

Académie de Vol Militaire C6

Modes radar air-air CRM

Version 2.0, de mars 2021

Table des matières.

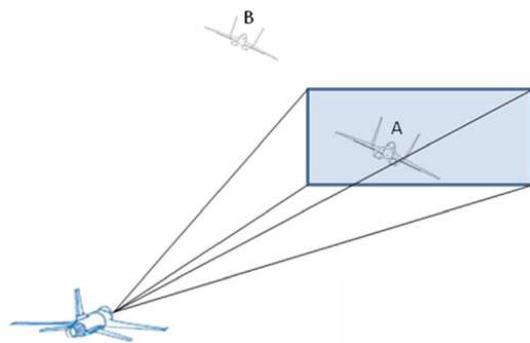
1	INTRODUCTION	3
1.1	Principe général d'un radar Air-Air	3
1.2	Effet Doppler.....	3
1.3	Représentation B.....	4
1.4	Prérequis	5
2	ORIENTATION DE L'ANTENNE RADAR	6
2.1	Volume de Scan	6
2.2	Contrôle en Azimut	6
2.3	Contrôle en Elévation	6
2.4	Contrôle de la Distance affichée	8
3	LE RADAR SUR LE MFD.....	9
3.1	Page Radar CRM (Informations et contrôles de base)	9
3.2	Page Radar CRM (Informations dynamiques)	10
3.3	Page Radar CRM (Informations complémentaires)	11
3.4	Sous-page Control Radar CRM.....	11
3.5	Page Radar CRM (Expanded View).....	12
3.6	La symbologie des cibles	12
4	LES SOUS MODES DE RECHERCHE (SEARCH)	13
4.1	Range-While-Search (RWS) (Identification de la Distance en Recherche)	13
4.2	Up-Look Search (ULS) (Recherche vers le Haut)	13
4.3	Velocity Search and Range (VSR) (Recherche par la Vitesse avec Identification de la Distance) 13	
5	LES SOUS-MODES DE SUIVI (TRACK / BUG)	14
5.1	Single Target Situation Awareness Mode (ST SAM) (Mode Surveillance de la Situation avec Suivi d'une Cible)	14
5.2	Single Target Trackig (STT) (Poursuite de Cible Unique).....	14
5.3	Dual Target SAM (DT SAM) (Mode Surveillance de la Situation avec Suivi de deux Cibles).....	14
5.4	Dual Target Track (DTT) (Poursuite de Deux Cibles)	15
5.5	Track While Scan (TWS) (Poursuite Multiple).....	15
6	Compléments et Synthèse	17
6.1	Contact « Music on »	17
6.2	DataLink.....	18
6.3	Non-Cooperative Target Recognition (NCTR)	19
6.4	Utilisation du Target Management Switch (TMS).....	20
	TMS-haut.....	20
	TMS-bas	20
	TMS-droit.....	20
	TMS-gauche.....	20
6.5	Navigation entre les Sous-Modèles.....	20
	Quel mode choisir ?	20
	Synthèse de navigation entre les différents Sous Modes	21
7	BIBLIOGRAPHIE	22

1 INTRODUCTION

1.1 Principe général d'un radar Air-Air

Avant d'aller plus loin, il est nécessaire de comprendre comment et pourquoi un contact sera détecté (ou pas) par le radar.

Tout d'abord, pour qu'un contact puisse être détecté, il doit se situer dans le cône radar, c'est-à-dire dans la zone de détection scannée par le radar.



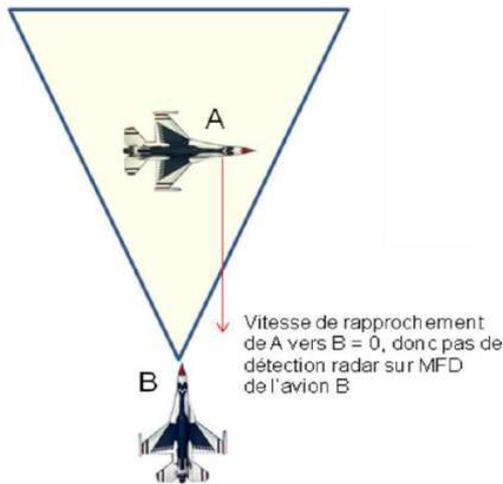
Si un appareil se trouve dans cette zone (avion A fig.1) alors il sera détecté par le radar. En revanche, l'avion B (fig.1) qui se trouve en dehors de cette zone de scan, ne sera pas détecté par le radar.

1.2 Effet Doppler

Le radar Air/Air AN/APG-68 du F-16 est un radar numérique Doppler basé sur l'étude de l'effet Doppler-Fizeau. Son principe veut que toute onde qui vient (ou revient) d'un objet en déplacement connaisse un décalage de fréquence fonction de la vitesse de rapprochement de cet objet. Un radar Doppler ne s'intéresse donc au retour d'un signal venant d'une cible que s'il y a un décalage de fréquence.

Les avantages sont nombreux, et tout d'abord que ce type de radar a des capacités « lookdown/shoot-down ». Autrement dit, il peut voir et guider une arme sans aucun problème vers le bas. En effet, le sol et tous les objets présents dessus se "déplacent" à la même vitesse que l'avion, il n'y a donc pas de décalage en fréquence du signal reçu : le signal est totalement filtré, et ne fait apparaître que les objets en déplacement pour peu qu'ils aillent à une vitesse suffisante... De même un hélicoptère sera trahi par ses pales qui, en tournant à grande vitesse, génèrent un décalage de fréquence... Vitesse suffisante, car c'est la force d'un radar Doppler qui fait sa faiblesse : une cible allant à la même vitesse que l'avion dans la même direction, ou même en secteur travers, c'est-à-dire allant dans une direction à 90° par rapport à celle du radar sera tout simplement invisible parce que sa vitesse de rapprochement sera la même que celle du sol sous lui, donc filtrée.

L'une des tactiques de base pour éviter un radar Doppler adverse, est de le mettre très vite à 90° de son avion (*beamer*). Ainsi, le pilote adverse va voir disparaître notre avion de son scope, ou son radar va continuer à faire sa poursuite sur les derniers paramètres mémorisés. Mais le corollaire veut aussi que tout pilote disposant d'un radar de ce type se doit de conserver un bon angle de présentation par rapport à sa cible.

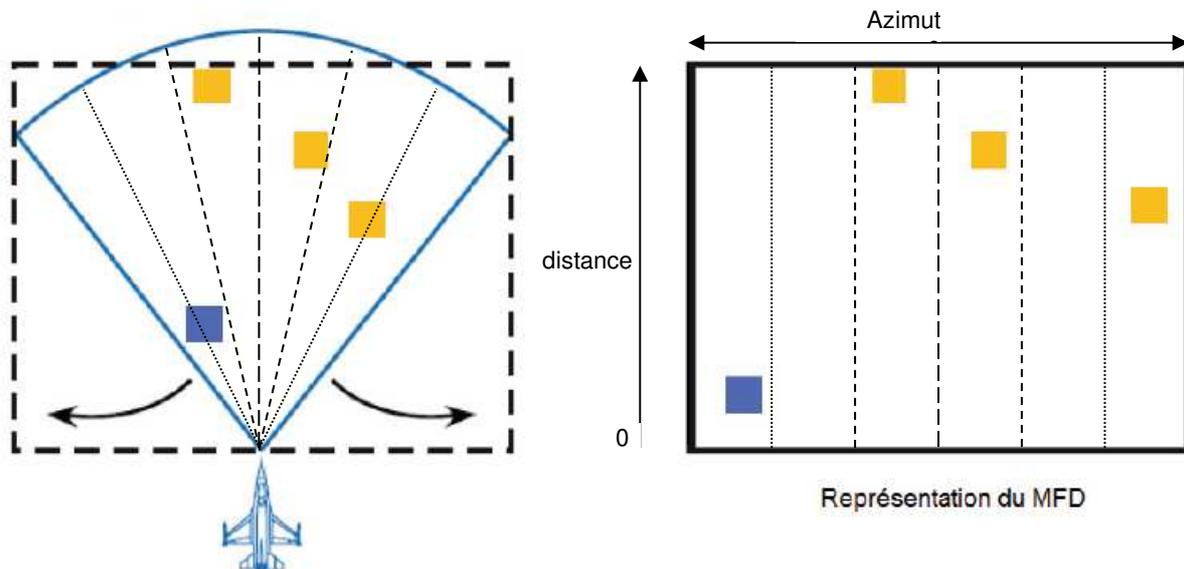


Dans la situation décrite en Fig.2, bien que l'avion A se trouve dans la zone de détection du radar de l'avion B, il ne sera pas affiché sur le MFD, page FCR, de l'avion B, car la vitesse de rapprochement de l'avion A vers l'avion B est la même que celle du sol en dessous de lui.

1.3 Représentation B

Le scan du radar est un tétraèdre dont un des sommets est le nez de l'avion. Sur un seul plan le scan est triangulaire or la représentation du scan sur le MFD est carrée. C'est la représentation B.

Une autre façon d'aborder la représentation B est de lire le MFD comme un graphique : en ordonnée la distance, avec le 0 en bas, et en abscisse l'azimut, avec le 0 au milieu.



Comme on le voit la représentation sur le MFD montre la position des contacts par rapport au scope et non par rapport au nez de l'avion. Voilà pourquoi le contact bleu est très à gauche du MFD alors qu'il est quasi-face à l'avion.

La représentation B permet donc de savoir facilement quel contact risque de sortir du cône radar et donc d'agir en conséquence. Il ne permet toutefois pas de savoir intuitivement où se trouve le contact par rapport au nez de l'avion (avec de l'expérience on peut en avoir une idée en combinant position sur le MFD et distance).

Le radar balayant en cône il est donc plus difficile de trouver un contact proche de son avion (il faut l'avoir presque face à soi) qu'un contact plus éloigné. La prudence est donc de mise et montre l'importance de se construire une image de la situation le plus rapidement possible (quand les éventuels contacts sont encore loin).

1.4 Prérequis

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) (Antenna Elevation Knob)
- TMS : Target Management System (Stick)
- Pinky switch
- DMS : Display Management System (Stick)

Vous devez aussi comprendre que les principes généraux de « Sensor Of Interest » et « Target Of Interest ».
Si vous rencontrez des problèmes de manipulation du Radar, assurez-vous que le SOI est bien sur la page FCR du MFD (Cadre blanc autour du MFD et absence de l'indication « NOT SOI »).

2 ORIENTATION DE L'ANTENNE RADAR

2.1 Volume de Scan

L'antenne radar permet de scanner vers l'avant avec un débattement de $\pm 60^\circ$ à gauche et à droite, ainsi que $\pm 60^\circ$ de haut en bas. Autrement dit, le radar du F-16 peut scanner un bloc de 120° par 120° .

Vous contrôlez où le radar regarde en premier en pointant votre avion dans la direction approximative qui vous intéresse. Ensuite, vous affinez l'espace en précisant les amplitudes de l'azimut et de l'élévation de recherche. Vous pouvez également pointer physiquement le radar de haut en bas et de droite à gauche dans ses limites de $\pm 60^\circ$.

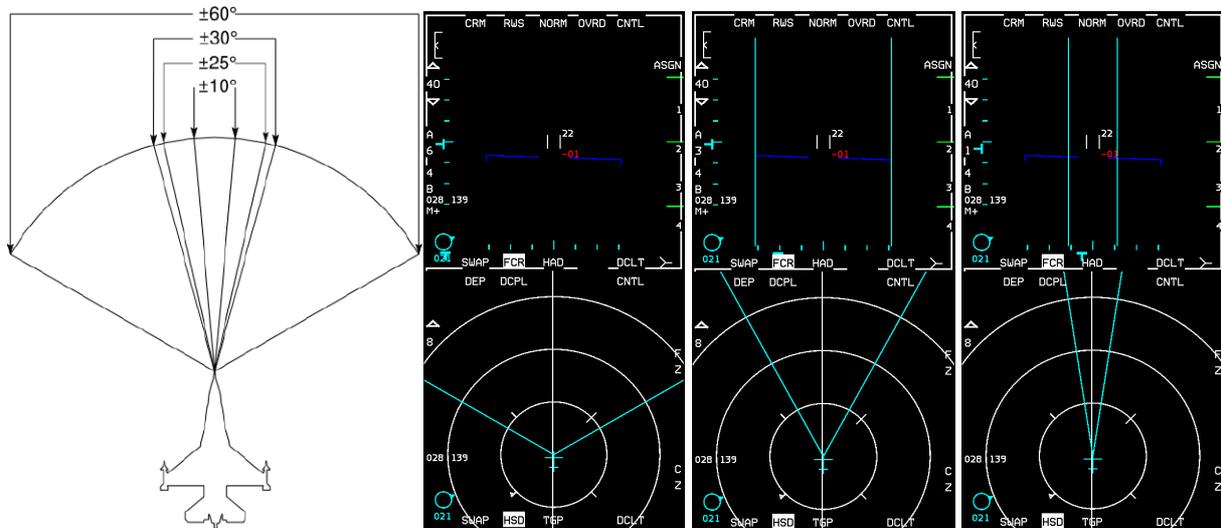
Alors que l'antenne a cette capacité, il est important de comprendre qu'en réalité vous ne serez pas capable de scanner le volume entier d'un seul tenant. Pensez chaque mode radar comme présentant un certain niveau de détail de la zone recherchée. Plus vous aurez de détails, plus vous aurez d'informations mais plus l'espace que vous pourrez regarder sera petit.

2.2 Contrôle en Azimut

Vous contrôlez l'ouverture en ajustant l'azimut qui, selon les modes, peut-être de $\pm 60^\circ$ (la largeur totale du scope radar), $\pm 30^\circ$, $\pm 25^\circ$ ou $\pm 10^\circ$.

Le changement d'ouverture radar est contrôlé par l'OSB 18 ou en amenant le curseur radar sur une des bordures latérales.

Réduire l'azimut, et c'est là son principal intérêt, réduit considérablement le temps de traitement du volume scanné.



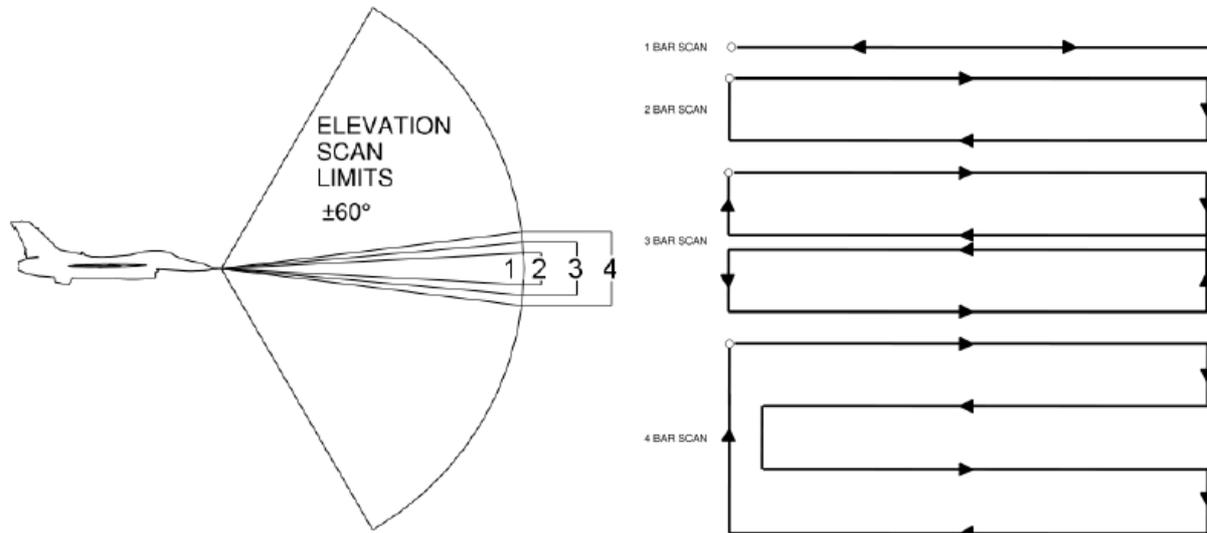
Dans les modes $\pm 30^\circ$, $\pm 25^\circ$ ou $\pm 10^\circ$, l'orientation du radar peut être contrôlée via le curseur radar.

2.3 Contrôle en Élévation

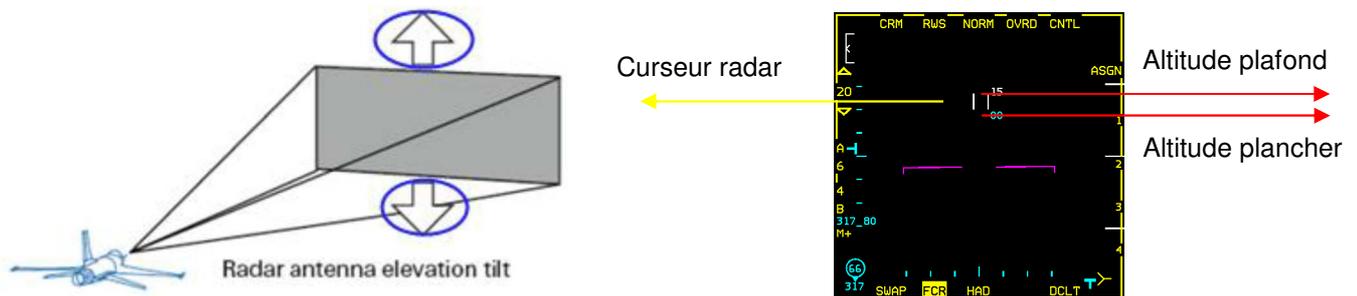
L'élévation de l'antenne est contrôlée, d'une part en réglant son inclinaison, et d'autre part en spécifiant le nombre de barres scannées.

Si le radar ne fait que balayer de gauche à droite, cela est considéré comme n'étant qu'une seule barre. Mais le radar peut scanner un plus grand espace vertical s'il se déplace vers le bas après un passage.

Sur un balayage à deux barres, par exemple, le radar balaye de gauche à droite, descend de quelques degrés et balaye au retour de droite à gauche. L'antenne radar ayant pointé plus bas, le balayage retour correspond à une zone différente du balayage aller. Les balayages à deux et quatre barres se superposent légèrement (environ 2°) ce qui évite d'avoir des zones aveugles dans le volume analysé. Le balayage à trois barres est spécifique aux modes Track-While-Scan (TWS) et Dual Target (DT) SAM qui seront abordés plus tard.



Sur la droite des curseurs radar sont indiquées les limite plafond et limite plancher sur le plan vertical de la zone de détection.



Ces valeurs évoluent si :

- Le réglage du nombre de barres est modifié
- Le réglage d'inclinaison de l'antenne est modifié, via l'« Antenna Elevation Knob »
- Le range radar est modifié
- La position des curseurs est modifiée en ordonnée.

Pour être détectée par le radar, une cible doit donc voler à une altitude comprise entre ces deux valeurs. Voir l'exemple en page 17 lors de l'explication sur le Datalink.

2.4 Contrôle de la Distance affichée

Ce n'est pas à proprement parler un contrôle de la distance d'émission, qui ne se règle pas, mais un contrôle de la distance maximale de l'affichage en abscisse, avec des distances de 5, 10, 20, 40, 80, 160 nm.

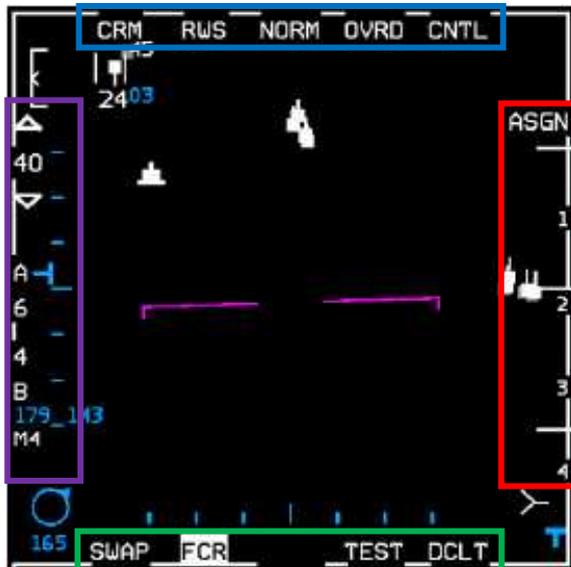
Le changement de distance d'affichage est contrôlé par les OSB 19 et 20 ou en amenant le curseur radar sur une des bordures, haute ou basse.

Exemples pour plusieurs distances de scan différents (en vert la distance, en rouge les limites plafond/plancher au niveau du curseur) :



3 LE RADAR SUR LE MFD

3.1 Page Radar CRM (Informations et contrôles de base)



En bleu (OSB 1 à 5) : les menus de la page Radar :

- CRM : indique que l'on est en mode Combined Radar Mode. Un clic dessus permet de passer sur les autres modes radar : ACM ou Air-Sol.
- TWS : Sous-mode radar sélectionné parmi les 4 disponibles en CRM (RWS, ULS, VSR, TWS).
- NORM : Indique que le radar est en mode normal. Un clic sur l'OSB 3 passe en EXP (zoom x 4).
- OVRD : Indique que le radar émet. Un clic sur l'OSB 4 bascule le radar en mode Standby (OVRD est alors en surbrillance).
- CNTL : sélectionne la sous-page de configuration.

En vert foncé (OSB 10 à 14) : Gestion de l'affichage MFD

De gauche à droite : SWAP qui échange les 2 MFD, 3 pages présélectionnées du MFD et DCLT qui permet de retirer certaines informations affichées).

En rouge (OSB 6 à 9) : Gestion du Data Link et curseur DLZ AIM-120

En violet (OSB 16 à 20) : Réglage du balayage radar

De haut en bas : la portée (40 NM), l'ouverture du radar ($\pm 60^\circ$), le nombre de barre (4), le paramétrage de l'IFF. Tout ceci est modifiable par appui sur l'OSB correspondant.

3.2 Page Radar CRM (Informations dynamiques)



La **barre violette** au centre du MFD est l'horizon artificiel.

Les 2 **barres verticales bleues** représentent les limites de scan en azimut

En vert : Position instantanée horizontale du balayage radar

En rouge : Position instantanée verticale du balayage radar

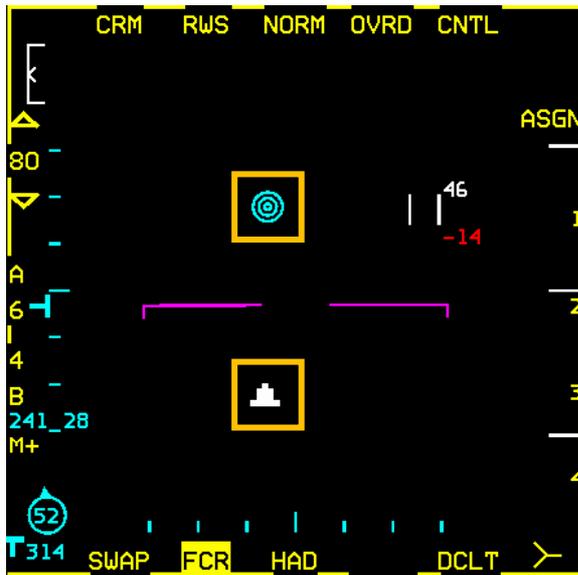
En orange : Données concernant le Bullseye

- En haut : Coordonnées Bullseye du curseur radar (207° par 170 NM).
- En bas : Coordonnées Bullseye de l'avion. Dans le cercle, la distance de l'avion par rapport au Bullseye (absente ici car supérieure à 99 nm) et en dessous l'angle par rapport au Bullseye (207°). La petite « pointe » sur le cercle indique où se trouve le bullseye par rapport au nez de l'avion.

En vert clair : paramètres de vol de la cible buggée

- Son angle d'aspect (15R)
- Son cap Magnétique (000)
- Sa vitesse (276)
- La vitesse de rapprochement (+751K), si on s'en éloignait on aurait un "-".

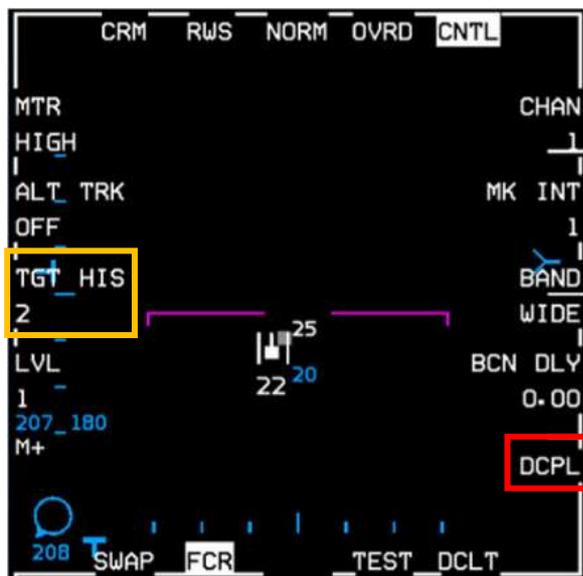
3.3 Page Radar CRM (Informations complémentaires)



Le triangle blanc est le point de passage sélectionné (*steerpoint*).

Les 3 cercles bleus représentent le Bullseye

3.4 Sous-page Control Radar CRM



En orange (OSB 18) : Nombre de traces radar, historique des contacts (0 à 4)

En rouge (OSB 10) : Découplage balayage Radar et IFF

3.5 Page Radar CRM (Expanded View)

Une fonction de zoom peut être activée via Pinky Switch ou clic sur l'OSB 3 (NORM) en haut de la page Radar. Elle permet de distinguer les avions d'une patrouille en formation 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.



3.6 La symbologie des cibles



Contact (*Search Target*)

Echo radar avec indication de l'orientation par rapport au sol. Les « hot lines » sont les « petites queues » qui indiquent graphiquement quelle est la composante de la vitesse par rapport au sol des cibles selon la ligne de visée du radar. Une hot line pointant vers le haut de l'affichage indique que la cible tourne le dos, tandis qu'une hot line pointant vers le bas indique qu'une cible est en rapprochement frontal, et qu'elle est donc potentiellement dangereuse. Les pilotes doivent savoir qu'une cible beamant avec un angle d'aspect de 100° aura sa hot line pointée vers le bas, tandis qu'une cible beamant selon un angle d'aspect de 80° aura sa hot line pointant vers le haut.



Cible Poursuivie (*System Track File*)

Cible suivie par le system d'arme via un fichier qui enregistre les positions successives des échos radar. Entre les passages du radar sur la cible le système extrapole sa position. L'altitude de la cible est affichée sous le symbole.



Cible Extrapolée (*Extrapolated Track File*)

Lorsque le radar ne parvient plus à obtenir l'écho radar d'une cible poursuivie, le système extrapole sa position pendant un temps avant d'abandonner la cible. Le symbole passe de la couleur jaune à rouge, puis clignote et fini par disparaître.



Cible Primaire (*Bugged Track File*)

Cible principale du système d'arme. Ce sont les informations concernant cette cible qui sont disponibles via MFD et HUD. Si vous lancez un missile, c'est sur cette cible qu'il partira.



Chevron (ECM / Jamming)

Position évaluée par le système d'arme d'une émission de contremesure électronique.

4 LES SOUS MODES DE RECHERCHE (SEARCH)

4.1 Range-While-Search (RWS) (Identification de la Distance en Recherche)

Utilité : Le mode RWS est le mode de recherche général et celui qui offre le plus de possibilités.

Portée : 10, 20, 40, 80 et 160nm (optimum en dessous 80)

Azimut : 20°, 60°, 120°

Barres : 1, 2 ou 4

Le radar (FCR = *Fire Control Radar*) du F-16 dans Falcon BMS est réglé par défaut sur le mode CRM en sous-mode RWS, et ce n'est pas un hasard. 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.

Nota : En Rampstart, lors de la mise sous tension du FCR, celui-ci effectuera un Built-In Test qui durera environ 150 secondes. Ne pas rentrer mode air-sol durant ce test au risque de le planter.

4.2 Up-Look Search (ULS) (Recherche vers le Haut)

Utilité théorique : Repérer de loin les gros porteurs

Portées : 10, 20, 40, 80 et 160nm (optimum théorique entre 80 et 160)

Azimut : 20°, 60°, 120°

Barres : 1, 2 ou 4

Dans la réalité le mode ULS est optimisé pour une détection des avions à haute altitude à une plus grande distance qu'en RWS, il ne filtre pas les échos parasites du sol ou de gros nuages comme le RWS.

Dans BMS, le mode ULS est strictement identique au mode RWS mis à part la vitesse de balayage un peu plus lente.

Note pour les vétérans : Les écarts de fonctionnement entre RWS et ULS dans les versions précédentes de BMS n'existent plus.

4.3 Velocity Search and Range (VSR) (Recherche par la Vitesse avec Identification de la Distance)

Anciennement VS (VELOCITY SEARCH)

Utilité : Repérer de loin les gros porteurs

Portées : 10, 20, 40, 80 et 160nm (optimum entre 80 et 160)

Azimut : 20°, 60°, 120°

Barres : 1, 2 ou 4

Ce mode permet de détecter des chasseurs à une distance de l'ordre de 60nm, et des gros porteurs à plus de 80 nm. Sûrement le mode le plus négligé par le pilote virtuel, ce mode permet la détection de contacts à plus de 100 nm, et permet également de connaître leur aspect une fois verrouillé.

Note pour les vétérans : Remplace le mode VS dans lequel l'échelle du MFD n'était pas en distance mais en vitesse de rapprochement.

5 LES SOUS-MODES DE SUIVI (TRACK / BUG)

5.1 Single Target Situation Awareness Mode (ST SAM) (Mode Surveillance de la Situation avec Suivi d'une Cible)

Plus communément et à juste titre désigné simplement SAM (Situation Awareness Mode)

A partir des modes de recherche de RWS ou ULS, effectuer un appui sur le TMS-haut avec le curseur radar placé sur un Contact , fait en sorte que ce Contact soit "buggé" et passe en Cible Primaire  et que 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 garder un œil sur les alentours en suivant les autres Contacts .

5.2 Single Target Trackig (STT) (Poursuite de Cible Unique)

On passe en STT si on effectue un TMS-haut sur une Cible Primaire  en mode SAM, ou automatiquement lorsque qu'elle passe à moins de 3 nm de nous.

Le STT verrouille l'antenne radar sur la cible et déploie toute l'énergie radar à la tâche de poursuite de la cible (ce qui fait perdre de la SA car les autres Contacts disparaissent). Le STT fournit la meilleure probabilité de maintenir la poursuite mais peut aussi alerter l'appareil ciblé en déclenchant une alerte au RWR.

5.3 Dual Target SAM (DT SAM) (Mode Surveillance de la Situation avec Suivi de deux Cibles)

Anciennement désigné Two Target SAM

Le DT SAM poursuit simultanément deux cibles tout en maintenant un volume de balayage radar centré autour du curseur radar.

Depuis le mode ST SAM (SAM), on passe en DT SAM en effectuant un TMS-haut sur un autre Contact  que la Cible Primaire  déjà poursuivie.

Ceci a pour effet de passer la deuxième cible en Cible Poursuivie  tout en conservant la première cible en Cible Primaire  et les autres cibles en contact .

Le volume de recherche en azimut est variable en fonction de l'écartement des deux cibles buggées et de la position du curseur radar. Le contrôle en élévation est réalisé via la commande habituelle. Un TMS-Droit inférieur à une seconde permettra d'inverser le « buggage » entre les deux cibles, la cible primaire  devenant la cible secondaire , et vice-versa.

5.4 Dual Target Track (DTT) (Poursuite de Deux Cibles)

Depuis le mode DT SAM, 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)  et . 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 un TMS-haut sur une cible buggée lorsque le radar est déjà dans le sous mode DTT fait passer le radar en STT, donc en poursuite continue sur cette cible.

5.5 Track While Scan (TWS) (Poursuite Multiple)

Utilité : Poursuivre jusqu'à 10 cibles tout en continuant d'effectuer un travail de recherche pour en trouver d'autres.

Portée : 5, 10, 20, 40, 80, 160

Il y a 3 schéma de balayage :

± 60°, 2 barres

± 25°, 3 barres

± 10°, 4 barres

Pour accéder au sous-mode CRM TWS, le pilote peut soit utiliser l'OSB #2, soit effectuer un TMS-droit long depuis les sous-mode RWS, ULS ou VSR. A l'entrée en TWS, l'azimut du radar s'initialisera en "A2" (soit un balayage en azimut +/-25° de part et d'autre du nez de l'avion), et l'élévation, quant à elle, sera initialisée en "3B" (soit un balayage sur trois barres).

Le radar peut gérer jusqu'à 10 cibles Poursuivies  simultanément et afficher les autres Contacts présents dans le volume de scan .

Le système choisit automatiquement les contacts  qui passeront en Cibles Poursuivies  en fonction de leur dangerosité.

Les Contacts dont la vitesse est inférieure à 200 nœuds ne sont pas passés en Cibles Poursuivies automatiquement par le système, ce filtre de vitesse empêche que soient automatiquement poursuivies de cibles présentant un faible danger, ou de potentielles fausses alertes.

Dans la mesure où le radar ne s'arrête pas sur les Cibles Poursuivies  tandis qu'il balaie l'espace, la position de ces cibles poursuivies est extrapolée entre les rafraîchissements (les moments où le radar balaie effectivement la Cible Poursuivie).

Si jamais le radar ne détecte rien lors de son balayage à l'endroit où une Cible Poursuivie devrait être (ou plutôt : là où le radar pense, par extrapolation de sa position précédente et de son mouvement, qu'elle devrait à présent se trouver), le symbole de la cible va passer de jaune à rouge, pour refléter ce problème (Cible Poursuivie  → Cible Extrapolée ). Si la cible n'est pas retrouvée, son symbole devient donc rouge, et la position de la cible est extrapolée pendant 13 secondes, c'est-à-dire que le système ne sait pas vraiment où est effectivement la cible, mais fait apparaître une position calculée de cette cible. Si la cible est à nouveau détectée, le symbole redevient jaune (Cible Extrapolée  → Cible Poursuivie .

Si jamais le rafraîchissement n'a pas lieu, c'est-à-dire que la cible n'est pas à nouveau détectée dans les 13 secondes, alors la cible poursuivie sera effacée de l'affichage radar, jusqu'à ce qu'elle soit à nouveau détectée en tant que Contact , puis à nouveau rétablie en tant que Cible Poursuivie . Cet effacement peut avoir lieu pour un certain nombre de raisons, comme un déplacement de la cible hors des limites actuelles d'azimut ou d'élévation du radar, ou les deux à la fois.

Dans les 5 dernières secondes, le symbole va se mettre à clignoter, et si à la fin de ces cinq dernières secondes sur les 13 d'extrapolation la cible n'est toujours pas retrouvée, alors son symbole s'efface de l'affichage. A noter que les cibles poursuivies sont priorisées par le calculateur selon leurs distances et l'ordre dans lequel elles sont été établies.

De même, si le radar a déjà dix Cibles Poursuivies  et que le pilote décide de faire un TMS-haut sur un autre Contact , ce dernier passera en Cible Poursuivie ( → ). Dans le même temps le radar abandonnera la poursuite de la cible qu'il estime présenter la priorité la moins grande ( → ) pour rester dans la limite de 10 Cibles Poursuivies.

S'il n'y pas de Cible Primaire , le balayage en azimut est centré autour des curseurs radars, et l'élévation est contrôlée manuellement.

Lorsqu'il y a une Cible Primaire , le balayage en azimut est modifié pour que la Cible Primaire se trouve toujours dans le cône de balayage, et l'élévation de l'antenne est centrée sur la Cible Poursuivie. Si le pilote essaye de modifier le calage de l'antenne en élévation alors qu'il y a une Cible Poursuivie, cette modification ne sera effective qu'au moment où il n'y aura plus de Cible Poursuivie.

On peut créer une Cible Primaire  de deux façons différentes. Le pilote peut soit placer le curseur radar sur une Cible Poursuivie , ou un Contact  et effectuer un TMS-haut, soit effectuer un TMS-droit ce qui aura pour effet de placer en Cible Poursuivie  la plus proche en Cible Primaire . Un second TMS-droit placera en Cible Primaire  la Cible Poursuivie  qui s'est vu accorder par le calculateur la deuxième place en termes de priorité. Et ainsi de suite pour d'autres TMS-droit, qui permettront donc de placer en Cible Primaire  successivement chacune des Cibles Poursuivies , selon la priorité qu'elle s'est vu affecter.

Le pilote peut passer en STT en effectuant un TMS-haut sur une Cible Primaire . Cela effacera tous les Contacts et Cibles Poursuivies de l'affichage radar, bien que les positions des cibles poursuivies soient néanmoins extrapolées pendant les 13 secondes usuelles. Si le pilote « relâche » la cible en effectuant un TMS-bas pour repasser en TWS, alors les Cibles Poursuivies  dont les positions étaient extrapolées vont réapparaître en jaune, et la cible qui était acquise en STT sera la Cible Primaire . Si le pilote effectue un autre TMS-bas, la Cible Primaire redeviendra une Cible Poursuivie ( → ) et le radar sera toujours en TWS. Après un troisième TMS-bas toutes les Cibles Poursuivies disparaîtront, et le radar recommencera l'établissement des poursuites depuis le début (Contact  → Cibles Poursuivies ). Et enfin si le pilote effectue un quatrième TMS-bas le radar retournera en RWS.

6 Compléments et Synthèse

6.1 Contact « Music on »

La plupart des chasseurs modernes peuvent embarquer un brouilleur électromagnétique (Jammer) permettant de masquer certaines informations les concernant. C'est notamment le cas pour le F-16 qui, selon les versions, peut embarquer un pod ECM : 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.



6.2 DataLink

Le *datalink* (liaison de données) permet à différents avions de s'échanger des informations. Sans entrer dans les détails il faut savoir qu'il permet de :

- visualiser les cibles Cibles Primaires poursuivies par les autres avions d'une même patrouille
- d'assigner une cible à un autre membre de son vol

La symbologie est la suivante :



- en haut, numéro de l'avion de la patrouille qui transmet l'information
- en bas, altitude de la cible

La cible désignée apparaît sur le HSD et sur le radar si elle est dans le cône de recherche. Attention la cible apparaît même si l'élévation de l'antenne ne vous permet pas de la verrouiller. Ce détail est très important car on se retrouve vite à tenter de verrouiller une cible qui n'est absolument pas dans notre volume de recherche.



Sur l'image radar de droite il nous serait impossible de verrouiller la cible (en dessous de notre cône de recherche).

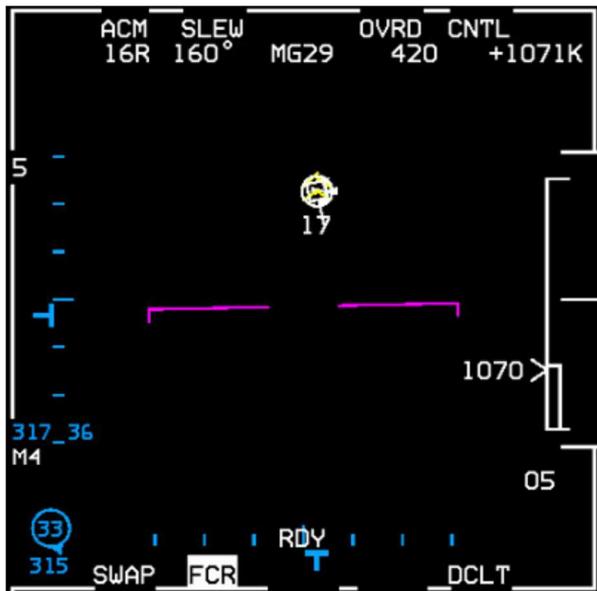
6.3 Non-Cooperative Target Recognition (NCTR)

Ce système a pour but d'analyser le retour des émissions du radar afin d'identifier quel type d'appareil nous avons verrouillé. Ce système est des plus efficace à une distance inférieure à 25 NM, à une altitude proche de la cible et en face à face.

Si le système parvient à reconnaître la cible son nom est indiqué sur le radar (ex MG29). Dans le cas contraire un « UNKN » (Unknow) est affiché. Pendant l'analyse un « WAIT » apparait sur le radar.

Ce système se déclenche dans les situations suivantes :

- En STT
- Dès qu'un contact est buggé en TWS



6.4 Utilisation du Target Management Switch (TMS)

TMS-haut

Appui court : Fait progresser la cible vers l'état suivant (Contact  → Cible Poursuivie  → Cible Primaire  → Cible Unique ).

Appui long : 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

Appui court : fait revenir le système en arrière (4 TMS-bas avec une cible en STT et on se trouve en RWS) (Cible Unique  → Cible Primaire  → Cible Poursuivie  → Contact  → Suppression de tous les contacts).

TMS-droit

Appui court : cycle entre les Cible Poursuivie  (2 en DT SAM et DTT, 10 en TWS). Si aucune cible n'est verrouillée le système verrouille la cible qu'il estime prioritaire.  → 

Appui long : si maintenu pendant plus de 1 seconde depuis les sous modes RWS, ULS et VSR commande l'entrée dans le sous mode TWS. Depuis le sous mode TWS, le FCR rebascule en RWS.

TMS-gauche

Déclenche une interrogation IFF.

6.5 Navigation entre les Sous-Modes

Quel mode choisir ?

Le RWS est à utiliser pour obtenir une idée rapide de l'espace aérien devant soi et ainsi savoir rapidement si des avions se trouvent devant nous. De plus nous disposons d'une information sur leur cap et pouvons connaître leur altitude par un survol du curseur radar.

Le TWS suit le RWS afin d'obtenir plus d'information sur des contacts que l'on suppose hostiles au vu de ce que le RWS a montré (position et cap suivi notamment). Attention, si le mode TWS a l'avantage de suivre plusieurs cibles en même temps, le nombre de cibles est limité, le temps d'acquisition initial est plus long qu'en RWS et enfin le volume scanné est plus faible qu'en RWS. Il est donc nécessaire d'avoir une bonne connaissance de la situation (« Situation Awareness ») avant de passer en TWS et de ne pas y rester indéfiniment pour revenir en RWS.

Le ULS lui est à utiliser pour l'observation de l'espace aérien au-delà de 80 NM, le RWS étant plus efficace en dessous. Verrouiller une cible dans ce mode n'est pas très utile au vu de la distance séparant le tireur et le tiré (quand la distance diminue en dessous de 80 NM il est logique de passer en RWS ou TWS).

Le VS est un mode qui permet de détecter des chasseurs à une distance de l'ordre de 60 NM donc plus tôt que le mode RWS.

Les sous-modes ST SAM, DT SAM et TWS permette de tirer un missile tout en restant discret sur le RWR ennemi (pas d'information de lock, juste de notre présence), ce sont donc les modes à privilégier.

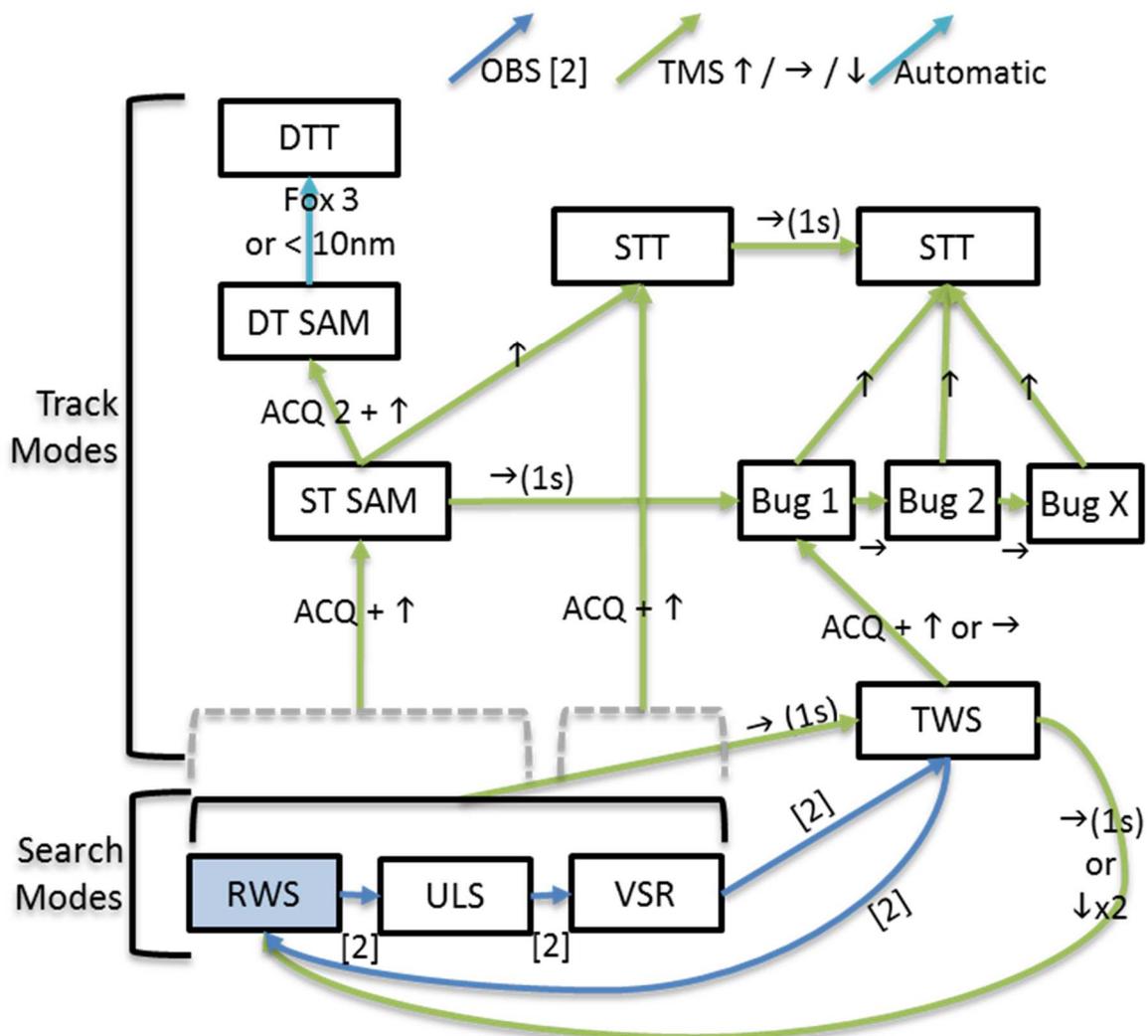
Le STT ne sera à utiliser que sur un contact proche d'un ailier afin de provoquer une alerte sur le RWR ennemi. Si une annonce Buddy spike se fait entendre vous venez de verrouiller un allié. Dans le cas contraire il y a de grande chance que la cible soit hostile. L'autre intérêt du STT est de concentrer la puissance radar sur un point permettant d'éviter ou au moins de ralentir un éventuel décrochage dû notamment à un *beam*. Il est aussi particulièrement recommandé pour le suivi d'une cible très manœuvrante. Il est en effet très désagréable, après un suivi propre en TWS, de ne pas pouvoir tirer au dernier moment, et finir même parfois par se faire descendre, parce que la cible outrepassait les limites de suivi du radar en TWS.

De plus le NCTR tentera de reconnaître l'appareil, pouvant vous confirmer l'hostilité de la cible. Attention le NCTR peut ne pas pouvoir déterminer la nature de la cible. Ouvrez donc les oreilles toutes grandes pour entendre l'éventuel Buddy spike. Ouvrez aussi les oreilles vis-à-vis de votre RWR afin d'annoncer au plus vite un Buddy spike en cas de verrouillage ami sur vous.

Si par malheur vous venez à tirer un ailier malgré toutes ces précautions déverrouillez immédiatement la cible et croisez les doigts pour que le missile ne soit pas encore autonome et qu'il perde le contact.

La théorie ne peut pas toujours être appliquée dans les faits étant donné la rapidité des engagements qui ne laisse parfois que peu de temps à la réflexion.

Synthèse de navigation entre les différents Sous Modes



7 BIBLIOGRAPHIE

Documentation EDC C6 3.1.1 Utilisation du Radar BVR (Rédacteur : Taldek)

Documentation EDC C6 2.2.1 : Utilisation du radar air-air à longue distance (Rédacteur : Acrolys)

Documentation BMS TO BMS 1F-16CM-34-1-1 : AVIONICS AND NONNUCLEAR WEAPONS DELIVERY
FLIGHT MANUAL (CHANGE 4.34.0 du 23 Mars 2019)

Document rédigé par Checkpoint, FFW01