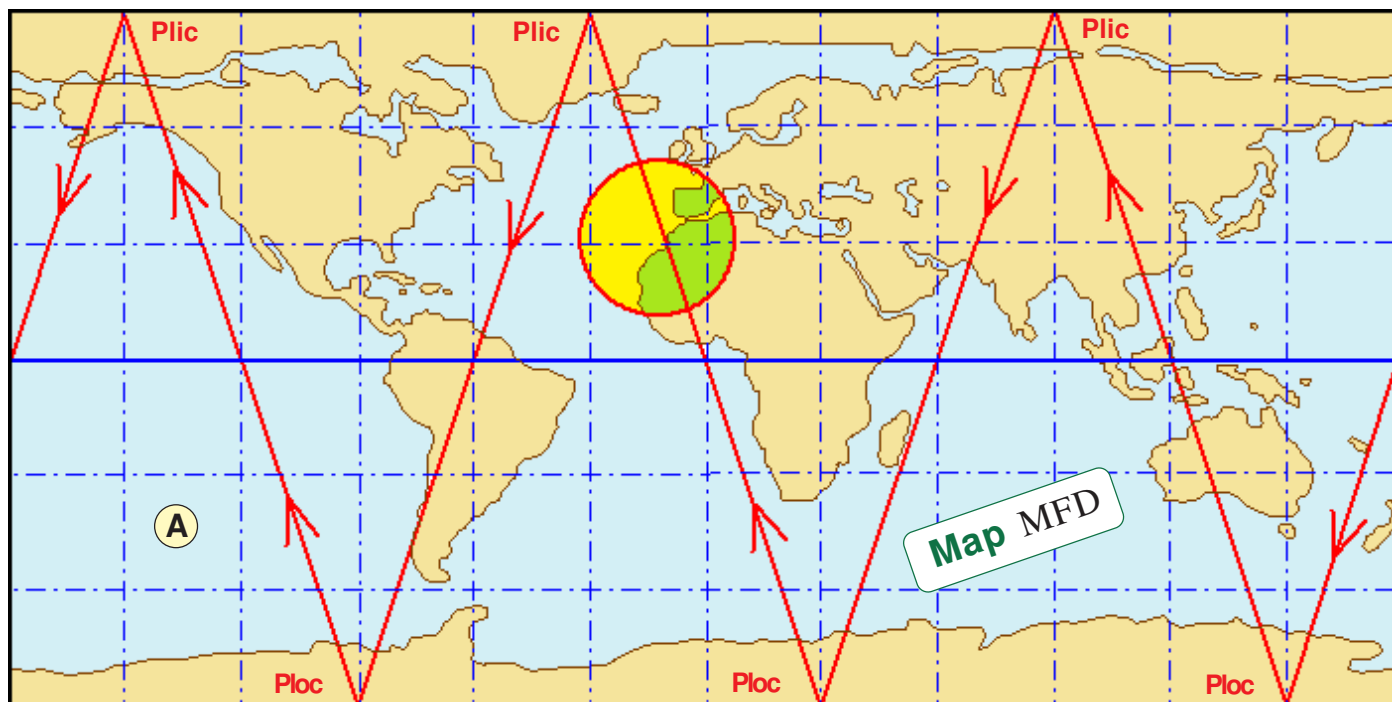
Aller directement vers un VOR n'est pas forcément la meilleure solution, par exemple des montagnes trop élevées font barrage. Sur les cartes aviation, le pilote a déterminé que la radiale 40° serait la plus appropriées. En première étape du cheminement on va chercher à la rejoindre au plus court. Il faut donc prendre un cap d'approche de 40° moins 90° soit une route au 310° . Comme on se rapproche de ce chemin virtuel, on arrive forcément sur des radiales angulairement plus proches. Du coup, la barre de tendance **7** va se "décoincer" du bord et commencer à se recentrer. Immédiatement le pilote va alors tourner et se rapprocher du Cap visé. Plus la barre **7** se rapproche du centre, plus il faut pointer les 40° . Une fois que la barre s'aligne avec la flèche **6** qui pointe maintenant vers le haut, on fait route directe vers la balise. Si on est coté **TO**, alors la distance diminue et l'on se dirige vraiment vers notre jalon hertzien. Notez que je vous ai révélé le "minimum vital", le juste ce qu'il faut sur cet instrument pour débuter dans Orbiter. Mais il y a infiniment plus à en apprendre. Pour en savoir plus > <http://www.cyberavia.org/ctc/vor.htm>





PRÉSENTATION DU DÉFI n°7.

Notre billard, comme pour le yoyo du défi n°6 réutilise l'espace de jeu matérialisé par la carte de **Map MFD**. On ne va utiliser qu'une seule boule en ivoire représentée par la petite croix blanche qui sur la carte représente la trace au sol de la position du vaisseau sur l'orbite. Le jeu consiste à faire ricocher notre boule interplanétaire entre les deux "bandes" du haut et du bas de notre billard virtuel. Le dessin **A** ci-dessous donne une idée de ce qui sera observé lorsque l'option **TRK** est validée. Mais faire rebondir notre DG tout en haut et tout en bas n'est pas la seule contrainte ce serait trop facile. Une obligation supplémentaire est imposée dans le cercle mis en évidence. Comme montré dans le médaillon **B**,



les bases **Hammaguira** et **Gran Canaria** matérialisent deux poteaux virtuels. Quand notre appareil orbite sur la "voie montante", c'est à dire du bas vers le haut, il doit impérativement passer entre ces deux jalons à chaque cycle. Peu importe sous quel angle par rapport à l'équateur mais **ENTRE LES DEUX BASES**. Le passage à la verticale des poteaux est permis, mais pas à l'extérieur. Par contre, les ricochets vers le bas peuvent se produire n'importe où sur la carte.

Alors les copains, vous vous êtes bien amusés ? C'est parfait, et Orbiter reste une source infinie de satisfactions. Il nous impose des efforts, nous oblige à dépasser souvent une paresse intellectuelle naturelle. Mais grâce à qui ? A tous prisonniers de leur passion qui agencent compléments merveilleux et qui font lesquels tout ça n'existerait pas. Alors

ces damnés de l'informatique, des programmes magiques, des vivre des sites Internet sans n'oublions pas des les remercier, c'est vraiment pas grand chose et c'est si important.

