

CHAPITRE 4

LES CAPTEURS

Dans beaucoup de combats aériens, la victime n'a jamais vu son attaquant. Les progrès techniques permettent maintenant au pilote de 'voir' la cible jusqu'à 180km. Les radar, laser et capteurs infra-rouge augmentent le champs de vision du pilote, mais c'est toujours le 'premier qui voit, premier qui tire'.

4.001 Radar

Le radar est un capteur actif, il émet de l'énergie. Cette énergie traverse l'atmosphère, frappe sur le contact, et revient vers l'émetteur. Le radar mesure le temps et la déformation du signal. En comparant les multiples retours, le radar calcule la distance, l'altitude, la vitesse, le cap, l'angle d'aspect et le taux de rapprochement.

Le radar n'est pas parfait, cependant. L'impulsion initiale perd de l'énergie dans son trajet aller, au moment du choc avec l'objet, et dans son trajet retour. Si elle revient trop faible, le radar ne la détecte pas. Le niveau d'énergie renvoyé par l'objet est appelé 'surface équivalente radar' (RCS). Plus ce RCS est grand, plus l'objet peut être 'vu' de loin.

Les radar modernes utilisent l'effet Doppler, qui mesure la variation de fréquence de signal entre son départ et son retour. Pour réduire les échos parasites renvoyés par le sol, les radars filtrent, éliminent, les échos qui semblent fixes. Malheureusement, les contacts aériens qui sont perpendiculaires à l'émetteur semblent immobiles et sont éliminés. Cet effet de masque est utilement utilisé pour essayer de se faire décrocher de l'emprise d'un radar doppler.

Le radar ne couvre pas tout le ciel. Imaginez-vous recherchant des ennemis dans une grande pièce noire pleine de bric et de broc, avec seulement une petite lampe de poche. Le faisceau illumine une très faible partie de la pièce, et vous devez le déplacer dans tous les sens pour éviter les obstacles et tenter de voir les méchants qui vont vous sauter dessus. Le radar de bord fait la même chose en parcourant le ciel. Bien sûr, plus le volume à parcourir est grand, plus il faut de temps pour le parcourir. Les chasseurs rapides et furtifs peuvent passer sans être détectés si le volume de recherche est trop grand.

Malheureusement, le fait d'utiliser votre lampe de poche révèle votre présence. Le radar de bord aussi. Les avions modernes possèdent un détecteur d'alerte radar (RWR) qui écoute et analyse les émissions qu'il reçoit. En mesurant les caractéristiques de celles-ci, le RWR peut déterminer quel type de radar, et donc quel type d'ennemi, en a après lui.

Les radars opèrent suivant plusieurs modes, variant le taux d'impulsions émises et la taille du faisceau. Le nombre d'impulsions émises chaque seconde est appelé PRF (pulse repetition frequency). En mode recherche, le PRF est bas, permettant le suivi de multiples échos. En mode tracking, le PRF est élevé, le radar obtient bien plus d'informations, mais sur un seul écho, il ajuste continuellement le faisceau pour rester sur cet écho, c'est le fameux 'lock on', la traque.

Beaucoup de radar modernes essayent de combler le fossé entre la recherche et le suivi

de cible, avec un mode TWS (track while scan: recherche et suivi simultanés). Le mode TWS essaye de fournir des informations de suivi sur plusieurs cibles, tout en continuant à scruter le volume d'espace alentour. L'avantage est qu'il fournit une meilleure image globale du ciel. L'inconvénient est qu'il doit prédire chaque déplacement de cible et voir s'il la retrouve en repassant dessus bien plus tard. Donc, si entre-temps une cible fait un brusque changement de trajectoire, le radar continue à montrer une trajectoire inexistante, jusqu'à ce qu'il retrouve le contact avec cette cible.

4.002 Infra-rouge

Les moteurs, particulièrement les réacteurs, produisent de la chaleur. Les concepteurs d'armements réalisèrent rapidement qu'ils pouvaient détecter et suivre ces émissions de chaleur, ou infra-rouges. Les premiers systèmes ne pouvaient suivre les avions que de l'arrière, avec la chaleur du réacteur comme guide. Les missiles modernes tous-aspects peuvent suivre la chaleur de la cible sous tous les angles. De plus, beaucoup d'avions emportent des capteurs infra-rouge pouvant détecter les cibles de loin. Ces systèmes IRST (infra red search and track) sont passifs, il n'émettent aucune énergie, à l'inverse du radar. Ils sont donc complètement furtifs et impossibles à détecter. Les conditions climatiques comme la pluie, le brouillard peuvent fortement dégrader les performances des capteurs infra-rouge.

4.003 Laser

Les laser équipent les avions modernes d'une troisième catégorie de capteurs. Les distance-mètres laser (ou télémètres) mesurent les distances très précisément en se servant de la réflexion du faisceau émis. Certains systèmes d'attaque au sol utilisent le laser pour désigner un objet précis sur lequel se guidera une arme. Du fait qu'ils émettent de l'énergie, les lasers sont susceptibles d'être détectés. Comme pour l'infra-rouge, le laser fonctionne mieux par temps clair. Les nuages, brouillards et pluies dégradent leurs performances.

4.1 Modes radar du F-15C Eagle

4.101 Mode RWS (range while search)[recherche en profondeur]

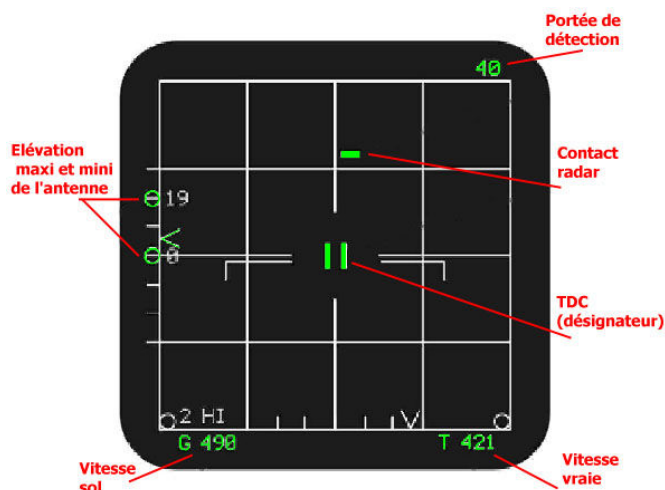
Le mode RWS du F-15C est le mode primaire de recherche. Le pilote spécifie une distance (10, 20, 40, 80 ou 160 Nm) et choisit une hauteur et une ouverture de recherche. Le radar affiche les échos rencontrés dans ce volume, mais ne donne pas d'information spéciale sur chaque contact.

L'écran radar (VSD) montre l'espace devant l'avion, vu du dessus. En bas de l'écran se trouve le nez de l'avion, et en haut la distance de recherche choisie (20, 40, 60, 80 ou 160 Nm). Les contacts sont représentés en fonction de leur distance; plus ils sont proches, plus ils sont en bas de l'écran. Le VSD ajuste automatiquement la représentation pour contenir tous les contacts. Jusqu'à 16 contacts peuvent apparaître. Le radar fait une interrogation IFF automatique sur chaque contact. Les amis sont représentés par des cercles, les hostiles et non identifiés sont des rectangles.

Le côté gauche du VSD décrit l'élévation de l'antenne. La hauteur d'élévation est mesurée par tranches de 2,5°, appelées barres (bar). L'élévation peut être de 1, 2, 4, 6 ou 8 barres de hauteur.

Les deux petits cercles le long du côté gauche représentent les limites haute et basse de la recherche. De plus, l'ensemble des barres peut être déplacé de 30° vers plus haut ou plus bas que l'axe de l'avion. Un chevron montre où en est l'élévation de l'antenne à un instant donné.

La partie basse du VSD fournit plusieurs informations différentes. La vitesse/sol (à gauche), la vitesse/vraie (à droite). Le nombre de barres choisi (à gauche) et la fréquence d'impulsions automatiquement générée par le radar (HI, MED ou LOW). la partie basse de l'écran reprend aussi l'information d'azimuth de l'antenne, qui peut être de +/-30° ou de +/-60°. Les cercles tout en bas indiquent les limites latérales actuellement choisies, et le chevron la position actuelle de l'antenne en latéral.



De larges volumes demandent du temps, un appareil rapide peut traverser cet espace en passant au travers de la recherche. Au centre du VSD, un rappel de l'attitude de l'appareil (horizon), permettant au pilote de maintenir une ligne de vol tout en restant tête basse. Deux petites marques parallèles, appelées barres d'acquisition, permettent au pilote de se caler sur un contact. Déplacer les barres sur le contact, appuyer sur la touche de désignation et passer le radar en mode STT (single target track: suivi d'une cible)

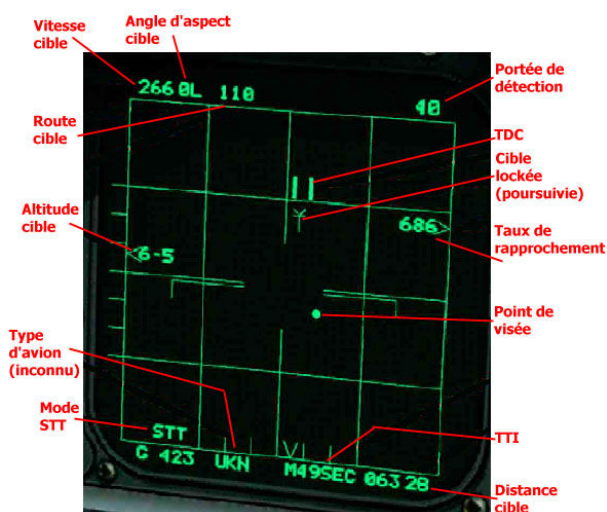
4.102 Mode suivi de cible isolée (STT: single target track)

Après avoir locké un contact, le radar passe en mode STT. Ce mode utilise un schéma de fonctionnement prédéfini pour rester centré sur le contact, affichant des informations sur ce seul objectif et ignorant les autres échos. Le format VSD de base reste identique au mode RWS, mais beaucoup plus de données apparaissent. Le 'STT' s'inscrit en bas à gauche pour confirmer le mode. Le contact change de symbole et devient PDT (primary designated target: cible prioritaire).

Vous devez soit locker le contact et entrer en mode STT, soit passer en mode FLOOD pour pouvoir lancer un missile AIM-7.

Le système de reconnaissance d'écho non coopératif essaye d'identifier le contact. Il doit être à moins de 25 Nm et de face, avec un angle d'aspect entre 135 et 225°. Le type d'avion, ou le mot 'UNK' (unknown: inconnu) s'affiche en bas du VSD.

En haut à gauche on lit la vitesse, l'angle d'aspect et le cap du contact. Son altitude est le long du côté gauche, à côté du chevron. Par exemple, 17-2 signifie 17200'. La distance est le chevron du côté droit, avec le chiffre du taux de rapprochement. Les valeurs chiffrées de la distance-cible et de son relèvement sont dans le coin en bas à droite.



Les informations significatives de la visée missile apparaissent dans le VSD en mode STT. D'abord le cercle ASE, dont la taille dépend du missile, et la position du contact (avec ses paramètres). Manoeuvrer son avion pour placer le contact dans le cercle ASE, afin de maximiser les chances pour le missile d'acquérir ce contact.

Les témoins de portée minimum (RMIN) et maximum (RTR et RPI) se placent le long du côté droit. En plus, un triangle pointe le RAERO (portée maximum balistique du missile). L'inscription SHOOT se place en bas quand les conditions de tir sont réunies. Le temps de vol prévu du missile (TTI) est aussi inscrit.

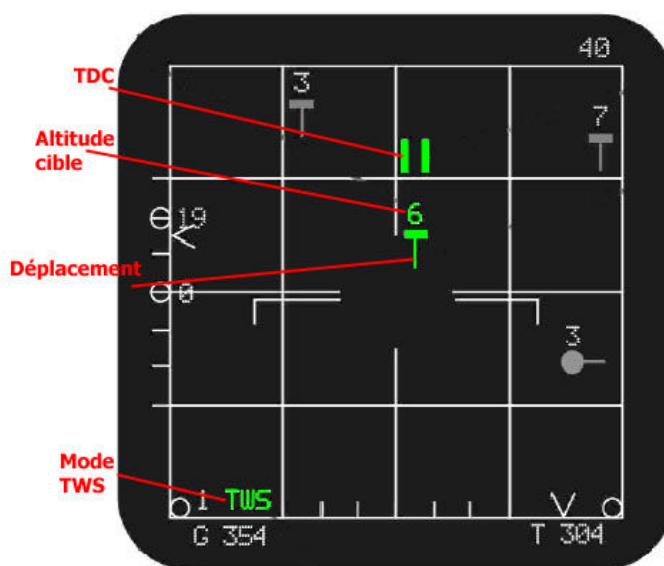
Après le départ du missile, un autre décompte se place en haut, à côté de la portée. Si un AIM-7 est parti, on lit Txx pour décompter son vol en TTI. Si un AIM-120 est parti, on lit Txx, pour TTA (temps avant activation, autonomie du missile), puis Mxx, le temps avant impact.

4.103 Mode de suivi et de recherche simultanés (TWS: track while scan)

C'est un mode puissant, mais assez difficile à mettre en oeuvre. Comme son nom le suggère, il combine à la fois les modes RWS et STT. Utilisant un volume pré-fixé de recherche, TWS fournit des informations détaillées sur de multiples contacts, tout en continuant à surveiller l'ensemble de son volume. Initialement, l'affichage TWS est identique à celui du RWS, sauf que l'inscription TWS se place en bas à gauche et que l'altitude des contacts se place juste au-dessus de chacun d'eux. Vous ne pouvez pas changer la taille du volume scruté, mais vous pouvez l'orienter différemment.

Vous devrez être en mode TWS si vous voulez lancer plusieurs AIM-120 simultanément sur différentes cibles.

Différence avec le RWS, dans ce mode TWS le fait de désigner une cible ne fait pas passer en mode STT. Au contraire, vous pouvez désigner jusqu'à 8 cibles séparées simultanément. La première cible (PDT) est représentée avec le symbole de 'lock' habituel. Les 7 autres cibles pouvant être désignées sont appelées cibles secondaires (SDT), marquées par des rectangles creux. Le chiffre au-dessus est l'altitude de la cible, le chiffre à droite est son numéro d'ordre dans la liste. Re-désigner un PDT ou un SDT une deuxième fois provoque le passage en mode STT.



Si vous lancez un AIM-120, il ira d'abord vers le PDT. Les missiles suivants engageront les SDT dans l'ordre de leurs numéros. Dans le VSD, on lit les informations sur le vol du missile exactement comme en mode STT.

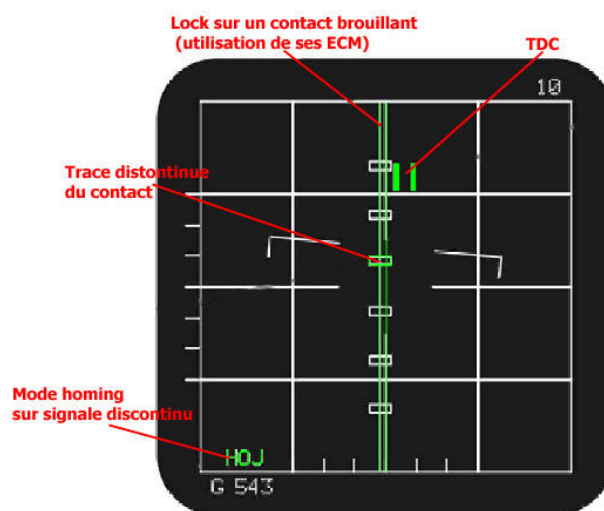
Vous ne pouvez pas lancer un AIM-7 en mode TWS. Vous devez d'abord désigner une seconde fois la cible, qu'elle soit PDT ou SDT, pour passer en mode STT.

Utilisez le mode TWS avec précaution. Le radar ne peut pas en même temps suivre de multiples contacts et surveiller tout l'espace. En fait, le radar scrute chaque contact, fait

une prédiction de son emplacement futur, puis effectue sa recherche générale dans le volume, puis revient sur la position prévue du contact. Ça marche tant que le contact garde une trajectoire relativement constante, mais s'il fait un virage soudain très accentué, le radar continue à afficher ses prédictions jusqu'à ce que son faisceau revienne sur ce contact. Entre temps, ce contact a pu parcourir une longue distance sans être vu pendant que le radar affiche une position inexistante. Le mode TWS est très puissant, pour permettre le lancement simultané de plusieurs AIM-120 sur des cibles multiples. Cependant, gardez ses limitations en tête et utilisez-le en conjonction avec les modes RWS et STT.

4.104 Mode de rapprochement sur contact discontinu (HOJ: home on jam)

Si le radar détecte un signal discontinu, brouillé, il affiche une série de rectangles évidés le long de son déplacement. Si vous utilisez un missile AIM-7 ou AIM-120, vous devez sélectionner et désigner un des rectangles de prédiction (AOJ). Une ligne verticale apparaît, qui passe par ce contact, et le VSD affiche le mot 'HOJ' en haut. Le missile va voler le long du relèvement et essayer de localiser la source du contact. Les marqueurs d'AOJ n'indiquent que le relèvement du contact, et aucun des éléments de cette cible (pas de vitesse, altitude, cap ou distance).



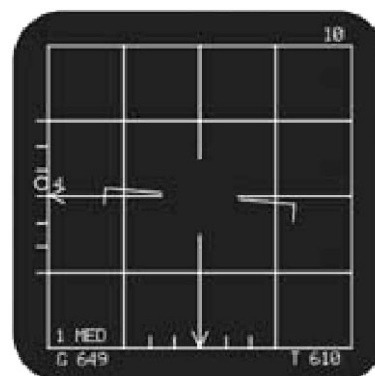
Si vous vous rapprochez de ce brouilleur, il se peut que le signal de votre radar devienne plus fort que celui du brouilleur. On appelle cela 'retour de flamme', et dans ce cas le contact apparaît clairement et normalement sur le radar, à la place des rectangles d'AOJ.

4.105 Mode d'auto-acquisition en recherche verticale (VS: vertical search)

Ce mode de recherche parcourt un pinceau de 7,5° de large et de -5 à +55° de haut. La portée est fixée à 10 Nm. Il locke automatiquement le plus fort contact qui traverse ce pinceau. Après ce lock, le radar passe en mode STT.

Ce mode est particulièrement utile en combat rapproché, quand vous évoluez à fort taux et que vous ne pouvez pas pointer le nez de l'avion vers la cible. Ce mode dirige son faisceau le long de votre ligne de vol, en regardant vers le haut de 55°.

Dans ce mode, le VSD n'affiche pas d'information de cible. Voyez le paragraphe VS du HUD pour plus de détails.



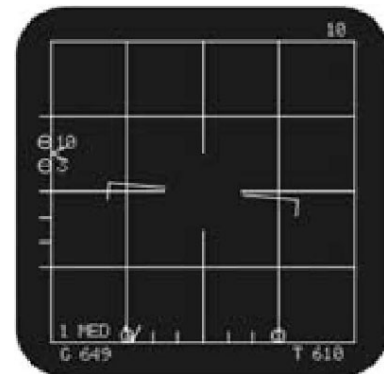
4.106 Mode d'auto-acquisition dans l'axe (BORE: boresight)

Ce mode fonctionne de manière presque identique au mode VS, mais utilise un petit cône de recherche dans l'axe de l'avion. Ce cône est de 2° de large et 2 barres de haut. Comme en mode VS, le HUD affiche les informations significatives, mais pas le VSD. Le radar locke le contact le plus 'brillant' dans le pinceau, puis passe en mode STT.



4.107 Mode d'auto-acquisition pour le canon

Ce mode est utilisé en combat rapproché. Il sélectionne le canon et affiche un volume de recherche de 60° de large et 20° de haut, avec une portée de 10Nm. Le reste est comme les modes VS et BORE.



4.108 Mode d'illumination (FLOOD = inondation)

Ce mode est utilisé en combat rapproché, à vue, en conjonction avec les missiles AIM-7. Le radar émet en continu sur 16° de large et 40° de haut. Ce cône apparaît comme dans le mode RWS, mais le chevron de position d'antenne ne bouge pas. La portée est fixée à 10Nm. L'inscription FLOOD se place en haut du VSD.

En mode FLOOD, toutes les informations de cible sont inscrites dans le HUD, pas dans le VSD

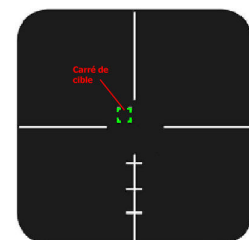
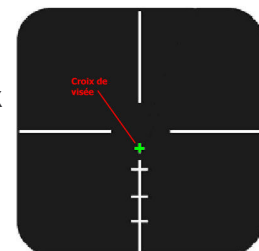
Ce mode n'affiche pas de contacts, ni ne traque de cible. Il illumine devant lui, comme un phare. Tout missile AIM-7 lancé dans ce cône va recevoir les échos et se diriger sur le plus fort. Si la cible quitte le cercle de visée dans le HUD plus de 2 secondes, le missile décroche et continue en vol balistique.

4.2 Capteurs du missile Maverick de l'A-10A

Le A-10A n'emporte aucun radar ou autre système de détection autre que la tête du missile AGM-65 Maverick. Il peut emporter deux versions de ce missile, l'AGM-65B avec caméra télévision, ou l'AGM-65K avec guidage infra-rouge. Les deux missiles utilisent la même procédure de fonctionnement.

La première chose à faire est de désigner le point au sol le plus proche de la cible. Appuyer sur la touche TAB pour stabiliser la tête du missile sur ce point. Une fois le capteur stabilisé, vous pouvez déplacer la croix de visée sur la cible voulue. Quand la cible sera à bonne distance, le missile va se fixer sur cette cible et la suivre. Vous pouvez alors faire feu.

La seule différence entre les deux versions du Maverick est le guidage optique du 65K, sans grossissement, et le guidage infra-rouge du 65D, avec grossissement de 3x ou de 6x.



Ce que voit la tête télévision apparaît sur le moniteur du côté droit de la planche de bord, soit en vue directe, soit avec grossissement de 4x. La vue non grossie montre (repères) quelle serait la partie grossie de l'image.

La croix de visée se déplace dans l'écran, montrant la direction dans laquelle 'regarde' la tête du missile, par rapport à l'axe de l'avion. L'AGM-65 peut acquérir jusqu'à 60° d'ouverture, mais doit être à +/-30° maximum pour le tir.