

CHAPITRE 3

NAVIGATION AUTONOME

TABLES DES MATIERES

Navigation vers un but	
Pages de navigation du DED	
Alignement en vol	
Procédure d'alignement en vol	
Gestion temps/carburant (CRUS)	
Heure désirée d'arrivée (TOS)	
Distance maximale franchissable (RNG) ...	
Autonomie maximale (EDR)	
Déroutement (HOME)	
Alarme bas niveau de carburant (BINGO)	
Procédure d'alarme BINGO	
Alarme de transfert carburant	
Suivi de terrain (TF)	
Recalage de position (FIX)	
Recalage d'altitude (ACAL)	
Fonction marquage (MARK)	
Procédure de marquage	

NAVIGATION VERS UN BUT

Les calculs effectués par le système de navigation inertielle (INS) déterminent une route orthodromique vers n'importe quel but de destination sélectionnée. L'INS utilise les coordonnées insérées du but de destination ainsi que la position courante estimée de l'avion pour calculer les informations de navigation.

Les instruments qui affichent des informations de guidage sont le HSI, le HUD, et les MFD. D'autres informations de navigation sont également disponibles et modifiable via l'UFC.

Le HSI affiche la route calculée et la distance lorsque le sélecteur INSTR est sur les positions NAV ou ILS/NAV. L'écart de route est matérialisé par une barre signalant que l'avion se rapproche de la route sélectionnée à l'aide du rotacteur (CRS).

Sur le HUD, le MMC utilise la valeur d'écart de route issue de l'INS pour afficher un réticule de guidage. Le déplacement latéral de ce réticule par rapport au FPM correspond à l'écart de route. La queue du réticule indique le gisement du but de destination, tandis que le cercle est utilisé pour un guidage précis. Le MMC détermine également la distance du but en nautique et la durée estimée pour l'atteindre, à la vitesse actuelle, en minutes et secondes. Ces deux informations sont respectivement affichées dans les étiquettes 14 et 13.

Sur le MFD, le MMC positionne également une barre de guidage sur la maquette avion, lorsque la fonction BULLSEYE est désactivée.

PAGES DE NAVIGATION DU DED

Le numéro du but de destination est sélectionné depuis la page CNI et est affiché sur la plupart des pages du DED.

La page INS affiche les coordonnées de la position présente de l'avion ainsi que l'altitude baro-inertielle recalée (SALT). La dernière ligne affiche le cap vrai (THDG) ainsi que la vitesse sol actuelle (G/S).

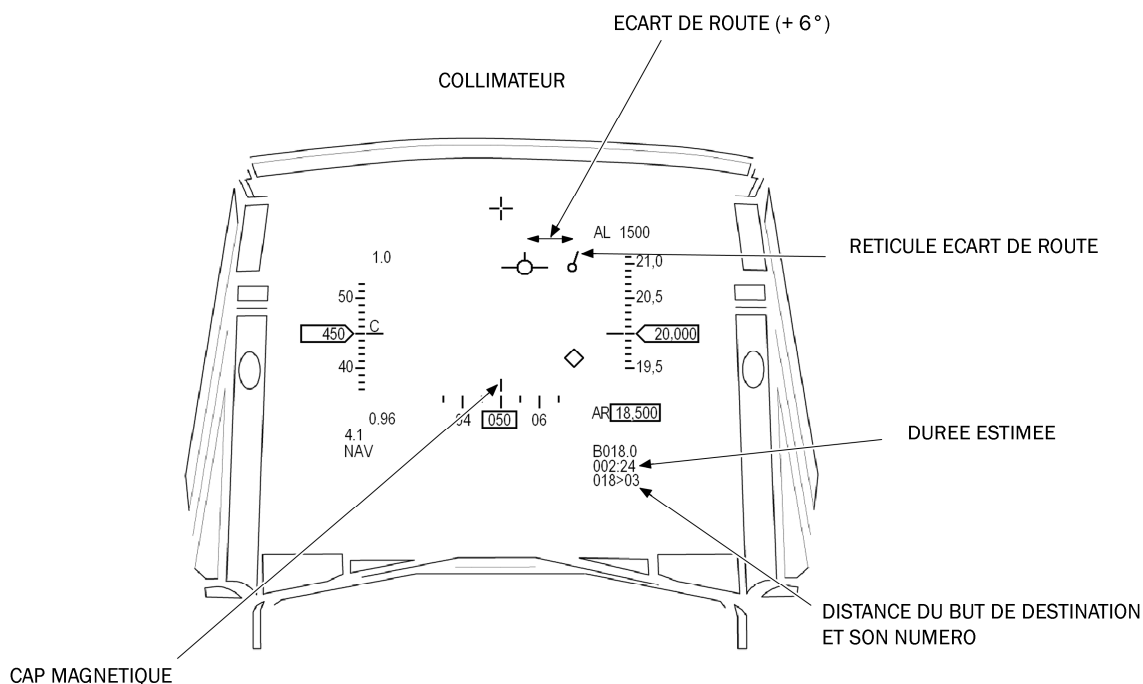
La page STPT affiche les informations du but de destination :

- Les coordonnées géographiques du but,
- ELEV – L'altitude de survol planifiée en préparation de mission (sur cette version),
- TOS – l'heure désirée d'arrivée.

Il est également possible via la page DEST de voir/corriger les coordonnées d'un but quelconque sans altérer la navigation vers le but de destination.

Le système arrêtera la poursuite de n'importe quel capteur Air-Sol lorsque le but de destination ou le point désigné est modifié, afin d'empêcher l'insertion dans le système de grands écarts d'altitude.

Navigation vers un but



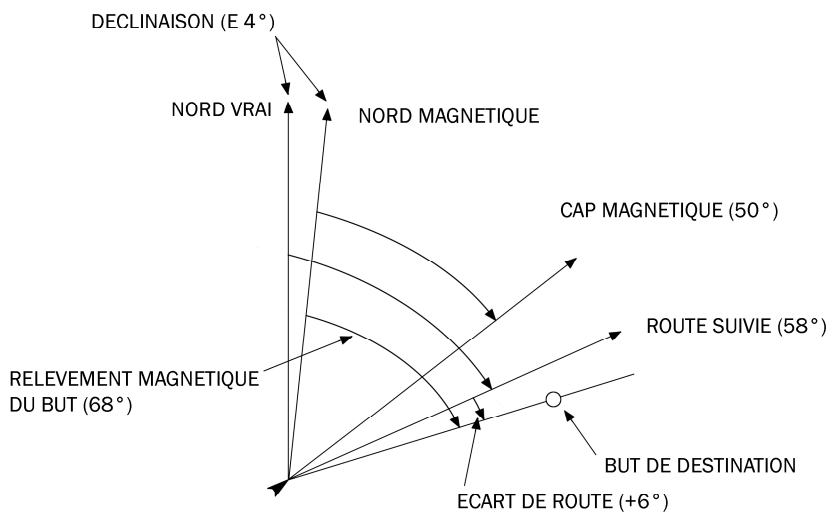
DEFINITION DES ANGLES DE REFERENCE

PAGE INS

INS	8.0 / 10	3
LAT	N 41° 12.5'	*
LNG	E 103° 16.2'	*
SALT	20000FT	
THDG	058.0*	G/S 593

PAGE BUT DE DESTINATION

STPT	3	AUTO
LAT	N 41° 12.735'	
LNG	E 103° 16.105'	
ELEV	20000FT	
TOS	10:30:00	



$$\text{ECART DE ROUTE} = \text{DECLINAISON} + \text{RELEVEMENT MAGNETIQUE DU BUT} - \text{ROUTE SUIVIE}$$

ALIGNEMENT EN VOL

Dans cette version, l'alignement en vol est partiellement implémenté. Il permet toutefois, avec une information GPS valide, de retrouver une navigation précise. Dans cette version, il n'est pas nécessaire au pilote d'insérer le cap compas pour orienter la plateforme.

L'alignement en vol est initié à l'aide du sélecteur INS sur la position IN FLT ALIGN. Dès sa sélection, le mode attitude est automatiquement lancé et la page INS apparaît sur le DED, accompagné du label ALIGN dans l'étiquette 7 du HUD.

PROCEDURE D'ALIGNEMENT EN VOL

1. Sélecteur INS – sur la position IN FLT ALIGN.

NOTA

Toutes accélérations en roulis ou tangage intervenant entre la sélection de l'alignement en vol et la disparition du drapeau OFF de l'horizon sphérique (ADI) se traduira par une indication d'attitude erronée et allongera considérablement la durée nécessaire de l'alignement.

- a. DED – vérifier la page INS.
 - b. HUD – vérifier le label ALIGN.
2. Statut d'alignement – 8.1/10.
 - a. Sélecteur INS – revenir sur la position NORM.
 - b. HUD – le label ALIGN est remplacé par la valeur maximale de G.

GESTION TEMPS/CARBURANT (CRUS)

HEURE DESIREE D'ARRIVEE (TOS)

La fonction TOS permet un guidage en vitesse pour atteindre le but de destination à une heure désirée (TOS).

Le MMC détermine la consigne de vitesse en fonction de l'heure présente, du TOS, et de la distance au but. Lorsque la fonction TOS est sélectionnée, le MMC positionne un chevron de guidage sur l'échelle linéaire de vitesse (si elle est affichée) dans tous les modes supérieures, excepté le mode approche.

NOTA

Les calculs de gestion du carburant des fonctions CRUS sont élaborés à partir de la quantité restante de carburant dans l'ensemble des réservoirs. Ces calculs seront donc erronés en cas de panne de transfert de carburant.

La page CRUS-TOS affiche, pour le but de destination sélectionné :

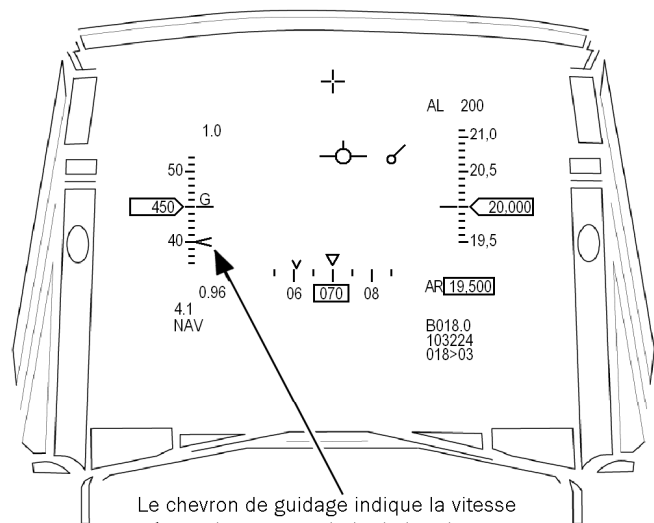
- L'heure système.
- L'heure désirée d'arrivée (DES TOS).
- L'heure d'arrivée prévue (ETA) à la vitesse actuelle.
- La vitesse sol de consigne (REQ G/S) pour être à l'heure sur le but.

Procédure heure désirée d'arrivée

3. DED – page CNI affichée.
4. ICP – pressez la touche CRUS.
 - a. DED – contrôlez l'affichage de la page CRUS TOS.
5. ICP – pressez la touche M-SEL.
 - a. HUD – vérifiez l'apparition du chevron de guidage sur l'échelle de vitesse.
6. DCS – déplacez les astérisques sur le numéro du but de navigation.
 - a. ICP – insérez ou utilisez la touche suivant/précédent pour accéder au but de navigation désiré.
7. DCS – déplacez les astérisques sur la valeur du TOS.
 - a. Insérez l'heure désirée d'arrivée.

Fonction CRUS - TOS

CRUS	☒TOS☒	3	⬆
SYSTEM		10:30:00	
DES TOS		10:32:42	
ETA		10:32:24	
RQD G/S		400KTS	



FR1F-16BMS-34-1-001X217@

Particularités de la fonction TOS

FONCTION ROLEX (DELTA TOS)

Le TOS peut être avancé ou retardé si une valeur rolex a été insérée en page TIME du DED. Cette valeur sera ajoutée à l'ensemble des TOS. La valeur de la fonction ROLEX se réinitialisera dès l'entrée sur la page TIME.

INITIALISATION DE L'HORLOGE

L'horloge système s'initialise à la mise en route du MMC. La modification de l'heure système n'est pas implémentée sur cette version.

CONSIGNES LIMITES DE VITESSE SOL

La vitesse de consigne pour rejoindre le but de destination est bornée afin d'éviter des valeurs hors domaine, pour des écarts de temps trop importants. La consigne de vitesse sol sera systématiquement comprise entre 80 et 1 700 nœuds.

DISTANCE MAXIMALE FRANCHISSABLE (RNG)

La fonction RNG permet un guidage en vitesse afin de maintenir la distance maximale franchissable à l'altitude actuelle. Cette vitesse correspond à l'incidence de finesse maximale (6-7°).

Lorsque la fonction RNG est sélectionnée, le MMC positionne un chevron de guidage sur l'échelle linéaire de vitesse (si elle est affichée).

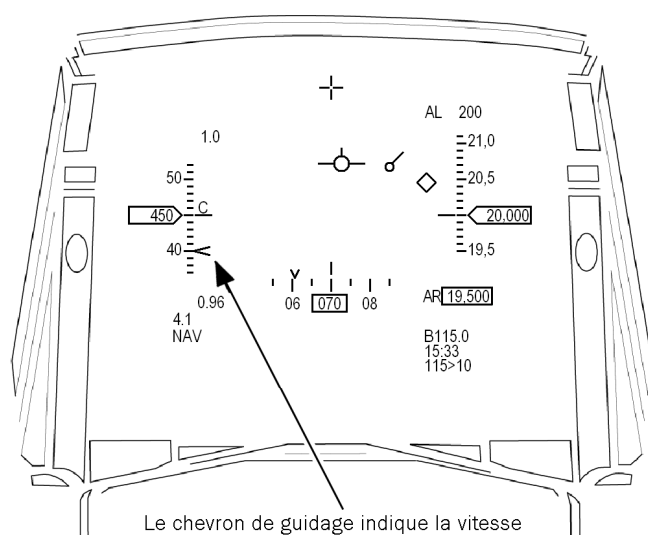
La page CRUS-RNG affiche, pour le but de destination sélectionné :

- La quantité restante estimée de carburant à la verticale du but de destination.
- Les paramètres du vent.

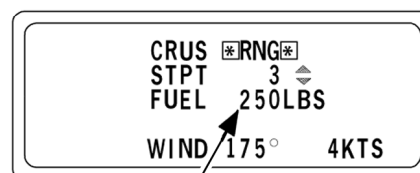
Procédure Distance maximale franchissable

1. DED – page CNI affichée.
2. ICP – pressez la touche CRUS.
 - a. DED – vérifiez la page CRUS RNG. Dans le cas contraire y accéder à l'aide de la position SEQ du DCS ou par n'importe quelle touche 1-9 de l'ICP.
3. ICP – pressez la touche M-SEL.
 - a. HUD – vérifiez l'apparition du chevron de guidage en vitesse.
4. ICP – modifiez le but de navigation devant servir de base aux calculs (si nécessaire).

Fonction CRUS - RNG



Le chevron de guidage indique la vitesse nécessaire pour maintenir une distance maximale franchissable à l'altitude actuelle



Quantité restante estimée de carburant à la verticale du but de destination

FR1F-16BMS-34-1-001X218@

Particularités de la fonction RNG

ALTITUDE ACTUELLE/OPTIMALE

Les affichages de distance, carburant et guidage en vitesse, sont tous donnés pour l'altitude actuelle de l'avion. Cette altitude peut ne pas être l'altitude optimale de croisière. Cette fonction n'est pas adaptée pour des profils de vol en montée ou descente.

SELECTION D'UNE AUTRE FONCTION

La sélection d'une autre fonction CRUS, désélectionne automatiquement la précédente.

SELECTION D'UN MODE D'ATTAQUE

La sélection d'un mode d'attaque A-G surpassera la fonction CRUS active. A la sortie du mode d'attaque, la fonction CRUS redevient active.

ENDURANCE MAXIMALE (EDR)

La fonction EDR permet un guidage en vitesse afin d'assurer un temps maximal de vol à l'altitude actuelle. Cette vitesse correspond à l'incidence de portance maximale (9-10°).

Lorsque la fonction EDR est sélectionnée, le MMC positionne un chevron de guidage sur l'échelle linéaire de vitesse (si elle est affichée).

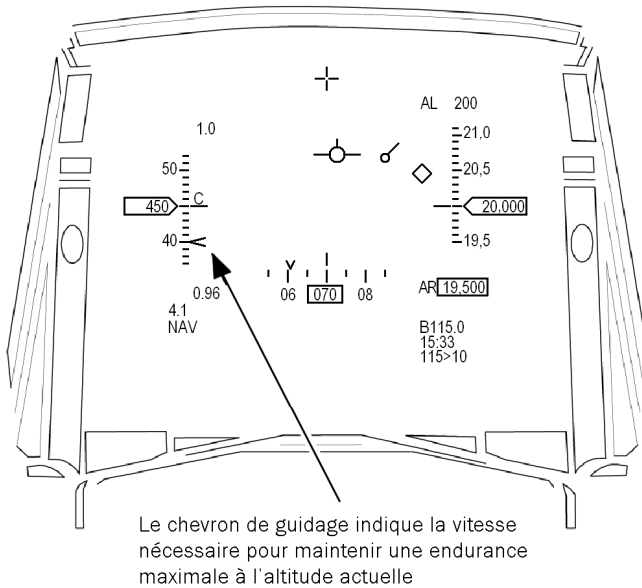
La page CRUS-EDR affiche, pour le but de destination sélectionné :

- Le temps restant estimé avant l'alarme bas niveau de carburant (TO BNGO).
- Le nombre de Mach à maintenir pour avoir une endurance maximale à cette altitude.
- Les paramètres du vent.

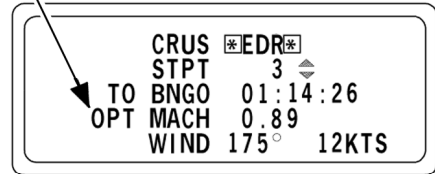
Procédure endurance maximale

1. DED – page CNI affichée.
2. ICP – pressez la touche CRUS.
 - a. DED – vérifiez la page CRUS EDR. Dans le cas contraire y accéder à l'aide de la position SEQ du DCS ou par n'importe quelle touche 1-9 de l'ICP.
3. ICP – pressez la touche M-SEL.
 - a. HUD – vérifiez l'apparition du chevron de guidage en vitesse.

Fonction CRUS - EDR



Nombre de Mach optimal pour une endurance max à l'altitude actuelle



- ICP – modifiez le but de navigation devant servir de base aux calculs (si nécessaire).

DEROUTEMENT (HOME)

La fonction HOME permet un guidage en vitesse et en altitude jusqu'à un but défini comme terrain de déroutement, et en utilisant le minimum de carburant. Cette trajectoire prévoit une montée économique plein gaz sec, un segment de montée en croisière où l'altitude augmente à mesure que le carburant est consommé, et une percée programmée jusqu'à un point situé à 5 000 pieds au dessus du terrain choisi. La fonction HOME est également utilisée pour déterminer le point de déroutement sur lequel le bingo est calculé.

Lorsque la fonction HOME est sélectionnée, le MMC positionne un chevron sur l'échelle de vitesse et un autre sur l'échelle d'altitude. Dans cette version le but de destination n'aura pas changé. Il conviendra donc de préalablement sélectionner le numéro du but de déroutement, avant d'activer la fonction, afin d'avoir une navigation cohérente sur le HSI et au HUD.

La page CRUS-HOME affiche, pour un but de déroutement sélectionné (HMPT) :

- La quantité restante estimée de carburant à la verticale du terrain.

- L'altitude optimale à atteindre pour avoir la meilleure distance maximale franchissable (OPT ALT).
- Les paramètres du vent.

Sans sélection de la fonction HOME, le but défini pour les calculs peut être modifié par la touche suivant/précédent (ou le clavier). Ceci permet de visualiser le carburant restant sur divers but de la base de données sans modifier la navigation actuelle vers le but de destination.

Le carburant restant estimé sur le terrain de déroutement est calculé dans tous les modes supérieurs. Une estimation inférieure à 800 lbs, provoquera une alarme de bas niveau de carburant. Pour plus de détails, voir la section ALARME BAS NIVEAU CARBURANT dans ce chapitre.

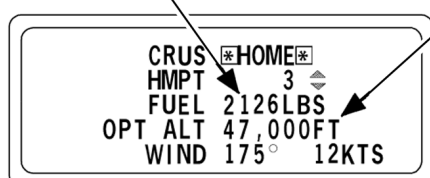
Procédure HOME

- DED – page CNI affichée.
- ICP – pressez la touche CRUS.
 - DED – vérifiez la page CRUS HOME. Dans le cas contraire y accéder à l'aide de la position SEQ du DCS ou par n'importe quelle touche 1-9 de l'ICP.

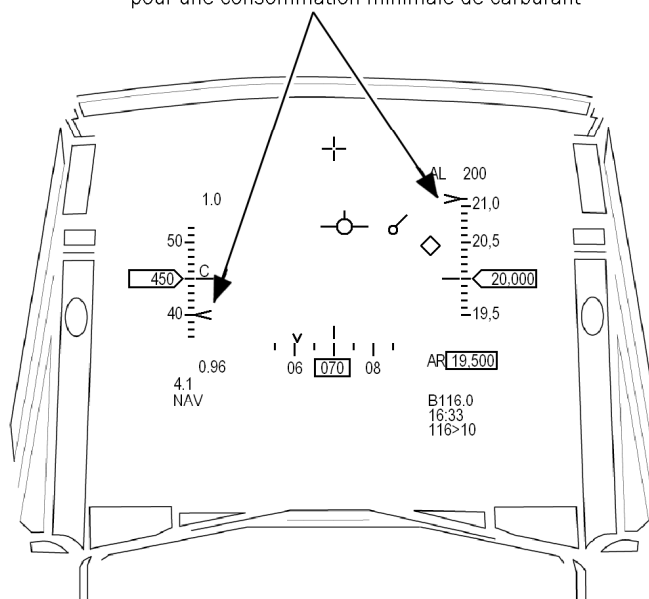
Fonction CRUS - HOME

Quantité restante estimée de carburant à la verticale du terrain

Altitude optimale de croisière



Chevrons de guidage en vitesse et altitude pour une consommation minimale de carburant



FR1F-16BMS-34-1-001X220@

3. ICP – Sélectionnez le terrain de déroutement (HMPT) par insertion ou défilement.
 - a. DED – Contrôlez le carburant restant estimé sur ce point.
4. ICP – Appuyez sur la touche M-SEL.
 - a. Vérifiez l’affichage des chevrons de guidage sur les échelles vitesse et altitude.
 - b. Vérifiez que le numéro du but de destination corresponde bien au terrain de déroutement sélectionné.

condition que le pilote respecte la trajectoire optimale indiquée par les réticules du HUD.

- La configuration réelle d’emport a été chargée dans le SMS. Si le SMS est sur arrêt, la configuration utilisée par le MMC sera la dernière connue.
- Les paramètres du vent sont supposés constants jusqu’au terrain de déroutement.

Particularité de la fonction HOME

VALEUR DE CARBURANT NEGATIVE

Une valeur négative de carburant restant signale que le but de navigation sélectionné pour le déroutement est trop éloigné.

BASES DE CALCUL

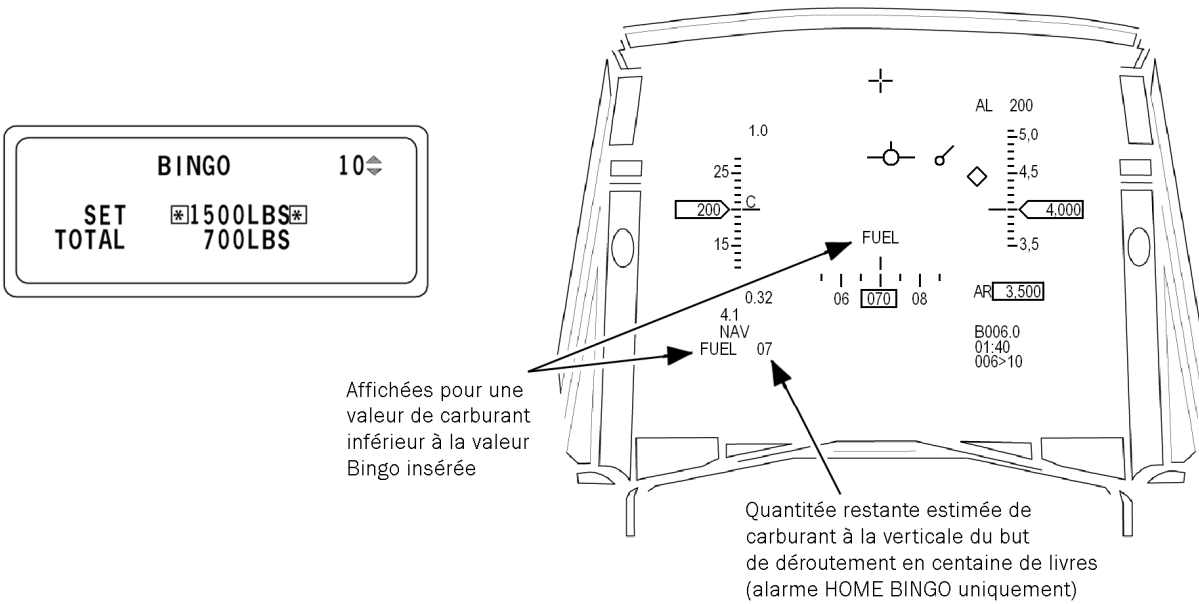
Les calculs de gestion temps/carburant sont basés sur les hypothèses suivantes :

- La valeur estimée de carburant restant sur un terrain de déroutement ne sera vraie qu’à la

ALARME BAS NIVEAU CARBURANT

La fonction Bingo permet au pilote d’insérer une valeur de bas niveau de carburant à l’aide des commandes frontales. L’alarme Bingo se déclenche lorsque la plus petite masse de carburant entre les réservoirs interne et la capacité totale descend en dessous de la valeur insérée. L’alarme consiste en l’apparition clignotante du label FUEL dans l’étiquette 12, l’apparition du label FUEL dans l’étiquette 15 du HUD, et l’alarme vocale (BINGO-BINGO) dans le casque pilote. L’alarme clignotante au centre du HUD peut être occultée à l’aide de la position WARN RESET de l’interrupteur d’annulation dérive/alarme de l’ICP. L’ensemble des trois alarmes peut être réinitialisé en insérant une valeur de bingo inférieure à la masse de carburant (la plus basse entre le total ou l’interne) ayant déclenché

Alarmes carburant



FR1F-16BMS-34-1-001X221@

l’alarme. La valeur Bingo doit être vérifié ou inséré durant la phase de préparation de la mission, mais peut être modifié à tous moment durant le vol.

PROCEDURES D’ALARME BINGO

1. ICP – touche LIST.
2. ICP – sélectionner la page BNGO.
Le DED affiche la dernière valeur Bingo ainsi que le carburant restant.
3. ICP – insérer une nouvelle valeur et valider avec la touche ENTR.

Particularités de la fonction BINGO

VALEUR INITIALE

Sur cette version, la valeur BINGO est initialisée à 1 500 lbs à chaque lancement du système d’arme.

DOUBLE ALARME CARBURANT

Il existe deux motifs de déclenchement de l’alarme carburant, l’alarme Bingo et l’alarme Home. Dans les deux cas, apparaît le label FUEL clignotant au centre du HUD et ce de manière indépendante. Si les deux alarmes apparaissent, l’étiquette 15 affichera le label FUEL pour l’alarme Bingo ainsi que la quantité

estimé de carburant restant au-dessus du point de détournement (en centaines de livres) pour l’alarme Home.

SELECTEUR DE JAUGEAGE DES RESERVOIRS

Les calculs du Bingo sont basé sur la plus petite valeur entre la masse de carburant interne et la masse totale, quel que soit la position du sélecteur de jaugeage des réservoirs (FUEL QTY SEL). La masse de carburant interne est par défaut supposé à une valeur fixe (6667 lbs) lorsque le sélecteur se trouve dans une position autre que NORM. Par conséquent, lorsque le sélecteur est sur une position autre que NORM, l’alarme Bingo apparaîtra uniquement pour une masse totale inférieure (du fait que la valeur du jaugeage des réservoirs internes est figée).

DANGER

Si le sélecteur de jaugeage des réservoirs n’est pas sur la position NORM, des pannes de transfert peuvent entrainer une arrivée tardive voire une absence de l’alarme Bingo.

ALARME DE TRANSFERT CARBURANT

L'alarme de transfert carburant est affichée sur le HUD. Cette affichage comprend l'apparition des label FUEL clignotant dans l'étiquette 12 et TRP FUEL dans l'étiquette 15. L'alarme clignotante au centre du HUD peut être acquittée à l'aide de l'interrupteur DRIFT/CO en position WARN RESET. Le label TRP FUEL est quand à lui réinitialisé si la panne de transfert disparaît ou si l'avion a été ravitaillé en carburant (au moins 500 lbs). Dans le cas d'une réinitialisation du MMC, toute condition persistante de panne de transfert sera considéré comme une nouvelle occurrence de panne.

SUIVI DE TERRAIN (TF)

A suivre...

RECALAGE DE POSITION (FIX)

Le recalage de position n'est pas implémenté sur cette version.

RECALAGE D'ALTITUDE (ACAL)

Le recalage d'altitude n'est pas implémenté sur cette version.