


Réalisé par votre serviteur Nulentout et achevé le 12 Mars 2009.

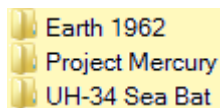
Dans un contexte de guerre froide durant laquelle les deux grands cherchent à prouver leur supériorité dans tous les domaines et en particulier pour les technologies de pointe, incontestablement c'est le projet MERCURY qui aura constitué pour les Américains le premier pas dans l'espace, guerre psychologique qui culminera avec l'aboutissement des vols lunaires. Pourtant, les débuts ont été plus qu'aléatoires et laborieux. Le vaisseau MERCURY a été conçu dans l'urgence. Le lanceur Atlas pose des problèmes et manque singulièrement de fiabilité. Mais les Russes réussissent première sur première et il faut impérativement montrer au "monde libre" que la nation est dans la course. Alors, bien que l'ensemble Capsule Mercury / Lanceur Redstone génère bien des inquiétudes, il faut absolument y aller.

RECHERCHE DES FICHIERS et INSTALLATION.


1) Sur <http://orbithangar.com/searchid.php?ID=1878> télécharger le fichier  **project_mercury_050116.zip**.

2) **Ce complément s'installe de façon banale en décompactant ce fichier directement dans votre répertoire d'Orbiter** ou seul l'ADD-ON pour le son **OrbiterSound35.exe** doit être installé. *(Pour ma part je l'ai transformé en MOD pour JSGME mais bien évidemment ce n'est pas du tout un impératif. Vous pouvez télécharger le tutoriel "Installer Orbiter" qui à l'instar de ce tutoriel se trouve également sur le site ressource de MUSTARD et précise les avantages d'utiliser JSGME)*

Après avoir décompacté et installé ce premier module, on se trouve riche d'une



documentation particulièrement fournie, et d'un nombre de situations important. Mais le PAD 5 est pas beau et tout vide ! De plus, si vous tentez d'activer des situations du dossier <Earth 1962>, vous serez récompensés par de beaux CTDs. Aussi ne nous décourageons pas et apportons remèdes à ces misères.

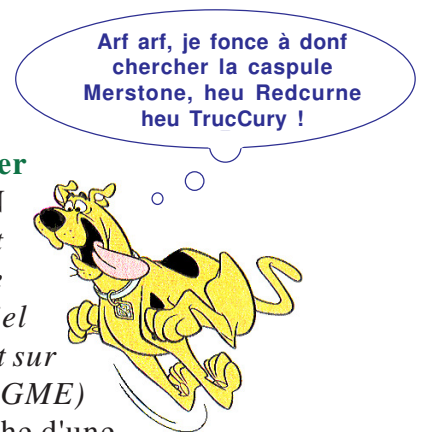
3) Sur <http://orbithangar.com/searchid.php?ID=1198> récupérer le fichier  **K-Pad-5.zip**. *Personnellement j'ai transformé ce complément en MOD, mais bien entendu vous pouvez vous contenter d'extraire son contenu en indiquant comme à chaque fois votre répertoire d'Orbiter comme chemin pour le décompactage.* Les CTDs sont toujours là, mais pour les scènes de <Project Mercury>, la base de départ est bien plus belle. Pas de nouvelle documentation, (OUF) mais trois scènes de plus pour expérimenter cette amélioration.

4) Sur <http://orbithangar.com/searchid.php?ID=912> glaner le fichier  **earth_1962_060506.zip** qui ne fournit aucune scène, aucune doc mais surtout les CTDs en moins. Mise en oeuvre analogue à celle de la phase (3) et on se retrouve dans le passé à vouloir relever le défi lancé par l'illustre Youri Gagarine.

ATTENTION : Cet ADD-ON impose la présence du complément **Spacecraft** qu'il faut installer impérativement. Donc, soit vous installez la <MOD Spacecraft 1 à 3> que je vous propose dans le tutoriel "Installer Orbiter", soit vous installez de façon classique les trois modules de Vinka que vous pouvez récupérer sur <http://users.swing.be/vinka/>.

TRAVAUX PRATIQUES :

Ceux qui ont déjà commis l'imprudence d'utiliser mes tutoriels savent que je suis un adepte invétéré des manuels de pilotage avec check-lists et résumé des commandes. Ce document n'échappe pas à cette faiblesse, et je vais faire référence à **Check MERCURY.pdf** au cours de ce tutoriel. Vous voilà condamnés à prendre les ciseaux et à réaliser votre livret de pilotage. Pour agencer ce type de document et en appréhender les conventions d'écriture, je vous renvoi une fois de plus (Auto publicité gratuite !) sur le site de MUSTARD à l'adresse <http://orbiter.mustard-fr.com/tutorials/tutorials.php> pour téléchargez **Divers manuels de pilotage**. Vous y trouverez un document expliquant la philosophie de mes livrets, les



conventions d'écriture et leur organisation générale et serez également aidés pour la réalisation concrète d'un manuel. Je ne réitère donc pas ici toutes ces informations. Pour ceux qui privilégient l'économie de papier et veulent ménager l'encre de leur imprimante, la moitié du livret **MERCURY v5** ne fait que condenser l'intégralité du document de présentation de la capsule. (Les pages numérotées en vert) Cette partie n'est pas vraiment indispensable et vous pouvez en faire l'économie. Par contre, les vols suborbitaux sont très courts et les événements s'enchaînent rapidement. Il faut pouvoir surveiller rapidement les paramètres vitaux. La section **Check MERCURY** du livret est vraiment utile.

TRADUCTION ou pas TRADUCTION ?

Non, je ne dispose vraiment pas du temps qui serait nécessaire pour traduire intégralement les documents qui accompagnent Project Mercury v5. Ils sont trop copieux. Par contre, vous trouverez sous diverses formes dans ce tutoriel la quasi intégralité de ce qui se trouve dans **Project Mercury Familiarization Guide 5.0**, **Project Mercury Version 5.0** et **CAPSULE CHECKLISTS**. Ce n'est pas de la traduction mot à mot, la mise en page est entièrement remaniée en fonction de l'approche que j'avais envisagée pour ce document. Les sections descriptives ne sont pas dans le même ordre, les copies d'écran sont différentes. Vous ne trouverez pas les grands schémas, je me suis contenté de dessiner les miens en plus simplifié en fonction de ce que désirais illustrer ou mettre en évidence. Donc, il me semblerait souhaitable que vous alliez jeter un oeil sur ces documents très intéressants, **le sérieux documentaire de Project Mercury Version 5.0 est à mes yeux un méritoire exemple. On doit au passage applaudir avec énergie tous les passionnés qui sont à l'origine de ce très beau complément pour orbiter.**

Pour fermer cette parenthèse, je comptais fournir un document unique débutant par le tutoriel et complété par les descriptifs. Pour contourner certaines complications d'ordre informatique, j'ai finalement opté pour deux fichiers séparés, c'est assez contraire à mes habitudes, mais "bugs informatiques" oblige.

PRÉSENTATION DE LA CAPSULE MERCURY :

Bien que conçue et réalisé dans la précipitation, Mercury est un vaisseau spatial à part entière, avec toutes les fonctions vitales qu'impose son domaine d'utilisation et la complexité qu'il génère. Mercury est un minuscule cône monoplace de 2 m de haut avec 1,9 m de diamètre pour une masse de 1,9 t. Le lanceur Redstone développé par Wernher Von Braun, le Père des Saturnes IV, servit seulement pour les deux premiers vols qui devaient juste aller au-delà de l'atmosphère terrestre, car le moteur Rocketdyne A-6 ne développait qu'une poussée de 35,1 tonnes, beaucoup trop faible pour fournir à la capsule une vitesse "orbitale". Les ingénieurs ont décidé d'utiliser par la suite une fusée Atlas militaire possédant trois moteurs Rocketdyne qui poussaient à 162 t. Deux moteurs étaient largués durant la montée pour diminuer la masse de l'ensemble, le moteur central continuant à propulser jusqu'à la mise en orbite.



Commencer par apprendre sur le bout des doigts l'utilité du moindre inverseur et cadran de la capsule **MERCURY** ne me semble pas une bonne approche, Elle manquerait de pragmatisme et serait trop rébarbative. Je vous propose de vous mettre dans la peau d'un précurseur américain pour les vols astronautiques et de découvrir les particularités du vaisseau au fur et à mesure de votre formation. Vous avez été sélectionné par la NASA et dubitatif on vous montre une réplique à l'échelle du vaisseau en cours de développement et de grands plans sur ce que sera le projet qui devrait damer le pion aux Russes. La Fig.1 du document descriptif donne une idée précise de l'exiguïté de la capsule, on constate qu'elle est à peine plus "grande" que son passager. Elle est tout juste capable d'accueillir un homme "assis". L'ensemble avec la tour d'évasion et en dessous le lanceur Redstone est impressionnant, mais la place à bord est inférieure à celle disponible pour le passager d'une vulgaire limousine. Chargez dans Orbiter la situation **(01) Mini vaisseau.scn**, vous allez être surpris. La scène montre un DG3 en vue extérieure. Vous en avez le contrôle. Rien d'autre dans les environs ? Tout en restant en vue extérieure, avec "/" passez les RCS en mode TRANSLATION. Avec la touche **8** du pavé numérique, provoquez le déplacement vers le bas, mais pas trop rapidement. Étonnant n'est-ce pas ? Maintenant que nous avons fait connaissance avec le projet Mercury dans sa globalité, nous allons point par point appréhender les différents systèmes du vaisseau en cours de conception. Je vous propose de revivre cette épopée sans tricher, c'est à dire que






nous allons ignorer somptueusement toutes les facilités apportées par Orbiter et n'utiliser que ce qui existait à l'époque. Pas question donc d'activer des MFD, le HUD. Pas question de "descendre de vélo pour se voir pédaler", c'est à dire de passer en vue extérieure pour vérifier si le vaisseau est correctement orienté pour déclencher la poussée de Rétro-freinage. Nous n'utiliserons que les instruments de bord, et les références externes disponibles à travers le hublot et le périscope. Passer en vue extérieure ne sera qu'une récompense une fois la mission MR3 entièrement déroulée afin d'admirer le magnifique travail de mesh et de textures réalisé par les auteurs de MERCURY project v5. C'est d'autant moins pénalisant qu'on peut se faire deux fois la mission d'affilée le même soir, vu qu'elle ne dure que 16 minutes entre le décollage et le grand splash. OUI, à peine 4 minutes pour monter et tester l'aptitude au pilotage manuel du vaisseau ! Pas le temps de faire du tourisme. Pour réussir la mission, il faut résolument un pilote parfaitement entraîné. Une formation complète dans laquelle chaque aspect du vaisseau sera abordé au cours de plusieurs séances d'entraînement sur le simulateur grandeur nature est un impératif.

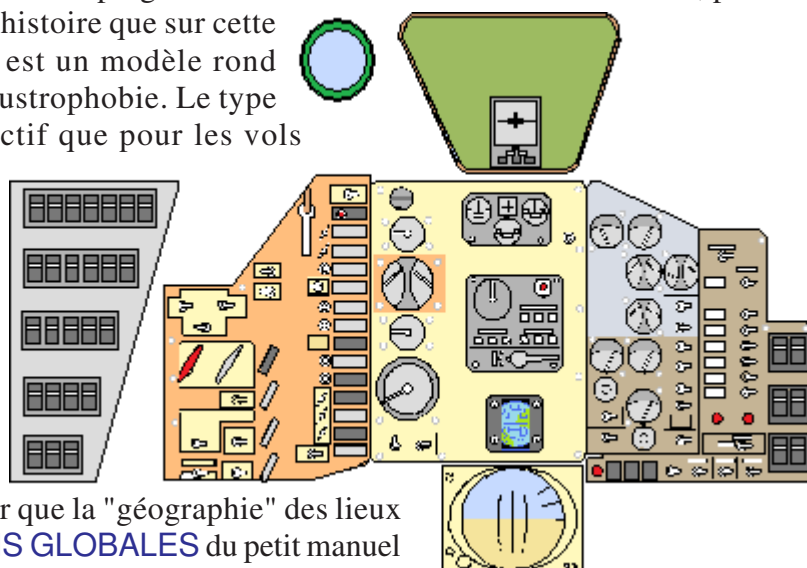
Une séquence de formation commencera par l'étude théorique des systèmes concernés en lisant le descriptif les concernant, puis, intégrant "la boîte de conserve" comme l'ont surnommé les pilotes, nous passerons à la pratique, assisté du manuel de pilotage. Le jour du lancement, il faudra être capable de tout surveiller et maîtriser, car le déroulement de la mission sera très rapide, pas de temps à rêver à la condition humaine. Allez ... on y va !

FORMATION sur MERCURY

Mercury est une machine très sophistiquée qui se pilote par des interrupteurs, des boutons poussoirs et des commutateurs. Derrière le tableau de bord dont l'élégance et l'esthétique n'étaient pas une priorité, sont nichés des systèmes complexes de relais électriques, de capteurs qui ont été développés pour assister l'astronaute dans sa mission et qui doivent en principe permettre son retour en toute sécurité. La façon pratique de configurer ces commandes virtuelles est précisée dans **Check MERCURY** à l'onglet **FUS**. Il est temps de se mettre dans la peau des aventuriers, et de commencer notre apprentissage. Vous vous nommez Alan Shepard, et intégrez la réplique de Mercury pour commencer votre formation. Activez Orbiter et invoquez la situation **(02) Formation sur Mercury**.

- **[CTRL P]** pour enlever la PAUSE éventuelle. Ignorer le texte clignotant en bas de l'écran qui précise simplement que la version utilisée pour *Orbiter sound* n'est pas forcément la dernière et qu'elle ne bénéficie pas des dernières nouveautés.
- **[F1] > [F8]** pour intégrer le vaisseau. On se trouve face au **panel CENTRAL** dont la zone est représentée en vert sur le dessin de l'onglet **COMMANDES CLAVIER** du manuel de vol. Vous observez au passage la sphère de localisation qui s'initialise dans une position cohérente.

On déplace le regard (Donc on change de "panel") avec les touches **[CTRL]** suivies de , ,  et . Le passage vers les divers tableaux commence à partir du "panel" central. Quand on s'y trouve, deux fois sur la touche  fait passer respectivement vers le périscope, puis vers la vue "CAMÉRA". Allez, testez rapidement ces "mouvements de tête" pour vous imprégner de l'étroitesse de ce véhicule du futur, puis on va passer à du plus consistant. Notez pour l'histoire que sur cette première version de la capsule, le hublot est un modèle rond minuscule pour vous éviter une crise de claustrophobie. Le type trapézoïdal en face du pilote ne sera effectif que pour les vols ultérieurs. Cette première phase de notre formation consiste à "tripoter" tous les divers boutons et commutateurs de façon à s'imprégner de leur utilisation. Il faut les manoeuvrer sans hésiter. Pour cette sensibilisation, passez en revue l'intégralité des dispositifs. Peu importe ce qu'ils sont sensé faire, le but consiste à devenir capable de les configurer sans hésitation. Changez également fréquemment de sous tableau pour que la "géographie" des lieux nous devienne familière, l'onglet **FONCTIONS GLOBALES** du petit manuel **MERCURY v5** permet de situer les différentes "régions" du tableau de bord. Passer de l'une à l'autre sans chercher doit devenir un réflexe naturel.



MISSION ORBITALE.

Pour assurer une mission orbitale ou suborbitale il faut au minimum :

ANIMER, (**GESTION DES ÉNERGIES.**)
 VIVRE, (**CONTROLE DE L'ENVIRONNEMENT.**)
 COMMUNIQUER.
 MANOEUVRER,
 PILOTER,
 NAVIGUER,
 OBSERVER.

*Ces différents aspects sont proposés dans un ordre dont la logique est personnelle, je la justifierai au fur et à mesure que seront abordés les thèmes de notre formation. Il y aura aussi l'aspect **GESTION AUTOMATIQUE DE LA MISSION** qui fera partie de notre qualification.*

GESTION DES ÉNERGIES :

Sans énergie, rien n'est possible. Par ailleurs, si être capable d'alimenter correctement les divers circuits est vital, **savoir placer le vaisseau en configuration sécurisée**, c'est à dire rendre impossible des actions dangereuses **est prioritaire**. La compréhension des divers appareils de mesure est également un incontournable, qui permettra si un système devient défaillant de trouver la source du problème et de le résoudre. La première mesure de prudence consiste à couper l'énergie sur tous les systèmes. Pour cette première leçon, chargez à nouveau la situation (03) **Configurer Mercury**. Vous croisez Virgil Grissom qui vous laisse la place et sort du simulateur d'entraînement. Il vous fait un clin d'oeil 😊 au passage et tend un 👍 au technicien qui supervise la formation. C'est un farceur et vous en déduisez qu'il a laissé comme la dernière fois tous les boutons dans un état quelconque. Avec l'aisance du crapaud qui cherche à se blottir dans une petite boîte d'allumettes, en faisant bien attention de ne pas abimer votre combinaison pressurisée au passage à travers le sas, installez-vous à bord, branchez le cordon ombilical et histoire de ne pas être gêné par l'évolution du chronomètre de décomptage qui clignote devant vous, placez son levier sur **OFF** avec le **BGS**. Tous les voyants sont au rouge, c'est assez "agassif". En bas du tableau de bord, placez en position centrale l'inverseur de test **LIGHT TEST**. Bon, on va pouvoir commencer à travailler proprement.

SÉCURISER LE VAISSEAU :

Avant d'utiliser point par point les divers systèmes du vaisseau, nous allons le configurer dans un état neutre sécurisé, celui dans lequel on devrait le quitter si on est un pilote sérieux et dans lequel on devrait le retrouver en passant à bord. La technique consiste à placer tous les boutons et commutateurs de telle sorte qu'à la mise sous tension des divers circuits ... rien ne se passe. Normalement, c'est globalement la configuration dans laquelle le vaisseau doit se trouver en phase **CHECK PRÉ-LANCEMENT**. D'une façon classique, une Check-list consiste à vérifier des éléments, mais en principe sans agir, contrairement à la Do-list durant laquelle on traite concrètement des items. Du coup, comme Virgil nous a laissé le souk, les pages 1, 2 et 3 du manuel de pilotage se transforment en Do-list de **PRÉ-LANCEMENT**. Manuel en main, placez chaque élément conformément à ce qui est indiqué dans le manuel jusqu'à la phase **ACTIONS DE PRÉ-LANCEMENT** de la page 3. Il importe de savoir qu'une check-list est conçue dans un ordre précis pour éviter tout incident fâcheux, mais également pour faciliter le travail. Entre autre, notez que la vérification s'effectue par "tranches" verticales en allant de la gauche vers la droite, et pour chaque "tranche" on explore du haut vers le bas, au même titre que le manuel de pilotage est balayée du haut vers le bas

comme montré sur la Figure 1.
 Ouvrez le gros livre de

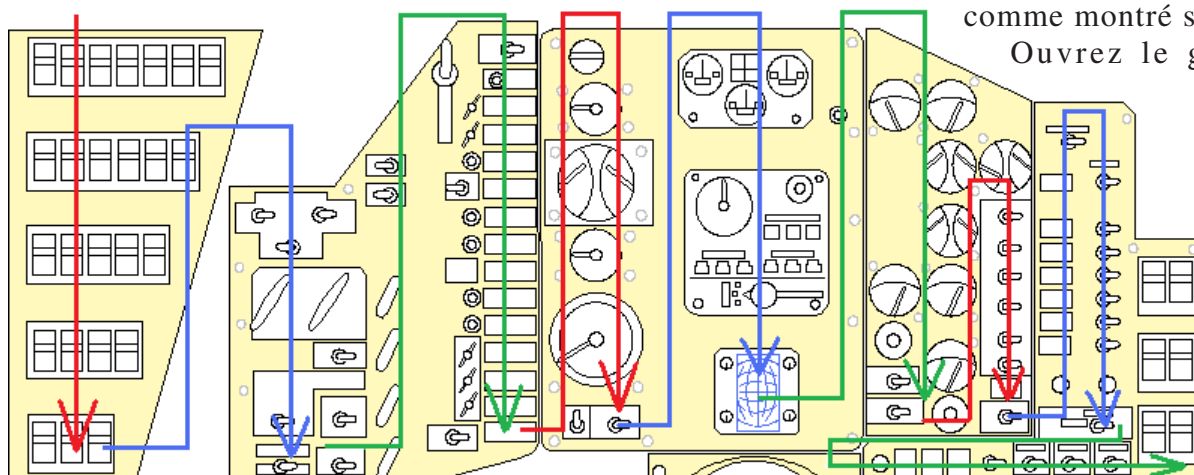
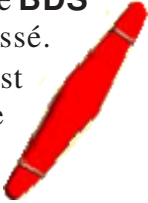


Fig.1

description des systèmes de Mercury fourni par la NASA au titre **LES SYSTEMES ELECTRIQUES**. (Page 2) Lire le chapitre **COMMUTATEURS FUSIBLES**. Maintenant que vous savez comment procéder, [CTRL]  pour passer sur le panel des fusibles, et placez tous ces derniers sur position neutre **OFF**. Deux fois [CTRL]  pour passer sur le tableau de droite et faire de même avec les six fusibles qui s'y trouvent. Le vaisseau est normalement en sommeil, on a paré les plus grands dangers. On peut maintenant avec quiétude terminer point par point l'achèvement de la Do-list de **PRÉ-LANCEMENT**. Si durant les tests, page 2 vous constatez que vous n'avez pas les valeurs attendues sur **ROLL** = 0, **YAW** = 180 et **PITCH** = 90, passez l'inverseur du gyroscope **ASCS MODE SELECT** sur **AUTO** puis le remettre sur **FREE**. Il serait possible à ce stade de quitter le simulateur, (*Vous pouvez éventuellement sauvegarder votre situation dans QuickSave, puis la récupérer et la renommer "Vaisseau en veille" par exemple pour une utilisation ultérieure.*) et c'est dans cet état que l'on devrait le laisser à la fin de chaque entraînement. (Pour ceux qui le désirent, cette configuration vous est fournie en promotion avec le fichier *Vaisseau en veille.scn* joint au tutoriel)

Une remarque s'impose concernant l'item : "• Levier **CLOSE VISOR ROUGE** tiré". Le **BDS** permet de le tirer, ce qui n'est pas le cas dans la situation où Grissom l'a laissé poussé. Cette manipulation active un clapet de purge qui ouvre un passage de l'air vers l'extérieur. C'est indispensable durant les longues heures de la chronologie, car la température dans la cabine augmente lentement, il n'y a pas de climatisation. Inutile de laisser la pression de l'air augmenter et ainsi solliciter inutilement les structures du vaisseau. Il ne faudra pas rester indéfiniment dans cette configuration, car le réservoir **OXYGEN** lentement se décharge. Dans la réalité un remplissage de compensation est effectué en permanence jusqu'au lancement ... mais pas ici. Donc, ne vous étonnez pas de constater dans la Check que l'on se contente d'un remplissage de 70% au lieu de 100%. C'est un peu de la "triche" pour compenser à notre façon cette fuite volontaire. Bon, passons à la suite de notre formation.



ÉTUDE DES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES :

Ouvrez de nouveau le descriptif de Mercury au titre **LES SYSTEMES ELECTRIQUES**. (Page 2 et Page 3) On arrive assez bien à saisir l'agencement général des diverses sources d'énergie, et l'utilisation des différents commutateurs. Mais personnellement j'ai trouvé pas mal de difficultés à cerner comment globalement ces différents éléments sont interconnectés. C'est pourtant vital quand il faut prendre rapidement des décisions lors d'une mission. Je peux vous proposer un schéma général tel que je me l'imagine dans le manuel de pilotage **MERCURY v5** à l'onglet **SCHÉM**. Sans garantie, c'est une représentation simplifiée personnelle qui me permet de visualiser les interactions fonctionnelles les plus importantes. *On peut remarquer au passage, tout au moins si j'ai correctement étudié et testé cet ADD-ON que la gestion des énergies par le programme ne semble pas réellement totalement émulée. Par exemple tous les fusibles sur OFF n'empêche pas la séquence de la mission de se dérouler normalement. Inverseur AMMETER placé sur PWR OFF n'empêche pas le fonctionnement normal des onduleurs ... Peu importe, il ne s'agit pas ici de critiquer, mais juste vous mettre en garde pour ne pas se poser trop de questions sur ce que l'on constate. Faisons fie de cette petite "simplification" du logiciel et utilisons les commutateurs conformément aux procédures officielles.*

ÉTUDE DES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES :

Vous avez étudié la documentation électrique du vaisseau, passons à la pratique :

- À l'aide de son rotacteur commutez le voltmètre DC VOLTS sur toutes les batteries pour en vérifier la tension, puis le laisser sur le bus principal en position **MAIN**. Toutes doivent présenter une tension de 24V.
- Placer l'inverseur **AMMETER** sur la position **NORM**. On vient d'alimenter le bus principal, et compte tenu des circuits actuellement en service, **DC AMPS** affiche ≈ 14A. Si au cours de la mission l'une d'elle descend en dessous de 21A, c'est qu'une batterie est en défaut. La déterminer en mesurant les tensions avec DC VOLTS, puis passer les systèmes qu'elle alimente sur la batterie de secours idoine. Notez au passage que si toutes les batteries présentent une valeur de 24V, c'est qu'il faut rechercher le problème sur un fusible et alors passer en circuit celui de secours. Pour l'instant nous n'avons pas les 21A annoncé, mais tous les systèmes ne sont pas en fonctionnement.
- Basculer **FAN AC BUS** sur le côté **NORM**. La consommation de l'onduleur des ventilateurs s'ajoute, l'ampèremètre voit sa valeur augmenter d'environ 1A.
- Positionner **ASC AC BUS** sur la configuration **NORM**. La consommation de l'onduleur des systèmes de

stabilisation vient glaner sa pitance, encore deux à trois ampères de plus.

- Inverseur **CABIN FAN** sur **OFF**. La ventilation cabine coupée on gagne 1A environ. Remettre le bouton sur **ON** ou Mercury va rapidement surchauffer dans certaines zones de l'habitacle. (Coté exposé au soleil, systèmes électronique, relais derrière le tableau de bord ...)
- Commuter **VOX PWR** sur **TRANS & RECORD**. Un ampère de plus dans les conducteurs électriques du bus de courant continu.

NOTE : Un "bus" est en informatique est un "paquet" de fils qui véhiculent une même nature d'information. C'est ainsi que dans l'ordinateur on trouvera un bus de donnée, un bus d'adresse, un bus d'accès direct à la mémoire etc. Par extension, en aviation, dans la marine, en astronautique, la notion de bus est étendue à des torons de fils véhiculant de l'énergie vers les sous-systèmes.

- Même constat si **BEACON** est positionné sur **CONT** : +1A.
- Placez l'inverseur **UHF SELECT** sur **HI PWR** qui met en service l'étage de puissance de l'émetteur de bord. (P.A. sur le schéma de l'onglet **RADIOS** du manuel) Encore 1,5A de plus dans les circuits. Donc, à ne mettre en service qu'en orbite, si l'éloignement des stations de réception fait perdre l'intelligibilité des messages, donc à la demande du "CapCom".

On en est actuellement à environ vingt ampères. À ce régime, la batterie MAIN de 3kWh assurera une autonomie de : $3000\text{Wh} / 20\text{A} \approx 150$ Heures. Vous constaterez que coté énergie on est large, mais dans la réalité de fortes consommations ponctuelles viennent "gloutonner" dans les batteries comme les électrovalves des RCS, les systèmes de réchauffage ...

- Passer le rotacteur du voltmètre DC VOLTS sur **SBY 1** ou **SBY 2**. Vous constaterez qu'aucun courant n'est débité par ces batteries qui ne sont pas mises en circuit. Basculez alors **AUDIO BUS** sur **EMER**. La consommation grimpe vers 4A environ. Coupez toutes les radios, **VOX PWR** ainsi que **BEACON**. Vous pouvez ainsi faire le lien avec le dessin de l'onglet **SCHÉM** du manuel de vol. Remettre en service la balise de récupération, l'enregistreur de vol et les radios.
- Commuter **STBY BTRY** sur **ON** pour alimenter certains circuits du bus DC MAIN en mode secours. Environ 4A de plus sont consommés sur la batterie STANDBY. Repasser **AUDIO BUS** sur **NORM** vous vérifiez quela batterie STANDBY se déleste de leur appétit.
- Remettre **STBY BTRY** sur **OFF** et le rotacteur de DC VOLTS sur **MAIN** pour retrouver la configuration de base des systèmes électriques. Vous pouvez tester d'autres combinaisons et voir ce qui se passe sur les divers instruments de mesure, mais globalement nous avons testé ce qui a le plus de réaction sur le simulateur et nous en savons assez pour envisager la suite.

VIVRE / SURVIVRE - CONTRÔLE DE L'ENVIRONNEMENT :

Oui, je sais que vous êtes impatients de tâter du manche, de piloter. Mais déjà avant d'assouvir cette envie, il fallait être capable de gérer les énergies. Piloter c'est valorisant, mais si vous perdez connaissance ou perdez la vie, à quoi bon être le champion toute catégorie du virevoltage. C'est la raison pour laquelle, j'ai trouvé plus urgent d'apprendre à gérer l'air conditionné, nous serons alors parés pour titiller le mini-manche. Nous ferons ici abstraction à l'entraînement commando dont on a bénéficié les astronautes pour apprendre à survivre en milieu hostile, pour le cas où Mercury se poserait dans le sable du désert ou sous la canopée de la jungle. Intégrons le simulateur de la capsule dans l'état **Vaisseau en veille**. Au préalable, vous avez potassé le descriptif des systèmes au chapitre **CONTRÔLE DE L'ENVIRONNEMENT** à la page 4 et pensez avoir tout compris. Petit coup d'oeil sur le manuel de pilotage à l'onglet **LIVE** p 3 et 4 histoire d'avoir un résumé synthétique. Le vaisseau a été laissé dans l'état sécurisé, tous les systèmes en veille. On va le réveiller tout en commençant à réviser les manipulations qui conduisent au tir. Manuel de vol à la page 3, réalisons l'étape **ACTIONS DE PRÉ-LANCEMENT** au premier chapitre **PRÉSURISATION**.


- **BGS** sur la tirette **CLOSE VISOR ROUGE** pour la repousser. Mercury est maintenant "obstruée". Considérons la Fig.2 de la page 7. La cabine est étanche, car on a repoussé la tirette rouge, mais on constate en 1 que la pressurisation est à zéro. C'est du reste la raison pour laquelle le témoin  est allumé. C'est aussi pour ça que l'alerte sonore associée 2 est positionnée sur **OFF** pour ne pas nous stresser inutilement, d'autant plus que c'est un état normal compte tenu de la configuration actuelle du vaisseau. Vous pouvez constater en 3 que le remplissage du réservoir primaire **OXYGEN** est de 100%, par contre, le fait de laisser le vaisseau à la pression atmosphérique a commencé à vider en 4 le réservoir

Fig.2



de secours. Il sera d'autant plus "dégonflé" que vous aurez tardé à placer le vaisseau en mode sécurité. C'est également pour ménager au maximum ce réservoir et en diminuer au maximum la perte d'oxygène que c'est la première action de cette do-list.

- **BDS** sur la tirette **CLOSE VISOR BLANCHE** pour la tirer et sauter prestement à la section "LIVE" avec les touches **[CTRL]** . Vous observez alors la montée rapide en pression à 5 PSI de la cabine.

Le témoin rouge **CABIN PRESS** s'éteint. Les deux réservoirs **OXYGEN** ont perdu de leur charge, pressuriser la cabine n'est pas du tout gratuit. Il ne faut donc pas trop s'amuser avec les deux tirettes de pressurisation.

- On peut maintenant placer **AUDIO** sur **TONE** pour nous prévenir en cas de problème réel.
- Surtout repousser la commande **CLOSE VISOR BLANCHE** avec le **BGS**. Ainsi on referme le réservoir primaire **OXYGEN**. C'est impératif, car si pour une quelconque raison le levier rouge était activé, l'intégralité du contenu des réservoirs d'oxygène s'échapperait à l'extérieur.

La gestion de la température n'est pas émulée dans cet ADD-ON, donc ne consommons pas de temps pour cette dernière. Par contre, il importe d'avoir constamment à l'esprit que le plus important pour notre survie réside dans le conditionnement de l'air dans la combinaison pressurisée. Il faut régulièrement surveiller les cadrans **5**. Si pour une quelconque raison les paramètres deviennent critiques, et la parade improbable, il importe alors sans hésiter de provoquer en urgence le retour sur le plancher des vaches.

COMMUNIQUER :

Comme le disait Dominique, l'instructeur qui m'a appris à piloter en vrai sur un petit DR400 ROBIN "*Pilote d'abord, les radios ensuite !*". En aviation il y a des priorités ... et en astronautique aussi. Riche de cette citation, vous seriez en droit d'exiger que l'on passe illico au pilotage, *les radios ensuite*. Désolé, mais au risque de vous indisposer un peu, le "bla bla bla" va passer avant. La raison de cette trahison réside dans le fait que les priorités en astronautique ne sont pas les mêmes que pour l'aviation. Avant même de décoller, les ingénieurs veulent savoir tout ce qui se passe. La télémétrie est un impératif, et dialoguer avec le pilote un incontournable, notamment pour l'assister et lui éviter parfois des oublis ou des erreurs. Vous imaginez Apollo 13 sans les télécommunications ? Nous allons donc tempérer encore un peu notre ardeur. Mais c'est promis, juste après ce sera la récompense. Allez, vous ingurgitez la théorie page 13 du descriptif de Mercury, vous révisez vite fait avec l'onglet **RADIOS p5** du manuel de pilotage et en deux trois petits clics la capsule sera conditionnée pour le compte à rebours. Pas question de mobiliser le simulateur de la Nasa pour si peu, aussi nous allons faire d'une pierre deux ricochets et en profiter pour aller plus avant dans la préparation au décollage du vaisseau.

Saisissons **Check MERCURY** ouvert en page 5, étape **PRÉ-LANCEMENT-2** au chapitre **Configuration RADIO / TÉLÉMÉTRIE** et orienter votre regard vers le secteur des radios. Si le

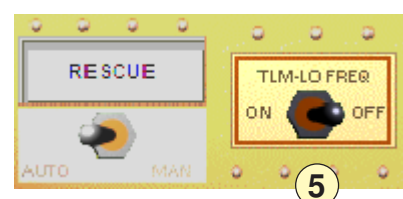
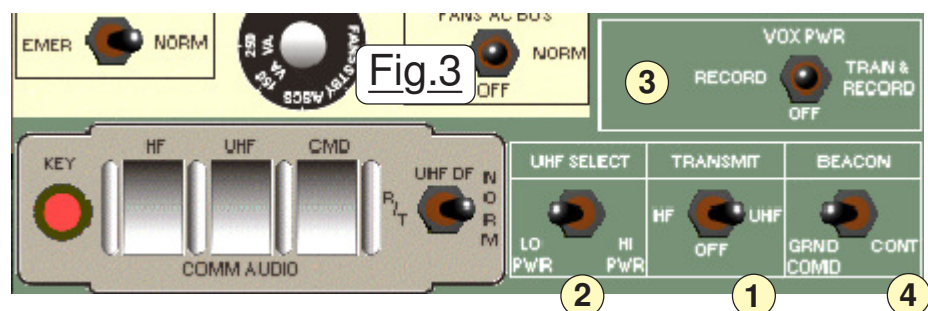


Fig.4

vaisseau est correctement préparé, normalement on doit constater l'état représenté sur la Fig.3 de la page 7. En particulier la radio UHF est en service comme visible en **1**. On est donc en communication vocale permanente avec le CapCOM. Du reste, pour le vérifier frappez sur "**C**" qui engendre un rapide échange radio. En **2** on observe que l'amplificateur VHF de forte puissance n'est pas en service. La proximité avec les récepteurs de la NASA ne l'exige pas, mais surtout, l'excédent de signal les saturerait. Par ailleurs, sa consommation s'ajoute à la boulimie énergétique du vaisseau, alors on ne le met en service que lorsque les transmissions hertziennes deviennent limite, à la demande de l'opérateur radio de la NASA.

CapCOM est l'abréviation de **CAP**sule **COM**municator, c'est-à-dire la personne qui, au cours de la mission menée par la NASA est en relation vocale permanente avec l'engin spatial qui au début de l'astronautique était nommé capsule. Le CapCOM fait partie intégrante du centre de contrôle pour les missions de la NASA.

En **3** se trouve l'appareil qui enregistre tous les bruits du cockpit, dans les avions de ligne il est nommé VOX RECORDER. En cas de crash, on peut savoir tout ce qui a été dit entre pilote et copilote, entendre les avertisseurs sonores etc. C'est un complément aux "boîtes noires" qui enregistrent les paramètres du vol. En position gauche **RECORD**, celle qui sera utilisée pour les longues missions, on ne fait qu'enregistrer les sons. Le coté droit **TRAN & RECORD**, outre l'enregistrement sur bande magnétique transmet en continu par radio ce qui est capté par le microphone local. Comme l'émetteur s'approprie son petit ampère bienfaiteur, c'est la raison pour laquelle lors des longues missions orbitales on le coupe provisoirement. Notez en **4** la balise **BEACON**, assez semblable à la balise de détresse placée dans la dérive des avions de ligne et qui aide à localiser l'épave en cas de crash. Si lors du lancement se produit un incident grave ou qu'en orbite un retour prématuré s'avère obligatoire, le pilote aura certainement d'autres priorités que de s'occuper de cette dernière. Donc, en chronologie de lancement l'inverseur **BEACON** sera placé sur **CONT**. Toujours dans le même ordre d'idée, les ingénieurs doivent avoir un maximum d'informations sur le déroulement technique des missions. Les premiers vaisseaux sont en général truffés de capteurs. Si vous tournez votre regard à gauche du tableau de bord en **5** se trouve à coté de RESCUE l'inverseur **TLM-LO FREQ** de l'émetteur de télémesures qu'il faut mettre en service sur **ON** avant le décollage. C'est l'un des derniers items de la chronologie de lancement pour ménager au maximum les batteries, la phase de pré-lancement pouvant prendre plusieurs heures. Bon, vous savez où sont les boutons, vous savez comment les positionner, c'est à dire que la Check de lancement sera réalisée sans perdre de temps, on peut passer enfin à la partie plus consistante ... DU PILOTAGE !

PILOTER : Un petit "chouilla de théorie".

N'oublions pas le contexte des années soixante. On cherchait juste à lancer un projectile assez rapidement pour ne plus qu'il retombe, avec à bord un passager. Il n'était pas pensable à cette époque d'en satelliser deux et de chercher à les faire se rencontrer, la notion de rendez-vous orbital n'existait pas. La capsule étant propulsée en orbite, ce qui constituait un vrai défi technique, piloter consistait simplement à la positionner en orientation Rétrograde pour effectuer le freinage qui engendrait la retombée du mobile. (Et oui, les pilotes voulaient absolument revenir sur Terre ... curieux non ?) Piloter consistait également à maintenir le vaisseau à contresens durant la phase de rentrée pour qu'il présente son bouclier thermique à la rage destructrice des frottements de l'air. En résumé : ORIENTER ça veut dire TOURNER et STABILISER L'ATTITUDE. Pas de RCS de translation à bord, uniquement des moteurs pour les rotations. (Mis à par bien évidemment les moteurs de freinage qui eux poussent en translation, c'est à dire dans l'axe du vaisseau) Du reste, si vous passez en mode TRANSlation dans Orbiter avec la touche "/" du pavé numérique", les touches de manoeuvre **1** à **8** (Toujours du pavé numérique) seront inertes.

Fondamentalement, c'est à la manoeuvre de Rétro-freinage à laquelle il faut se préparer, car une fois cette dernière effectuée, quand Mercury est dans la fournaise du chaudron atmosphérique, la capsule est "auto stable" de par les formes du bouclier. Cet aspect des choses n'est pas très difficile à comprendre. On va raisonner sur l'exemple Fig.5 simpliste, volontairement dépouillé de toute rigueur aérodynamique, du vol d'une flèche "tirée" par un arc. (C'est une façon de parler, et

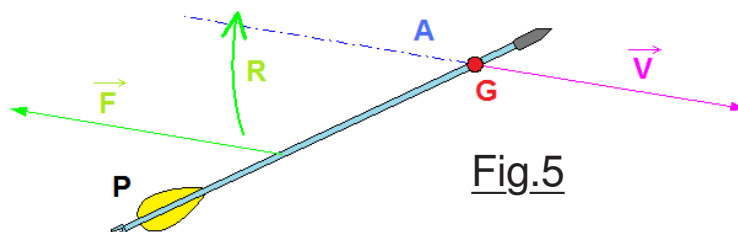


Fig.5

l'expression est assez débile, car dans la réalité la corde de l'arc pousse la flèche pour la faire partir !) La partie la plus massive : L'enferron (La pointe) est représentée ici en gris. Le centre de gravité **G** est représenté en rouge sur le dessin et se trouve vers l'avant. Perturbée par divers facteurs, la flèche vole actuellement avec le vecteur vitesse **V**. Les frottements de l'air exercent "globalement" un effort de freinage que nous allons supposer opposé à l'avancement du projectile, (C'est assez vrai si on néglige le facteur de forme) dont la "résultante" sur l'ensemble du volume qui brasse l'atmosphère se situe en **F**. L'empennage de plumes **P** situé à l'arrière "recule" l'effort **F** vers lui, car il présente la plus grande résistance au passage dans l'air. Cet effort étant décalé par rapport au centre d'inertie **G**, il y a un effort de rappel **R** qui tend "naturellement" à ramener l'arrière du projectile dans l'axe **A** du déplacement. Si par inertie l'arrière de la flèche passe de l'autre côté de cet axe, le phénomène va inverser son sens, et l'arrière de la flèche sera de nouveau sollicité vers **A**. C'est l'auto stabilité que l'on peut résumer sous la forme :

Si les forces aérodynamiques qui s'exercent sur un mobile sont situées vers l'arrière de ce dernier par rapport à son centre de masse, alors le vol sera auto-stable. Si les forces aérodynamiques sont situées à l'avant, inexorablement le mobile se retournera à la moindre perturbation du vol.

L'auto-stabilité de Mercury a été obtenue de façon très ingénieuse, en voici le principe : Pour freiner au maximum, il vaut mieux que la forme présentée à l'avancement dans l'air soit plate plutôt que bien pointue. C'est la raison pour laquelle il est préférable de présenter l'arrière de la capsule.

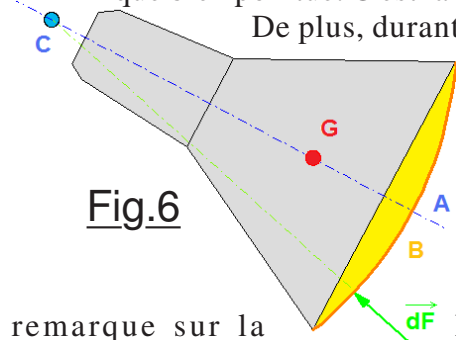


Fig.6

De plus, durant le freinage, l'énergie cinétique (Due à la vitesse) sera transformée en chaleur. Plus la surface du bouclier thermique sera grande, moins l'échauffement local sera important. En outre, il est plus commode d'agencer les matériaux protecteurs sur des formes simples relativement plates. Toutes ces raisons poussent à effectuer la rentrée à reculons, sans compter que le pilote sera de plus bien plaqué sur son "lit" conçu pour supporter les nombreux G subis. (-10G en vol suborbital) On a choisi pour les formes du bouclier thermique une portion de sphère. On

remarque sur la Fig.6 la position approximative du centre de masse **G**. En **B** est représenté le bouclier thermique. Chaque portion de surface de celui-ci est soumise à une pression dynamique de surface qui peu ou prou est perpendiculaire à sa forme et génère une poussée élémentaire **dF**. Le support de cet effort local passe au point **C** sur l'axe **A** du vaisseau, centre de la sphère.

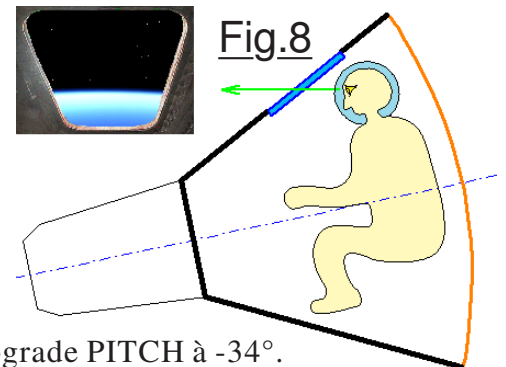
La Fig.7 représente la capsule qui effectue sa rentrée atmosphérique. Supposons qu'une perturbation a engendré une déviation de symétrie **A** est effectivement dévié par l'écoulement du plasma **E** contre le bouclier thermique est assez complexe puisqu'il subit une compression "adiabatique", mais on peut affirmer sans erreur grossière que les pressions dynamiques élémentaires **dF** continuent à rester normales à **B**. Les divers supports de **dF** convergent tous vers le centre **C** de la sphère qui se trouve géométriquement sur l'axe **A**. La globalité de la poussée de freinage se résume à la résultante **R**. On voit bien que l'effort aérodynamique est en arrière du centre de gravité par rapport à la vitesse, le mouvement d'une Mercury est donc auto-stable. "Et alors ?" me

direz-vous, "quelle est la conclusion de toute cette démonstration ?". Et bien, c'est qu'il n'y aura pas grand chose à faire en terme de pilotage lors de la rentrée atmosphérique des vols MERCURY, juste à prier pour que le bouclier thermique résiste à sa torture. On peut même en conclure que si le vaisseau est dans une attitude quelconque au début de la rentrée, l'instabilité qui en résulte l'orientera convenablement en quelques oscillations longitudinales. Notre formation au pilotage va donc se résumer à maîtriser les orientations et la stabilisation en orbite, et vous allez voir que ce n'est pas forcément élémentaire. Par contre c'est vital, car le retour ici bas est conditionné par la possibilité de rétro-freiner, qui elle est assujettie à la bonne orientation préalable de la capsule. Votre survie est à ce prix. Ouf, fin de ce long préambule, on va enfin piloter.

Fig.7: Diagram of a capsule's cross-section showing the center of mass G (red dot) and the center of the sphere C (blue dot). The axis of symmetry A is shown. The bow shock wave B is indicated. A differential force vector dF is shown acting on the surface. The velocity vector V is shown. The plasma flow E is indicated.

Fig.7

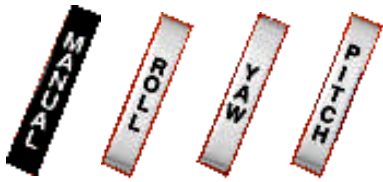
Concrètement, si tout va bien à bord ça va être facile ... pas tant que ça comme l'expérience va le démontrer ! De plus, on doit pouvoir se sortir d'un mauvais pas y compris si les systèmes d'aide tombent en panne. En outre, la première mission MERCURI aura dans ses objectifs, de démontrer la manoeuvrabilité en manuel de la capsule. Et Alan Schepard ne disposait que d'une minute entre la fin du lancement et la manoeuvre de Rétro-freinage. Ceci dit, une fois ce dernier effectué, il restait encore un petit délai pour faire "joujou" avec les commandes, mais pas vraiment de quoi trainer. Il faudra donc pour le vol inaugural être parfaitement dans le coup. Allez, c'est parti ! Pour cette première approche au pilotage, on va utiliser le simulateur de la NASA. De ce fait, si vous ne comprenez pas ce qui se passe, objectivement il ne sera pas considéré comme anachronique de passer en vus extérieure, il y a toujours des techniciens et des instructeurs sur les simulateurs qui peuvent renseigner le stagiaire. Par contre, quand on procèdera au tir du 5 mai 1961, il ne sera plus question de "sortir" de la capsule. Chargez la situation (04) **Simulateur Mercury en orbite**. On est le 8 Avril 1961. John Glen sort de la machine infernale, il transpire et ne semble pas à l'aise. Vous en déduisez qu'il s'est fait un peu secouer par les vérins de l'engin, et que ça ne va pas être du gâteau. Pour ne pas être restreint à la courte durée des vols suborbitaux, l'instructeur a programmé une orbite presque circulaire. De plus, c'est le "grand" hublot trapézoïdal qui est simulé, ce qui nous facilitera l'observation des références externes. Le lancement est supposé achevé, le vaisseau étant placé automatiquement en position rétrograde PITCH à -34° .



Pourquoi ces -34° ? La Fig.8 apporte une réponse simple à cette question légitime : En faisant piquer du nez au vaisseau à cet angle, compte tenu de l'emplacement occupé par le passager et par le hublot, le pilote voit alors correctement l'horizon face à lui à environ 1/3 du bas du hublot, avec une bonne référence d'orientation par rapport à la Terre et une bonne vision sur les étoiles.

- Placer les inverseurs de **ASCS MODE SELECT** sur **FLY BY WIRE**, sur **AUTO** et sur **GYRO CAGED**.
- Manuel de vol ouvert à l'onglet **PITCH**. En utilisant [2] et [8] du pavé numérique, commencez par faire cabrer ou piquer le vaisseau, avec des vitesses d'évolution variables. Observer le défilement des étoiles et le **décalage de la barre de tendance**. Vous avez compris que **plus elle se décale, plus le vaisseau tourne rapidement** autour de l'axe. Premier constat important : Pour un mouvement de TANGAGE, les étoiles défilent du haut vers le bas ou du bas vers le haut le long du hublot. Toujours avec les touches [2] et [8], apprenez à cabrer, à piquer et à stopper la rotation sans utiliser la barre de tendance de PITCH.
- Manuel de vol ouvert à l'onglet **LACET**. Après avoir immobilisé le vaisseau dans sa position de départ, en utilisant [1] et [3] cette fois, faire dériver le vaisseau vers la droite puis la gauche avec des célérités variables. Apprenez à doser ces mouvements à l'aide des barres de tendance, puis à les stopper. Constat suivant : Pour un mouvement de LACET, les étoiles défilent latéralement derrière le hublot, le long de son bord supérieur ou inférieur.
- Immobilisez Mercury cabré de façon à ne voir que des étoiles, puis, manuel de vol ouvert à l'onglet **ROULIS**, en usant de [4] et [6] transformez-vous en toupie dans un sens puis dans l'autre. Ici aussi il importe de savoir interpréter la position de la barre de tendance associée au roulis, et de bien observer le mouvement de "vortex" des étoiles, et d'associer à cette rotation générale la touche qui permet de stopper le mouvement. C'est bon, axe par axe vous avez tout compris ? OK, on passe à du plus délicat :
- En comptant avec "rigueur" dans votre tête, appuyez durant huit secondes sur [2], huit secondes sur [3] et enfin huit secondes sur [4]. Mercury tourne dans tous les sens. "[F4]" > [Camera...] > [Track] > [Movable global frame]. OULP ... heureusement que le repas n'était pas trop copieux ... et qu'il y a des sachets en papier renforcé dans le simulateur. Cette situation peut parfaitement se produire sur un incident grave des automatismes. Comme un problème n'arrive jamais seul, l'instructeur nous a fichu l'indicateur de taux de rotation en carafe. (Avec un papier quelconque, cachez sur l'écran cette aide au pilotage)

Bon, nous devons dans ces conditions, éviter de vomir à côté du sachet prévu pour ça, et surtout stopper les rotations. Quand d'un seul coup MERCURY part en rotation sans prévenir, (Ce que nous avons simulé par appui volontaire sur les touches de rotation) la première chose à faire, et sans tarder,



consiste à tirer immédiatement sur les quatre loquets avec le **BGS**, ce qui aura pour effet de museler l'automatisme rebelle, et de "prendre la main". Pour stopper les rotations et surtout notre torture, on observe que globalement le ciel défile du haut vers le bas. C'est à dire que la capsule monte son museau. Pour contrer, en fait il suffit d'utiliser la

touche de même "sens", c'est à dire **[2]**. Le ballet des étoiles est devenu un mouvement de foule global de la droite vers la gauche. Donc le vaisseau dérape à l'opposé. Pour contrer ce mouvement global, ici encore il faut utiliser la touche "de même sens" c'est à dire **[1]**. La folie du vaisseau est tempérée, mais il subsiste encore un tourbillon dans le sens antihoraire. Le manuel de vol à l'onglet ROULIS sur le dessin en bas à droite nous incite rapidement à utiliser **[6]** pour retrouver un peu de stabilité. Pour parfaire ce travail, toujours en utilisant les étoiles, immobiliser complètement MERCURY. Notez au passage que la Terre n'est pas idéale pour ça, car le défilement du vaisseau sur son orbite génère une gêne dans l'interprétation du visuel extérieur. Pour pouvoir refaire cet exercice, sans savoir cette fois quelles sont les rotations engendrées, passez en vue extérieure, utiliser plusieurs fois les six touches en les laissant enfoncés plusieurs secondes d'affilée. Quand à l'extérieur en mode **Movable target-relative** la confusion sera totale, intégrez la capsule, et indicateur de taux de rotation toujours masqué par un morceau de papier, stabilisez parfaitement MERCURY. C'est le passage obligé qui vous qualifiera pour la leçon suivante. Avouez que ce n'est vraiment pas facile sans le secours de l'indicateur de rotations. Recommencez tant que vous n'y arrivez pas, votre avenir de pilote en dépend. Vous pouvez alors enfin sortir du simulateur en sueur, le visage un peu blafard. C'est au tour de Grissom d'y aller.

Ben môamôa je ne vois plus les étoiles dans le hublot car j'ai fait un gros BLAFFF dessus ! BERKKK



Deuxième stade de la formation au pilotage : PILOTER.

Le premier stade de notre formation **Tourner / Stopper** correspond au thème **MANOEUVRER** de la liste des domaines à maîtriser lors d'une **MISSION ORBITALE** exprimée dans l'encadré de la page 4. Pour ce deuxième entraînement, on va aborder le chapitre **PILOTER**. Quelle est la différence entre manoeuvrer et piloter ? Manoeuvrer consiste à faire bouger, à immobiliser, le tout avec précision en prenant des références externes. En automobile, par exemple, globalement on manoeuvre. **PILOTER**, c'est "afficher" et maintenir des paramètres pertinents prédéfinis. Cette action implique de "passer à l'intérieur" de la machine et de focaliser sur des informations présentées sur le tableau de bord. Par exemple quand en ville vous surveillez le compteur pour ne pas dépasser les 50km/h réglementaires ... vous pilotez. Quand on pilote, notre mental quitte la réalité avec un risque de tunnelisation, c'est à dire que trop absorbé par l'aiguille qui ne doit pas dépasser le 50, on n'a pas vu le piéton qui s'engage sur la chaussée ... et c'est l'accident. Il en sera de même chaque fois que l'humain sera confronté à la conduite d'une machine quelconque. C'est la raison pour laquelle, les ingénieurs cherchent à concevoir des aides au pilotage, pour que le conducteur puisse passer plus de temps à la prise en compte du contexte et ne pas avoir en permanence le nez dans le guidon. Sur les avions par exemple, ces aides sont apportées par le pilote automatique, la gestion automatique des gaz, par l'autofreinage et autres gestionnaires du vol. Ce qui est vrai pour un avion de ligne qui vole à 0,8 Mach l'est encore plus pour un vaisseau en orbite qui se déplace allègrement à plusieurs fois la vitesse du son. Le but de ce volet de notre formation va consister à comprendre les automatismes de Mercury pour être capable d'en voir les limites et de les utiliser convenablement.

Incontestablement, stabiliser la rotation du vaisseau qui gire comme un fou sur trois axes sans le secours des aides au pilotage ne s'improvise pas si les mouvements ont pris une amplitude importante. On tirera déjà comme conclusion importante, que **le pilotage ne sera aisé que si l'on agit axe par axe, et sans prendre trop de vitesse en rotation pour conserver en permanence une perception précise des mouvements du vaisseau.** Maintenant que nous savons faire bouger et stopper les mouvements de rotation, on va s'occuper de piloter le vaisseau dans des attitudes spécifiques, c'est à dire de modifier l'un des angles d'orientation tout en maintenant les autres. C'est en fait très difficile à faire, chaque action vient plus ou moins perturber l'attitude dans son ensemble, et immédiatement tous les paramètres se mettent à diverger. Face à cette sarabande diabolique on compense, surcompense et rapidement c'est la panique à bord. Pour faire face à ce marasme inexorable, Mercury intègre des automatismes gyroscopiques qui vont nous sauver la mise. Il ne reste plus qu'à les utiliser avec pertinence.

Confortablement installé dans un bon fauteuil, une petite tasse de café qui fume à portée de la main, vous commencez par vous "farcir" la théorie du système ASCS décrits dans les pages 9 à 12 du descriptif de la capsule. OK, après deux tasse à café de plus, je reste encore assez dubitatif ; "je n'y pompe pas un caramel". La seule façon de clarifier ces descriptions académiques c'est le simulateur. OUF du concret ! Rechargeons la situation (04) **Simulateur Mercury en orbite** pour retrouver le vaisseau dans un état propre et "avec les pleins". Dans le petit manuel **MERCURY v5**, l'onglet **GYROS** n'est pas pertinent à ce stade de notre formation. Il ne sera utile que ponctuellement quand on sera expert sur l'effet de certains inverseurs. Par contre, l'onglet **RCS** et particulièrement la page 13 peuvent s'avérer salutaires pour configurer correctement notre pilote automatique en fonction des diverses phases de la mission.

VRAIMENT BESOIN DES AUTOMATISMES ?

Pour comprendre l'impératif d'une assistance robotisée, le mieux dans un premier temps consiste à s'en passer, et de voir que finalement ce qui nous semblait élémentaire ne l'est pas autant que nous ne l'avions soupçonné. On va en manoeuvre totalement manuelle placer notre vaisseau le museau vers le bas, ailes dans le plan de l'orbite de façon à regarder vers le centre de la Terre. En principe, le défilement du "paysage" en face de nous se déplacera conformément aux flèches de la figure 9.

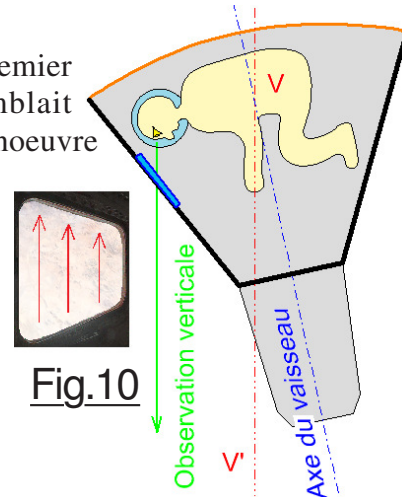
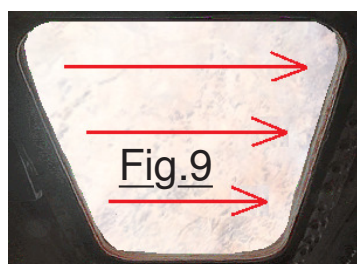


Fig.10

- Placer les inverseurs de **ASCS MODE SELECT** sur **FLY BY WIRE** et sur **RATE COMD**. Tirer sur les quatre loquets avec le **BGS** pour prendre intégralement les commandes. Comme l'axe du vaisseau va s'éloigner de l'horizon qui sera hors de portée des scanners, il faut imposer aux gyroscopes le mode **FREE**.

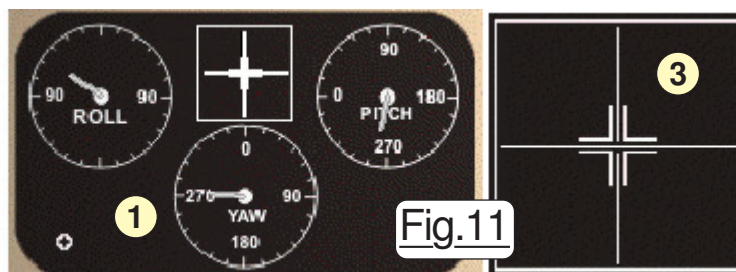
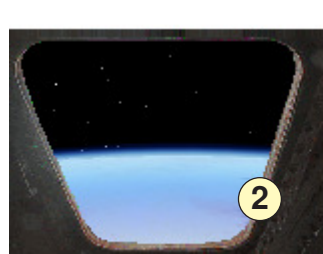


Fig.11

Avant de faire piquer le vaisseau pour regarder à la verticale comme représenté sur la Fig.10, il faut au préalable placer le vaisseau en dérapage à

gauche avec un YAW de 270° comme montré en 1 sur la figure 11. Puis horizon "équilibré" par rotation comme visualisé en 2. Enfin, mouvements annulés comme confirmé en 3. Ensuite, faire piquer pour amener l'axe du vaisseau à la verticale avec le décalage des 30° pour avoir le centre de la Terre en face comme montré sur la figure 10. Pour finir, tentez de stabiliser en manuel cette attitude particulière :

- En utilisant [2] et [8] placer l'horizon à mi-hauteur du hublot. Notez au passage que "**CTRL**" permet d'agir finement sur les RCS. Notre PITCH est à -30° environ. Avec les touches [1] et [3] faisons déraiper le nez vers la gauche pour se placer avec un YAW de 270°. Piquer pour ramener l'horizon dans le hublot, et modifier le roulis pour "replacer" la ligne frontière à l'horizontale comme en 2. Ces manoeuvres ont fait perdre notre transversalité qu'il faut rectifier en 1 pour avoir toujours à 270°.

Pour toutes ces manipulations ainsi que celles qui suivent, vous pouvez passer en vue extérieure pour mieux comprendre l'attitude du vaisseau par rapport à notre globe nourricier.

- Les conditions d'orientations étant réunies, piquer de 90° ce qui placera le centre de la Terre au beau milieu du hublot. Si les paramètres n'ont pas divergé durant cette dernière rotation, on doit voir défiler le sol transversalement de la gauche vers la droite en conformité avec la figure 9.

Facile ? Ben pas tant que ça. Chaque correction sur un paramètre perturbe les autres, et le total n'est jamais bon. Pourtant on ne modifie qu'axe par axe, mais tout ROULIS modifie le LACET, tout LACET change le CABRAGE, et même quand on ne touche à rien les aiguilles n'arrêtent pas, primesautières, à tournicoter toutes guillerettes dans un sens et dans l'autre. Que se passe-t-il ?

LES INTERFÉRENCES DE PILOTAGE :

Comme base de départ à notre réflexion, on va considérer le cas de la Fig.12 pour lequel au départ le vaisseau est en position **P1**. Les indicateurs de taux de rotation bien centrés confirment l'**orientation constante de la capsule dans l'espace**. **H H'** est l'horizontale locale et l'axe du vaisseau **A** est à -30° pour voir la Terre dans le hublot. Les automatismes sont suspendus, donc non sollicité par les RCS, **Mercury va conserver dans l'univers son orientation**. Mais elle continue sa course folle autour du globe et se retrouve au point **P2**. Il est facile de constater que l'axe **A** toujours dans la même direction par rapport au vide sidéral a changé d'angle par rapport à l'horizontale locale à l'orbite au point **P2**.

Pour compliquer davantage la vie difficile de l'astronaute, une rotation élémentaire sur un seul axe peut parfaitement engendrer une modification de plusieurs

paramètres simultanément. Considérons la Fig.13 dans

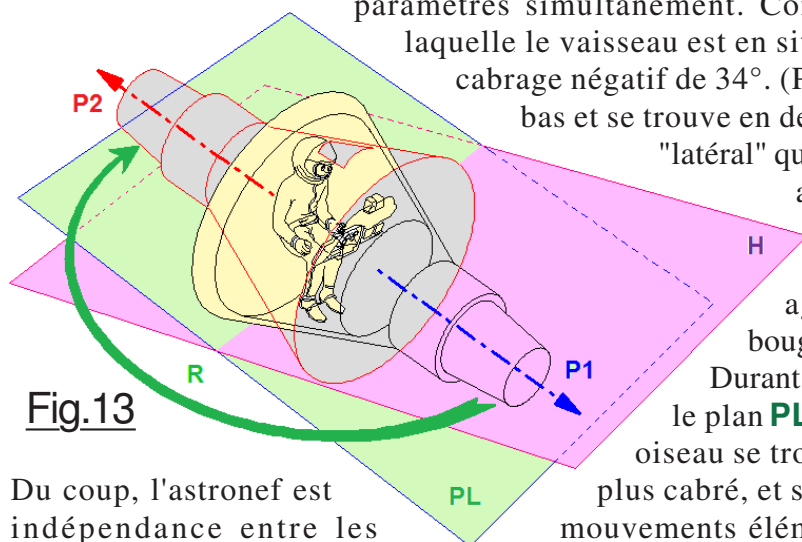


Fig.13

Du coup, l'astronef est indépendante entre les engendrées par rapport à ces derniers. Le pilote devra en permanence avoir la conscience de la situation générale de son appareil pour pouvoir le positionner à sa guise. Pour lui faciliter le travail, on peut imposer aux automatismes de maintenir un ou deux des angles ROLL, YAW et PITCH et prendre l'autorité sur un ou deux de ces mouvements. Passons à la pratique.

- La configuration que nous avons adoptée pour placer notre "visée" à la verticale correspond à l'avant dernière ligne **M.P & F.B.W.** du tableau p13 du manuel ou à la page 10 du descriptif.
- Cabrer de façon à avoir l'horizon en vue des scanners, c'est à dire visible dans le hublot. Configurer les inverseurs de **ASCS MODE SELECT** sur **NORM** sur **AUTO** et sur **GYRO NORM**. Puis repousser les quatre loquets ce qui rend la maîtrise au ASCS. Immédiatement le vaisseau manoeuvre pour se replacer en position rétrograde, "ailes à plat" et cabrage négatif de -34° . La configuration adoptée ici correspond à la première ligne **ASCS AUTO** du tableau p13 du manuel ou page 10 du descriptif. C'est la configuration normale en fin de lancement, qui maintien à ces valeurs les trois angles. En ouvrant le livret onglet **STAB** p11 vous retrouverez cette valeur de 34° ajustée après le retournement de Mercury.
- Conservez cette configuration de l'automatisme et frappez sur les touches **1, 3, 2, 8, 4** et **6**. Il ne se passe rien. Elles sont inertes, car l'ASCS possède l'autorité sur les trois axes, il ne se laisse pas faire. Bon, on va voir qui commande ici ! Tirer avec le **BGS** sur **MANUAL** pour valider le mini-manche. Puis **BGS** sur **ROLL** et sur **PITCH** pour prendre l'autorité sur le ROULIS et sur le TANGAGE. Par contre, l'ASCS reste responsable du LACET et va s'attacher à conserver notre orientation Rétrograde. Par contre il nous laisse la liberté sur **ROLL** et sur **PITCH**. Donnez environ 20° de gîte en roulis, puis faire piquer pour mieux observer la Terre. Stopper les rotations quand la ligne d'horizon sera placée en

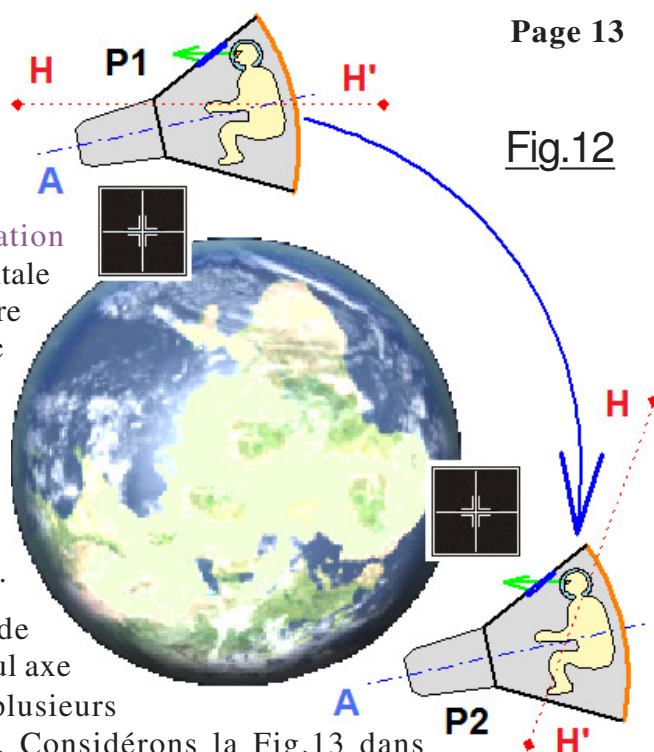


Fig.12

diagonale sur le hublot. C'est pas beau la liberté ? Notez que YAW conserve sa valeur, mais il fait travailler l'ASCS. **BDS** sur les loquets **ROLL** et **PITCH** pour les repousser. Immédiatement l'ASCS s'emploie à rétablir un roulis nul et le tangage négatif nominal.

- Toujours expérimenter l'autorité partielle, cette fois prenons les commandes de l'axe de LACET en tirant sur YAW. Puis, dérapage à droite ou à gauche pour placer le nez du vaisseau vers l'avant en prograde. Notre assistant scrupuleusement maintient les ailes à plat et le museau vers le bas. Avouez que c'est un auxiliaire précieux. Repoussez YAW et admirez la réorientation standard automatique.

L'ASCS SE MUTINE.

Conséquence des interférences de pilotage déjà abordées en page 13, sous certaines conditions l'ASCS peut se montrer non coopératif, voire nous présenter un bien mauvais caractère. Pour repartir sur des bases saines, redémarrer la situation (4) **Simulateur Mercury en orbite**.

- Prendre la main de l'axe de tangage PITCH et laisser ROLL et YAW à la responsabilité de l'ASCS. Puis, faire plonger le nez pour stabiliser notre TANGAGE à la verticale de 270° . Non seulement l'automatisme vient contrarier nos tentatives, quand on arrive vers cette valeur de 270° . Mais en outre, il perd "le nord". Quand on constate qu'il ne sera pas possible de "tenir" notre position, lorsque l'on rend la main l'ASCS peut parfois stabiliser Mercury dans une attitude quelconque. Il a alors perdu ses références. On verra plus avant comment sortir de cette situation, car quoi qu'il arrive, la Rétro-poussée devra se faire à la bonne attitude.

QUAND TOUT SE MÉLANGE.

- On va traiter le même objectif, c'est à dire la maîtrise totale des axes, avec cette fois l'intention de pouvoir arriver à la position désirée sans que l'ASCS vienne semer sa panique. Allez, pour s'amuser un peu on va se fixer comme objectif celui représenté sur la Fig. 14 qui consiste à faire orbiter Freedom 7 en Prograde avec un roulis qui l'oriente "sur la tranche". Dans cette position, ROLL devra afficher 90, YAW 180° puisque l'avant sera tourné directement vers le déplacement \vec{V} . Enfin, PITCH affichera 0° puisque l'axe du vaisseau sera entièrement contenu dans le plan horizontal H . Pour atteindre notre objectif, on va utiliser l'assistance au pilotage (Indicateurs gyroscopiques) et non les références extérieures observées par le hublot. Pourquoi ne pas faire confiance "objectivement" à ce que l'on voit ?

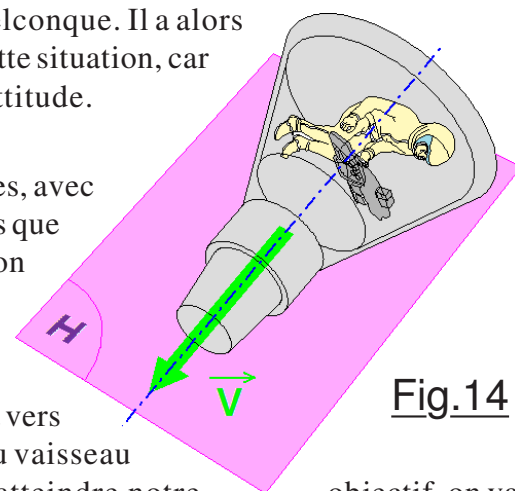


Fig.14

PILOTAGE ET DÉSORIENTATION.

Le titre de cet encadré pourrait être : Illusions d'optique. Quand on regarde par le petit bout de la lorgnette, (Traduisez : Par un petit hublot) nous avons une vision tellement restreinte de l'univers qui nous entoure, que l'on prend "des vessies pour des lanternes". Par exemple, au sol, on croit que la Terre est plate etc. Il en va de même en pilotage où le visuel peut nous leurrer. Considérons par exemple la Fig. 15 A sur laquelle le vaisseau croise en Rétrograde standard. On provoque une rotation en LACET pur vers la gauche, le nez de Mercury se déplace conformément à la flèche rouge. Mais en orbite, notre horizon étant circulaire, on arrive à la position B qui va nous donner à croire qu'il s'est incliné et déplacé vers le bas. C'est une illusion à laquelle on ne peut échapper. Et encore, au départ le vaisseau était bien à plat, imaginez l'interprétation si il avait eu un peu de roulis. Prenons un autre exemple simple d'interprétation erronée du visuel. Imaginons notre capsule en "Normal plus" ou en "Normal moins". Compte tenu du décalage latéral du sol dû au déplacement orbital de notre appareil, on voit défiler latéralement le paysage. Inexorablement si on ne consulte pas l'indicateur des taux de rotation, on va en déduire que le vaisseau est en train de girer en lacet, alors que son orientation est parfaitement immobile dans l'espace. C'est pour contrer ces pièges que les instruments gyroscopiques de bord sont indispensables et qu'il faut les utiliser.

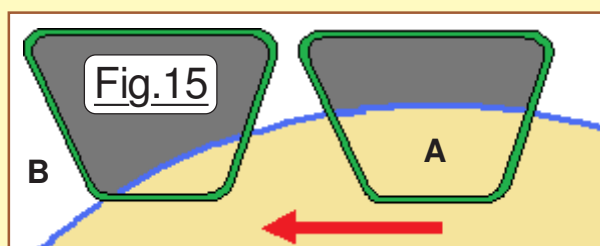


Fig.15

Et si ils tombent en panne ... procédures d'urgence ! (Voir suite du tutoriel)

Même configuration que la précédente, c'est à dire automatismes en service et nous prendrons l'autorité sur certains axes à notre convenance. Par contre, comme sous avons l'intention de "quitter l'horizon des yeux" et que **les scanners vont être aveugles, il faut placer le gyroscope sur**



FREE. (Ici c'est le scanner latéral scrutant à gauche qui va perdre ses repères) ATTENTION, en conclusion de l'encadré sur la désorientation, nous allons utiliser les instruments de bord pour affiner l'attitude de notre machine. Mais rappelez-vous l'interférence entre les commandes élémentaires et les effets sur les autres paramètres de l'assiette abordés en page 13. On va donc y aller progressivement, axe par axe. Il sera aussi indispensable de passer en vue extérieure

pour vérifier que le vaisseau est réellement exactement dans l'orientation que l'on croit, en regardant sa position par rapport à la Terre et le défilement du sol.

- Tirer avec le **BGS** sur **MANUAL** pour valider le mini-manche. Puis **BGS** sur **YAW** pour prendre l'autorité sur le LACET, l'ASCS se chargera de maintenir le ROULIS et le TANGAGE. Avec **1** et **3** provoquez une rotation jusqu'à ce que le vaisseau soit en Prograde. L'aiguille de YAW sera alors sur 180°. Laissez l'automatisme stabiliser ROLL et PITCH à -34°, le sol défile "en venant vers nous". Assurez-vous que le taux de rotation en LACET soit vraiment nul, on peut alors passer au TANGAGE.
- Tirer avec le **BGS** sur **PITCH** pour prendre l'autorité sur le CABRAGE en ne laissant à l'ASCS que le ROULIS. Cabrer pour amener l'aiguille de PITCH sur 0° et stabiliser cet angle. Passez en vue extérieure, notre appareil croise à plat, assiette nulle à la manière d'un avion ordinaire.

Si vous voulez éviter de patauger lamentablement quand le roulis va nous placer sur la tranche, il faut absolument que les deux axes précédents soient parfaitement ajustés et stables. N'oubliez pas qu'ils ne sont plus stabilisés par les automatismes, et qu'un objet en orbite est une vraie savonnette.

- Tirer avec le **BGS** sur **ROLL** cette fois l'ASCS est au chômage, on gère tout. Avec **4** et **6** incliner notre astronef pour qu'il bascule du bon côté. Plus l'aiguille de ROLL approche de 90°, plus il faut diminuer le taux de rotation pour arriver "à mourir" à l'orientation correcte. Passez en vue extérieure, notre appareil cette fois évolue dans l'attitude que nous avions prévue.

La copie d'écran Fig.16 (Juste retravaillée pour économiser l'encre de l'imprimante) montre le résultat observé à bord. ATTENTION, à partir d'ici il ne faut plus se servir de l'assistance pour maintenir cette position, mais au contraire utiliser la vue hublot pour corriger le dérives. En effet, si vous modifiez le LACET par exemple, c'est bien l'aiguille de YAW qui va se décaler, mais par rapport à l'univers, c'est en fait l'angle de TANGAGE qui change dans la réalité. De même que si vous voyez YAW s'éloigner du 180° de Prograde, c'est sur le CABRAGE qu'il faut intervenir. En définitive, il suffit une fois le vaisseau parfaitement orienté, de se contenter de contrer les déviations du visuel pour le maintenir à l'attitude initialement désirée. Une fois les manoeuvres terminées, il est confortable de passer la main aux automatismes, il suffit de repousser les trois leviers blancs ... Ben NON ! En effet, le scanner latéral a perdu ses références, quand au scanner frontal, il ne doit pas spécialement apprécier la verticalité. Si à ce stade vous confiez le pilotage à Freedom, trois cas sont susceptibles de se produire :

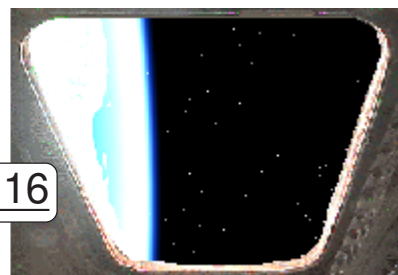
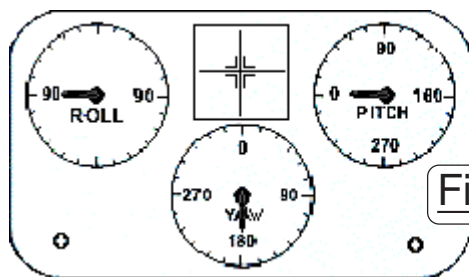


Fig.16

Si à ce stade vous confiez le pilotage à Freedom, trois cas sont susceptibles de se produire :

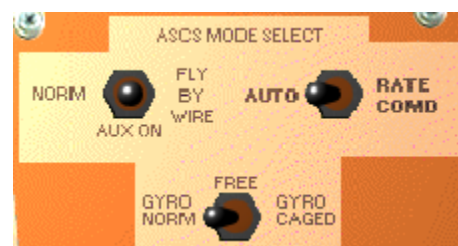
- * Orbiter sachant par logiciel l'attitude réagira correctement et replacera l'appareil en "standard".
- * Gyroscopes égarés, la stabilisation ne sera pas vraiment effective et laissera le vaisseau dans une position qui n'a rien à voir avec Rétrograde et cabrage négatif de 34°.
- * Complètement perdu, une surcompensation sur les trois axes va être générée et c'est parti pour une toupie diabolique de laquelle il sera bien délicat de sortir en manuel.
- Pour éviter ces risques, la procédure consiste à replacer notre aéronef dans une configuration qui ressemble à celle du "standard", puis repousser les trois leviers blancs et repasser sur **GYRO NORM**.

LE COUP DES TROIS HUIT.

Durant les divers essais que j'ai réalisés pour écrire ce tutoriel, à plusieurs reprises l'automatisme a carrément divergé. Brusquement il précipite les rotations sur un ou plusieurs axes. Si cela se produit, deux possibilités.

Soit immédiatement vous procédez comme déjà expliqué en bas de la page 10, soit l'ASCS n'est pas totalement inopérant et vous tentez la procédure de secours précisée dans l'onglet **Rescue** à la page 16 du manuel de pilotage. (**Bloquer une rotation "folle"**) Pour engendrer un tel incident, procédez comme à la leçon de la page 10 dans laquelle on sollicitait en manuel les trois axes durant huit secondes. Appliquons la procédure **Rescue** :

- Repousser avec le **BDS** les quatre loquets de pilotage manuel.
- Configurer les trois inverseurs **ASCS MODE SELECT** respectivement sur **AUX ON**, **AUTO** et **GYRO NORM**. L'ASCS va immobiliser les rotations sur les trois axes. Il suffira ensuite de reprendre la main et de réorienter notre machine en mode manuel.



AVOIR DE BONS AMORTISSEURS.

Non, ce n'est pas une publicité pour vous changer des pièces sur votre automobile, mais pour aborder une autre facette de l'aide apportée par le système ASCS. Le titre serait avantageusement remplacé par "Plus de savonnette". Procédure listée dans l'onglet **ORBIT** à la page 15 du manuel de pilotage. (**Pilotage avec assistance**) L'inverseur du gyroscope peut être à notre convenance placé sur **GYRO NORM** ou sur **FREE**. Chaque appui sur une touche des RCS provoque une rotation d'autant plus rapide qu'elle reste enfoncée longtemps. Mais dès que l'on relâche cette dernière, immédiatement il y a commande réciproque et immobilisation de toutes les rotations. *C'est la*

configuration la plus commode quand on veut placer le vaisseau dans une attitude quelconque, car les dérives résiduelles sont totalement éliminées.

Toutes les configurations figurant dans le tableau p13 du manuel ou page 10 du descriptif ne seront pas expérimentées ici, car plusieurs n'ont pas d'effet en utilisation du clavier. Comme je n'ai pas de joystick pour piloter dans Orbiter, je laisse donc une part d'initiative et d'expérimentation à votre charge. Ceci étant précisé, les procédures explorées jusqu'ici sont suffisantes pour pouvoir prétendre à une qualification et gagner notre billet pour les étoiles. Poursuivons notre formation ...

Troisième stade de la formation au pilotage : PILOTER.

Encore du pilotage ... mais on sait tout faire, on a déjà tout exploré ! Et non, la formation d'un astronaute passe obligatoirement par la maîtrise des situations de crise. Et oui, les galons ça se mérite. Ce volet de notre instruction va explorer les deux derniers items **NAVIGUER**, **OBSERVER** de la liste de ce qu'il faut dominer lors d'une **MISSION ORBITALE** exprimée dans l'encadré de la page 4. Naviguer, c'est être totalement capable d'orienter parfaitement le vaisseau dans des attitudes typiques indispensables à certaines phases incontournables durant vol orbital alors que l'intégralité des aides au pilotage sont déficientes. En fait, on va travailler la gestion de deux types de situation critique auxquelles peut être confronté l'astronaute durant une mission orbitale et qui sont précisées dans l'onglet **Rescue** à la page 16 du manuel de pilotage. L'application des procédures d'urgence passe par l'utilisation des systèmes d'observation extérieurs, c'est à dire la caméra photographique et le périscope en complément du hublot.

FAUSSE ALERTE / Triple zéro.

Rechargez la situation (04) **Simulateur Mercury en orbite**. On va apprendre à **RECALER LES GYROSCOPES**. Ce protocole est décrit dans l'onglet des urgences, car il s'applique lorsque l'ASCS a perdu ses références et que les valeurs affichées sur les instruments de bord sont sujettes à caution. Mais en réalité, pour chaque vol orbital de longue durée, à partir du vol MA-8 avec la capsule Sigma 7, couper les gyroscopes pour économiser l'énergie électrique sera une action standard. Un gyroscope est un appareil, qui globalement maintient par rapport à l'Univers une orientation constante. Par exemple si au départ on le "dirige" sur l'étoile polaire, il continue à la pointer du doigt au cours du temps. Il ne sait absolument pas qu'il nous indique le nord, il se contente de ne pas tourner par rapport "au vide sidéral". C'est nous qui savons qu'il pointe la polaire, car au départ, on a bloqué ses axes de rotation et on a placé notre doigt (Ici il faut comprendre le vaisseau) vers Ursa Major. Puis on a libéré ses mouvements, ce qui fait que le vaisseau peut tourner dans tout les sens, notre gyroscope pointera toujours son index vers le petit point scintillant à l'infini. Quand le vaisseau est en phase de décollage, les gyroscopes sont bloqués sur les trois orientations de départ aux angles **ROLL 0°**, **YAW à 180** car la capsule au lancement vole en

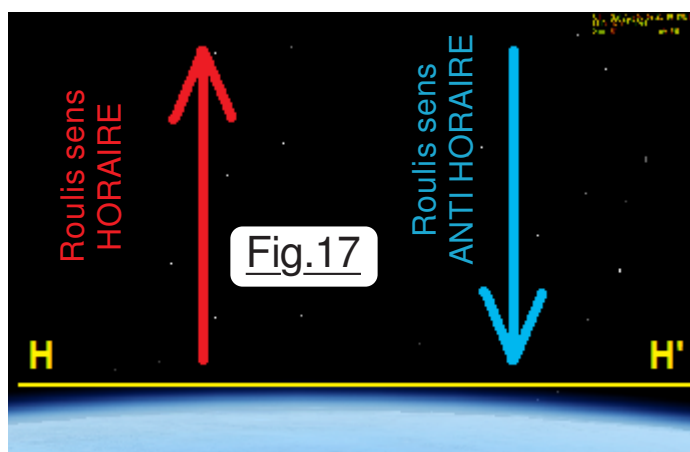
Prograde, la fusée générant le vecteur vitesse qui définit cet angle, et PITCH est à 90° puisque l'ensemble est érigé à la verticale, nez vers le haut. Une fois calés mécaniquement à ces trois valeurs, on lance les rotors, (*À cette époque les gyroscopes étaient totalement mécaniques et le corps d'épreuve consistait en une masse que l'on faisait tourner à grande vitesse*) et le "comportement de Coriolis" fera le reste. Quand on place l'inverseur sur **GYRO CAGED**, les trois aiguilles sont ramenées sur 0° . Si le vaisseau étant dans une position quelconque on rebascule l'inverseur sur **GYRO NORM**, miraculeusement les trois aiguilles vont vers les valeurs correspondantes à l'attitude de Mercury. Ce n'est



pas réaliste du tout, ce comportement n'est possible que par le fait qu'Orbiter mémorise les paramètres pertinents. La procédure véritable consiste à bloquer **GYRO CAGED**, à placer manuellement le vaisseau aux trois angles nuls, puis à rebasculer sur **GYRO NORM**. Il y a alors correspondance entre affichage et réalité. Nous allons procéder ainsi, sans user de la "faiblesse" du programme. Pour placer le vaisseau "aux triple zéro", on va utiliser uniquement les références optiques du

bord. Pas question ici de passer en vue extérieure pour vérifier, ce serait de la "triche" et vous ne seriez pas digne d'enfourcher ce magnifique étalon technologique. Allez, au travail : Potassez un minimum le "gros document de la NASA" à la page 13, puis intégrons le simulateur spatial.

- Passer en mode pilotage manuel assisté pour éviter les rotations parasites. Si tout était vraiment en panne, il faudrait être plus fin sur les ajustements angulaires et s'assurer de l'immobilité du vaisseau à chaque angle caractéristique, et ce en regardant "les étoiles".
- Inverseur sur **GYRO CAGED** pour bloquer l'assistance d'orientation. Placer le nez du vaisseau vers le bas pour admirer votre maison, roulis quelconque et un lacet du genre presque Prograde. Le vaisseau est alors dans une attitude quelconque comme ce sera le cas vers la fin d'une longue mission avec expérimentations.
- Orienter le vaisseau dans une attitude qui ressemble à du standard Prograde, "ailes à plat" et nez vers le bas. Les différents angles sont tous un peu faux, car on a regardé uniquement à travers le hublot.
- **Placer Mercury en position Rétrograde rigoureuse** : On va dans ce but utiliser le périscope qui pointe sous nos pieds vers l'avant du vaisseau. Débuter par l'option **Grand Angle**. Quand la courbure terrestre est en position symétrique comme représenté sur le dessin de gauche de l'onglet **SCOPE** du manuel de pilotage, passer en mode ZOOM. Observer avec précision le défilement du sol en regardant le déplacement d'un détail contrasté vers le centre. Avec les touches [1] et [3], amener sa course parfaitement verticale comme montré par la flèche rouge sur l'image du manuel. Le vaisseau sera alors en Rétrograde qui correspond exactement à $YAW = 0^\circ$. Revenir vers le hublot, réajuster le roulis et reprendre YAW.
- **Placer Mercury en TANGAGE nul** : On va dans ce but utiliser le répéteur de la caméra de prise de vue qui regarde exactement vers le flanc gauche du vaisseau. L'appareil présentera un tangage parfaitement nul quand la tangente à l'horizon **H' H** montrée sur la copie d'écran de la figure 17 sera parallèle au bord inférieur de l'écran. Vous allez facilement constater qu'avec les touches de cabrage [2] et [8], on peut arriver facilement à placer l'horizon correctement, mais que rapidement cette orientation se décale, le bord gauche monte comme si le vaisseau cabrait. C'est curieux, vu que l'automatisme fige toutes les rotations. C'est oublier que le vaisseau se déplace sur son orbite et les conséquences déjà expliquées avec la Fig.12 à l'appui. Comme l'orbite est parcourue en environ 5300s, c'est le temps correspondant à un tour apparent complet. En outre cette rotation est amplifiée par le ZOOM de l'appareil de prise de vue. Il est donc conseillé de placer le nez un peu bas, de façon à compenser le décalage lors de l'ajustement du roulis à 0° .



- **Placer Mercury en ROULIS nul** : On va encore utiliser le répéteur de la caméra de prise de vue qui observant latéralement est très influencé par les mouvements de torsion longitudinale. C'est facile à comprendre. Considérons sur la Fig.18 Mercury vue de derrière en train de tourner en roulis dans le

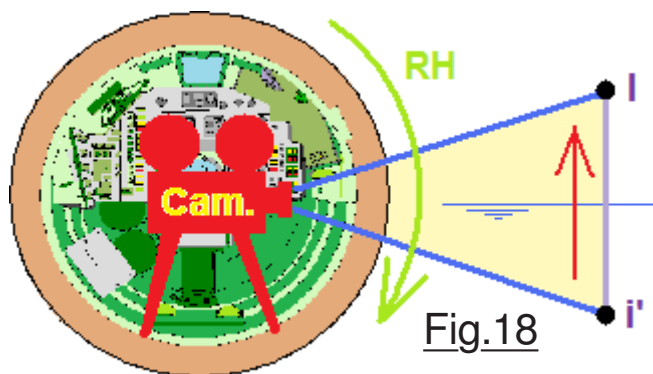


Fig.18

sens horaire **RH**. La position de la caméra de prise de vues est symbolisée en rouge. L'image plane virtuelle est représentée vue de profil par le segment **I, I'**. On comprend facilement que l'image filmée se déplace vers le haut. La Fig.17 est complétée par les flèches de défilement pour les deux sens possible du roulis. Le vaisseau sera avec un ROULIS parfaitement nul quand l'horizon filmé est à la limite de disparaître en bas de l'écran. Avec un peu d'expérience, on y arrive facilement.

Une fois le dernier angle ajusté, revenir assez rapidement sur le tableau principal et basculer l'inverseur du gyroscope sur position **AUTO**. Si vous avez parfaitement orienté votre machine, les trois aiguilles ne bougent strictement pas et dans la réalité vous auriez correctement réinitialisé les automatismes.




NOTE IMPORTANTE : Il semble primordial de pouvoir revenir sur Terre quoi qu'il arrive. Ce ne sera possible que si l'on peut placer avec certitude le vaisseau en **Rétro-freinage** pour pouvoir désorbiter. Encore faut-il pouvoir le faire soit en automatique, soit en manuel. C'est la raison pour laquelle en orbite on arrêtera définitivement toute expérience nécessitant du pilotage dès que le témoin d'alerte **FUELQUAN** s'allume quel que soit le réservoir en défaut.



RETOUR AUX SOURCES.

A lerte rouge, après plusieurs orbites de bonheur total à dominer le monde, brusquement c'est l'incident qui vient gâcher votre plaisir et vous ramener aux réalités du difficile métier d'astronaute. De la fumée se dégage de l'un des systèmes de stabilisation. Promptement vous avez coupé les fusibles des circuits incriminés, effectué une dépressurisation pour évacuer les fumées et repressuriser la cabine. Bon, le premier danger est paré, mais quelques tests vous montrent que la totalité de l'ASCS et des affichages d'attitude sont en panne. Il faut impérativement revenir sur Terre, la manoeuvre de positionnement en Rétro-attitude devra se faire en mode manuel total avec uniquement les références optiques. Allez, courage, c'est la dernière crasse que vous fait l'instructeur. Par contre, comme on est en simulateur, on ne perdra pas de temps à décrocher d'orbite à un moment calculé pour amerrir à une longitude précise. On se contentera de placer le vaisseau en bonne position et à freiner. Repartir une fois de plus avec la situation très bien rentabilisée (04) **Simulateur Mercury en orbite**. Le manuel de vol, onglet **Rescue** page 16 propose la procédure **Mercury non orientée** qui suppose une perte des références sur les automatismes, mais un bon fonctionnement de la stabilisation. Pour simuler une panne totale on va inhiber les aides et on masquera l'affichage des angles d'orientation et l'indication des taux de rotation pour ne pas tricher.

- Configurer les trois inverseurs de **ASCS MODE SELECT** respectivement sur **NORM** sur **AUTO** et sur **GYRO CAGED** pour ne plus avoir les informations d'attitude. Puis tirer sur les quatre loquets de pilotage. On est en manuel et sans stabilisation. Durant toute la poussée de Rétro-freinage forcée, l'avertisseur sonore de  va hurler son mécontentement. On sera totalement accaparé par le pilotage sans avoir la possibilité de le couper ... bonjour le stress dans une phase aussi critique. Aussi, anticipons cet événement en basculant sur **OFF** l'inverseur qui le commande. (OFF pourrait s'écrire OUF !)
- Placer le vaisseau dans une attitude quelconque, le nez vers le Soleil par exemple, ROULIS et LACET quelconque. Le reste de la procédure est exactement le même que pour la calibration des gyroscopes sauf qu'au lieu de peaufiner un angle de cabrage nul, il faut -34° pour le rétro-freinage.

Donc, au lieu de placer la tangente de l'horizon parallèle au bas d'écran, on la place comme représenté sur l'image de droite de l'onglet **SCOPE** du manuel de vol. Cette vue ne sera utilisée que pour confirmer la bonne assiette, car regarder par le hublot et piquer pour obtenir l'aspect de la Fig.8 en page 10 est plus précis, surtout si vous avez pris des repères sur les rivets de la structure quand tout allait bien. Seule différence avec l'expérience précédente, les angles ne sont pas stables et dérivent diaboliquement car ils ne sont plus stabilisés. Il faut user finement de **[CTRL]** pour obtenir les poussées réduites sur les RCS. Quand le vaisseau est en parfait rétrograde sur le périscope, revenir vers le hublot et stabiliser les rotations en observant le défilement, ou plus exactement la stabilité des étoiles. Caler un TANGAGE nul, un ROULIS

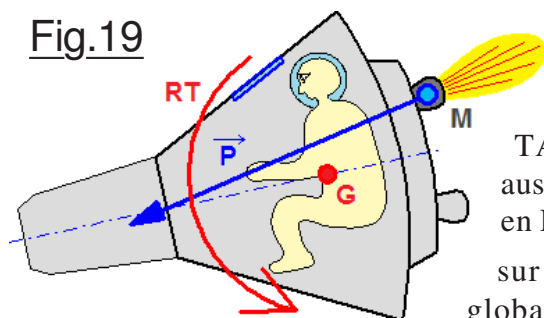
nul. Puis, piquer pour adopter le visuel présenté sur la Fig.8 et dans le manuel de vol.

Le vaisseau étant en position correcte, sachant qu'une déviation de plusieurs degrés est acceptable, il est parfaitement inutile chercher la perfection, il faut déclencher rapidement la procédure de Rétro-freinage.



ATTENTION : Les trois moteurs sont déclenchés les uns après les autres et ne poussent pas parfaitement vers le centre de gravité **G**. Ils vont donc induire des rotations parasites qu'il faut contrer en manuel et uniquement en regardant par le hublot et en cherchant à stopper tout défilement autre que celui du bas vers le haut qui résulte du déplacement orbital. Par contre, bloquer toute déviation latérale en **TANGAGE** et en **LACET**.

Fig.19



Par exemple, sur la Fig.19 c'est le moteur du haut **M** qui est allumé. Il engendre la poussée **P** qui est décalée par rapport au centre de masse **G**. Cette poussée engendre une rotation en **TANGAGE** parasite **RT** qu'il faut contrer. Ce même moteur est aussi orienté vers l'extérieur latéralement. À **RT** s'ajoute un dérapage en **LACET**. Les deux sont simultanés et il faut réagir avec habileté sur les touches **1** à **8** du pavé numérique pour conserver globalement la bonne attitude. Les moteurs ne fonctionnent pas

longtemps. À peine on a réussi à stabiliser les déviations de **M**, que ce dernier s'arrête, un autre moteur s'enflamme et c'est reparti dans une autre direction. Vous comprenez maintenant pourquoi une solide formation au pilotage d'une Mercury n'est pas un luxe inconsideré ? Heureusement, cette torture ne dure en tout que 30s à 35s, mais durant ce court laps de temps il faudra ASSURER. Tant que vous n'êtes pas au point sur le simulateur, le grand saut ne sera pas programmé par la NASA. Voici la procédure d'urgence :

- Passer l'inverseur de **RETRO ATT** sur **BYPASS** : La mise à feu sera possible même si les angles prévus ne sont pas respectés de façon mathématique.
- Faire sauter le cabochon de sécurité et appuyer sur le bouton de **RETRO SEQ** ce qui va déclencher la séquence de Rétroaction, autorisant alors la mise à feu.
- Libérer ensuite le cabochon de sécurité et appuyer sur le bouton de **FIRE RETRO** puis immédiatement **[CTRL]** **[↑]** pour regarder par le hublot. Pas de triche, vous avez masqué sur l'écran les indicateurs et vous ne focalisez que sur les mouvements observés des étoiles et de l'horizon. Touches **1** à **8** titillées avec frénésie, et c'est parti pour trente longues secondes d'un ballet joyeux.
- Dès que cette torture morale prend fin, attendre environ 20s à 30s puis basculer l'inverseur de **AUTO RETRO JETT** sur **ARM**.
- Un dernier clic sur le cabochon de sécurité de **JETT RETRO** et appuyer sur le bouton associé.

Normalement, notre orbite képlérienne actuelle doit nous ramener au Bercaïl. L'auto stabilité du vaisseau le recalera correctement bouclier thermique vers l'avant dès que les frottements de l'air vont agir sur son fuselage. Juste après l'éjection des moteurs qui dégagent notre bouclier protecteur, rapide utilisation du périscope pour affiner l'attitude rétrograde car il faut dans la réalité le rentrer avant de pénétrer dans l'atmosphère. Cabrer sans tarder d'environ 45° en observant avec la caméra latérale. Conservez ensuite en manuel l'attitude en surveillant les étoiles par le hublot pour ne plus dérapier.

NON ! Pas question de passer en cockpit 2D, d'activer un MFD en mode **Orbit** pour vérifier que l'on revient bien sur notre sol nourricier ! On est en 1961, il ne nous reste plus qu'à vivre jusqu'au sol cette mésaventure, si on s'en sort vivant, l'instructeur validera notre aptitude à partir le premier, et je vous assure que la concurrence est rude. Techniquement Mercury Redstone est terminée, le feu vert est donné.

LE GRAND SAUT

Lorgueil Américain est en berne. Les Soviétiques enchaînent les succès. Pour montrer que la nation est dans le coup, on tente quelques coups publicitaires. Un sous-marin nucléaire est passé sous le rôle Nord, il a fait surface en crevant la banquise. Stratégiquement c'est un peu stérile, l'effet "le plus marquant", c'est quelques bosses sur le kiosque et un périscope faussé. Mais ça permet de faire quelques titres tapageurs dans la presse et à la télévision. Pour les citoyens, c'est bon pour le moral, mais pour la

propagande mondiale, le bénéfice est faible ... c'est l'espace qui maintenant draine les passions et fait des gorges chaudes. Alors, si hors de ce contexte on aurait encore repoussé un tir humain pour sécuriser davantage le couple Mercury/Redstone, en contexte de guerre froide ... on est un peu moins regardant sur les risques encourus. Ce ne sont pas les pilotes qui tempèrent, bien au contraire, ils piaffent d'impatience. Le premier sera le premier, peu importe le destin. Alors ... on y va !

UN PETIT SAUT POUR L'HOMME, UN PAS DE GÉANT POUR LE MORAL :

Contrairement aux lancements des vaisseaux de transport de fret ou de Navette spatiales, pour un vol suborbital il n'y a pas de fenêtre de tir à respecter pour attendre un rapprochement favorable de plan orbital etc. C'est exactement comme lancer un boulet sur un point précis avec une catapulte. On oriente l'engin. Sachant par avance les caractéristiques de la trajectoire parabolique suivie on le place à la bonne distance. Et puis, que l'on libère le mécanisme de jour ou de nuit, le résultat sera le même. Si la catapulte est bien placée et bien orientée, le boulet arrivera au point prévu. Pour Mercury, c'est assez équivalent, sauf que la catapulte est placée sur un pas de tir que l'on ne peut pas facilement déplacer. C'est donc le point d'arrivée que l'on va positionner, c'est à dire le navire de récupération USS Champlain. L'heure de décollage n'était donc pas définie avec rigueur et dépendait intimement des divers incidents qui émaillaient le déroulement de la chronologie et qui décalaient inexorablement le moment crucial du décollage.

Quand on va déclencher le séquençement automatique du compte à rebour à moins cinq minutes, je trouve un peu stérile d'avoir à admirer notre tableau de bord en ayant strictement à rien faire. Je vous propose de vivre activement ce vol inaugural en étant actif tout le long de la mission qui ne va durer que 15 minutes 26 secondes. Dans ce but, le vaisseau est configuré en état de veille, et l'heure de la scène correspond à celle historique H moins dix minutes. Comme nous n'avons pas encore abordé le conditionnement du décompte de phase de Rétro-freinage, pour ce vol historique la valeur initiale est déjà introduite. Pour cette première, histoire de ne pas altérer ce qu'a du ressentir et vivre Alan Shepard, je vous propose de ne sortir à aucun moment en vue extérieure et de n'utiliser comme nous l'avons fait jusqu'à présent que les instruments et les visuels du bord. Chargez la situation (05) Vol initial Mercury Redstone. Livret de pilotage que maintenant vous commencez à savoir sur le bout du doigt, retourné coté Check MERCURY, commencer par passer en revue tous les items des quatre premières pages jusqu'à la section VALIDATION DU LANCEMENT. ATTENTION, à partir du basculement de LAUNCH CTRL sur READY, le programme déclenchera la mise à feu dans cinq minutes quelle que soit la configuration du vaisseau. Comme ce sont les actions les plus "chaudes" que l'on effectue juste à la fin, comme passer SKIB sur ARM et activer les fusibles des systèmes pyrotechniques, il faut impérativement couvrir la page 5 dans cet intervalle de temps. Mais vous avez été formé dans ce but, vous pouvez le faire. Allez, point par point soignez votre travail. En page 3, section Préparation du PÉRISCOPE, ne pas tenir compte de la ligne "Anticiper la valeur de Rétrograde altitude" qui dans le cadre d'un saut suborbital ne présente pas de réel intérêt.

NOTE : Pour ceux qui utilisent des écrans "larges", deux bandes latérales laissent voir l'extérieur. C'est une facilité inacceptable dans le contexte que nous nous sommes fixé. Il faut impérativement les masquer avec un quelconque cache en papier ou un carton fin.

BRIEFING DÉPART.

Comme vous le savez, cette mission MR3 a été relativement bénie des dieux et s'est déroulée conformément au programme entièrement en automatique. Vous allez donc laisser faire le séquenceur. Par contre, tout va aller très vite, et vous devrez surveiller avec rigueur les différentes lignes des check Tir MR et Rtr MR. Vous ne savez pas que tout va bien se dérouler, il faut surveiller constamment les paramètres. Certaines lignes sont en rouge. Elles correspondent à des événements qui doivent impérativement se produire. Si ce n'est pas le cas, il faut alors les provoquer en manuel. Enfin, outre la validation globale des systèmes, la mission doit confirmer le bon fonctionnement de l'ASCS et l'aptitude de Mercury à être pilotée avec le mini-manche. Dès que le véhicule sera libéré du lanceur et placé en Rétro-attitude, prendre les commandes, lui faire pointer le sol et tester ses réactions sur les trois axes. Dès que l'alerte de Rétro-séquence s'active, le replacer rapidement en orientation "standard" et rendre la main au séquenceur. Surveiller les événements et les anticiper en comparant leur moment attendu avec la valeur du chronomètre de mission. Soyez vigilant, et paré à chaque instant à faire face à une surprise.

MONTÉE : Au moment du décollage, l'aiguille de YAW indique la valeur de 180°, et **les deux chronomètres se déclenchent**. C'est vital pour pouvoir corrélérer en permanence les paramètres du reste de la mission. Si ce n'est pas le cas, provoquer un déclenchement manuel immédiat avec le poussoir **TIME ZERO**. Que signifie ce vocable "Corrélérer en permanence les paramètres de la mission" ? Sur un vol d'essai, la check-list est bien plus qu'une suite d'action qu'il faut conduire au cours du temps. Le manuel de pilotage contient également les valeurs des paramètres pertinents prédites par les études et les calculs. Le pilote annonce en temps réel ce qu'il observe, les enregistreurs de vol également. Si à un moment donné il n'y a pas correspondance, les ingénieurs analyseront en différé la divergence, et en temps réel peuvent donner des consignes pour éventuellement corriger le tir. (C'est rigolo, cette expression de corriger le tir prend ici tout son sens) Comme l'évolution est rapide, le pilote doit effectuer un balayage en étoile des divers cadrans comme montré sur la figure 20. Ce travail du pilote d'essai se fait avec méthode et rigueur. Première étape **1**, mémorisation anticipée de l'instant MET d'un événement attendu. Par exemple 1min 21s altitude 50000 ft et PITCH 65°. Passage en **2** sur le chronomètre de mission pour ne pas louper la valeur temporelle ici très importante. Dès qu'elle est affichée, ou avec une avance d'une seconde, saut en **3** et en **4** pour vérifier. Effectuer cette tâche avec sérieux est vital. Soit vous vous l'imposez et vous aurez mérité votre salaire, soit vous voulez jouer, mais alors Orbiter n'est plus spécialement un simulateur et se mute en un simple jeu, ce qui n'est pas condamnable bien évidemment. Par contre, si "vous jouez le jeu", (Là je vous cherche un peu !) vous allez constater qu'une mission qui pouvait sembler bien "vide" sous pilote automatique n'est pas du tout une sinécure. Vous aurez bien du mal à rester "en avant du chronomètre". Pour vous motiver, envisageons deux cas de divergence. Premier constat, à 1min 47 on est à peine à 60000 ft. Le PITCH est bon. Conclusion : Redstone pousse moins fort que prévu, l'altitude ne sera pas atteinte et la performance moteur est à reconsidérer. Deuxième cas : Outre le déficit d'altitude, le PITCH a diminué bien trop rapidement, on est à 32°. Le contrôle de tangage n'est pas bon. Soit une reprise en manuel permet de reprendre une meilleure attitude et on poursuit la mission, soit le pilote n'arrive pas à corriger assez rapidement, la fusée va finir par pointer le sol ... ABORT avec "E" !

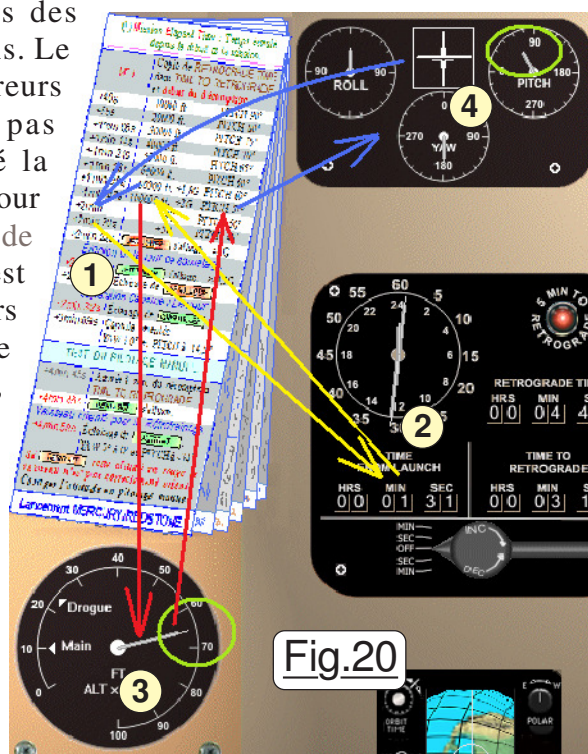
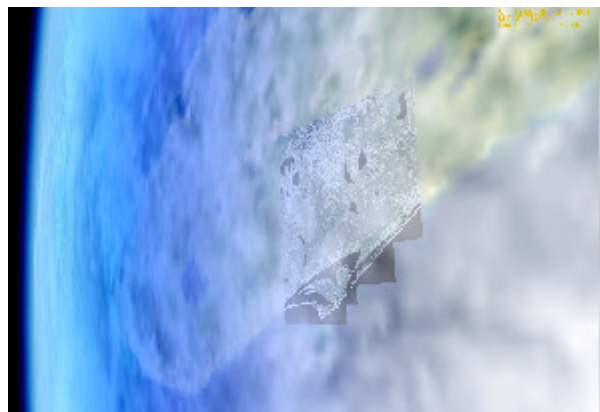


Fig.20

DÉMONSTRATION DE LA MANOEUVRABILITÉ : Vaisseau correctement orienté après la séparation, l'ASCS a fait ses preuves. Passer sur **Pilotage avec assistance p15** du manuel. Prendre le contrôle en TANGAGE. Et, regard sur l'indicateur d'attitude modifier entre +30° et revenir à -30°, rendre la main. Commander alors en ROULIS entre plus et moins 30°. Rendre la main. C'est tout, le peu de temps



disponible est consommé, repasser immédiatement en mode standard et laisser la séquence de Rétro-freinage se dérouler en automatique. Passer le gyroscope en mode **FREE** recommandé lors de la descente. Valider l'éjection du "pack de freinage". Attendre 10 secondes et reprendre l'autorité sur LACET et ROULIS. En roulis, basculer rapidement de vaisseau sur la tranche du côté droit pour que la caméra puisse "voir le sol". Modifier le lacet pour amener CAP CANAVARAL au centre du viseur et photographiez la base avec "C". L'image ci-contre vous montre "ma prestation". Ramener les angles de roulis, tangage aux valeurs idoines. Possibilité si il reste du temps

en regardant au périscopie de tester la déviation en lacet d'un côté et de l'autre. Au plus tard à 7 min 50 s, avant d'atteindre les couches "denses" de l'atmosphère, repasser en automatique. (Et normalement rentrer le périscopie) Pour la descente, continuez à surveiller les paramètres. N'oubliez pas que la mise à l'atmosphère avec le **SNORKEL** n'est pas automatique et qu'il faut la déclencher avec sa tirette vers 20000 ft.

Vous aurez forcément constaté que réaliser ce vol avec toute la rigueur qui s'impose n'est pas élémentaire du tout. Pour que vous puissiez le réitérer sans avoir à attendre systématiquement les cinq minutes de pré-lancement, vous trouverez en **(06) Décollage Mercury - Redstone.scn** une situation juste au moment où la fusée commence à s'élever. Vous pourrez ainsi reprendre plusieurs fois cette manipulation sans "perte de temps". Je vous invite également à lancer cette situation, et à passez, puis rester en vues extérieure pour admirer le magnifique travail fait par les réalisateurs de cet ADD-ON. Observez ce vol sous tous les angles, avec plusieurs facteurs de zoom. Admirez la séparation des divers modules, c'est du grand art. Chapeau bas. 🤔 🤔 🤔 Enfin, cette situation se prête également bien à expérimenter les éjections en urgence, en vivant ces drames de l'intérieur et de l'extérieur. Comme vous allez "prendre du recul" en observant d'un peu loin et tout regarder, il faut peut être que je vous avertisse de la présence de Petites vermines dans le programme. Quelques petits bugs viennent en effet perturber la vie à bord. Par exemple l'alerte sonore pour la pression cabine ne se déclenche que si on passe sur le panel de droite. Même constat quand la pression est rétablie. Sur Redstone la tour d'éjection ne part pas correctement, elle se sépare bien de la capsule, mais reste inerte à proximité. À l'amerrissage, le parachute se déploie correctement et le "landing bag" se gonfle, puis le parachute devient tout petit et tout plat, collé sur le sommet de la capsule. Il semblerait que ces petites imperfections résultent d'une incompatibilité avec la version actuelle de la plateforme Orbiter. Ce ne sont vraiment que des petits détails, et si je les mentionne ici, c'est uniquement pour ne pas que vous soyez intrigués quand ils se produiront chez vous et que vous ne mettiez pas en cause l'intégrité de votre ensemble informatique.

Je suis certain également que terminer correctement la mission et réussir l'immortalité de cap Canaveral sur la pellicule n'a certainement pas été une évidence. Aussi, toujours dans le but de ne pas trop dévorer vos soirées, la scène **(07) Fin de combustion MR3 retournée.scn** vous place en fin de lancement automatique. Vous pouvez immédiatement passer à l'objectif de manoeuvre manuelle de la capsule.

DÉBRIEFING / CONSTATS.

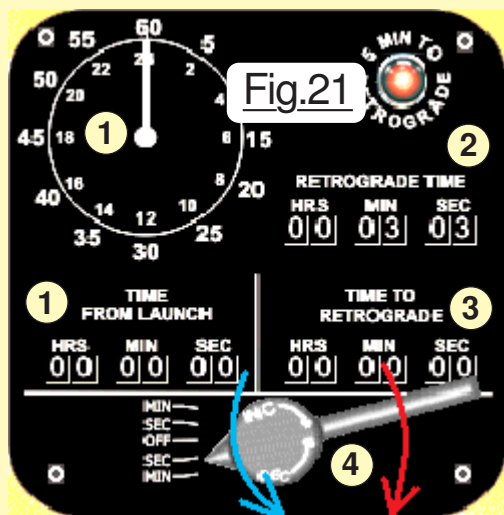
Tout vol d'essai doit être suivi d'un débriefing effectué avec le pilote qui précisera tout ce qu'il a été en mesure de constater et qui ne peut être analysé en différé sur les enregistreurs de vol. MR3 a démontré globalement un comportement sain et conforme aux prévisions, les ingénieurs peuvent se frotter les mains. Par contre, tout l'apprentissage du pilotage aux références extérieures s'avérerait illusoire avec le hublot actuel. Trop petit et pas dans l'axe du vaisseau. Il est suffisant pour faire entrer la chaleur torride durant les attentes de lancement, mais totalement impropre au pilotage ... raison pour laquelle, en dépit de la complication engendrée par son évolution vers le hublot trapézoïdal, cette modification s'avérait incontournable. Une immense satisfaction a submergé le peuple Américain, la route était tracée et plus rien ne viendrait s'opposer à la suite avec pour apogée ultime la Lune ... mais c'est une autre histoire.

ALORS, CETTE ORBITE ... ÇA VIENT ? :

Freedom 7 a galvanisé toute une nation. Le vaisseau est au point. Il faut maintenant arriver à égaler les Russes si on veut aux yeux du monde vraiment jouer dans la cour des grands. Alors il faut remplacer la poussive Redstone par un lanceur plus puissant. Une fusée digne de ce nom qui va se matérialiser par l'ATLAS. Le premier chanceux de la bannière étoilée à orbiter sera John Glen propulsé par l'ensemble MA-6 le 20 Février 1962 sur Friendship 7. La différence fondamentale par rapport aux vols suborbitaux, c'est que le retour n'est possible que si un Rétro-freinage est correctement engagé, alors que sur les vols M.R, le retour était assuré y compris dans le cas d'un non allumage des moteurs de désorbitation. Ils n'étaient alors utilisés que pour prouver la validité du système développé. Une fois en orbite, le vaisseau gravite à une altitude moyenne prévue de 227 km. L'orbite sera parcourue en environ 5300 s avec une vitesse moyenne de 7387 m/s. Compte tenu de la phase de mise en orbite et de celle pour le retour durant lesquelles la vitesse est différente et varie constamment, un savant calcul permet de déterminer combien de temps devra s'écouler à partir du décollage pour arriver au moment où il faut freiner pour retomber pas trop loin du point de récupération envisagé. Il serait possible de s'occuper de cette contingence au sol, et de donner le top au bon moment. C'est bien évidemment ce qui sera fait. Mais le vaisseau doit rester autonome quoi qu'il arrive, et devra revenir au bon moment y compris si les télécommunications sont altérées ou perdues pour un quelconque problème. C'est la raison pour laquelle on dispose à bord d'un chronomètre de décomptage qui se déclenche au moment du décollage. C'est ce dernier qui indique aux automatismes le bon moment pour engager la manoeuvre de retour et qui a permis au singe

CHRONOMÈTRE DE RÉTRO-SÉQUENCE :

Logiquement, cette explication devrait faire partie intégrante du document de présentation de Mercury, mais lorsque j'ai réalisé qu'il serait utile de décrire le chronomètre de décomptage, le fichier était achevé. Je n'ai pas le courage d'y ajouter ce chapitre ce qui m'obligerait à reprendre intégralement la pagination. Peu importe, il suffit d'insérer un encadré sur ce thème au bon endroit.

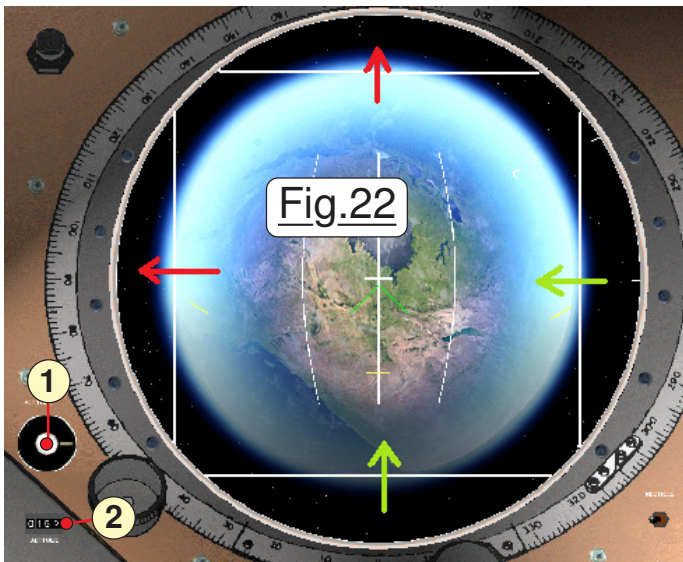


Considérons la Fig.21 ci-contre. Vous pouvez observer en **1** le chronomètre de la mission **TIME FROM LAUNCH** qui se déclenche automatiquement au MET. Ce chronomètre affiche le temps écoulé depuis la mise à feu sous forme analogique et sous forme numérique. En **2** on dispose d'une mémoire dont on peut précharger la valeur à l'aide du levier **4** dont le comportement est explicité par les inscriptions **INC**rémentation / **DEC**rémentation qui figurent sur ce dernier. On fait tourner le levier dans le sens bleu en cliquant n'importe où avec le **BGS** dans le grand carré noir de la zone chronomètre. Le **BDS** aura pour effet de le faire tourner dans le sens rouge. Par exemple placé comme sur la Fig.21 on diminue le préchargement des secondes. **Au moment du décollage**, la valeur contenue dans la mémoire

RETROGRADE TIME est transférée immédiatement dans le décompteur **TIME TO RETROGRADE** qui est simultanément déclenché. Quand ce dernier arrivera à zéro, s'il n'y a pas d'intervention humaine avant cet événement, la séquence de Rétro-freinage **RETRO SEQ** sera automatiquement déclenchée. C'est durant la phase de pré-lancement que la valeur du délai choisie est introduite dans la mémoire **RETROGRADE TIME**. La valeur initialisée est fonction du nombre d'orbites prévues pour la mission ainsi que du point de récupération envisagé. Pour les missions suborbitales, le rétro-freinage n'est pas fondamental puisque de toute façon le vaisseau effectue sa rentrée quoi qu'il arrive, n'étant pas satellisé. Mais déclencher la "RETRO SÉQUENCE" à 4 minutes 45 secondes était prévu pour tester et valider tous les systèmes. Le bouton poussoir **TIME ZERO** permet de déclencher le transfert de la valeur mémorisée et le chronomètre de la mission en manuel, possibilité prévue pour le cas d'un incident sur la chronologie automatique. Comme on ne peut pas courir le risque d'un déclenchement intempestif qui compromettrait la mission, il faut au préalable faire sauter son cabochon de sécurité. Notons au passage que le témoin rouge en haut à droite s'allume dès que le temps décompté devient inférieur à cinq minutes. Si le décompteur est en service et que l'on modifie la valeur mémorisée, on agit également sur la valeur du temps décompté qui peut ainsi être augmenté ou diminué à convenance durant le vol pour changer la position du point de rentrée ou le nombre d'orbites, et ce, à la demande du CAPCOM.

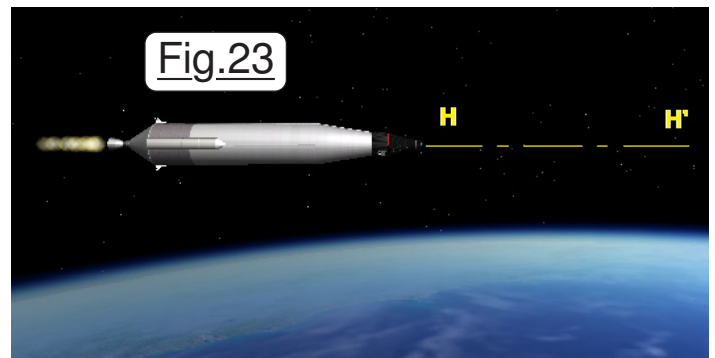


Le tableau de la page 6 du manuel de pilotage nous épargne ces fastidieux calculs. Chargez la situation préparée dans **(08) Premier vol orbital MERCURY.scn** qui va donc comme pour le vol orbital nous obliger à prendre en charge l'intégralité de la check-list de pré-lancement. Comme changer la valeur de la mémoire **RETROGRADE TIME** est assez long, le délai actuellement laissé ne correspond pas à la valeur désirée mais n'en est pas trop éloigné. Un autre ajustement est prévu en pré-lancement : La calibration de l'altimètre optique. Un radio altimètre n'était pas envisageable pour des raisons énergétiques et de manque de place, le sol serait chargé de déterminer par triangulation les paramètres de l'orbite. Mais le périscopes en mode grand angle peut embrasser en orbite basse toute la Terre pour peu qu'il soit bien orienté. En encadrant le cercle visuel du globe par quatre index, on peut estimer visuellement l'altitude. Ce n'est pas d'une précision absolue, mais cela octroie l'autonomie et permet de vérifier les déterminations des stations au sol dont ce type de mesure n'est pas encore entré dans la routine. Le principe d'utilisation schématisé sur la Fig.22 page 24 est assez simple. Avec le **BDS** sur le bouton **ALTITUDE 1** on augmente la valeur de l'altitude affichée en **2**. Les quatre curseurs convergent (**Flèches vertes**) vers le centre et continuent à



former un carré. Le **BGS** permet de la diminuer, les curseurs s'écartent vers l'extérieur. (**Flèches rouges**) L'objectif à grand angle déforme la vue, mais la Terre reste un cercle si on centre la visée. Le système est agencé de façon à ce que l'altitude indiqué corresponde à la réalité quand le carré présente la même grandeur que le cercle du globe terrestre. Il faut encadrer la Terre et non le halo atmosphérique. Fabuleux, Mercury a résolu la quadrature du cercle. Attention, l'altitude affichée est **en Miles marins**. Un Mile marin fait environ 1,852 km. L'altitude du vol envisagé est prévue d'environ 184 km en fin de lancement quand on va la vérifier. La valeur qu'il faudra afficher sera de

$184 / 1,852 = 99$ Miles. Nous disposons de tous les éléments pour préparer le vol. Intégrons Friendship 7 et commençons notre pré-lancement. Durant l'ascension, il faudra surveiller avec attention les paramètres du vol. Le transfert de la valeur dans le chronomètre se fait environ 5 secondes après de zéro du compte à rebours oral. Dès que la fusée commence à monter et que les chronomètres se déclenchent, comme le délai mémorisé est supérieur à 5 minutes, le témoin rouge doit s'éteindre. À ce stade de notre expérimentation, une remarque s'impose pour le cas où lors du vol vous passez en vue extérieure, en particulier vers la fin de la mise en orbite où la charge de travail diminue car les paramètres de vol n'évoluent plus mis à part l'accélération. Quand nous serons à environ 3 min 30 s du décollage et que le cabrage lu sur l'indicateur du tableau de bord est bien à 0° comme prévu, passer en vue extérieure et observer l'ensemble d'un peu loin, axe longitudinal horizontal. Sous certaines valeurs de la **focale caméra**, (En particulier si un regarde de légèrement en arrière et légèrement dessous) on peut avoir l'impression contradictoire que l'ensemble pique légèrement du nez comme montré sur la vue 23. C'est une illusion d'optique qui résulte du fait que notre horizon visuel de référence est courbe et descend sous la fusée. Mais si vous prolongez l'axe de la capsule, on voit bien que H H' est horizontal, donc la fusée aussi. En principe tout se passera bien pour ce lancement et on va se retrouver à la bonne altitude.



TRAVAIL EN ORBITE.

Rien ne permet d'affirmer que nous avons atteint la vitesse orbitale. Si ce n'est pas le cas, il vaut mieux prendre immédiatement les mesures qui s'imposent et préparer notre rentrée prématurée. Il y a bien les stations radar au sol, précises, mais qui n'ont encore jamais démontré leur fiabilité pour des engins en orbite. Corréler depuis le hublot est impératif. Le plus important pour rester dans les cieux, c'est la vitesse, l'altitude à 20km ou 30km n'est pas fondamentale. Comment vérifier notre célérité, sachant qu'à bord aucun instrument ne la mesure. Le périscope bien évidemment. Le déployer (*Rétracter et déployer n'est pas simulé, donc l'action est juste mentionnée pour le réalisme du propos*) et passer l'optique en mode GRAND ANGLE. Dommage que l'on ne puisse voir en même temps l'écran du périscope et le chronomètre de mission. Un ustensile non informatique quelconque serait le bienvenu, mais vu la

durée à mesurer, vous pouvez vous contenter de l'information **Sim nnns** donnée par Orbiter en haut à droite de l'écran vidéo.

Le vaisseau étant en orientation "standard" rétrograde et tangage négatif de 34° et sous autorité de l'ASCS, la technique consiste à mesurer le temps que met un détail terrestre pour passer du centre du collimateur, au bord supérieur du segment vertical central. Sur la Fig.24 de la page 25 ces deux points sont repérés par les petits cercles jaunes, et le défilement chronométré par la flèche rouge. Pour la mission envisagée on prévoit une orbite dont le périégée va

Môamôa, pour mesurer la vitesse dans Mercustone j'utilise mon bon vieux sablier.



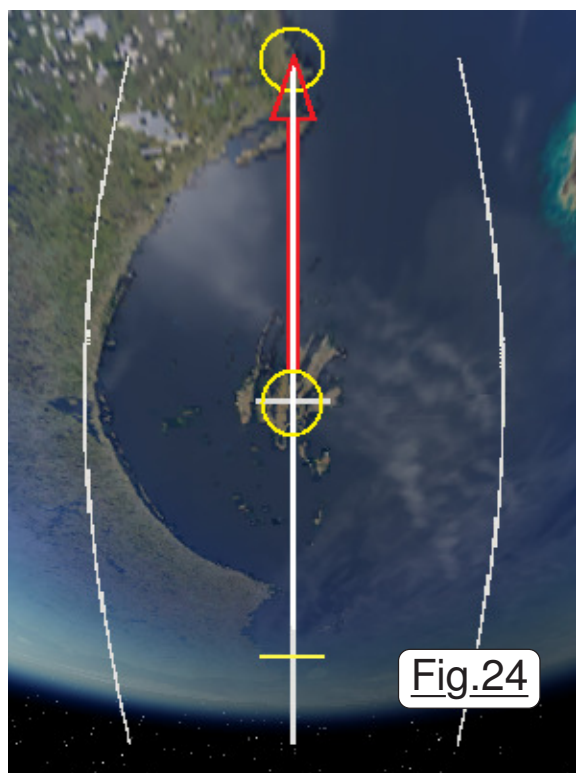


Fig.24

avoisiner 100 km, et l'apogée se situer aux environs de 270 km. La vitesse atteinte en fin de lancement, quand le vaisseau vient d'achever son retournement à contre sens est de l'ordre de 7800 m/s. Le détail repéré doit mettre entre 30s et 33s pour parcourir l'écart observé sur le segment du collimateur. Attention à choisir un détail bien spécifique au sol, car plus il s'écarte du centre, plus ses formes et ses dimensions changent. Si la durée mesurée dépasse les 38s, alors préparez-vous à une rentrée intempestive qui sera confirmée par CAPCOM. Une fois cette première urgence écartée, prendre les commandes, orienter convenablement le vaisseau et estimer votre altitude avec le réticule du périscopie. Une petite tricherie avec "**CTRL H**" pour activer le HUD qui nous donne alors la vraie valeur et "corrige notre copie". Avec un peu d'expérience on arrive à une assez bonne détermination, mais vous constaterez que maintenir centré le cercle terrestre et modifier **ALTITUDE** est assez difficile. Il faut encore effectuer un recouplement important : *Vérifier les deux chronomètres de mission*. On doit avoir en permanence :

$$\text{RETROGRADE TIME} - \text{TIME FROM LAUNCH} \\ = \text{TIME TO RETROGRADE.}$$

Comme nous avons beaucoup de temps devant nous, vous pouvez comme objectif vous

imposer de photographier une zone spécifique au sol. Autre amusement, chercher à amener l'axe visuel d'observation par le hublot dirigé vers l'étoile polaire. Pour cette manoeuvre, la technique consiste à placer le vaisseau "ailes" à plat en dérapage vers le coté droit. L'avant de notre vaisseau est alors vaguement dirigée vers le pôle Nord. On cabre ensuite et on se dirige aux étoiles. Il est aisé sur Terre de repérer la Grande Ourse et son petit, mais dans Orbiter, repérer la forme caractéristiques de ces constellations est presque impossible. Tans pis pour le réalisme, une petite action sur "**[F9]**" et nous retrouverons nos repères favoris. Ceux qui désirent reprendre les activités orbitales, vous trouverez à votre disposition la scène (09) **MERCURY ATLAS début vol orbital.scn** qui laisse MA-6 en début de la balistique képlérienne juste après la stabilisation de la capsule orientée en rétrograde nez vers le bas.

Note : Pour des raisons que je n'ai pas réussi à élucider, il arrive que l'orbite qui résulte du lancement soit quasiment polaire. Original certes, mais pas très historique cette fantaisie. C'est entre autre le cas pour la scène (08). Si vous arrivez à en trouver la raison, je suis preneur de vos explications. Ceci dit, ce n'est pas dramatique pour effectuer les manipulations que je vous propose. Par contre, pour **LE TRAVAIL EN ORBITE** et le retour, partez de la situation (09) qui n'est pas affectée de cette incongruité. Dernier volet de ce film qui nous plonge dans le passé : MR-6 LE RETOUR !

Pour ne pas trop avoir à patienter avant le moment de décrocher de l'orbite, il est possible que vous vouliez passer en accélération temporelle pour vous approcher plus rapidement du moment de revenir ici bas. C'est possible, mais commencez au préalable à stopper toutes les rotations par utilisation du mode assisté. Puis pousser les trois leviers blancs pour éviter que le pilote automatique ne surcompense les corrections par manque de précision durant les sauts temporels et n'épuise de surcroit tout le carburant. Penser à placer l'inverseur des gyroscopes sur le mode **FREE**. Profitez de ce décalage temporel "relativiste" que permet la magie informatique pour observer la sphère de localisation pointer fidèlement la position du vaisseau dans sa course autour de notre petit monde. Ne pas dépasser **x100** saut si votre UC est musclée. Quand le décompte est à environ dix minutes de zéro, revenir à **x1**. Rendre la main aux automatismes de stabilisation, mais il est fort possible qu'ils ne reprennent pas leurs repères. Dans ce cas configurer en mode assisté et gérer en manuel, vous avez été formé pour ça. À 4min 59s de la Rétro-séquence, le témoin du décompte va s'allumer en rouge. Il est temps de commencer à préparer le vaisseau pour le retour et potasser votre manuel pour éventuellement parer tout incident imprévu sans patauger lamentablement. Juste avant l'allumage de **FIRE RETRO**, vous avez remplacé le vaisseau à la bonne

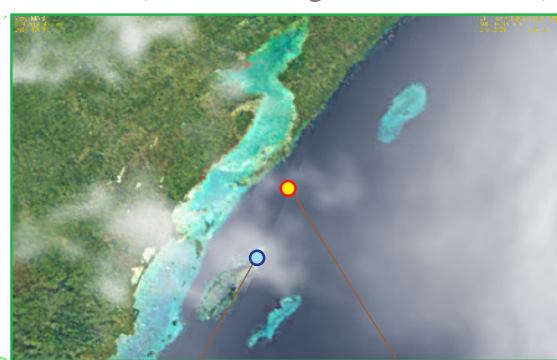
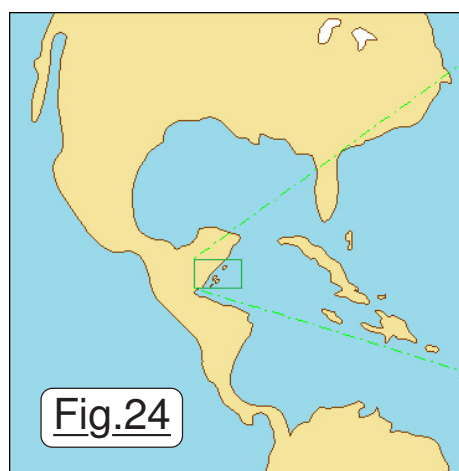
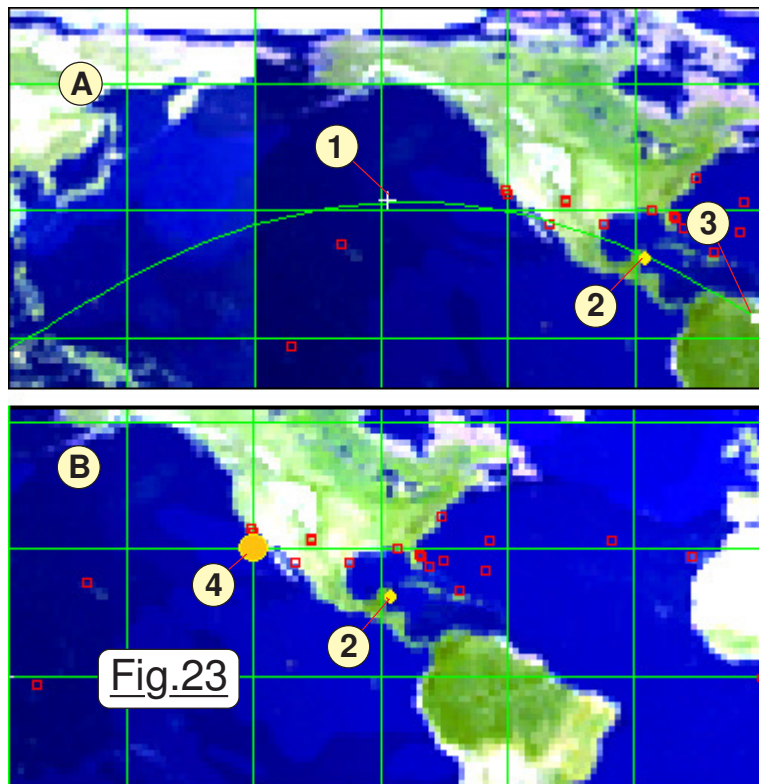
assiette. Commuter **ASCS MODE SELECT** sur **NORM** et **AUTO** puis **GYRO CAGED**. Remplacer enfin sur **GYRO NORM**. Si tout va bien, l'ASCS sera recalé et il pourra reprendre la direction des opérations. On

survole le Pacifique, évoluant sereinement dans la pénombre, la Lune se trouve en face du hublot un peu à gauche. Suivez Ligne à ligne la check pages 10 et 11 pour effectuez votre retour triomphal, la renommée vous attend, mais il faut éviter que ce soit à titre posthume. Conformément au manuel, configurez **AUTO RETRO JETT** sur **ARM**. Immédiatement après avoir éjecté le système de freinage, le vaisseau cabre pour un PITCH nul. Il vous reste à surveiller les événements importants, le PITCH en fonction de l'altitude. Ne pas oublier de dépressuriser au bon moment. La check en fait ! La scène (10) **MERCURY ATLAS LE RETOUR.scn** se situe à environ 4h 58min du début du vol, le rétro-freinage est effectif, il reste à éjecter les moteurs. Cette scène vous permet de vivre ou de refaire à convenance en détail la rentrée atmosphérique.

UN PETIT DEFI : Juste pour le plaisir, je peux vous proposer un petit défi. Considérons la Fig.23 A qui montre la trajectoire prédite au moment du décrochage d'orbite. Le vaisseau se trouve en 1 et l'on voit que la route verte située hors du globe prévoit un contact en 3 à coté du cadre A. Mais avec le freinage atmosphérique, le ralentissement le fait amerrir en 2. La Fig.23 B est relative à la position de Mercury une fois revenu sur Terre. Sachant que la rentrée prend 24 min, connaissant surtout la vitesse en orbite, déterminer la durée à ajuster sur la mémoire **RETROGRADE TIME** pour amerrir du coté Ouest du continent dans la zone 4 juste avant le rivage.

BIENVENUE SUR LA PLANÈTE BLEUE : Non, ce n'est pas du défilé fastueux devant la foule en délire dans les rues de New York dont il sera question ici, mais de l'étape de récupération. Je ne suis pas spécialement

adepte de prendre les commandes trop simplifiées des aéronefs d'Orbiter, mais beaucoup d'entres-vous trouvent du plaisir à effectuer l'intégralité des missions. Et puis, pour rendre justice à ceux qui ont consacré des heures à modéliser les voilures tournantes, il me semble juste de vous inviter à expérimenter cette phase finale d'un vol. Si vous activez la situation (11) **BIG SPATCH.scn**, Mercury est à quelques secondes du grand plouf. La Fig.24 montre par le petit cercle rouge à quel endroit elle se trouve bercée par les flots. Le cercle bleu montre l'emplacement du Sikorsky H-34 que vous devez piloter si vous êtes tentés par l'expérience. Étant encore à bord de Mercury, activez un MFD en mode surface et noter la position exacte : 017.964 N et 087.764 W. Passez à bord de l'hélicoptère puis touchez "K" qui met en route le rotor ou le stoppe. Vérifier avec "/" que l'on est bien en mode ROTATION. "CTRL H" pour activer le HUD. Activez un MFD en mode **Surface** pour surveiller la position et le deuxième MFD en mode **Radio /mp3 Panel**. Activer le radar de proximité avec le bouton **RAD**. Touche "L" pour bloquer **HOR LVL** qui stabilise l'assiette. "0" num ou "Del" num qui permettent d'augmenter ou de diminuer la puissance sur les turbines. (En fait, on agit sur le collectif) Monter à une puissance de



Sikorsky H-34

SPLATCH

9.7 sur **Hovr**, la machine devient légère sur ses roues. Valeur de 10 pour monter lentement. Arrivé vers 200m d'altitude, bloquer cette hauteur avec "Q", on est alors en stationnaire. "+" num pour accélérer et "-" num pour ralentir en cherchant à maintenir une vitesse réaliste de

l'ordre de 60m/s. Surveiller les valeurs de notre latitude et de notre longitude sur

EQU POS et surtout les variations sur **RATE**. Modifier le cap de façon à converger vers 087.764°W.

EQU POS	RATE
087.761° W	[0.0001°/s W]
017.671° N	[0.0006°/s N]

Prendre un cap qui tend à diminuer la différence. Par exemple sur la figure ci-contre, on n'est pas assez vers l'Ouest. Il faut prendre un cap inférieur à 360°, et supérieur à 270° car on doit aller vers le Nord. L'information dans

RATE va dans le bon sens. Notez que 0.0006°/s correspond à la vitesse raisonnable de 60m/s. Une fois le méridien correct, plein nord, sa variation sur **RATE** doit alors rester nulle. Quand on commence à approcher, diminuer la vitesse. Quand le radar signale la présence d'un objet

dans les environs, stopper la vitesse et adopter un vol stationnaire. Passer "les RCS" en mode TRANSLATION avec "/". L'approche finale se fait avec les translations longitudinales et latérales. En fait,

cet hélicoptère se pilote exactement comme un vaisseau en approche d'une station orbitale. Descendre au ras de l'eau pour être à portée de crochet au fur et à mesure que l'on est proche de la cible. On travaille en vue extérieure. La Fig.25 montre l'approche toute en douceur de la capsule qui magie de l'informatique



EQU POS	RATE
087.764° W	[0.0000°/s E]
017.923° N	[0.0006°/s N]

Cap plein Nord car on est sur le bon méridien.

porte son ombre sur les flots azur de l'océan.

Object Distance : 40.04 : Bon signe, exactement à la verticale, touche "G" pour faire descendre le câble. Passer en mode **Docking** sur le MFD ("[MAJ] V") et parfaire l'approche. C'est très délicat, car volontairement les programmeurs ont introduit du glissement inertiel. Il faut passer en **x0.1** pour arriver à stabiliser exactement à la verticale. Personnellement, l'accrochage ne s'est jamais réalisé, quelle que soit la hauteur du Sikorsky quand j'utilise "G" et je n'ai pas trouvé de touche spécifique pour ça. J'ai considéré après

plusieurs tentatives infructueuses que cela résulte d'une non adaptation de cet ADD-ON pour la version actuelle d'Orbiter. J'ai décidé que Mercury était captive et poursuivie la mission. Il reste juste assez de carburant pour regagner le continent par un vol orienté plein Ouest, mais il ne faut pas traîner.

LE COUP DE LA PANNE !

Comme tout projet de cette envergure, les débuts n'ont pas été un "long fleuve tranquille". Les problèmes et les incidents ont émaillé les premiers pas américains d'un nombre incalculable de problèmes et d'incidents, durant le développement des matériels et des automatismes, durant la formation des pilotes et bien évidemment durant les missions. Pour les lancements et les retours atmosphériques je vous ai suggéré de suivre attentivement les lignes rouges des check-lists avec attention pour parer tout problème éventuel. Vous avez certainement vécu ces missions avec sérénité, sachant que sur Orbiter tout se passe bien si on ne commet pas d'erreur de pilotage. Pour pouvoir se mettre dans l'ambiance tendue que vécurent les précurseurs, **Project Mercury** nous laissera la possibilité d'introduire des problèmes opérationnels. Il est facile pour une scène quelconque d'introduire à notre guise l'incident de notre choix. il suffit d'éditer le scénario avec un programme de traitement de texte quelconque tel que le **Bloc notes** de Windows. Rechercher la ligne **FAILURE_MODE 0** vers la fin juste avant la section **<SYSTEMS>**. Le tableau donné en page 28 précise les valeurs à affecter au paramètre définissant le type de panne qui sera généré. Les valeurs positives sont intéressantes pour choisir une panne précise et apprendre à la contrer. Mais pour l'incertitude du vol, l'option la plus séduisante est bien évidemment la valeur **-1** qui engendrera un problème dont on ignore le type, et si il se produira durant le lancement ou pendant le retour. De quoi motiver notre attention aux paramètres attendus, tout au moins jusqu'à ce que la panne se soit produite. Dommage, mais on ne peut introduire qu'un seul incident. J'ai bien tenté de doubler cette ligne d'instruction, mais la deuxième consigne est ignorée. Je ne vous propose pas de situation avec une panne, car j'ai estimé que c'est tellement facile à faire, qu'il serait inutile d'alourdir ainsi le fichier mis en ligne sur Internet. Nous arrivons au terme de cette aventure, tout au moins pour ce tutoriel. Mais tout n'a pas été dit, et il reste encore pas mal de choses à découvrir. L'ADD-ON est fourni avec plusieurs scénarii, et je ne peux que vous inviter à réaliser les missions qui ont suivi MR-3 et MA-6 et qui n'ont pas été abordées ici.

-1	Panne aléatoire.
0	Pas de panne.
1	Problème d'éjection de la tour de sauvetage.
2	Non Séparation Capsule / Lanceur.
3	Pas de déclenchement de la Rétro Séquence.
4	Non mise à feu du Rétro-freinage.
5	Incident d'éjection des moteurs de freinage.
6	0.05 G non détecté et ROULIS non amorcé.
7	Non extraction du parachute primaire.
8	Non éjection du parachute principal.
9	Non gonflage du coussin amortisseur.
10	Abandon de la mission.
11	Abandon avec non éjection de la tour.
12	Abandon avec non séparation Capsule / Lanceur.

SATISFAIT OU REMBOURSÉ :

J'espère que vous aurez éprouvé beaucoup de plaisir à renouer avec cette époque mémorable de l'astronautique américaine. Une aventure d'autant plus palpitante pour ma part, qu'en ce temps là j'étais gamin, j'avais tout juste dix ans et que les déconvenues et succès cotés outre Atlantique étaient totalement racontés sur les radios. (Tout le monde n'avait pas la télévision) Avoir vécu avec passion en "temps réel" ces pages d'histoire est un privilège incontestable, et je remercie mon destin pour ce cadeau inestimable. Autant dire que pouvoir passer à bord de Mercury plusieurs dizaines d'années après tient du miracle, les quelque gravures dont je disposais à l'époque ce sont animées, et mes souvenirs sont revenus aussi brûlants que si c'était hier. Alors, remercier chaleureusement ceux qui sont à l'origine de cette faculté est impossible à oublier. Merci donc pour ceux qui donnent de leur temps à programmer toutes ces merveilles.

Certains parmi ceux qui se sont laissé tenter par ce tutoriel vont peut être arriver à la conclusion que finalement, ce n'est pas Mercury qui vous permettra de mieux piloter dans Orbiter. Rien n'est moins certain. En effet, tout ce que vous avez appris concernant l'interdépendance des rotations, le pilotage avec des références extérieures reste valide quels que soient les vaisseaux utilisés en manuel. Idem pour la désorientation, qui si on n'y prête pas attention complique singulièrement nos manoeuvres en orbite par mauvaise interprétation de vos observations. Du reste, pour ce qui est de ce dernier thème, quand vous serez en approche pour tenter un accouplement avec ISS, ce sera la même chose ... avec en plus une autre source de désorientation : La vitesse relative en translation qui sous certains angles d'approche nous fait croire à une rotation de notre vaisseau. Si en plus la cible tourne dans l'espace, le pilotage manuel devient vraiment très délicat. Je vous invite donc à l'avenir, quand vous vous amuserez à piloter en manuel et sans regarder sur les aides formidables de type MFD, à ne pas oublier l'expérience acquise dans ce domaine. Alors ... satisfait du rapport qualité/prix ?

Un peu de Bibliographie :

<http://www.fiddlersgreen.net/models/Aircraft/Mercury-Capsule.html>
http://www.daviddarling.info/encyclopedia/M/Mercury_Project.html
<http://www.thespaceplace.com/history/mercury/mercury03.html>
http://www.capcomespace.net/dossiers/espace_US/mercury/lanceur/redstone.htm
http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19630041175_1963041175.pdf
<http://www.flightglobal.com/pdfarchive/view/1962/1962%20-%200223.html>
<http://www.astronautix.com/flights/merrymr3.htm>
http://en.wikipedia.org/wiki/Mercury-Redstone_3

Môamôa, je vais acheter des
boucliers thermiques pour les
casseroles de ma cuisine, car ce que
j'y place finit toujours petit et noir !

