

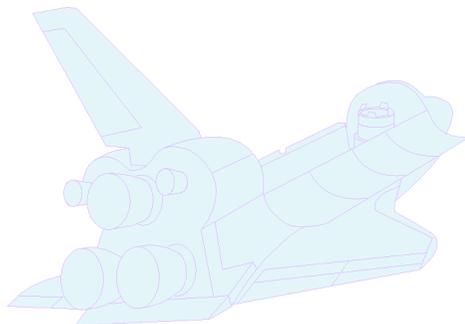


## Contenu coté recto.

FUEL Management .....	02
FUEL SYSTEM .....	03
Launch MFD .....	09
Rendez-vous MFD .....	19
Sensor MFD .....	21
Géostationary MFD .....	22
ATTITUDE MFD .....	27
Aero Brake MFD .....	33
Hover MFD .....	43
LOAD MFD .....	55

## Contenu coté Verso.

BaseSyncMFD .....	02
GlideSlope MFD .....	07
Burn Time Calculator .....	16
Points de Lagrange .....	19
LAGRANGE .....	20
Herschel Planck .....	27
Multistage2015 MFD .....	29
Atterrissage de la Navette. PAPI .....	32
ARRIMAGE avec ISS .....	33
ARRIMAGE avec MIR .....	34



## MFD de complément.



**Fuel transfer** permet d'effectuer des échanges de carburant entre les réservoirs internes d'un vaisseau, avec un autre vaisseau ou une station orbitale, ou vidanger à l'extérieur.

ReFuel: fuel transfer interface

this vessel Tank 1 of 1 medium 9.93% 97 kg of 5,000 kg TT+

UP ↑↑↑ Pump Débit en kg/s 1 à 4 flèche ↑ 1/10/100/1000

END × loading GL-02

DN ↑↑↑ Flow rate: 100 kg/s

BV+ 75.48% 9,736 kg of 12,900 kg

VNT docked vessel Tank 1 of 2 large BT+

2 of 5: GL-02

**UP** : Augmente le débit vers "le haut".

**END** : Stoppe le transfert avec cette pompe.

**DN** : Augmente le débit vers "le bas".

**BV+** : Sélectionne le branchement "du bas" entre réservoirs internes et ports d'arrimage. Si plusieurs ports possibles, permet d'en choisir un et en donne l'état actuel d'occupation.

**VNT** : "Ligne du bas" sur externe. *Délestage*)

Masque la commande **BV+** et devient **TNK**.

**TNK** : "Ligne du bas" sur réservoirs internes.

Restaure le bouton **BV+** et devient **VNT**.

**TT+** : Sélectionne le branchement "du haut".

**BT+** : Sélectionne le branchement "du bas".

Les pompes des deux vaisseaux peuvent être activées, le débit est alors "algébrique". On peut aussi combiner Vaisseau1 > Vaisseau 2 > **VNT**.

## Fuel Management.

FUEL

## Ravitaillement en carburant.

Cette procédure n'est utilisable que si on est arrimé à un vaisseau qui possède un système de transfert de carburant. Vérifiez que l'indication **DOCK** est allumée en blanc.

### 1) Se brancher à la source externe :

- Configuration en mode **Ext->Int** avec **SYS**.
- Sélectionner le réservoir externe avec **ExtT**.
- Vérifier que **TEMP** carburant est < à 120 °.
- Brancher le réservoir externe sur **Align: Suct** pour l'aspiration avec la commande **ExA**.

### 2) Brancher le réservoir interne :

- Sélectionner le réservoir interne avec **TNK**.
- Brancher le réservoir interne à remplir sur **FILL** avec la commande **ALN**.

### 3) Connecter la pompe 1A :

- Sélectionner la pompe **1A** avec **PMP**.
- Vérifier une température de pompe < 120 °.
- Connecter l'aspiration de **1A** sur la ligne **docking connection** avec la commande **SUC**.
- Brancher le refoulement de **1A** sur le réservoir (**manifold**) avec la commande **DSC**.
- La ligne d'aspiration et celle de refoulement doivent être en vert sur le schéma.

### 4) Procéder au transfert :

- Mettre en marche la pompe **1A** avec **RUN**.
- On doit constater une hausse du niveau du réservoir cible et un débit positif.
- Surveiller la température du carburant en sortie de pompe. Si nécessaire : **CLR**. (Page-6/6)
- **RUN** dès que le réservoir est plein pour arrêter immédiatement la pompe.
- Isoler les divers circuits : Voir page-6/6. ↗ ↘

## FUEL SYSTEM - 1/6

FUEL sys



4

### Fourniture de carburant.

Cette procédure n'est utilisable que si on est arrimé à un vaisseau qui possède un système de transfert de carburant. Vérifiez que l'indication **DOCK** est allumée en blanc.

#### 1) Se brancher à la cible externe :

- Configuration en mode **Int ->Ext** avec **SYS**.
- Sélectionner le réservoir externe avec **ExT**.
- Brancher le réservoir externe (**Align: Fill**) pour le refoulement avec la commande **ExA**.

#### 2) Brancher le réservoir interne :

- Sélectionnez le réservoir interne avec **TNK**.
- Vérifier que **TEMP** carburant est < à 120 °.
- Brancher ce réservoir interne source en aspiration avec la commande **ALN**. (**SUCT**)

#### 3) Connecter la pompe 1A :

- Sélectionnez la pompe **1A** avec **PMP**.
- Vérifier une température de pompe < 120 °.
- Brancher l'aspiration de **1A** sur le réservoir avec la commande **SUC**.
- Connecter le refoulement de **1A** sur **DOCK OVBD** avec la commande **DSC**. (**overboard**)
- La ligne d'aspiration et celle de refoulement doivent être en vert sur le schéma.

#### 4) Procéder au transfert :

- Mettre en marche la pompe **1A** avec **RUN**.
- On doit constater une baisse du niveau du réservoir source et un débit positif. L'information normale **OVBD** clignote indiquant une pression positive sur le port.
- Surveiller la température du carburant en sortie de pompe. Si nécessaire : **CLR**. (*Page-6/6*)

**FUEL SYSTEM - 2/6**

5

- **RUN** dès que le réservoir cible est plein pour arrêter immédiatement la pompe.
- Isoler les divers circuits : Voir **page-6/6**.

### Transferts internes de carburant.

#### 1) Brancher le réservoir de réception :

- Configuration en mode **Int ->Int** avec **SYS**.
- Sélectionner le réservoir cible avec **TNK**.
- Brancher le réservoir sélectionné sur le collecteur de refoulement (**FILL**) avec **ALN**.

#### 2) Brancher le réservoir source :

- Sélectionnez le réservoir source avec **TNK**.
- Vérifier que **TEMP** carburant est < à 120 °.
- Brancher ce réservoir avec **ALN**. (**SUCT**)

#### 3) Connecter la pompe 1E :

- Sélectionnez la pompe **1E** avec **PMP**.
- Vérifier une température de pompe < 120 °.
- Brancher l'aspiration de **1E** sur le réservoir source avec la commande **SUC**. (**manifold**)
- Refoulement de **1E** (**manifold**) avec **DSC**.
- La ligne d'aspiration et celle de refoulement doivent être en vert sur le schéma.

#### 4) Procéder au transfert :

- Mettre en marche la pompe **1E** avec **RUN**.
- On doit constater une baisse du niveau du réservoir source et un débit positif.
- Surveiller la température du carburant en sortie de pompe. Si nécessaire : **CLR**. (*Page-6/6*)
- **RUN** dès que le réservoir cible est plein pour arrêter immédiatement la pompe.
- Isoler les divers circuits : Voir **page-6/6**.

**FUEL SYSTEM - 3/6**

6

### Refroidissement du carburant.

#### 1) Brancher le réservoir pour faire recirculer le fuel à travers le radiateur :

- Configuration en mode **Int ->Int** avec **SYS**.
- Sélection du réservoir à refroidir avec **TNK**.
- Vérifier que **TEMP** carburant est < à 120 °.
- Brancher le réservoir "à refroidir" en mode **T/T** avec la commande **ALN**.

#### 2) Connecter la pompe 1E :

- Sélectionnez la pompe **1E** avec **PMP**.
- Aspiration de **1E** sur **manifold** avec **SUC**.
- Connecter le refoulement de **1E** vers le radiateur de carburant **cooler** avec **DSC**.
- La ligne d'aspiration doit être vert, celle de refoulement doit également être représentée en vert sur le schéma **et transite par COOL**.

#### 3) Procéder à la recirculation :

- Mettre en marche la pompe **1E** avec **RUN**.
- Surveiller la température du carburant en sortie de pompe. Si nécessaire : **CLR**. (*Page-6/6*)
- **RUN** pour arrêter la pompe quand la température a été suffisamment réduite.

#### 4) Isoler les divers circuits :

- Isoler la ligne d'aspiration avec **SUC**.
- Isoler la ligne de refoulement avec **DSC**.
- Vérifier sur le schéma leur isolement.
- Isoler des deux collecteurs le réservoir interne avec **ALN**. (**ISO** allumé)

### Vidange d'un réservoir.

Cette procédure n'est utilisable que si on n'est arrimé à aucune station et aucun vaisseau.

**FUEL SYSTEM - 4/6**

**1) Désigner le(s) réservoir(s) à vidanger :**

- Configuration en mode **Int ->Int** avec **SYS**.  
NOTE : Bien que l'on vidange le fuel à l'extérieur il faut imposer le mode **Int->Int**.
- Sélection du réservoir à vidanger avec **TNK**.
- Configurer sur aspiration (**SUCT**) ce réservoir avec **ALN**. Si le vaisseau possède plusieurs réservoirs, vérifier que les autres soient configurés sur **ISO**. Par contre si on veut les vidanger simultanément, les placer aussi sur le collecteur d'aspiration **SUCT**.
- Vérifier que **TEMP** carburant est  $< 120^\circ$ .

**2) Brancher 1E sur "OverBord" :**

- Sélectionnez la pompe **1E** avec **PMP**.
- Brancher l'aspiration de **1E** (manifold) sur le réservoir à vidanger avec **SUC**.
- La ligne d'aspiration doit être représentée en vert sur le schéma. Attention, les réservoirs qui sont non isolés voient leur repère encadré **12** et seront vidés.
- Connecter le refoulement de la pompe **1E** sur **overboard** avec **DSC**. Quand le refoulement est dirigé vers la canalisation externe de purge, le statu de **1E** le précise avec la ligne représentée en gris sur le schéma au lieu de vert.

**3) Procéder à la vidange :**

- Mettre en marche la pompe **1E** avec **RUN**.
- L'information **OVBD** clignote indiquant une vidange positive vers l'extérieur. On doit constater une baisse du niveau du réservoir à vidanger et un débit positif. Durant la vidange, on peut cliquer sur **TNK** pour avoir les informations relatives aux autres réservoirs.



- Surveiller la température du carburant en sortie de pompe. Si nécessaire : **CLR**.
- **RUN** pour arrêter la pompe quand le niveau de vidange requis est atteint.
- Isoler les divers circuits : Voir ci-dessous.

**Utilisation du "COOLER".**

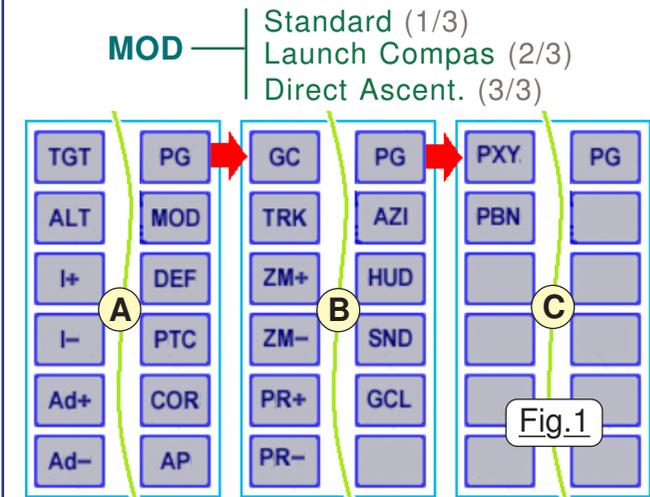
C'est un dispositif de refroidissement destiné à abaisser la température de la pompe si cette dernière devient trop importante. Utiliser **CLR** avec une température de pompe inférieure à  $90^\circ$  provoque l'information **Pump intercooler not available**. Dès que la température de pompe atteint  $90^\circ$ , **COOLER** devient jaune, prévenant qu'il faut intervenir. Si on active le refroidissement avec **CLR**, **COOLER** devient blanc et on obtient **Pump intercooler aligned**. Si la température est supérieure à  $90^\circ$  et que l'on coupe le refroidissement par la commande **CLR**, le témoin **COOLER** redevient jaune et le texte **Pump intercooler secured** est affiché. Si la température augmente et que l'on ne fait rien pour palier le problème, à  $120^\circ$ , le dispositif passe automatiquement sur le mode **Pump intercooler secured**.

**Isoler les divers circuits :**

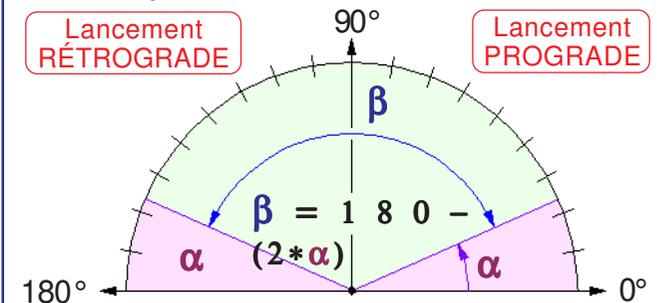
- Isoler la ligne d'aspiration avec **SUC**.
- Isoler la ligne de refoulement avec **DSC**.
- Vérifier sur le schéma leur isolement.
- Isoler des deux collecteurs le(s) réservoir(s) interne(s) avec **ALN**. (**ISO** allumé)
- Isoler le(s) réservoir(s) externe(s) des deux collecteurs avec **ExA**. (**Align: Iso**)

**Les MODes d'utilisation.**

Trois modes sont possibles avec pour chacun trois pages **A**, **B** et **C** montrés en Fig.1 qui peuvent être invoquées en permutation circulaire avec **PG**. Si **MOD** n'est pas présent à l'écran cliquer sur **PG** ou **[MAJ]** ?.

**AZIMUTS POSSIBLES.**

Les valeurs acceptées pour l'azimut de lancement sont comprises entre  $0^\circ$  et  $180^\circ$  avec la limitation imposée  $\beta$  par  $\alpha$  la latitude de la base.





10

**COMMANDES :**

**PG** ou [MAJ] B : Change les B.P. de commande.  
**MOD** ou [MAJ] ? : Changer de MODE.

**TGT** ou [MAJ] T : Permet de désigner une cible ou de saisir l'inclinaison orbitale désirée.

**ALT** ou [MAJ] Q : Altitude(s) souhaitée(s).

**I+** ou [MAJ] + : } Incrémente / Décrémte la valeur de l'inclinaison.  
**I-** ou [MAJ] ° : }

**Ad+** [MAJ] £ : } Incrémente / Décrémte la valeur du coefficient qui permet d'ajuster des incréments pour **I+** et **I-**.

**Ad-** [MAJ] " : }  
 Ce paramètre est indiqué en bas du MFD :  
 Inclination Adj. factor: **0.10**°  
 Chaque action double ou divise par deux le coefficient avec un maximum de 1.00

**DEF** ou [MAJ] D : Action fonction du MODE.

**PTC** ou [MAJ] I : Guidage en cabrage.

**COR** ou [MAJ] O : Affichage de la valeur de corection OUI/NON. (Voir p11.)

**AP** ou [MAJ] P : Pilote automatique OUI/NON.

**GC** ou [MAJ] G : Traces orbitales OUI/NON.

**TRK** ou [MAJ] K : Centrage vaisseau OUI/NON.

**ZM+** ou [MAJ] W : ZOOM augmenté.

**ZM-** ou [MAJ] X : ZOOM diminué.

**PR+** ou [MAJ] C : Augmenter } le nombre  
**PR-** ou [MAJ] V : Diminuer } de cercles

**AZI** ou [MAJ] U : Mode AZIMUT, uniquement en mode manuel. Non documenté.

**HUD** ou [MAJ] H : Non documenté.

**SND** ou [MAJ] S : (Voir la documentation.)

**GCL** ou [MAJ] L : Trace orbitale Ligne/Cercles.

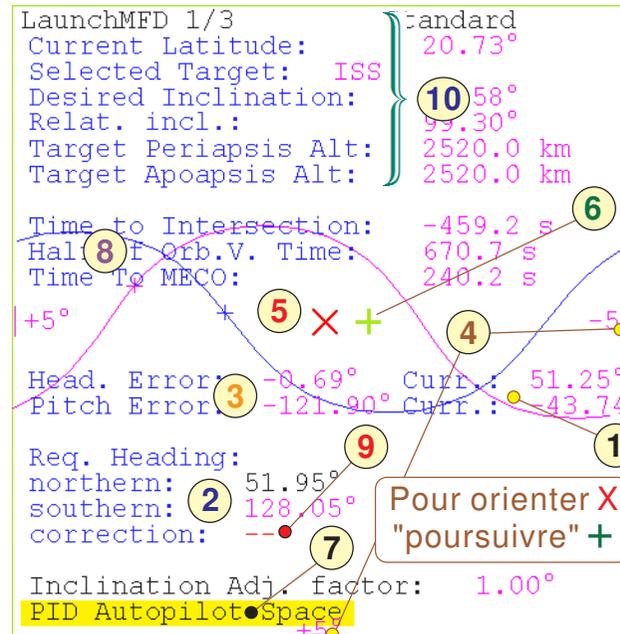
**PXY** ou [MAJ] & : XY en atmosphérique.

**PBN** ou [MAJ] é : Roulis en atmosphérique.

Launch MFD - 2/10



11

**Paramètres affichés.**

- 1 : Valeurs actuelle du cap et du cabrage.
- 2 : Valeurs de **cap** calculées pour établir l'orbite. En blanc celle pour la prochaine fenêtre de tir.
- 3 : Écart angulaire actuel dont la valeur d'erreur affichée est **blanche si elle est inférieure à ± 0,2°** et devient verte si elle est supérieure. Un décalage notable est donc facile à repérer.
- 4 : Collimateur angulaire. L'amplitude de l'échelle diminue en fonction de l'erreur. Les échelles sont : ± 180°, ± 90°, ± 45° et ± 5°. Affiche en rouge **Cut Your Engines !** quand l'orbite désirée est établie.
- 5 : Centre du collimateur / Erreur nulle.
- 6 : Symbole de l'écart angulaire d'orientation.

Launch MFD - 3/10

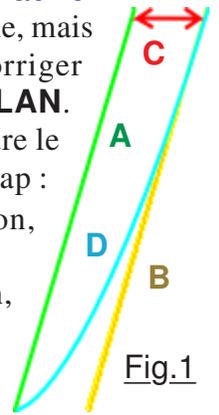


12

**Paramètres affichés.**

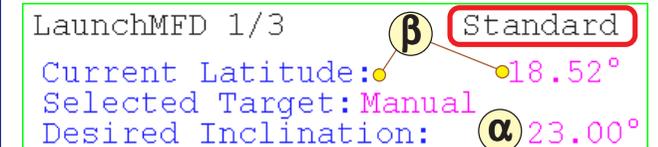
- 7 : Pilote automatique ACTIF.
- 8 : **Time to Intersection** : Durée avant que le plan de la cible coïncide avec notre vaisseau. (Approximativement la fenêtre de lancement)
- Half of Orb.V Time : Temps qu'il faut pour atteindre la moitié de la vitesse orbitale.
- Time To MECO : Durée estimée de poussée des moteurs jusqu'à la fin de mise en orbite.

- 9 : Correction de la course. Launch MFD gère l'inclinaison orbitale, mais il peut aussi se charger de corriger la trajectoire pour satisfaire **LAN**. La Fig.1 permet de comprendre le principe de la correction de cap :  
**A** : Trajectoire sans correction,  
**B** : Orbite de la cible,  
**D** : Trajectoire avec correction,  
**C** : Correction angulaire.



La correction se désactive vers la fin du vol, car sa direction n'a alors plus de sens. Elle ne fonctionne pas avec les fusées étagées, car elle suppose une poussée constante.

- 10 : Paramètres de lancement dont la nature dépend du **MODE** adopté. En  $\alpha$  est indiquée l'**inclinaison orbitale souhaitée** en degrés qui doit être  $\geq$  à celle de la base en  $\beta$ .



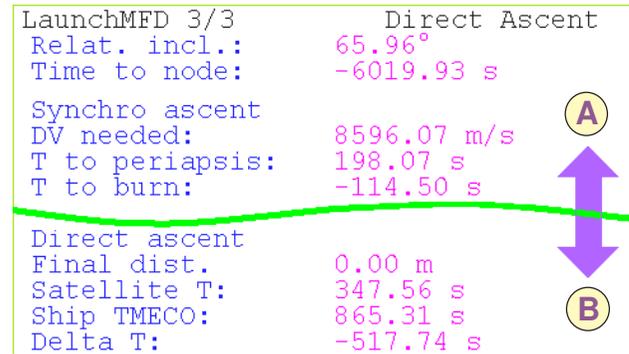
Launch MFD - 4/10



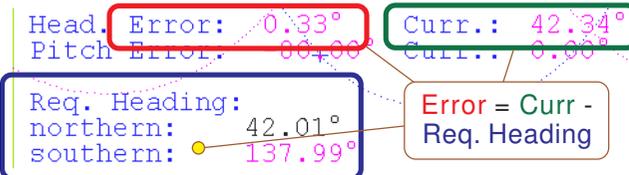


### Le mode Direct Ascent. (3/3)

En mode **Standard** définir l'azimut de lancement (*Cible.*) et les altitudes de l'orbite désirée. Puis avec **MOD** ou [MAJ] ? choisir **Direct Ascent**. Avec **DEF** ou [MAJ] D faire calculer une solution possible. Le programme du MFD trace les orbites du vaisseau et de la cible et affiche les paramètres pour aider au pilotage.



Durant le vol **DEF** ou [MAJ] D fait alterner les informations **A** et **B**. Ci-dessous notre cap réel est 42.34° qui est repérable sur le compas du HUD. L'azimut calculé pour l'inclinaison fait 42.01° de sorte que l'erreur 42.34° - 42.01° = -0,33°. La valeur positive qui signifie que nous sommes à droite de l'orientation nominale de 0.33° et qu'il faut corriger vers la gauche.



**Note :** Pour que **SND** soit active il faut **USE\_SOUND = TRUE** dans `Config\MFD\LaunchMFD.cfg`

Launch MFD - 8/10



En activant le pilote automatique de montée directe avec **AP**, il vectorise vers une trajectoire suborbitale directement vers le plan de la cible, privilégiant les moteurs SCRAM, en attendant que la cible nous rattrape. Deux modes sont possibles avec la commande [MAJ] D :

- 1) Direct qui après injection, place le vaisseau immédiatement sur l'orbite cible.
- 2) Synchro qui crée une trajectoire pouvant synchroniser de façon classique. Ce mode doit être utilisé lorsque la vitesse suborbitale nécessaire est si élevée, qu'il est impossible de modifier à convenance la forme de l'orbite. Une fois en orbite il faut utiliser **Align Plane** et **Sync Orbit** pour affiner le rendez-vous.

### Le programme PTC ou [MAJ] I

À utiliser en phase Finale. Les programmes de "Pitch" doivent être placés dans le même fichier de configuration où se trouve le pilote automatique. (*Voir la documentation*).

### Configurations PXY et PBN.

Le pilote automatique est aussi universel que possible, ses valeurs sont configurées une seule fois dans le programme. Le P.A. effectue un calcul qui compare les accélérations angulaires du vaisseau actuel avec celles du DG de base. Si les paramètres initialisés ne fonctionnent pas, il est possible de définir les valeurs à la main pour chaque classe de vaisseaux. Les valeurs peuvent être ajustées dans la simulation en cours avec **PXY** et **PBN**. Les deux types doivent être ajustés pour les P.A. atmosphériques et spatiaux. (*Voir la documentation*).

Launch MFD - 9/10



### Le pilote automatique.

Pour minimiser la consommation de carburant il faut respecter une fenêtre de lancement. Le programme utilise un modèle qui limite les lancements aux Nœuds descendants et si possible respecte le **LAN** de la cible. En cas de sélection d'un corps céleste comme cible, il faut définir l'objectif quelques heures avant le lancement, car le modèle peut être soumis à une dérive de **LAN**. Si l'inclinaison de l'orbite de la cible est plus faible que la latitude du lieu de lancement, avec un vaisseau ailé il peut s'avérer rentable d'effectuer un vol atmosphérique préalable vers le sud, puis, toujours dans l'atmosphère, orienter la trajectoire vers le plan de la cible et créer une insertion optimale. Privilégier si possible la motorisation SCRAM.

### COMPORTEMENT :

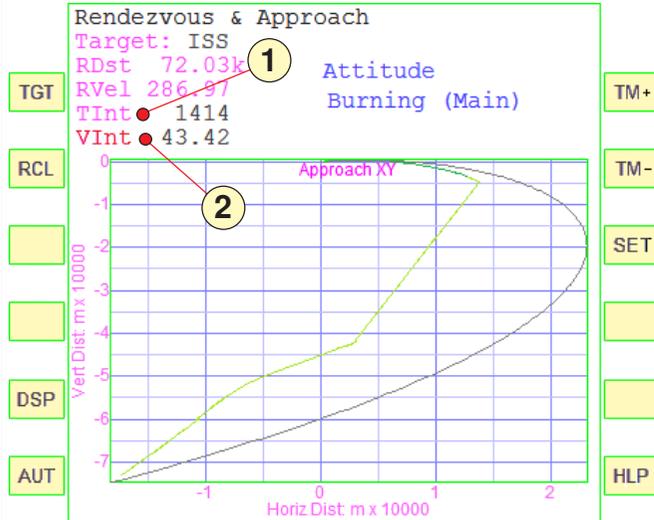
Pour gérer l'inclinaison orbitale, l'orientation en lacet est privilégiée car le P.A. agit en cherchant globalement à conserver les ailes à plat et la dérive du vaisseau orientée vers le haut. Il est possible de modifier les consignes d'altitude et d'inclinaison orbitale durant le lancement.

*Il peut être utilisé avec une accélération temporelle de 10x et ce avec plusieurs vaisseaux simultanément asservis.*

### UTILISATION :

Décoller quand **Time to Intersection** avoisine **Time To MECO** x 2. Rapidement prendre approximativement le cap. Cabrer fortement et stabiliser l'attitude. Une fois la montée correctement engagée, activer le P.A. et vérifier la cohérence de son comportement

Launch MFD - 10/10



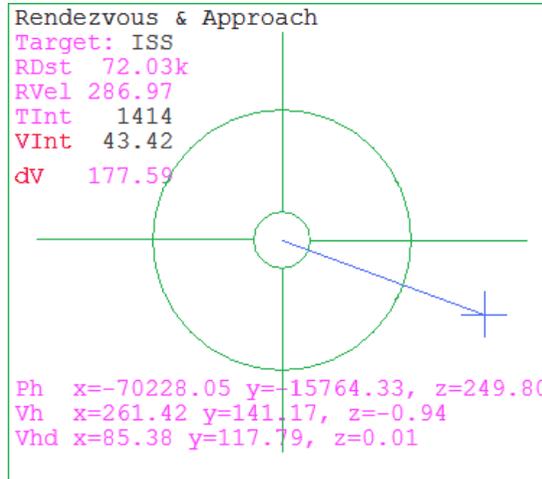
Ne fonctionne correctement que si la distance de la cible est inférieure à 100 Km. Ecc de l'orbite cible < 0,01 et un Rinc < 2 degrés.

**PROCÉDURE DE RENEZ-VOUS :**

- Aligner les plans de façon classique.
- Synchroniser les orbites pour avoir un ordre de grandeur du temps nécessaire.
- À environ 100Km activer cette fonction.
  - SEL** > Rendezvous > **TGT** > cible
  - SET** pour saisir la durée 1 pour le RDV. Affiche en 2 la vitesse relative d'intersection.
  - Utiliser **TM+** et **TM-** pour faire varier **Vint** et obtenir une valeur convenable.
- DSP** pour passer en affichage vectoriel.
  - Passer en mode **ROT** et orienter le vaisseau. (En manuel éventuellement)
  - Pousser jusqu'à obtenir **dV** < 0.01 en terminant la manœuvre avec les RCS.
- RCL** pour recalculer les paramètres.

**Rendez vous MFD - 1/2**

RDV



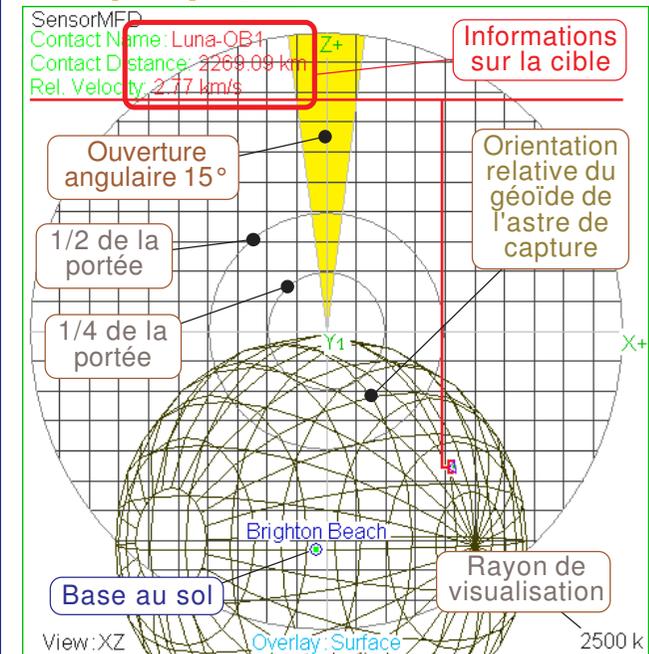
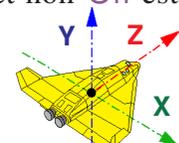
- DSP** pour passer en affichage du profil.
  - AUT** pour activer le P.A. Attitude est alors affiché en jaune sur le MFD. Puis, à la mise à feu des moteurs, Burning (Main) ou Burning (RCS) seront affichés.
  - Afficher Docking sur l'autre MFD
  - Passer le HUD en mode Docking et l'utiliser pour s'orienter vers la cible.
  - Commencez l'approche lorsque Tint est remplacé par (final appr.)
- Auto-burn activé par **AUT** peut être utilisé avec les deux modes d'affichage.
- Lors de l'affichage en mode vecteur de combustion, les items visualisés sont exprimé dans le repère propre au vaisseau XYZ.
- Ph = Position relative de la cible. (m)  
 V = Vitesse relative de la cible. (m/s)  
 Vhd = Vitesse relative désirée. (m/s)
- Utiliser les techniques classiques pour stabiliser à proximité de la cible.

**Rendez vous MFD - 2/2**



Ce MFD fonctionne comme un radar pour visualiser la présence d'objets avec une portée de 2500km et une étendue de représentation ajustable entre 100m et 2500km. Seuls les objets qui sont à portée sont visualisés, y compris la représentation filaire de l'astre de capture.

- OVL** ou **[MAJ] O** : Si Surface et non Off est validée, montre les bases au sol.
- VW** ou **[MAJ] P** : Choix entre les projections Iso, ou normales aux plans XZ ou XY du vaisseau.
- R-** ou **[MAJ] )** } Range. Portée de l'affichage.
- R+** ou **[MAJ] =** } Range. Passent en répétition.
- ou **[MAJ] ;** } Sélectionner la cible précédente ou suivante.
- +** ou **[MAJ] :** } Sélectionner la cible précédente ou suivante.



**PRF, TRK** et **SEL** semblent sans effet.

**Sensor MFD**

(V0.5.1b)

Sensor



Permet de calculer différents paramètres pour arriver et rester dans une orbite géostationnaire ou géosynchrones autour de la Terre ou d'autres corps célestes. On peut ouvrir simultanément plusieurs **Géostationary MFD** indépendants.

**[MAJ] gauche ou droit**

**REF** ou **[MAJ] R** : Saisie manuelle de l'objet de référence actuel indiqué par Ref obj qui peut être un corps céleste quelconque comme une planète, une lune, un astéroïde ... (*Manual est alors précisé dans Ref mode.*)

**AR** ou **[MAJ] Q** : Auto référence. Utilisé plusieurs fois permute dans Ref mode entre **Gravity** et **Surface**. Avec **Gravity** l'objet céleste le plus influent devient la planète de référence. Avec l'option **Surface** c'est l'objet céleste le plus proche qui est référencé.

**TRG** ou **[MAJ] T** : Permet de sélectionner la longitude de mise à poste. Positivement vers l'Est, négatif vers l'Ouest. **RST** pour effacer. La valeur consignée est précisée en **Target**. Si la cible saisie est le nom d'une base, elle sera affichée sur la carte. Une valeur numérique comprise entre -180 et +180 sera interprétée comme la longitude cible exprimées en degrés et sera montrée par une ligne pointillée verte.

**ORB** ou **[MAJ] O** : Alterne entre les deux options **Circular** et **Elliptic** dans **Orbit**. Une orbite circulaire à inclinaison nulle sera stationnaire. Avec elliptique, l'orbite cible peut être n'importe quelle orbite d'excentricité entre 0 et 1. Utile pour des orbites spéciales comme les orbites Molnia et Tundra par exemple.

(Voir encadré en bas de la [page-5/5](#).)

... / ...

(V.4)

**Geostationary MFD - 1/5**

Géostat.



... / ...

**FAC** ou **[MAJ] F** : Permet de définir le facteur de résonance orbitale dont la valeur est affichée en **Resonance**. C'est le **nombre d'orbites bouclées par jour**. La valeur par défaut est 1 pour du type géosynchrone.

**MOD** ou **[MAJ]** : Alterne les modes précisés dans **Approach** entre **Apogee**, **Perigee** ou **Current**. Spécifie par quelle méthode sera interceptée l'orbite.

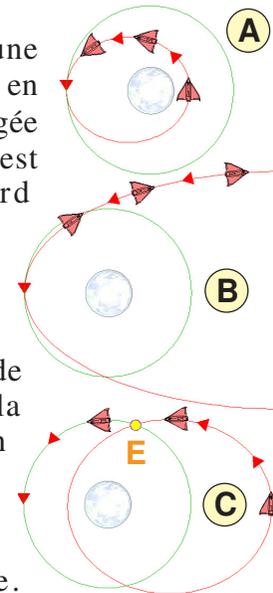
**Apogee** : À partir d'une orbite inférieure, comme en **A** on interceptera à l'apogée de notre trajectoire. C'est la procédure standard pour un lancement.

**Perigee** : À partir d'une orbite supérieure, comme montré en **B** on interceptera à l'apogée de notre trajectoire. C'est la procédure typique si on désire la mise à poste d'une sonde lancée depuis la Terre sur une orbite hyperbolique.

**Current** : Comme montré en **C** on se trouve sur une trajectoire quelconque. Au point d'interception **E** la manœuvre sera couteuse.

**DST** ou **[MAJ] D** : Choisir pour l'affichage des données entre l'altitude ou le rayon orbital. L'option choisie est précisée par **A** ou **R** dans **Targ**. (**R** : Distance jusqu'au centre de l'objet.)

**RST** ou **[MAJ] W** : Force tous les paramètres définis par l'utilisateur aux valeurs par défaut.



**MOD** ou **[MAJ] N** : Définit le nombre de longitude d'Apogée/Périgée qui seront tracées, avec un maximum de 10 orbites. Les prochains **nb** apogées / périgées sont repérés sur la carte. Si **nb** est supérieur à 1, la couleur bleue deviendra de plus en plus saturée pour chaque orbite et l'ordre de l'orbite est précisé en vert en bas de la ligne verticale de longitude.

**Les informations "vertes".**

- **Targ R / A** : Rayon ou altitude de l'orbite de mise à poste. La valeur dépend de Ref obj, du facteur de Résonance et du mode Orbit.
- **Diff Ap / Pe / Alt** : (*L'attribu est fonction de l'option adoptée avec MOD*) Précise la différence entre l'altitude courante et celle correspondant au type d'approche consigné.
- **Ecc** : Excentricité de l'orbite actuelle.
- **Targ T** : Période orbitale cible. Dépendant du facteur de résonance et de l'objet de référence.
- **Diff T** : Période orbitale actuelle moins la période orbitale cible.
- **GTO dV** :  $\Delta v$  minimal nécessaire pour élever ou abaisser l'orbite courante, puis la circulariser vers l'orbite cible. Si cette orbite cible est de type elliptique, cette valeur ne montrera que le  $\Delta v$  nécessaire pour augmenter l'orbite de sorte que la période orbitale devient une période orbitale cible.
- **Inc** : L'inclinaison équatoriale actuelle.
- **Tn** : Temps pour atteindre le prochain nœud. (*Temps pour intercepter l'équateur.*) Une valeur (+) précise que l'on devra utiliser pour diminuer l'inclinaison orbitale, et (-) employer .

... / ...

**Geostationary MFD - 3/5**

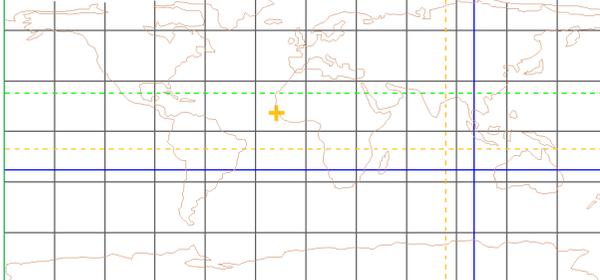


... / ...

- Inc dV** : Indique le  $\Delta v$  nécessaire pour diminuer l'inclinaison. Ce nombre suppose que l'**orbite** est déjà **circulaire et de rayon idoine**.
- Tot dV** : Calcule le  $\Delta v$  total pour obtenir l'orbite cible à inclinaison nulle à partir de la position actuelle. Cette valeur est égale à **Inc dV + GTO dV**. Cependant, la valeur réelle pourrait être plus faible si les deux allumages sont combinés au moment de franchir l'équateur. ( $\sqrt{Inc \Delta v^2 + GTO \Delta v^2}$ )
- Targ Ap pos / Targ Pe pos** : Définit la position approximative qui serait atteinte si l'allumage **GTO** est effectué immédiatement. Information utile si on désire une orbite cible passant par un emplacement spécifique.
- Curr Ap pos / Curr Pe pos / Curr pos** : Indique les coordonnées approximatives de la mise à poste actuelle.

```

Geostationary MFD
Ref obj: Earth      Ref mode: Gravity
Orbit: Circular    Approach: Apogee
Target: none       Resonance: 1.000
Targ R   42.164M    Diff Ap  -35.199M
Ecc      0.032     Targ T   86.164k
Diff T   -80.645k  GTO dV   3.826k
Inc      23.034°   Tn (+)  425.324
Inc dV   636.049  Tot dV   4.462k
Targ Ap pos: 83.54° E 10.74° S
Curr Ap pos: 100.77° E 22.81° S
  
```



Geostationary MFD - 4/5



### Les informations disponibles sur la carte.

- Lignes horizontales pointillées vertes : Latitude Maxi / Mini de l'orbite actuelle.
- Lignes verticale pointillées vertes : Longitude cible de mise à poste.
- Carré vert : Position de la base ciblée.
- Croix jaune : Position actuelle du vaisseau.
- Lignes horizontales pointillées jaune : Latitude de l'orbite d'apogée / périgée ciblée.
- Lignes verticale pointillées jaune : Longitude de l'orbite d'apogée / périgée ciblée.
- Lignes horizontales bleue : Latitude de l'orbite d'apogée / périgée actuelle.
- Lignes verticale bleue : Longitude de l'orbite d'apogée / périgée actuelle.
- Lignes verticales bleues à blanche : Longitudes "Ap / Pe" pour les **nb** orbites suivantes.
- Quadrillage gris : Repères de 30° x 30°.

*L'orbite de Molnia est une catégorie d'orbites très elliptiques, inclinée à 63,4° par rapport au plan de l'équateur et d'une période de 12 heures. Son apogée est proche de 40 000 km et son périgée proche de 1 000 km. Un satellite placé sur cette orbite passe la plupart de son temps au-dessus de la zone d'activité utile pour laquelle il a été conçu. Par rapport à une orbite géostationnaire, l'orbite de Molnia présente l'avantage de pouvoir couvrir les latitudes hautes en choisissant l'inclinaison orbitale appropriée. L'orbite Tundra est un type d'orbite géosynchrone très elliptique d'une période de 24 heures avec une inclinaison élevée. (Généralement près de 63,4°) Elle est utilisée par des satellites de télécommunications pour couvrir des zones mal desservies par l'orbite classique géostationnaire. (Exemples dans <Scenarios\Navigation\Special orbits>.)*

Geostationary MFD - 5/5



<http://orbithangar.com/searchid.php?ID=3165>

Ce MFD affiche pour le pilotage des informations d'attitude par rapport à une orientation de référence présélectionnée par la commande **MOD**. La commande **HLD** (*Hold*) active/coupe un automatisme de maintien d'attitude souhaitée.

**MNU** pour voir des commandes non affichées.

**MOD** | Attitude  
Velocity  
Target Relative  
Entry Interface

**PCH** (*CABRAGE*), **YAW** (*LACET*) et **ROL** (*ROULIS*) permettent de définir des décalages angulaires sur chaque axe par rapport à l'attitude de référence. (Voir p23)

**MNU** permet en boucle de changer de page de commande : Page 1 > Page 2 > Page 3 > MFD. Quand on est dans une page, cliquer sur une commande ramène au MFD sauf pour l'option **HLP** ou tous les boutons font passer à la page suivante jusqu'à revenir au MFD.

**CLR** ou la commande **[SHIFT] C** permet de changer la couleur des valeurs négatives en permutation circulaire Vert/Blanc/Rouge.

**ATT : Attitude :**

```

Attitude MFD V3.2
Ref Mode: Attitude
Reference Att: 110.0 -10.0 80
Current Att: -113.1 62.0 -
Set Pitch +25.60
Set Yaw +5.00
Set Roll +10.00
Pitch: -136.864 +0.000
Yaw: +9.176 -0.000
Roll: +48.351 +0.000
  
```

ATTITUDE MFD - 1/6

ATTITUDE

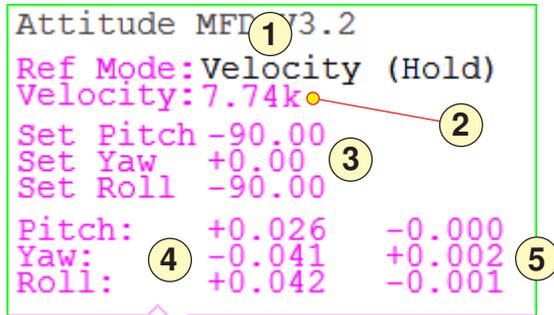


(Affichages : Voir page précédente)

- 1) Mode utilisé plus (Hold) si P.A. activé.
  - 2) Attitude souhaitée mémorisée avec REF.
  - 3) Attitude actuelle.
  - 4) Décalages souhaités par rapport à Ref.
  - 5) Écart actuel par rapport aux consignes.
  - 6) Taux de rotation actuels sur les trois axes.
- Orienter le vaisseau dans l'attitude souhaitée.
  - **REF** pour enregistrer Reference Att.
- Possibilité de changer d'orientation à ce stade.
- **HLD** pour revenir et maintenir la référence.

### VEL : Velocity :

La Référence est constituée par le vecteur vitesse pour PITCH et YAW et ROL. La combinaison [0,0,0] place le vaisseau en PROgrade, ailes à plat. Le groupe [-90,0,X] oriente le nez vers le centre de l'astre de capture si l'orbite est circulaire.



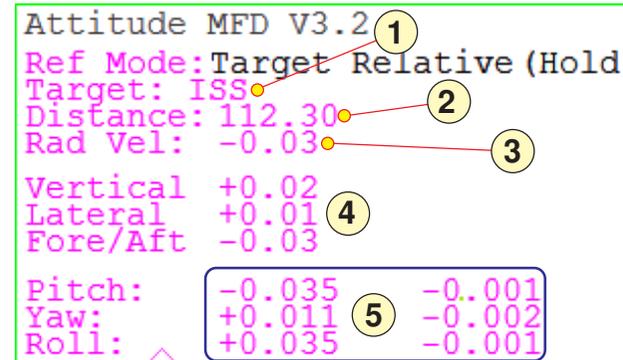
- 1) Mode utilisé plus (Hold) si P.A. activé.
- 2) Vitesse orbitale actuelle.
- 3) Décalages souhaités par rapport à Ref.
- 4) Écart actuel par rapport aux consignes.
- 5) Taux de rotation actuels sur les trois axes.

### ATTITUDE MFD - 2/6



### TGT : Target Relative :

La Référence est constituée par le vecteur qui va du centre du vaisseau vers le centre de la cible définie par **TGT**. ATTENTION, pour orienter le vaisseau directement vers une cible en utilisant **HLD**, penser à annuler les trois valeurs de décalage PCH, YAW, ROL.



- 1) Cible sélectionnée avec **TGT**.
  - 2) Distance entre les deux centres de gravité.
  - 3) Vitesse radiale relative.
  - 4) Vitesses relatives de translation.
  - 5) Angles relatifs et Taux de rotation actuels.
- **RPM** : Tau de cabrage d'environ 0.75°/s.
  - **TOR** : Deux fois le tau orbital.
  - **CLT** : Cible la plus proche.
  - **NXT** : Cible suivante.
  - **PVT** : Cible précédente.

### Gestion de la translation relative :

On peut annuler facilement les vitesses de translation relatives avec les commandes suivantes. (Commandes Trim All ...)

- **TRA** : Annuler les trois glissements.
- **TRV** : Annuler le déplacement vertical.

### ATTITUDE MFD - 3/6



- **TRL** : Annuler le dérapage latéral.
  - **TRF** : Annuler la vitesse longitudinales.
- Les vitesses de translation relatives font référence aux axes principaux du vaisseau.* Quand l'un ou plusieurs des Trim sont engagés, Vertical, Lateral et Fore/Aft concernés sont affichés en blanc. **Attention, l'automatisme utilise au mieux tous les moteurs. Ils doivent tous être disponibles.**

### Procédure d'accostage d'une station :

Proximité de la station et vitesse relative  $\approx 0$ .

#### 1) Repérer la station cible :

- **MOD** > Target Relative > **TGT** > Nom ↵.
- **PCH, YAW, ROL**, tous à 0.00 >
- **HLD** : Pour s'orienter vers la cible >
- **HLD** pour couper le pilote automatique.

#### 2) Orienter le vaisseau comme la station :

- Prendre le contrôle de la station avec **[F3]**.
- **MOD** > Attitude : Enregistre les Ref >
- Reprendre le contrôle du vaisseau avec **[F3]**.
- **MOD** > Attitude > **HLD** : Oriente le vaisseau comme la station. **HLD** pour couper le P.A.

#### 3) S'immobiliser par rapport à la cible :

- Commande **TRA**. Contrôler graphiquement les dérives avec *Axial Velocity HUD*.

#### 4) S'orienter en fonction du SAS désiré :

- **MOD** > Attitude > **HLD** > Utiliser les consignes **PCH, YAW** et **ROL** pour forcer le décalage angulaire désiré.

Les RCS étant en mode LINéaire, terminer l'arrimage en s'aidant du MFD Docking.

### ENT : Entry Interface :

Cette fonction n'est utilisable que pour les rentrées atmosphériques sur Terre. Une porte

### ATTITUDE MFD - 4/6



d'interface d'entrée en pénétration atmosphérique est définie à 99 km d'altitude. Les valeurs affichées concernent jusqu'à ce point une trajectoire elliptique. Il y aura affichage du texte **Entry Interface Undefined** si :

- Le périgée de l'orbite actuelle est > 99 km.
- Notre altitude actuelle est inférieure à 99 km.

Attitude MFD V3.2

Ref Mode: Entry Interface  
Entry Angle: 7.99  
Time To Go: 3550

La fonction **Entry Interface** ne fait qu'afficher :  
1) Angle de pénétration au point d'entrée.  
2) Durée pour atteindre l'interface d'entrée.

La **Référence** est constituée par le vecteur vitesse et l'horizon local à l'interface d'entrée par rapport auxquels toutes les informations sont mesurées. Sur la base de cette attitude de référence, on peut sélectionner les décalages relatifs, angles qui seront effectifs au point d'entrée de l'interface. Pour piloter le vaisseau il est ensuite recommandé de passer en mode **Velocity**.

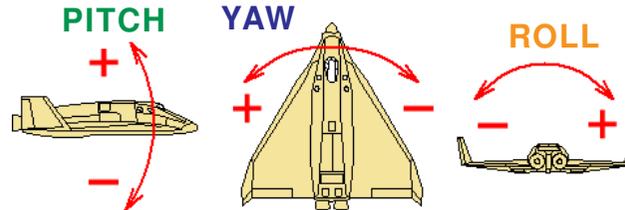
**ATTENTION : HLD, TRA, TRV, TRL, TRF et PROGRD, RET GRD etc, peuvent entrer en conflit si ils sont simultanément activés. Veiller à les couper, et à les utiliser indépendamment les uns des autres.**

Compte tenu du fonctionnement du P.A. explicité en page **ATTITUDE MFD - 6**, (Voir p32) des orientations quelconques ne sont pas toujours aisées à obtenir. Par exemple un dérapage latéral à gauche nez 45° vers le bas ...

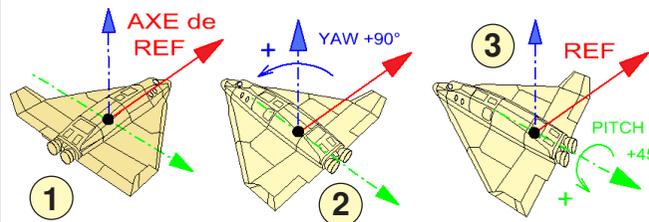
## ATTITUDE MFD - 5/6



## Interprétation des décalages :



C'est l'attitude de **REF**érence qui définit les trois axes de rotation en décalage **et non les axes principaux du vaisseau**. Les rotations **PITCH** et **YAW** se font autour des axes de la **REF**érence. **ROLL** est toujours réalisée par rotation autour de l'axe longitudinal du vaisseau. L'ordre des rotations effectuées en automatique est **YAW** puis **PITCH** et en dernier **ROLL**. Dans l'exemple ci-dessous le vaisseau en **1** présente un décalage [0,0,0]. Si par exemple on impose **YAW = +90°** et **PITCH = +45°**. Avec le pilote automatique, la combinaison [45,90,0] donne la rotation **YAW** en **2** qui se combine ensuite avec le pivotement **PITCH** qui se fait en réalité autour de l'axe de roulis et donne l'orientation combinée représentée en **3**. Il importe donc de bien



réfléchir à ce que l'on veut obtenir comme résultat avant de programmer une rotation.

## ATTITUDE MFD - 6/6



<http://www.orbithangar.com/searchid.php?ID=2139>

Une fois l'orbite la plus favorable sélectionnée, cette fonction permet de calculer et d'effectuer la poussée de désorbitation et de gérer la rentrée atmosphérique en vol plané d'un vaisseau.

## Commandes standard :

**TGT** > Nom de la base cible ↗.

**REF** : **AeroBrakeMFD** sélectionne la planète la plus proche comme référence. Si la sélection automatique n'est pas satisfaisante on peut forcer une référence avec **REF**.

## Commandes d'affichage :

**PG** : Permute entre les trois pages possibles.



**MOD** : Choix entre trois modes d'affichage.



**PRJ** : Projection sur le plan de l'orbite du vaisseau ou sur le plan équatorial si page **Path** affichée. Trois types de données différents proposés en permutation circulaire pour **Graph/Map** et **Lift/Drag**.

## Commandes pour la page Path :

**Z+** : Augmente le facteur de ZOOM.

**Z-** : Diminue le facteur de ZOOM.

**CNT** : Centrage de l'affichage sur :



**AéroBrakeMFD** est plus convivial que l'ancien **BaseSynchro** pour calculer et réaliser la poussée de désorbitation.

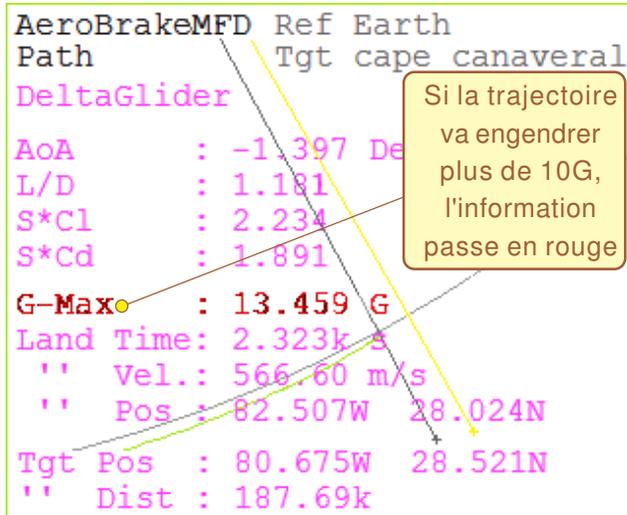
## Aero Brake MFD - 1/10

**Module de désorbitation :**

La page **Path** sert à calculer et réaliser la poussée de désorbitation. L'affichage montre la planète de référence avec la trajectoire que va suivre le vaisseau. Le rayon vert donne la position du vaisseau, le rayon jaune la base ciblée et le rayon blanc le périégée ou le point d'atterrissage. Avec la commande **CNT**, le centre de la planète est utile pour les grandes distances, la position du vaisseau quand on aborde la haute atmosphère loin de la cible sélectionnée et le périapsis ou contact avec le sol pour gérer la désorbitation ou la fin du vol.

**Réaliser la poussée en manuel :**

- Quand on se trouve à l'opposé du trait jaune, ( $\approx 19000\text{Km}$  pour la Terre) réaliser une poussée rétrograde jusqu'à annuler la hauteur du périégée. Le trait gris s'approche du trait jaune.
- Centrer la vue sur le point d'atterrissage et effectuer un fort ZOOM. Avec les RCS



Aero Brake MFD - 2/10



confondre le trait gris avec le rayon jaune.

- Préparer la rentrée :
  - \* Placer le vaisseau en PROgrade.
  - \* Placer les ailes à l'horizontale.
  - \* Cabrer pour obtenir l'AoA désiré.
  - \* Ajuster les fréquences radio ...
  - \* Page **Graph/Map**, **PRJ** pour le mode **Map**.

**NOTE IMPORTANTE :** La trajectoire prédictive est calculée en fonction de la vitesse actuelle du vaisseau **qui peut être placé dans une orientation quelconque.**

**Réaliser la poussée en Delta V :**

Au lieu de réaliser une poussée en orientation RETROgrade et d'observer la modification de trajectoire qui en résulte, on peut imposer pour la prédétermination de la trajectoire la variation de vitesse que l'on réalisera à l'aide des moteurs, la poussée étant supposée réalisée en RETROgrade. Si on donne un signe négatif à la valeur, la poussée est alors supposée être effectuée en orientation PROgrade.

**HDv :** Ajuste la valeur de l'**Hypotetic DeltaV** à partir de laquelle est calculée la trajectoire. Plus la valeur fournie est grande, plus la rentrée sera brutale et la poussée énergétique.

**ATTENTION :** Détermine la trajectoire **en fonction de l'orientation actuelle du vaisseau**, donc le placer avec l'AoA qui sera celui de la rentrée pour effectuer le calcul puis en PROgrade pour réaliser la poussée. Annuler enfin la valeur de **HDv** (*Valider sans valeur*) pour faire afficher la trajectoire finale une fois le vaisseau replacé à l'AoA de rentrée.

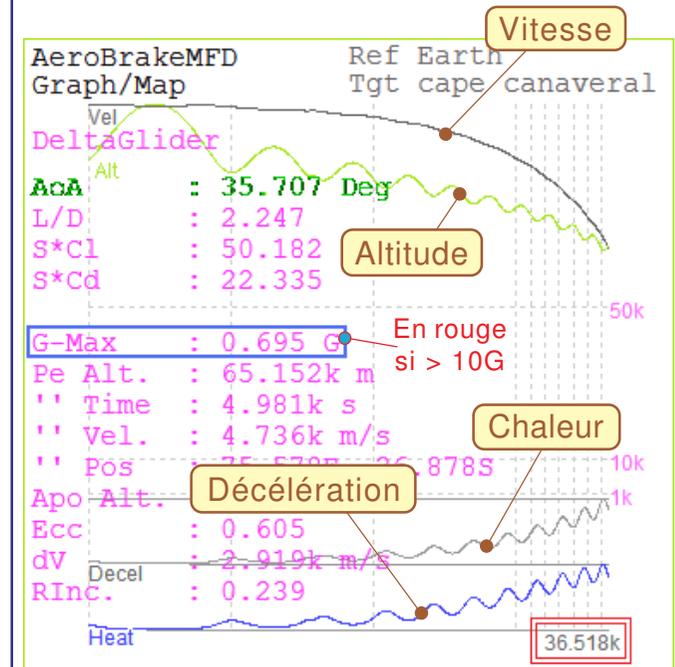
Aero Brake MFD - 3/10

**Pages graphiques de trajectoire :**

Graph/Map actif (*Avec PG.*) on dispose de trois graphes avec **PRG** qui montrent la **trajectoire prédite** fonction des conditions actuelles.

**1) Graphique Altitude / Vitesse :**

Ce graphe dans le plan vertical montre en vert l'altitude et en gris la vitesse prévues **en fonction de la distance parcourue** indiquée en bas à droite. Ce nombre peut différer de la distance à l'objectif dans **MapMFD** par exemple car c'est la distance réelle en l'air durant le vol, la rotation de la planète ajoutant des kilomètres. En dessous il y a 2 tracés : Décélération et Flux de Chaleur. Si la décélération dépasse 10G une ligne rouge apparaît pour prévenir des fortes sollicitations.



Aero Brake MFD - 4/10



### 2) Graphique horizontal MAP :

Mêmes données affichées que celles du graphique de la trajectoire, mais projetées sur le sol de la planète. En 1 l'apparence similaire à celle de MapMFD mais les données sont très différentes. Le chemin n'est pas un segment d'orbite mais celui du vrai vol plané que le vaisseau suivra, tenant compte de la portance, de la traînée et de la rotation de la planète.

Quand un objectif est sélectionné la petite grille 2 montre en ZOOM la carte autour de l'objectif pour ajuster finement le point d'atterrissage. Attention : la trajectoire prédictive utilise les valeurs courantes pour la portance et la traînée et ces données varient pas mal avec la vitesse. Comme le vaisseau décélère la trajectoire va s'écourter.

AeroBrakeMFD Ref Earth  
Graph/Map Tgt cape canaveral

DeltaGlider

AoA : -1.699 Deg  
L/D : 0.592  
S\*Cl : 1.114  
S\*Cd : 1.882  
min Vel. : 7.396k

eq. Vel. : 7.447k  
Max Vel. : 11.868k

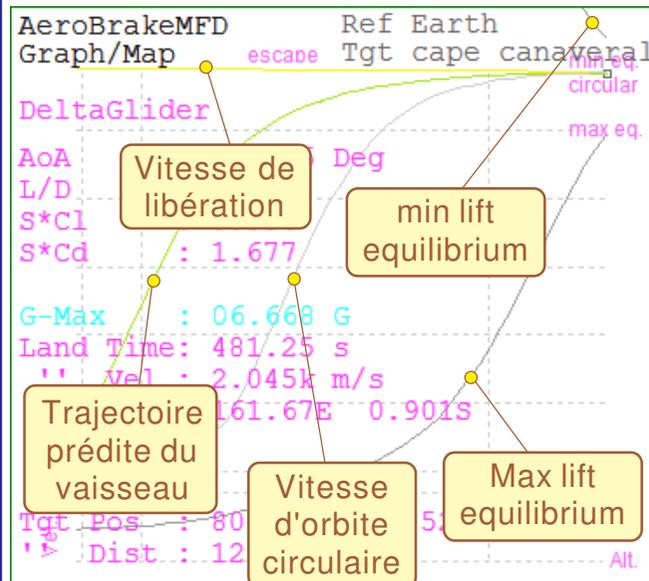
Max L/D : 6.418 (5.715 Deg)  
min L/D : -3.416 (-12.275 Deg)

En haut de cette page le lien pour aller chercher la texture couleur EarthM.bmp à remplacer dans <Textures>

Point d'arrivée prédit



### 3) Graphique Vitesse / Altitude :



Pour chaque altitude est tracée la vitesse que le vaisseau aura à cette dernière. Ce graphe fournit quatre courbes utiles :

- **circular** : Vitesse pour avoir une orbite circulaire en fonctions de l'altitude qui est déterminée par la masse de la planète et la distance au CdG. Si le vaisseau est sous cette ligne on descend vers la planète, s'il est au dessus on reste en orbite. (Gris foncé)
- **escape** : Vitesse d'échappement. Situé au dessus le vaisseau quittera la planète, en dessous il reste en capture. (En jaune)
- **max eq.** : Maximum lift equilibrium. Vitesse où la portance équilibre le poids à l'angle d'attaque maximal. C'est la vitesse minimale qui peut soutenir le vaisseau à cette



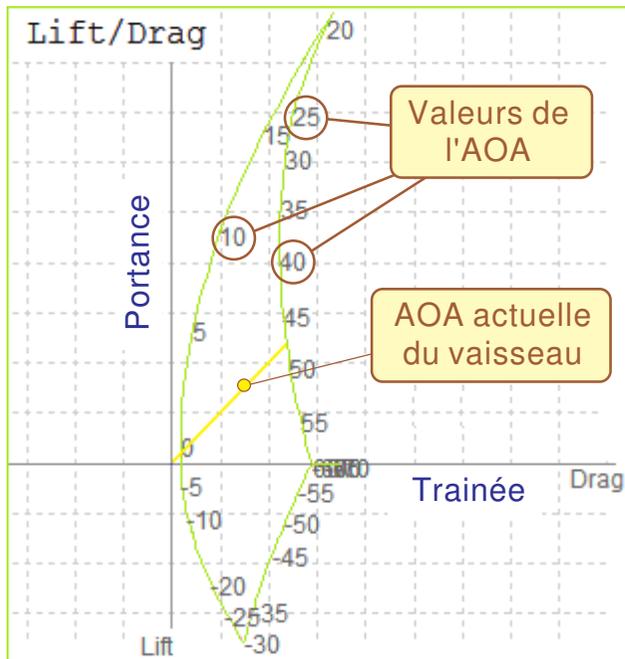
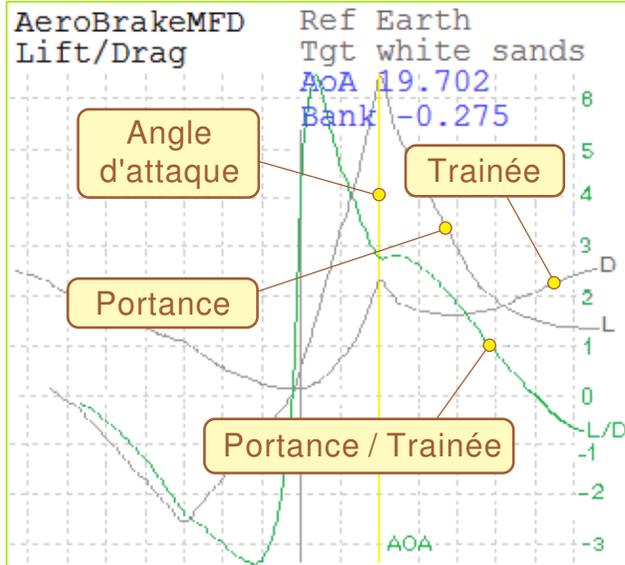
altitude. Voler plus lentement, le vaisseau descend, plus rapidement il monte. Utile pour des rentrées à plat avec décélération dans la haute atmosphère avec le minimum de problème thermique. La courbe représente cette limite.

- **min eq.** : Minimum lift equilibrium velocity. Est utile durant une aérocapture pour chercher à suivre son contour et trouver la limite supérieure où on peut planer. Il faut voler avec un angle d'attaque négatif pour empêcher le vaisseau de monter. Avec une vitesse verticale nulle au dessus de cette ligne, l'air n'est pas assez dense et on repartira. En dessous de cette courbe l'air est suffisamment dense pour rester capturé par la planète. (min et max sont en gris clair)

**Pages Lift / Drag :** (Graphes page 49) Lift/Drag actif (Avec PG.) on dispose de deux types de graphes au moyen de PRJ qui présentent les caractéristiques du vaisseau.

**1) Graphique Lift / Drag :** Ce graphe présente les propriétés aérodynamiques du vaisseau. Les données sont collectées durant le vol et stockées pour chaque angle d'attaque. Les deux lignes grises donnent la portance et la traînée, la ligne verte le rapport portance / traînée. La ligne jaune place la valeur actuelle de l'angle d'incidence.

**2) Polaire du rapport Lift / Drag :** Cette courbe donne une représentation polaire de la portance et de la traînée en fonction de l'angle d'incidence AoA. L'état actuel du vaisseau est représenté par le rayon jaune.

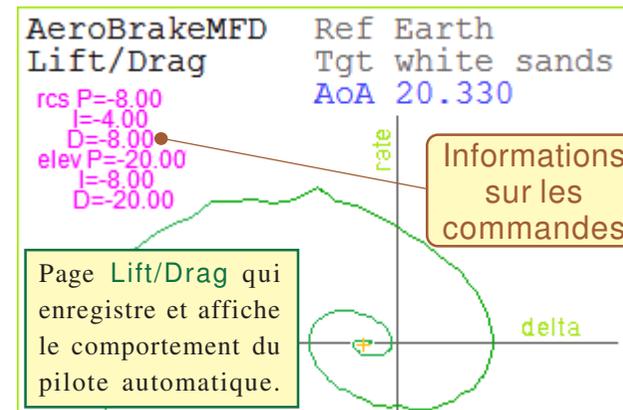


Aero Brake MFD - 8/10



### Le pilote automatique d'AéroBrake :

- **AoA** : Impose au pilote automatique de maintenir l'incidence actuelle constante. (Type OUI/NON) Utilise les RCS, les gouvernes de profondeur et le Trim. Dans certaines circonstances il peut s'avérer très instable.
- **Alt** : Conserve l'altitude actuelle en utilisant uniquement Gouverne de profondeur et Trim. (Type OUI/NON) Impossible si l'atmosphère est trop ténue ou que la vitesse est trop faible. Fonction très utile pour réaliser une aérocapture ou une décélération en haute atmosphère sans problèmes thermiques.
- **Bnk** : Tente de garder l'inclinaison en roulis présente à l'activation. (Type OUI/NON) Si on décélère dans la haute atmosphère jusqu'à la vitesse limite le vaisseau oscille alors de gauche à droite, s'écartant de la trajectoire de la cible. Peut s'avérer très instable. L'angle est positif à gauche, négatif à droite. Cette fonction est non suspensive pour **AoA** ou **Alt**. Les fonctions **AoA** et **Alt** s'excluent mutuellement.



Aero Brake MFD - 9/10



### Informations textuelles :

Données identiques sur toutes les pages.

#### 1) Données permanentes :

AoA : Angle d'attaque courant.

L/D : Efficacité de la portance.

S\*Cl - Cd : Coefficient de Portance/Trainée.

MOD propose deux types d'informations.

#### 2) Données orbitales :

G-Max : Décélération maximale prédite.

Pe Alt : Altitude du périgée. @

' ' Time : Temps pour atteindre le périgée.

Devient Land Time s'il y a atterrissage.

' ' Vel : Vitesse au périgée.

' ' Pos : Position du périgée ou du contact sol.

Apo Alt : Altitude de l'apogée. Information utile pour gérer une aérocapture. @

Ecc : Excentricité de l'orbite. (Aérocapture)

dV : Perte de vitesse. (Aérofreinage)

Rinc : ?

@ Information non affichées si atterrissage.

#### 2) Données de vitesse :

min Vel. : Vitesse minimale pour eq.Vel.

eq. Vel. : Vitesse d'équilibre pour l'AoA actuel.

Max Vel. : Vitesse MAX avec l'AoA mini.

Max L/D : AoA avec portée maximale.

min L/D : AoA avec portée minimale.

Max Lift : AoA pour portance maximale.

min Lift : AoA pour portance minimale.

Max Drag : AoA pour traînée maximale.

min Drag : AoA pour traînée minimale.

AeroBrakeMFD est un programme réentrant qui peut fonctionner indépendamment sur deux MFD différents avec des cibles différentes.

Aero Brake MFD - 10/10



Ce MFD affiche les valeurs des accélérations subies par le vaisseau. On peut l'ouvrir simultanément sur plusieurs MFD mais ils seront liés et afficheront les mêmes informations.

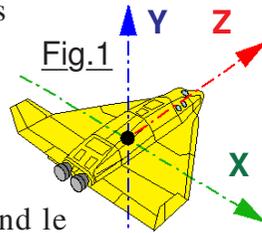
[MAJ] gauche ou droit

**LOA** ou [MAJ] L : Présente la grandeur de l'accélération globale en haut à droite.

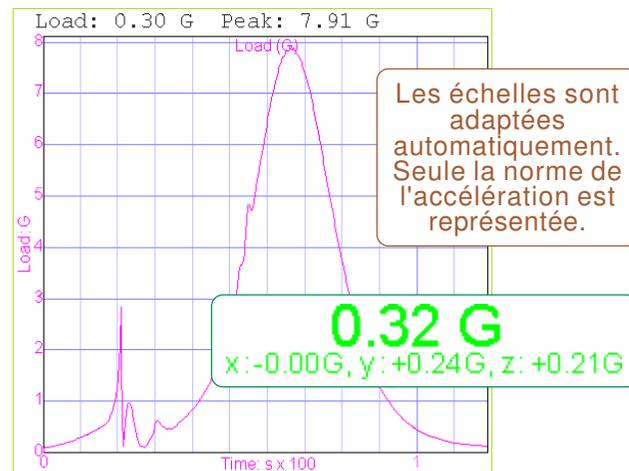
**RST** ou [MAJ] R : Efface la valeur de pointe et ramène à zéro le graphe actuel.

**UNI** ou [MAJ] U : Choix des unités.

**COM** ou [MAJ] C : Affiche la grandeur des trois composantes vectorielles de l'accélération en haut à droite de l'écran d'Orbiter dans les axes de référence liés au vaisseau. (Voir Fig.1)



**NUL** ou [MAJ] N : Reprend le tracé à gauche de l'écran graphique et efface la valeur de pointe enregistrée.



## Load MFD

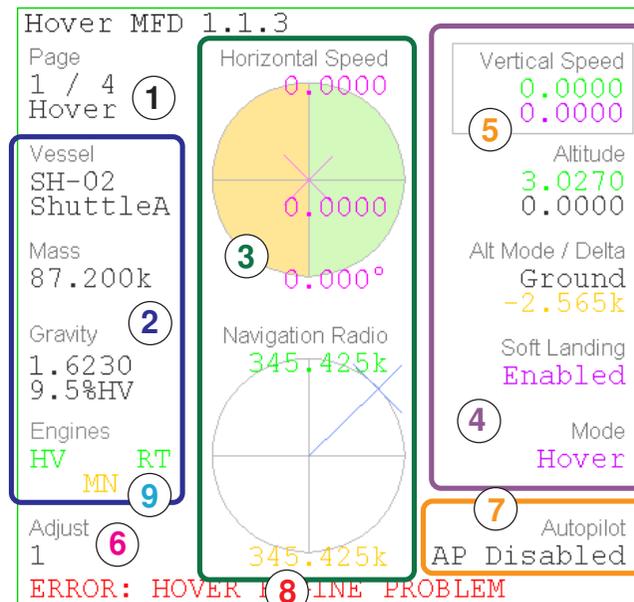
LOAD



**Hover MFD** est un pilote automatique universel conçu pour assister tous les vaisseaux spatiaux dans de nombreux types de manœuvres qui **utilisent les moteurs verticaux**.

Les affichages de la page d'accueil 1/4 :

- 1 : Page affichée et le type des informations.
- 2 : Informations contextuelles non modifiables.
- 3 : Données graphiques " " non modifiables.
- 4 : Valeurs modifiables. Celle qui est indexée pour être ajustée est encadrée comme en 5.
- 5 : Pas de l'incrémementation / décrémementation.
- 6 : Inverseur principal du pilote automatique.
- 7 : Dans la ligne inférieure du MFD, des erreurs importantes peuvent être affichées en rouge.
- 8 : Les moteurs disponibles en vert et en couleur jaune en cas de problème. HV : Hover, MN : principal, RT pour Rétropoussée.



## (V1.1.3) Hover MFD - 1/12

HOVER



## Les COMMANDES :

Elles restent inchangées pour les quatre pages.

**Hover MFD** peut librement ouvrir deux écrans indépendants. Dans ce cas les commandes clavier utilisent [MAJ] gauche ou [MAJ] droit.

**PG** ou [MAJ] P ou O : Change de page d'affichage. Sens fonction de **BGS / BDS**.

+ ou [MAJ] U : Valeur **indexée** augmentée. (@)

- ou [MAJ] D : Valeur **indexée** diminuée. (@)

(@) Augmente ou diminue de la valeur du PAS.

**SET** ou [MAJ] S : Valeur **indexée** ajustée manuellement dans une fenêtre de saisie. **On peut ajouter les unités k, M, G et T.**

**ENG** ou [MAJ] E : Engage en asservissement ou désengage le moteur indexé. (Page 4/4.)

**ADJ** ou [MAJ] J : Change en permutation circulaire la valeur des pas d'incrémementation.

< ou [MAJ] 1 à 5 : **Indexe** l'entité pointée par le bouton latéral gauche situé en vis à vis.

**AP** ou [MAJ] Q : Inverseur principal du P.A.

### Utilisation du pilote automatique :

Activé, le P.A. limite l'accélération temporelle à  $\times 10$ . Commencer par configurer certains paramètres, puis activer le pilote automatique. Durant le pilotage asservi l'état actuel du vol peut être surveillé sur les différentes pages d'informations. Toutes les consignes du pilote automatique peuvent être modifiées pendant qu'il est engagé. **Hover MFD** est conçu pour contrôler les moteurs Hover pour le lancement, l'atterrissage et les manœuvres. Par conséquent, le vaisseau doit avoir un moteur "vertical", et doit être configuré correctement. Logiquement il faut se trouver à proximité d'une planète.

## Hover MFD - 2/12



Avant d'activer le pilote automatique avec **AP**, il est fortement recommandé de suspendre tous les automatismes classiques d'Orbiter pour éviter les conflits. À l'engagement du P.A. les "Hovers" sont réglés immédiatement au niveau approprié pour le respect des consignes. Quand on désengage l'asservissement, le moteur principal et les rétro poussées sont forcés à zéro. Le moteur vertical reste à son dernier niveau pour éviter une chute dangereuse. Le P.A. se désengage automatiquement lors du contact avec le sol. Si la vitesse verticale négative est importante, et que **Soft Landing** activé, à proximité du sol la puissance des moteurs est poussée pour atterrir en douceur.

#### Plusieurs vaisseaux et plusieurs MFD.

Dans un vaisseau, on peut ouvrir plusieurs fois **Hover MFD**. Chaque écran sera couplé et asservi aux mêmes valeurs et configurations. On peut ainsi surveiller plusieurs pages différentes. Le pilote automatique est propre à chaque vaisseau et continue l'asservissement quand on change d'appareil. Plusieurs vaisseaux auto pilotés sont donc possibles.

👉 Pour activer ou couper le pilote automatique séparément pour chaque paramètre asservi, indexer la fonction élémentaire avec son bouton **<** puis utiliser le bouton **ENG**. Les moteurs concernés doivent présenter le statut **Enable** dans la page 4/4 **Engines** pour que l'asservissement soit possible.



#### Code utilisé pour les couleurs.

- **Gris** : Type de l'information affichée.
- **Blanc** : Valeur incorrecte.
- **Bleu clair** : Paramètre actuellement asservi.
- **Violet** : Asservissement en attente.
- **Vert** : Consignes positives.
- **Orange** : Consignes négatives ou erronées.
- **Rouge** : Alertes et messages d'erreur.

**NOTE** : Il existe des interactions entre les paramètres du P.A, certaines valeurs dépendent d'autres données dans un mode spécifique. Elles sont tributaires des moteurs validés. Si une valeur est blanche, allumer le moteur concerné. Si elle est violette, vérifier les dépendances. Si elle est bleu clair, l'asservissement est effectif.

#### Les informations de la page **Hover 1/4** :

Cette page affiche les informations de base pour placer le vaisseau en vol stationnaire.

- **Vessel** : Nom du vaisseau et son type.
- **Mass** : Masse du vaisseau exprimée en kg.
- **Gravity** : La première ligne est la valeur de la gravité, ( $En m/s^2$ ) la deuxième ligne montre le niveau calculé du moteur "vertical" pour combattre l'attraction. Si plus de 90% sont nécessaire, la valeur devient orange.
- **Engines** : Les moteurs possibles. (Page-1/12)
- **Horizontal Speed** : Le graphe montre par la croix **X** dans quelle direction dérape le vaisseau. Les vitesses vers l'avant et vers la droite sont affichées en vert, à gauche et en reculant elles sont en orange. Le cercle représente une amplitude de 1m/s. L'angle indiqué est la valeur du gisement de dérapage.



- **Navigation Radio** : Si le récepteur est à portée d'une radio l'affichage graphique indique le gisement et la distance à NAV1 en vert et à NAV2 en orange. Le cercle présente un rayon de 50 m. Le pointeur **X** reste sur le cercle si la distance est supérieure à 50m. Si une base a été désignée comme cible avec la commande **Hdg Target**, elle sera également pointée, et en gris.
- **Vertical Speed** : La ligne du haut indique la vitesse verticale actuelle, celle de dessous modifiable indique la consigne. La valeur imposée VS peut être changée en permanence.
- **Altitude** : Indique l'altitude actuelle et celle de consigne mesurée au centre du vaisseau. Il s'agit de l'altitude au-dessus du niveau du sol (**Ground**) ou par rapport au rayon moyen de l'astre, (**Mean Rad**) en fonction du choix pour **Alt Mode / Delta**. Ajuster la valeur désirée et activer la consigne avec le bouton **ENG**. Le pilote automatique remplacera en interne la valeur de consigne VS. Utiliser sa grandeur absolue comme maximum. Si la consigne est "0", un maximum de +/- 1 m / s est utilisé.
- **Alt Mode / Delta** : bascule de type O/N qui alterne entre les options **Ground** et **Mean Rad**. L'option par défaut est au-dessus du niveau du sol, utile pour atterrir et rouler. Elle permet également au vaisseau de suivre les pentes du sol avec une certaine vitesse à hauteur constante. **Mean Rad** est surtout utile en orbite circulaire basse à une valeur constante au-dessus du rayon moyen de l'astre pour éviter les risques de collision avec le relief. La deuxième ligne précise la différence



... / ...

entre la valeur du mode alternatif et celle actuelle. Si on est en mode **Ground** et que **Delta** est positive, c'est que le niveau du sol dépasse le rayon moyen.

- **Soft Landing** : Fonction permettant de réduire automatiquement la vitesse verticale pour effectuer un touché en douceur.
- **Mode** : Précise comment gérer le cabrage et le roulis pour contrer la gravité. (Voir la Fig.1)

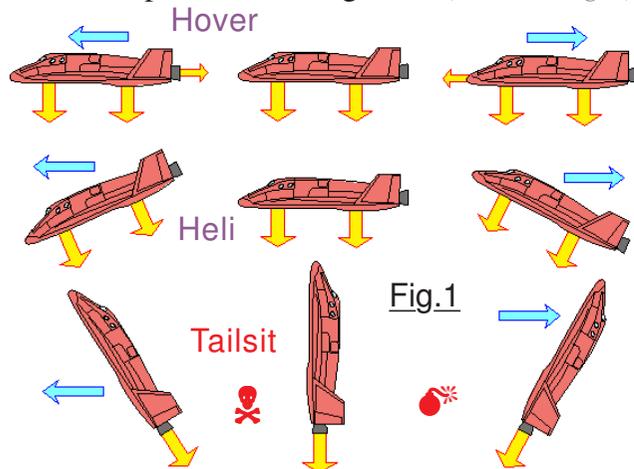


Fig.1

*Le roulis fait glisser en latéral.*

Le standard **Hover** est conçu pour une assiette horizontale. Avec l'option **Heli**, le cabrage et le roulis sont utilisés pour générer une vitesse horizontale tandis que VS reste stabilisée. L'angle maximal correspond à une poussée de 100% pour contrer la gravité. L'option **Tailsit** est analogue au mode **Heli**, avec cabrage et roulis pour gérer le glissement horizontal, mais utilise **MN** le moteur principal au lieu du **Hover**. Il est possible d'assister manuellement le PA avec les RCS configurés en rotation dans le

Hover MFD - 6/12



... / ...

mode **Heli**, mais limiter l'angle d'inclinaison avant que la poussée n'atteigne les 100%. Plus la poussée est importante pour contrer la gravité, plus l'angle maximal sera faible. L'inclinaison en tangage et en roulis peut être utilisée pour réduire une vitesse horizontale résiduelle suite à la phase de désorbitation.

**Les informations en page Orientation 2/4** : Elle gère les données nécessaire à la navigation le vaisseau étant piloté avec les RCS.

- **Position** : Coordonnées actuelles.
  - **Nav1 Pos** / • **Nav2 Pos** : Coordonnées de la balise captée par NAV 1 ou par NAV 2 si elle est à portée de réception.
  - **Base Pos** : Position de la base sélectionnée. Pour sélectionner une base, valider le bouton **Hdg Target**, avec **+** choisir l'option **Base**, Puis avec **SET** indiquer le nom de la cible dans la fenêtre de saisie sous les formats possibles :
    - \* *Nom de la base*,
    - \* *Nom de la base num du PAD*,
    - \* *Nom de la base 0*, (Premier PAD libre.)
    - \* *Longitude W/E Latitude N/S*,
    - \* *±Longitude ±Latitude*,
    - \* *none* pour invalider une cible.
  - **Horizontal Speed** : } Voir les informations
  - **Navigation Radio** : } page-4/12 et 5/12.
  - **Pitch / Bank** : valeurs actuelle et de consigne pour le cabrage et le roulis. (@)
  - **Heading** : Orientation du nez par rapport au pôle Nord de la planète. (@)
- (@) : Voir l'encadré de la page 3/12.

**Cliquer avec le BDS sur SET recopie la valeur actuelle dans la fenêtre de saisie.**

Hover MFD - 7/12



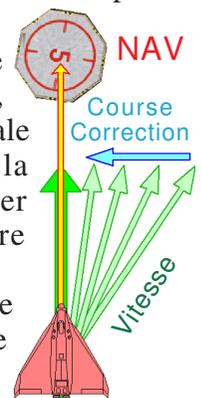
... / ...

**Hdg target** — True Hdg  
Hor. Spd  
Nav1  
Nav2  
Base

- **Hdg Target** : Plusieurs options sont possibles, sélectionnées avec les deux touches **+** et **-**.
- \* **True Hdg** : Pointe un cap géographique.
- \* **Hor Spd** : Oriente le nez du vaisseau vers le vecteur vitesse horizontale, mais uniquement si la vitesse est supérieure à 1 m/s pour éviter de tourner suite à des surcompensations.
- \* **Nav1 / Nav2 / Base** : Orientent le nez du vaisseau vers la balise captée par le récepteur radio pour des distances supérieures à 50m.

- **Lin Nav** : Trois options sont disponibles et utilisent les RCS en **Lin Nav** — Course  
Capture  
Taxi  
Ils ne sont effectifs que si **Hdg Target** a été ajustée pour capter une balise **NAV1**, **NAV2** ou **Base**. Cabrage et roulis ne doivent pas être engagés, ou alors limités à 5°. Le nez du vaisseau doit être à moins de 10° de la direction ciblée.

- \* **Course** : Effectue les corrections de cap sans modifier la vitesse horizontale.
- \* **Capture** : Fonctionne comme **Course** jusqu'à 50m de la cible, puis la vitesse horizontale globale est contrôlée en fonction de la distance pour ralentir et stopper l'évolution au centre de l'aire prévue pour l'atterrissage.
- \* **Taxi** : Contrôle la vitesse globale même à plus de 50 m de distance par poussée/freinage.



Hover MFD - 8/12

**Les informations en page Travel 3/4 :**

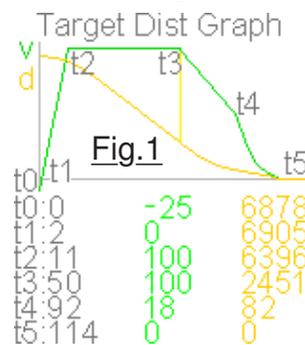
(Voyage.) Cette page contient des données pour voyager à la surface en vue d'atteindre une balise NAV ou pour un lancement en orbite. Il faut impérativement que **Hdg Target** soit ajustée pour capter une balise **NAV1**, **NAV2** ou **Base**. Cabrage et roulis ne doivent pas être engagés, ou alors limités à 5°. Le nez du vaisseau doit être à moins de 2° de la direction ciblée.

- **Orbital Speed** : Vitesse qui correspond à une orbite circulaire. (Les Hovers sont inutiles.)
- **Full Brake** : Indique la poussée totale qui s'oppose à la vitesse horizontale jusqu'à la fin de la course. Précise la durée de freinage, la distance nécessaire et le type de moteur utilisé.
- **Brake Now Rate** : Indique le pourcentage de poussée (Moteur MN ou RT) pour atteindre la cible à vitesse nulle si le freinage débute immédiatement. En option **Heli**, la première ligne montre le % de cabrage nécessaire par rapport au maximum de 5°. La deuxième ligne le % du maximum possible.
- **ETA (Speed)** : Temps approximatif prévu pour l'arrivée à la cible. Dans la deuxième ligne, le temps qui reste pour l'étape actuelle. Il peut y avoir jusqu'à cinq étapes dans ETA.
- \* **Zero** : Si la vitesse est loin de la cible, elle sera comptée négative. L'étape **Zero** annulera le mouvement, bien que la distance continue de croître. La vitesse est comptée uniquement dans l'axe, le dérapage latéral est ignoré.
- \* **Speed** : Cette étape est active jusqu'à ce que le paramètre "Vitesse horizontale" soit obtenu.



... / ...

- \* **Wait** : Vitesse d'approche souhaitée atteinte, attendre jusqu'à la phase de freinage.
- \* **Brake** : En fonction de la vitesse actuelle et des propulseurs qui seront utilisés pour le freinage, calcule à quelle distance le freinage doit commencer et engager la poussée.
- \* **Near** : Freinage brusque si une décélération constante dans l'étape de freinage est utilisée. Mais le freinage sera réduit durant le vol.
- **Target Dist Graph** : Affichage de prédiction des étapes du vol vers la cible sous forme graphique. (Voir section précédente.) Il faut activer **Horizontal Speed** et **Target Distance** pour asservir le PA.



Exemple en Fig.1 : Dans ce cas il y a cinq étapes. On se trouve à **6878m** de distance, avec une vitesse de **-25m/s**. (Éloignement de la cible.) Il faudra **2s** pour arrêter le mouvement à **t1** pour une distance augmentée à **6905m**. **Horizontal Speed** est imposé à **100m/s**. Cette vitesse sera atteinte à **t2** dans 9 secondes ou après 11s à partir de maintenant, on se trouvera à **6396m**. À vitesse constante de **100m/s** nous allons parcourir **2451m** jusqu'à **t3** en 50s puis le freinage commencera. La vitesse sera ensuite réduite à **18m/s** à **82m** de distance en **t4** en 92s. Enfin un freinage dosé en finale durant 114s sera exercé jusqu'à **t5** l'arrêt complet à la cible.



... / ...

**AVERTISSEMENT** : Toutes ces valeurs peuvent ne pas être très exactes. Le programme réagit en temps réel fonction de la vitesse et de la direction recherchées. Il n'anticipe pas les étapes futures éventuelles. Ces prédictions ne sont calculées que pour l'affichage. Les étapes ne sont réalisées qu'en contrôlant manuellement la vitesse, le PA réagissant toujours avec un peu de retard. Conseil : Réduire le freinage pour conserver de la réserve de poussée pour corriger.

- **Horizontal Speed** : Ajuster à la vitesse souhaitée pour effectuer l'approche. ↻
- **Target Distance** : Fonction activée, la vitesse sera utilisée à la valeur maximale pour l'approche de la cible. (Sans il n'y aura aucune poussée de freinage pour arrêter à la cible.) Pour asservir à temps le freinage et s'arrêter exactement à la cible, il faut imposer une valeur nulle et activer cette fonction.
- **Brake Rate** : Le programme cherche 90% pour ménager une réserve de poussée et précise le type de moteur concerné. (MN ou RT.)
- **VS To Target** : Vitesse verticale désirée. Si cette fonction est activée, les réglages de vitesse verticale sont écrasés de sorte que, dans le temps de l'ETA calculée, l'altitude est réduite de celle actuelle à deux fois celle de l'aire d'atterrissage. À activer pour effectuer un atterrissage doux. La première ligne donne la valeur actuelle de VS, la deuxième ligne est la VS calculée et visée par le PA.

Il n'y a pas de poussée possible vers le bas, donc un VS négatif n'est possible que par gravité. Map MFD permet de vérifier que l'atterrissage se fait à proximité de la cible avec l'orbite actuelle.





Cette fonction actuellement intégrée dans **IMFD** (*Module BaseApproch.*) était abandonnée. **Glideslope MFD** l'utilisant pour désorbiter, un résumé "minimal" est proposé dans cet onglet. Les données de poussée de désorbitation ne sont exactes que si **Ecc** est  $\leq$  à 0,015. La première étape consiste donc à circulariser. Il faut de plus un **RIn**  $< 15^\circ$  ou le message d'erreur target **Out of Range** sera généré et les lignes de choix d'orbite ne seront pas affichées.

- On circularise l'orbite si **Ecc**  $> 0,015$  et on réalise une correction de plan si **RIn**  $> 15^\circ$ .
- On attend que la trajectoire du vaisseau soit favorable. (*Closest Passage minimal.*)
- **En un point opposé au site** à environ 18000km de l'arrivée on calcule la mise à feu et on la réalise la poussée rétrograde.

[MAJ] gauche ou droit

### Les COMMANDES :

**TGT** ou [MAJ] T : Définir le nom de la cible. En frappant **GS** **BaseSyncMFD** devient esclave de **Glideslope MFD** la cible est alors automatiquement celle définie dans ce dernier.

**LL** ou [MAJ] L : Définir manuellement la longitude et la latitude de la cible.

**CYC** ou [MAJ] C : Recycle par huit lignes les affichages orbitaux si l'option **NUM** est  $> 8$ .

**E/D** ou [MAJ] D : Bascule qui alterne entre le mode **Direct** et le mode **Equator**. Dans le mode **Direct** **Tn** indique le temps pour arriver à un nœud pour ajuster l'inclinaison. **PLC** précise la durée de combustion et l'attitude. (*Normal +*) ou (*Normal -*). (page-5/5)



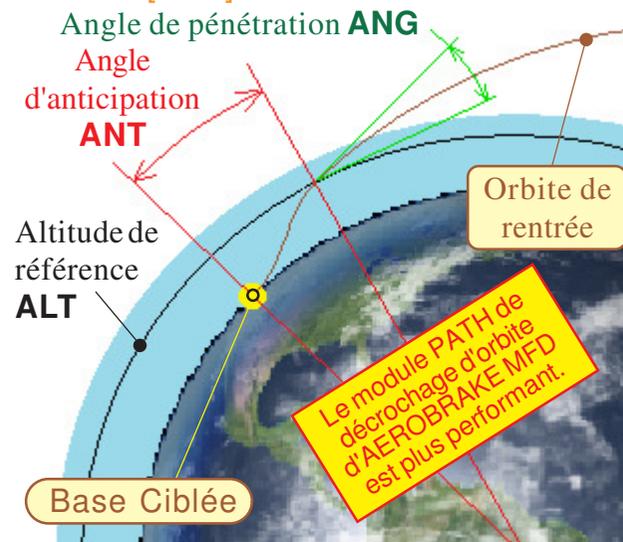
**MOD** ou [MAJ] , : Permutation circulaires des affichages en données graphique / numériques.

**ENC** ou [MAJ] E : Choix entre les modes de rapprochement **Apoapsis**, **Periapsis**, **Latitude** ou **Closest passage**. (page-4/5)

**NUM** ou [MAJ] N : Nombre d'orbites qui seront affichées pour les données de synchronisation avec un maximum de 99. Affichée en blanc l'orbite la plus favorable, les autres sont en vert.

**REF** ou [MAJ] R : Comme pour de nombreux MFD, cette commande impose la planète de référence si l'on est trop proche d'un satellite.

**ANG** ou [MAJ] W : } Ne réagissent que si  
**ANT** ou [MAJ] X : } **TGT** différent de **GS**.  
**ALT** ou [MAJ] Q : }



**DEO** ou [MAJ] V : Alterne entre le module **Deorbit Program** ou de revenir à la fonction de recherche de l'orbite la plus favorable.



### Effectuer la désorbitation :

- Ouvrir **Glideslope MFD**, passer en page "**CFG**" et définir : **Base**, **Rwy**, **GS** et imposer **Yes** à **Enable Deorbit Screen** puis **OK**.
- Avec **MOD** passer en page **DEORBIT** qui affiche l'alerte **BaseSync Action: TGT GS**.
- Ouvrir en parallèle **BaseSyncMFD**. En utilisation standard on définirait en premier la base cible avec **TGT** et l'on consignerait les valeurs souhaitées pour **ANG**, **ANT**, **ALT**. Dans le cas où **Glideslope MFD** est ouvert on se contente de définir comme cible **GS**. (*En majuscules ou minuscules.*) Immédiatement **Linked to GS** s'affiche en haut à droite du MFD qui adopte les données de G.S. Sur ce dernier **Select AB for Auto Burn** s'affiche.
- Si l'orbite n'est pas convenable affiche **Target Mismatch**. (*Cible incompatible.*) Corriger l'orbite. (*Circulariser, orienter correctement le plan. Le problème peut résulter d'un mauvais profil : Vaisseau incorrect ou fichier personnel incompatible.*)
- Sur G.S. valider **AB**. Engendre **Waiting for best orbit** si l'on n'est pas encore sur la "ligne blanche". (*Éventuellement diminuer NUM.*) Arrivé à l'orbite favorable affiche en rouge **BaseSync Action: Select DEO**. Valider **DEO**. **Autoburn: Waiting for T-120s** précise l'attente dans G.S. Quand le rayon vert approche du rayon blanc : **Autoburn: Aligning for burn** et oriente aux RCS. Automatise l'allumage de freinage puis en fin de manœuvre propose de désactiver **PRO GRD**. *La première phase de décrochage d'orbite est achevée.*



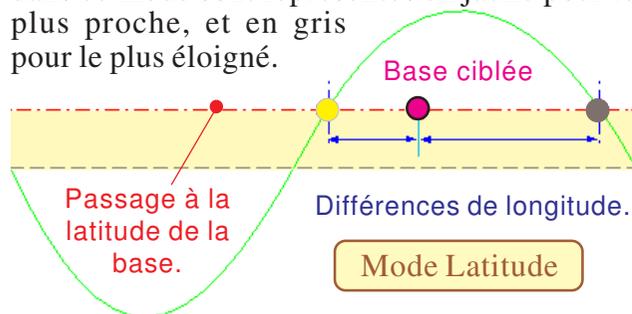
## Les modes de rapprochement :

### Mode Apoapis / Periapis :

Ces modes utilisent le périastre ou l'apoastre de l'orbite pour effectuer la synchronisation. Cette fonction affiche la distance projetée sur la planète entre ces points particuliers et la cible. *Ne présentent pas d'avantages spécifiques mais sont éventuellement disponibles.*

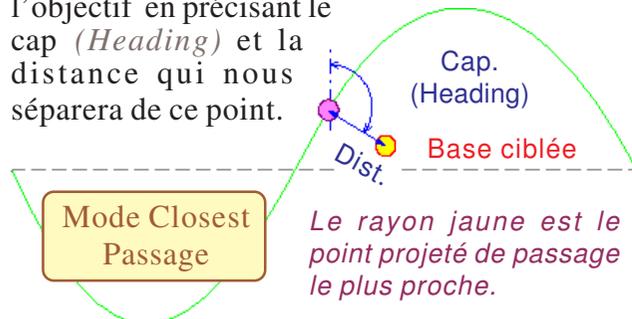
### Mode Latitude :

Détermine les deux points de passage où l'orbite coupe la latitude de l'objectif et donne la différence de longitude entre ces points et l'objectif. Ces deux points de rapprochement dans ce mode sont représentés en jaune pour le plus proche, et en gris pour le plus éloigné.



### Mode Closest Passage :

Calcule pour un passage au plus près de l'objectif en précisant le cap (Heading) et la distance qui nous séparera de ce point.

**BaseSyncMFD - 4/5**

## Modes de correction d'inclinaison :

### Ajustement de EqI en mode EQUATOR :

- **E/D** : Passer en mode **Equator**.

Quand on utilise l'option **Latitude** pour technique de rapprochement, la base ciblée doit être accessible. Si la base est hors de portée, le texte **Base out of Range** est affiché.

L'inclinaison équatoriale doit être augmentée avec une **EqI** au moins de même latitude que celle de l'objectif ou un peu plus. (0,5 degré.)

Le mode **Equator** est une bonne méthode à utiliser lorsque la planète tourne rapidement autour de son axe, comme la Terre, Mars, Io, Europa. Après quelques orbites, le plan passe à proximité de la base ciblée.

### Ajustement de EqI en mode Direct :

Avec des planètes comme Vénus, la Lune ou Callisto qui ont une longue période de rotation sur elle même la synchronisation peut prendre plusieurs jours, voir des mois pour espérer un rapprochement. Il faut alors aligner les plans orbitaux en utilisant **PIC** pour changer de plan et ainsi gagner du temps.

- **E/D** : Passer en mode **Direct**.

Dans ce mode **Tn** montrera le temps pour arriver à un nœud qui permet de changer l'inclinaison. **PLC** précise la durée de combustion et l'orientation du vaisseau à adopter. (Normal +) ou (Normal -).

**RIn** précise l'inclinaison relative de l'orbite.

**Si RIn ou PLC affichés sont à zéro, il n'est pas nécessaire d'effectuer de correction.**

Le mode **Direct** doit également s'utiliser pour minimiser l'écart final avec toutes les planètes après avoir réalisé l'allumage de désorbitation.

**BaseSyncMFD - 5/5**

<http://www.orbithangar.com/searchid.php?ID=6995>

Glideslope MFD est un outil de gestion de rentrée spatiale sur un astre avec ou sans atmosphère. Ouvrir simultanément deux MFD est possible mais ils seront couplés.

(Même données.)

**[MAJ] gauche ou droit**

## Les COMMANDES :

Elles restent inchangées pour cinq des six pages possibles avec **MOD**. Les deux dernières pages sont désactivées par défaut. Il faut les valider avec **CFG** suivi de **DEO** et (ou) de **DIA**.

**MOD** ou **[MAJ]** , : Recycle entre les six écrans de mode possibles : Situation verticale **VSIT**, graphique **TAPE**, données numériques **DATA**, graphique de situation horizontale **HSIT**, Diagnostic et **DEORBIT** avec **Base Synchro**.

**CFG** ou **[MAJ]** C : Paramètres de configuration.  
**UNT** ou **[MAJ]** U : Bascule de choix entre les unités métriques ou américaines.

**AUT** ou **[MAJ]** B : Active / désactive un pilote automatique complet pour les atterrissages non atmosphériques, ou un pilote automatique de base pour les atterrissages atmosphériques. **Attention x10 MAXIMUM**. Privilégier, s'il en dispose, un PA spécifique au vaisseau.

**CLR** ou **[MAJ]** T : Réinitialise l'historique des traces jaunes et vertes à l'écran. (Après avoir sélectionné une piste différente par exemple).

**SAV** ou **[MAJ]** V : Enregistrer un modèle utilisateur "Glideslope" avec le format.cfg pour un engin spatial spécifique, une planète, etc. (Référence pour un atterrissage futur ...)

(V2.6)

**Glideslope MFD - 1/9**

**Le menu de configuration CFG.**

- OK** ou **[MAJ] K** : Revenir à l'écran précédent.
- PB** ou **[MAJ] Q** : } Sélectionne la **base**
- NB** ou **[MAJ] S** : } précédente / suivante.
- PR** ou **[MAJ] A** : } Sélectionne la **piste**
- NR** ou **[MAJ] Z** : } précédente / suivante.
- VB** ou **[MAJ] V** : Représentation graphique. Les commandes **PB,NB,PR** et **NR** restent actives pour changer de sélection "visuellement".
- DEO** ou **[MAJ] O** : Page **DEORBIT OUI/NON**.
- PG** ou **[MAJ] E** : } Sélectionne le **Modèle**
- NG** ou **[MAJ] R** : } de vol prédéfini
- précédent / suivant.

- DIA** ou **[MAJ] D** : Page **Diagnostic OUI/NON**. Cette page d'affichage ne fait que proposer des informations supplémentaires.
- XTS** : Active ou désactive la sauvegarde de "Extended track" qui sur un enregistrement "Glideslope" sauvegardera plus d'informations. (*Option purement technique. Le fichier est dans <Config / MFD / Glideslope / Diags>.*)
- QAR** ou **[MAJ] X** : Active ou désactive la sauvegarde d'enregistrement rapide qui génère un autre fichier de diagnostic pour une analyse hors simulation. (*Option technique. Consulter <Config / MFD / Glideslope / Diags>.*)

**Le sous menu de visualisation VB.**

Ce mode de visualisation graphique fournit des informations supplémentaires sur la base cible telles que les coordonnées géographiques, l'orientation des pistes, leur longueur, leur largeur ainsi que les aires de stationnement. En vert la



... / ...

piste (*Ou le PAD.*) sélectionnée, avec un fléchage montrant la direction de l'approche. Outre les commandes **PB,NB,PR** et **NR** qui restent actives, s'ajoute la réinitialisation **RST**.

**RST** ou **[MAJ] R** : Recentre la vue et restitue le ZOOM par défaut.

**ZM-** ou **[MAJ] X** : } Ajuster manuellement

**ZM+** ou **[MAJ] W** : } le facteur de ZOOM.

**UP** ou **[MAJ] )** : } Déplace le dessin vers

**DN** ou **[MAJ] =** : } le haut ou vers le bas.

**<** ou **[MAJ] ^** : } Déplace le graphe vers

**>** ou **[MAJ] £** : } la gauche ou la droite.

**Code des couleurs :**

- Bleu : Valeur de référence dans le profil.
- Blanc : Valeur correcte.
- Jaune : Valeur trop grande.
- Rouge : Valeur trop faible.

**Affichage de la situation verticale VSIT.**

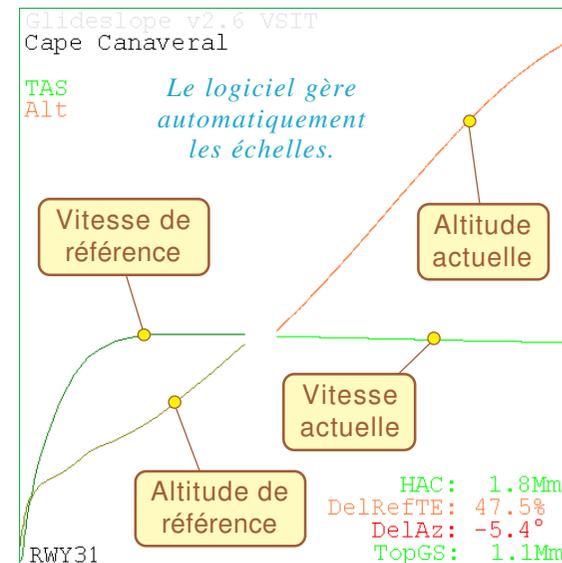
Ce mode graphique montre la vitesse verticale et le profil d'altitude pour le modèle de vol. C'est le mode principal pour la phase de descente du point de décrochage d'orbite à l'approche du HAC. **HAC : Cercle d'approche finale.**

- La trace vert foncé constitue le profil de référence avec en vert clair la vitesse air réelle.
  - La ligne jaunes clair représente l'altitude actuelle et en jaune foncé le profil de référence.
- Ces lignes de tendance donnent une idée de l'altitude et de la vitesse et permettent d'ajuster l'attitude et la poussée pour respecter la référence. Le profil de référence est sélectionné sur l'écran **CFG**, ou est généré automatiquement



... / ...

pour les atterrissages non atmosphériques. L'échelle est gérée automatiquement pendant la descente. Proche du HAC il peut se produire des discontinuités à purger avec **CLR**.

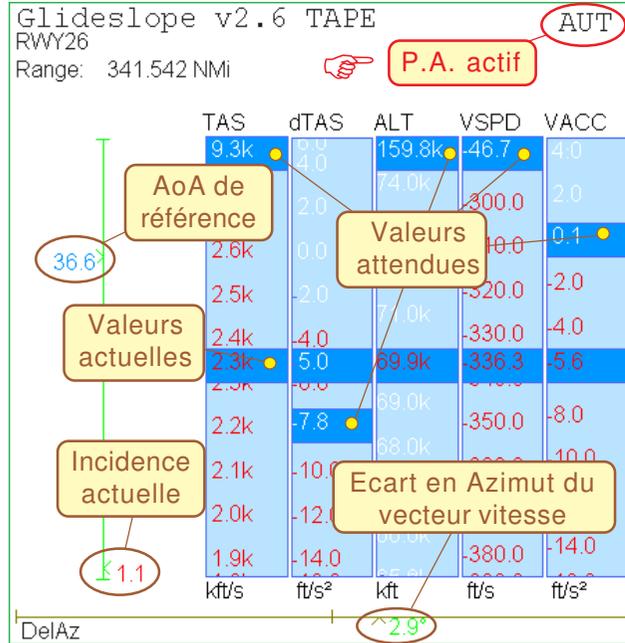


- **DelRefTE** : (*Delta Référence Totale Énergie.*) Indicateur de pourcentage de l'état énergétique total, (*Énergie potentielle et cinétique.*) par rapport à celle du profil de référence.
- **DelAz** : (*Delta Azimut.*) Écart angulaire par rapport au point d'entrée dans le HAC.

**Affichage de type "rubans" : TAPE.**

Données similaires au mode numérique, mais permettant un pilotage plus visuel que d'avoir à se concentrer sur des nombres.

- **TAS** : Vitesse air vraie.
- **dTAS** : Taux de variation de la vitesse TAS.
- **ALT** : Altitude actuelle.
- **VSPD** : Vitesse verticale.
- **VACC** : Accélération verticale.

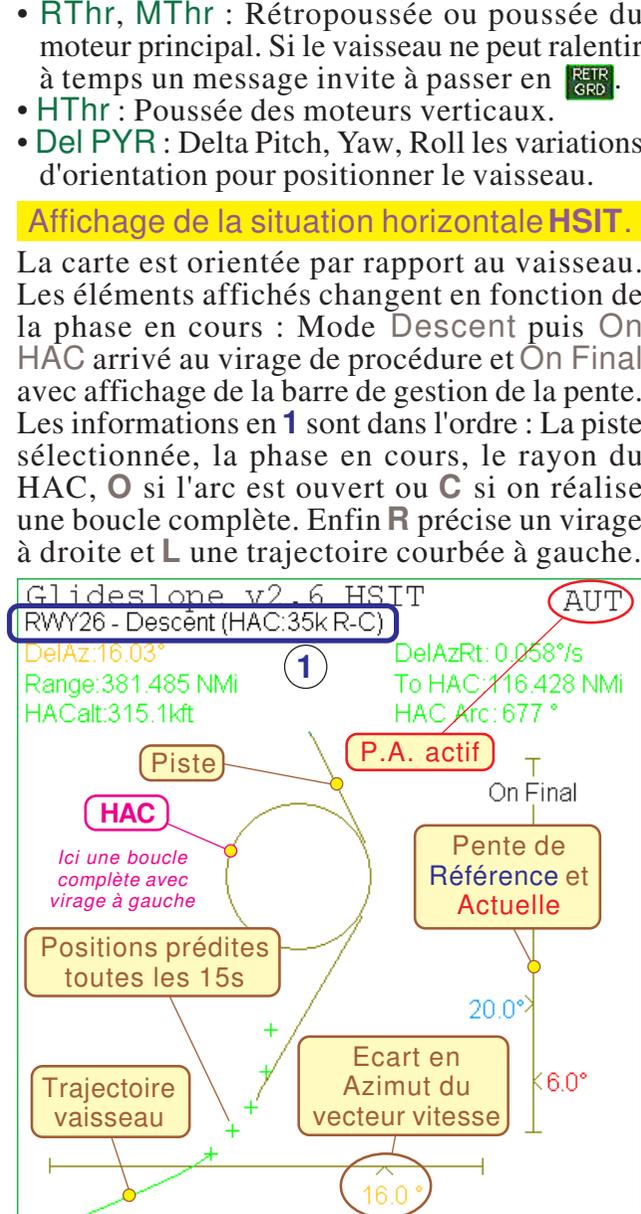


### Affichage numérique DATA.

Ce mode présente les paramètres de rentrée critiques à surveiller. Ils ne sont pas identiques pour une descente aérofreinée ou sur un astre sans atmosphère. Les données réelles sont en vert dans le cas idéal, en rouge si elles sont trop faibles et en jaune si elles sont trop importantes. Les données de référence sont toujours en bleu.

- **DelAZ** : Voir page-4/9.
- **Range** : Distance jusqu'à la piste.
- **ToHAC** : Distance jusqu'au HAC.
- **Énergie / dEngy** : Énergie totale actuelle du vaisseau et son taux de changement.
- **Alt / VSpd / VAcc** : Altitude, Vitesse Verticale et Accélération Verticale.
- **TAS / Acc** : Vitesse air et accélération horizontale.
- **HSpd** : Vitesse horizontale.

### Glideslope MFD - 5/9



### Glideslope MFD - 6/9



### Les commandes du mode HSIT.

- HAC** ou [MAJ] H : Choix de l'option du cercle d'alignement L-C, L-O, R-C ou R-O.
- RST** ou [MAJ] R : Réinitialise le cercle d'alignement à L-O et le ZOOM automatique.
- HR+** ou [MAJ] ) : } Augmente / Diminue le rayon du cercle HAC.
- HR-** ou [MAJ] = : } }
- ZM+** ou [MAJ] % : } Modification manuelle du facteur de ZOOM.
- ZM-** ou [MAJ] M : } }

### Page complémentaire DIAG.

Non fondamentale, cette page ne fait que proposer des informations supplémentaires d'ordre techniques tels que le nombre de Mach. Principalement utile pour développer le programme, son intérêt reste faible. Il sera donc peu utile de la valider dans les options de **CFG**.

### Le mode DEORBIT.

*Ce mode sert à réaliser le décrochage d'orbite qui déclenche la descente et le retour au sol.* Utilisant en mode esclave les informations calculées par **BaseSyncMFD** le protocole impose de **synchroniser les deux MFD**. La procédure précise est détaillée en page-3/5 de l'onglet dédié à **BaseSyncMFD**. Par défaut, le mode **Deorbit** est désactivé. Pour l'activer, il faut ouvrir l'écran des initialisations avec **CFG**. (Commande prévue pour le cas où **BaseSyncMFD** ne serait pas installé ou non déclaré dans l'onglet Modules d'Orbiter.)

*NOTE : La documentation d'origine précise comment créer des fichiers personnels de profils spécifiques ainsi que leur structure.*

### Glideslope MFD - 7/9

**Étape 1: Interface d'entrée.**

Elle est comprise entre l'allumage de désorbitation et conduit à la limite supérieure de l'atmosphère avec un angle d'anticipation idoïne. La trajectoire doit nous orienter vers la base, qui doit se trouver face à nous étant à 10km d'altitude. **BaseSync MFD sera associé en esclave à Glideslope MFD** pour effectuer le décrochage orbital. La procédure entièrement automatique est donnée en page **page-3/5** de **BaseSync MFD** et se termine par :

```
Deorbit burn completed
Deorbit screen no longer needed
Press MOD to select new mode
(Disable Prograde AP when aligned)
```

**Étape 2: Descente principale.**

Elle est comprise entre l'interface d'entrée et la pré-entrée HAC. Elle passe par le pic d'énergie du plasma. On conserve **VSIT** sur un MFD, et sur une deuxième instance en mode **DATA** pour faire afficher les informations critiques par rapport au profil de référence. Vert : correct, blanc : valeur forte et rouge : Faibles. Surveiller particulièrement le "Delta Azimuth", l'AoA et la distance du HAC. Surveiller sur les courbes de profil les tendances Altitude et Vitesse. Le vaisseau devient de plus en plus sensible aux changements d'AoA. Engager le pilote automatique ou celui du vaisseau. Chercher à maintenir une vitesse verticale constante d'environ -80 m/s. (*Ajustement de l'AoA combinée au Roulis.*)

**Glideslope MFD - 8/9****Étape 3: Cercle d'alignement.**

Procédure inspirée de celle de la Navette qui consiste à effectuer l'alignement final tout en résorbant la réserve d'énergie imposée par un retour sans motorisation possible. (*Potentielle et cinétique.*) Considéré comme un cylindre, un cercle ou un cône, le but consiste à aligner sur la finale à la bonne hauteur et la bonne vitesse pour exécuter l'approche finale et l'atterrissage. Pour cette phase, jusqu'à l'atterrissage, utiliser le mode **HSIT**, l'entrée du HAC étant entre 20km et 30 km de la piste, à la fin de la descente principale. Le vaisseau doit être stabilisé en assiette et cap, et ne pas avoir d'excédant de vitesse. (*L'AoA sera de l'ordre de -1° avec une vitesse de 600 à 900m/s.*) L'entrée dans le HAC impose un fort roulis d'environ 60° avec un AoA entre 10° et 15°. Maintenir -30m/s de vitesse verticale. La vitesse sera d'environ 200m/s en finale. En fonction du manque ou de l'excédent d'énergie, on peut modifier la géométrie de la trajectoire durant l'approche en fonction de l'énergie à résorber : Arc ouvert ou cercle complet, boucle à gauche ou à droite, ajuster le rayon à mi-HAC par exemple pour créer un cône de serrage. Une approche manquée peut aussi se résoudre par changement du sens d'atterrissage sur la piste. Passer en manuel au lieu du ZOOM automatique permet éventuellement de mieux voir et gérer l'approche.

**Étape 4: L'atterrissage.**

C'est l'aboutissement de la phase 3, la piste doit être dans l'axe, la descente stabilisée. Le PAPI et le VASI seront utilisés en fonction des caractéristiques du vaisseau.

**Glideslope MFD - 9/9**

<http://www.orbithangar.com/searchid.php?ID=6413>

Cette fonction permet d'automatiser une mise à feu **en programmant le DeltaV** souhaité et un délai avant combustion pour différentes situations spécifiques. (*Sur Apoapsis, Periapsis ou au bon moment pour intercepter une station orbitale.*) Le programme tient compte de la masse et des caractéristiques du vaisseau, y compris la variation que génère le débit de carburant. Ouvrir simultanément deux MFD est possible mais ils seront couplés.

(*Même données.*) **[MAJ] gauche ou droit**

**Les COMMANDES :**

**PG** ou **[MAJ] P** : Changer les B.P. du MFD.  
**DV** ou **[MAJ] V** : Saisie de la valeur souhaitée pour dV exprimée en m/S.  
**DT** ou **[MAJ] T** : Saisie du délai avant allumage. C'est **ARM** qui déclenche le compte à rebours.

*Pour les diverses manœuvres différées, (Périapsis etc.) l'allumage est anticipé avant d'arriver au point théorique, à une durée égale à la moitié de celle de combustion pour "symétriser" l'effet.*

**RST** ou **[MAJ] R** : Réinitialise à "zéro".

**ATTENTION :** Le moteur ne fonctionnera au moment venu que s'il est opérationnel. Penser à ouvrir les éventuels obturateurs. Un message d'alerte prévient si la poussée programmée n'est pas possible. ↗  
 Selected engine not available  
 >>> Check engine doors and fuel  
 Les calculs supposent une poussée à 100%.

(V2.9.2)

**Burn Time Cal<sup>tor</sup> - 1/3****B.T.C.**



Quel que soit le mode de déclenchement, une fois la combustion **sur les moteurs principaux** amorcée, elle peut être stoppée immédiatement avec \* **num**. Pour les RCS la procédure est : **RST > ARM > RST**.

**MD** ou **[MAJ]** : Changer le mode d'allumage. Périapsis / Apoapsis / Manual Start.

**BRN** ou **[MAJ] B** : Allumage immédiat.

**ARM** ou **[MAJ] Q** : Arme le pilote automatique pour un allumage en mode différé.

**CIR** ou **[MAJ] C** : Circulariser l'orbite à l'Apoapsis ou au Periapsis dont l'option est sélectionnée avec **MD**. L'activation de cette fonction arme automatiquement le PA. Il faut manuellement orienter le vaisseau en **RETR GRD** au Periapsis et en **PRD GRD** à l'Apoapsis. S'avère bien moins précis qu'**IMFD** qu'il faut privilégier.

**ENG** ou **[MAJ] E** : Choix de la motorisation utilisée. Main / Hover / Retro / RCS FW (Avant.) / RCS UP (Haut.) / RCS RE. (Arrière.)

**GET** ou **[MAJ] D** : Importer les données calculées avec TransX MFD.

**EXT** ou **[MAJ] X** : Masse de carburant éventuellement disponible en "externe".

**RCS** ou **[MAJ] I** : Inclure le carburant des RCS.

**ST** ou **[MAJ] S** : Cibler un objet *en frappant le début de son nom*. (Astre, station orbitale ...)

**OS** ou **[MAJ] O** : (Offset.) Saisie de la distance qui provoquera l'allumage. Bien faire attention, car si au plus proche de la trajectoire le vaisseau ne passe pas à cette distance attendue, l'allumage automatique ne se produira pas.

**UNT** ou **[MAJ] U** : Unité du système SI / US.



### Informations disponibles :

**Current Vehicle Mass** : Masse actuelle vaisseau.

**Current Stack Mass** : Masse totale accouplé.

**Postburn Vehicle Mass** : Masse après manœuvre.

**Empty Vehicle Mass** : Masse à vide.

**Mass Fow Rate** : Débit massique du moteur.

**Eng Thrust** : Poussée du moteur sélectionné.

**Eng lsp** : Impulsion spécifique du moteur.

**Eng Acc** : Accélération possible avec le moteur.

### Procédure d'utilisation :

*Exemple : Obtenir un dV nul automatiquement arrivant à proximité d'une station orbitale.*

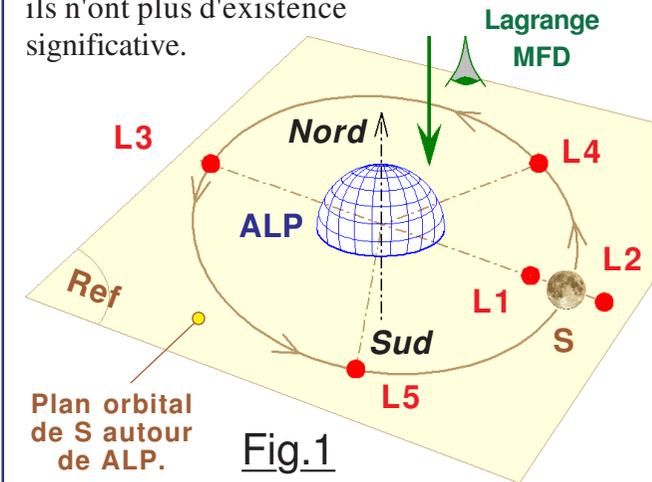
- Orienter correctement le vaisseau pour pouvoir effectuer la poussée dans la bonne direction. **Orbit MFD** permet de savoir si l'on est Poursuivant / Poursuivi. (Choix de l'attitude.)
- **PG** pour avoir le bouton **ST** et préciser la cible. (Les premières lettres suffisent.)
- Avec **OS** préciser la distance à laquelle sera effectué l'allumage automatique. Vérifier que le vaisseau passera à cette proximité.
- **PG** puis avec **ENG** sélectionner la motorisation à utiliser. Vérifier qu'elle permet le dV suffisant.
- Avec **ARM** enclencher l'automatisme. Les deux lignes d'informations pertinentes passent en jaune. Passer en **RETR GRD** ou **PRD GRD** et ouvrir **Docking MFD** pour surveiller la distance.
- **Arrivé à la distance programmée le moteur concerné doit s'allumer pendant la durée prévue**. On est globalement stabilisé.

On peut alors orienter directement vers la cible, allumer en manuel pour se rapprocher et utiliser **BT MFD** pour annuler automatiquement le dV.



### Particularité des points de Lagrange.

Hypothèses : Le satellite **S** présente une masse très inférieure à celle de l'**ALP**. Le corps d'épreuve ou particule-test, ("microbe") présente pour son compte une masse très inférieure à celle de **S**. Lagrange a démontré qu'il existait dans ces conditions cinq points de stabilité orbitale nommés respectivement **L1**, **L2**, **L3**, **L4** et **L5** qui ont la particularité de se trouver dans **Ref** le plan orbital du satellite **S** autour de l'astre central **ALP**. Ils sont repérés sur la Fig.1 quand on regarde le plan **Ref** du **Nord** vers le **Sud**, la direction étant déterminée par l'**ALP**. Trois de ces points **L1**, **L2** et **L3** sont sur l'axe qui joint **ALP** et **S**. Mais en fonction des masses des deux corps de référence ainsi que du rayon orbital de **S**, les deux points **L1** et **L2** peuvent se trouver à l'intérieur du satellite **S**. De ce fait ils n'ont plus d'existence significative.



Plan orbital de S autour de ALP.

Fig.1

**ALP** : ATTRACTEUR LOCAL PRÉPONDERANT.

### Burn Time Calculator - 2/3

### Burn Time Calculator - 3/3

### Points de Lagrange.



## LagrangeMFD-0.7

**Lagrange MFD** est un outil de visualisation de mouvement dans un référentiel tournant définie par un couple de corps célestes. Il permet d'observer des phénomènes typiques avec trois corps, comme les points de Lagrange ou certaines formes d'orbites exotiques.

### COMMANDES :

**RF1** : Désignation de la Référence n°1.

**RF2** : Désignation de la Référence n°2.

**AR** : Auto sélection de RF1 et RF2.

**TGT** : Désignation d'une cible.

**NT** : Annulation de la cible.

**UPD** : Réoriente le plan de référence en replaçant horizontalement la ligne REF1 REF2.

**CLR** : Effacer les traces sur le graphe.

### Données affichées :

- Petits cercles blancs : FR1 et FR2.

- Petits cercles Vert : Notre vaisseau.

- Petits cercles Jaune : La cible.

- Petits points blancs : Points de Lagrange.

Le graphe se centre sur FR1 et le cadrage s'ajuste automatiquement à la zone concernée dans le système solaire.

**Les orbites** du vaisseau, de FR2 et éventuellement de la cible **sont tracées en projection sur le plan de référence** qui coïncide avec les points de Lagrange.

Les vitesses indiquées sont celle du vaisseau par rapport au plan de référence.

Les segments de droite sont des "transitoires" tracés au moment de désignation d'éléments. Il est recommandé de les effacer avec **CLR**.

## LAGRANGE - 1/7

LAGRANGE



## Lagrange\_v0.2

Le module **Lagrange** calcule la position et la vitesse des points de Lagrange dans Orbiter. Il montre les coordonnées et le vecteur vitesse relatif de votre vaisseau par rapport au point de Lagrange sélectionné. Il peut déplacer instantanément le vaisseau en ce point. Utile pour la mise en stations à l'un des points L1 à L5 et sauvegarder ensuite dans un scénario personnel.

### COMMANDES :

**SET** : Choix d'un astre. Désigner un satellite ou une lune sélectionne immédiatement un couple avec l'astre attracteur local prépondérant. (Exemple ci dessous : Charon pour SET)

```
GetPosMFD
```

```
Pluto -> CHARON
```

```
R: 19570736.09
```

```
Vx: 0.0029 Vy: 222.8388
```

```
L3 coord.:
```

```
R: -18383379.56
```

```
Vx: -0.0027 Vy: -209.3191
```

```
Vessel coord.:
```

```
X: -18383379.56 Vx: -0.0027
```

```
Y: 0.00 Vy: -209.3191
```

```
Z: -0.00 Vz: 0.0000
```

```
Dist. to L3: 0.0009
```

```
X: 0.00 Vx: 0.0000
```

```
Y: 0.00 Vy: 0.0000
```

```
Z: -0.00 Vz: 0.0000
```

**NXT** : Sélectionner le point de Lagrange suivant dans la liste possible.

**PRV** : Sélectionner le point de Lagrange précédent dans la liste possible.

**GO** : Place le vaisseau au point considéré.

## LAGRANGE - 2/7



## Lagrange\_v1.0

[MAJ] ? ou MOD

La commande MOD est permanente dans chaque page du MFD.

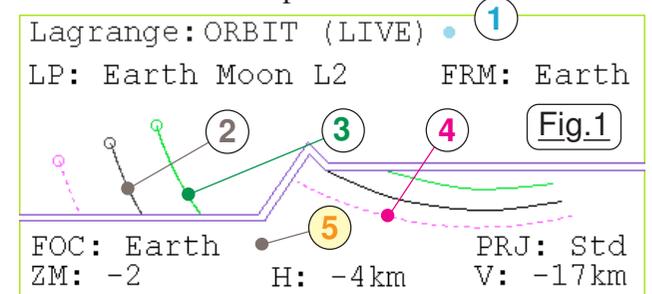
ORBIT  
ENCOUNTER  
PLAN  
AUTOPILOT  
S41

Les affichages de la page **ORBIT** :

L'affichage (PLAN) ou (LIVE) précise si le mode **Planification** est actif ou non.

Le fichier **Color.cfg** peut être modifié par l'utilisateur, mais en standard le MFD affiche :

- Le Soleil en jaune,
- **1** : La Terre en bleu pâle,
- **2** : La Lune en gris,
- **3** : L'orbite du vaisseau en vert,
- **4** : La trajectoire vers **Ln** en violet pointillé,
- L'orbite planifiée en rouge.
- Des petits cercles sur les lignes de trajectoire indiquent le point de rencontre le plus proche entre le vaisseau et **Ln**. Si le corps céleste est plus grand que le cercle, le cercle sera complété et se développera pour indiquer la taille réelle du corps.



Si l'orbite prédite du vaisseau s'approche de l'un des corps célestes ou pénètre dans l'atmosphère il y aura un avertissement au bas l'écran.

## LAGRANGE - 3/7

**Les commandes de la page ORBIT :**

**TGT** ou [MAJ] T : Choisir le point **Ln** ciblé. Dix cibles sont proposées. Avec la commande **PMT** ou [MAJ] X le vaisseau est déplacé directement au point **Ln**.

**FRM** ou [MAJ] R : Définit la référence (*Frame*) utilisée pour effectuer les calculs. Affecte l'orientation et la planification des brûlures, donc ne doit pas être modifiée lors de la configuration d'une planification ni à mi-brûlure.

**PRJ** ou [MAJ] P : Change la direction de la projection graphique. (*Std / X-Edge / Z-Edge*)

**FOC** : Sélectionne l'entité qui sera focalisée sur l'écran. Ce choix n'affecte que la façon dont les données sont représentées, de sorte que l'option peut être modifiée à tout moment.

**RST** ou [MAJ] C : Réinitialise la vue de l'orbite, pour réafficher tous les éléments à l'écran.

**ZM+** ou [MAJ] I : Augmente le ZOOM.

**ZM-** ou [MAJ] O : Diminue le ZOOM.

**UP** : Décale pour voir plus haut.

**DN** : Décale pour voir plus bas.

< : Décale pour voir plus à gauche.

> : Décale pour voir plus à droite.

} Passent en répétition.

**Les commandes pour les saisies :**

**OK** ou [MAJ] K : Valider l'option sélectionnée.

**PRV** ou [MAJ] P : Pointer l'option précédente.

**NXT** ou [MAJ] N : Indexer l'option suivante.

**PMT** ou [MAJ] X : Place le vaisseau sur **Ln**.

**LCK** : Verrouiller la focalisation OUI/NON. Cette option ne s'active qu'avec la fonction

**FOC**. Si elle est activée, **(L)** est ajouté en 5 de la Fig.1 dans les informations textuelles.

LAGRANGE - 4/7

**La page ENCOUNTER :**

Purement informative cette page présente des données détaillées sur la position relative et la vitesse actuelle au point de Lagrange et à la rencontre la plus proche prévue. Les trois axes (*Prograde, Outward et Plane Chg*) sont identiques à ceux utilisés par TransX, et sont déterminés par le paramètre **FRM** en mode **ORBIT**. En bas de l'écran est précisé le temps de rencontre sous trois formats :

- La date julienne corrigée. (*MJD visible en haut à droite de la fenêtre d'Orbiter*),
- Le temps de simulation (*Sim visible en haut à droite de la fenêtre d'Orbiter*),
- **dTime** le compte à rebours.

En bas de la page s'affiche le type de rencontre : *Avant / Pendant / Après* la numérisation. Le scanner S4I cherche une distance minimale sur la courbe de rencontre. S'il n'en trouve pas, il étudie pour savoir si la rencontre était antérieure.

**Les commandes de la page PLAN :**

(*Page de planification.*) Ouvrir le deuxième MFD en mode **ORBIT** pour voir le résultat.

**ARM** ou [MAJ] Q : Arm / Désarmer le mode de planification. Lorsque le plan est désarmé, les affichages **ORBIT** et **ENCOUNTER** précisent des prédictions courantes. Lorsque l'allumage est armé, **ENCOUNTER** et **ORBIT** affichent les prévisions planifiées.

**MJD** ou [MAJ] J : Indexe la date MJD.

**PRO** ou [MAJ] F : Indexe dV en **PRO**grade.

**OUT** ou [MAJ] O : Indexe dV pour **OUT**ward.

LAGRANGE - 5/7



**PLC** ou [MAJ] P : Indexe dV pour effectuer un changement de plan.

**ADJ** : Augmente le pas de modification.

**ADM** : Diminue le pas de modification.

**++** : Augmente la valeur Indexée. } **Passent en**  
**--** : Diminue la valeur Indexée. } **répétition.**

**ENT** ou [MAJ] E : **Saisie manuelle d'une valeur numérique** pour le paramètre indexé.

**TDV** ou [MAJ] T : Permet de sélectionner le paramètre Total dV autorisé. Cliquer une fois pour le sélectionner. Cliquer une deuxième fois **verrouille la valeur**. (**Lock**) À partir d'ici changer l'un des dV modifie les autres pour conserver la valeur totale. Si Total dV est verrouillé et que l'on impose une valeur avec **ENT** les trois paramètres sont corrigés en conservant les proportions initiales. Noter que les trois poussées sont orthogonales, **Total dV indique leur combinaison vectorielle**. ↗

Prograde dV: + - 29.166667 m/s  
Outward dV: + - 4.930066 m/s  
Plane Chg dV: + - 5.000000 m/s  
Total dV Lock: ▶ = 30.000000 m/s

**Les commandes pour AUTOPILOT :**

**AA** ou [MAJ] Q : Arme / Libère le P.A. en mode Alignement de plan. (1)

**AB** ou [MAJ] B : Arme / Libère le P.A. en mode allumage/poussée. (1) Valide automatiquement **AA** si **AB** est activé.

**AH** ou [MAJ] H : Active "HOLD **Ln**". Peut être armé même si le mode **PLAN** est désarmé et nous sommes à moins de 1000 km de **Ln**.

(1) **Uniquement si le mode PLAN est armé ou figé.**

LAGRANGE - 6/7



### Les commandes de la page S41 :

S4I contrôle le fonctionnement interne pour déterminer les prédictions. (Implémente un intégrateur Symplectique du 4<sup>ième</sup> ordre.)

**ARM** ou [MAJ] Q : Arme ou gèle l'intégrateur.

**RNG** ou [MAJ] R : Définit la durée des calculs.

**ITR** ou [MAJ] I : Précise le nombre d'itérations. (20 000 par défaut et 100000 maximum.)

**DT** ou [MAJ] T : Impose l'intervalle de temps pour chaque itération de l'intégrateur. En règle générale on adopte entre 10 à 60 secondes.

**RCT** ou [MAJ] C : Impose un temps de calcul pour l'intégrateur. Ajuste linéairement les itérations pour obtenir le multiplicateur souhaité pour le temps de calcul. (Exemple : Temps de calcul = 1,00 s et que l'on impose 0,25 sec, les étapes d'itération seront divisées par 4).

**HYS** ou [MAJ] H : Lorsque il y a deux points de rencontre qui sont à des distances presque identiques et minimiser l'inconvénient de saut dans les calculs on peut définir une plage de calcul pour ne pas analyser le deuxième point.

**WT** ou [MAJ] Z : Oblige l'intégrateur S4I à attendre ce laps de temps (Exprimé en secondes.) entre chaque calcul d'intégration. Par défaut le laisser à 0.0, sauf si une mise à jour intermittente est désirée.

Les trois boutons restants sont uniquement prévus pour l'analyse technique, **ne pas les utiliser**. Créent SNAP.csv, S4I.csv, ENC.csv et OrbPlot.csv dans le sous dossier <Config\MFD\Lagrange\Diags directory>.

**DML** ou [MAJ] 1 : Provoque un CTD !

**DME** ou [MAJ] 2 : (Voir la documentation.)

**DMO** ou [MAJ] 3 : (Voir la documentation.)

LAGRANGE - 7/7



<http://orbithangar.com/searchid.php?ID=3970>

### HerschelPlanck L2 Display.

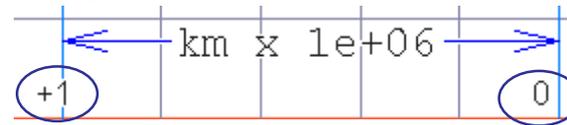
Ce MFD est initialement conçu pour enregistrer la trajectoire des satellites Herschel et Planck lancés le 14 mai 2009 vers le point de Lagrange L2 du couple Soleil-Terre. Mais on peut l'utiliser dans toute scène pour laquelle on désire se diriger vers le point singulier L2.

#### COMMANDES :

**VW** : Choix entre trois modes de visualisation graphique et une page de données numériques. Les modes graphiques sont explicités en p 32.

**ZM+** : } Permutation circulaire du facteur

**ZM-** : } d'échelle Km x 1e 04/05/06/07/08



#### Données affichées :

- S'il n'y a pas de vaisseau nommé Herschel ou Planck dans la scène, c'est le vaisseau piloté qui sera pris en compte.
- La trajectoire est tracée sur une grille orientée par rapport à la ligne Soleil S / L2.
- La route de Planck est tracée en rouge, celle de Herschel en vert. Deux croix blanches "+" précisent la position des vaisseaux. La position de la Terre est indiquée par un rond bleu "o".
- Données numériques : Position et vitesse du point L2 par rapport au vaisseau, exprimées dans les axes de référence du vaisseau. (Fonction de l'orientation du vaisseau) Distance jusqu'au point L2 et l'angle compris entre les points L2/Terre T/vaisseau.

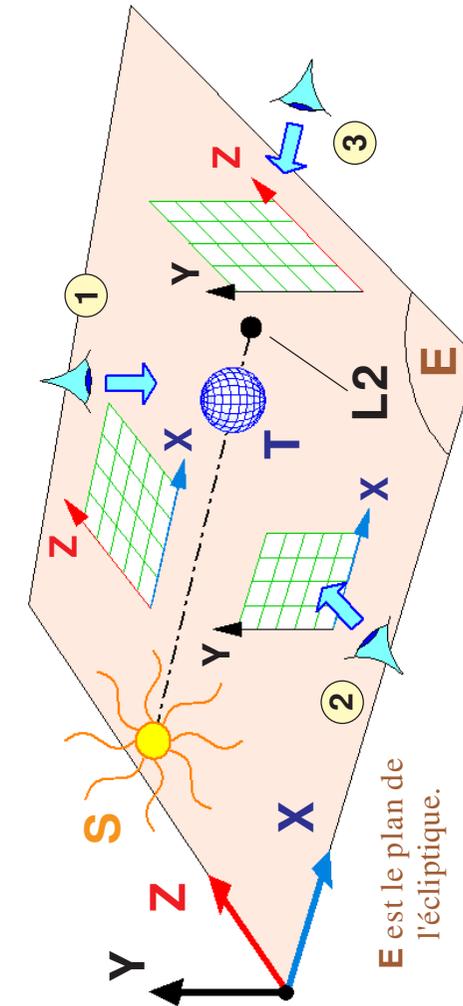
Herschel Planck - 1/2

Hersch Plk



L'enregistrement des trajectoires continue pendant la simulation même si on sélectionne un autre module sur le MFD.

#### Visualisation graphique :



- 1: (X-Z) Ecliptic Projection. On regarde le plan écliptique par le "dessus".
- 2: (X-Y) Ecliptic Plane View. On regarde le plan écliptique par la tranche perpendiculairement à la ligne Soleil S / L2.
- 3: (Z-Y) L2-Sun View. On regarde le long de la ligne de L2 vers le soleil S.

La position pour le point L2 est calculée avec une tolérance de 17 km par rapport aux données fournies par l'organisme "JPL Horizons Ephemeris".

Herschel Planck - 2/2



Ce MFD propose divers écrans pour la surveillance et l'interaction avec un lanceur à plusieurs étages. La colonne de gauche identique pour chaque écran constitue le menu de base. La colonne de droite est dédiée aux commandes spécifiques à chaque page écran.

<b>FST</b>	MENU <i>(Caractéristiques du lanceur.)</i>	FL	ALT
<b>VEH</b>	FUEL / THRUST / BATTS	THR	PMC
		BAT	PLM
			COM
<b>GNC</b>	GUIDANCE DISPLAY		UP
			DN
<b>PLD</b>	PAYLOAD DISPLAY	FAI	ADD
		JET	DEL
			SAV
<b>CTR</b>	CONTROL DISPLAY	ATT	AP
		PIT	UP
		YAW	DN
		ROL	TOG
<b>MNT</b>	MONITOR DISPLAY		SET
			LD
			SAV

### La page FST :

Elle affiche quelques informations générales sur le lanceur. (*FIRST.*)

**ALT** : Définir les altitudes pour les phases du lancement au format HHH, HHHH, HHHH ...

**PMC** : Définit l'intervalle en secondes pour le paramètre "PEG Major Cycle Interval".

**PLM** : Cabrage maximal autorisé en degrés.

**COM** : Activer / Désactiver "Vol Complexe".

### La page VEH :

**FL** : Pourcentage de carburant restant et temps de combustion pour les réservoirs du lanceur.

**THR** : État courant des moteurs.

**BAT** : État de charge des batteries.

## Multistage2015 MFD - 1/3

MultiStage



### La page GNC :

Permet de vérifier et de modifier en temps réel le programme de lancement. (*GUIDANCE.*)

**UP / DN** : Changer de ligne du programme.

**ADD** : Insérer une nouvelle ligne.

**DEL** : Effacer la ligne courante.

**SAV** : Sauvegarder le fichier dans le dossier <Config \ Multistage2015 \ Guidance>

Syntaxe : *NomLanceur\_sysMJD\_GNC.txt*

Exemple : *SLS\_57302.65\_GNC.txt*

**AP** : Activer / Désactiver le pilote automatique.

Avant le lancement, ajouter une commande à temps négatif définira le compte à rebours à cette heure. Ex : -30 = orbite (180,220,51,5,1) mettra la temporisation de mission sur T-30 si rien n'a été imposé avec un temps antérieur.

### La page PLD :

Affiche le bilan des charges utiles. (*PAYLOAD.*)

**FAI** ou F : Action standard pour la touche "F".

**JET** ou J : Action standard pour la touche "J".

### La page CTR :

Écran prévu pour vérifier si le lanceur s'oriente réellement dans la direction qui est imposée par le programme au pilote automatique et affiche l'écart angulaire courant. Avec les boutons de droite on peut gérer manuellement pour corriger un écart ou tester un autre profil de lancement.

**ATT** : Coupe ou active le PA sur les trois axes.

**PIT** : Coupe / Active le PA en Cabrage.

**YAW** : Coupe / Active le PA en Lacet.

**ROL** : Coupe / Active le PA en Roulis.

Attention : Si la masse actuelle est "faible" une toute petite correction peut faire diverger le vol. Il vaut mieux corriger alors que le PA est actif.

## Multistage2015 MFD - 2/3



### La page MNT :

L'écran du moniteur affiche le graphique en temps réel des paramètres de télémétrie. (*MONITOR.*)

**UP / DN** : Changer de paramètre *indexé*.

**TOG** : Activer / Désactiver l'affichage de la courbe du paramètre actuellement *indexé*.

**SET** : Modifier individuellement la plage d'affichage du paramètre actuellement *indexé*.

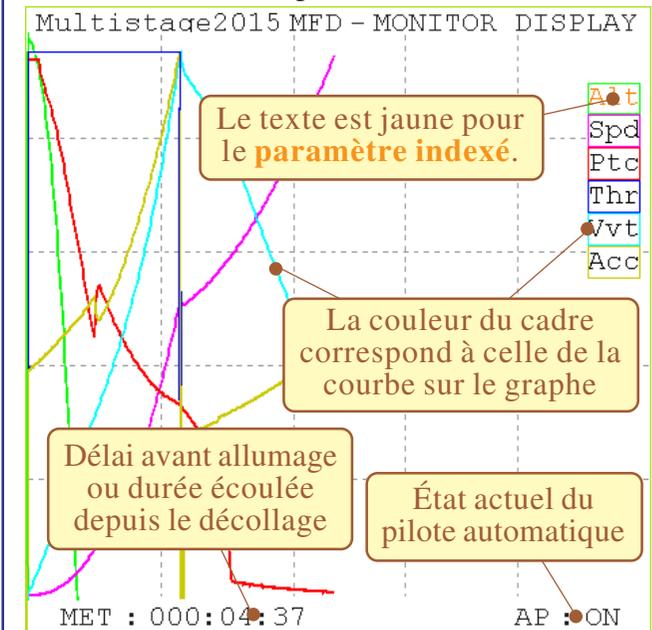
**LD** : Recharge un fichier de télémétrie dont on doit indiquer son chemin sur le HD.

**SAV** : Sauvegarder le fichier de télémétrie dans <Config \ Multistage2015 \ Telemetry>

Syntaxe : *NomLanceur\_sysMJD\_TLM.txt*

Exemple : *ProtonK-NPL\_57948.35\_TLM.txt*

L'intégralité des paramètres sont sauvegardés même s'ils ne sont pas affichés.



## Multistage2015 MFD - 3/3



### Indicateur visuel d'approche en finale.

(S.L.F : Shuttle Landing Facility)

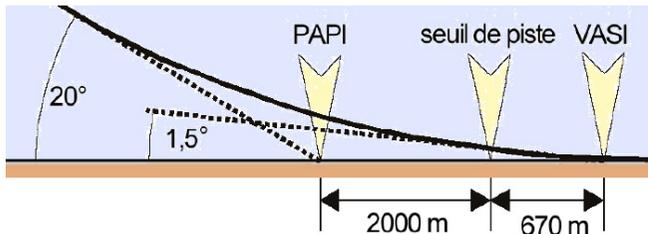
L'aide à l'approche visuelle SLF est conçu pour l'atterrissage de la Navette Spatiale. Elle comprend un indicateur de précision du chemin d'approche PAPI à longue portée, qui permet de s'aligner dans un couloir de descente et un indicateur visuel de couloir de descente pour un alignement de plus courte portée. Le PAPI est réglé pour un couloir de descente avec une pente de 20°. (6 fois plus pentu que pour un avion standard) Le VASI est réglé pour un couloir de descente incliné à 1,5° pour l'approche finale, juste avant le toucher des roues.

PAPI : (Approach Path Indicator)

- : Trop haut.
- : Un peu haut.
- : Bonne trajectoire.
- : Un peu bas.
- : Trop bas.

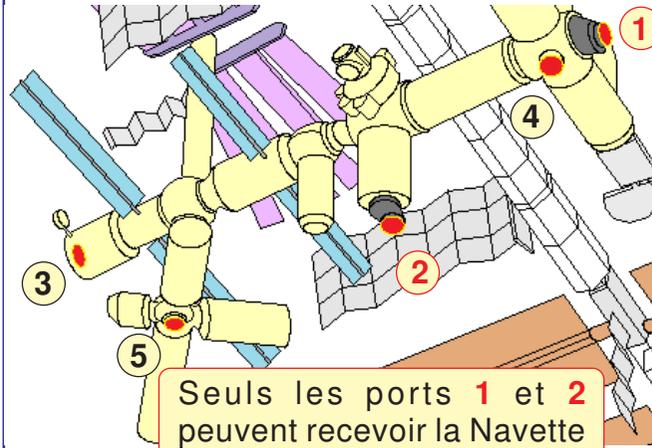
VASI : (Approach Slope Indicator)

- : Au-dessus du plan de descente.
- : Sur la bonne trajectoire.
- : En dessous du plan de descente.



### Atterrissage de la Navette.

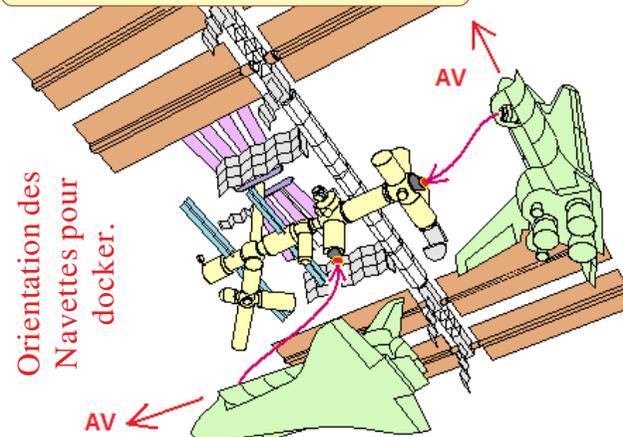
P.A.P.I.



- PORT 1 : 137.40 Mhz
- PORT 2 : 137.30 Mhz
- PORT 3 : 137.20 Mhz
- PORT 4 : 137.10 Mhz
- PORT 5 : 137.00 Mhz
- XPDR : 131.30 Mhz

NOTE : Les Navettes n'ont que deux radio NAV et pas de transpondeur.

ISS qui possède un réservoir de fuel qui peut contenir 5000Kg.

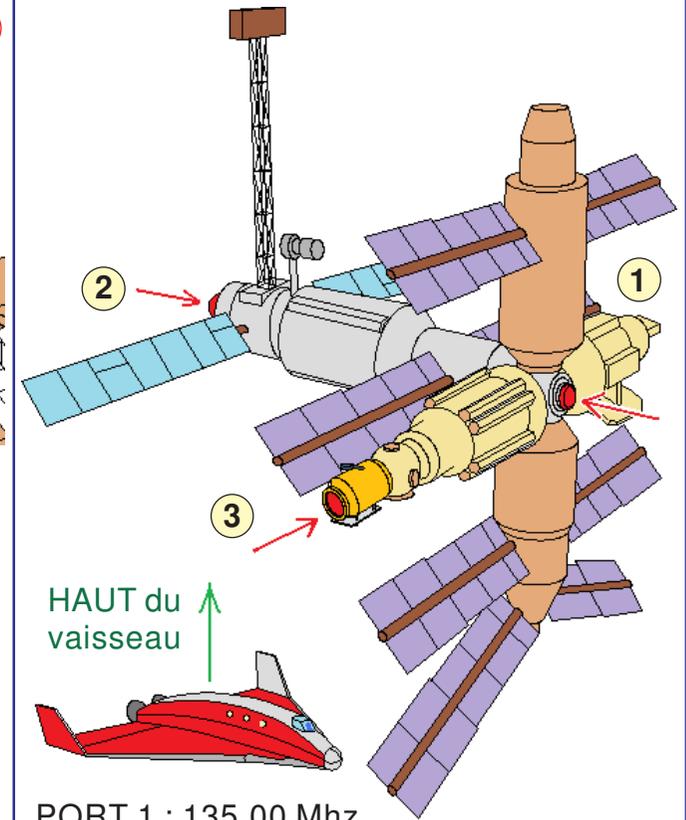


Orientation des Navettes pour docker.

AV

### ARRIMAGE avec ISS.

I.S.S.



- PORT 1 : 135.00 Mhz
- PORT 2 : 135.10 Mhz
- PORT 3 : 135.20 Mhz
- XPDR : 132.10 Mhz

Pour des vaisseaux possédant un sas dans le nez l'appareil doit être orienté vers le haut comme montré ci dessus. (Pour les trois ports de MIR)

MIR ne possède pas de réservoir de stockage de fuel contrairement à ISS qui possède un tank qui peut contenir 5000Kg.

### ARRIMAGE avec MIR.

MIR