

Delco Carousel IV-A : Centrale Inertielle de Navigation pour *Microsoft Flight Simulator 2002 et 2004*

Copyright © 2003-2004, Marco Ravanello & Gianfranco Corrias, Tous droits réservés.

Traduction du manuel original, et rédaction complémentaire par Sébastien Belluteau www.freeworks.fr.st

Ce guide vous est offert par la rédaction du site <http://fr.simflight.com>
« Le site d'informations quotidiennes sur la simulation de vol »



Guide technique et didacticiel en Français

Lire manuel dans l'ordre 1gauges manual 2operations manual 3« quick & dirty » guide

SOMMAIRE

A. Présentation générale	2
B. Configuration de Flight Simulator	10
C. Guide Rapide / Checklist illustrée vol Concorde AF002 Paris New-York TUTORIAL INS	12
1. alimentation électrique	14
2. alignement	22
3. définition des points de navigation	24
4. avant repoussage / avant roulage	31
5. après décollage	32
6. navigation / croisière	34
7. approche	35
8. atterrissage	36
9. vérifications après vol	37
10. extinction	40
D. Guide Rapide / Checklist (format à imprimer sans images)	41
E. Codes d'actions et de pannes	45
F. Procédure recalage DME	48

INTRODUCTION

Marco Ravello et Gianfranco Corrias ont réalisé un formidable projet pour Flight Simulator : reproduire l'instrumentation de bord complète qui équipait les avions conçus dans les années 1960 et développés dans les années 1970 comme les Boeing 727, Concorde ou encore plus tard Boeing 737-200, 747-200 etc....

La reproduction de ces instruments de bord est ultra réaliste, avec toutes les fonctions, je dis bien toutes et ce n'est pas un argument commercial car c'est gratuit en plus !

Ce manuel se veut complet (mais surtout pas exhaustif, pour vous guider depuis l'installation jusqu'à un vol complet mais sans rentrer dans les détails) et relativement rapide (vu le contenu, instruire sur un système INS..., on va faire au mieux !).

Pour les pilotes réels (ou psychopathes virtuels) qui souhaiteraient apprendre TOUT sur le Delco, je vous invite à vous plonger dans la documentation originale en Anglais, qui sera, elle, exhaustive.

Mon but n'est pas de vous apprendre tout de suite toutes les possibilités du système, mais plutôt de vous intéresser rapidement, et si possible facilement à la navigation réaliste avec un tel système, pour que vous cessiez enfin de naviguer au GPS pour effectuer un vol transatlantique sur 747-200 ou Concorde ! Vous pouvez d'ailleurs apprendre au passage comment établir votre plan de vol transatlantique réaliste d'après un didacticiel en Français sur www.freeworks.fr.st.

J'invite tous les pilotes virtuels sur Flight Simulator 2002 et 2004, à essayer puis adopter le Delco Carousel IV-A, effectuez des vols réalistes, en alignant la centrale, programmant vos coordonnées de points de passage, réalignant la centrale en vol, etc... Bref, coupez le cordon ombilical qui vous relie au système GPS, inapproprié sur un Concorde !

Je bavarde, et çà n'a toujours pas commencé, alors allons-y dès maintenant.

A. PRESENTATION GENERALE

En premier lieu, visitons le site des auteurs <http://simufly.com/ins> pour y télécharger le fichier *civa110.zip* qui contient un installateur automatique pour décompresser :

- les fichiers gauges pour FS 2002/2004
- la documentation originale et très complète en Anglais
- des exemples de tableau de bord modifiés pour recevoir le Carousel (fichiers panel.cfg)

Le Carousel est un système INS (Inertial Navigation System), c'est-à-dire Centrale Inertielle de Navigation. Mais encore ? Ce système, couplé au pilote automatique de l'avion, lui permet de naviguer seul, en sachant où il est et où il va. Il ne s'agit d'un contrôle automatique de la navigation horizontale uniquement, le profil vertical restant à la charge de l'équipage, qui peut s'aider du pilote automatique pour maintenir un vario constant, garant du confort des passagers. Bien sûr, il faut renseigner le système INS au départ sur la position initiale, et quels seront les points (du plan du vol) par lesquels nous passerons, le Carousel peut mémoriser jusque 9 points de vol et peut aussi renseigner l'équipage sur les paramètres du vent ou de risque de cisaillement mais nous verrons cela vraiment à la fin. Ne prenez pas peur tout de suite, vous verrez c'est abordable avec un peu d'entraînement ... et de lecture ;-))

Définition technique de la centrale inertielle par Konnek-T, désormais retirée du site web : <http://www.konnek-t.com>

« Une centrale inertielle est un dispositif muni de gyroscopes, d'accéléromètres et d'un ordinateur qui permet à un appareil de connaître sa position et sa vitesse dans l'espace.

Un gyroscope, c'est un appareil qui permet de mesurer une variation dans l'attitude d'un véhicule. C'est une grosse masse qui tourne sur elle-même, ce qui permet d'avoir une direction (l'axe de rotation) qui ne change pas. C'est le principe d'une toupie qui, lorsqu'elle tourne, ne bascule pas. Cette masse donc, logée dans un boîtier, donne la référence. On peut ainsi savoir l'appareil penche d'un côté ou de l'autre. Il faut trois gyroscopes pour avoir l'attitude de l'appareil dans l'espace.

Un accéléromètre est un appareil à mesurer...l'accélération.

Le ordinateur, lui, est là pour faire les calculs qui vont permettre de passer des informations données par les gyroscopes et les accéléromètres, à la position et à la vitesse du véhicule. En fait, il doit faire une intégration (opération mathématique... promis, c'est bientôt fini) de l'accélération pour trouver la vitesse, puis une intégration de la vitesse pour trouver la position. Simple. »

Le système INS est composé de plusieurs instruments. Leur utilisation dépend de la configuration utilisée (simple, double ou triple INS).

Une configuration simple comprend :

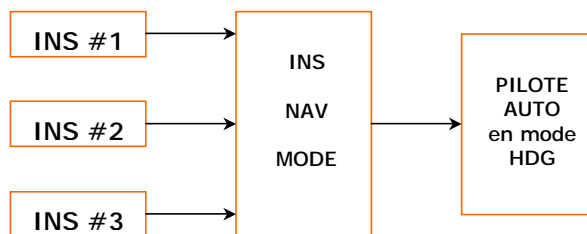
- un sélecteur de mode d'unité (MSU : « Mode Selector Unit »)
 - jusque 3 unités de contrôle et d'affichage (CDU : « Control and Display Unit »)
 - un sélecteur de mode d'instrument (MSG : « Mode Selector Gauge »)
- Il y a autant de MSU et de CDU que d'unités INS, si la configuration INS est triple comme sur Concorde, alors on retrouvera 3 MSU et 3 CDU au tableau de bord.
- un signal de mise à jour INS (une configuration INS simple n'a que le voyant de gauche fonctionnel)
 - un interrupteur de batterie parallèle (triple INS uniquement)

Tous les instruments se commandent à la souris, le CDU propose aussi un contrôle au clavier via le pavé numérique comme si on pianotait sur un vrai CDU (enfin pas tant que ça, les touches ne sont pas exactement les mêmes, vous verrez).

Contrôle du pilote automatique

Dans la plupart des cas, sur les vrais avions équipés de systèmes INS multiples, il y a aussi plusieurs systèmes de pilotage automatique, chacun étant relié directement à une unité INS : l'INS 1 est relié au pilote auto A, l'INS 2 au pilote auto B, et l'INS 3 au pilote auto C.

Comme Flight Simulator ne dispose que d'un pilote automatique, les développeurs ont introduit le Sélecteur INS de navigation (INS NAV MODE) (illustrations n°1 et 2).



1. Schéma du contrôle de pilote automatique

Présentation des instruments d'un système INS

INS MODE NAV : sélecteur INS de navigation



2. Sélecteur INS de mode de navigation en configuration triple

Ce sélecteur permet de choisir quelle unité INS prend le contrôle du pilote automatique. Le système INS utilise le mode HDG (« heading » : cap) du pilote automatique. Dès qu'un interrupteur de ce sélecteur INS de nav est basculé sur la position ON, le cap du pilote automatique est commandé par l'unité INS sélectionnée, et ne répond plus aux sélections du pilote en fonction sur le rotacteur du glareshield, au tableau de bord central. C'est pourquoi, ce sélecteur INS de mode de navigation est fourni même pour une configuration simple (une seule unité INS) puisqu'il permettra de basculer entre le contrôle de navigation par INS et le contrôle manuel du pilote automatique. En effet, pour s'assurer de revenir en mode HDG conventionnel, il faudra vérifier que tous les sélecteurs INS NAV seront sur la position OFF.

Remarquez que si un interrupteur de ce sélecteur est sur ON, mais que le pilote automatique est désactivé, le système INS n'aura pas le contrôle du guidage de l'avion. Il est alors possible de piloter manuellement l'appareil, en se servant des indications de cap données par l'INS en service, qui continue à maintenir ou modifier les valeurs de cap dans le cadran HDG du tableau de contrôle du pilote automatique (au tableau central pour le Concorde).

MSU : Unité de Sélection de Mode (« Mode Select Unit »)

Cet instrument n'a qu'un seul élément sur lequel on intervient, le rotacteur de sélection de mode, qui se contrôle avec le clic gauche de la souris. Un bouton caché a été ajouté dans le coin supérieur droit (illustration 3) pour aligner la centrale inertielle instantanément (pas réaliste mais pratique pour les gens pressés).



3. MSU : Unité de Sélection de Mode

- 1 – Tourner le rotacteur d'une position vers la gauche
- 2 – Pousser / tirer le rotacteur
- 3 – Tourner le rotacteur d'une position vers la droite

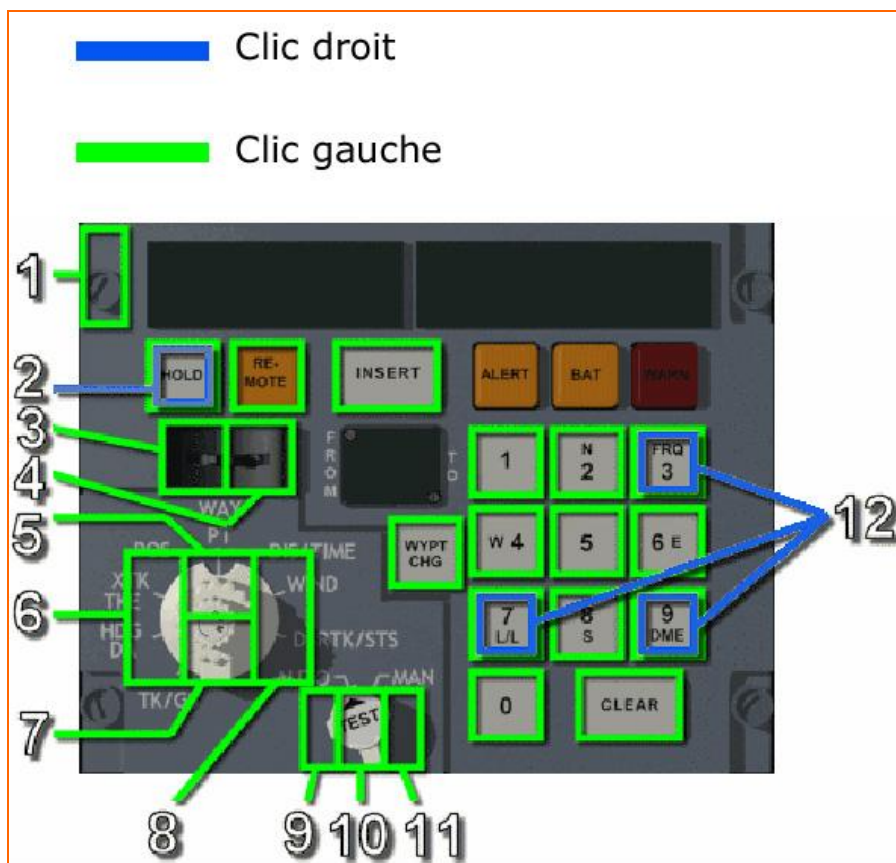
Comme le vrai, pour des raisons de sécurité, le rotacteur du MSU doit d'abord être tiré avant d'être tourné de la position STBY (veille) à la position ALIGNement, idem de NAVigation vers ATTente. Tirez le rotacteur en cliquant dans la zone centrale, puis tournez vers la position souhaitée en cliquant sur une zone latérale + ou -.

4 – Alignement immédiat (bouton caché)

Un clic gauche sur ce bouton autorise l'alignement INS complet (au sol) en seulement quelques secondes alors que dans la procédure réelle exposée plus tard, nécessite plusieurs minutes. Notez que l'activation d'un bouton d'alignement immédiat suffira pour aligner toutes les unités INS, alors qu'en procédure réaliste, il faudra aligner chaque unité INS.

CDU : Unité de Contrôle et d’Affichage (« Control and Display Unit »)

Le CDU est l’élément le plus complexe du système INS. Normalement contrôlé par les clics gauche et droit de la souris (illustration 4), il propose aussi une saisie via le pavé numérique du PC, pour essayer de ressembler au clavier du CDU. (illustration 5).



4. Zones de clics sur CDU

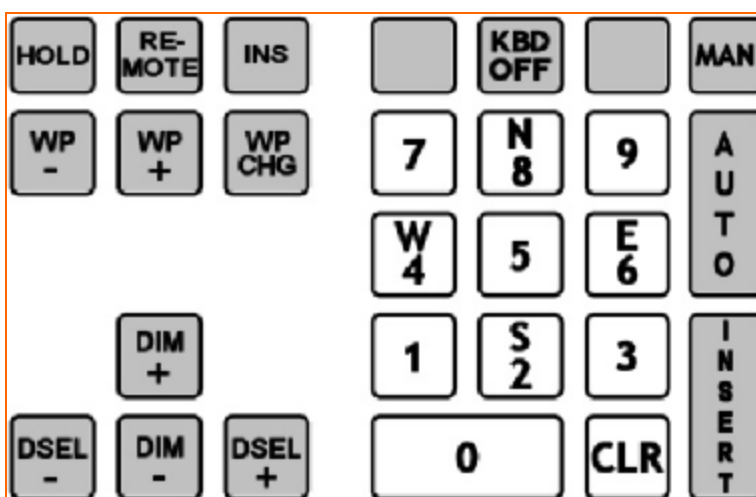
- 1 – Interrupteur caché pour basculer entre les modes de saisie à la souris sur le clavier CDU ou l’émulation du clavier CDU sur le pavé numérique du clavier d’ordinateur. Cette dernière activée, un voyant vert apparaît au-dessus la vis.
- 2 – Allume le voyant HOLD sur tous les CDU, simule la pression simultanée sur tous les boutons HOLD
- 3 – Sélection du point / DME ID précédent
- 4 – Sélection du point / DME ID suivant
- 5 – Sélection du niveau de luminosité supérieur
- 6 – Tourner le rotacteur d’une position vers la gauche
- 7 – Sélection du niveau de luminosité inférieur
- 8 – Tourner le rotacteur d’une position vers la droite
- 9 – Sélection du changement automatique de point de passage
- 10 – Mode Test. Le clic gauche enfoncé sur ce bouton simule la pression continue sur celui-ci, tous les voyants doivent s’allumer
- 11 – Sélection du changement manuel de point de passage
- 12 – Les touches 3, 7, et 9 supportent le clic droit pour simuler la pression simultanée sur ces touches. Par exemple, pour simuler le 7 et le 9 tous les deux appuyés, on fait un clic droit sur le 7 puis un clic droit sur le 9 (ou l’inverse). Remarquez que l’activation de n’importe quel autre élément durant ce procédé va l’annuler.

Mode de saisie au clavier (illustration 5)

Le CDU peut être commandé par le clavier de votre PC, en activant le bouton 1 (illustration 4). Les touches du pavé numérique d'un clavier ne sont pas organisées exactement de la même façon que les touches du CDU, ce mode de saisie au clavier peut ne pas apparaître réaliste, mais peut se révéler très pratique pour saisir les coordonnées des points de passage, à cause des nombreux chiffres à taper (NDRC c'est simple, en mode souris je mets 20 minutes, en mode clavier, je n'en mets que 10). Pour conserver la touche Nord en haut, elle a été associée avec la touche 8 du clavier au pavé numérique, et la touche Sud avec le 2, alors que c'est exactement l'opposé sur le clavier du CDU.

L'activation de ce mode se fait à la souris, la désactivation peut se faire à la souris encore ou au clavier.

ATTENTION : Ce mode de saisie activé, les commandes émanant du clavier pour contrôler Flight Simulator peuvent interférer avec les touches reconnues par le CDU. Pour l'éviter, désactivez d'abord le mode de saisie au clavier du CDU pour contrôler librement Flight Simulator.



5. Touches de clavier reconnues par le CDU avec leurs fonctions associées

Notes :

- KBD OFF est la touche qui désactive la saisie au clavier
- Il y a deux touches INSERT. En haut à gauche c'est plus réaliste, l'autre (sur la touche Entrée) est plus pratique et rapide à atteindre lors de la saisie des points de passage.

Indicateurs de mise à jour INS (illustration 6)



Aucun élément ne se commande sur cet instrument, seulement deux indicateurs (soit noir soit vert) signalent une mise à jour DME en cours sur l'unité INS correspondante.

L'INS n°3 n'est pas capable de mise à jour DME et aucun indicateur ne lui est attribué. Dans une configuration INS simple, l'indicateur de droite n'est pas fonctionnel (de toute façon il ne sert à rien dans ce cas J).

6. Mise à jour DME de l'INS n°2

Batterie parallèle INS (illustration 7)

Elle n'existe que pour les configurations triples INS (parfait pour le Concorde !), et sert à sélectionner quelle unité INS est alimentée par la batterie de l'INS n°3. En position normale, la batterie de l'INS 3 est connectée à l'INS 3. En position ON, la batterie de l'INS 3 est connectée à l'INS 1 (et déconnectée de l'INS 3) en parallèle avec la propre batterie de l'INS 1. Le but est d'allonger la durée d'autonomie de la batterie INS 1 de 30 à 60 minutes en cas de panne électrique principale.



7. Commandes de batterie parallèle INS

Cliquez d'abord en 1 pour soulever le capuchon de protection, puis cliquez sur 2 pour basculer en position ON. En refermant la protection, l'interrupteur revient sur la position « Normal ».

Vaut mieux éviter de tripoter inutilement ces interrupteurs, car en passant sur la position ON, l'INS 3 n'est plus alimenté et s'éteint. En vol, ce genre de manipulation vous fait perdre l'alignement et les points de passage mémorisés. Surtout, les deux autres unités (INS 1 et INS 2) ne pourront plus profiter de la configuration triple INS, et vont alors se comporter uniquement en configuration double avec la perte de précision conséquente... La situation se révèle alors périlleuse si vous êtes au beau milieu d'une vaste étendue d'eau comme l'Océan Atlantique à bord de votre Concorde ;-).

Alimentation Electrique

Toutes les phases de préparation des INS (initialisation, alignement, définition des points de passage, ...) se déroulent au parking, dans les blocs, avec les moteurs éteints. Ces opérations nécessitent au moins 20 à 30 minutes. La batterie Flight Simulator des appareils étant incapable de générer du courant électrique pour une durée aussi longue, les développeurs ont prévu de simuler une alimentation électrique externe, comparable au groupe de park. Lorsque cette source d'énergie est disponible, et que les générateurs de l'avion ne sont pas en fonction, les unités INS peuvent être programmées grâce au courant fourni par cette source extérieure.

Matériel requis

Cette reproduction du Carousel nécessite de nombreux calculs en continu de la part du microprocesseur de votre ordinateur. De plus, chaque INS implémenté agit indépendamment, ce qui multiplie la charge du processeur par autant d'unités INS.

Je vous recommande au moins un processeur Pentium 1,6 Ghz ou AMD 1600+ pour voler avec le Concorde « Projet Mach2 » de FSFrance par exemple.

Accélération du temps

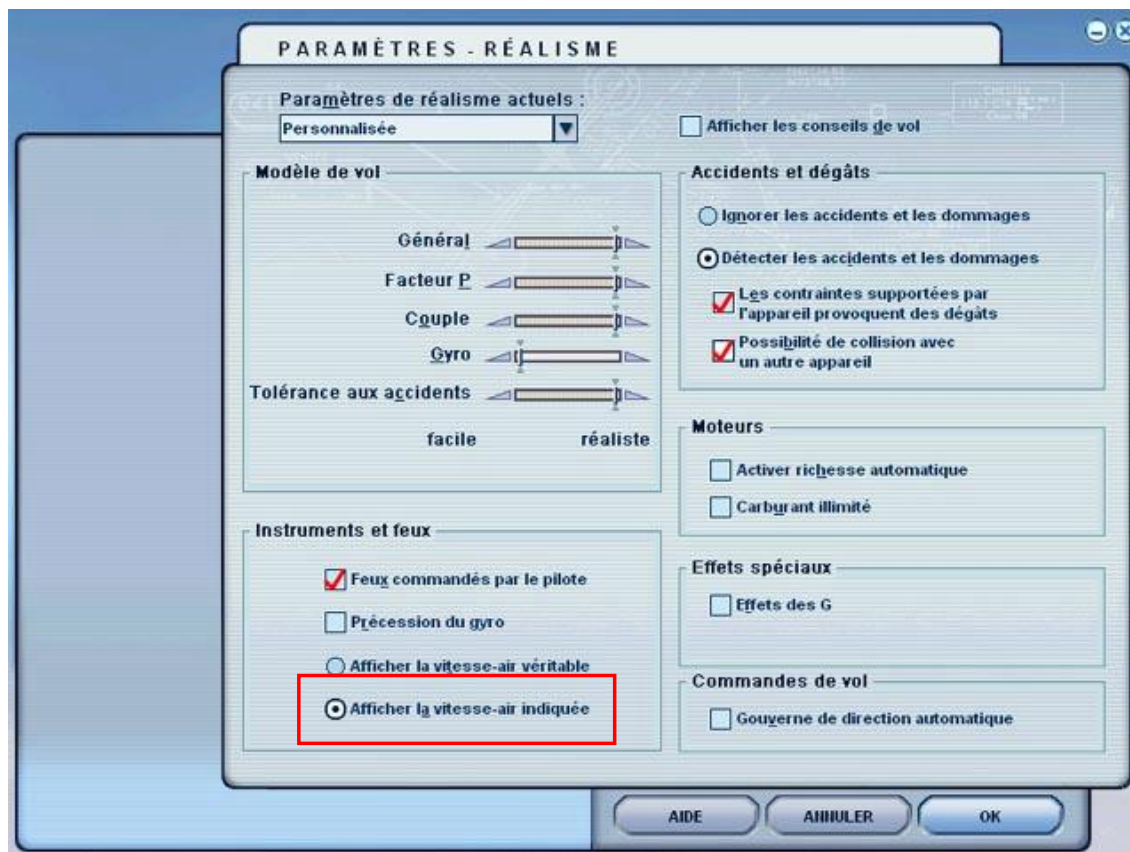
Il est recommandé de ne pas utiliser de facteurs élevés d'accélération du temps (8x ou 16x) lorsque l'avion est sous le contrôle de l'unité INS.

B. CONFIGURATION DE FLIGHT SIMULATOR

Vitesse Air Indiquée

Il est obligatoire de configurer Flight Simulator afin qu'il affiche la Vitesse Air Indiquée plutôt que la Vitesse Vraie (il est correctement réglé d'origine mais vérifiez que vous ne l'auriez pas changé ultérieurement).

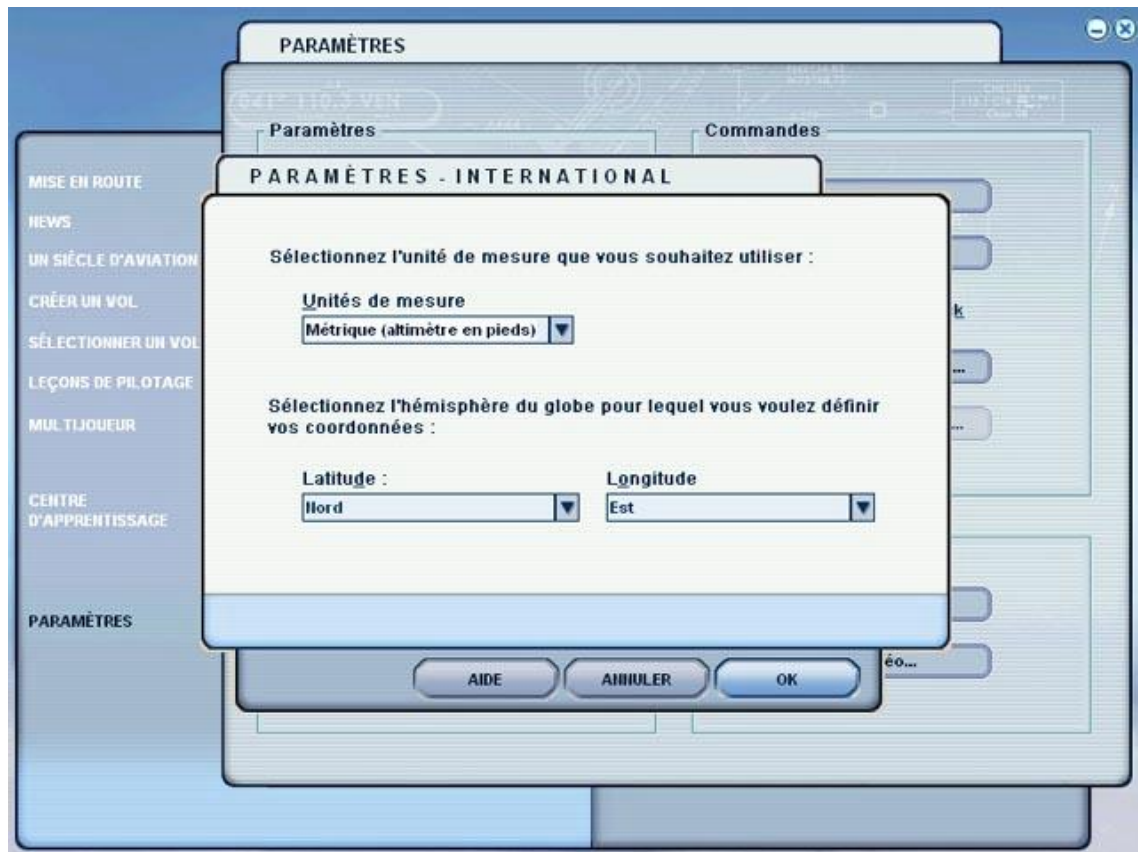
Au menu *Paramètres / Réalisme*, dans le groupe « Instruments et feux », sélectionnez « afficher la vitesse air indiquée » (illustration 3).



3. vérifiez que FS affichera au tableau de bord la vitesse air indiquée, dans le menu paramètres / réalisme

Coordonnées Latitude et Longitude

Il est aussi obligatoire de configurer Flight Simulator pour utiliser le Nord et l'Est comme références des coordonnées, ce sont aussi les réglages par défaut de FS mais vérifiez-les. (illustration 4).



4. vérifiez que FS utilise correctement les coordonnées Latitude et Longitude dans le menu paramètres / international

C. TUTORIAL INS - CONCORDE VOL AF002 Paris New-York



Cette pseudo checklist inclut les principales étapes de programmation et de contrôle des unités INS pendant un vol. Mais il ne s'agit réellement que d'un guide rapide, je vous recommande d'abord la lecture des sections A et B de ce manuel avant de lire ce tutorial.

Ce vol sera effectué à bord du Concorde Air France F-BVFC reproduit avec brio par FS France et disponible gratuite pour FS 2004 sur le site <http://www.fsfrance.com>.

Vous trouverez les informations du plan de vol via les fichiers FS 2004, ou FSNAVIGATOR, ou encore dans le dossier de vol PDF, fournis dans le fichier ZIP que vous avez téléchargé J.

Vous aurez besoin essentiellement des coordonnées latitude et longitude des points de navigation du plan de vol, disponible le plus simplement en ouvrant le fichier LFPG-KJFK.PLN avec le bloc-notes windows :

```
[flightplan]
title=LFPG to KJFK
description=LFPG, KJFK
type=IFR
routetype=1
cruising_altitude=55000
departure_id=LFPG, N49* 0.58', E2* 32.87', +000390.42
departure_position=GATE A 10
destination_id=KJFK, N40* 38.39', W73* 46.74', +000013.12
departure_name=Charles-De-Gaulle
destination_name=Kennedy Intl
waypoint.0=LFPG, A, N49* 0.58', E2* 32.87', +000390.42,
waypoint.1=EVX, V, N49* 1.90', E1* 13.25', +000000.00,
waypoint.2=LISEU, I, N49* 6.20', E0* 24.12', +000000.00,
waypoint.3=D063I, I, N49* 14.95', W0* 15.00', +000000.00,
waypoint.4=PIRNO, I, N49* 47.60', W1* 20.98', +000000.00,
waypoint.5=RATKA, I, N49* 30.00', W8* 0.00', +000000.00,
waypoint.6=Fix01, I, N49* 0.03', W17* 58.74', +000000.00,
waypoint.7=Fix02, I, N48* 27.34', W25* 31.37', +000000.00,
waypoint.8=Fix03, I, N46* 58.69', W38* 30.21', +000000.00,
waypoint.9=Fix04, I, N44* 43.95', W50* 56.03', +000000.00,
waypoint.10=Fix05, I, N42* 1.20', W62* 37.46', +000000.00,
waypoint.11=Fix06, I, N40* 19.86', W68* 42.90', +000000.00,
waypoint.12=LINND, I, N39* 24.59', W71* 42.66', +000000.00,
waypoint.13=LEOES, I, N39* 58.50', W72* 38.76', +000000.00,
waypoint.14=ZACHS, I, N40* 31.73', W73* 33.23', +000000.00,
waypoint.15=KJFK, A, N40* 38.39', W73* 46.74', +000013.12,
```

Vous pouvez ne pas utiliser l'ATC de FS 2004 pour vous simplifier la tâche pendant ce tutorial.

Il ne s'agit pas de vous montrer comment se pilote le Concorde dans Flight Simulator, ni de vous expliquer les manipulations du panel de FS France mais uniquement de vous montrer comment naviguer sur un vol complet avec le système INS Delco Carousel IV-A. Cette procédure pourra s'appliquer à n'importe quel autre appareil sur FS sur lequel le système est installé (comme 747-200 Ready For Pushback par exemple).

1. ALIMENTATION ELECTRIQUE (à répéter pour CHAQUE unité INS installée)

- S'assurer que l'avion ne bouge pas
Frein de park serré, froid et éteint.



On allume la batterie.



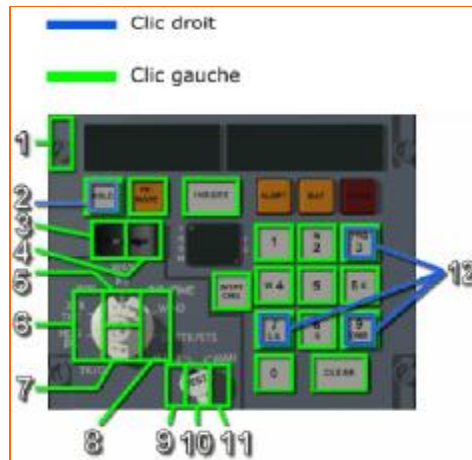
Et à partir de cette vue MAIN PANEL, on appuie sur le bouton INS juste à gauche des jauges moteurs pour faire apparaître les 2 unités INS avec chacune son CDU et son MSU. Pour éviter une panne de batterie, connectez les générateurs, ou branchez le groupe de park (747 RFP), allumez l'APU en fonction de votre appareil.



- **Tourner le sélecteur de mode MSU de la position OFF à STBY**
Cliquez au centre pour tirer le sélecteur (cela passe la sécurité), puis cliquez légèrement sur la droite du sélecteur MSU pour le tourner. Cela allume l'unité et le cycle d'initialisation est lancé.



Comme moi, je m'en suis déjà servi pour d'autres vols, la luminosité de l'affichage est déjà réglée, mais pour vous, il faut le régler à votre préférence. Regardez comment procéder avec l'item 7 :



- Vérifier que l'INS, une fois alimenté, ne le restera PAS par sa propre batterie

Si les moteurs sont éteints, utilisez la source d'alimentation externe qu'est le groupe de park, simulé en serrant le frein de park.

Note pour les utilisateurs 747 Ready For Pushback : il est possible d'initialiser l'INS sans utiliser la batterie principale avec l'interrupteur de batterie INS de la planche radio. Mais attention, son autonomie est limitée ! Passez sur l'APU.

- Vérifier l'affichage de codes d'action ou d'alerte en déplaçant le sélecteur Data sur la position DSRTK/STS



Nous devons lire 0 0 95, sinon appuyez sur le bouton TEST (clic gauche) pour éliminer les erreurs.



Et appuyez sur TEST enfin pour vérifier que tous les voyants s'allument.

Tourner le sélecteur DATA du CDU sur la position POS



- Entrer la position actuelle

Soit en vous basant sur la fiche de votre parking (carte de type Jeppesen) ou bien faites MAJ+Z au clavier pour faire apparaître en haut à gauche de l'écran les coordonnées de mon actuelle position, comme ci-dessous.



Ma position actuelle au parking de CDG a pour coordonnées N49° 0,13' E2° 33,70', parking A4, la vôtre peut être différente de la mienne si vous n'avez pas choisi le même parking.

La deuxième décimale des coordonnées ne sera jamais saisie sur l'INS, pour aucun point de nav, donc on peut déjà simplifier à N49° 0,1' E2° 33,7'.

Si vous avez déjà remarqué sur l'écran du CDU, le format des coordonnées à saisir est le suivant : 00'00,0 pour la latitude et 000'00,0 pour la longitude. Avec logique, on en déduit que les coordonnées à saisir seront finalement :

N49° 00,1' E002° 33,7'

Pour être sûr de ne pas me tromper, j'insère tous les chiffres 0.

Je vais d'abord insérer ma position sur l'unité INS n°1, à gauche (mais n'oubliez pas qu'il faudra aussi l'intérer dans l'unité n°2 quand ça sera fini).

La saisie des coordonnées est assez simple, on suit cette séquence :

N 4 9 0 0 1

INSERT

E 0 0 2 3 3 7

INSERT

En cas d'erreur, appuyez sur la touche CLEAR. Ou retapez les coordonnées erronées. Notez que si vous insérez une valeur fautive par erreur, l'INS détecte le décalage par rapport à votre position et allume le voyant rouge WARN. Cliquez sur le bouton TEST pour effacer les erreurs signalées jusqu'à ce qu'appuyer sur le bouton TEST allume tous les voyants. Ce sera la confirmation que tout fonctionne de nouveau, vous pourrez continuer.



Commencez par appuyer sur la touche 2 du pavé numérique du CDU (pour faire le N), l'INS détecte que vous allez insérer une latitude Nord :

- Le voyant blanc INSERT s'allume
- Une lettre N apparaît sur la moitié gauche de l'écran CDU.



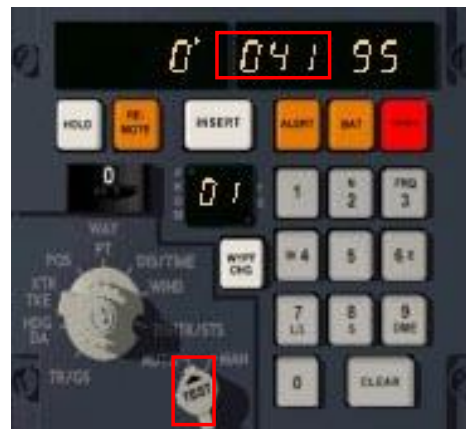
Voilà ce que vous voyez après avoir inséré 4 9 0 0 1. Je rappelle : la touche CLEAR pour effacer en cas d'erreur.



Il ne reste plus qu'à appuyer sur INSERT (après vérification) pour valider. Le voyant blanc INSERT s'est éteint.



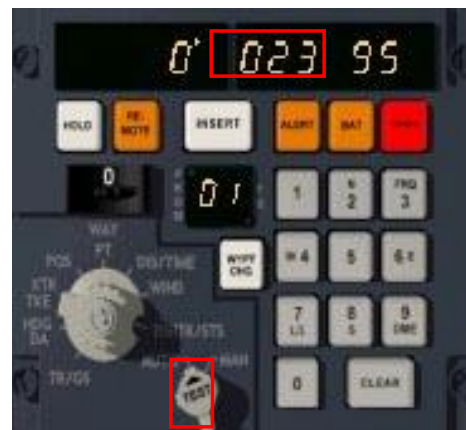
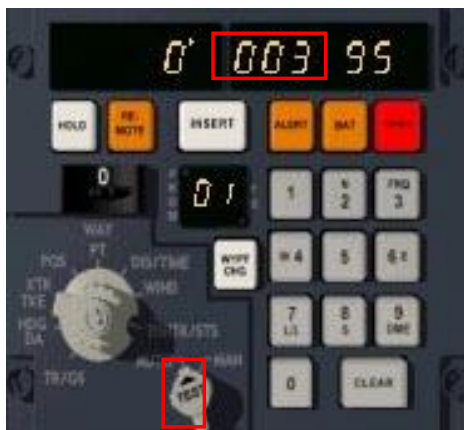
Mince ! Le voyant rouge WARN s'allume (une erreur aléatoire créée par la centrale INS qui reproduit le fonctionnement réel de ces équipements d'après les développeurs).



Je tourne le sélecteur du CDU sur DSRTK/STS pour voir le code d'erreur. Puis bouton TEST pour faire défiler les codes jusqu'à ce qu'il n'y en ait plus et que tous les voyants s'allument, confirmation qu'on peut continuer.

Les codes d'erreurs sont décodés dans la section E de ce manuel.

Ici on peut relever le code 006-041 : l'INS détecte que ma dernière position enregistrée lors du dernier vol ne correspond pas avec ma position actuelle. Dans Flight Simulator, je ne reprends pas forcément mon avion là où je l'ai laissé la veille. Dans la réalité, si, l'avion est à la même position que la veille J, d'où le signal d'erreur en cas de décalage de plus de 3 miles nautiques entre la dernière position enregistrée avant extinction, et la position actuelle.



Et ensuite, on peut relever le code 003-023 : L'angle de dérive calculé par l'INS est supérieur à 2°, en vol, il faudrait découpler le pilote automatique de l'INS, mais dans notre cas, rien à faire J. On appuie une dernière fois sur TEST pour passer à la suite.



Comme c'est parfois aléatoire vous pouvez très bien ne pas recevoir cette alerte à ce moment du tutorial !

On peut maintenant insérer la longitude de notre position actuelle dans l'INS n°1.

Je vous rappelle notre position : **N49° 00,1' E002° 33,7'**

Pour être sûr de ne pas me tromper, j'insère tous les chiffres 0. La lettre E est saisie à l'aide de la touche 6 du pavé numérique du CDU. On suit donc cette séquence :
E 0 0 2 3 3 7
INSERT

Note : Si vous commencez à vous habituer à la saisie, vous remarquez qu'on peut se passer d'entrer les premiers chiffres 0. Comme ça : E 2 3 3 7 INSERT

Il faut entrer de nouveau les coordonnées de notre position dans l'INS n°2 exactement de la même façon que pour l'INS n°1. Je vous laisse revenir à la page 15 de ce manuel si vous avez besoin.

Après la saisie des coordonnées de notre position dans tous les INS installés (ici 2, mais ça pourrait être 3 avec le 747 Ready For Pushback par exemple), nous pouvons continuer le tutorial.

- **Placer le sélecteur MSU de STBY sur ALIGN**
Lorsque l'initialisation est achevée, l'alignement commencera automatiquement

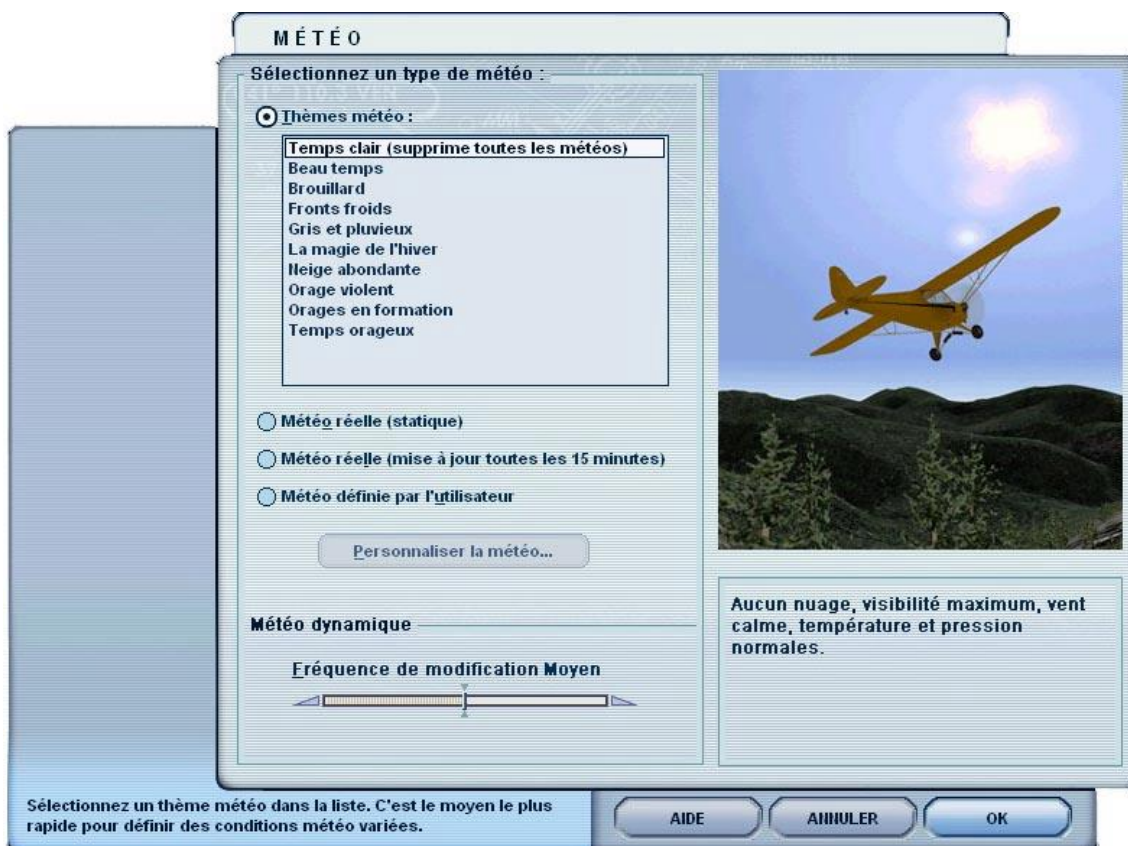


2. ALIGNEMENT (à répéter pour CHAQUE unité installée)

- Tourner le sélecteur Data du CDU sur DSRTK/STS et surveiller l'API (Index de Performance Actuelle) qui descend de 9 à 0. (9 est l'exactitude la plus faible, et 0 la meilleure possible au sol, 1 est la meilleure possible en vol).



Evitez les effets météo pendant l'alignement, le vent même faible peut corrompre l'alignement des unités INS d'après certains utilisateurs. Moi je n'ai pas constaté mais je vous rapporte quand même le conseil.

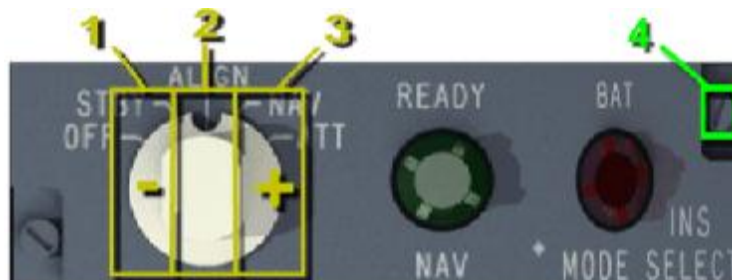


L'unité INS est en train de s'aligner. L'appareil ne doit absolument pas bouger :

- avant que le témoin vert du MSU ne s'allume (c'est-à-dire à partir de l'API 5)
- avant que le sélecteur MSU soit sélectionné sur NAV.

Profitez du temps nécessaire à l'alignement pour charger les coordonnées des 9 premiers points de votre plan de vol (ou tous les points, si vous en avez moins de 9 J).

Note : C'est à ce moment qu'il est possible d'utiliser le bouton caché « alignement immédiat » pour réduire le temps d'attente après que toutes les configurations nécessaires soient effectuées. (Illustration 3, page 4). Bien sûr cette commande n'est pas réaliste, mais si certains ne veulent pas attendre, je ne leur cache pas cette possibilité.



clic gauche sur l'item n°4 pour un alignement instantané mais irréaliste

3. SAISIE DU PLAN DE VOL (utiliser le mode REMOTE, recommandé, ou sinon répéter pour CHAQUE unité installée).

Cette opération est généralement effectuée au sol pendant que l'unité s'aligne, et en vol, lorsque les points suivants du plan de vol doivent être insérés, car l'unité n'a qu'une mémoire de 9 points de passage.

Pour cet exemple, je vais insérer les points de nav dans l'unité n°1 mais je pourrais bien sûr choisir n'importe laquelle.

- Tournez le sélecteur DATA du CDU sur la position WAYPT



- Appuyez sur le bouton jaune REMOTE de CHAQUE CDU



Remarque : le voyant vert NAV READY s'est allumé, signalant que l'alignement pourrait être interrompu à partir de ce moment. On va quand même le laisser continuer un peu, la précision de la navigation s'en ressentira pour notre vol transatlantique. Ne vous étonnez pas si le voyant ne s'allume pas aussi rapidement pour vous que pour moi, car je préparais ce tutorial en parallèle de l'alignement tandis que vous ne faites que suivre mon tutorial à cet instant. J

Vérifiez que le voyant REMOTE est allumé sur tous les CDU. Ainsi, la mémorisation des points de navigation est copiée dans chaque unité, ne nécessitant leur saisie que sur une seule unité, celle de votre choix. Sinon il faudrait répéter la saisie sur chaque unité.

En utilisant le CDU, pour chaque point du plan de vol :

- Tourner le sélecteur de point sur la position requise



Je vais insérer le point n°1 et j'ai déjà le sélecteur de point sur 1.

- Vérifier que le cadran de/vers affiche le bon numéro



Il affiche 1, tout est bon.

- Vérifier que le cadran de/vers ne clignote pas

ATTENTION : le clignotement signale que le point inséré fait partie de la section du plan de vol que vous êtes déjà en train d'exécuter (ne s'applique pas ici)

- Insérez/vérifiez la latitude

Le point n°1 qu'on insère dans l'unité est toujours le point actuel, donc ce sont encore les coordonnées de notre position de parking qu'on insère en tant que point n°1.

N49° 00,1' E002° 33,7'

Si vous n'avez pas encore assimilé (il m'a fallu plusieurs fois, moi aussi J) comment insérer ces coordonnées, je rappelle la méthode :

- D'abord on indique latitude Nord, donc le N, à l'aide de la touche 2 du CDU
- Puis 4 9 0 0 1 et INSERT

- **Insérez/vérifiez la longitude**

- Après longitude Est, donc le E, à l'aide de la touche 6 du CDU
- Puis 0 0 2 3 3 7 et enfin INSERT

Vous devriez voir ceci :



Je reprends la procédure d'insertion d'un point de nav, cette fois, pour le premier point de notre plan de vol, point n°2 dans l'INS.

Extrait du plan de vol : waypoint.1=EVX, V, N49° 1.90', E1° 13.25', +000000.00

On oublie la 2^{ème} décimale, ça devient : N49° 1.9', E1° 13.2', au format de l'INS (avec les zéros) :

N49° 01.9', E001° 13.2'

Sélecteur de point sur 2 :



Et on insère :

N 4 9 0 1 9

INSERT

E 0 0 1 1 3 2

INSERT

Ça devrait donner ça :



Le point suivant : waypoint.2=LISEU, I, N49* 6.20', E0* 24.12', +000000.00,
A transformer en N49* 06.2', E000* 24.1'

Sélecteur sur 3 puis
on insère ainsi :

N 4 9 0 6 2
INSERT
E 0 0 0 2 4 1
INSERT



Le point suivant : waypoint.3=D063I, I, N49* 14.95', W0* 15.00', +000000.00,
A transformer en N49* 14.9', W000* 15.0'

Sélecteur sur 4 puis
On insère ainsi : (le W s'insère à l'aide de la touche 4 des touches du CDU)
N 4 9 1 4 9
INSERT
W 0 0 0 1 5 0
INSERT

Et on voit ça :



Le point suivant : waypoint.4=PIRNO, I, N49° 47.60', W1° 20.98', +000000.00,
A transformer en N49° 47.6', W001° 20.9'

Sélecteur sur 5 puis

N 4 9 4 7 6
INSERT
W 0 0 1 2 0 9
INSERT



Je pense que vous avez compris la logique maintenant, je vous laisse continuer jusqu'au point n°9, dernier point (pour l'instant) qu'on peut insérer en mémoire.

Sélecteur sur 6 : waypoint.5=RATKA, I, N49° 30.00', W8° 0.00', +000000.00,



Sélecteur sur 7 : waypoint.6=Fix01, I, N49° 0.03', W17° 58.74', +000000.00,



Sélecteur sur 8 : waypoint.7=Fix02, I, N48° 27.34', W25° 31.37', +000000.00,



Sélecteur sur 9 : waypoint.8=Fix03, I, N46° 58.69', W38° 30.21', +000000.00,



Nous avons fini d'insérer les 9 premiers points dans l'INS, je peux donc appuyer sur les boutons REMOTE pour éteindre les voyants jaunes. Cette fonction a servi à copier les points saisis en mémoire vers l'autre INS, pour nous éviter de tout refaire sur l'INS n°2.

Pour vérifier que notre plan de vol en mémoire est bon, on peut vérifier la distance entre les points en mémoire, calculée par l'INS. Pour cela, on passe le sélecteur DATA du CDU sur la position DIS/DME, et on appuie sur la touche WYPT CHG. Les voyants blancs INSERT et WYPT CHG sont allumés.



On insère alors :

0 puis 2 au pavé du CDU pour vérifier la distance en la position actuelle et le premier point de nav.

Et on lit sur l'écran supérieur gauche la distance en miles nautiques. Ici, entre le parking et le point LISEU, 53 miles.



Si on tape maintenant 3, la distance mesurée sera entre LISEU et D063I, points 2 et 3, et on lit la distance 32 miles. (hum coïncidence !).



Et ainsi de suite si on veut vérifier tous les points insérés.

Pour cesser la vérification, on tape 0 puis 1, et enfin on appuie sur la touche WYPT CHG. Les voyants blancs WYPT CHG et INSERT sont éteints.

4. AVANT REPOUSSAGE / AVANT ROULAGE

- Vérifiez que le voyant vert NAV READY est allumé sur chaque MSU installé. Tous les voyants « NAV Ready » devraient être allumés. Si ce n'est pas le cas, soit l'alignement est toujours en cours (patientez au moins 15 minutes) ou alors une erreur est détectée mettant l'alignement en pause. Tournez le sélecteur DATA du CDU sur STS pour afficher le code d'erreur. NE DEPLACEZ PAS l'avion si l'un des voyants n'est PAS ALLUMÉ.



Là c'est OK.

- En cas de code d'erreur, appuyez sur le mode TEST jusqu'à ce que le ou les codes de pannes laissent place à un 0 à l'affichage STS. L'alignement pourra se poursuivre.
- Tournez le sélecteur de mode de chaque MSU sur la position NAV



L'unité INS est maintenant en mode NAVIGATION, et vous pouvez déplacer l'appareil.

5. APRES DECOLLAGE

Notre cas est simple, le vent d'ouest nous permet de décoller face à l'ouest. Consultez les cartes IFR de Paris CDG et d'autres aéroports français sur le site gratuit du Service d'Information aéronautique :

<http://www.sia.aviation-civile.gouv.fr/aip/enligne/index.htm>

Pour ce départ, lorsque nous serons établis sur la radiale 273° de la vor EVX 112.40 MHz, nous pouvons passer en pilote automatique :

- Décidez quelle unité INS sera utilisée pour contrôler le pilote automatique (seulement si plusieurs unités INS sont installées évidemment)

Je choisis l'INS n°1

- activez le pilote automatique



- engagez le mode HDG (maintien de cap) du pilote automatique



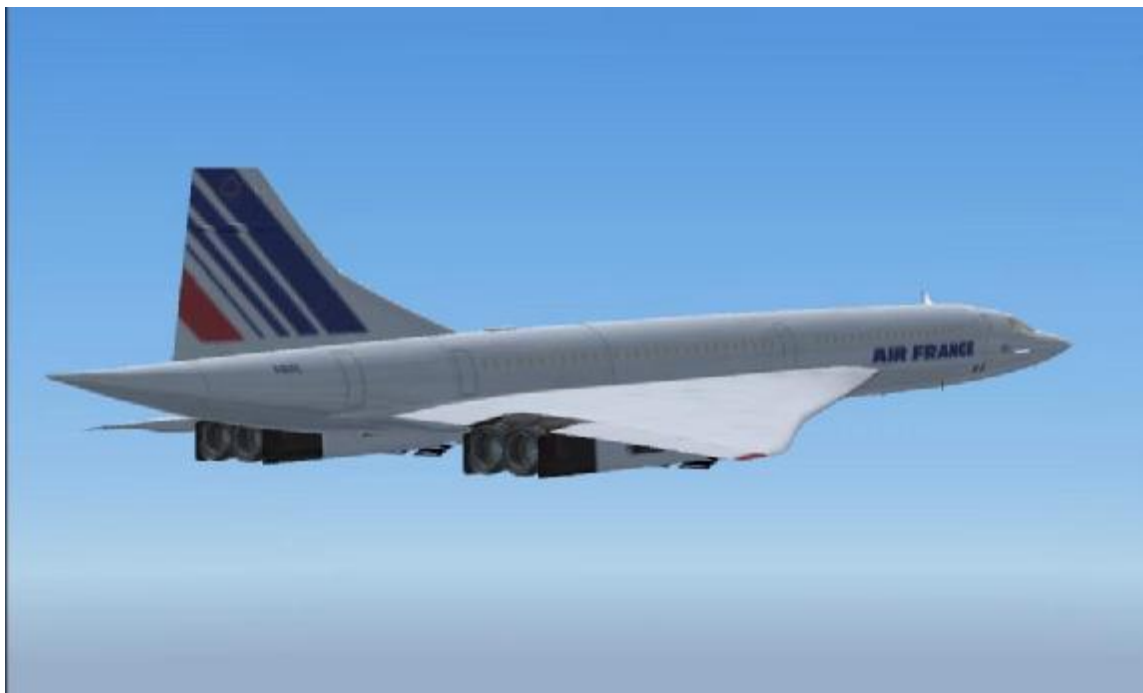
- mettez le sélecteur INS NAV de l'unité choisie sur ON
- A partir de ce moment, c'est l'unité INS choisie qui va envoyer les commandes de navigation au pilote automatique



C'est maintenant l'INS n°1 qui commande la navigation du pilote automatique en mode HDG. Vous verrez donc le cadran HDG du pilote automatique varier automatiquement la valeur affichée du cap poursuivi au cours du vol.

Lorsque vous approchez d'un point de nav, à moins de 35 miles nautiques, le voyant jaune ALERT s'allume pour indiquer que vous allez bientôt passer à un nouveau segment du plan de vol. Vous pouvez alors vérifier que le nouveau cap sélectionné après le passage du point en question, correspond à la route prévue.

6. NAVIGATION / CROISIERE



Pendant la croisière, vous devrez :

- **Programmer si besoin est, les points de navigation supplémentaires**

Cette unité INS peut mémoriser seulement jusqu'à 9 points. Si votre plan de vol nécessite plus de 9 points, alors vous devrez saisir de nouveaux points en mémoire, car l'unité INS vole du point 1 à 2, puis 2 à 3.. Mais si vous ne changez pas le point 1 en mémoire, en passant le point 9, vous ferez demi-tour vers le point 1.

Lorsque vous aurez passé le point n°8, je vous conseille donc d'insérer les points du plan de vol restant. Vous avez compris que les points 1 à 7 encore en mémoire ne nous sont plus utiles. A leur place, et comme vu précédemment, insérez les derniers points de notre plan de vol :

```
waypoint.9=Fix04, I, N44* 43.95', W50* 56.03', +000000.00,  
waypoint.10=Fix05, I, N42* 1.20', W62* 37.46', +000000.00,  
waypoint.11=Fix06, I, N40* 19.86', W68* 42.90', +000000.00,  
waypoint.12=LINND, I, N39* 24.59', W71* 42.66', +000000.00,  
waypoint.13=LEOES, I, N39* 58.50', W72* 38.76', +000000.00,  
waypoint.14=ZACHS, I, N40* 31.73', W73* 33.23', +000000.00,
```

Ca n'est pas la peine d'insérer les coordonnées de l'aéroport JFK puisque nous approcherons selon les cartes IFR publiées, ou au moins selon la procédure ILS de la piste active en fonction du sens du vent.

- **Conserver un alignement précis autant que possible**

Pour réduire des erreurs de calcul de position par l'INS pendant la croisière, il est possible de procéder à des mises à jour manuelles, ou mise à jour DME pour réduire ces erreurs. Dans le cas d'une configuration INS Triple, il est recommandé de conserver les trois unités INS en mode Triple Mixing, lorsque aucune mise à jour DME n'est en cours.

- **Utiliser l'INS comme une source d'informations**
 - Vent et cisaillement
 - Distance entre les points de nav, et entre la position actuelle et le point suivant
 - Temps de vol entre les points de nav, et entre la position actuelle et le point suivant
 - Cap actuel et cap commandé
 - Vitesse sol
 - Accélération instantanée
 - Inertie actuelle et positions affichées

7. APPROCHE

En phase d'approche, lorsque vous suivez des vecteurs par l'ATC, ou que vous suivez une procédure STAR, le sélecteur INS de navigation doit être sélectionné sur OFF pour contrôler le pilote automatique manuellement.

- sélecteur INS de navigation sur OFF

On laisse le pilote automatique en mode HDG (comme c'était déjà), et le dernier cap sélectionné est le dernier cap commandé par l'INS. L'INS ne contrôle plus le mode HDG du pilote automatique.



8. ATERRISSAGE

- Utilisez l'INS pour détecter un éventuel vent de cisaillement en sélectionnant WIND et HOLD.



Non, moi non plus, je n'ai pas tout à fait compris J .



9. VERIFICATIONS APRES VOL

La procédure après vol devrait être opérée au parking, l'avion garé, moteurs éteints et frein de parking serré.

- **SUPPRIMEZ** toute mise à jour de l'unité
 - Sélectionnez DSRTK/STS au rotacteur DATA du CDU
 - puis tapez 1 (le voyant blanc INSERT s'allume)



- enfin appuyez sur INSERT



- Saisissez la position actuelle, celle de votre parking, en tant que waypoint X (où X est le numéro de votre choix entre 1 et 9) avec les coordonnées d'une carte ou par MAJ+Z dans FS.



Ma position au parking H2 de JFK est N40°38.65' W73°47.54'

Je vais saisir cette position N40° 38.65' W73° 47.5' comme point n° 3 :

- Sélecteur de point sur 3
- Sélecteur du CDU sur la position WAYPT.
- N 4 0 3 8 6
- INSERT
- W 0 3 7 4 7 5
- INSERT

Et voilà :



- Tournez le sélecteur DATA du CDU sur la position DIS/TIME



- **Sélectionnez le nouveau segment entre 0 et X (pour X j'avais choisi 3)**
 - Appuyez sur la WAYPTCH (les deux voyants blancs WAYPTCHG et INSERT s'allument)
 - puis 0 et 3
 - puis INSERT



- Vérifiez la distance affichée, elle indique l'erreur accumulée depuis le dernier alignement. Le décalage maximum devrait être inférieur à 3 miles nautiques par heure de vol effectuée.
Ici 5 miles nautiques de décalage pour 4h de vol, soit 1,2 miles par heure, acceptable.

- Tournez le sélecteur DATA sur la position TK/GS pour vérifier la vitesse sol GS (« ground speed ») résiduelle, qui devrait être sous la limite maximum autorisée de 15 knots)



Ici une vitesse sol résiduelle de 6,7 knots, acceptable.

10. EXTINCTION (à répéter pour chaque unité)

- Tourner le sélecteur du MSU sur la position OFF

L'unité est éteinte, l'alignement et les points de nav sont perdus, les balises DME et leur élévation sont mémorisées.



D. GUIDE RAPIDE / CHECKLIST (format imprimable sans illustrations)

Cette pseudo checklist inclut les principales étapes de programmation et de contrôle des unités INS pendant un vol. Mais il ne s'agit réellement que d'un guide rapide, je vous recommande d'abord la lecture des sections A et B de ce manuel avant de lire ce tutorial.

Les cap utilisés dans les opérations sur unités INS sont relatifs au NORD REEL.

1. ALIMENTATION ELECTRIQUE (à répéter pour CHAQUE unité INS installée)

- **S'assurer que l'avion ne bouge pas**
Frein de park serré

- **Tourner le sélecteur de mode MSU de la position OFF à STBY**
Allume l'unité et le cycle d'initialisation est lancé. Sa durée dépend de la température extérieure, les températures basses la rallongent. Normalement, il faut environ 3 minutes si la température est de 20°C. Durant ce cycle d'initialisation, il est possible de procéder aux vérifications préliminaires, et d'insérer les coordonnées de notre position de départ.

- **Vérifier que l'INS, une fois alimenté, ne le restera PAS par sa propre batterie**
Si les moteurs sont éteints, utilisez la source d'alimentation externe qu'est le groupe de park, simulé en serrant le frein de park.

- **Vérifier l'affichage de codes d'action ou d'alerte en déplaçant le sélecteur Data sur la position DSRTK/STS**

- **Tourner le sélecteur Data sur la position POS**

- **Entrer la position actuelle**
Soit en vous basant sur la fiche de votre parking (carte de type Jeppesen) ou bien faites MAJ+Z au clavier pour faire apparaître en haut à gauche de l'écran les coordonnées de votre actuelle position.

- **Placer le sélecteur MSU de STBY sur ALIGN**
Lorsque l'initialisation est achevée, l'alignement commencera automatiquement

2. ALIGNEMENT (à répéter pour CHAQUE unité installée)

- **Tourner le sélecteur DATA du CDU sur DSRTK/STS et surveiller l'API (Index de Performance Actuelle) qui descend de 9 à 0**
L'unité INS est en train de s'aligner. L'appareil ne doit absolument pas bouger avant que :
 - le témoin vert du MSU ne s'allume (à partir de l'API 5)
 - le sélecteur MSU soit sélectionné sur NAV.Profitez du temps nécessaire à l'alignement pour charger les coordonnées des 9 premiers points de votre plan de vol (ou tous les points, si vous en avez moins de 9 J).

C'est à ce moment qu'il est possible d'utiliser le bouton caché « alignement immédiat » pour réduire le temps d'attente après que toutes les configurations nécessaires soient effectuées. (Illustration 3, page 4)

3. SAISIE DU PLAN DE VOL (à répéter pour CHAQUE unité installée ou utiliser le mode REMOTE).

Cette opération est généralement effectuée au sol pendant que l'unité s'aligne, et en vol, lorsque les points suivants du plan de vol doivent être insérés, car l'unité n'a qu'une mémoire de 9 points de passage.

- Tournez le sélecteur DATA du CDU sur la position WAYPT
- Appuyez sur le bouton jaune REMOTE de chaque CDU

Vérifiez que le voyant REMOTE est allumé sur tous les CDU. Ainsi, la mémorisation des points du plan est copiée dans chaque unité, ne nécessitant la saisie que sur une seule unité, celle de votre choix. Sinon il faudrait répéter la saisie sur chaque unité.

En utilisant le CDU, pour chaque point du plan de vol :

- Tourner le sélecteur de point sur la position requise
- Vérifier que le cadran de/vers affiche le bon numéro
- Vérifier que le cadran de/vers ne clignote pas

ATTENTION : le clignotement signale que le point inséré fait partie de la section du plan de vol que vous êtes déjà en train d'effectuer

- Insérez/vérifiez la latitude
- Insérez/vérifiez la longitude

4. AVANT REPOUSSAGE / AVANT ROULAGE

- Vérifiez que le voyant vert NAV READY est allumé sur chaque MSU installé

Tous les voyants « NAV Ready » devraient être allumés. Si ce n'est pas le cas, soit l'alignement est toujours en cours (patientez au moins 15 minutes) ou alors une erreur est détectée mettant l'alignement en pause. Tournez le sélecteur DATA du CDU sur STS pour afficher le code d'erreur. NE DEPLACEZ PAS l'avion si l'un des voyants n'est PAS ALLUME.

- En cas de code d'erreur, appuyez sur le mode TEST jusqu'à ce que le ou les codes de pannes laissent place à un 0 à l'affichage STS. L'alignement pourra se poursuivre.
- Tournez le sélecteur de mode de chaque MSU sur la position NAV

L'unité INS est maintenant en mode NAVIGATION, et vous pouvez déplacer l'appareil.

5. APRES DECOLLAGE

Lorsque vous êtes sur la trajectoire du plan de vol :

- Décidez quelle unité INS sera utilisée pour contrôler le pilote automatique (seulement si plusieurs unités INS sont installées évidemment)
- activez le pilote automatique
- engagez le mode HDG (maintien de cap) du pilote automatique
- mettez le sélecteur INS NAV de l'unité choisie sur ON

A partir de ce moment, c'est l'unité INS choisie qui va envoyer les commandes de navigation au pilote automatique

6. NAVIGATION / CROISIERE

Pendant la croisière, vous devrez :

- **Programmer si besoin est, les points de navigation supplémentaires**

Cette unité INS peut mémoriser seulement jusqu'à 9 points. Si votre plan de vol nécessite plus de 9 points, alors vous devrez saisir de nouveaux points en mémoire, car l'unité INS vole du point 1 à 2, puis 2 à 3.. Mais si vous ne changez pas le point 1 en mémoire, en passant le point 9, vous ferez demi-tour vers le point 1.

- **Conserver un alignement précis autant que possible**

Pour réduire des erreurs de calcul de position par l'INS pendant la croisière, il est possible de procéder à des mises à jour manuelles, ou mise à jour DME pour réduire ces erreurs. Dans le cas d'une configuration INS Triple, il est recommandé de conserver les trois unités INS en mode Triple Mixing, lorsque aucune mise à jour DME n'est en cours.

- **Utiliser l'INS comme une source d'informations**
 - Vent et cisaillement
 - Distance entre les points de nav, et entre la position actuelle et le point suivant
 - Temps de vol entre les points de nav, et entre la position actuelle et le point suivant
 - Cap actuel et cap commandé
 - Vitesse sol
 - Accélération instantanée
 - Inertie actuelle et positions affichées

7. APPROCHE

En phase d'approche, lorsque vous suivez des vecteurs par l'ATC, ou que vous suivez une procédure STAR, le sélecteur INS de navigation doit être sélectionné sur OFF pour contrôler le pilote automatique manuellement.

- **sélecteur INS de navigation sur OFF**

On laisse le pilote automatique en mode HDG (comme c'était déjà), et le dernier cap sélectionné est le dernier cap commandé par l'INS. L'INS ne contrôle plus le mode HDG du pilote automatique.

8. ATERRISSAGE

- **Utilisez l'INS pour détecter un éventuel vent de cisaillement en sélectionnant WIND et HOLD.**

9. VERIFICATIONS APRES VOL

La procédure après vol devrait être opérée au parking, l'avion garé, moteurs éteints et frein de parking serré.

- **SUPPRIMEZ toute mise à jour de l'unité**
 - Sélectionnez DSRTK/STS au rotacteur DATA du CDU
 - puis tapez 1
 - enfin appuyez sur INSERT
- Saisissez la position actuelle, celle de votre parking, en tant que waypoint X (où X est le numéro de votre choix entre 1 et 9) avec les coordonnées d'une carte ou par MAJ+Z dans FS.
- Tournez le sélecteur DATA du CDU sur la position DIS/TIME
- Sélectionnez le nouveau segment entre 0 et X
 - Appuyez sur la WAYPTCH (les deux voyants blancs WAYPTCHG et INSERT s'allument)
 - puis 0 et X
 - puis INSERT
- Vérifiez la distance affichée, elle indique l'erreur accumulée depuis le dernier alignement. Le décalage maximum devrait être inférieur à 3 miles nautiques par heure de vol effectuée.
- Tournez le sélecteur DATA sur la position TK/GS pour vérifier la vitesse sol GS (« ground speed ») résiduelle, qui devrait être sous la limite maximum autorisée de 15 knots)

10. EXTINCTION (à répéter pour chaque unité)

- Tourner le sélecteur du MSU sur la position OFF

L'unité est éteinte, l'alignement et les points de nav sont perdus, les balises DME et leur élévation sont mémorisées.

E. CODES D'ACTION ET DE PANNES

Voici la liste complète des codes d'actions et de pannes supportées par la jauge INS dans Flight Simulator. Certains d'entre eux sont générés aléatoirement pour simuler les pannes matérielles de l'INS.

CODE D'ACTION 01

01-38 Surchauffe INS

- Panne aléatoire
- Découplez le pilote automatique de l'unité INS concernée
- Eteignez cette unité INS.

CODES D'ACTION 02

02-13 changement anormal de vitesse d'accéléromètre Y détecté

- Les données transmises par l' accéléromètre concerné sont erronées, l'unité INS concernée est donc déficiente.
- Découplez le pilote automatique de l'unité INS concernée.

02-14 changement anormal de vitesse d'accéléromètre X détecté

- Les données transmises par l' accéléromètre concerné sont erronées, l'unité INS concernée est donc déficiente. Découplez le pilote automatique de l'unité INS concernée.

02-15 Couple anormal de compas gyroscopiques requis pour garder la plate-forme à inertie à l'horizontale locale

- La données transmises par plate-forme à inertie ne sont plus utilisables. Découplez le pilote automatique de l'unité INS concernée.

02-42 l'unité INS a détecté un angle de dérive anormal (supérieur à 45°)

- Découplez le pilote automatique de l'unité INS concernée

02-63 L'ordinateur n'a pas validé son propre test

- Panne aléatoire
- Surveillez les données et sélectionnez ATT (sélecteur de mode MSU) si l'exactitude se dégrade.
- Découplez le pilote automatique de l'unité INS concernée

CODES D'ACTION 03

Attention : les CODES D'ACTION 03 ne sont pas associés avec le voyant rouge WARN du CDU. Ces pannes peuvent intervenir du fait d'une baisse de la charge de batterie (mode BAT en cours) ou d'une déconnexion entre INS et pilote automatique / directeur de vol.

03-22 L'angle de dérive DA (drift angle) calculé par l'INS diffère du cap poursuivi TK (track) ou du cap + angle de dérive TKE+DA (tank & drift angle) de plus de 2°

- Découplez le pilote automatique de l'unité INS concernée

03-25 Le calcul du cap (HDG) ou du virage par l'INS, ne correspond pas par comparaison (la donnée calculée diffère de plus de 2°).

- Panne aléatoire
- Découplez le pilote automatique de l'unité INS concernée

CODES D'ACTION 04

04-45 La latitude de la position actuelle n'est pas correcte ou hors des limites opérationnelles. (80 00.0 N ou S)

- Revenez en mode STBY au MSU, re-saisissez la position actuelle, et redémarrez la procédure d'alignement.

04-57 roulage pendant l'alignement

- Stoppez votre avion, moteurs éteints, frein de parking serré.
- Revenez en mode STBY au MSU, re-saisissez la position actuelle, et redémarrez la procédure d'alignement.

CODES D'ACTION 06

06-41 La position de parking saisie diffère de la précédente position enregistrée de plus de 3 miles.

Les codes sont effaçables si la position est correcte ou si vous revenez en mode STBY et rechargez la position correcte de votre parking.

NOTE : ce code d'action / d'erreur sera fréquemment générée dans l'environnement Flight Simulator. Basé sur les données lues dans le fichier .ISD, les unités INS recherchent l'appareil garé à la dernière position connue, c'est-à-dire au parking où vous l'avez laissé au dernier vol. Comme un nouveau vol ne démarre pas forcément à cet endroit précis comme un vrai avion J, les INS signalent cette erreur de décalage de plus de 3 miles nautiques.

06-43 La position de parking saisie dans une des unités INS d'une installation multiple, diffère de plus de 0,84 miles de celle saisie dans les autres unités.

- Revenez en mode STBY au MSU, re-saisissez la position actuelle, et redémarrez la procédure d'alignement.

06-56 Les positions inertielle et affichée diffèrent de plus de 3*T miles nautiques

Où T est le temps en mode NAVigation, exprimé en heures. C'est la conséquence d'une mise à jour d'une ou plusieurs INS :

- Mise à jour manuelle
 - Triple mixing (configuration triple INS uniquement)
 - Mise à jour simple ou double DME
- Supprimez toute mise à jour pour réinitialiser la position affichée (Sélecteur DATA du CDU sur DSRTK/STS puis tapez 1 puis INSERT).
 - Normalement, le code d'erreur est effacé après la procédure de réinitialisation.

Note : 06-56 ne peut être effacé tant que la différence entre les positions inertielle et affichée n'est pas inférieure à 3*T miles nautiques. Toutefois, le voyant rouge WARN du CDU, qui s'allume à la première détection de cette situation anormale, peut être éteint en appuyant sur le bouton TEST du CDU.

CODES D'ACTION 08 – spécifiques à la jauge dans Flight Simulator

Les codes suivants sont complètement inventés et ne sont jamais des erreurs qui peuvent être constatées sur l'instrument réel évidemment.

08-10 erreur d'exécution interne

- Toutes les unités INS ne sont pas opérationnelles, essayez de redémarrer Flight Simulator.

08-20 vérification échouée de protection interne

08-21 vérification échouée de l'emplacement du fichier

(affiché sur toutes les unités installées)

le fichier .GAU n'est PAS dans le dossier

..\Flight Simulator 9\Civa\ ou ..\Flight Simulator 2002\Civa\

ou le fichier .GAU est corrompu

- Essayez de réinstaller tout le pack CIVA.
- Vérifiez que le fichier CIVA_ID.DAT est le bon pour le .GAU installé.

08-68 version expirée fichier .GAU

- Ne s'affiche que si vous utilisez une version d'essai (alpha / beta...) du fichier .GAU

08-71 Erreur mathématique temporaire dans l'algorithme de calcul de distance géographique

- Une erreur mathématique a été rencontrée, résultant par une distance potentiellement incorrecte.
- Cette panne n'arrive que si vous utilisez une version d'essai (alpha / beta...) du fichier .GAU

08-72 Erreur mathématique temporaire dans l'algorithme de calcul de cap géographique

- Une erreur mathématique a été rencontrée, résultant par un cap potentiellement incorrect.
- Cette panne n'arrive que si vous utilisez une version d'essai (alpha / beta...) du fichier .GAU

08-80 erreur de création de fichier .ISD

- Erreur détectée en essayant de créer un nouveau fichier .ISD, les données dans ce fichier seront perdues. Vérifiez les instructions d'installation (espace disque ?)

08-81 erreur d'ouverture de fichier .ISD

- Vérifiez les instructions d'installation.

08-82 erreur de lecture de fichier .ISD

- Vérifiez les instructions d'installation

08-83 erreur d'écriture de fichier .ISD

- Vérifiez les instructions d'installation

08-90 erreur d'initialisation du gestionnaire de clavier

- Le mode de saisie au clavier a été activé mais des erreurs empêchent son fonctionnement correct. Désactivez-le et réactivez-le encore.

F. PROCEDURE RECALAGE DME

Cette procédure est effectuée en vol, au-dessus la terre et non au-dessus les Océans car elle utilise les balises VOR/DME présentes au sol.

Elle vise à augmenter l'exactitude des calculs de position, de distance, de cap,... par l'unité INS. Elle sert essentiellement aux configurations mono ou bi INS, moins précises que les triples INS, qui elles, sont capables du triple mixing. Ce dernier permet une navigation assez précise sans recalage DME pendant un vol transocéanique.

En effet, au cours du vol, vous constatez, que l'API remonte de 1 vers 9.

- l'API (Index de Performance Actuelle) : 9 est l'exactitude la plus faible, et 1 la meilleure en vol, au sol c'est 0.



RECALAGE DME SIMPLE

- On repère une balise VOR/DME près de la trajectoire du plan qui sera à la portée de notre radio VHF. Par exemple, choisissons la VOR de Pontoise, PON 111.60 MHz. Il suffit de regarder une carte, celle de FS, FSNavigator, FSBUILD ... ou cartes Enroute si vous en disposez.
- Nous relevons ses coordonnées sur la carte : $N49^{\circ} 5,77' E2^{\circ} 2,15'$.
- Je choisis l'unité CDU INS, la Radio, et la position correspondante que je vais utiliser :
 - Soit j'utilise le « 1 » partout :
 - Unité INS CDU 1
 - point (*waypoint*) en position n°1 au CDU
 - radio VHF NAV1
 - Soit j'utilise le « 2 » partout :
 - Unité INS CDU 2
 - point (*waypoint*) en position n°2 au CDU
 - radio VHF NAV2

Vous n'avez pas le choix pour procéder autrement !
Pour cet exemple je choisis « tout » en « 2 ».

- Je règle la fréquence radio de la VOR Pontoise sur ma VHF NAV2 : 111,60 MHz.
- Je sélectionne le mode WAYPT du sélecteur DATA du CDU.

- Le numéro de point que je vais lui affecter dans l'unité INS n°2 sera donc la position n°2. Je sélectionne donc 2 à l'aide du sélecteur de point du CDU.
- J'appuie en même temps sur les touches 7 et 9 du pavé numérique du CDU. Vous n'avez qu'un pointeur de souris comme vous avez remarqué J. Pour simuler cet appui simultané, au lieu d'utiliser le clic gauche, faites un clic droit sur le 7 puis le 9. On vient d'activer le mode recalage DME. Le 0 clignote au cadran VERS/DE.
- Je vérifie le sélecteur de point sur 2.
- Je saisis ses coordonnées comme on a maintenant l'habitude :
 - N 4 9 0 5 7
 - INSERT
 - E 0 0 2 2 1
 - INSERT
- Maintenant, j'appuie simultanément sur 3 et 9 (simulé par clic droit sur 3 puis clic droit sur 9). Cette commande sert à relever l'altitude de la balise VOR/DME.
- Appuyez sur la touche 2 pour indiquer que la prochaine saisie est l'altitude de la VOR/DME.
- A cet instant, le chiffre à insérer est l'altitude en milliers de pieds, arrondie à 1000 pieds près, mais on n'insère que le premier chiffre de cette altitude arrondie. Si cette altitude est faible, considérez-la nulle et mettez 0.

Exemples :

>> Si l'altitude du point de référence VOR/DME est 1760 pieds, insérez 2 car c'est 2000 pieds l'altitude la plus proche.

>> Si l'altitude est 870 pieds, l'altitude arrondie la plus proche est 1000, il faut insérer 1.

Dans mon exemple, l'altitude de la VOR de Pontoise est 321 pieds, on peut la considérer nulle, on insère donc 0.

Note : Avant de commander le début du recalage DME, si vous tournez le sélecteur DATA du CDU sur une autre position que WAYPT ou DIS/DME, la procédure recalage DME sera perdue, il faudra recommencer les étapes précédentes.

- Pour commander le début du recalage DME, restez sur la position WAYPT et :
 - appuyez sur WYPT CHG,
 - puis sur 2 (pour cet exemple, mais ça peut être 1 si c'est 1 que vous avez choisi pour l'unité INS, n° de point, et n° de planche radio NAV)
 - puis INSERT
- Commence alors maintenant le recalage DME qui va réaligner la centrale inertielle en vol, le temps que votre récepteur VHF pourra recevoir les signaux de la balise au sol. Vous pouvez tourner le sélecteur DATA du CDU sur la position DIS/DME pour voir la distance mesurée entre votre avion et la balise.

Pendant que la mise à jour s'effectue vous constaterez un drapeau vert, sur l'indicateurs de mise à jour INS, au n°2 car nous avons opéré à la mise jour DME sur l'INS n°2.



Si votre vol s'effectue au-dessus des terres, vous pouvez répéter l'opération plusieurs fois pour augmenter la précision de votre navigation.

Si pour certaine raison (par exemple code d'action), vous devez cesser le recalage DME, tournez le sélecteur DATA du CDU sur DSRTK/STS, appuyez sur 1 puis INSERT et le recalage DME est stoppé.

MISE A JOUR DOUBLE DME

Elle consiste à opérer comme pour une simple mise à jour DME, mais en simultanément sur deux centrales INS, améliorant encore plus rapidement l'API pour s'approcher de 1, et donc la précision de la navigation et des décalages réduits entre plan de vol et trajectoire suivie.

Pendant une mise à jour double DME, vous verrez deux voyants verts allumés sur votre indicateur de mise à jour DME.

Remerciements

Je remercie Pierre320, pilote Air France qui m'a fait découvrir l'existence de ce freeware, et je remercie aussi Marco Ravello et Gianfranco Corrias, les développeurs du Carousel qui est génial et dont la documentation originale en Anglais est très instructive. Merci à eux de l'avoir produit gratuitement pour notre plus grand plaisir. J

A Konnek-T pour sa définition technique de la centrale inertielle, désormais retirée de son site web : <http://www.konnek-t.com/>