

Air-air 2

2.2.1 : Utilisation du radar air-air à longue distance
Le mode CRM et sous-mode RWS

Table des matières

Introduction.....	3
Présentation de la page FCR sur le MFD.....	4
Affichage des contacts sur le MFD.....	5
Les différents réglages du radar.....	7
Utilisation du radar en CRM sous-mode RWS.....	11
Gestion du bouton TMS.....	15
INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES.....	16

Introduction

Après l'étude du radar air-air du F16 dans le combat rapproché (close air combat : CAC), dans le mode ACM, nous allons aborder ici l'utilisation du radar air-air dans son utilisation la plus courante : à longue distance au-delà de la portée visuelle.

On parlera dans ce cas de BVR : Beyond Visual Range

Mais d'abord un mot sur le fonctionnement d'un radar et notamment celui qui est simulé dans Falcon BMS, l'APG-68.

Pour faire simple, l'APG-68 est un radar basé sur l'effet doppler. Une onde est émise par le radar, puis réfléchi par un appareil lorsque cette onde le percute et enfin, elle revient vers le radar. La vitesse de rapprochement de l'appareil va occasionner un décalage de fréquence qui permettra au radar de détecter la cible et donc de l'afficher sur le MFD.

Le mode radar qui permet ce type de recherche et qui sera développé dans cette doc est :

CRM : Combined Radar Mode, dans le sous-mode **RWS : Range While Search**.

Le radar (FCR = Fire Control Radar) du F16 dans Falcon BMS qui est réglé par défaut, lorsqu'on lance la simulation en *taxi* ou bien en *runway* est le mode CRM en sous-mode RWS, et ce n'est pas un hasard. A noter qu'en Rampstart, lors de la mise sous tension du FCR, celui-ci effectuera un built test qui durera environ 150 seconds. Ne pas rentrer mode air-sol durant ce test au risque de la planter.

En effet, ce réglage du radar est celui qui est principalement utilisé durant toutes les phases de transit d'une patrouille de chasseurs, notamment quand celle-ci cherche à savoir si une menace aérienne est en cours de progression vers elle, ou bien si une zone de travail (strike par exemple) est libre de menace aérienne.

C'est aussi ce réglage qui permet de réaliser des engagements air/air et de délivrer de l'armement guidé ou non (selon la distance et l'arme employée) par le radar de l'avion. En plus du RWS, d'autres sous-modes sont disponibles. Ils sont également utiles dans l'engagement air-air en BVR (par exemple le TWS,...) mais ceci fait l'objet d'un autre module EDC (Niveau 3).

Pour ce module, vous devez vous assurer d'avoir correctement programmé votre Hotas. Les commandes nécessaires sont :

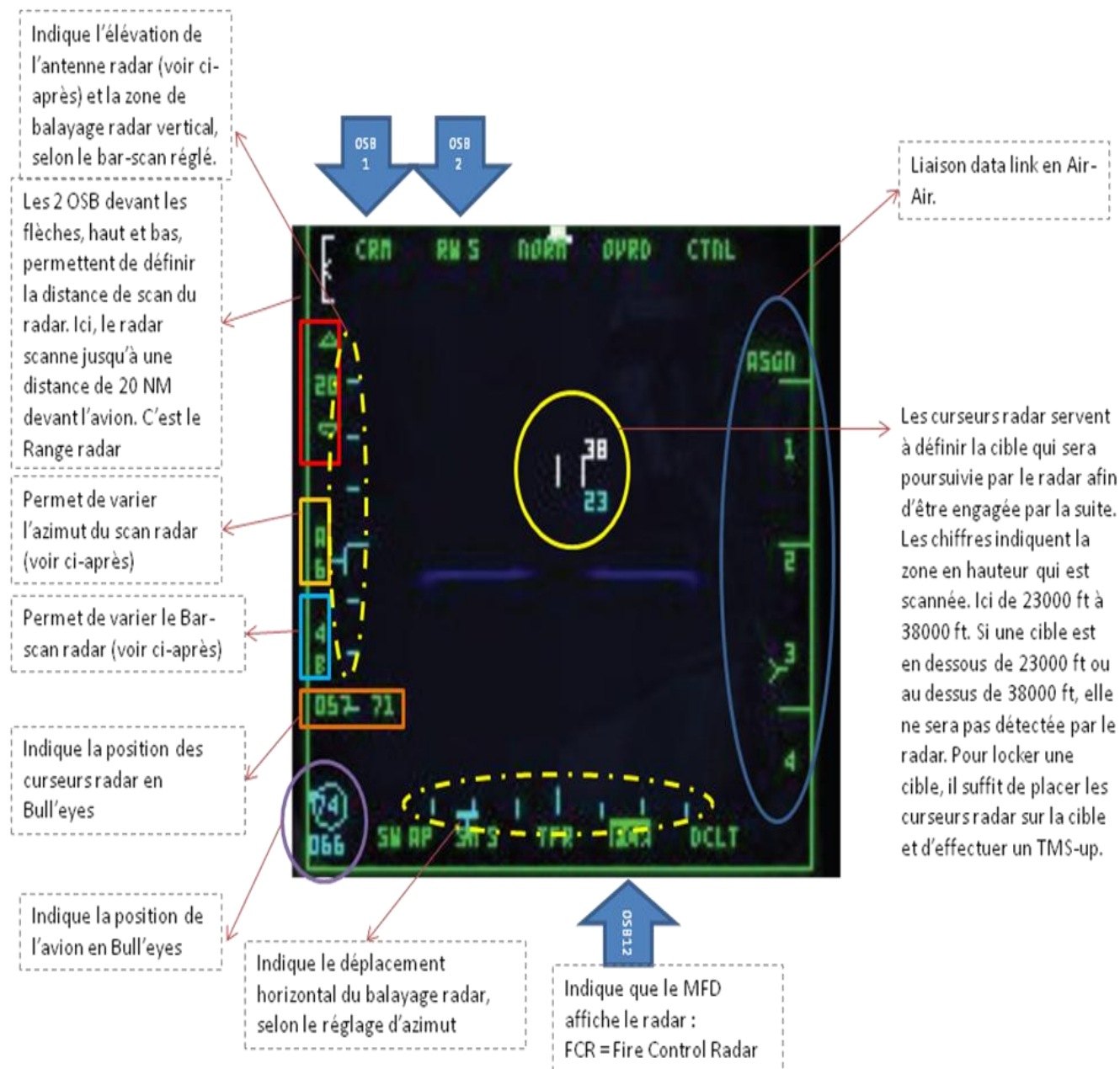
- Le déplacement des curseurs radar (ministick souris) (throttle)
- Le réglage de l'élévation d'antenne (throttle)
- TMS : Target Management System (Stick)
- Pinky switch
- DMS ; Display Management System (Stick)

Voir la documentation Falcon BMS.

1) Présentation de la page FCR sur le MFD du mode CRM, sous-mode RWS

Voici une description du MFD (souvent celui de gauche) dans le mode CRM et sous-mode RWS.

Pour sélectionner le mode CRM, il faudra appuyer sur l'OSB 1, puis choisir sur la gauche du MFD le mode CRM. Pour choisir le sous-mode RWS, il convient d'appuyer autant de fois que nécessaire sur l'OSB2 en faisant défiler tous les sous-modes, jusqu'à affichage de l'indication RWS.



2) L'affichage des contacts sur le MFD : comment cela fonctionne

2-1 : Zone de détection du radar :

Avant d'aller plus loin, il est nécessaire de comprendre comment et pourquoi le contact s'affiche (ou pas) sur le MFD.

Tout d'abord, pour qu'un contact puisse apparaître sur notre MFD, il doit se situer dans le cône radar, c'est-à-dire dans la zone de détection scannée par le radar. Si un appareil se trouve dans cette zone (avion A fig.1) et qu'il a une vitesse de rapprochement positive ou négative suffisante, alors il apparaîtra comme contact sur le MFD page FCR. En revanche, l'avion B (fig.1) qui se trouve en dehors de cette zone de scan, n'apparaîtra pas sur le MFD.

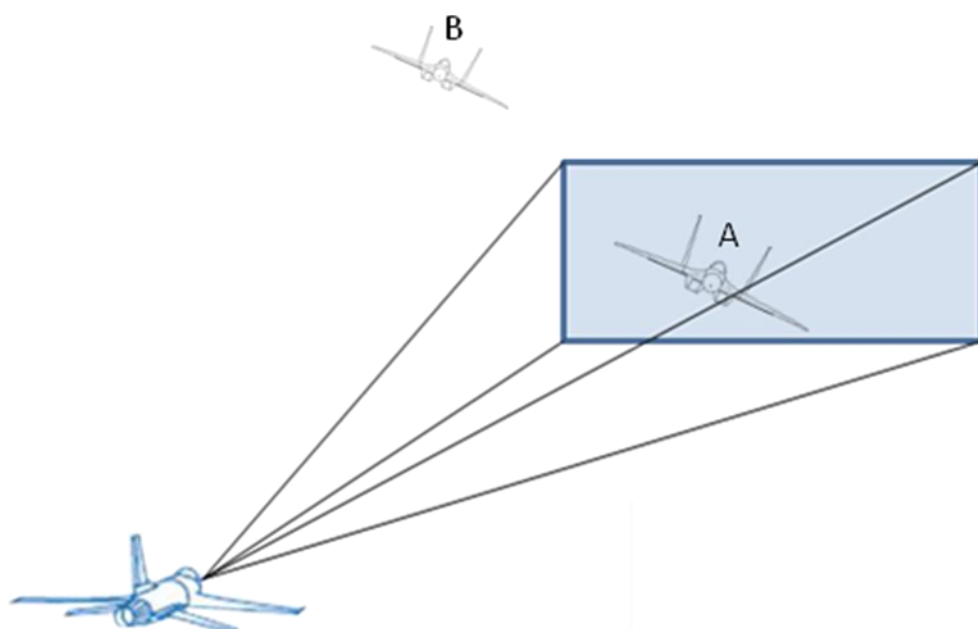


Fig.1

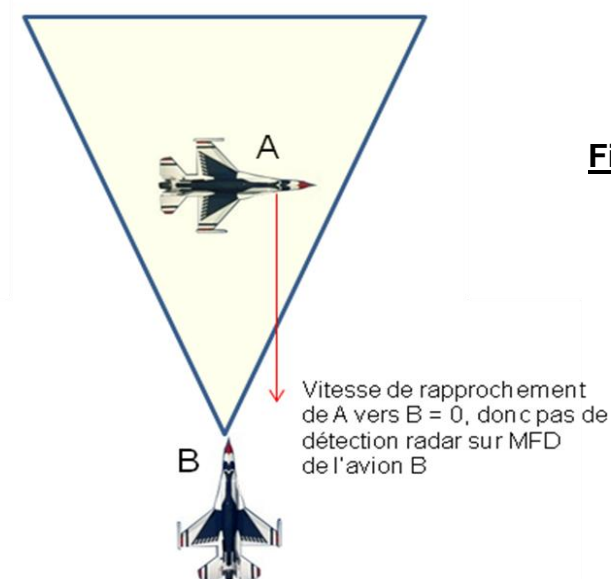
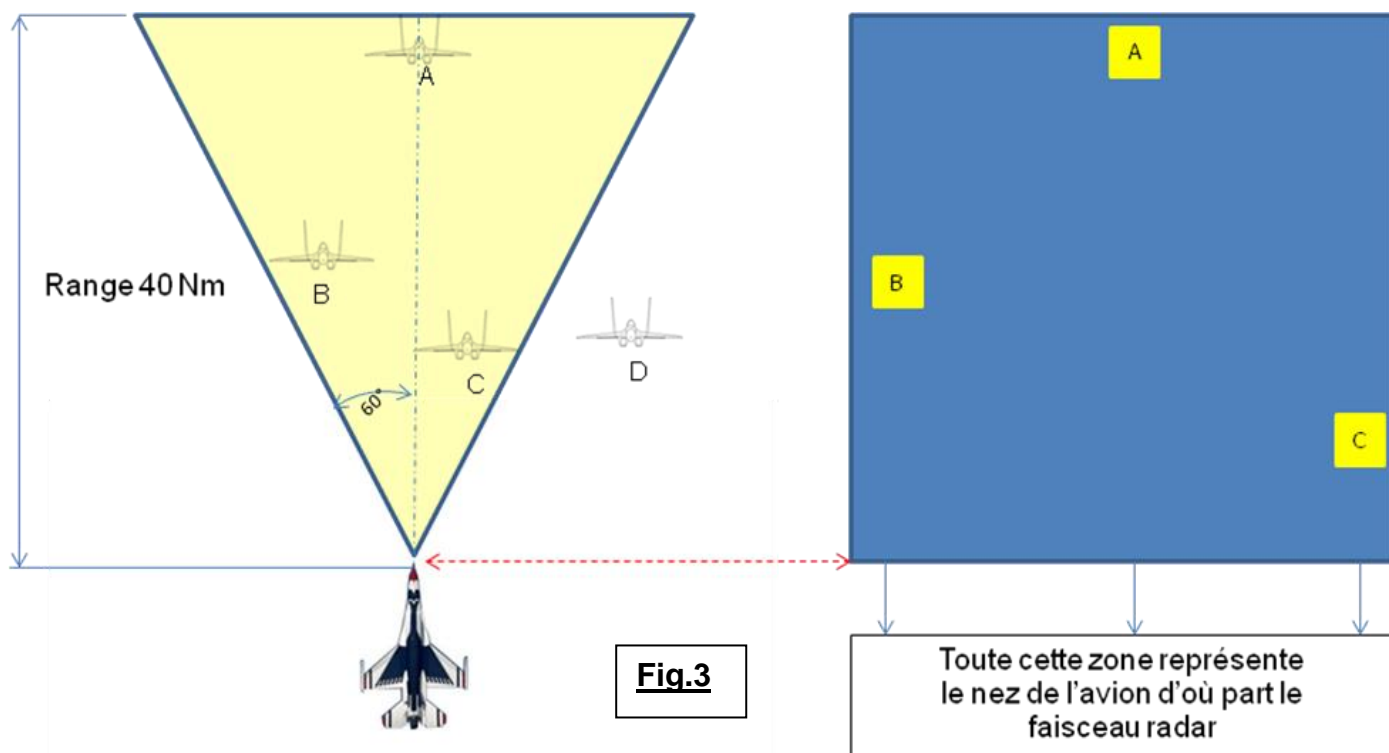


Fig.2

Dans la situation décrite en Fig.2, bien que l'avion A se trouve dans la zone de détection du radar de l'avion B, il ne sera pas affiché sur le MFD, page FCR, de l'avion B, car la vitesse de rapprochement de l'avion A vers l'avion B est nulle.

2-2 : La représentation B :

En représentation à plat, sur un seul plan, la zone de détection du radar forme un triangle dont un sommet est le nez de l'avion. Sur le MFD, cette même zone de détection sera représentée sous la forme d'un carré où le côté du carré situé en bas est le nez de l'avion. C'est ce qui s'appelle la représentation B.



Sur cette figure, on constate que les 3 appareils A,B,C qui sont situés dans la zone de détection du radar (partie gauche de Fig.3), sont représentés dans le MFD (partie droite de fig.3). L'avion D n'apparaît pas car situé en dehors de la zone de détection.

Avion A : il est à une distance d'environ 40Nm, bien dans l'axe du F16. Il est donc représenté tout en haut du MFD (réglé sur un range 40 Nm), et au centre de celui-ci.

Avion B : Est à une distance d'environ 20 Nm dans les 10h-11h du F16. Sur la représentation B, il sera situé complètement à gauche en abscisse car l'avion B se trouve dans la limite gauche de la zone de scan radar. Il est situé à mi distance en ordonnée, puisque le range radar qui est réglé est 40Nm et que l'avion B se trouve à 20 Nm.

Avion C : Il est situé dans les 1 heures du F16 à environ 10 Nm. Il apparaîtra complètement à droite du MFD puisqu'il se trouve en limite droite de la zone de scan radar. Il est situé à $\frac{1}{4}$ de la distance en ordonnée puisque le range radar est réglé sur 40Nm et que l'avion C se trouve à environ 10 Nm.

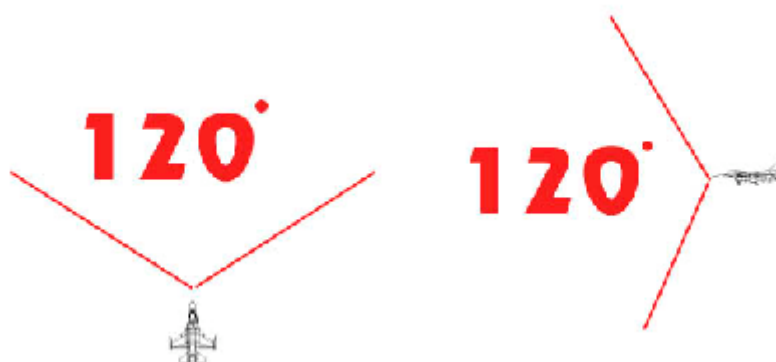
En résumé, lorsqu'un contact apparaît sur le MFD, en page FCR, son abscisse correspond à sa position azimuth par rapport au nez de l'avion et son ordonnée à la distance par

rapport au nez de l'avion, en fonction de l'échelle définie par le range radar qui sera réglé.

Dans notre exemple, si on réglait le range radar sur 80 Nm, l'avion A serait situé au milieu du MFD.

3) Les différents réglages du radar :

Comme l'indique sur le schéma ci-dessous, le radar du F16 est capable de surveiller un secteur dont les limites sont de 120° horizontal et 120° vertical, devant l'avion.



Il est possible de modifier 4 paramètres de réglage du radar dans le but de :

- Scanner une zone différente que celle réglée
- Optimiser la recherche d'un contact ou accélérer le rafraichissement afin d'avoir une Situation Awareness (SA) la plus actualisée possible.

3-1) Le range radar :

Cela correspond au réglage en distance de l'échelle d'affichage sur le MFD exprimée en milles nautiques (Nm). La plus petite valeur est 5 Nm et la plus grande est 160 Nm et s'incrémente en multipliant par 2 la distance de réglage précédente (5 ; 10 ; 20 ; 40 ; 80 ; 160).

3-2) l'Azimut Radar :

Il s'agit du réglage angulaire de la zone scannée sachant que la détection s'effectue par un balayage horizontal. En sous-mode RWS, trois réglages sont possibles :

- A6 : 60° à gauche et 60° à droite, soit 120° au total.
- A3 : 30° à gauche et 30° à droite, soit 60° au total
- A1 : 10° à gauche et 10° à droite, soit 20° au total

La modification de réglage s'effectue soit en pressant l'OSB situé à coté de l'indication Ax, soit en déplaçant les curseurs radar latéralement (axe X) et en allant au-delà de la limite du MFD.

Dès lors qu'un réglage inférieur à A6 est appliqué, ce ne sont plus les limites du MFD qui définissent la zone scannée, mais deux lignes bleues verticales qui apparaissent dans le MFD représentant la nouvelle limite de détection.



Lorsque l'on déplace les curseurs en limite d'une des lignes bleues, cela a pour effet de déplacer la zone de détection dans le même sens, dans la limite du MFD. A noter que sur le HSD, la zone de détection angulaire bleue varie également fonction du réglage d'azimut.

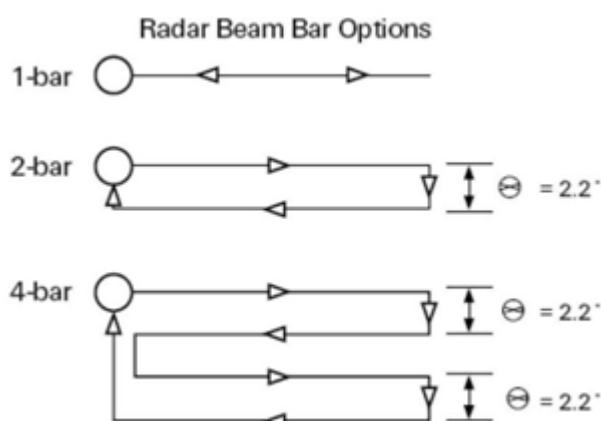


L'intérêt de réduire la zone scannée est tout simplement d'accélérer la détection d'un contact. En effet, la zone a scannée étant réduite, le balayage horizontal à l'intérieur de cette zone prendra moins de temps.

3-3 Le Bar scan :

Après avoir effectué un balayage horizontal sur environ 3° de hauteur, le radar va pouvoir poursuivre sa détection en décalant sur le plan vertical son balayage pour ainsi scanner une zone plus importante.

Le Barscan permet de régler la zone verticale qui sera scannée en modifiant le nombre fois où le radar décalera son balayage, sur le plan vertical.



Le dessin ci-dessus illustre parfaitement ce qu'il se passe, selon le réglage qui s'effectue en pressant l'OSB à côté de l'indication Bx.

B4 : 4 balayages sur le plan vertical

B2 : 2 balayages sur le plan vertical

B1 : 1 balayage sur le plan vertical

En B4, le réglage maximum, la zone détection qui sera scannée sera d'environ 12° (4X3°).

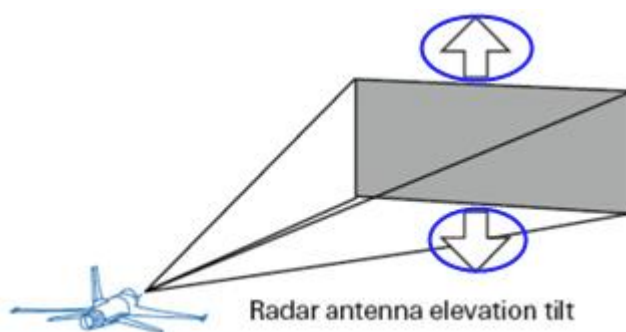
L'intérêt est exactement le même que pour le réglage d'azimut : le gain de temps dans la détection d'un contact.

Par conséquent, le cycle de détection du radar sera plus long si le réglage est A6 et B4 que si nous réglons A1 et B1.

3-4) Elévation d'antenne : Tilt.

Ce réglage est commandé sur le Hotas (rotatif sur un cougar) de même que le déplacement des curseurs radar (mini stick souris)

Une fois la zone de détection définie (Range, Azimuth, Barscan), il va être possible de la déplacer sur le plan vertical. Le déplacement est limité à 60° vers le haut et de 60° vers le bas, 120° au total.



Si la zone de détection est réglée vers le haut par rapport à l'avion, on parlera de Look up. Si, au contraire, la zone de détection est réglée vers le bas, on parlera alors de Look down.

Sur la droite des curseurs radar apparaissent la limite plafond et la limite planché sur le plan vertical de la zone de détection. Ces valeurs évoluent si :

- Le réglage du Barscan est modifié
- Le réglage d'élévation d'antenne est modifié
- Le range radar est modifié
- La position des curseurs est modifiée en ordonnée.



4) Utilisation du radar en CRM et sous-mode RWS :

Le mode RWS est le mode de recherche standard, soit en surveillance aérienne dans des phases telles que le Transit, Barcap, Havcap, Ambushcap, Escort... soit en phase de recherche de contacts hostiles dans un secteur déterminé (Sweep, Interception...).

Le radar comporte 4 états qui seront développés ci-dessous : RWS (normal) – SAM – TTS – STT.

Le tir d'un missile air-air pourra s'effectuer soit en SAM, TTS et STT.

Important : le SOI (sensor of interest) devra être sur le FCR. Le cadre blanc dessiné autour du MFD indique que le SOI est sur ce MFD.

4-1) Mode « normal » du RWS

Les contacts sont représentés par des carrés blanc.

Une petite ligne (queue) indique si la vitesse de rapprochement est positive (ligne pointant vers le bas) ou si la vitesse de rapprochement est négative (pointant vers le haut). Le passage du curseur sur un contact permet d'en connaître son altitude.

Dans cet état du mode RWS, il n'y a pas beaucoup d'information sur le contact qui apparaît sur le MFD.



Ce mode possède une fonction zoom (Pinky switch ou clic sur l'osb NORM en haut de la page Radar) qui permet de distinguer les avions d'un vol en patrouille serrée.

Une boîte de référence de 2 Nm x 2 Nm est affichée autour du curseur. Et la distance affichée n'est plus que d'1/4 de la distance de l'échelle de portée sélectionnée.

Note : Le zoom en STT existe mais est inutile

4-2) MODE SAM (SITUATIONAL AWARENESS MODE)

Désigner un contact (*search target*), c'est-à-dire effectuer un appui sur le TMS-haut avec les curseurs placés sur ce contact, alors que le radar est en RWS, fait en sorte que ce contact soit "buggé" (il passe du statut de *search target* à celui de *bugged track file*), et le radar passe alors en sous-mode SAM.

Ce mode permet de poursuivre une cible tout en continuant un balayage en mode RWS autour du curseur radar (la largeur du scan devient plus faible ainsi que le nombre de barre) et ainsi permet de garder une S.A. (Situation Awareness) sur les autres contacts détectés.

On obtient dès lors plus d'information sur le contact

- Son angle d'aspect (18L)
- Son cap Magnétique (130)
- Sa vitesse (370 kts)
- La vitesse de rapprochement (+872 kts si on s'en éloignait on aurait un -) il s'agit de l'addition de notre vitesse avec celle du contact buggé.

Ce mode permet d'effectuer un tir de missile.



Dès qu'un contact est buggé sur le radar, l'information se répercute sur le HSD. A noter que si un contact est buggé par l'un des avions de notre flight, l'information sera également répercutée sur le HSD via la liaison datalink.

Le RWR (ou système équivalent) de l'appareil buggé indiquera qu'il est spoté.

4-3) TTS TWO TARGET SAM (MODE DE SURVEILLANCE DE LA SITUATION, DEUX-CIBLES)

Le TTS poursuit simultanément deux cibles tout en maintenant un volume de balayage radar centré autour de la cible (non-buggée) secondaire.

On passe en TTS en effectuant un TMS-up sur une autre cible alors que l'on en suit déjà une en mode SAM.

Ceci a pour effet de définir la deuxième cible comme étant la cible secondaire.

Un TMS-Droit, inférieur à une seconde, permettra d'alterner entre les deux cibles la poursuite radar, la cible primaire devenant la cible secondaire, et vice-versa.

Lorsque les deux cibles se trouvent à plus de 10 nautiques du radar, le volume de recherche est fixé à 50 degrés en azimut et 3 barres en élévation. Le volume de balayage est centré en azimut autour des curseurs, et est contrôlé en élévation via la commande habituelle.

Lorsque chacune des deux cibles se trouve à moins de dix nautiques, la recherche est suspendue et le radar passe en poursuite continue alternativement sur la cible primaire et la cible secondaire (ping-pong).



Quand la cible primaire se trouve à moins de trois nautiques, le radar abandonne alors automatiquement la poursuite sur la cible secondaire, et passe en STT sur la cible primaire.

Effectuer une désignation sur une cible buggée lorsque le radar est déjà dans le sous-mode SAM fait passer le radar en STT sur cette cible, donc en poursuite continue sur celle-ci.

A noter : Que l'on soit en SAM ou en TTS, il est possible de déplacer la zone de scan en dehors de la zone où se trouve la(les) cible(s) poursuivie(s). En SAM, le radar effectuera 3 balayages dans la nouvelle zone de scan, puis effectuera un balayage d'une seconde là où se trouve le contact déjà poursuivi pour ainsi actualiser les paramètres le concernant. En TTS, il effectuera en plus un balayage sur la 2^{ème} cible suivie.

4-4) STT SINGLE TARGET TRACKING (MODE CIBLE UNIQUE)

On passe en STT si on effectue un TMS-up sur une cible déjà suivie en SAM ou lorsque l'on est en mode TTS et que la cible primaire passe à moins de 3 Nm de nous.

Le Single Target Track (STT) verrouille l'antenne radar sur la cible et déploie toute l'énergie radar à la poursuite de la cible (ce qui fait perdre la SA). Le STT fournit la meilleure probabilité de maintenir la poursuite mais activera le RWR de l'appareil cible (spike).

Le tir missile est évidemment possible.



Le système NTCR (Non Cooperative Target Recognition) permet d'obtenir une information sur le type d'appareil qui est verrouillé. Ce système est efficace à une distance inférieure à environ 25 Nm, à une altitude proche de la cible, soit en face à face (hot) soit dans les 6 heures de la cible (cold). Le système est capable de reconnaître les aubes du réacteur (un peu comme pour la cavitation pour les sous-marins), en déduire un type de moteur et donc un type d'avion par comparaison avec une base de données. Si le système parvient à reconnaître la cible, le nom du type d'appareil s'affiche sur la page FCR, en haut au milieu entre le cap et la vitesse du contact. (ex : MG29 pour un MIG-29). Si le système ne parvient pas à identifier l'appareil, il s'affichera « Unknown ». Pendant l'analyse, l'indication « wait » apparaît sur la page FCR.



Attention, si deux avions différents sont équipés d'un modèle de moteur identique, alors ce sera le premier modèle d'appareil figurant dans la liste de la base donnée qui sera affiché sur le MFD.

Ce système se déclenche dans les situations suivantes :

- En STT du mode RWS et ULS.
- Dès qu'un contact est buggé en TWS (SMT et STT).

5) GESTION DU BOUTON TMS (TARGET MANAGEMENT SWITCH)

TMS-haut

Servira à passer du RWS au SAM, du SAM au TTS ou STT en fonction de ce qui est ciblé. En maintenant le bouton tms-up enfoncé, on concentre le faisceau radar dans une zone précise, faisant passer l'azimut en A1 et le barscan en B3. Ceci est très utile pour « casser » le brouillage que peut émettre l'avion cible.

TMS-bas

Permet de suivre la même séquence, en sens inverse. Par exemple, si le pilote désigne une cible, passant ainsi le radar en sous-mode SAM un TMS-bas aura pour effet de retransformer la cible buggée en simple contact, et le radar repassera en sous-mode RWS.

- Un TMS-bas en STT fera passer le radar en TTS si une cible secondaire est extrapolée, ou bien en SAM s'il ne se trouve aucune cible secondaire.

- Un TMS-bas depuis le sous-mode TTS basculera le radar dans le sous-mode SAM, et un TMS bas depuis le sous-mode SAM fera à nouveau passer le radar dans le sous-mode RWS.

TMS-droit

Presser plus d'une seconde :

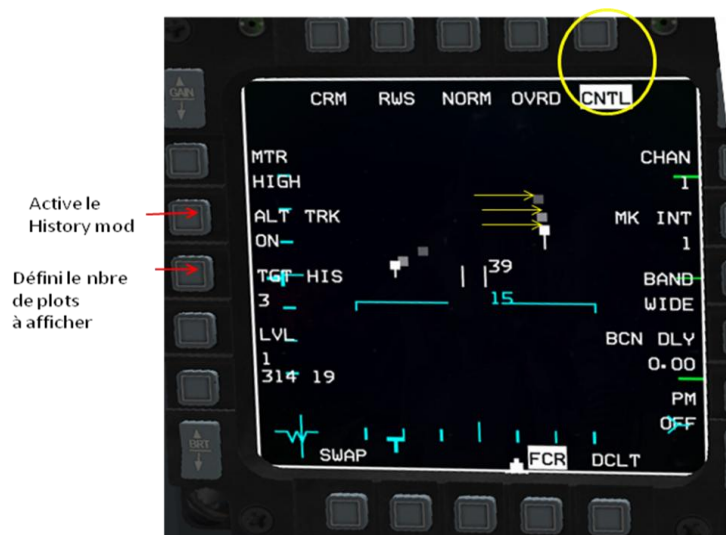
Dans chacun de ces sous-modes (RWS, SAM, TTS, STT), cela aura pour effet de faire passer le radar dans le sous-mode TWS et inversement. Toute cible déjà buggée le restera en TWS.

Ce sous-mode sera développé dans une autre documentation EDC du niveau 3.

6) INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

6-1) Page CTNL :

A ce stade, ce que l'on peut retenir de cette page est l'activation (ou non) d'un mode d'affichage appelé : history mode. Une fois ce mode activé, la page FCR affichera des plots fantômes de teintes différentes indiquant ainsi la position qu'avait le contact lors du balayage précédent. Le contact est blanc, la position précédente gris clair, celle encore d'avant gris foncé.



6-2) Affichage d'un contact « Music on »

La plus part des chasseurs modernes peuvent embarquer un brouilleur électromagnétique (jammer) permettant de masquer certaines informations les concernant. C'est notamment le cas pour le F16 qui, selon les versions, peut embarquer un pod ECM soit AN/ALQ-131 (30° devant et derrière) ou AN/ALQ-184 (60° devant et derrière).

Lorsqu'un avion active son brouilleur on dit qu'il est « music on » ou « jammer on ». Lorsqu'il l'éteint, on dit qu'il est « music off » ou « jammer off ».

Le brouillage ne permet pas d'effectuer un lock target de loin, ne permet pas de connaître l'altitude, et si les avions sont groupés, ne permet pas d'en connaître le nombre à longue distance. En revanche, du fait de la puissance électromagnétique émise par le pod ecm, la position du contact est connue de très loin, plus loin que si celui-ci était resté music off. A moins de 25 Nm, le radar parvient malgré le brouillage à locker une cible.



ACROLYS