

# Lock-on



## FLAMING CLIFFS

*Version 1.1*



Eagle Dynamics

# LOCK ON 1.1

## FLAMING CLIFFS

### MANUEL DE VOL

---

©2004 EAGLE DYNAMICS. All rights reserved.

**"Lock On: Flaming Cliffs"** est un add-on pour **"Lock On: Modern Air Combat" (LOMAC)**. Vous avez désormais la possibilité de piloter le Su25T. Le Su25T est une version améliorée du Su-25 "Frogfoot" destinée à l'attaque au sol. Domaine où il est très performant. Il est particulièrement efficace contre les unités blindées grâce à ses missiles et systèmes de détection et désignation de cibles. Une grande attention a été portée lors du développement de l'add-on sur les systèmes d'armes, les avioniques, le modèle 3D, et la dynamique de vol. De nouvelles campagnes avec des vidéos d'introduction sont disponibles. Ceci augmentera l'immersion du joueur dans un conflit situé dans l'Ouest du Caucase après la guerre froide.

Site officiel: <http://www.lockon.ru>

Forum de discussions en anglais: <http://www.forum.lockon.ru>

# TABLE DES MATIERES

<b>LOCK ON 1.1</b>	<b>1</b>
<b>FLAMING CLIFFS</b>	<b>1</b>
<b>MANUEL DE VOL</b>	<b>1</b>
<b>TABLE DES MATIERES</b>	<b>3</b>
<b>CHAPITRE 1</b>	<b>7</b>
<b>PRESENTATION DES APPAREILS</b>	<b>7</b>
SU-25 (FROGFOOT)	7
SU-25T (FROGFOOT)	7
SU-27 (FLANKER B)	8
SU-33 (FLANKER D)	9
MiG-29A (FULCRUM A) & MiG-29C (FULCRUM C)	10
F-15C EAGLE	10
A-10A THUNDERBOLT II	11
<b>CHAPITRE 2</b>	<b>14</b>
<b>INSTRUMENTS DES COCKPITS DES AVIONS RUSSES</b>	<b>14</b>
INSTRUMENTS DES COCKPITS DE SU-27 ET SU-33	14
INSTRUMENTS DU COCKPIT DU MiG-29	21
MODES DE FONCTIONNEMENT DU HUD ET HDD DU SU27, SU33 ET MiG29	22
L'INSTRUMENTATION DE BORD DU SU-25	39
SYSTEME DE VISEE ASP-17	45
INSTRUMENTS DU COCKPIT DU SU-25T	46
MODES OPERATIONNELS DE LA VTH ET DE L'ECRAN TV DU SU-25T	51
<b>CHAPITRE 3</b>	<b>65</b>
<b>INSTRUMENT DU COCKPIT DES AVIONS DE CHASSE AMERICAINS</b>	<b>65</b>
INSTRUMENTS DU COCKPIT DU F-15C	65
MODES DE FONCTIONNEMENT DU HUD DU F-15C	72
MODES RADAR DE L'AN/APG-63; (VSD)	85
A-10A INSTRUMENTS DU COCKPIT	93
MODES DU HUD ET MONITEUR TV	102
<b>CHAPITRE 4</b>	<b>112</b>
<b>LES SYSTEMES DE CIBLAGE</b>	<b>112</b>
LE RADAR	113
SYSTEMES INFRAROUGES DE RECHERCHE ET DE POURSUITE (IRST) ET SYSTEMES DE CIBLAGE ELECTRO-OPTIQUES (EOS)	116
LASERS TELEMETRES DE DESIGNATION DE CIBLES	117
SYSTEME DE TELEVISION OPTIQUE DE CIBLAGE	118
<b>CHAPITRE 5</b>	<b>120</b>
<b>MISSILES AIR-AIR</b>	<b>120</b>



MISSILES EMPLOYES PAR LA FORCE AERIENNE RUSSE.....	122
MISSILES EN SERVICE DANS L'OTAN.....	138
<b>CHAPITRE 6.....</b>	<b>146</b>
<b>ARMEMENTS AIR-SOL.....</b>	<b>146</b>
ARMEMENTS AIR-SOL DE L'ARMEE DE L'AIR RUSSE.....	147
LES ARMES "AIR-SOL" DE L'OTAN.....	172
<b>LES SYSTEMES DE CONTREMESURES ELECTRONIQUES (ECM).....</b>	<b>178</b>
LES BROUILLEURS DE CONTREMESURES ELECTRONIQUES (ECM) DE LA FORCE AERIENNE RUSSE.....	178
LES BROUILLEURS DE CONTREMESURES ELECTRONIQUES (ECM) DE L'OTAN.....	180
<b>CHAPITRE 7.....</b>	<b>183</b>
<b>SYSTEMES D'ALERTE RADAR.....</b>	<b>183</b>
DETECTEUR D'ALERTE RADAR AVIONS RUSSES.....	184
RECEPTEURS D'ALERTE RADAR (RWR), AVIONS US.....	186
<b>CHAPTIRE 8.....</b>	<b>191</b>
<b>CHAPTIRE 8.....</b>	<b>192</b>
<b>COMMUNICATIONS RADIO ET MESSAGES.....</b>	<b>192</b>
ORDRES RADIO.....	192
MESSAGES RADIO.....	197
MESSAGES VOCAUX ET ALERTES.....	199
<b>CHAPITRE 9.....</b>	<b>202</b>
<b>ENTRAINEMENT THEORIQUE.....</b>	<b>202</b>
VITESSE AIR INDIQUEE ET VITESSE AIR VRAIE.....	202
VECTEUR VITESSE.....	202
INDICATEUR D'ANGLE D'ATTAQUE (AoA).....	203
TAUX ET RAYON DE VIRAGE.....	204
TAUX DE VIRAGE.....	205
VIRAGES INSTANTANES ET SOUTENUS.....	206
CONTROLE DE L'ENERGIE.....	207
<b>CHAPITRE 10.....</b>	<b>209</b>
<b>ECOLE DE VOL.....</b>	<b>209</b>
UTILISATION DE L'INDICATEUR DE SITUATION HORIZONTALE (HSI).....	209
ATTERISSAGE.....	209
SYSTEME D'ATTERISSAGE AUX INSTRUMENTS(ILS).....	210
ATTERRIR AVEC UN VENT DE TRAVERS.....	211
DESCRIPTION DES MODELES DE VOL AVANCES DU SU-25 ET DU SU-25T.....	211
<b>CHAPITRE 11.....</b>	<b>216</b>
<b>MANOEUVRES BASIQUES DE COMBAT AERIEN.....</b>	<b>216</b>
TACTIQUES DE COMBAT AERIEN.....	216
DEFENSE SOL-AIR.....	222
L'EVITEMENT MISSILE.....	230

<b>CHAPITRE 12 .....</b>	<b>236</b>
<b>UTILISATION DE L'ARMEMENT .....</b>	<b>236</b>
MiG-29A, MiG-29S, SU-27 ET SU-33 .....	236
SU-25.....	245
SU-25T.....	249
F-15C .....	258
A-10A .....	260
<b>EQUIPE LOCK ON .....</b>	<b>264</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE ET SOURCES.....</b>	<b>267</b>

# *Présentation des appareils*

# 1

## *Chapitre*



*Version 1.1*



## CHAPITRE 1

# PRÉSENTATION DES APPAREILS

Le vieil adage, "le bon outil fait le bon ouvrier" s'applique aussi bien au combat aérien qu'à la menuiserie. Les missions aériennes, comme celle de supériorité aérienne, d'appui aérien rapproché, de frappe en profondeur, etc. nécessitent généralement des moyens apparemment contradictoires : par exemple, le blindage lourd qui protège un pilote engageant un site anti-aérien devient un sérieux handicap dans le cas d'un combat aérien. Le succès dans les airs demande une connaissance complète des forces et faiblesses de chaque appareil. Les paragraphes suivants détaillent chacun des appareils pilotables et proposent un résumé de leurs rôles au combat.

## Su-25 (Frogfoot)

Le Su-25 Frogfoot ressemble fort peu au A-10A américain, pourtant il a été conçu pour le même



type d'appui aérien rapproché (CAS) ou mission d'attaque au sol. Le Su-25 a été construit pour opérer au plus près de la ligne de front du champ de bataille, pour décoller à partir de pistes rudimentaires "non optimisées". Il peut emporter avec lui des outils, des pièces de rechange, des batteries auxiliaires, une pompe manuelle pour le réapprovisionnement en carburant ainsi que d'autres fournitures utiles à son déploiement. Il supporte une grande variété d'armes pour la lutte antipersonnel, l'interdiction de piste et la lutte antichar.

Le cockpit renforcé et sa verrière blindée aident à protéger le pilote de l'artillerie anti-aérienne (D.C.A.) et des armes de petit calibre pendant les engagements à basse altitude. S'insérant à faible altitude, le Su-25 chasse ses cibles à basse altitude, fait des ressources en hauteur, lâche ses bombes, et replonge derrière le relief. Le Su-25 peut sans discussion être considéré comme le plus puissant des avions d'attaque au sol du bloc de l'Est.

Le Su-25 n'est pas prévu pour le combat aérien. Sa première défense contre les patrouilles de chasseurs consiste simplement à les éviter. Quand il est engagé, le Su-25 doit opérer à des altitudes extrêmement basses, ce qui entrave la capacité des avions ennemis à l'engager. En utilisant le relief du terrain, le pilote doit faire face aux menaces ou s'éloigner loin du combat si l'occasion lui en est donnée.

## Su-25T (Frogfoot)

Le Su-25 a des moyens limités pour la recherche et la destruction d'unités blindées mobiles de petite taille. Après son introduction, il était clair qu'il était nécessaire de créer un avion spécialisé

dans l'antichar. En 1976, le Politburo (Conseil des Ministres de l'URSS) donna son aval pour la conception et la construction d'un avion efficace par tous les temps et pourvu d'armes antichars.

Le missile guidé antichars (ATGM) principal du Su-25T est le "Vikhr". Celui-ci fut suivi plus tard par le "Vikhr-M" à visée laser. Le système principal de désignation, "Shkval", fournit l'acquisition et le suivi automatique de cibles. Il fonctionne en même temps que le système "Prichal" qui fournit l'illumination laser et le calcul de distance.

Pour les opérations en environnement lumineux faible, l'avion peut être équipé avec un pod monté sous le fuselage muni d'une caméra de télévision. Ce système se nomme "Mercury." "Mercury" fournit à "Shkval" un système de visée électro-optique pour les opérations de nuit.

L'image TV des systèmes de visée est transférée au moniteur de télévision IT-23M (TVM) placé sur la partie supérieure droite du tableau de bord. "Shkval" fournit une amplification focale de la cible de l'ordre de 23 fois. "Mercury" en donne un grossissement x5. Cela aide à identifier les cibles éloignées comme : une maison – 15 km, un char – 8-10 km ou un hélicoptère comme l'Apache – 6 km



Le système intégré de guerre électronique (EW) permet la détection goniométrique avec une précision de +/- 30 degrés en azimuth des émissions de radars aériens, terrestres et navals. Le système EW peut détecter et répertorier des radars qui émettent dans les fréquences de 1.2-18 gigahertz.

Le brouilleur ajustable d'attaque électronique (EA) peut être utilisé pour réduire l'efficacité des radars de poursuite fonctionnant par impulsion ou en mode d'émissions continues. Le pod EA peut être fixé sur des points fixes d'emport sous l'aile. Pour la protection contre les missiles guidés par infrarouge on emploie des fusées de leurres pyrotechniques. Le Su-25T est équipé de 192 cartouches de leurres. En outre pour la protection contre les missiles guidés par infrarouge, le système électro-optique de brouillage "Sukhogruz" est installé dans la queue de l'appareil. Cette puissante lampe au césium avec une consommation énergétique de 6 kW, crée un signal d'amplitude modulé qui brouille le système de visée des missiles guidés par infrarouge.

Pour engager les radars de défense aérienne, le Su-25T peut être équipé avec des pods de désignation de cible "Viyuga" ou "Phantasmagoria". Ceux-ci permettent au Su-25T d'éclairer les cibles pour les missiles antiradar tels que le Kh-58 et le Kh-25MPU.

Bien que le Su-25T soit une version améliorée du Su-25 sur le plan de la capacité d'emport, ses performances pures en vol ont reculé. L'ajout de poids supplémentaire donne au Su-25T de piètres performances et une prise en main difficile. Le Su-25T est une plateforme d'arme puissante qui réclame un pilote expérimenté pour pouvoir le piloter.

Nous vous suggérons de mettre vos commandes de vol sur "axe linéaire" quand vous volez avec le Su-25T dans Lock On. Cela procurera un contrôle plus réaliste de l'appareil.

## Su-27 (Flanker B)

Conçu pour battre le fameux F-15C, le Su-27 Flanker B – comme ses variantes - est l'un des avions de chasse les plus impressionnants et les plus efficaces du monde. Né à la fin de la guerre

froide, le Flanker n'a pas eu des débuts faciles. La conception initiale a souffert de problèmes sérieux. Enfin, l'éclatement de l'Union Soviétique a gêné son déploiement, lui ôtant l'occasion de prouver qu'il était l'un des plus grands avions du monde.

Le Su-27 est « taillé » pour le combat air-air, pas pour l'attaque au sol. Armé de la série des



missiles R-27 (AA-10) Alamo, le Flanker a une capacité de combat au-delà de la portée visuelle (BVR) impressionnante. De plus, en combat rapproché, sa visée-casque et ses missiles thermo-guidés R-73 (AA-11) « Archer » (qu'il est possible de tirer hors de l'axe de l'avion), associés à la poussée vectorielle puissante du Su-27 et à sa capacité à tourner avec un angle d'attaque élevé, donnent à l'appareil un avantage certain. Les manoeuvres utilisant des angles d'attaque élevés permettent ainsi au pilote de pointer ses armes vers l'ennemi. Enfin, ses larges capacités d'emport interne de carburant lui permettent de rester au

combat bien après que les autres chasseurs ont épuisé leurs réserves. Il peut emporter jusqu'à dix missiles air-air ce qui lui donne un "Punch" impressionnant.

Ses détracteurs critiquent son avionique et l'agencement de son cockpit, citant sa capacité limitée pour chercher et engager en mode multi-cibles, sa trop grande dépendance aux systèmes de contrôle et d'interception basés au sol (GCI), et la charge élevée de travail laissée au pilote. Cependant, son système optronique passif (EOS) lui permet de chercher et d'engager sans aucune émission radar (ce qui pourrait alerter la cible). Le débat a toujours lieu pour savoir si sa grande capacité à manoeuvrer avec des angles d'attaque élevés (comme les glissades sur la queue ou le fameux "Cobra") est utile comme tactique en combat aérien ou simplement si elle est destinée à épater le public lors de cascades pour des shows aériens.

Les pilotes du Su-27 doivent garder à l'esprit que, malgré l'absence de réservoir externe, un Flanker pleinement ravitaillé peut, à cause de sa très grande capacité interne en carburant, se révéler un piètre adversaire en combat rapproché.

## Su-33 (Flanker D)



Dénommé au départ le Su-27K, ce cousin du Su-27 a été spécifiquement conçu pour opérer à partir des porte-avions soviétiques. Equipé de plans « canard » pour améliorer ses performances au décollage et à l'atterrissage, le premier Su-27K a fait son premier vol en 1985. Le cône de la queue de l'avion a été raccourci pour éviter les risques de toucher lors d'un appontage avec un angle d'attaque important, mais cela a aussi réduit l'espace disponible pour les instruments de contre-mesures (y compris les paillettes et leurres pyrotechniques). Le Su-33 utilise le même radar que le Su-27 et grosso modo le même cockpit. Ni le

Su-33 ni le Su-27 n'ont de mode radar air-sol.



## MiG-29A (Fulcrum A) & MiG-29C (Fulcrum C)

Souvent, les observateurs occidentaux concluent, de manière inexacte, que le Su-27 et le MiG-29 sont nés d'un même programme de conception destiné à copier pour partie le F/A-18 de la marine américaine. En effet, le Su-27 et le MiG-29 se ressemblent si bien par certains aspects que certains observateurs ne peuvent les différencier, bien que le MiG-29 soit manifestement plus petit que le Su-27. Les deux équipes de développement du Su-27 et du MiG-29 ont travaillé sur des données de recherche communes et ont donc adopté un design commun. Le MiG-29 a été plus largement exporté que le Su-27, servant dans de nombreuses forces aériennes de l'ancien Pacte de Varsovie, dont nombre d'entre elles ont entre-temps rejoint l'OTAN (apportant avec elles leur MiG-29 de fabrication soviétique).

Le MiG-29 partage à l'origine la plupart de son avionique avec le Su-27 (cela inclut le radar, le



système optronique frontal (EOS), et la visée casque), mais il a été conçu comme un avion de combat de faible portée, pas comme un intercepteur. L'EOS permet au Fulcrum de chercher, d'acquérir et d'engager des cibles sans émettre le moindre signal radar. Etant plus petit que le Su-27 il emporte avec lui moins de missiles, mais ses grandes capacités à manoeuvrer avec des angles d'attaque élevés conjuguées aux R-73 (AA-11) Archer et à la visée montée sur casque font du MiG-29 un combattant mortel. Le combat tournoyant à basse vitesse est l'arène de prédilection du MiG-29 où il peut utiliser ses

grandes capacités à manoeuvrer avec des angles d'attaque élevés pour pointer ses armes dans les six heures d'un ennemi en plein décrochage. Le MiG-29S plus récent emporte à son bord des contre-mesures électroniques, une plus grande quantité de carburant, et la capacité d'emport du missile de moyenne portée R-77 (AA-12) Adder.

Comme pour le Su-27, les critiques visant les faiblesses du MiG-29 se focalisent sur l'avionique faible et la pauvreté du cockpit. Le MiG-29S (Fulcrum C) offre de nombreuses améliorations comme un meilleur niveau de défense en contre-mesures et une capacité d'emport en carburant plus grande. Le MiG-29 demande un entretien important notamment au niveau des moteurs. Les MiG-29 Allemands (hérités de l'Est après la Réunification allemande) ont vu leurs performances moteur réduites dans le but de rallonger leur durée de vie. L'obtention de pièces détachées continue d'être un souci pour les pays de l'ex-Pacte de Varsovie

Les forces russes dans LOMAC utilisent le MiG-29 et le MiG-29S, tandis que les forces allemandes n'utilisent que le MiG-29.

## F-15C Eagle

Le F-15C "Eagle" a souvent été qualifié comme étant le meilleur avion de chasse du monde. Conçu pour contrer les performances surévaluées du MiG-25 "Foxbat" soviétique, le F-15C a été l'épine dorsale de la défense aérienne des Etats-Unis pendant trois décennies. Le F-15C, équipé de l'avionique et des armes améliorées du F-15A original, est crédité de plus de 100 victoires aériennes au service d'Israël, de l'Arabie Saoudite, et des Etats-Unis, sans déplorer aucune perte.

Le F-15C règne en maître sur le combat au-delà de la portée visuelle (BVR). Ne refusant pas le dogfight, le F-15C se révèle extrêmement habile pour trouver des cibles, les identifier comme hostiles et les engager avec un missile AIM-120C AMRAAM avant que l'ennemi ne puisse riposter.

Le système de radar Doppler à modulation de fréquences F-15 peut « regarder » en haut pour des cibles volant à haute altitude et en bas pour des cibles volant à basse altitude sans les confondre avec l'image de fond du sol. Il peut détecter et prendre en chasse des appareils et des petites cibles rapides, que ce soit au-delà de la portée visuelle ou à faible distance, qu'elles volent en altitude ou au ras de la cime des arbres. Le radar introduit l'information concernant la cible dans son ordinateur central qui délivre une solution de tir effective. Dans les combats aériens rapprochés, le radar acquiert automatiquement l'avion ennemi et projette l'information sur l'affichage tête haute (HUD).

L' "Eagle" est quelque peu limité cependant en combat rapproché. Le missile AIM-9M SideWinder, une arme fiable qui est utilisé depuis les années 60, n'a pas les capacités de tir à grande incidence des récents missiles russes thermo guidés. Les pilotes de F-15C doivent généralement préférer l'usage de haute vitesse ou le "combat à l'énergie" par rapport au combat tournoyant à basse vitesse, particulièrement contre des adversaires agiles.



## A-10A Thunderbolt II

Peu de gens appellent cet avion par son vrai nom "Thunderbolt II". Au lieu de celui-ci, son aspect peu commun lui a valu le surnom de "Warthog", et souvent plus simplement celui de, "the hog" (le phacochère). Conçu comme plateforme d'appui aérien rapproché (CAS) pour contrer la supériorité numérique des blindés soviétiques durant la Guerre Froide, le "Phaco" est lourdement blindé. Il emporte une quantité massive d'armement dont le GAU-8A, mortel canon anti-blindé de 30mm. Vers la fin des années 80, certains gradés entreprirent des efforts pour faire retirer le « vieil » A-10 du service actif. Mais, suite aux performances proprement exceptionnelles de cet appareil pendant la Guerre du Golfe de 1991, cette idée fut rejetée.



Le A-10 a été prévu pour voler bas, utilisant le terrain pour masquer sa présence aux SAM ennemis. Cependant « voler bas » signifie que l'on place l'appareil au coeur de la zone d'engagement de la D.C.A. Par conséquent, l'avion est lourdement blindé, avec notamment une baignoire en titane qui enveloppe le pilote. Quand la menace des SAM a été réduite au silence, le A-10 poursuit généralement ses missions à moyenne altitude, ce qui le place hors de portée des canons de la D.C.A.





Le A-10, appareil subsonique, peut emporter avec lui en autodéfense des missiles AIM-9 Sidewinders, mais il préfère éviter le combat aérien rapproché. Il peut emporter de lourdes charges d'armes air-sol, mais il ne peut soutenir la comparaison avec un appareil spécialisé dans le combat aérien. Quand il est confronté à un chasseur ennemi, le pilote doit utiliser l'impressionnant taux de virage du "Hog" pour pointer le nez de son appareil (et son redoutable canon de 30mm) sur l'attaquant. Si celui-ci vous dépasse, tirez et prolongez votre tir jusqu'à ce que l'adversaire fasse une autre passe, puis repartez dans un virage à taux maximal pour pointer à nouveau le nez de votre avion sur l'adversaire.

# *Instruments de bord des avions russes*

# 2

## *Chapitre*



*Version 1.1*

## CHAPITRE 2

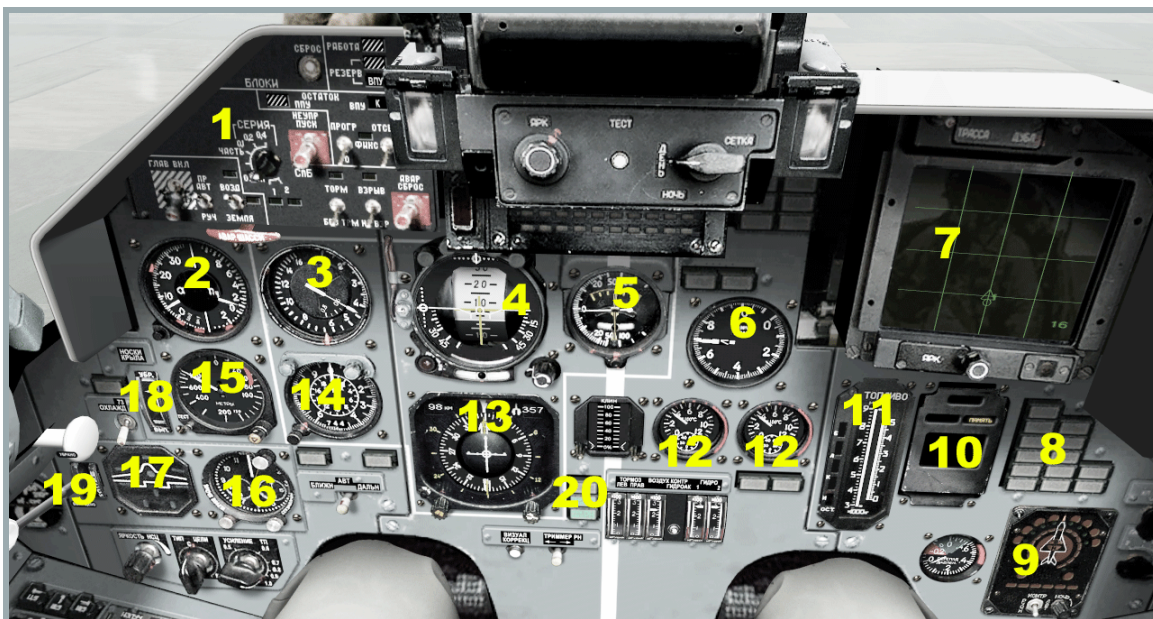
# INSTRUMENTS DES COCKPITS DES AVIONS RUSSES

L'équipement de chaque cockpit est différent selon les tâches que l'avion devra accomplir. Néanmoins, tous les cockpits ont beaucoup de points communs. Par exemple les instruments comme l'indicateur de vitesse, l'ADI ou encore le variomètre sont présents dans chaque cockpit.

Ce chapitre va vous initier à l'utilisation des instruments des cockpits de chaque avion. Pour bien piloter, vous devrez comprendre la fonction et la position de chacun de ces instruments.

## Instruments des cockpits de Su-27 et Su-33

Les instruments des cockpits du Su27 et du Su33 sont presque identiques. Les instruments sont, pour la plupart, similaires à ceux du Mig29 et du Su-25.



**2-1: Planche de bord du Su-27**

1. Panneau de contrôle des armements.
2. Indicateur d'AOA et d'accélération.
3. Indicateur de vitesse et machmètre.
4. Indicateur d'attitude (ADI).
5. Indicateur de vitesse verticale (VVI , Variomètre).

6. Tachymètre.
7. Head Down Display (HDD, Affichage tête basse).
8. Alarmes.
9. Radar Warning System (RWS, Avertisseur radar) SPO-15 "Berioza".
10. Panneau de contrôle.
11. Jauges de carburant.
12. Indicateurs de température en sortie de turbine.
13. Indicateur de situation horizontale (HSI).
14. Altimètre.
15. Sonde altimétrique.
16. Horloge.
17. Indicateur de traînée.
18. Indicateur de position des volets.
19. Manette du train d'atterrissage.
20. Voyants de référence de la position neutre des trims en tangage, roulis et lacet.

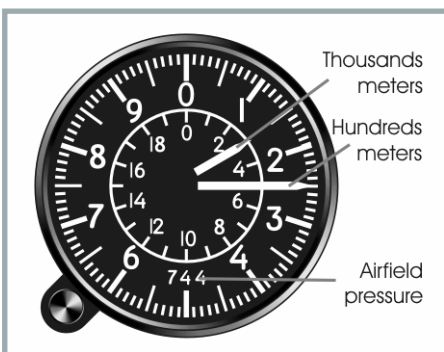
## INDICATEUR DE VITESSE ET MACHMETRE



L'indicateur de vitesse et le machmètre donnent la vitesse indiquée (IAS). L'échelle est graduée de 1 à 1600 km/h. Les machs sont indiqués à l'intérieur de la jauge et l'échelle est graduée de 0.6 à 3 machs.

**2-2: Indicateur de vitesse et de mach**

## ALTIMETRE



L'altimètre indique l'altitude de l'avion par rapport au niveau de la mer. L'altimètre du cercle intérieur est gradué de 0 à 30 000 mètres par incréments de 1 000 mètres. L'altimètre du cercle extérieur est gradué de 0 à 1 000 mètres par incréments de 10 mètres. L'altitude de l'avion se déduit en effectuant la somme des altitudes lues sur les 2 cercles.

**2-3: Altimètre**



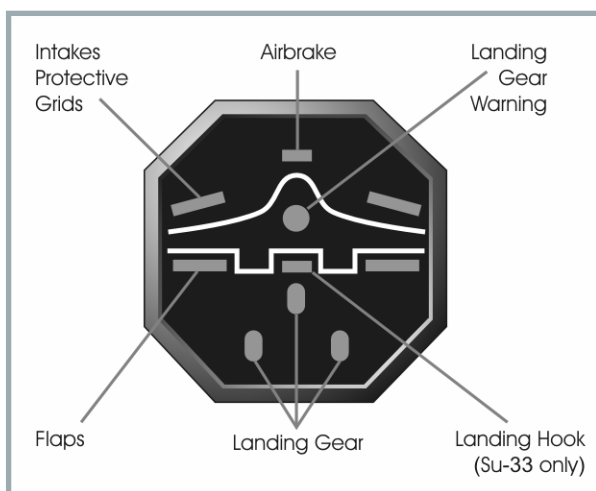
## SONDE ALTIMETRIQUE



La sonde altimétrique donne l'altitude de l'avion au-dessus du sol et par conséquent, cette altitude fluctue en fonction de la hauteur du terrain survolé. Elle mesure l'altitude entre 0 et 1 500 mètres uniquement. Elle n'affiche plus rien au-dessus.

**2-4: Sonde altimétrique**

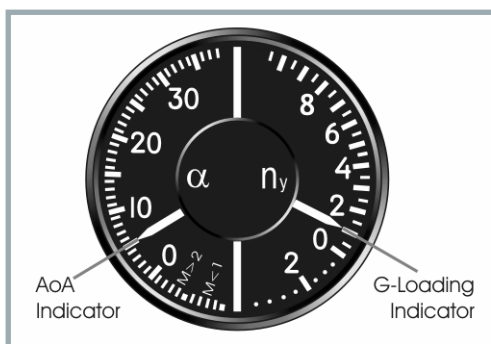
## INDICATEUR DE TRAÎNÉE



L'indicateur de traînée affiche la position du train d'atterrissage, des volets et des aérofreins. Si le train n'est pas complètement sorti ou rentré, un voyant rouge s'allume au centre de l'indicateur.

**2-5: Indicateur de traînée**

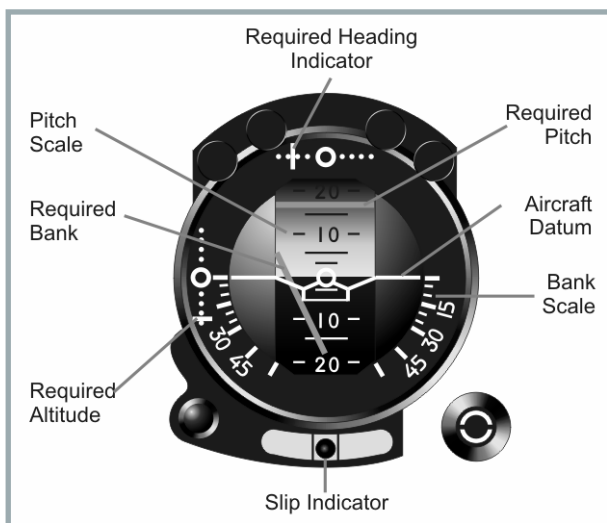
## INDICATEUR D'AOA ET ACCELEROMETRE



L'indicateur d'angle d'attaque (AoA) et l'accéléromètre affichent l'angle d'attaque et le facteur de charge (accélération en G). La partie gauche de l'indicateur affiche l'AoA (Angle of Attack, angle d'attaque) en degrés et la partie droite affiche le facteur de charge en G. Un petit indicateur affiche la charge maximale atteinte pendant le vol.

**2-6: Indicateur d'Aoa et Accéléromètre**

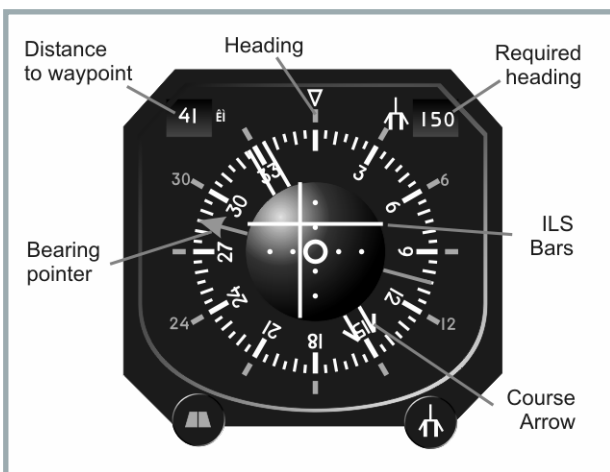
## ATTITUDE DIRECTION INDICATOR (ADI)



L'ADI affiche l'angle de tangage et de roulis de l'avion. En bas de la jauge se trouve l'indicateur de dérapage. Modifier la position de la gouverne élimine le dérapage, essayez donc de toujours avoir cet indicateur en position centrale. Dans la portion centrale de la jauge se trouvent les indicateurs de virage et de tangage requis pour arriver au prochain point de route. Quand les barres jaunes sont au centre, l'avion suit la bonne route. Les barres jaunes fournissent également les indications pour parvenir à l'alignement requis pour une approche aux instruments.

**2-6: ADI**

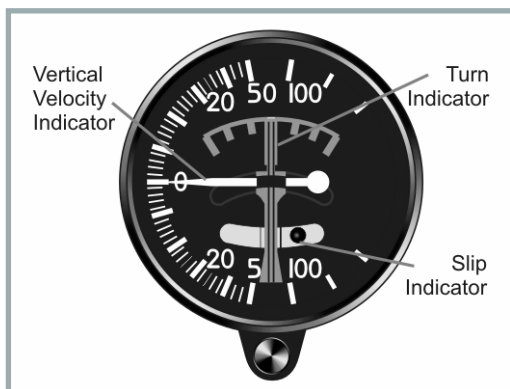
## INDICATEUR DE SITUATION HORIZONTALE (HSI)



Le HSI fournit une vue de dessus de l'avion par rapport au prochain point de route. Le compas magnétique est mobile et la direction est toujours affichée en haut du cadran. La double flèche indique la direction à prendre tandis que la simple flèche pointe vers le prochain point de route. La distance et la direction à prendre sont affichées numériquement dans les coins supérieurs de la jauge.

**2-7: HSI**

## VARIOMETRE



Le variomètre mesure la vitesse verticale de l'avion (taux de montée ou descente) en mètres.s<sup>-1</sup>. L'indicateur de dérapage est redondant avec celui de l'ADI. L'indicateur de virage indique le sens du virage en donnant un taux de virage approximatif.

**2-9: Variomètre**

## HORLOGE



L'horloge de l'avion affiche l'heure actuelle définie dans l'éditeur de mission.

**2-10: Horloge**

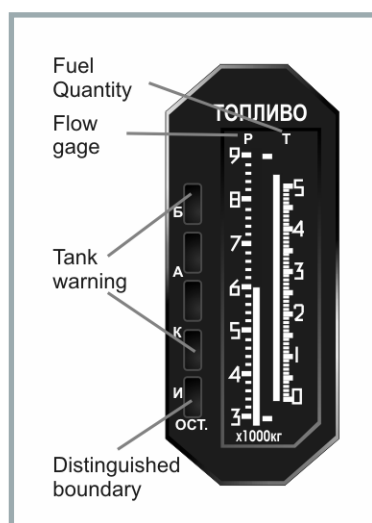
## TACHYMETRE



Le tachymètre indique en pourcentage le couple de puissance utilisé par les turbines. La post-combustion est affichée au-delà de 100% (10). Quand la post combustion est en fonction, 2 voyants verts s'affichent au-dessus du tachymètre.

**2-11: Tachymètre**

## INDICATEUR DE RESERVES DE CARBURANT



La jauge de carburant (T) affiche la quantité de carburant qui reste dans le réservoir principal. La jauge de débit (P) affiche le taux de consommation de carburant.

Si l'avion emporte des réservoirs externes (bidons), un voyant s'allume lorsque ceux-ci sont sur le point d'être vides. A noter que le su27 et le su33 ne peuvent emporter de réservoirs externes.

**2-12: Jauge de carburant**

## INDICATEUR DE TEMPERATURE EN SORTIE DE TURBINE



Les deux indicateurs de température en sortie de turbine affichent la température en sortie de chambre de combustion des deux turbines.

**2-13: Indicateur de température en sortie de turbine**

## ÉCRAN DE VISUALISATION TETE BASSE (HDD)



L'affichage tête basse (Head Down Display, HDD) est situé dans le coin supérieur droit du tableau de bord. Il affiche les informations de navigation, les points de route et la position des pistes. En mode combat, les informations du radar et du système optronique y sont affichées.

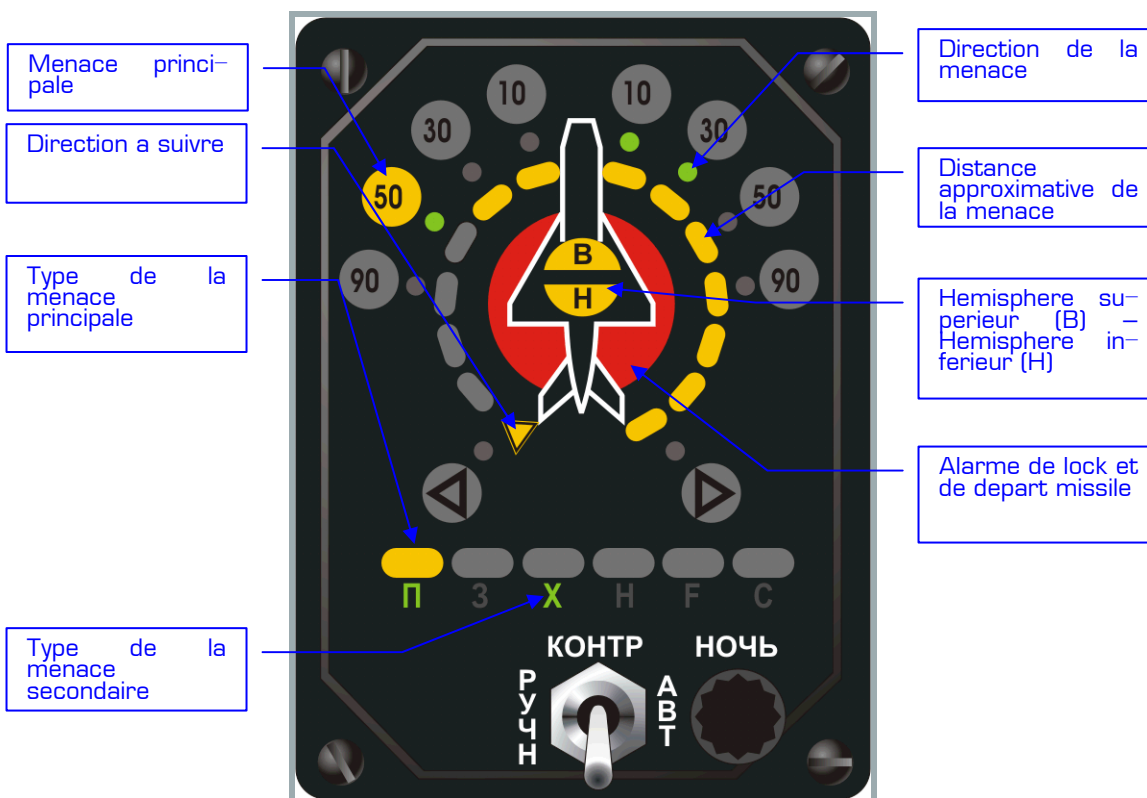
L'échelle du HDD peut être modifiée par le pilote.

**2-14: HDD**



## SYSTEME D'ALERTE RADAR (RWS)

Le RWS (Système d'Alerte Radar) indique les radars qui illuminent votre avion. Des symboles représentent le type et la direction des sources radar détectées. Les six diodes dans la partie basse informent le pilote sur le type de radar qui illumine son avion. Pour plus d'information sur l'utilisation du RWS, consultez le chapitre correspondant.



**2-15: RWS**

## PANNEAU PPD-SP



**2-16: PPD-SP**

Sur le flanc droit du cockpit vous pouvez trouver le PPD-SD. Dans la partie centrale, l'indicateur PI-SP. Ceux-ci vous indiquent le nombre de flares et chaff restant. La colonne de gauche concerne les chaffs. Chaque marque verte correspond à 16 chaffs. La colonne de droite représente le nombre de flare restant. Chaque marque verte correspond à 8 flares. Les flares sont largués par paire.

## Instruments du cockpit du MiG-29

Le cockpit du mig29 est composé des instruments cités ci-dessous. Les cockpits du MiG-29A et du MiG-29S sont identiques. La majorité de ces instruments sont identiques à ceux du Su-27 et du Su-33.



**2-17: Tableau de bord du MiG-29**

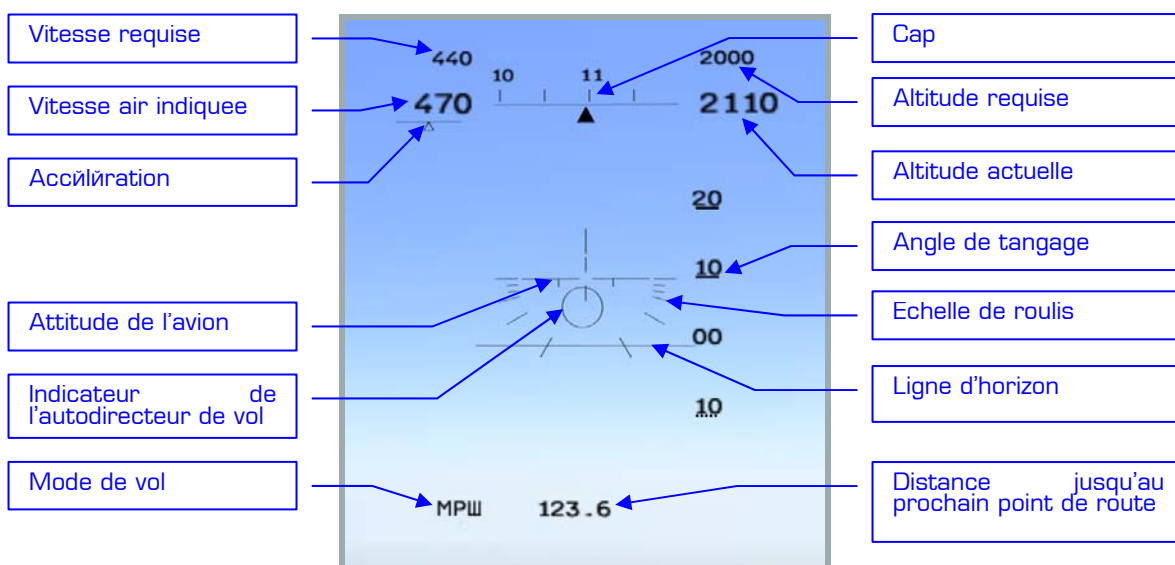
1. Panneau de contrôle des armements.
2. Indicateur d'AoA et accéléromètre.
3. Indicateur de vitesse.
4. Attitude Direction Indicator (ADI).
5. Indicateur de vitesse verticale (VVI, Variomètre).
6. Sonde altimétrique.
7. Tachymètre.
8. Jauge de carburant.
9. Écran de visualisation tête basse (HDD, Affichage tête basse).
10. Panneau de contrôle.
11. Radar Warning System (RWS, Avertisseur radar) SPO-15 "Berioza".
12. Indicateurs de température en sortie de turbine.
13. Machmètre.
14. Horloge.
15. Indicateur de situation horizontale (HSI).
16. Altimètre.

17. Indicateur de traînée.
18. Manette du train d'atterrissage.
19. Panneau du pilote automatique.
20. Voyants d'alarme.
21. Compteur de Flares et Chaffs.
22. Voyant d'alarme principal.

## Modes de fonctionnement du HUD et HDD du Su27, Su33 et Mig29

### PRINCIPAUX SYMBOLES

La symbologie des HUD russes est quasiment identique d'un avion à l'autre. Pour exemple, nous allons jeter un coup d'œil à ce qui est affiché par le HUD du MiG-29 en mode MPLШ (Navigation).

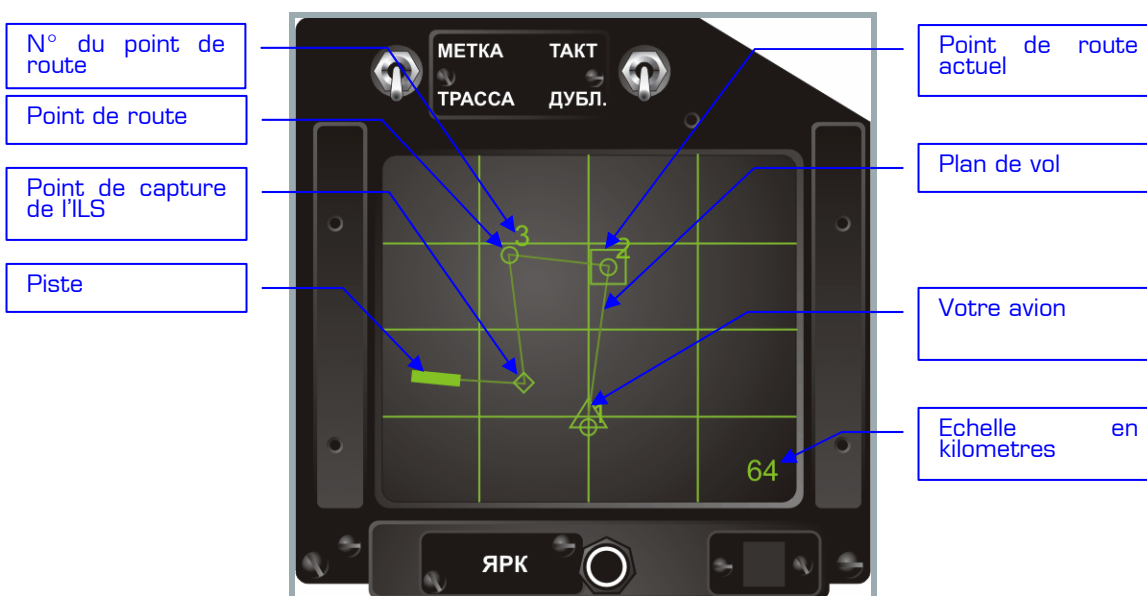


#### 2-18: Symbologie du HUD du MiG-29

- Au centre du HUD se trouve l'indicateur d'attitude de l'avion en tangage et en roulis.
- L'indicateur de cap actuel est positionné dans la partie supérieure du HUD. Il affiche la direction prise par l'avion. (Exemple: 11 correspond ici à une valeur de 110 degrés).
- La vitesse air indiquée (IAS) est affichée à gauche de l'échelle de cap. La vitesse requise est indiquée au-dessus de l'IAS. Elle dépend du mode de vol sélectionné, et dans le cas du mode de navigation, elle affiche la vitesse que l'avion doit atteindre selon le plan de vol prédéfini.
- En dessous de l'indicateur de vitesse se trouve un indicateur triangulaire qui représente l'accélération horizontale de l'avion. A droite, l'avion accélère et à gauche l'avion décélère.

- A droite de l'échelle de cap, l'altitude actuelle est indiquée. Pour une altitude inférieure à 1 500 mètres au-dessus du sol, l'altitude est donnée à 1 mètre près. Pour une altitude supérieure à 1 500 mètres par rapport au niveau de la mer, l'altitude est donnée de 10 mètres en 10 mètres. Au-dessus de l'échelle, l'altitude requise est affichée. Elle dépend du mode de vol sélectionné et dans le cas du mode de navigation, elle affiche l'altitude à atteindre selon le plan de vol prédéfini.
- Le cercle modélise la direction et l'altitude à suivre pour se rendre au prochain point de route. Quand il est au centre de l'indicateur d'attitude, vous êtes sur la bonne route.
- L'angle de tangage est affiché dans la partie droite du HUD.
- Dans le coin inférieur gauche est affiché le mode de vol en action.
- Dans la partie inférieure du HUD, la distance jusqu'au prochain point de route est indiquée en Km.

En mode navigation, les informations du plan de vol (cap, points de route et pistes) sont indiquées sur le HDD.



## 2-19: Symbologie du HDD en mode navigation

- Les points de route sont indiqués par des petits cercles.
- Le numéro du point de route est indiqué à côté de la marque du waypoint.
- Le point de capture de l'ILS d'une piste est représenté par un losange.
- Les pistes sont indiquées par des rectangles pleins.
- Le point de route actuel est entouré par un rectangle.
- Tous les waypoints sont reliés par une ligne indiquant le plan de vol.

En mode navigation, les informations du plan de vol sont affichées à la fois sur le HUD et sur le HDD. Il y a trois sous modes de navigation: **МПШ (ROUTE)**, **ВЗВ (RETURN)**, et **ПОС (LANDING)**. Appuyez sur la touche [1] pour passer d'un mode à l'autre.

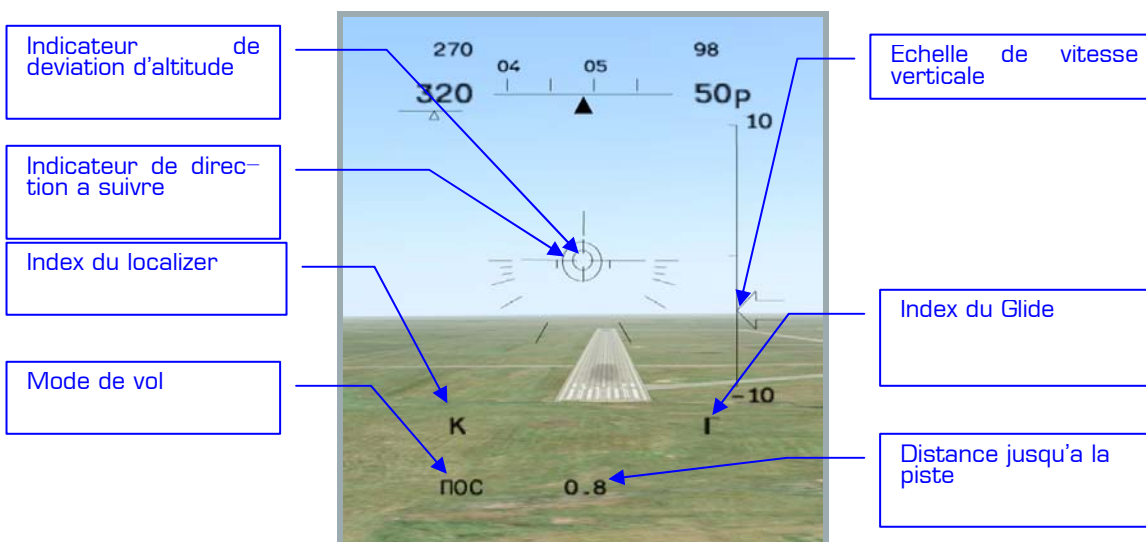
En mode ROUTE, l'itinéraire passe par tous les points de route prédéfinis. Appuyez sur la touche [2] pour passer au point de route suivant. La ligne de l'itinéraire à suivre s'affichera automatiquement entre votre avion et le point de route sélectionné.

En mode RETURN, la ligne d'itinéraire mène au point de capture de l'ILS.

En mode LANDING, la ligne d'itinéraire mène à la base aérienne désirée. La sélection de la base aérienne se fait en appuyant sur la touche [2] jusqu'à ce que la bonne base soit sélectionnée.

## MODE DE NAVIGATION

- En sous mode ROUTE, un grand cercle est affiché sur le HUD; il représente la direction à suivre pour rejoindre le prochain point de route. Au-dessus de la vitesse et de l'altitude actuelles sont indiquées les vitesses et altitudes requises qui ont été défini dans l'éditeur de mission. Quand le point de route est atteint, le système de navigation passe automatiquement au point de route suivant. L'itinéraire et les points de route sont affichés sur le HDD.
- En sous mode RETURN, le cercle indique le point de capture de l'ILS. La sélection de la base aérienne se fait en appuyant sur la touche [2]. Après avoir atteint le point de capture de l'ILS, le système de navigation passe automatiquement du sous mode RETURN au sous mode LANDING et la tour vous fournit alors les instructions en vue de l'atterrissage.



### 2-20: Atterrissage ILS

- En sous mode LANDING, le cercle pointe vers la piste d'atterrissage. La direction jusqu'à la piste est également affichée sur le HDD. Vous pouvez choisir une autre piste en appuyant sur la touche [2]. Lors de l'approche, la tour de contrôle de la base aérienne vous fournit les dernières directives de cap. Une échelle de vitesse verticale apparaît sur la droite du HUD pour indiquer le taux de descente de l'avion.

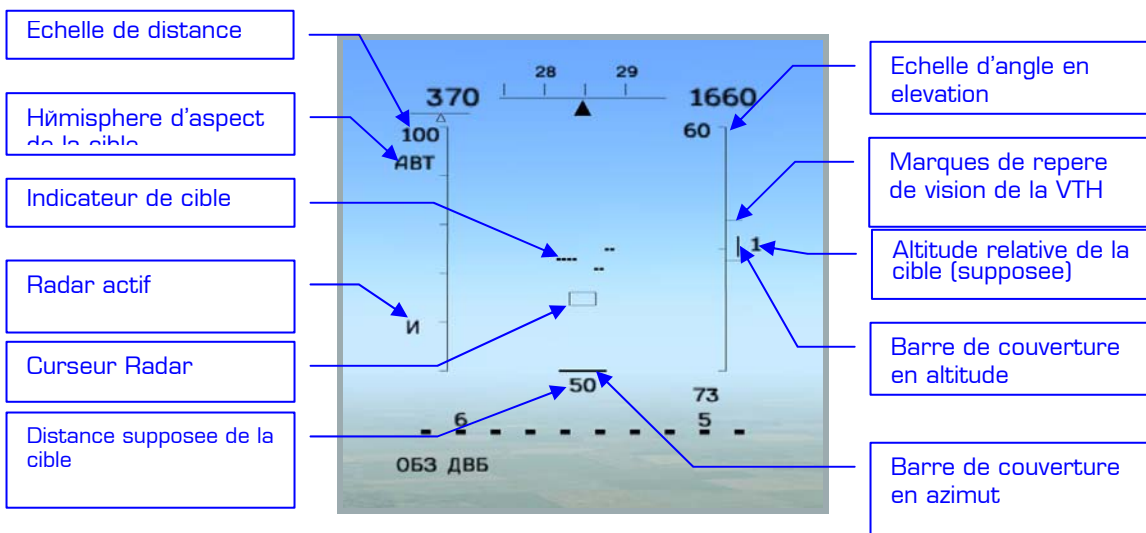
## MODES DE COMBAT AU-DELA DE PORTEE VISUELLE (BVR, BEYOND VISUAL RANGE)

Il existe plusieurs modes BVR: **ОБЗ (SCAN)** – balayage, **ЧП (TWS)** – poursuite et balayage, et **ПНП – АТАКА (STT)** – poursuite d’une cible unique.

### MODE ОБЗ (SCAN)

Le mode ОБЗ (SCAN) est activé par la touche [2]. C’est le mode de recherche BVR primaire. Il peut détecter jusqu’à 24 cibles. Il est également nécessaire d’allumer l’un des capteurs de contrôle de tir (radar ouIRST) avant que les cibles puissent être détectées et engagées. En mode BVR, c’est le radar du chasseur qui est normalement utilisé. Le radar permet la détection de cibles à longue portée et l’utilisation de missiles à guidage radar semi-actif (SARH). Les informations nécessaires à la recherche de cibles et à l’acquisition sont affichées sur la VTH. L’échelle de distances peut être modifiée avec les touches [ + ] et [ - ]. La zone de balayage peut être dirigée distinctement vers trois directions : centre-droite-gauche. Elle peut être dirigée sur l’axe vertical suivant deux méthodes : doucement, par une élévation directe ou distinctement avec la méthode angle et distance. Pour utiliser la méthode angle et distance, vous devez d’abord entrer la distance supposée jusqu’à la cible en kilomètres en utilisant les touches [Ctrl- +] et [Ctrl- -]; entrez ensuite la différence d’altitude supposée entre la cible et votre avion également en kilomètres en utilisant les touches [MAJ- ;] et [MAJ- .]. La distance supposée que vous entrez est affichée en dessous du marqueur de couverture en azimuth en bas de la VTH, et la différence d’altitude supposée est indiquée à droite du marqueur de couverture en altitude sur la droite de la VTH.

Quand le capteur de contrôle de tir détecte une cible, elle est représentée par une petite rangée horizontale de points sur la VTH. Les cibles « amies » répondant au système d’identification radar (IFF) sont représentées par une double rangée.



### 2-21: Mode SCAN - BVR

L’échelle de distance peut être modifiée par les touches [ + ] et [ - ]

L’hémisphère d’aspect supposé de la cible est contrôlé avec la touche [Win-I]. Le mode ABT (ILV) peut être utilisé si l’aspect de la cible est inconnu. L’aspect de la cible supposé détermine la



fréquence des impulsions (PRF) qui sera utilisée par le radar du chasseur en mode recherche. Les hautes PRF (HPRF), qui donnent la plus grande portée de détection contre des cibles se rapprochant directement (hémisphère avant), sont indiquées par ППС (HI), alors que les PRF moyennes (MPRF), qui sont destinées aux cibles s'éloignant (hémisphère arrière), sont indiquées par ЗПС (MED). En mode ABT (ILV), les PRF hautes et moyennes sont intercalées sur des barres alternatives de la zone de couverture radar. Cela permet la détection de cibles quel que soit leur aspect, mais avec en contrepartie une réduction de 25% de la portée maximale du radar.

- Une cible aérienne est affichée sur la VTH par une rangée horizontale de points. Le nombre de points correspond à la taille approximative de la cible mesurée à l'aide de sa surface équivalent radar (SER). Un point indique que la SER de la cible est inférieure ou égale à 2m<sup>2</sup>, deux points indiquent une SER allant de 2 à 30 m<sup>2</sup>, trois points de 30 à 60 m<sup>2</sup> et quatre points plus de 60 m<sup>2</sup>. Les chasseurs tactiques ont le plus souvent une SER comprise entre 3 et 30 m<sup>2</sup>, ce qui dépend de son type, de sa charge utile et de son angle d'aspect. La plupart des chasseurs sont donc habituellement affichés sur la VTH par une rangée de deux points. Les avions amis ont une marque d'identification symbolisée par une seconde rangée de points positionnée au-dessus de la principale.
- Le symbole «**M**» sur le côté gauche de la VTH indique que le radar est allumé et qu'il transmet.
- Le curseur radar pour la désignation des cibles peut être déplacé en utilisant les touches **[M]**, **[;]**, **[:]** et **[!]**.
- La distance supposée de la cible (souvent donnée par l'AWACS et les CGI) est entrée via les touches **[Ctrl- +]** et **[Ctrl- -]** et est affiché en bas de la VTH sous la barre de couverture en azimut. La couverture en altitude de la zone de balayage radar est calculée à partir de ce paramètre.
- L'altitude supposée de la cible par rapport à votre appareil est entrée via les touches **[MAJ-;]** et **[MAJ-.]**. Elle est affichée à droite de la VTH, à côté de la barre de couverture en altitude. Ce paramètre est également utilisé pour calculer la couverture en altitude de la zone de balayage.

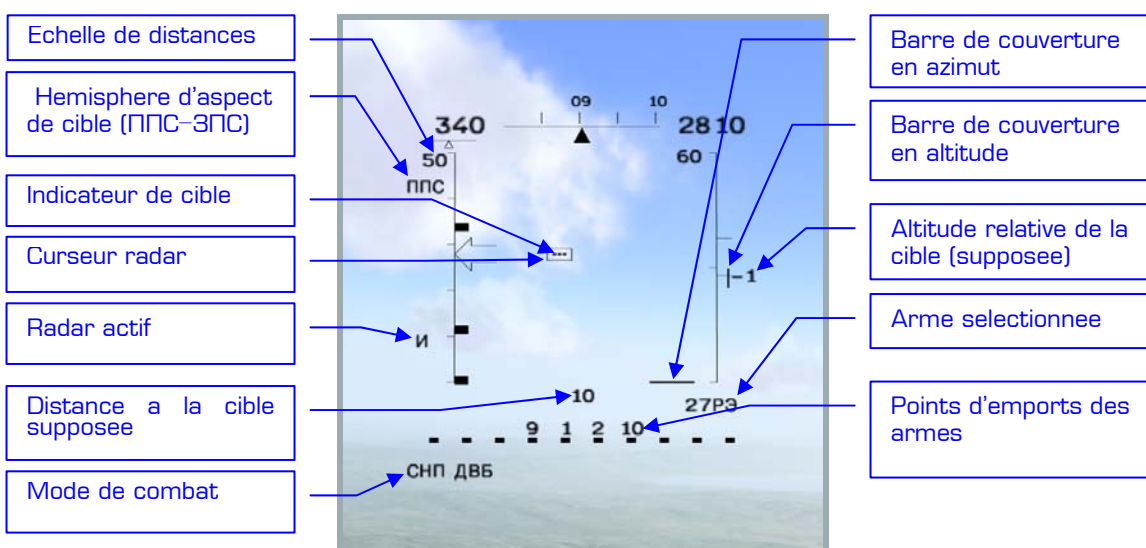
Si votre chasseur est à une altitude de 5000m et que l'AWACS annonce une cible à une distance de 80 km et à une altitude de 10 km, vous devez diriger votre avion face à la cible et ensuite entrer 80 km de distance et 5 km d'altitude relative dans le radar. La zone scannée par le radar englobera alors l'altitude supposée de la cible.

- L'échelle d'angle en élévation est également sur la droite de la VTH. Les limites de l'échelle sont de  $\pm 60$  degrés et sont indiquées par de petits repères tournés vers l'intérieur en haut et en bas de l'échelle. Un troisième repère identique symbolise l'horizon. Les repères tournés vers l'extérieur représentent l'angle de vision de la VTH. A côté de l'échelle d'élévation fixe se trouve une barre de couverture en altitude mobile qui indique les limites du faisceau de balayage en altitude. Cela permet au pilote de regarder dans la même direction que la zone balayée par le radar en utilisant la VTH comme référence. Si la barre de couverture en altitude est placée entre les deux marqueurs de la VTH, alors le radar cherche des cibles dans le plan vertical visibles à travers la VTH.
- La barre de couverture en azimut est affichée en bas de la VTH. Elle possède trois positions fixes qui correspondent à la direction de la zone de balayage : gauche-centre-droite.

## MODE ЧП (TWS)

Le mode ЧП (poursuite et balayage ou TWS). Il est activé depuis le mode ОВЗ (SCAN) en appuyant sur [Alt-I]. Le radar peut poursuivre jusqu'à 10 cibles simultanément en ЧП (TWS). La différence principale entre ce mode et le mode (SCAN) est que le radar retient les paramètres de la cible, comme l'altitude et le vecteur vitesse, tout en continuant à chercher d'autres cibles. Le HDD représente une vue du dessus de la situation tactique qui comprend toutes les cibles poursuivies ainsi que leur direction et leur position.

Le mode TWS permet une acquisition automatique de la cible (transition en STT). L'auto acquisition est activée en déplaçant le curseur radar au-dessus d'une cible. Le curseur va se positionner sur la cible pour la suivre par la suite. Les acquisitions automatiques se produisent à des distances égales à 85% de la portée maximum calculée de l'arme. Le pilote peut forcer l'acquisition en appuyant sur la touche [Tab].



### 2-22: MODE ЧП (TWS)

La symbologie de la VTH en mode ЧП (TWS) est similaire à celle du mode ОВЗ (SCAN).

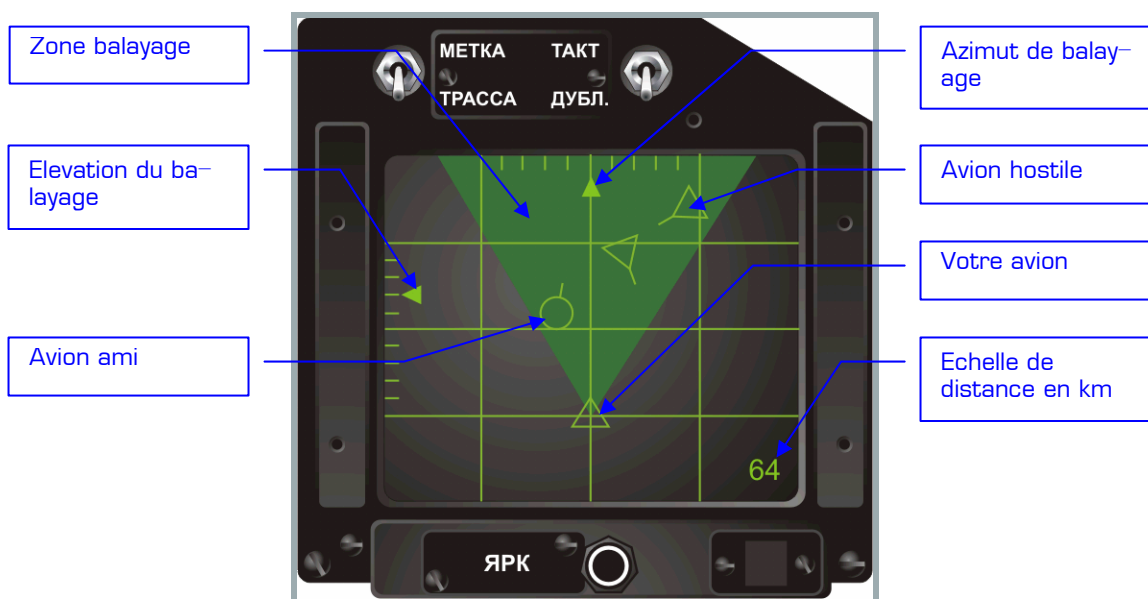
ЧП - ДВБ (TWS – BVR) en bas à gauche de la VTH indique le mode actuel.

- Les points d'emport emportant les armes sélectionnées sont indiqués en bas de la VTH.
- L'arme sélectionnée est indiquée en bas à droite de la VTH, en dessous de l'échelle d'angle d'élévation. Le **27P3** ci-dessus désigne les missiles R-27ER.
- L'échelle de distance sur la gauche de la VTH comporte trois larges repères tournés vers l'intérieur. De haut en bas, il s'agit de : **Rmax** - distance maximale d'autorisation de tir contre une cible non manœuvrante, **Rtr** - Distance maximale de tir contre une cible manœuvrante - zone de non-échappatoire, et **Rmin** - distance de tir minimum autorisée.

Le mode ЧП (TWS) est utilisable uniquement si ППС ou ЗПС sont sélectionnés. Le mode АВТ avec alternance de PRF n'est pas compatible. Il est donc nécessaire de connaître l'angle d'aspect des cibles à l'avance.

Les informations suivantes sont affichées sur la VTB en mode ЧП (TWS):



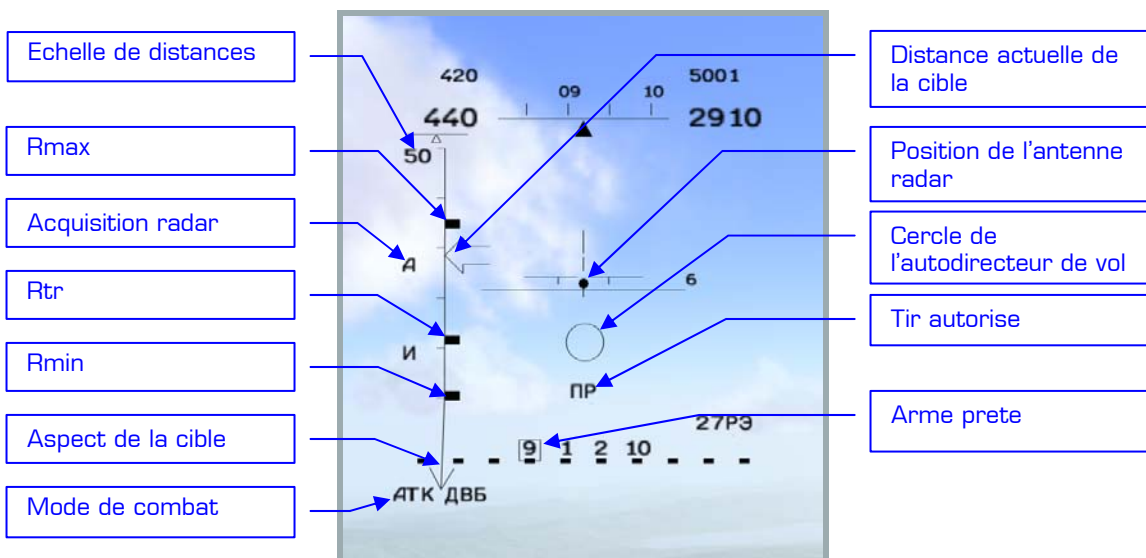


**2-23: La VTB en mode СНП – ДВБ (TWS - BVR)**

- L'azimut balayé est affiché en vert foncé.
- L'angle d'élévation de la zone de balayage est indiqué sur la gauche.
- La direction de la zone de balayage est indiquée en haut.
- Les triangles indiquent des cibles hostiles. Un court trait indique dans quelle direction elles se dirigent.
- Les cercles indiquent des avions amis. Un court trait indique dans quelle direction ils se dirigent.
- Le symbole de votre propre chasseur est fixe dans la partie basse de la VTB.
- L'échelle de distance se trouve dans le coin inférieur droit.

## MODE ATAKA – РНП (ATTAQUE – STT)

Après l'acquisition de la cible en mode SCAN ou TWS, le radar passe automatiquement en mode Poursuite de Cible Unique (STT). Il arrête de poursuivre toutes les autres cibles et des informations complémentaires sont affichées sur la VTH comme suit :



### 2-24: MODE ATK – ДВБ (ATTAQUE – BVR)

- Rmax - distance maximale de tir autorisée contre des cibles non manœuvrantes
- Rtr - distance maximale de tir autorisée contre des cibles manœuvrantes.
- RMin - distance de tir minimale autorisée.
- Le symbole d'attaque indique une acquisition au radar actif. Après le départ du missile, le symbole d'attaque clignote à une fréquence de 2 Hz
- L'angle d'aspect montre le vecteur vitesse de la cible rapporté au plan de la VTH.
- Le mode ATK – ДВБ est affiché sur la VTH dans le coin inférieur gauche.
- La flèche qui indique la distance actuelle de la cible bouge le long de l'échelle de distances.
- Un point rond indique la position de l'antenne radar relative à la direction du chasseur
- Le cercle directeur se superpose à la cible sur la VTH.
- Le symbole ПР (LA) d'autorisation de tir apparaît quand la cible est à portée et que toutes les autres conditions de tir sont satisfaites.

En mode STT, toute l'énergie radar est concentrée sur la cible pour apporter une plus grande précision et pour réduire la probabilité d'une perte de contact qui pourrait être causée par le déploiement de contre-mesures par la cible.

Il est important de noter que ce mode de radiation intensif est interprété par le RWR de l'ennemi comme une acquisition et une préparation au tir d'un missile. Il pourrait en résulter une manœuvre évasive ou le début d'une contre-attaque.



**2-25: La VTB en mode АТАКА – РНП (АТТАСK – STT)**

- En mode STT, la zone balayée devient un étroit faisceau radar qui indique la direction de la cible.

Lors du tir d'un missile, le radar passe en mode « vague d'illumination continue ». Ce signal est interprété sans ambiguïté par le RWR de l'ennemi comme étant le départ d'un missile et occasionne souvent l'utilisation de contre-mesures.

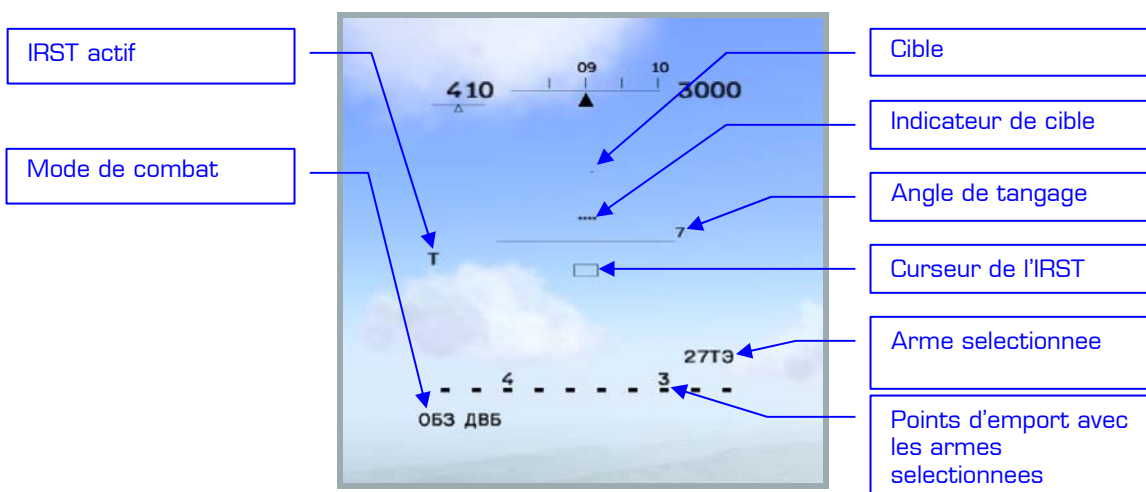
Quand des missiles à guidage radar semi-actif (SARH) sont employés, il est nécessaire d'illuminer la cible jusqu'à ce que le missile fasse mouche. Quand des missiles à guidage radar actif (ARH) sont utilisés, il est nécessaire d'illuminer la cible jusqu'à ce que le capteur du missile passe en guidage actif, ce qui se produit à une distance de 15 km de la cible.

## MODE SCAN –IRST

L'utilisation du système infrarouge de recherche et de poursuite (IRST) comme capteur modifie la symbologie de la VTH en conséquence.

En recherche avec l'IRST, les informations de la cible sont affichées à travers des coordonnées d'azimut et d'altitude sur la VTH (contrairement aux coordonnées d'azimut et de distance lors d'une recherche avec le radar). L'azimut se lit le long de l'axe horizontal, l'altitude le long de l'axe vertical.

Après l'acquisition de la cible à l'aide de l'IRST, l'affichage passe en mode ATTAQUE décrit ci-avant.



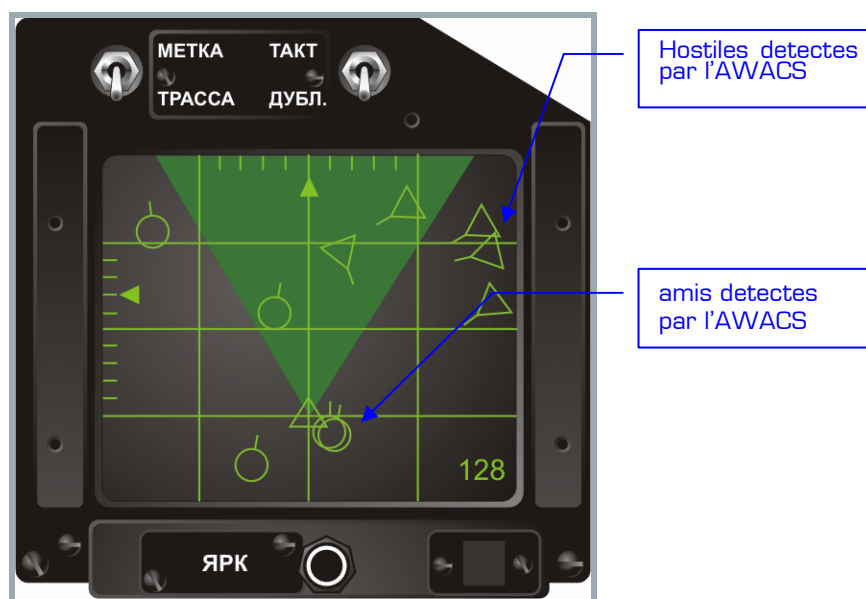
## 2-26: Mode O53 – DB5 (SCAN – BVR) avec l'IRST comme capteur choisi

- Le symbole « T » sur la gauche de la VTH indique que l'IRST est allumé.
- Le nom du mode choisi est affiché dans le coin inférieur gauche.
- L'indicateur de cible est affiché dans le repère azimut - altitude symbolisé par la VTH.
- L'élévation en tangage de la zone de balayage est affichée au centre et à droite de la VTH.

Puisque le RWR ne peut pas détecter le télémètre laser utilisé par l'IRST, ce capteur rend possible une attaque furtive. Pour ce type d'attaque, seuls peuvent être employés les missiles disposant de capteurs qui emploient le guidage infrarouge (IRH).

## DATALINK NUMERIQUE

Les Su-27 et Su-33 emportent l'équipement radio nécessaire à la réception d'informations numériques sur les cibles directement depuis des capteurs externes (avion AWACS A-50 et radars EW basés au sol) sans utiliser de communications vocales. Le poste de commande transmet la situation tactique aérienne au chasseur et ces données sont ensuite affichées vues du dessus sur la VTB pour améliorer l'appréhension de la situation par le pilote. Cet affichage tactique montre la position de tous les avions détectés par les capteurs externes, en utilisant la position du chasseur comme point de référence. Le datalink numérique est automatiquement activé quand le radar est en marche (touche [I]) à partir du moment où un avion AWACS ou un radar au sol de détection avancée (EW) est disponible dans la mission. Le datalink restera actif, et les cibles continueront à être affichées même si le radar est éteint par la suite.



**2-27: VTB avec connection datalink AWACS active.**

Il faut noter que certaines cibles détectées par l'AWACS apparaissant dans le triangle vert foncé ne sont pas visibles à partir du radar du chasseur si elles sont en dehors des limites du balayage radar en altitude. Le radar du chasseur doit être contrôlé à l'aide de la VTH.

## TRAVAIL EN CONDITIONS COMPLIQUEES PAR LES CONTRE-MESURES.

Dans des conditions compliquées par des contre-mesures, lorsque l'ennemi utilise un brouillage radar actif et/ou passif, le mode TWS ne peut pas être utilisé. Au lieu de cela, il faut utiliser le mode SCAN. Dans des conditions de fortes contre-mesures radio électroniques, le radar ne peut pas déterminer la distance de la cible : à la place d'un seul indicateur de cible, une ligne verticale comportant de multiples indicateurs de cible placés au hasard apparaissent sur la VTH le long du relèvement du brouilleur. La détection d'ECM dans la zone de balayage radar peut également causer l'apparition du symbole «АП» (bruit actif) sur la droite de la VTH. Néanmoins, il est possible d'obtenir une acquisition sur un angle de brouillage (AOJ) qui ne comporte que le relèvement du brouilleur et de lancer des missiles radar à guidage semi-actif (SARH), qui dans ce cas seront guidés dans le mode guidage sur le brouilleur « home on jam » (HOJ).

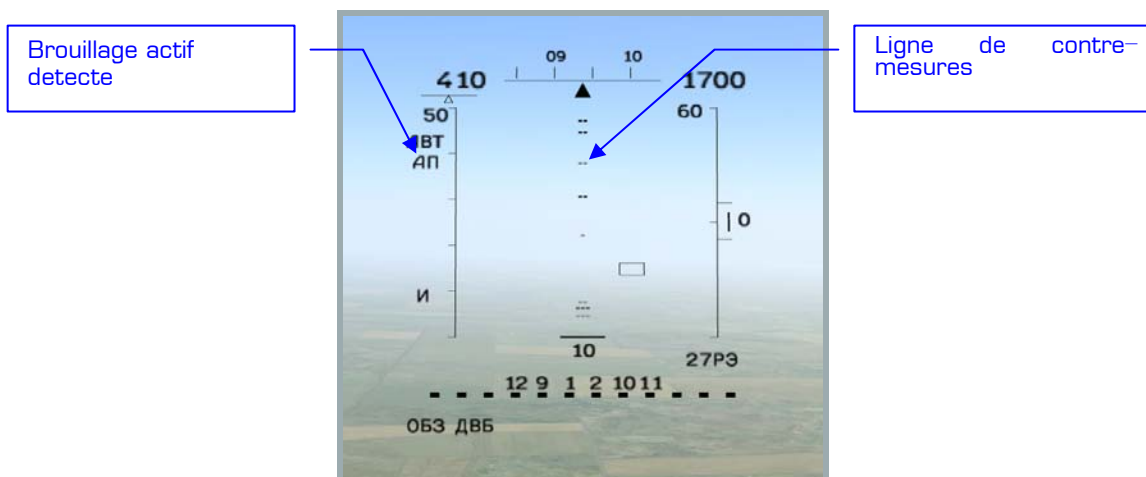
L'acquisition en AOJ est effectuée en utilisant les touches [M], [;], [:] et [!] pour placer le curseur radar sur le faisceau de contre-mesures, et en appuyant sur la touche d'acquisition [TAB]. Le radar du chasseur pointera ensuite son antenne dans la direction de la source du « bruit » et le suivra. La distance de la cible affichée sur la VTH avec une acquisition en AOJ n'est pas mesurée par le radar mais elle est plutôt entrée par le pilote de chasse lui-même (par exemple en fonction des informations données par la radio), avec une valeur par défaut de 10 km. Si la distance entrée pour la cible est plus grande que la portée du missile sélectionné pour cette altitude, alors pour tirer le missile il faudra soit réduire la distance manuellement à l'aide de la touche [Ctrl-] jusqu'à ce que le symbole "ПР" apparaisse, soit outrepasser l'autorisation de tir par la touche [Alt-Z].

Il faut noter que l'utilisation de missiles contre des cibles qui effectuent un brouillage peut être

rendue délicate à cause du manque d'informations sur la distance : la cible peut être au-delà de la zone de lancement autorisée. De plus, les missiles volant en mode passif ont une probabilité plus faible de toucher au but.

A une distance de 25 km du brouilleur, la puissance du radar est suffisante pour passer au travers du brouillage et pour fournir une situation précise de la cible, y compris pour la distance. L'affichage sur la VTH devient ensuite celui du mode SCAN standard avec la distance de la cible.

*LE MOMENT A PARTIR DUQUEL LE RADAR PEUT RECONNAITRE LA REFLEXION DE SON PROPRE SIGNAL AU-DESSUS DU BROUILLAGE ET RECEVOIR LES INFORMATIONS SUR LES MOUVEMENTS DE LA CIBLE EST APPELE « BURN-THROUGH ». QUAND LE RADAR COMMENCE A FOURNIR TOUTES LES INFORMATIONS SUR UNE CIBLE EN DEBIT DE LA PRESENCE D'ECM, IL A SURPASSE LES INTERFERENCES.*

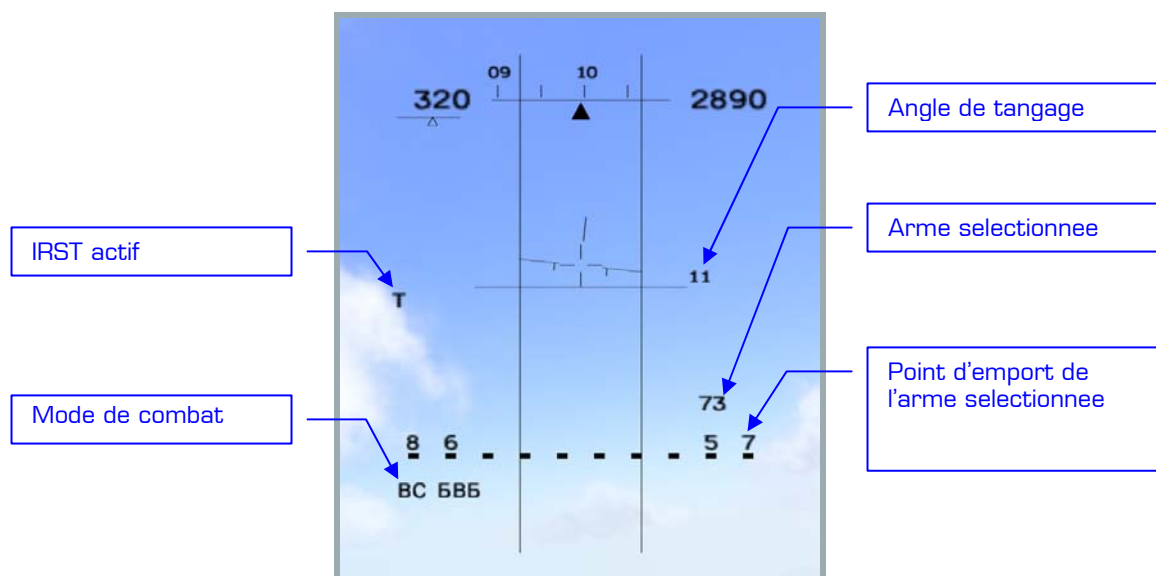


## 2-28 : Mode SCAN avec brouillage.

- La ligne verticale de contre-mesures clignotantes est située dans l'azimut du brouilleur. Une fois acquises, les informations de la VTH sont similaires à celles du mode STT à part l'indicateur de distance actuelle à la cible qui reste fixe.
- L'indicateur de brouillage actif (cyr) est affiché lorsque des contre-mesures électroniques sont détectées dans la zone de balayage du radar.

## BALAYAGE VERTICAL (VS) – MODE DE COMBAT RAPPROCHE

Ce sous mode est celui que l'on utilise le plus fréquemment en manœuvres de combat aérien rapproché. Dans ce mode, la zone de balayage du radar ou de l'IRST est une barre verticale de trois degrés de large et d'angle d'élévation vertical allant de -10 à +50 degrés. La VTH affiche deux lignes verticales symbolisant les limites de la zone scannée. L'acquisition est automatique lorsqu'une cible traverse la zone de balayage. Elle s'étend sur environ trois longueurs de VTH à partir du bas de la VTH réelle. La visée s'accomplit en manœuvrant le chasseur afin que la cible se trouve dans la zone de balayage.



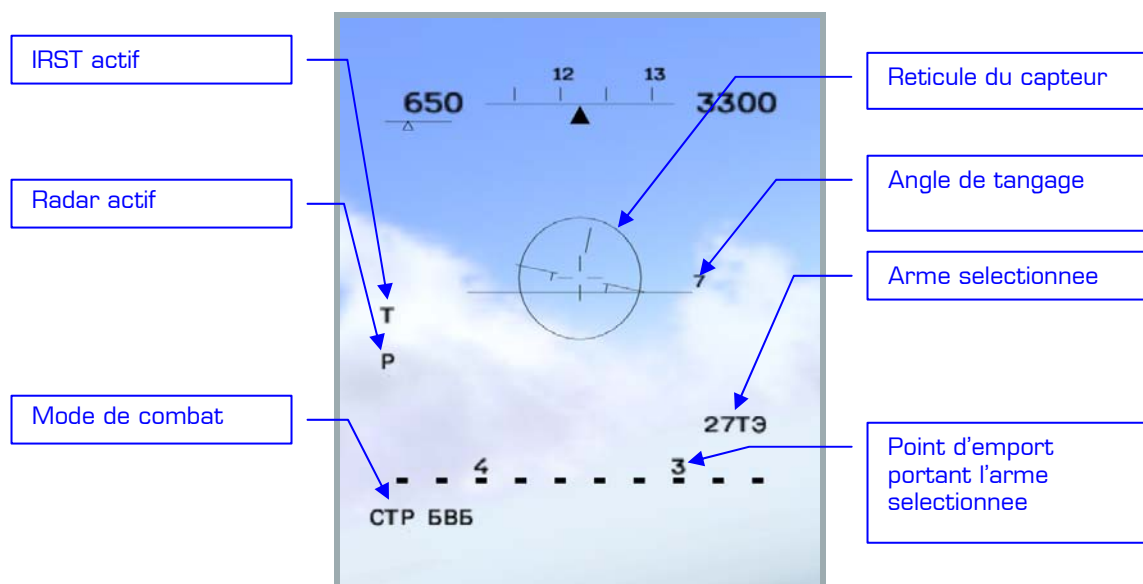
## 2-29: MODE VS

L'acquisition automatique intervient après que la cible a passé de une à trois secondes dans la zone de balayage. Une fois la cible acquise, l'affichage de la VTH passe en mode d'attaque (STT).

Le mode balayage vertical sélectionne l'IRST par défaut. L'arme par défaut est le missile de combat rapproché R-73. Afin de lancer le missile avec le radar, il faut l'activer avec la touche **[I]** et ensuite choisir le missile désiré avec la touche **[D]**.

## ОПТ – СТРОБ (BORE) MODE DE COMBAT RAPPROCHE

Ce sous-mode est similaire au mode VS, à la différence près que le système de vision ne balaye pas, mais qu'il « regarde » plutôt dans une seule direction, dans l'axe de l'avion et dans un cône étroit (environ 2,5 degrés). Cette zone est affichée sur la VTH sous forme d'un cercle de taille angulaire 2,5 degrés. L'acquisition de la cible s'effectue en plaçant le cercle sur la cible, soit en manœuvrant le chasseur, soit en déplaçant le cercle à l'aide des touches de désignation de cible **[M]**, **[;]**, **[:]** et **[!]**, et en appuyant sur la touche d'acquisition **[Tab]**. Après avoir acquis la cible, l'affichage de la VTH passe en mode d'attaque (STT). Ce mode possède une bonne précision de visée ainsi qu'une portée d'acquisition légèrement plus longue que le mode VS.



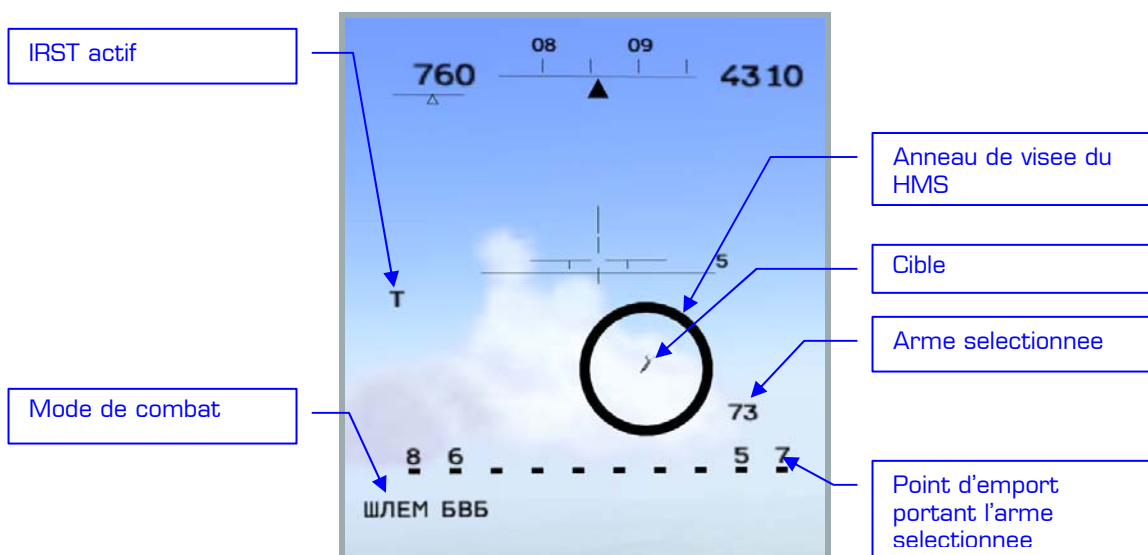
## 2-30 : MODE BORE

Le mode balayage vertical sélectionne l'IRST par défaut. L'arme par défaut est le missile de combat rapproché R-73. Afin de lancer le missile avec le radar, il faut l'activer avec la touche [I] et ensuite choisir le missile désiré avec la touche [D].

## ШЛЕМ (CASQUE) – MODE DE COMBAT RAPPROCHE

Ce mode unique est utile pour les manœuvres de combat. On le sélectionne avec la touche [5]. Le pilote peut viser la cible à l'aide du dispositif Schel-3UM monté sur casque (HMS) en tournant simplement la tête vers elle. L'anneau de visée à l'écran émule le système de visée du HMS localisé devant l'œil droit du pilote. Le pilote peut superposer le viseur sur la cible en la suivant du regard. Le viseur n'est pas un symbole de la VTH. Il reste au centre de l'écran même quand la VTH disparaît du champ de vision. Ce mode est utilisé en combat rapproché pour prendre l'avantage lors des tirs de missiles guidés puisque le HMS permet l'acquisition et le tir depuis des angles élevés entre la cible et le nez du chasseur, sans que l'avion tout entier ne doive se déplacer pour se diriger vers la cible. Après avoir acquis la cible en la superposant à l'anneau de visée et après avoir appuyé sur la touche [Tab], l'anneau commence à clignoter à une fréquence de 2 Hz si tous les critères de tir sont satisfaits, signalant l'autorisation de lancement LA. Si la cible sort du champ de vision du capteur du missile, un symbole X apparaîtra au-dessus de l'anneau.





## 2-31: Mode casque

L'affichage de la VTH passe en mode attaque (STT) après l'acquisition de la cible.

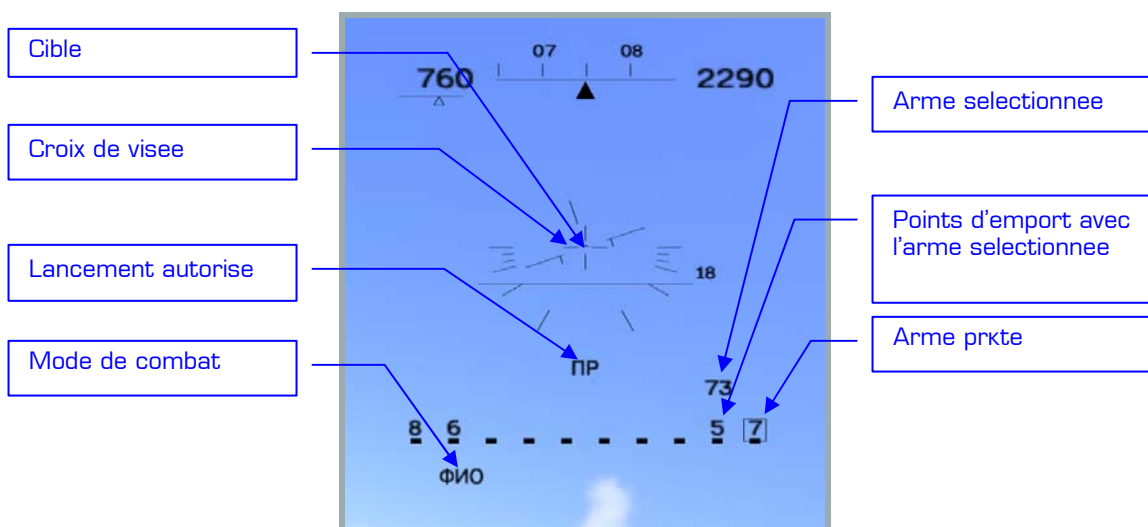
Il est recommandé d'utiliser le HMS avec la vue padlock. D'abord, padlockez la cible avec la touche **[suppr]** du pavé numérique puis sélectionnez le mode HMS avec la touche **[5]**. L'anneau HMS sera ensuite placé sur la cible et elle pourra être acquise en appuyant sur la touche **[Tab]**.

## ФН0 (Fi0) – MODE DE COMBAT RAPPROCHE : VISEE LONGITUDINALE

Fi0 (Fi-zero) est un mode de secours en cas d'avarie du système de contrôle de l'armement (WCS), du radar, et de l'IRST du chasseur. Ce mode est sélectionné avec la touche **[6]**, mais ne peut être utilisé qu'avec des missiles à guidage radar actif (ARH) ou à guidage infrarouge (IRH) qui ont des capteurs capables d'acquérir la cible indépendamment des capteurs du chasseur. Dans ce mode, c'est le capteur du missile qui est utilisé. Il possède un champ de vision conique de deux degrés qui regarde vers l'avant, le long de l'axe du missile. Il est nécessaire de manœuvrer le chasseur pour placer la croix de visée au-dessus de la cible. Le symbole LA (ou PR) apparaît immédiatement lorsque le capteur du missile a acquis la cible, sans prendre en compte la distance. Le pilote doit juger de la distance visuellement pour s'assurer que le missile aura assez d'énergie pour intercepter la cible, surtout dans le cas de cibles qui s'éloignent.

L'utilisation de missiles à guidage infrarouge (IRH) en mode Fi0 ne déclenchera pas le RWR de la cible. Ils peuvent donc être utilisés pour effectuer une attaque furtive. La cible peut seulement détecter le départ missile visuellement.

Les missiles à guidage radar actif (ARH) comme le R-77 ne peuvent pas être utilisés pour des attaques furtives puisque les émissions radar du missile peuvent être détectées par le RWR de la cible.

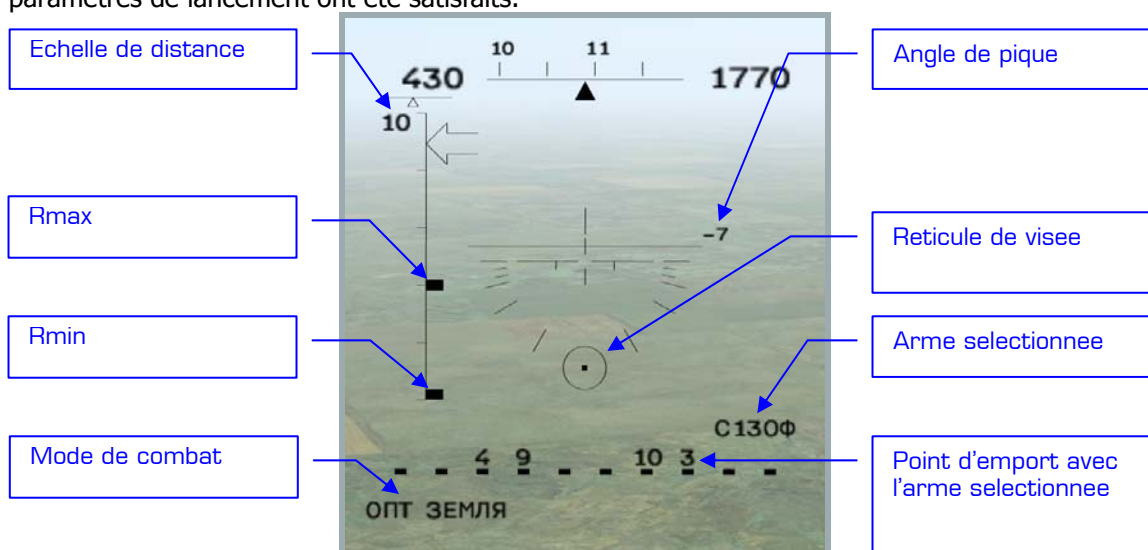


**2-32: MODE Fi0 (Longitudinal)**

## MODE AIR-SOL

Les chasseurs MiG-29, Su-27 et Su-33 peuvent emporter une variété limitée d'armes air-sol. On y retrouve des bombes lisses et des roquettes (RKT).

Le mode AIR-SOL [7] est utilisé avec de concert avec ces armes. Les symboles de visée air-sol sont affichés sur la VTH. Le nom du mode ОПТ ЗЕМЛЯ (VISUEL – SOL) apparaît dans le coin inférieur gauche de la VTH, et en dessous de lui, l'arme sélectionnée. Les principes de visée sont généralement similaires pour toutes les armes - il est nécessaire de superposer le réticule de visée à la cible et de larguer ou tirer les armes quand le symbole LA (ou PR) indique que tous les paramètres de lancement ont été satisfaits.



**2-35 : MODE ОПТ – ЗЕМЛЯ (VISUEL - SOL)**

- L'échelle d'affichage est indiquée dans le coin supérieur gauche
- Les repères Rmax et Rmin sont affichés sur l'échelle de distances.

- Le mode "ОПТ ЗЕМЛЯ" choisi est affiché dans le coin inférieur droit de la VTH.
- L'angle de piqué (tangage) est affiché au centre, à droite de la VTH.
- Le réticule de visée mobile indique le point d'impact de l'arme calculé.

Les armes à forte traînée comme les bombes à retardement et les sous munitions retenues dans des containers ont une trajectoire très verticale. Dans ces conditions, il se peut que le réticule de visée reste en dessous de la limite basse de la VTH même lors d'une attaque en piqué. Dans ce cas, il vaut mieux utiliser le mode de bombardement par point de largage continuellement calculé (CCRP). Ce mode est décrit en détails dans la section « Utilisation de l'armement ».

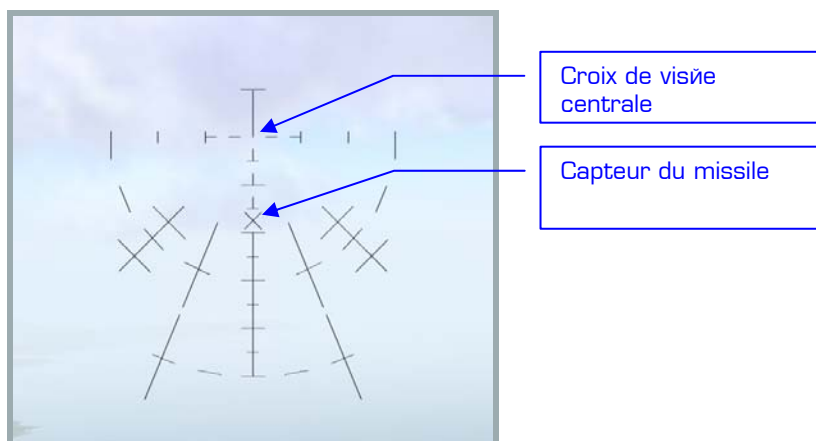
## GRILLE DE VISION FIXE

La grille fixe n'est pas un mode de combat, c'est plutôt une image calibrée qui peut être affichée sur la VTH en appuyant sur la touche [8]. Le WCS du chasseur reste dans le mode qui précédait l'appui sur la touche [8], mais les indications de la VTH sont remplacées par la grille fixe.

La grille est également un instrument de secours pour viser en cas de panne ou de dégradation du WCS.

La grille affichée sur la VTH est similaire à un simple collimateur de visée. La visée et les calculs se font à l'aide du marquage de la grille, ou « à l'œil ».

La croix centrale de la grille est alignée avec l'axe du canon. Les capteurs des missiles utilisés en mode Fi0.



**2-36: Grille de visée fixe**

## L'instrumentation de bord du Su-25

La plupart des instruments de bords du Su-25 sont les mêmes que ceux du Su-27 et du Mig-29.

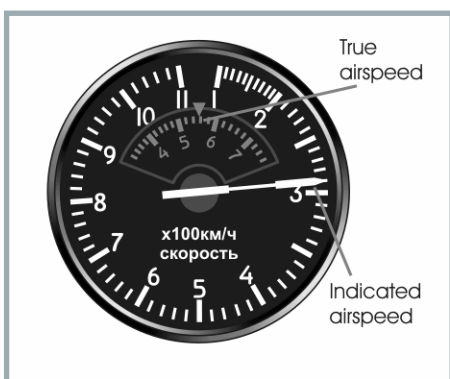


**2-37 : Le tableau de bord du Su-25**

- 1 Anémomètre (IAS)
- 2 Indicateur d'incidence (AOA) et accéléromètre ("indicateur de G")
- 3 Altimètre barométrique
- 4 Variomètre (VVI)
- 5 Attitude (ADI)
- 6 Machmètre
- 7 Récepteur d'alerte radar SPO-15 "Beryoza"
- 8 Jauge de carburant
- 9 Panneau d'alarme
- 10 Tachymètre
- 11 Indicateur de température en sortie de turbine (EGT)
- 12 Horloge
- 13 Indicateur de situation horizontale (HSI)
- 14 Altimètre radar
- 15 Indicateur de distance jusqu'au prochain waypoint

- 16 Indicateur de traînée
- 17 Levier de commande du train d'atterrissage
- 18 Panneau de commande du système d'armes (WCS)
- 19 Panneau d'armement

## ANEMOMETRE IAS ET TAS

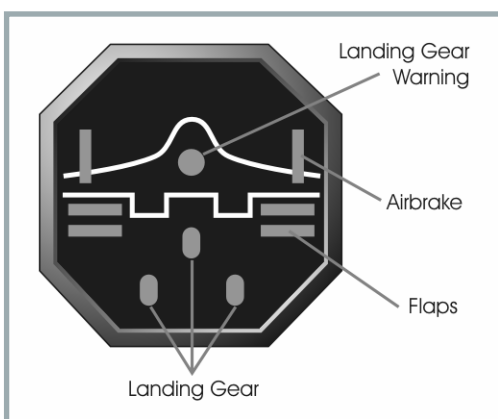


Le cadran d'IAS –TAS indique la vitesse vraie (TAS) de l'avion à l'intérieur du cadran et donne simultanément la vitesse relative (IAS) dans sa partie extérieure. Elle est indiquée de 0 à 1 100 Km/h.

### 2-38 : Anémomètre IAS et TAS du Su-25

**True airspeed (TAS) :** vitesse vraie  
**Indicated speed (IAS) :** vitesse relative

## INDICATEUR DE TRAINEE

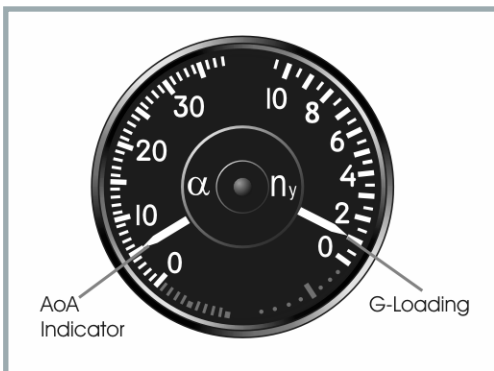


L'indicateur de traînée indique la position du train d'atterrissage, des volets et des aérofreins. Si le train n'est pas correctement sorti ou rentré, une lumière rouge s'allume au centre.

### 2-39 : Indicateur de traînée

**Landing gear warning :** alarme anomalie train  
**Airbrake :** aérofrein  
**Flaps :** volets  
**Landing gear :** train d'atterrissage

## INDICATEUR D'INCIDENCE (AOA) ET ACCELEROMETRE

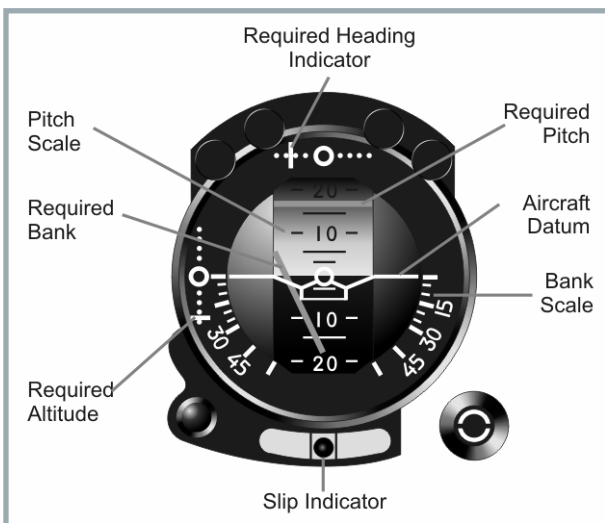


L'indicateur d'incidence (AOA) et l'accéléromètre affichent l'incidence et le nombre de G que subit l'avion. La partie gauche donne l'incidence en degrés alors que la partie droite indique le nombre de G.

**AoA Indicator** : indicateur d'incidence  
**G-loading** : accéléromètre

**2-40 : Indicateur d'incidence et Accéléromètre**

## ATTITUDE (ADI)



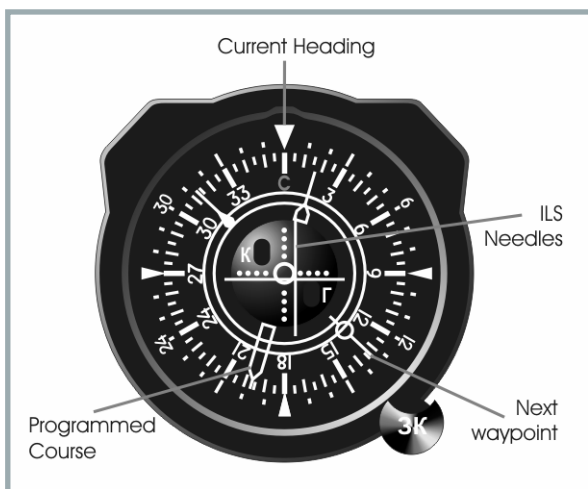
L'indicateur d'attitude (ADI) montre l'assiette et le roulis de l'avion. Dans la partie inférieure du cadran se trouve "la bille" témoignant du taux de dérapage de l'avion donc essayez de la conserver au centre. La partie centrale du cadran contient les indicateurs montrant l'angle de montée/descente et le roulis nécessaire pour atteindre le prochain waypoint. Lorsque ces deux barres sont en position centrale, l'avion suit la route correcte. Lors de l'atterrissage, ces deux barres affichent les indications du Système d'Atterrissage aux Instruments (ILS).

**2-6 : Indicateur d'attitude (ADI)**

**Pitch Scale** : échelle de tangage  
**Required Bank** : roulis requis  
**Required Altitude** : altitude requise  
**Required Heading Indicator** : cap requis  
**Required Pitch** : assiette requise  
**Aircraft Datum** : mire  
**Bank Scale** : échelle de roulis  
**Slip Indicator** : bille



## INDICATEUR DE SITUATION HORIZONTALE (HSI)

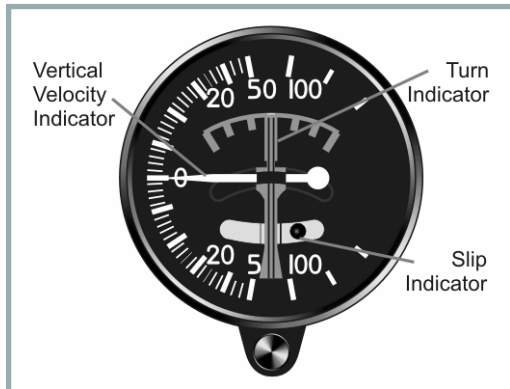


Le plateau de route (HSI) présente la situation de l'avion en vue de dessus par rapport à la route attendue. Le compas est orienté de manière à conserver le cap voulu vers le haut. L'aiguille double indique le cap du prochain waypoint, tel qu'il est enregistré dans la feuille de route et l'aiguille simple donne le cap effectif à suivre pour rejoindre le prochain waypoint. Les indicateurs de direction et de taux de descente de l'ILS sont situés au centre du cadran.

### 2-7 : Indicateur de situation horizontale (HSI)

**Current Heading** : cap actuel **Next Waypoint** : cap pour rejoindre le prochain waypoint  
**ILS Needles** : barres ILS **Programmed course** : cap du prochain waypoint (programmé)

## VARIOMETRE (VVI)



Le variomètre mesure la vitesse verticale de l'avion, c'est-à-dire, le taux de montée/descente. La bille du variomètre reprend celle de l'ADI. L'indicateur de virage affiche le sens du virage : cependant, le taux de virage n'est qu'approximatif.

### 2-43 : Variomètre

**Vertical Velocity Indicator** : variomètre  
**Turn Indicator** : indicateur de virage  
**Slip Indicator** : bille

## ALTIMETRE RADAR



L'altimètre radar donne l'altitude par rapport au sol de 0 à 1500 mètres.

### 2-44 : Altimètre radar

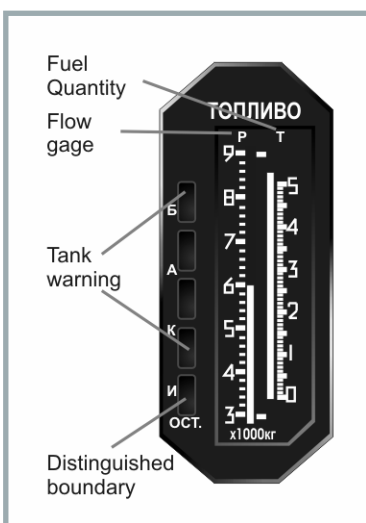


## TACHYMETRE

Le tachymètre a pour but de fournir le nombre de tours/minute (RPM) mesuré de chaque moteur. L'affichage est indiqué en pourcentage du régime moteur maximum.

**2-45 : Tachymètre**

## JAUGES DE CARBURANT



La jauge indiquée par un T montre la quantité de carburant présente dans le réservoir principal. La jauge notée P donne la quantité de carburant transporté.

Si des réservoirs externes sont vides, un voyant d'alerte s'allume, indiquant leur état.

**2-46 : Jauges de carburants**

**Fuel Quantity** : quantité de carburant du réservoir principal  
**Flow Gage** : quantité totale de carburant  
**Tank Warning** : alarme réservoir vide  
**Distinguished boundary** : fin de réservoir externe

## INDICATEUR DE TEMPERATURE EN SORTIE DE TURBINE



Les deux indicateurs de température en sortie de turbine affichent la température des gaz d'échappement des moteurs gauche et droit.

**2-47 : Indicateur de température en sortie de turbine**

## DETECTEUR D'ALERTE RADAR (RWR) SPO-15 "BERYOSA"

L'affichage du détecteur d'alerte radar (RWR) indique les menaces radars qui illuminent l'avion. Les informations sont représentées sous forme de symboles représentant le type et la direction des menaces. Le système indique à la fois les radars alliés et ennemis. Des informations détaillées sur le SPO-15 RWR sont fournies dans un chapitre séparé.

## INDICATEUR DE DISPONIBILITE DE L'ARMEMENT

L'indicateur de disponibilité des armes se situe devant la manette des gaz sur la console gauche des instruments de bord. Le type, la quantité et la disponibilité des armes sélectionnées sont aussi donnés.

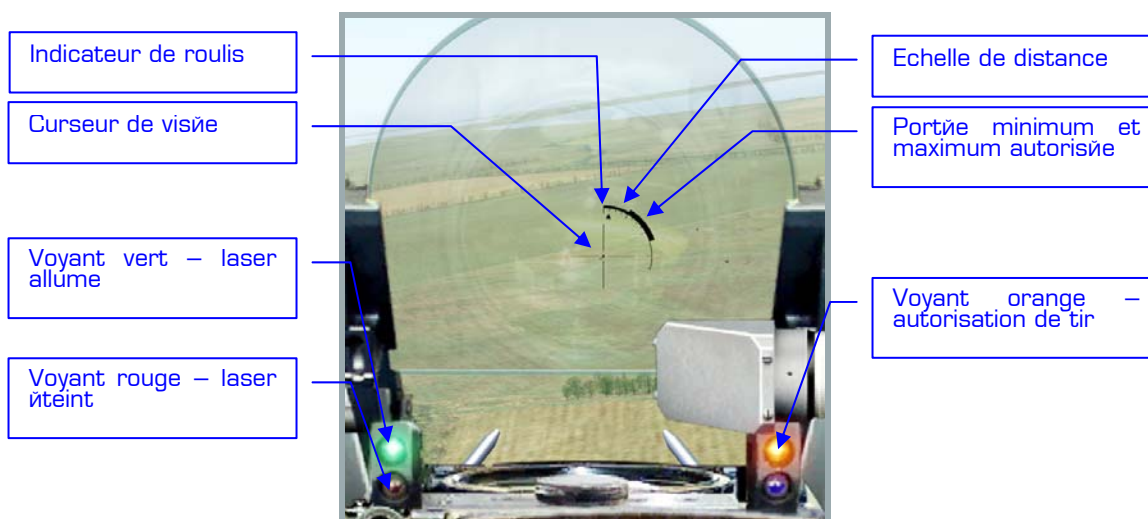


### 2-48 : Panneau d'information des emports du Su-25

- Les voyants jaunes de la ligne supérieure indiquent la disponibilité et la présence des armes sur chaque point d'emport. Lorsque l'emport sélectionné est lancé ou largué, le voyant s'éteint.
- Les voyants verts de la ligne inférieure indiquent les armes sélectionnées et prêtes à être larguées ou lancées.
- Le type de l'arme sélectionnée est indiqué dans le coin supérieur droit du panneau : "Б" pour bombes, "УР" pour missiles, "НРС" pour roquettes et "ВПУ" pour le canon interne de 30mm.
- Le nombre de munitions restantes est donné dans le coin inférieur droit du panneau : "К" pour plein, "1/2" pour la moitié et "1/4" pour un quart des réserves.

## Système de visée ASP-17

Contrairement aux avions de quatrième génération, le Su-25 ne possède pas de HUD, et le pilote vole aux instruments. Le Su-25 est cependant muni d'un système de visée ASP-17 pour les armes guidées.



**2-49 : Système de visée ASP-17**

La symbolique du système de visée est assez simple. Un curseur de visée cruciforme apparaît au centre. Un arc de cercle grandissant dans le sens horaire à partir de la branche supérieure du curseur indique la distance séparant l'avion du point désigné par le viseur telle qu'elle est mesurée par le télémètre/désignateur de cible "Klyon-PS" contenu dans le nez du Su-25. La partie fine de l'arc de cercle représente la portée de tir autorisée de l'arme sélectionnée. Lorsque l'avion approche de la cible l'arc de cercle diminue de plus en plus. Au moment où l'avion atteint la distance de tir autorisé, la partie large de l'arc de cercle disparaît et le voyant orange en bas à droite du système de visée s'allume indiquant que l'arme peut être lancée. Un petit triangle en haut du curseur de visée indique l'angle de roulis de l'avion. Une meilleure précision est obtenue pour la plupart des armes du Su-25 en réduisant cet angle à zéro (c.à.d. que l'indicateur de roulis est aligné avec la ligne verticale de la croix du viseur).

Trois voyants en bas du système de visée donnent des informations supplémentaires.

Le voyant vert en bas à gauche annonce si le télémètre/désignateur est allumé

Le voyant orange en bas à droite donne l'autorisation de lancement.

Le voyant rouge en bas à gauche, en dessous du voyant vert, indique si l'avion a atteint la portée minimum de lancement de l'arme sélectionnée, l'attaque devant alors être interrompue pour effectuer une autre passe.

Lorsque les missiles guidés par laser sont sélectionnés, le curseur de visée peut être déplacé avec les touches [M], [;], [:] et [!].

## Instruments du cockpit du Su-25T

La plupart des instruments dans le cockpit du Su-25T sont identiques à ceux du Su-25:



### 2-50: Tableau de bord du Su-25T

1. Incidencemètre et accéléromètre ("G-mètre").
2. Indicateur de vitesse (IAS).
3. Horizon artificiel (ADI).
4. Variomètre (VVI).
5. Tachymètre (tours/minutes moteur ou RPM).
6. Jauge de carburant.
7. Système intégré de test des systèmes "EKRAN".
8. Montre.
9. Système d'alerte radar (RWR) SPO-15 "Berioza".
10. Voyants d'alarme.
11. Baromètre hydraulique.
12. Panneau des armements.
13. Température moteur.
14. Indicateur de position neutre des trims en tangage, roulis et lacet.
15. Indicateur de cap (HSI).
16. Altimètre radar.

17. Altimètre barométrique.
18. Indicateur de configuration volets, becs, aérofreins et train d'atterrissage.
19. Panneau de contrôle du pilote automatique (ACS).
20. Manette de contrôle du train d'atterrissage.
21. Indicateur d'allumage du brouilleur infrarouge (IR) "Sukhogruz".
22. Panneau de contrôle du système d'armes (WCS).
23. Écran TV cathodique IT-23M.

## PANNEAU DE CONTROLE DU SYSTEME D'ARMES



Le panneau de contrôle du système d'armes est situé en bas à gauche dans le cockpit. Cette console permet entre autres de régler la quantité de bombes par salve et l'intervalle de largage.

**2-51: Panneau de contrôle du système d'arme du Su-25T**

Cette console comprend:

- Le sélecteur de mode de largage, avec les positions **ЗАЛП – 0.1 – 0.2 – 0.3 – 0.4 – СЕРИЯ КМГУ-МБД** pour les bombes lisses, et **0 – ФИКС – ПРОГР** pour les nacelles canon.
- Le bouton de quantité de largage avec les positions **ПО 1 – ПО 2 – ПО 4 – ВСЕ**.

Le sélecteur de mode de largage contrôle la façon dont sont larguées les munitions air-sol:

**ЗАЛП (SALVE)** – toutes les armes de la salve sont larguées simultanément.

**0.1– 0.4** – Les munitions de la salve sont larguées l'une après l'autre, avec un intervalle de temps sélectionné (en secondes) entre chaque largage.

**СЕРИЯ КМГУ-МБД (SÉRIES SSC-MJM)** – Mode de largage spécial pour les conteneurs de sous-munitions KMGU et les éjecteurs multiples. Les sous-munitions KMGU sont larguées à deux secondes d'intervalle, les bombes sur éjecteurs multiples sont larguées à 0,3 secondes d'intervalle, selon la quantité de largage sélectionnée par le bouton de quantité de largage.

**0** – Nacelles canon alignées avec l'axe de l'avion, pour tirer en piqué.

**ФИКС (FIXE)** – Inclinaison des fûts de pods canon, pour tirer au sol en vol horizontal. L'angle de dépression est contrôlé par les touches **[Ctrl- =]** et **[Ctrl- -]**.

**ПРОГР (PROGR)** – Inclinaison des fûts de pods canon contrôlée automatiquement pour faire feu sur une cible désignée par le laser embarqué, en vol horizontal.

La quantité de largage est modifiée à l'aide des touches **[Ctrl-Space]**, et permet de régler la quantité de munitions à larguer pour chaque pression de la détente:



**ПО 1 – ПО 2 – ПО 4 – BCE (Simple – Par paire – Quatre par quatre – Tout) –** Quantité de bombes à larguer.

Remarquez que même en mode "ПО 1" les munitions sur les pylônes en extrémité de voilure seront larguées par paires symétriques, afin d'éviter un trop grand déséquilibre de l'avion. Seuls les quatre pylônes intérieurs peuvent être programmés pour un largage individuel.

Les éjecteurs multiples larguent toujours toutes leurs bombes en même temps. Il n'est pas possible de commander un largage individuel sur les éjecteurs multiples du Su-25T.

En ce qui concerne les nacelles-canon, le bouton de quantité de largage a une signification différente:

**ПО 1** – Canon interne uniquement.

**ПО 2** – Une paire de nacelles.

**ПО 4** – Toutes les nacelles.

**BCE** – Canon interne et toutes les nacelles simultanément.

Quand les nacelles sont sélectionnées, il est possible de faire une passe canon en vol en palier, en sélectionnant le mode **ФИКС**; l'inclinaison des canons est réglée par les touches [Ctrl- =] et [Ctrl- -].

Le mode **ПРОГ** est utilisé pour concentrer les tirs des canons sur un point précis en vol en palier. Pour cela, il faut désigner le point avec le laser embarqué, s'aligner avec la cible et ouvrir le feu. Les fûts des nacelles-canon prennent automatiquement l'inclinaison nécessaire pour poursuivre la cible.

## PILOTE AUTOMATIQUE

La console du système de contrôle automatique ACS-8 (ou pilote auto) est située sur la gauche du tableau de bord; elle indique les modes actifs à l'aide de 6 boutons lumineux.

Les modes ACS disponibles sont les suivants:

- Suivi de route et atterrissage;
- Guidage de combat;
- Maintien d'attitude (maintien instantané du tangage et du roulis);
- Maintien d'altitude barométrique;
- Maintien d'altitude barométrique et d'angle de roulis;
- Stabilisation d'urgence;
- Maintien d'altitude radar avec évitement de terrain automatique;
- Désactivation temporaire (programmation).



Les modes de maintien d'altitude et/ou d'attitude essaient de garder l'altitude et/ou l'attitude de l'appareil à l'instant où le pilote auto a été activé.

Dans tous les modes, excepté "stabilisation d'urgence", "Suivi de route" et "Atterrissage", l'ACS est limité à  $\pm 60$  degrés de roulis et  $\pm 35$  degrés en tangage. Si l'une de ces limites est atteinte, le pilote auto se désactive et

**2-52: ACS Panel**

l'avion retourne en contrôle manuel. Les modes ACS ne peuvent être enclenchés au-delà de ces limites.

Le pilote auto(matique) est également limité à 15 degrés d'angle d'attaque et à 0-3G, selon les données des instruments. Il n'est pas recommandé d'activer le pilote auto avec un angle d'attaque supérieur à 12 degrés. Si l'angle d'attaque dépasse 12 degrés lorsque le pilote auto est engagé, vous devez immédiatement pousser la manette des gaz afin d'augmenter la poussée et ainsi la vitesse.

La désactivation temporaire s'active en appuyant sur [**Alt- 2**], quel que soit le mode de pilote auto en marche (cela correspond au bouton SAU sur le manche à balai du véritable Su-25T). Ce mode permet un contrôle manuel temporaire de l'appareil, habituellement pour ajuster les paramètres d'attitude et/ou d'altitude. Ce mode agit différemment en guidage de combat (cf. le mode guidage de combat ci-dessous).

En appuyant sur [**Alt- 9**] le pilote automatique est désactivé, quel que soit le mode actuellement actif (cela correspond au bouton «OTKL. SAU» sur le manche du véritable Su-25T).

- **"Suivi de route" - АУ-МАРШР.** Ce mode est activé en appuyant sur [**Q**] quand l'avionique de l'appareil est en mode de navigation **"EN ROUTE"** ou **"RETOUR"**; le pilote automatique suit alors le plan de vol.
- **"Atterrissage" - АУ-ПОСАД.** Ce mode est activé en appuyant sur [**Q**] quand l'avionique de l'appareil est en mode de navigation **"ATTERRISSAGE"**, ou bien lorsque l'avionique bascule en mode "ATTERRISSAGE" en approche de la piste. Il maintient l'appareil sur le plan de descente idéal donné par le radiophare de l'ILS. Il se désactive lorsque l'altitude par rapport au sol passe en dessous de 50 mètres. Si l'appareil perd le contact avec le radiophare pour quelque raison que ce soit, le pilote auto bascule en mode de maintien d'attitude. Le mode d'atterrissage automatique est généralement désenclenché par le pilote à une altitude d'environ 100-200m au-dessus du sol. La descente en automatique jusqu'à 50m/sol n'est recommandée que dans des conditions de faible visibilité, lorsque par exemple la piste est masquée par du brouillard.
- **"Guidage de combat" - АУ-МАРШР-КВ.** Ce mode est activé en appuyant sur [**Q**] lorsqu'une cible ou un point est verrouillé par le système de visée "Shkval". Le pilote automatique contrôle alors le roulis pour maintenir l'axe de l'avion vers le point désigné. L'axe de tangage est utilisé pour maintenir l'altitude. L'utilisation de la désactivation temporaire **АУ-МАРШР** à l'aide de [**Alt- ~**] redonne le contrôle de l'avion uniquement sur l'axe de tangage – l'ACS garde le contrôle du roulis. Après avoir lâché la touche de désactivation, le pilote auto revient à l'altitude initiale.
- **"Maintien d'attitude" - АУ.** Ce mode s'active en appuyant sur [**Alt- 1**]. Il maintient les angles de roulis et de tangage.
- **"Maintien d'altitude barométrique et d'angle de roulis" - АУ-КВ.** Ce mode est activé par la touche [**Alt- 2**]. Il maintient l'altitude barométrique (altitude par rapport au niveau de la mer) et l'angle de roulis. Il est particulièrement pratique pour effectuer des virages réguliers.
- **"Stabilisation d'urgence" - АУ-ПГ.** Ce mode s'active en appuyant sur [**Alt- 3**]. il amène l'avion en vol palier stabilisé, quelle que soit l'attitude initiale. Si le roulis initial dépasse 80 degrés, l'ACS effectue d'abord une correction en roulis puis en tangage. Une fois le roulis inférieur à 7 degrés et le tangage inférieur à 5 degrés, le maintien d'altitude barométrique s'active et le roulis est ramené à zéro.

- **"Maintien d'altitude barométrique" AY-KB.** Ce mode s'active par la touche **[Alt- 4]**. Il stabilise l'altitude barométrique actuelle.
- **"Maintien d'altitude radar" - AY-PB.** Ce mode s'active en pressant la touche **[Alt- 5]**. Il maintient l'altitude par rapport au sol. Dans ce mode ACS, le sous mode d'évitement de terrain est également activé.

Le sous-mode d'évitement de terrain s'engage quand:

- L'altitude sol mesurée par l'altimètre radar est inférieure à la moitié de la valeur entrée dans le mode **"Maintien d'altitude barométrique"**, ou
- Le taux de descente mesuré par le variomètre est supérieur à 50 m/s.

Dans le cas où le pilote automatique est activé alors qu'aucun point de navigation, signal d'atterrissage ou cible verrouillée n'est présent, l'ACS bascule automatiquement en mode **"Stabilisation d'urgence"**, en allumant le voyants correspondant sur la console de contrôle.

Si le vent de travers à l'atterrissage dépasse 10 m/s, il est recommandé de désactiver le pilote automatique au moins au-dessus de 100m/sol et de terminer l'atterrissage manuellement.

En mode "Suivi de route" et "atterrissage", les modes "maintien d'attitude" AY **[Alt- 1]** et "maintien d'altitude" (barométrique AY-KB **[Alt- 4]** ou "radar" AY-PB **[Alt- 5]**) sont disponibles. Quand un de ces modes est activé, il n'est pas possible de revenir en mode "suivi de route" ou "atterrissage" avant que le mode précédent soit désactivé en appuyant sur **[Alt- 1]**, **[Alt- 4]** ou **[Alt- 5]**.

L'évitement de terrain est activé automatiquement avec les modes "maintien d'altitude radar", "maintien d'altitude barométrique", "maintien d'attitude", et également dans les modes "Suivi de route" et "atterrissage".

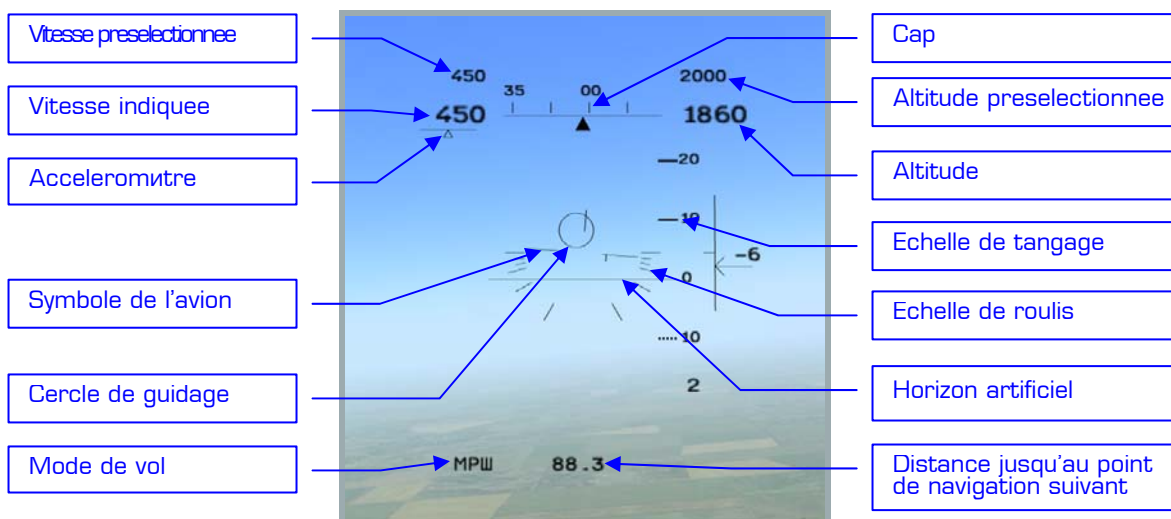
La stabilisation d'urgence peut-être désactivée en appuyant sur **[Ctrl- 9]** ou **[Q]**. En mode navigation, le passage du mode ACS "stabilisation d'urgence" au mode ACS "suivi de route" nécessite **2** pressions sur la touche **[Q]**.

En mode "guidage de combat", la perte de contact sur la cible ou sur le point désigné entraîne un basculement automatique de l'AC en mode "stabilisation d'urgence".

## Modes opérationnels de la VTH et de l'écran TV du Su-25T

### SYMBOLOGIE DE BASE DE LA VTH

La VTH du Su-25T possède plusieurs modes d'affichage. Certains symboles sont communs à tous les modes.



**2-53: Symboles de base de la VTH du Su-25T**

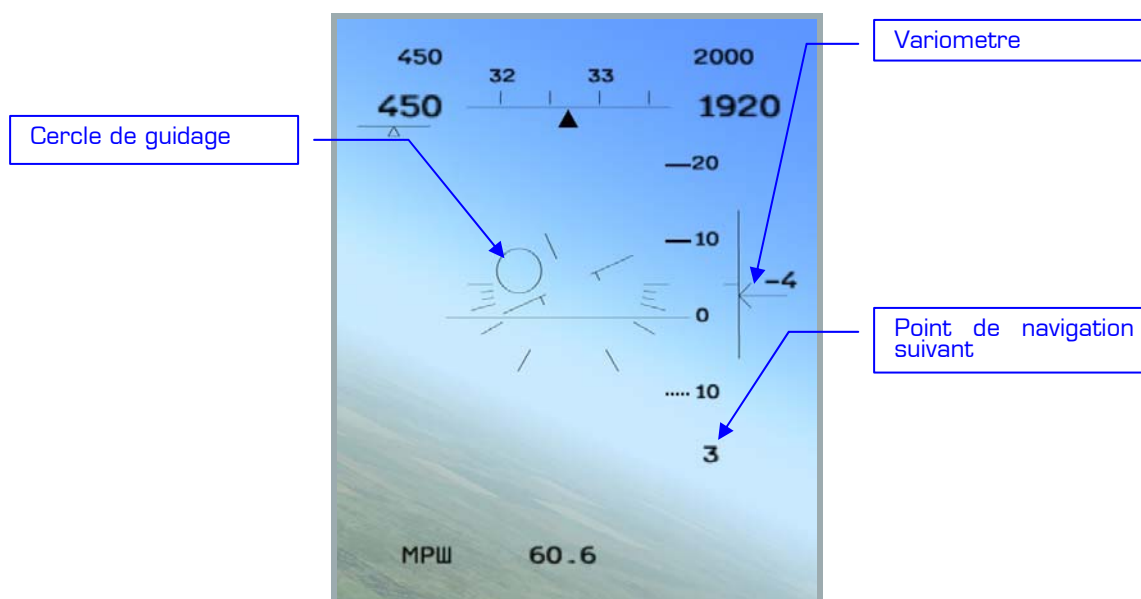
- Le symbole de l'avion au centre de la VTH se déplace pour indiquer le tangage et le roulis de l'appareil.
- En haut de la VTH, une bande défile pour indiquer le cap. Les nombres affichés sont les dizaines de degrés (par exemple, le nombre "35" indique un cap de 350 degrés).
- A gauche du cap est affichée la vitesse indiquée (IAS). La vitesse requise pour le point de navigation suivant (en fonction du sous mode de navigation sélectionné) est affichée directement au-dessus de la vitesse indiquée.
- Un accéléromètre est affiché sous la vitesse IAS, sous la forme d'une barre et d'un indicateur triangulaire. Si l'indicateur est sur la droite, l'avion ralentit; s'il est à gauche, l'avion accélère.
- Sur la droite de l'indicateur de cap se trouve l'altitude en mètres. Si l'altitude/sol est inférieure à 1.500m, l'altitude radar est indiquée, avec une précision de 1m. Au-dessus de 1.500m/sol, l'altitude barométrique (au-dessus du niveau de la mer) est affichée avec une précision de 10m. L'altitude requise pour le point de navigation suivant est affichée directement au-dessus de l'altitude actuelle.
- Quand l'appareil suit le plan de vol préprogrammé, le cercle de guidage est centré sur le symbole de l'avion, au milieu de la VTH. Si l'appareil s'écarte du plan de vol, le cercle indique la direction à suivre pour rejoindre ce dernier.

- Une échelle de tangage est affichée sur la droite du symbole de l'avion. Le tangage est lu en se référant au symbole de l'avion sur la VTH.
- A droite de l'échelle de tangage se trouve l'affichage du variomètre. Pour des taux de montée ou descente de  $\pm 30$  m/s, la flèche se déplace pour indiquer la montée ou la descente, et un affichage numérique précise la valeur analogique. Si la vitesse verticale dépasse les 30m/s, la flèche s'arrête en butée et la valeur numérique clignote.
- Le mode actuellement activé est affiché en bas à gauche de la VTH.
- La distance en km au point de navigation suivant est affichée en bas de la VTH.

## MODE NAVIGATION

La VTH affiche toutes les informations nécessaires pour la navigation. Il existe trois sous-modes de navigation: **МПШ (EN ROUTE)**, **ВЗВ (RETOUR BASE)**, **ПОС (ATTERRISSAGE)**. Ces sous-modes sont sélectionnés automatiquement aux points appropriés le long du plan de vol, et peuvent être choisis manuellement en appuyant sur [1].

- Le sous mode **МПШ (EN ROUTE)** présente un cercle de guidage affiché sur la VTH. Ce dernier indique la direction à suivre pour rejoindre le point de navigation suivant.
- L'altitude et la vitesse requises pour le point de navigation suivant sont affichées au-dessus de l'altitude et de la vitesse actuelles.
- Le numéro du point de navigation sélectionné est affiché en bas à droite, sous l'échelle de tangage («3» sur la Fig. 2-54 ci-dessous). La distance au point de navigation sélectionné est affichée en bas de la VTH. Une fois le point sélectionné rejoint, le cercle de guidage indique la direction du point suivant et le numéro du point de navigation sélectionné indiquera le numéro du point suivant.



**2-54: Sous mode de navigation МПШ (EN ROUTE)**

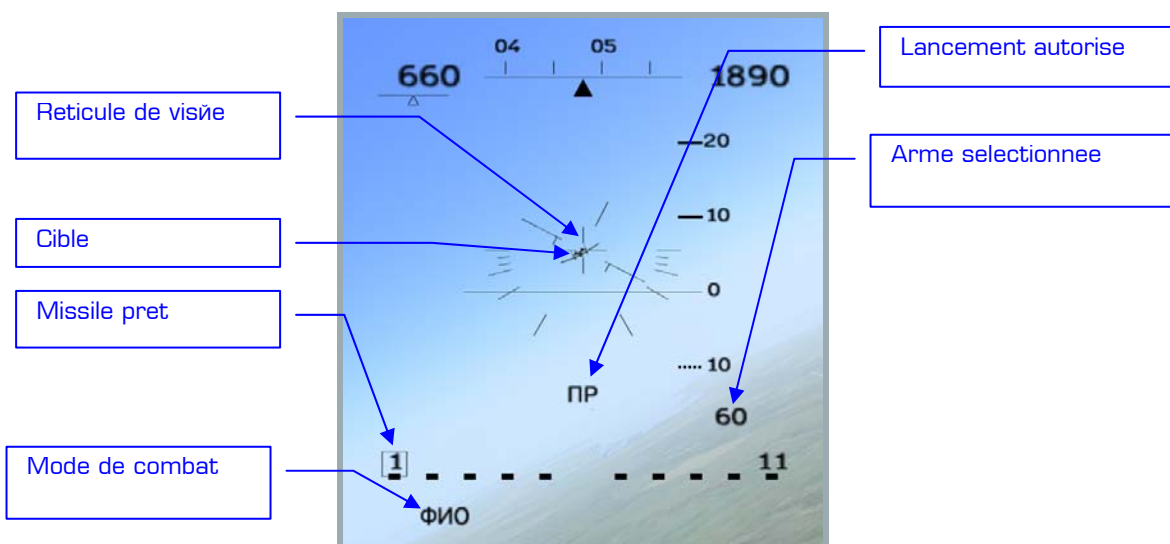
- Dans le sous mode **ВЗВ (RETOUR)**, le cercle de guidage montre le point d'interception du signal de guidage final vers la piste.

- 
- The diagram shows a Russian ILS display with the following components labeled:
- Cercle d'erreur**: Points to the top scale (250, 05, 06, 457).
  - Cercle de guidage**: Points to the central guidance circle.
  - Indicateur de reception radiophare d'alignement**: Points to the 'K' symbol.
  - Sous-mode d'atterrissage**: Points to the 'ПОС' symbol.
  - Variometre**: Points to the '393p' value.
  - N° d'identification de l'aerodrome**: Points to the '-11' value.
  - Indicateur de reception radiophare de descente**: Points to the '9 Г' symbol.
  - Distance au seuil de piste**: Points to the '7.7' value.

## ФН0 (F10) – MODE DE VISEE LONGITUDINALE POUR COMBAT AERIEN RAPPROCHE

Version 1.1





## 2-56: Mode de visée longitudinale $\Phi 0$ (Fi0)

- **$\Phi 0$**  en bas à gauche de la VTH indique le mode de visée longitudinale.
- Le pilote manoeuvre pour amener la cible dans le réticule de visée.
- **ПР** indique que la tête chercheuse du missile a verrouillé la cible.
- L'arme sélectionnée est indiquée sous l'échelle de tangage en bas à droite: "60" pour les missiles R-60 (AA-8 "Aphid"), "73" pour les missiles R-73 (AA-11 "Archer").
- La disponibilité et l'état des missiles sont affichés en bas de la VTH. La figure 2-56 montre deux missiles R-60 en pylônes # 1 et 11, et le rectangle clignotant autour du chiffre 1 indique que le missile en pylône 1 est verrouillé et prêt au lancement.

## MODE D'ATTAQUE AIR-SOL

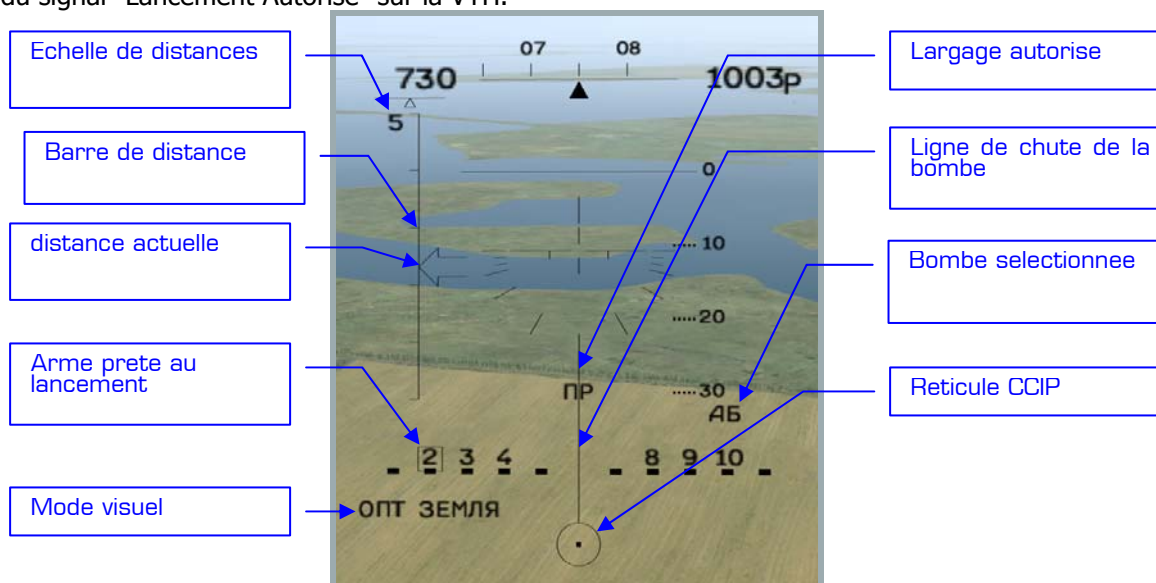
Le Su-25T peut utiliser de nombreuses armes Air-Sol différentes. Son arsenal comprend des bombes lisses, des bombes à fragmentation, des bombes guidées, des conteneurs de sous-munitions, des roquettes et des missiles guidés. C'est l'un des rares appareils des forces aériennes russes capable d'utiliser des armes modernes et précises telles que les missiles antichars à senseurs laser arrière "Vikhr", les missiles à guidage laser et TV Kh-25ML, Kh-29L et Kh-29T, les bombes à guidage TV KAB-500KR, les missiles Kh-25MPU et Kh-58 anti-radars.

### BOMBARDEMENT NON GUIDE

La catégorie "bombes non guidées" inclut toutes les bombes lisses, comme les FAB-500, FAB-250, FAB-100, BetAB-500, et ODAB-500, les bombes à fragmentation de type RBK, les conteneurs de sous-munitions KMGU, les bombes incendiaires ZAB-500, etc...

Pour utiliser des bombes non guidées contre des cibles au sol, le pilote doit activer le mode **ОПТ-ЗЕМЛЯ (SOL)** [7] et sélectionner les bombes à larguer en appuyant sur [D]. La symbologie pour le bombardement apparaît sur la VTH, signalée par l'indication "**ОПТ-ЗЕМЛЯ**" dans le coin inférieur gauche. L'arme sélectionnée est affichée en bas à droite sous l'échelle de tangage; toutes les armes non guidées sont désignées par "**АБ**". La procédure de visée et de largage est identique pour toutes les bombes non guidées: le pilote manoeuvre son appareil pour superposer

le point d'impact temps réel (CCIP – Continuously Computed Impact Point) sur la cible et, une fois toutes les conditions de largage remplies, il appuie sur la détente en réponse à l'apparition du signal "Lancement Autorisé" sur la VTH.

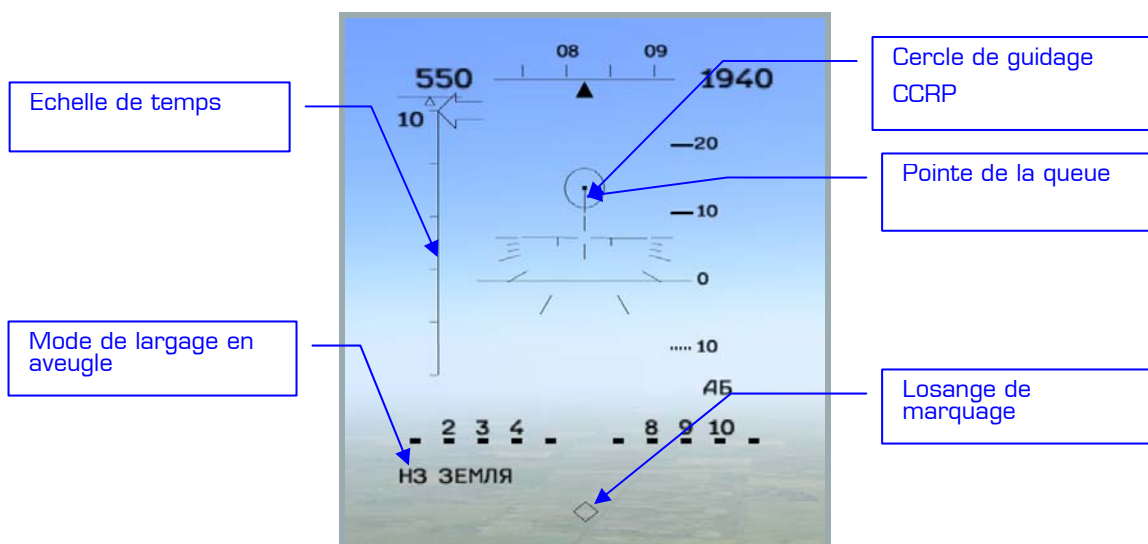


## 2-57: Mode de largage à vue (CCIP)

- Le réticule CCIP indique le point d'impact des bombes.
- La ligne de chute qui s'étend du point d'impact vers le milieu de la VTH indique l'axe vertical vers le sol.
- Toutes les bombes non guidées sont indiquées par "АБ" sous l'échelle de tangage.
- "Lancement Autorisé" « ПР » indique que toutes les conditions de distance, altitude et vitesse permettent un largage en toute sécurité.
- "ОПТ ЗЕМЛЯ" dans le coin inférieur gauche indique le mode de bombardement visuel.
- La disponibilité des bombes est indiquée en bas de la VTH. Sur la figure 2-57, les bombes sont suspendues aux pylônes 2, 3, 4, 8, 9 et 10. Le carré clignotant autour du chiffre 2 indique que la bombe du pylône 2 est parée au lancement.

Les bombes à forte traînée et certaines sous-munitions peuvent suivre une chute plus incurvée, ce qui place leur point d'impact bien en dessous de la VTH, quel que soit l'angle de piqué. Le réticule CCIP n'est donc pas utilisable dans ce cas-là; on utilise donc plutôt le mode de point de largage temps réel (CCRP – Continuously Computed Release Point) ou bombardement "à l'aveugle".

En mode CCRP, le réticule est visible dans la partie inférieure de la VTH. Le pilote manoeuvre son appareil de façon à placer ce réticule sur la cible, presse la détente et la maintient appuyée. Le réticule se transforme en losange qui désigne le point d'impact programmé. Un cercle de guidage apparaît dans la moitié supérieure de la VTH afin d'aider le pilote à garder une trajectoire correcte. La pointe de la queue du symbole d'avion de la VTH doit être maintenue alignée avec le centre du cercle de guidage. Le pilote garde la pression sur la détente, jusqu'au largage des bombes.



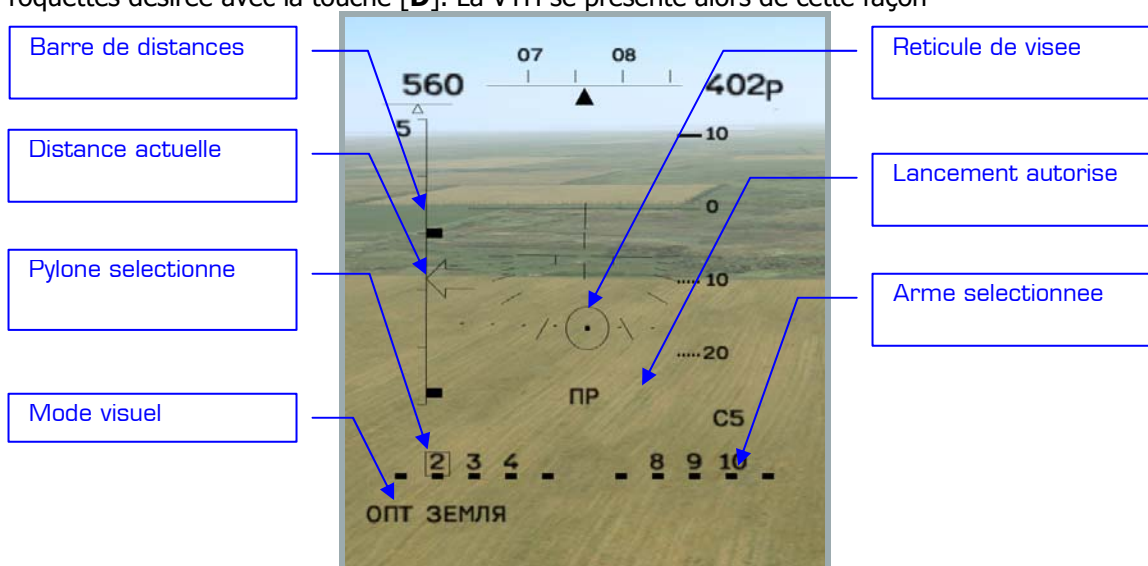
## 2-58: Mode de largage en aveugle ("H3" ou CCRP)

La barre de distance à gauche de la VTH devient une échelle de temps avant largage automatique. Afin d'assurer un largage automatique efficace, il faut impérativement suivre la bonne trajectoire indiquée par le cercle de guidage. Lorsque le compte à rebours atteint le zéro, les bombes sont larguées et le pilote peut alors relâcher la détente.

## MODE DE MITRAILLAGE

L'expression "roquette aérienne" est habituellement utilisée pour décrire les munitions propulsées qui n'ont aucun système de guidage et ne sont donc pas contrôlées après le lancement. Cela inclut les roquettes S-5 embarquées dans un lanceur UB-32, les S-8 dans le lanceur B-8, les S-13 dans le lanceur UB-13 et les roquettes lourdes S-24 et S-25. Le Su-25T possède également le système NPPU-8 avec un canon GSh-20, constitué de deux fûts de 30mm alimenté par 200 obus.

Les roquettes sont utilisées en activant le mode **ЗЕМЛЯ (SOL)** [7] et en sélectionnant les roquettes désirée avec la touche [D]. La VTH se présente alors de cette façon

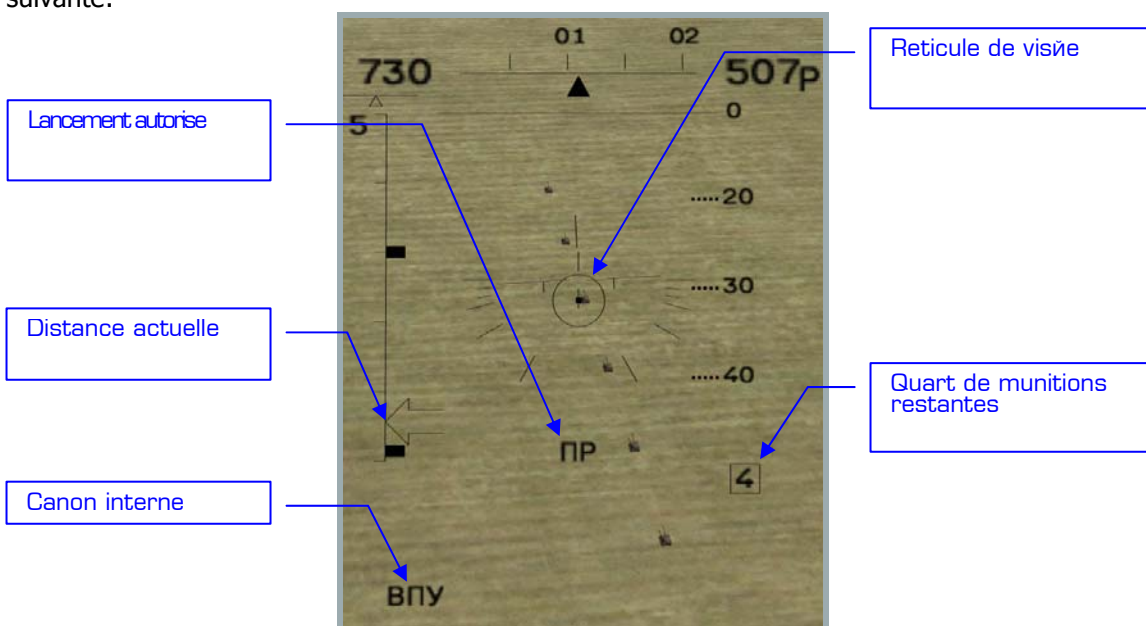


## 2-59: Mode de mitrailage à la roquette

- Le réticule de visée sous le symbole de l'avion indique le point d'impact des roquettes.
- Le type de roquette sélectionné est affiché sous l'échelle de tangage. La figure 2-59 montre le symbole **C5** représentant les roquettes S-5.
- Les pylônes emportant le type de munition sélectionnée sont indiqués dans la partie basse de la VTH.
- Le mode **ОПТ ЗЕМЛЯ (VISUEL SOL)** est affiché dans le coin inférieur gauche.

Pour utiliser les roquettes, le pilote doit tout d'abord repérer la cible visuellement et amener son appareil dans un léger piqué pour placer le réticule sur la cible. La distance de lancement maximale est atteinte lorsque la flèche sur la barre de distance atteint le trait supérieur, et le signal "Lancement Autorisé" « **ПР** » s'affiche sur la VTH.

Le mitraillage avec le canon interne se fait de la même manière. Le canon est sélectionné en activant le mode ОПТ ЗЕМЛЯ (VISUEL SOL) [7] puis le canon [C]. La VTH prend alors la forme suivante:



## 2-60: Mode ВПУ (CANON interne) de mitraillage canon

- Le réticule de visée indique le point d'impact des obus.
- La quantité d'obus restante est affichée par quarts sous l'échelle de tangage. Un chargement d'obus complet est indiqué par "4": lorsqu'il ne reste qu'un quart des munitions, "1" s'affiche.
- Le mode **"ВПУ"** pour canon interne est affiché dans le coin inférieur gauche.

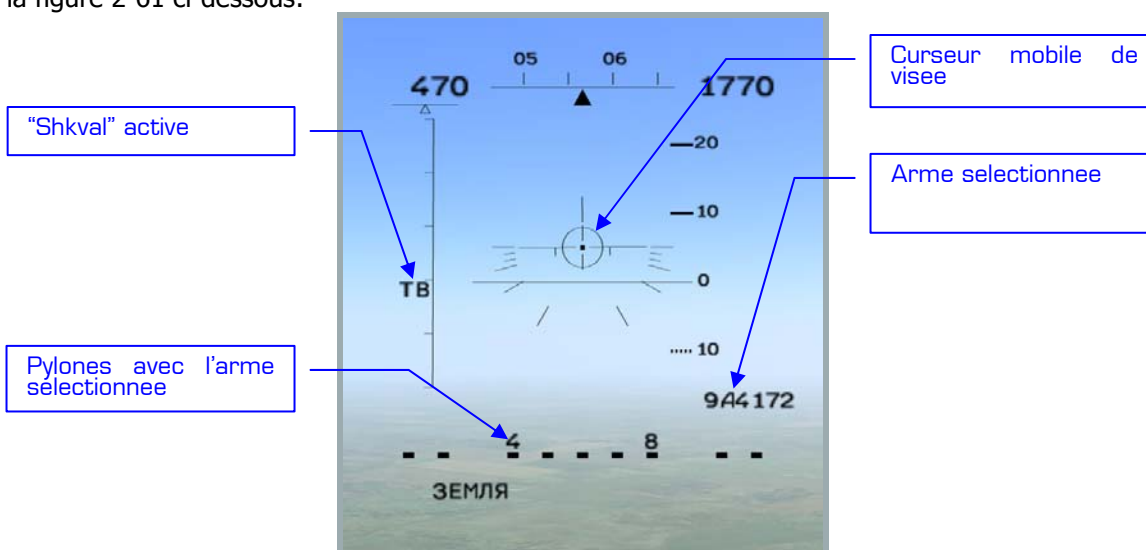
Pour utiliser le canon, le pilote doit tout d'abord repérer la cible visuellement et amener son appareil dans un léger piqué pour placer le réticule sur la cible. La distance de lancement maximale est atteinte lorsque la flèche sur la barre de distance atteint le trait supérieur, et le signal "Lancement Autorisé" « **ПР** » s'affiche sur la VTH.

## FRAPPE DE HAUTE PRECISION

Les armes "intelligentes" de précision sont les missiles antichars "Vikhr" à guidage laser par senseurs arrière, les missiles à guidage laser Kh-25ML et Kh-29L, les missiles Kh-29T et bombes KAB-500KR à guidage TV de type "tire-et-oublie" ("fire-and-forget") car leur guidage est autonome après le lancement. Les missiles à guidage laser classique et par senseurs arrière nécessitent une illumination continue de la cible pendant tout le temps de vol.

L'utilisation des armes de précision est rendue possible par les systèmes de visée I-251 "Shkval" (missions de jour) ou "Mercury" (TV basse luminosité pour missions de nuit). L'image délivrée par ces systèmes est affichée sur l'écran TV IT-23M dans le coin supérieur droit du cockpit.

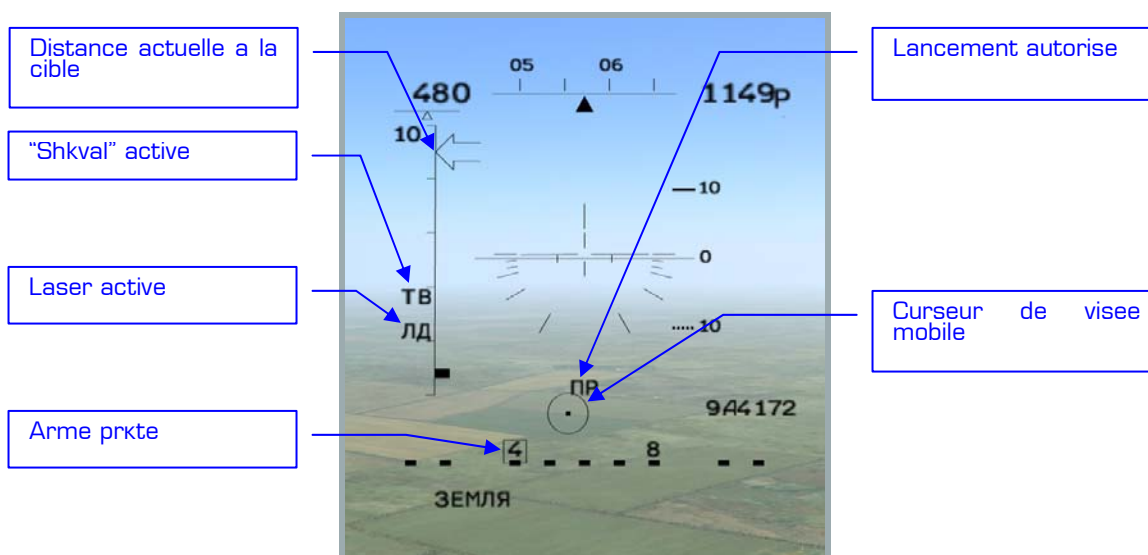
Ces armes sont employées en utilisant le mode ЗЕМЛЯ (SOL) [7] et en allumant soit le système embarqué "Shkval" [O] soit la nacelle "Mercury" [CTRL-O]. La VTH se présente alors comme sur la figure 2-61 ci-dessous:



**2-61: VTH pour le ciblage assisté par "Shkval" ou "Mercury"**

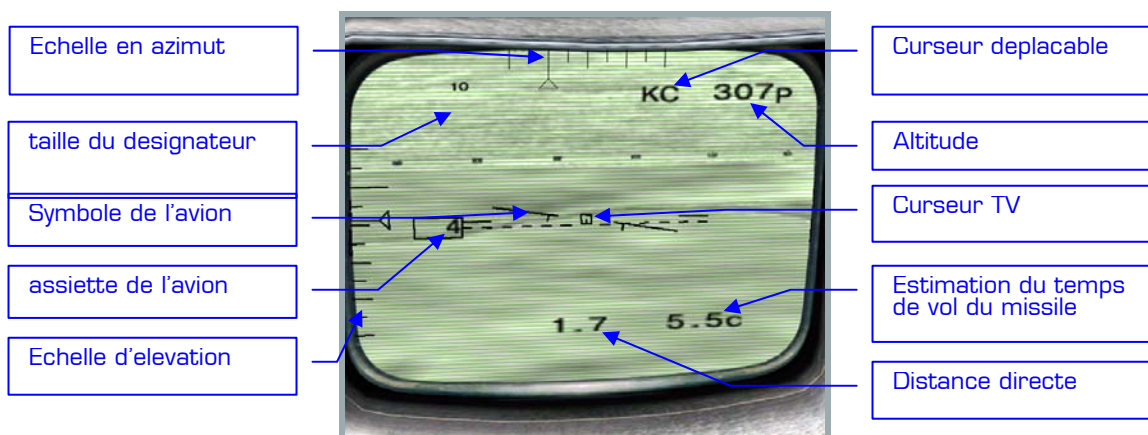
- Le curseur de visée au centre de la VTH indique le centre du champ de vision sur l'écran TV, et peut être déplacé par les touches [M], [;], [:] et [!].
- **TB (TV)** s'affiche à gauche de la barre de distance, pour indiquer que le système "Shkval" est activé (**HTB (TVBL)** indique que le système "Mercury" est activé).
- L'arme sélectionnée est indiquée sous l'échelle de tangage. Sur la figure **2-61**, le missile **9A4172** "Vikhr" antichars est sélectionné. Les missiles Kh-25ML (AS-10 "Karen") sont indiqués par **25МЛ**, Kh-29L (AS-14 "Kedge") par **29Л**, Kh-29T (AS-14 "Kedge") par **29Т**, et les bombes KAB-500KR par **500Кр**.
- La disponibilité des armes est affichée en bas de la VTH.
- Le mode **ЗЕМЛЯ (SOL)** est indiqué dans le coin inférieur gauche.

Après activation du système de visée, l'acquisition de la cible se fait en déplaçant le curseur de visée avec les touches [M], [;], [:] et [!]. L'image est affichée sur l'écran TV du cockpit. Le curseur de la VTH se déplace avec les mouvements de la caméra.



**2-62: VTH avec système "Shkval" activé**

Une fois le système de visée activé, l'écran TV affiche l'image fournie par la caméra, superposée aux informations de ciblage et d'attitude:



**2-63: Affichage TV IT-23M lors d'une acquisition de cible à l'aide du système "Shkval"**

- Le désignateur, dont la taille permet de cibler un certain type de cibles préférentielles, apparaît au centre de l'affichage.
- La taille du désignateur de cible correspond à la taille des objets à cibler. Cette distance est affichée dans le coin supérieur gauche. Sur la figure **2-63** la taille de cible est de 10m. Les véhicules blindés ont une taille approximative de 10m, les avions de 10 à 60m, les navires et bâtiments généralement une soixantaine de mètres. La cible est automatiquement verrouillée si sa taille correspond à la taille du désignateur, plus ou moins 5m. Cependant, les cibles de plus de 60m peuvent toujours être verrouillée avec le réglage maximal de 60m. Ce réglage s'effectue à l'aide des touches [Ctrl- +] et [Ctrl- -].
- Le long de l'écran, à gauche et en haut, sont affichées les échelles d'élévation et d'azimut. La direction vers laquelle la caméra est pointée est indiquée par des marques triangulaires. L'échelle d'azimut balaie de - 40 degrés à + 40 degrés, l'échelle d'élévation de +20 à -90 degrés.



- L'assiette de l'appareil est affichée à droite de l'échelle d'élévation.
- Un symbole d'avion similaire à celui de la VTH est affiché au centre de l'écran TV. Cela permet au pilote de garder le contrôle de son appareil lorsqu'il se concentre sur cet écran pour viser.
- L'altitude sol de l'avion donnée par l'altimètre radar est indiquée dans le coin supérieur droit de l'écran.
- L'indication **KC** en haut de l'affichage, à gauche de l'indication d'altitude, informe que le déplacement de la vue est sous contrôle manuel et qu'aucune cible n'est verrouillée.
- Le temps de vol estimé du missile vers la cible est affiché dans le coin inférieur droit. Après lancement du missile, ce nombre indique le temps de vol restant jusqu'à l'impact.
- La distance directe à la cible, calculée par l'altimètre radar, est affichée en bas de l'écran.

Une fois la cible repérée, le pilote déplace le curseur de visée, et le système de ciblage essaie de verrouiller automatiquement la cible. Pour améliorer l'identification des cibles, le zoom de la caméra peut être augmenté à 23x (0.73x0.97 degrés) ou une valeur intermédiaire de 8x. Le zoom est contrôlé par les touches **[+]** et **[-]**.

Après identification positive de la cible, le pilote choisit l'arme à employer et vérifie la distance de lancement sur la VTH. Lorsque la cible est à portée du missile, le pilote doit simplement presser la détente de lancement dans le cas des armes à guidage TV (missiles Kh-29T et bombes KAB-500Kr), ou bien active tout d'abord le laser de désignation pour les armes à guidage laser (missiles Kh-25ML, Kh-29L et "Vikhr") en appuyant sur **[Maj-O]**.

L'image TV apparaît comme indiquée dans la figure 2.64 ci-dessous:



**2-64: Affichage TV IT-23M; Cible verrouillée par le "mode"**

- Le niveau de zoom actuel est présenté dans le coin supérieur gauche, à côté du réglage de taille de cible.
- L'indication **AC** en haut de l'écran, à côté de l'altitude/sol, indique que la cible est verrouillée. Le système de visée suit la cible dans le limite de mouvement de la caméra ( $\pm 35^\circ$  en azimut et de  $+15^\circ$  à  $-85^\circ$  en élévation). La direction alignée avec l'axe de l'avion est indiquée par un trait plus épais sur l'échelle d'azimut.
- Si le laser de désignation est allumé, la distance directe est affichée en bas de l'écran, avec l'indication **ЛД (LASER)**.
- "Lancement Autorisé" « **ПР** » s'affiche au-dessus de la distance directe, en bas de l'écran, si le missile est à portée.

Après impact des missiles à guidage laser, il est nécessaire de couper le laser de désignation pour permettre le refroidissement. Le laser dégage énormément de chaleur lors de l'illumination d'une cible, et ne peut fonctionner dans ce mode que pendant un temps limité. Le temps de refroidissement est approximativement égal à celui de fonctionnement. Le laser se coupe automatiquement s'il atteint la limite de température. Il est recommandé de ne pas utiliser le laser plus de 20 minutes par vol, car une surcharge pourrait l'endommager. Pendant le refroidissement, le symbole **ЛД** clignote.

Les missiles "Vikhr" peuvent être lancés par paires, avec un intervalle très court, afin d'augmenter les chances de toucher la cible. La vitesse supersonique des missiles "Vikhr" permet également d'engager plusieurs cibles en une seule passe.

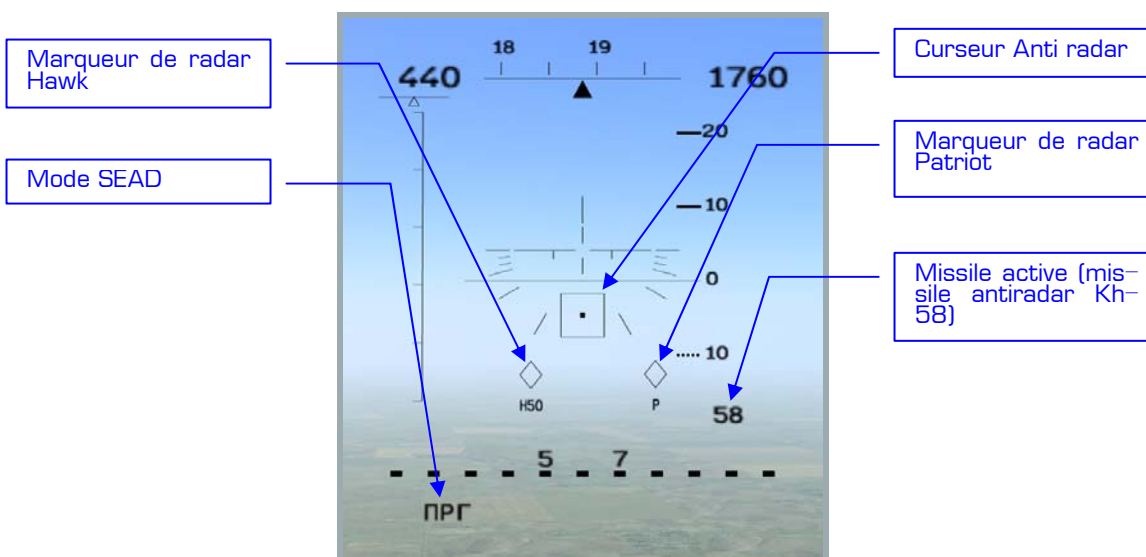
Les missiles "Vikhr" peuvent également être utilisés contre les avions et les hélicoptères s'ils ne manoeuvrent pas, par exemple lors de l'atterrissage ou du décollage. La procédure d'acquisition de cible est identique, mais il faut prendre en compte que la probabilité de destruction est plus faible.

## **SUPPRESSION DES DEFENSES AERIENNES ENNEMIES (SEAD)**

Le Su-25T peut utiliser les missiles anti-radars Kh-25MPU et Kh-58 contre une large panoplie d'émetteurs radars, tels que les radars de recherche, de poursuite et d'illumination des batteries de missiles Sol-Air (SAM). Comme les émetteurs radars opèrent sur une large plage de fréquences, toutes ne peuvent être ciblées par les missiles anti-radars. Par exemple, la plupart des missiles anti-radars ne sont pas capables de cibler les artilleries anti-aériennes (AAA) qui utilisent des radars très hautes fréquences à courte distance. Pour plus d'information sur les caractéristiques des missiles anti-radars, et sur leurs cibles potentielles, voir le chapitre 6 "Armes Air-Sol de l'armée russe".

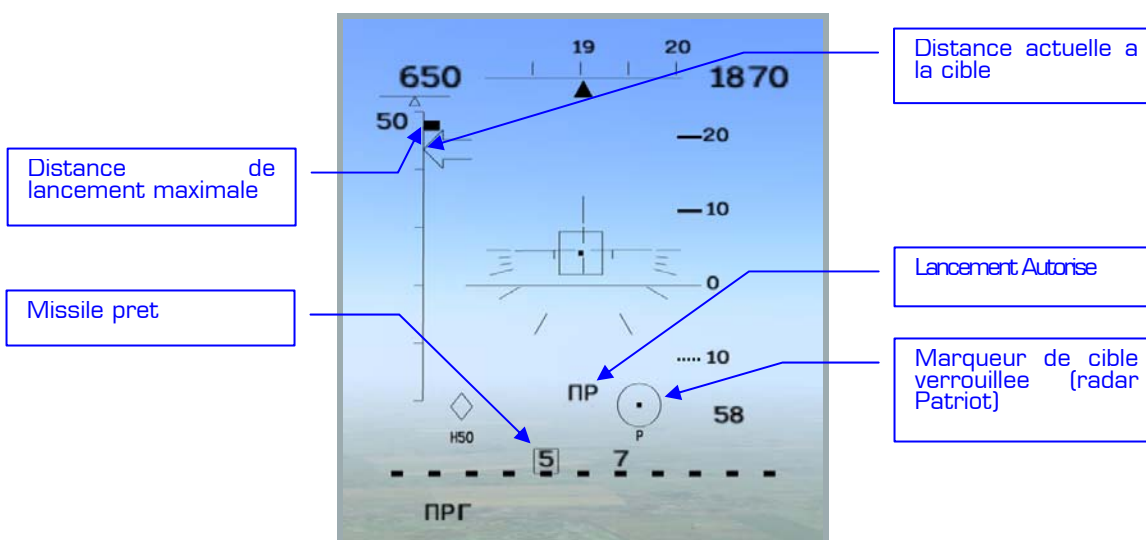
L'emploi des missiles anti-radars nécessite l'emport de la nacelle de contrôle L-081 "Fantasmagoria" sous le point central de l'appareil (pylône #6).

Les missiles anti-radars s'utilisent en mode ЗЕМЛЯ (SOL) [7] et en activant la détection passive d'émissions radars en appuyant sur [1]. Le pilote suit les indications sur le récepteur d'alertes radar SPO-15 «Beryoza» afin de diriger son appareil vers l'émetteur. Quand la cible entre dans une zone de  $\pm 30$  degrés par rapport à l'axe de l'avion, un symbole en losange apparaît sur la VTH. Si l'arme sélectionnée est capable de verrouiller et d'attaquer la cible, un indicateur d'identification s'affiche sous le marqueur de cible. L'affichage de la VTH est comme suit:



## 2-65: VTH en mode de suppression des défenses aériennes ennemies (SEAD)

- Le curseur antiradar de forme carrée peut être déplacé vers la cible à désigner à l'aide des touches [M], [;], [:] et [!].
- L'arme sélectionnée (58 signifiant Kh-58) est indiquée sous l'échelle de tangage.
- Le mode antiradar est indiqué par **ПРГ** dans le coin inférieur gauche.
- Les cibles sont marquées sur la VTH par un symbole en losange. Celles qui peuvent être verrouillées et engagées par le missile sélectionné sont dotées d'un indicateur de type de radar – **P** pour un radar de SAM "Patriot", **H50** pour un radar de SAM "HAWK", etc...



## 2-66: VTH en mode SEAD avec une cible verrouillée

Lorsque les marqueurs de cibles sont affichés sur la VTH, le pilote désigne la cible à engager. Le curseur antiradar se déplace à l'aide des touches [M], [;], [:] et [!]. La cible est ensuite verrouillée par la touche [TAB], et le losange se transforme en cercle. La flèche le long de la

barre de distance indique la distance actuelle à la cible, le trait épais indique la distance maximale de lancement.

- La distance maximale de lancement est indiquée par un trait épais en haut de la barre de distance.
- Une flèche se déplace le long de cette barre pour indiquer la distance de la cible.
- Quand une cible est sélectionnée, le losange se transforme en cercle.
- Lorsque tous les paramètres de lancement sont satisfaits, le message "Lancement Autorisé" « **ПП** » s'affiche.
- Un rectangle clignotant autour du pylône activé indique que le missile est prêt pour le lancement.

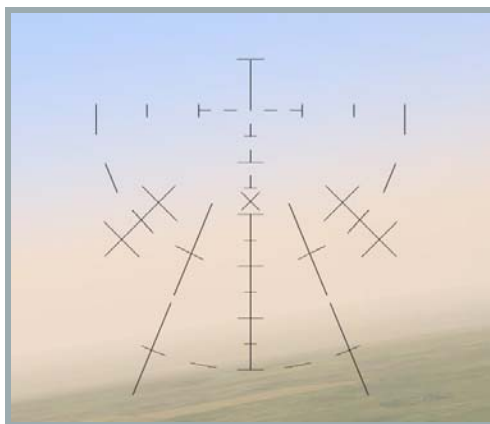
Lorsque le message "Lancement Autorisé" est affiché, le pilote presse la détente pour lancer le missile.

## GRILLE DE TIR

La grille est un mode de secours, utilisée pour les passes de mitraillage lorsque le système de visée principal est en panne. La grille possède deux axes gradués, qui sont utilisés pour permettre la visée avec certaines armes dont les paramètres balistiques sont connus pour un certain domaine de vol. Le centre de la grille est aligné avec l'axe longitudinal de l'avion.

Cette grille peut être affichée dans tous les modes de combat en appuyant sur [8]. Le mode sera préservé, seul l'affichage de la VTH sera remplacé par cette grille de tir. Une fois la passe de tir terminée, la VTH précédente est réaffichée en appuyant sur [8].

Les corrections de visée sont faites par le pilote. Ce dernier doit manoeuvrer l'appareil de façon à placer les cibles sur le point d'impact estimé. De cette façon, les tirs de roquettes et au canon peuvent être fait à une distance de 200-400 mètres.



**2-67: Affichage de la grille de tir**

# *Instruments des cockpits des avions US*

# 3

## *Chapitre*



*Version 1.1*



## CHAPITRE 3

# INSTRUMENT DU COCKPIT DES AVIONS DE CHASSE AMERICAINS

## Instruments du cockpit du F-15C

Le F-15C est un avion de supériorité aérienne. C'est pourquoi ses instruments sont organisés autour de l'écran radar et du TEWS qui sont positionnés légèrement en dessous du HUD. La partie inférieure du tableau de bord contient des instruments de contrôle du système de propulsion, navigation, disponibilité de l'armement, quantité de carburant et contre-mesures.



**3-1: Tableau de bord du F-15C**

1. Ecran de situation verticale (VSD).
2. Anémomètre et Machmètre.
3. Attitude Director Indicator (ADI).
4. Altimètre.
5. Système de guerre électronique tactique (TEWS).
6. Tachymètre(s) moteur(s).
7. Température d'entrée turbine (FTIT).



8. Débitmètre.
9. Indicateur de position des tuyères en sortie de réacteur.
10. Jauge de carburant.
11. Indicateur de pression en cabine.
12. Areometer (VVI).
13. Horloge.
14. Indicateur de situation horizontale (HSI).
15. Indicateur d'Aa.
16. Accéléromètre.
17. Écran couleur multifonctions (MPCD).
18. Indicateur de position du train d'atterrissage.
19. Poignée de commande du train d'atterrissage.
20. Témoins ECM.
21. Panneau d'alarmes.

## VERTICAL SITUATION DISPLAY (VSD)



L'afficheur de la Situation Verticale, qui est aussi appelé "scope radar", est situé en haut à gauche du tableau de bord. Il vous renseigne sur la situation aérienne devant votre appareil et donne des informations sur les autres avions détectés par le radar. Pour en savoir plus, rendez-vous chapitre correspondant.

**3-2: VSD**

## SYSTEME DE GUERRE ELECTRONIQUE TACTIQUE (TEWS)

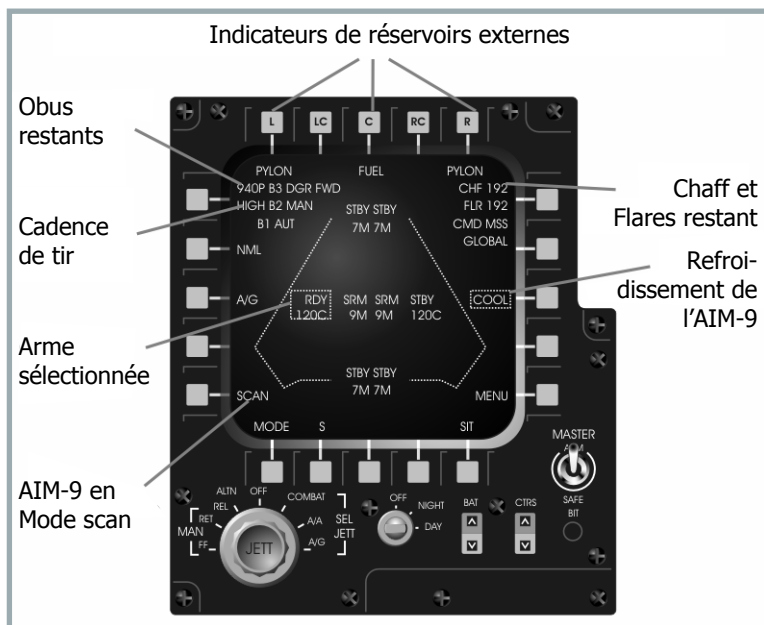


L'Afficheur de la Situation Tactique Electronique est positionné en haut à droite du tableau de bord. Il donne des renseignements sur les radars vous illuminant. L'information est présentée sous forme de symboles vous indiquant la direction et le type du radar. Pour en savoir plus, rendez-vous chapitre correspondant.

**3-3: TEWS**

## ÉCRAN COULEURS MULTIFONCTIONS (MPCD) PANNEAU DE CONTRÔLE DE L'ARMEMENT

Le panneau de contrôle de l'armement qui est placé en bas à gauche du cockpit renseigne sur l'état des armes, contre mesures et réservoirs externes.



Dans la partie supérieure, le nombre de réservoirs extérieurs est indiqué. L'indicateur «L», «C» et «R» renseigne sur la présence ou absence d'un réservoir externe sous, respectivement, les points d'attache gauche, central et droit. Si un réservoir externe est présent, l'indicateur «FUEL» est visible. En cas d'absence de réservoir externe, «PYLON» est affiché.

Dans la partie gauche de l'afficheur, des informations sur le canon interne de l'appareil sont données. «HIGH» et «LOW» vous informe sur la cadence de tir choisie. «HIGH» correspond à

### 3-4: Weapon control panel

une cadence de 6.000 coups par minute ; «LOW» équivaut à 4.000 coups par minute. Le nombre au-dessus désigne la quantité d'obus restants. Pendant le tir du canon, cette quantité décroîtra par dizaines. L'indicateur «SCAN» vous informe que la tête chercheuse de l'AIM-9 est sélectionnée et qu'elle opère dans le mode SCAN. Vous pouvez trouver plus d'informations sur l'utilisation de ce mode dans la section traitant de la mise en œuvre de l'armement. La partie droite de l'afficheur indique l'état de disponibilité de l'armement et le nombre de chaff et flares restants. L'indicateur «CHF» et «FLR» donne le nombre de flares (fusées) et chaff (paillettes). L'avion peut être équipé de 64 paquets de chaff et de 32 cartouches de fusée. L'indicateur «COOL» informe le pilote de la disponibilité de l'AIM-9 en vue d'une utilisation. Si le commutateur d'armement principal est sur la position «ARM», l'indicateur COOL est encadré. Il disparaîtra quand le commutateur principal d'armement sera sur «SAFE». Dans la partie centrale, on trouve des informations sur le type d'armes embarquées et sur leur état de disponibilité. L'avion dispose de 8 points d'ancrage pour l'armement – 4 d'entre eux sont sous le fuselage et 2 autres sous chaque aile. Les missiles "Air-Air" sont divisés en 2 catégories. Les différentes variantes du AIM-9 sont indiquées par la mention «SRM» (Short Range Missiles) ; les différentes variantes des AIM-7 et AIM-120 portent l'indication «MRM» (Medium Range Missiles). Le type et le statut de chaque missile embarqué sont visibles sur les points d'emport correspondants.

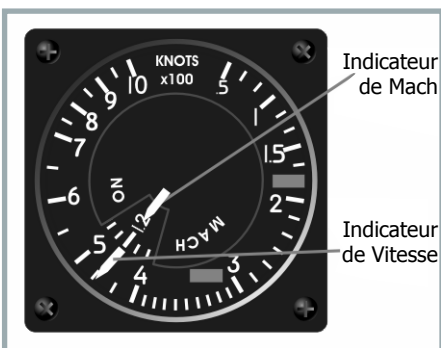
- Si vous choisissez un missile de type MRM, la mention «RDY» apparaîtra sur le point d'emport de l'arme concernée; tous les autres porteront la mention «STBY».
- Si vous choisissez un missile de type SRM, la mention «RDY» apparaîtra sur le point d'emport de l'arme concernée; tous les autres porteront la mention «STBY».

L'image 1 montre les différents missiles embarqués par le F-15C dans Lock On.

Désignation	Type	Classe
7M	AIM-7M	MRM
120C	AIM-120C	MRM
9M	AIM-9M	SRM

**Image 1**

## INDICATED AIR SPEED (IAS) ET MACHMETRE



L'anémomètre (IAS) et le machmètre sont positionnés à la droite du MPCD. Ils donnent la vitesse indiquée et le nombre de Machs. L'échelle fixe indique la vitesse graduée de 50 à 1.000 noeuds. L'échelle mobile, quant à elle, indique le nombre de Machs dans les limites d'altitude et de vitesse en service. Le nombre de Machs est visible à partir d'une vitesse de 200 noeuds.

**3-5: IAS et machmètre**

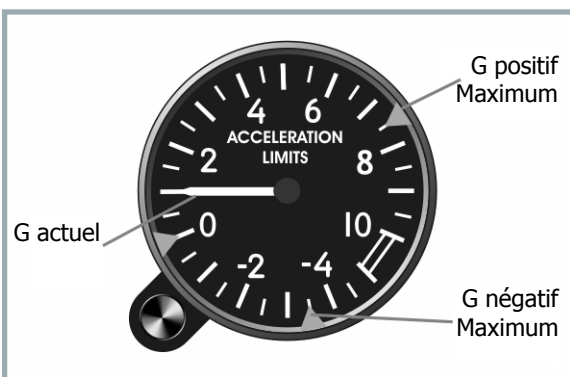
## ANGLE-OF-ATTACK (AOA) INDICATOR



L'indicateur d'AoA est situé en-dessous de l'anémomètre et du machmètre. Il est utilisé pour indiquer l'AoA instantané entre les limites de 0 à 45. La valeur d'AoA ne correspond pas aux degrés réels. Une marque blanche indique l'AoA idéal d'atterrissage (20-22).

**3-6: Angle-of-attack indicator**

## ACCELEROMETRE



L'accéléromètre vous renseigne sur l'actuelle valeur du nombre de G, positive ou négative. Deux marqueurs vous indiquent le nombre maximal de G en négatif et en positif. Cet instrument est indépendant de l'indicateur du nombre de G du HUD et n'est pas aussi précis que celui-ci.

**3-7: Accéléromètre**

## ATTITUDE DIRECTOR

## INDICATOR (ADI)

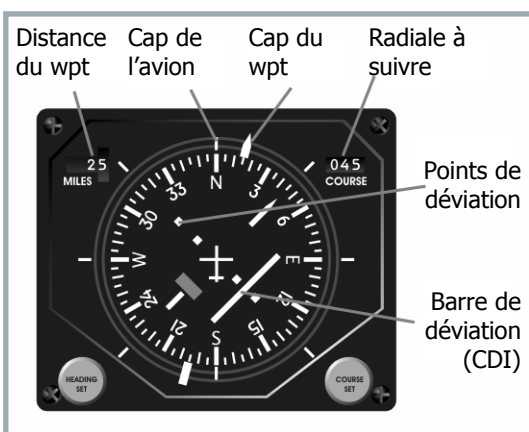


L'ADI est situé dans la partie centrale du tableau de bord. La sphère mobile vous indique l'actuel taux de roulis et de tangage. L'échelle de tangage est graduée tous les 5 degrés; l'échelle de roulis est graduée tous les 10 degrés. Sur la partie avant, les barres verticale et horizontale vous donne votre écart par rapport à la route planifiée.

### 3-8: ADI

Dans la partie inférieure de l'ADI vous pouvez lire l'indicateur de dérapage de votre avion. S'il est davantage à droite ou à gauche, compenser avec les gouvernes de direction jusqu'à ce qu'il soit au centre.

## HORIZONTAL SITUATION INDICATOR (HSI)



### 3-9: HSI

Le HSI offre une vue de dessus de l'avion superposé à une boussole. Le cap de l'avion est toujours dirigé vers le haut. Le cap vers le prochain waypoint est indiqué par la flèche située en extrême bordure du disque. Au centre, vous pouvez voir la déviation par rapport à votre route prévue. Les points de déviation vous indiquent votre écart par rapport à la route prévue en degrés. Chaque point représente une déviation de 5°. Pendant un atterrissage aux instruments (ILS), les barres vous indiquent votre position par rapport à l'approche idéale. Lors d'un atterrissage, la barre de déviation représente le localizer. Gardez bien à l'esprit que lorsque la barre est située à droite cela signifie que vous êtes trop à gauche. L'indicateur numérique de cap à suivre est visible en haut à droite. Dans le coin supérieur gauche se trouve la distance vous séparant du waypoint exprimé en miles nautiques.

Le HSI offre une vue de dessus de l'avion superposé à une boussole. Le cap de l'avion est toujours dirigé vers le haut. Le cap vers le prochain waypoint est indiqué par la flèche située en extrême bordure du disque.

Au centre, vous pouvez voir la déviation par rapport à votre route prévue. Les points de déviation vous indiquent votre écart par rapport à la route prévue en degrés. Chaque point représente une déviation de 5°. Pendant un atterrissage aux instruments (ILS), les barres vous indiquent votre position par rapport à l'approche idéale. Lors d'un atterrissage, la barre de déviation représente le localizer. Gardez bien à l'esprit que lorsque la barre est située à droite cela signifie

## ALTIMETRE



### 3-10: Altimètre

L'altimètre barométrique vous indique votre altitude MSL (au-dessus du niveau de la mer).

Il est constitué d'une échelle analogique circulaire ayant pour révolution 1.000 pieds. Elle est graduée en vingtaines de pieds. Vous avez également un indicateur numérique au centre.

## VARIOMETRE (VVI)



Le VVI vous indique votre verticale. Les taux de montée et de descente sont exprimés en milliers de pieds par minute. Lorsque l'aiguille tourne dans le sens horaire, votre appareil gagne de l'altitude. A contrario, lorsque l'aiguille tourne dans le sens anti-horaire, vous perdez de l'altitude.

**3-11: Vertical velocity indicator**

## TACHYMETRE



Les tachymètres sont au nombre de deux, un pour chaque réacteur. Ils vous indiquent le pourcentage RPM maximum. En d'autres termes, la puissance fournie par vos réacteurs.

La zone rouge (100 et + RPM) correspond à la post-combustion.

**3-12: Tachymètre**

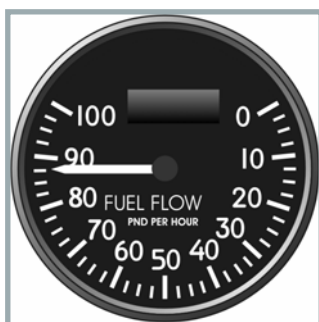
## INDICATEUR DE TEMPERATURE D'ENTREE TURBINE (FTIT)



Les deux indicateurs de température d'entrée turbine sont situés en-dessous du tachymètre. L'échelle des indicateurs est graduée par incréments de 100°C. Si l'aiguille de l'indicateur pénètre dans la zone rouge, cela signifie que la température des gaz d'entrée turbine est dangereusement élevée.

**3-13Indicateur de température d'entrée turbine (FTIT)**

## DEBITMETRES



Les débitmètres mesurent la consommation de chacun des deux réacteurs de l'avion. Ils sont gradués en pounds par heure.

**3-14: Débitmètres**

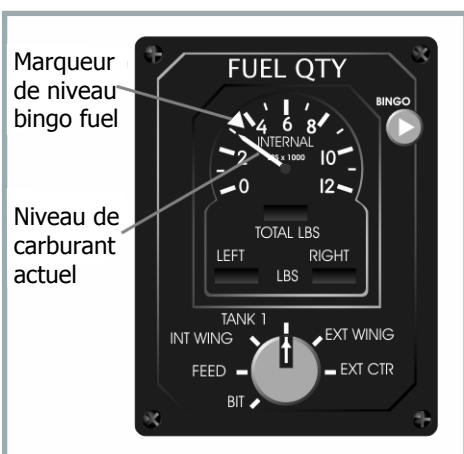
## INDICATEUR DE POSITION DES TUYERES



Ces indicateurs sont placés dans le coin inférieur gauche du tableau de bord. Il en existe un pour chacune des turbines des deux réacteurs. Il indique le niveau d'ouverture de celles-ci en pourcentage.

**3-15: Indicateur de Position des Tuyères**

## JAUGE DE CARBURANT



La jauge de carburant vous indique votre niveau de carburant restant. L'aiguille vous informe de la quantité de carburant dans le réservoir interne de votre avion. Les trois compteurs numériques vous donnent la quantité totale de carburant restant, tant en interne qu'en externe (TOTAL LBS) et en-dessous, la quantité de carburant restant du réservoir extérieur de chaque aile.

**3-16: Jauge de carburant**

L'unité est le « pound » (livre).

## PRESSION ALTIMETRIQUE EN CABINE



L'indicateur Altimètre-Pression en cabine vous informe sur l'altitude à laquelle la pression extérieure est équivalente à celle en cabine. Dans l'hypothèse d'un endommagement de la cabine, la pression au sein de celle-ci diminuera; l'altitude indiquée augmentera. Si l'aiguille indique une valeur supérieure à 10.000 pieds, vous devrez descendre rapidement.

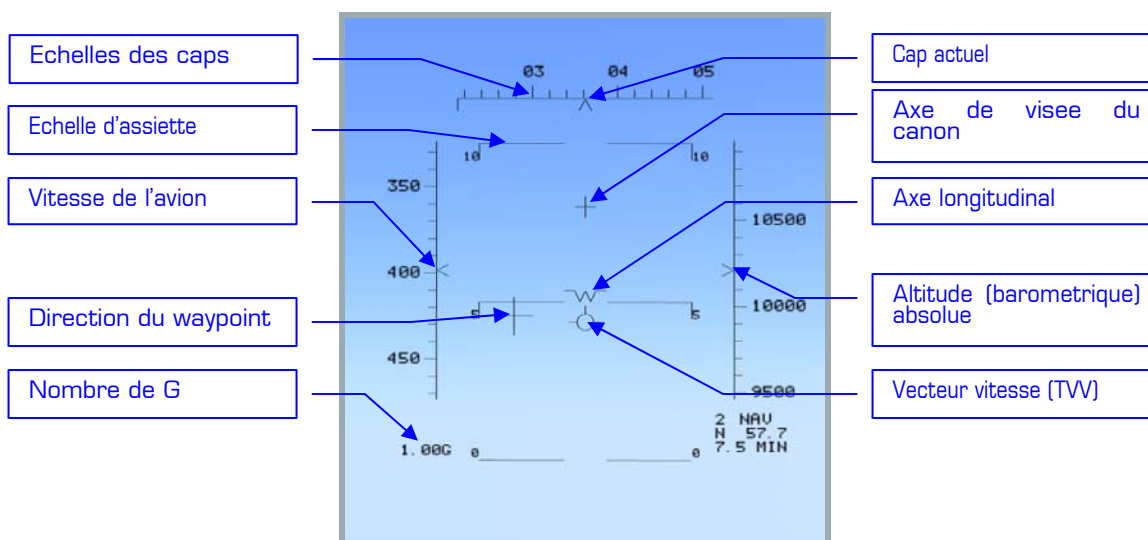
**3-17: Pression Altimétrique en Cabine**



## Modes de fonctionnement du HUD du F-15C

### SYMBOLES DE BASE

Certains éléments du HUD restent inchangés dans tous les modes d'utilisation.



### 3-18: Symbologie de base du F-15C

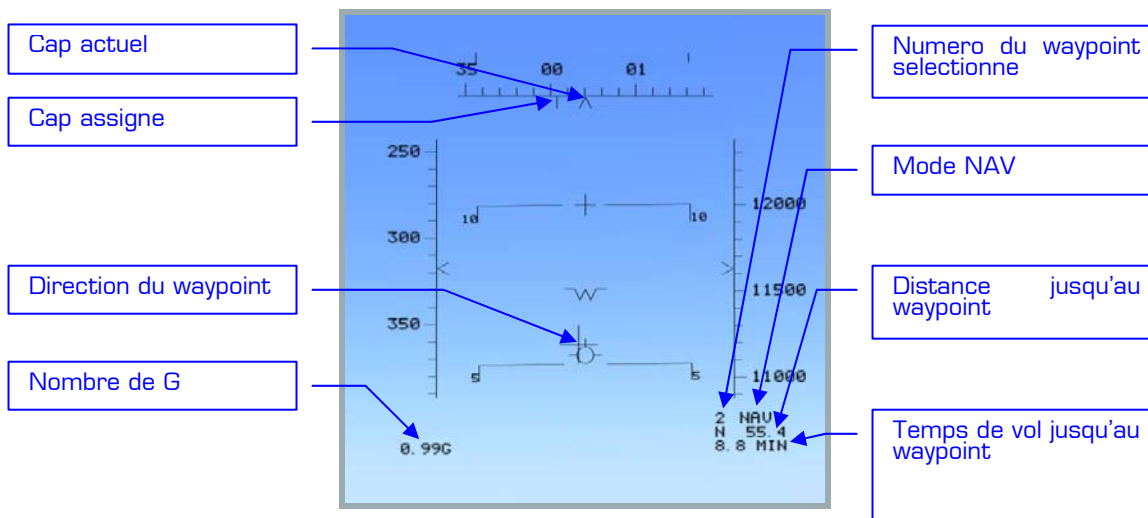
- Au centre du HUD, vous pouvez voir un "W" représentant l'axe longitudinal de l'avion. Il indique par ailleurs l'orientation du nez de l'avion.
- L'échelle de cap est située en haut du HUD. Le "V" inversé en dessous de l'échelle représente le cap actuel de l'appareil. Il est donné sous forme de 2 chiffres au lieu de 3. Le dernier a été retiré de telle manière qu'au cap 180 apparaît l'indication 18.
- L'échelle verticale située à gauche du HUD représente la vitesse de votre avion en nœuds. Les vitesses en dessous de 150 ne sont pas indiquées. Le curseur vous indique votre vitesse.
- Sur la partie droite du HUD, l'échelle d'altitude absolue vous renseigne sur l'altitude de votre avion. Le curseur désigne l'actuelle altitude barométrique absolue.
- Le vecteur vitesse (TVV : Total Velocity Vector) se déplace sur votre HUD et peut même en sortir. Il vous indique la direction dans laquelle votre avion se dirige. Il dépend de la vitesse, de l'incidence, de la dérive, ...
- L'échelle d'assiette est située dans la partie centrale du HUD. Elle est liée au vecteur de vitesse. Elle est graduée de 5° en 5°. Son orientation dépend du sens de virage et de son inclinaison. Elle reste toujours parallèle à l'horizon et vous indique en permanence votre tangage. Elle se retrouve sur l'ADI.

## MODES DE NAVIGATION

Dans le mode de navigation du HUD, de multiples informations sont disponibles. Dans le mode principal (NAV), la direction vers le prochain waypoint est indiquée. En mode atterrissage, (ILSN), des informations nécessaires à l'approche sont données.

## MODE DE NAVIGATION (NAV)

Dans ce mode, des informations sur le waypoint sélectionné sont fournies. En plus des instruments principaux, des informations supplémentaires sont présentes sur le HUD :



### 3-19: Mode de navigation du HUD (NAV)

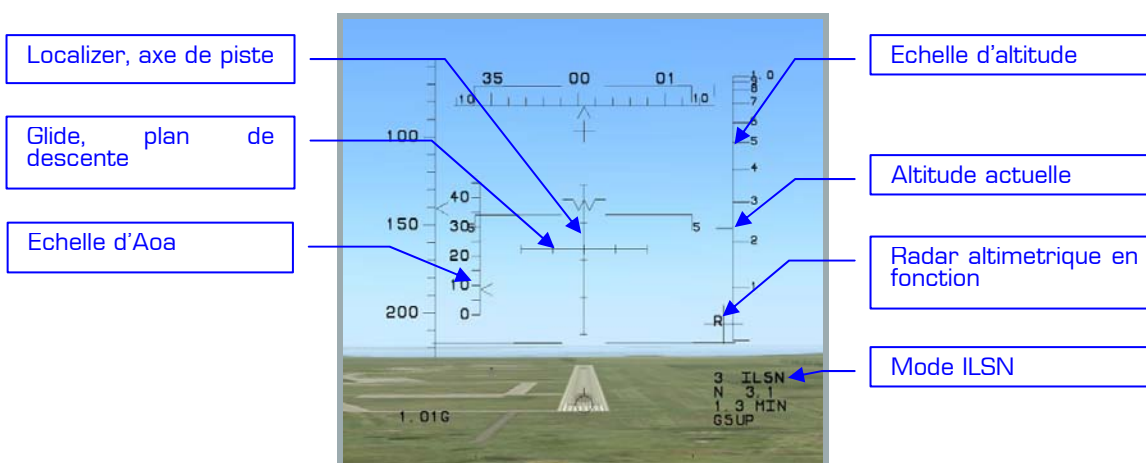
- Dans la partie inférieure droite du HUD (bloc navigation) le mode de navigation et le numéro du waypoint sélectionné sont affichés (2 NAV).
- En-dessous, vous pouvez lire la distance jusqu'au waypoint sélectionné (N 55.4). Elle est indiquée en miles nautiques.
- Sur la dernière ligne, le temps restant jusqu'à parvenir au waypoint est indiqué. Ceci dépend cependant de votre vitesse. Elle doit être stable sinon la valeur change. Le temps est exprimé en minutes avec deux chiffres significatifs.
- Dans le coin inférieur gauche, le nombre indiqué correspond au nombre de G que vous encaissez actuellement.
- Au centre du HUD, la direction du waypoint sélectionné est représentée sous forme d'un "+". Il indique sa position dans le plan vertical et horizontal. Il prend donc en compte l'altitude du waypoint. Pour vous y rendre, placez le TW dessus.
- Tout en haut et en-dessous de l'échelle des caps, une barre verticale est représentée : elle désigne le cap requis pour vous rendre au waypoint. Lorsque cette barre est au centre et qu'elle est superposée au V inversé, vous volez vers le waypoint sélectionné.

## SYSTEME D'ATTERRISSAGE AUX INSTRUMENTS (ILSN)

En mode ILSN, d'autres informations sont disponibles:

- Sur la partie inférieure droite du HUD, la mention ILSN est affichée signifiant que vous êtes en mode d'atterrissage aux instruments (ILSN). Le chiffre correspond au numéro du waypoint : ici, la piste (3 ILSN).
- Vous pouvez lire au niveau de la dernière ligne en bas à droite du HUD la position du train d'atterrissage. "GSUP" indique que le train est rentré alors que "GDWN" désigne le train sorti.

- En-dessous de 1.000 pieds, le long du côté droit du HUD apparaît une nouvelle échelle d'altitude donnée par le radar altimétrique. Elle est graduée tous les 100 pieds. Une barre horizontale se déplace de haut en bas indiquant votre altitude.
- Tout de suite à droite de l'échelle de vitesse, une petite échelle d'AoA est visible. Elle vous indique votre AoA actuel (ce n'est pas une valeur en degrés). L'AoA d'approche idéale est approximativement de 22.
- Au centre du HUD, les axes de l'ILS, ou barres, sont visible. La barre horizontale représente le glide (plan de descente) et la barre verticale le localizer (axe de piste). Il faut maintenir les 2 barres au centre pour avoir une approche idéale.



### 3-20: Mode d'atterrissage aux instruments

## MODES CANON

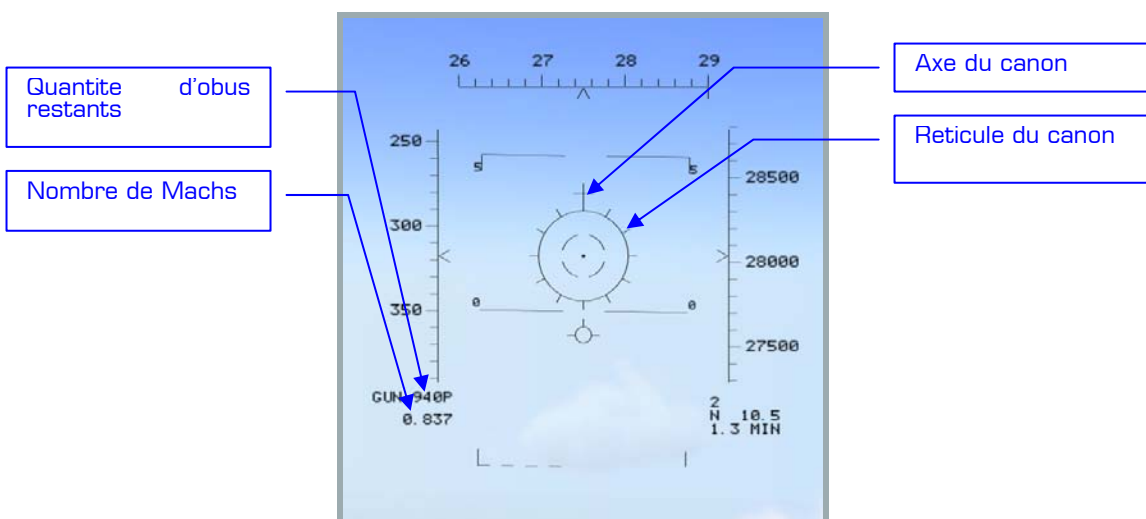
Il existe deux modes d'utilisation du canon : avec ou sans accrochage radar.

### UTILISATION DU CANON SANS ACCROCHAGE RADAR

Pour sélectionner le canon M-61, veillez à ce qu'aucune cible ne soit accrochée puis appuyez sur [C].

Dans ce cas, le HUD vous affichera les informations suivantes :

- En dessous de l'axe du canon (+), un réticule de visée statique apparaît, composé de deux cercles.
- L'indication «GUN» apparaît en bas à gauche du HUD. Le nombre d'obus restants est affiché juste à droite. L'indication «GUN 940 P» signifie qu'il vous reste 940 PGU-38.
- Le nombre de G est affiché en-dessous.



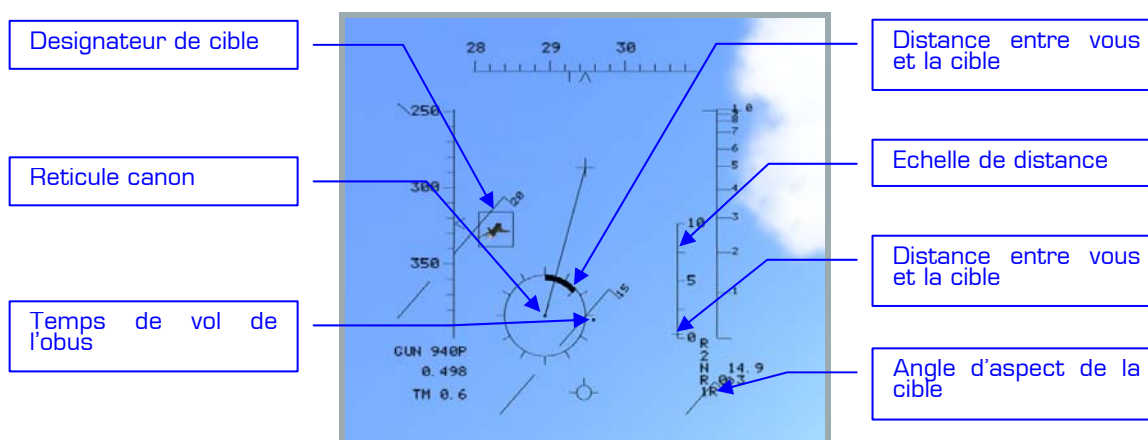
3-21: **Engagement au canon sans accrochage radar**

## GUN DIRECTOR SIGHT (GDS)

Lorsqu'une cible est accrochée et que le canon est sélectionné, vous entrez en mode GDS. Voici les informations données sur le HUD dans ce mode:

- Si l'avion-cible se trouve dans le champ de balayage de votre radar, il est enfermé dans le désignateur de cible (TD : Target Designator) visible sur le HUD sous forme d'un carré. Si l'avion sort du champ de balayage de votre radar, alors le TD disparaît.
- L'échelle de distances est visible sur la partie droite du HUD. Elle va de 0 à 10 miles nautiques. La barre verticale représente la distance entre vous et votre cible.
- Le viseur canon GDS indique le point d'impact entre l'obus et l'avion-cible. Pour réussir votre tir, vous devez placer le viseur sur la cible.
- Le cercle extérieur du GDS indique la distance entre vous et la cible. Sur ce cercle se trouvent de petits traits correspondant chacun à une distance de 1.000 pieds. Lorsque la distance diminue, le cercle devient moins épais et ceci dans le sens anti-horaire. C'est le temps de vol de l'obus qui détermine la probabilité d'atteindre sa cible.
- Un indicateur numérique de distance entre vous et la cible est présent en bas à droite du HUD. La distance est indiquée après le «R».
- L'angle d'aspect de la cible est indiqué en-dessous de la distance. Il représente l'angle entre l'axe longitudinal de la cible et le votre. Le «T» (Tail : queue) indique que la cible est de dos et «H» (Head : tête) indique qu'elle est de face. La valeur numérique ainsi que les «R» et «L» correspondent à l'angle d'aspect respectivement droit ou gauche.
- Dans la partie inférieure gauche, trois données supplémentaires sont affichées lors d'un accrochage au canon :  
l'arme sélectionnée (GUN), le nombre de machs de votre avion, votre nombre de G et la vitesse en Machs de votre cible (TM : Target Mach).

*ATTAQUER UNE CIBLE LORS D'UNE POURSUITE ACCROIT VOTRE PROBABILITE DE COUP AU BUT  
(PROBABILITY OF KILL).*



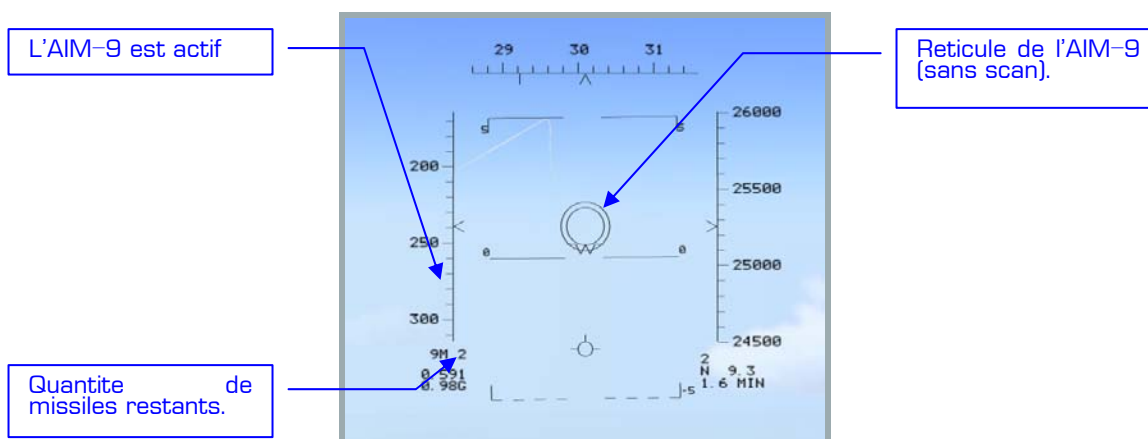
**3-22: Mode canon GDS**

## LES MODES DU AIM-9M SIDEWINDER "AIR-AIR " SHORT RANGE MISSILE (SRM)

La partie suivante fait le tour de tous les modes pouvant être utilisés pour utiliser un AIM-9M. La tête IRH (InfraRed Radar Homing) du missile est indépendante du radar de bord. Elle peut accrocher une cible avec ou sans son aide. Après le tir, le missile est indépendant et ne nécessite donc aucun support de la part de l'avion lanceur. Ce type de missile se nomme « tire et oublie » ("fire and forget").

### TÊTE CONTRAINT (SANS SCAN)

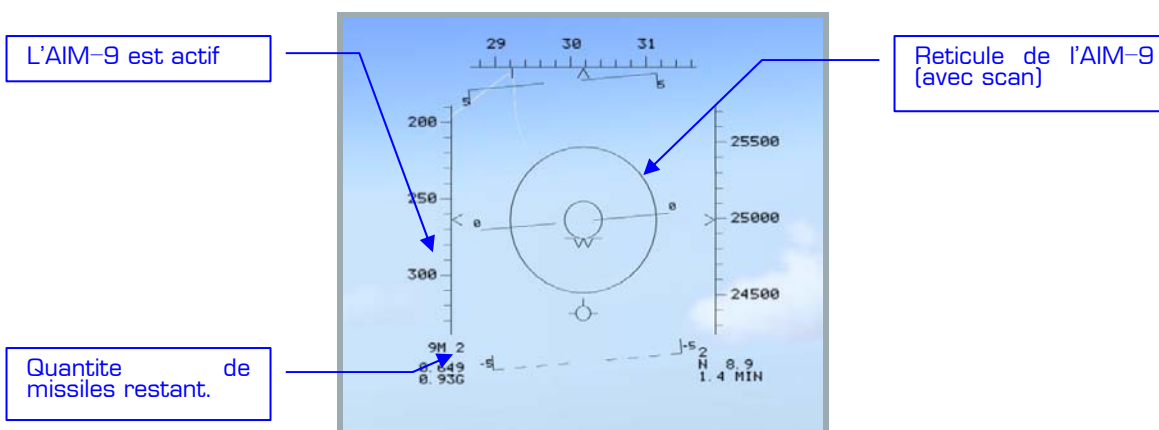
Pour accrocher une cible uniquement avec la tête IRH du missile, appuyer sur [6] et la tête sera contrainte. Ceci fait, appuyez sur [D] jusqu'à ce qu'un AIM-9M soit sélectionné. L'indication "9M" apparaîtra en bas à gauche du HUD ainsi qu'un réticule au centre. La tête du missile est contrainte de "regarder" dans ce réticule qui correspond à l'axe longitudinal de votre avion. Si la cible se trouve dans le réticule et si le rayonnement infrarouge qu'elle émet est suffisamment important, alors la tête accroche la cible. Si la cible sort du réticule, vous perdrez l'accrochage. En mode contraint, la tête ne suivra pas la cible si celle-ci sort du réticule. Ce mode est très utile si vous ne voulez accrocher qu'une seule cible parmi plusieurs.



### 3-23: Mode tête contrainte pour l'AIM-9

#### MODE TETE LIBEREE (AVEC SCAN)

Appuyer sur [6] jusqu'à être en mode tête libérée. Lorsque c'est le cas, ceci est indiqué sur le MPCD. Quand la tête du missile n'est pas contrainte, deux réticules avec différents diamètres apparaissent. Le grand cercle représente le champ de vision du missile ; le petit cercle représente l'espace plus restreint dans lequel la tête devra accrocher une cible.



### 3-24: Mode Tête libérée (avec scan)

Le réticule extérieur est fixe. Il disparaîtra dès lors que la tête du missile aura accroché une cible. Une fois la cible accrochée, le petit réticule la suivra sur le HUD mais dans les limites du champ de vision de la tête du missile. Lorsque la cible est accrochée par la tête du missile, un son plus aigu se fait entendre.

Accrocher une cible par la tête IRH de l'AIM-9 est une bonne tactique pour rester furtif, car ainsi l'ennemi ne recevra pas d'alerte sur son RWS. Comme il ne saura pas que vous le traquez, vous aurez davantage de chances de faire mouche.

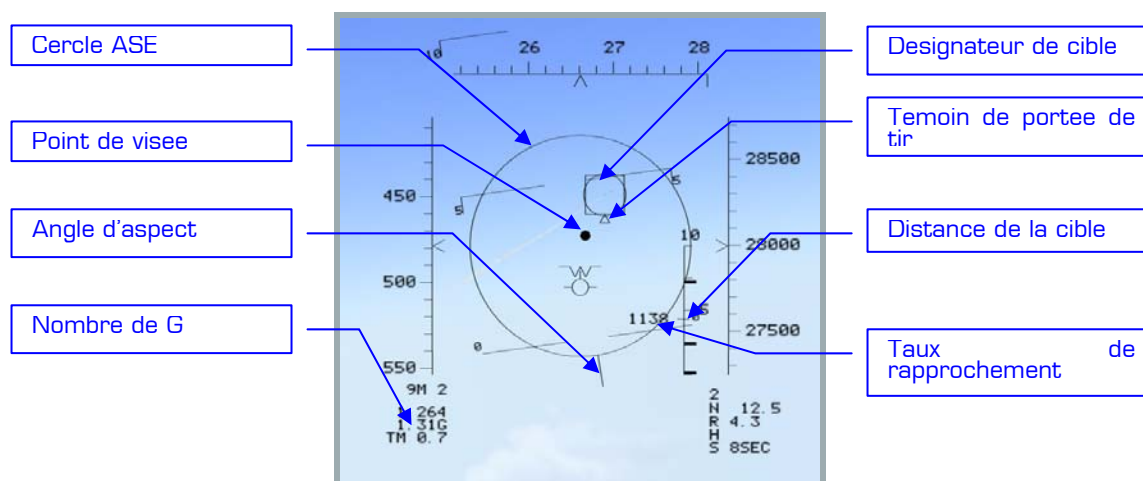
## MODE DIRIGE PAR LE RADAR

En CAC (Close Air Combat : Combat Aérien Rapproché), les modes tels que le balayage vertical [3] ou la visée dans l'axe [4] utilisent le radar qui va vous fournir des informations supplémentaires, visibles sur le HUD. Si votre cible est à plus de 12.000 pieds de vous, (hors de portée de tir du AIM-9), les informations suivantes seront inscrites sur le HUD:

- Le cercle ASE indique le taux d'erreur maximum acceptable. Le taux d'erreur de direction est proportionnel au taux de déviation par rapport au centre du cercle.
- Le cercle ASE vous indique une zone dans laquelle votre cible doit être placée pour ouvrir le feu. La taille du cercle augmente lorsque la distance de la cible décroît ou quand l'angle d'aspect de celle-ci diminue. Cela signifie que plus la distance est faible, plus le cercle sera grand.
- L'angle d'aspect de la cible est indiqué sur le cercle ASE par la barre qui lui est perpendiculaire. Lorsque cette barre est située sur le haut du cercle, la cible est vue de dos, donc fuyante ; a contrario, lorsque cette barre est située en bas, la cible est vue de face et donc se rapproche de vous.



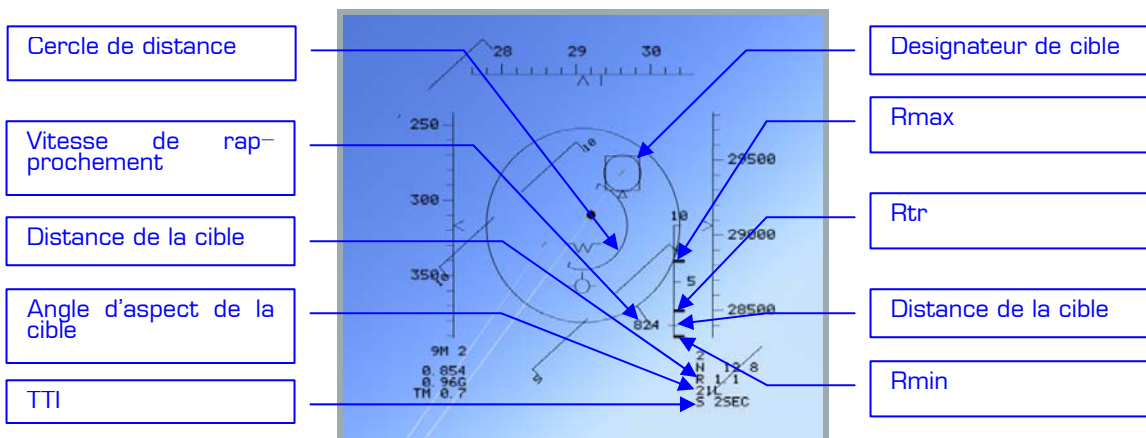
*L'AIM-9 EST UN MISSILE TOUS ASPECTS. CEPENDANT, TIRER SUR UNE CIBLE EN HEMISPHERE ARRIERE ACCROIT VOS PROBABILITES DE TIR AU BUT.*



### 3-25: Mode STT. Accrochage radar sur une cible distante de plus de 12.000 pieds

- Le désignateur de cible (TD box : Target Designator) montre la position de la cible dans le ciel depuis votre avion.
- L'échelle des distances est située à droite du HUD ; les valeurs s'étendent de 0 à 10 miles nautiques. Le long de cette échelle, une barre horizontale graduée indique la distance de la cible ; le nombre lu à côté indique le taux de rapprochement ; les graduations, de haut en bas, représentent respectivement : Rmax, Rtr et Rmin. Lorsque la cible se trouve entre Rmax et Rmin, cela signifie donc qu'elle est à votre portée, dans votre enveloppe de tir.
- D'autres données sont situées en bas à droite du HUD. Une valeur numérique de la distance de votre cible est indiquée après le symbole "R". Son angle d'aspect est indiqué en dessous : c'est la différence angulaire entre l'axe longitudinal de la cible et la ligne de visée menant à elle. Sur la dernière ligne, vous pouvez lire le TTI.

Si la cible est à moins de 12.000 pieds (environ 4 km), d'autres informations sont alors fournies:



### 3-26: Mode STT. Accrochage radar sur une cible à moins de 12.000 pieds de distance

- Un cercle de distance vient se placer au centre du HUD dans le cercle d'ASE. Quand la distance diminue, le cercle de distance se déroule dans le sens anti-horaire et la barre de distance minimale de lancement apparaît. Lorsque vous vous situez en-dessous de la distance de tir minimum (Rmin), un grand "X" apparaît en centre du HUD (tir impossible).
- En dessous du désignateur de cible, un triangle clignotant est présent lorsque la cible est accrochée et quand les paramètres de tir sont valides.
- Dans la partie inférieure gauche, vous pouvez lire de haut en bas : l'arme sélectionnée, le nombre de machs de votre avion, le nombre de G et le nombre de machs de votre cible.

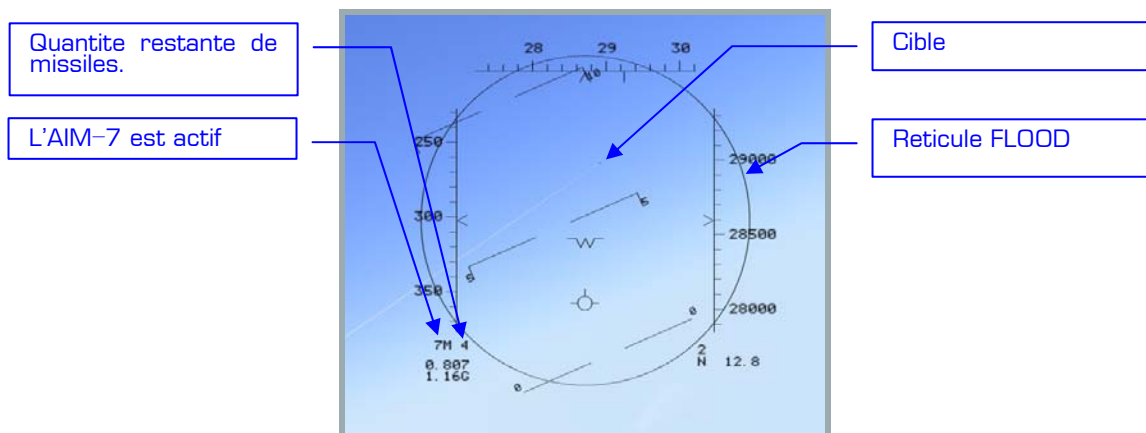
## LES MODES DE TIR DU AIM-7M SPARROW "AIR-AIR" MEDIUM RANGE MISSILE (MRM)

L'AIM-7M est l'un des deux missiles à moyenne portée du F-15C. Il est du type semi-actif à guidage radar : il impose que l'avion-lanceur illumine la cible pendant toute la durée du vol du missile jusqu'à l'impact final.

Voici les différents symboles du HUD lors de l'utilisation de l'AIM-7M:

### MODE FLOOD

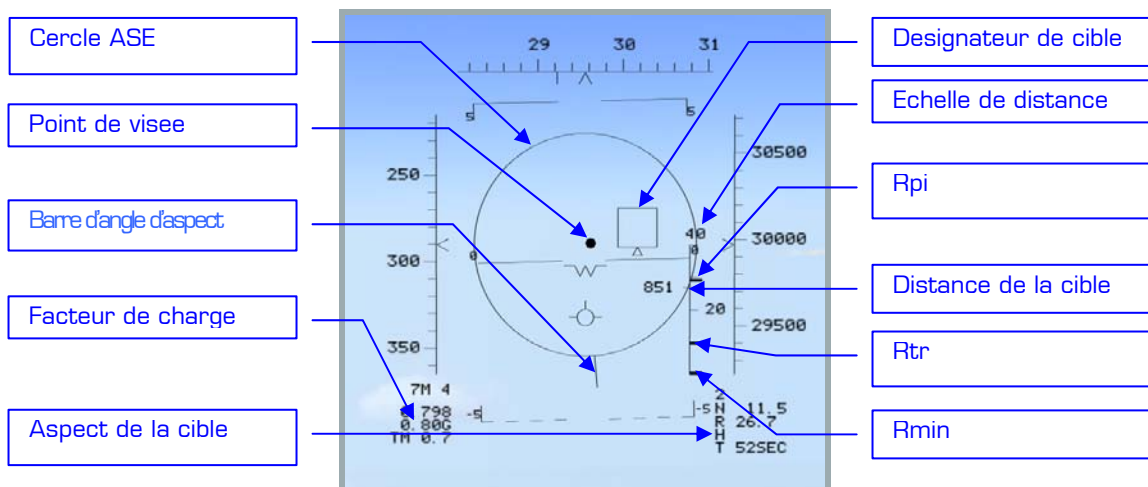
Le mode FLOOD (illumination) est souvent utilisé dans un combat rapproché lorsqu'une acquisition radar est difficile. Pour entrer en mode FLOOD, appuyez sur [6]. Il est représenté par un grand réticule de 12 degrés sur le HUD. Lorsque vous êtes dans ce mode, le radar illumine la zone représentée par le réticule. Une fois lancé, l'AIM-7M va se diriger sur la cible en suivant l'émission radar renvoyée par l'avion ennemi. Avec ce mode, vous n'avez pas besoin d'accrocher la cible. La mention "FLOOD" est inscrite au centre du HUD et sur le VSD. Si plusieurs cibles se trouvent dans le réticule, le missile suivra la cible qui renvoie le maximum d'ondes radar. Si la cible est trop loin ou sort du réticule, le missile perdra sa cible et suivra une trajectoire balistique.



**3-27: Mode FLOOD**

## MODE DE POURSUITE RADAR

Ceci est le mode de combat courant pour les longues distances avec l'AIM-7M. Après avoir accroché votre cible depuis le mode de recherche en profondeur (LRS : Long Range Search) [2], le radar passera en mode STT. D'autres informations apparaissent alors sur le HUD :



### 3-28: Mode STT

- Le désignateur de cible (TD) montre la position de la cible dans le ciel depuis votre avion.
- Le cercle ASE représente la zone où l'erreur de cap est acceptable. L'erreur de cap est proportionnelle à l'éloignement du point de visée au centre du cercle ASE.
- Le cercle ASE désigne la zone dans laquelle doit se trouver le point de visée avant le lancement, afin de toucher la cible avec une probabilité donnée. Le cercle s'agrandit quand la cible se rapproche, ce qui signifie que lorsque la distance à la cible diminue, le missile peut être lancé avec une plus grande erreur de cap initial. Si nécessaire, manœuvrez votre appareil afin de placer le point de visée aussi près que possible du centre du cercle ASE.
- La barre d'angle d'aspect est positionnée sur le cercle ASE. Elle représente l'angle de la cible par rapport à votre appareil en vue horizontale. Si cette barre est en haut du cercle, alors la cible fuit devant vous. Si la barre est en bas du cercle, alors la cible se dirige droit sur vous.
- Sur la partie droite de la VTH est affichée l'échelle des distances. La limite haute de l'échelle correspond au réglage radar actuel. Les trois barres allongées représentent la portée minimale du missile (Rmin), la portée maximale sur une cible manœuvrante (Rtr) et la portée maximale sur une cible non manœuvrante (Rpi). La barre qui se déplace affiche la distance actuelle de la cible. Le nombre affiché à côté de cette barre est la vitesse relative des deux appareils.
- En bas à droite de la VTH, Un bloc de données apporte des informations supplémentaires. La distance à la cible est affichée numériquement, à la suite de la lettre «R».

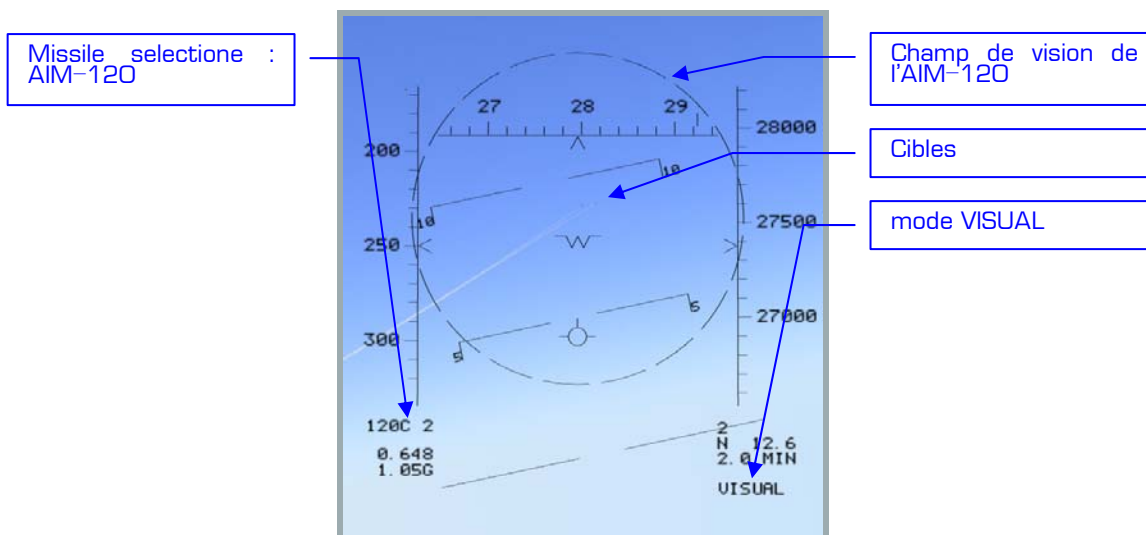
- Sous l'indicateur de distance se trouve l'indicateur d'angle d'aspect. Il représente l'angle entre l'axe longitudinal de la cible et la ligne de visée de votre appareil à la cible. Le symbole «**T**» (Tail) s'affiche quand vous êtes derrière la cible, le symbole «**H**» (Head) quand vous êtes face à la cible. Les symboles «**R**» ET «**L**» suivi d'une valeur numérique correspondent à l'angle d'aspect : droite («**R**») ou gauche («**L**»).
- Sous le désignateur de cible, un triangle clignote lorsque la cible est verrouillée avec une solution de tir. La solution de tir peut être obtenue en maintenant la cible à portée de l'arme sélectionnée, avec le point de visée dans le cercle ASE.
- En bas à gauche de la VTH se trouve un bloc d'informations: arme sélectionnée et quantité restante, nombre de Machs et facteur de charge propre, nombre de Machs de la cible.

## MODES DE TIR DE L'AIM-120C AMRAAM AIR-AIR MOYENNE PORTEE

Le missile air-air AIM-120C est la principale arme de moyenne portée du F-15C. Contrairement à l'AIM-7M, l'AIM-120C possède une tête chercheuse à guidage radar actif : s'il est lancé à grande distance de la cible, il utilise un guidage inertiel corrigé par les données radar envoyées via une liaison avion-missile (LAM). En phase finale, le radar de la tête chercheuse se met en marche et termine l'interception de manière autonome.

### MODE VISUAL

Ce mode d'engagement est utilisé en combat à portée visuelle, lorsqu'un verrouillage radar ne peut être obtenu ou bien quand un tir rapide doit être effectué. L'AIM-120C étant sélectionné, appuyez sur [6] pour passer en mode visuel. Ce mode permet le lancement de l'AIM-120 (appelé aussi Slammer) sans utiliser le radar de l'avion pour verrouiller la cible. Pour permettre au radar du missile de verrouiller la cible, il est cependant nécessaire d'être à moins de 10 miles nautiques de celle-ci et de positionner l'appareil afin que la cible se trouve dans le champ de vision de la tête chercheuse du missile.



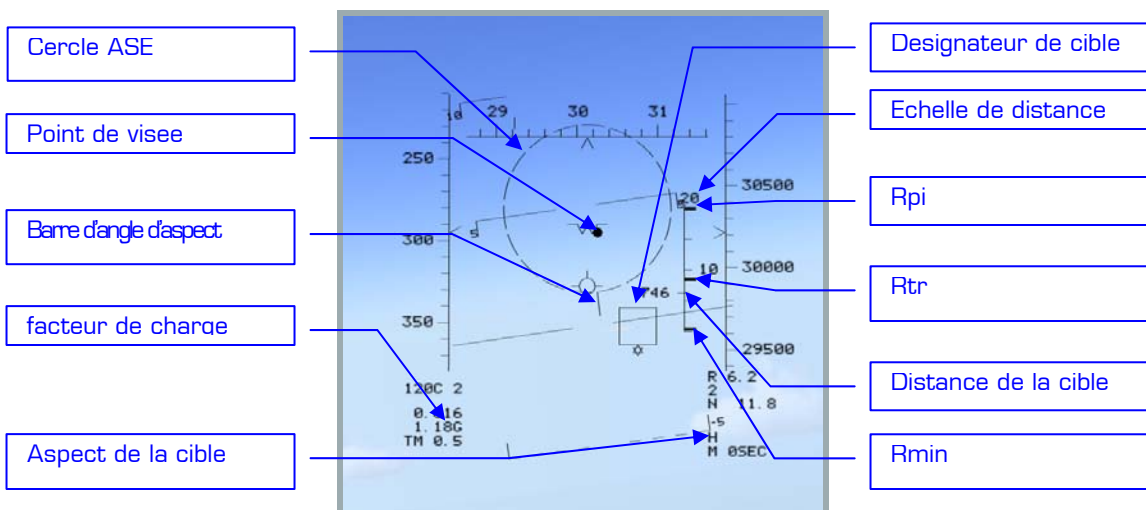
**3-29: Missile AIM-120 en mode VISUAL**

L'indication «**VISUAL**» s'affiche en bas à droite de la VTH. En bas à gauche est affichée la quantité d'AIM-120C restants, et en dessous sont affichés le nombre de Mach et le facteur de charge de l'appareil.

Avant de lancer un AIM-120C en mode VISUAL, il est nécessaire de manœuvrer l'appareil de façon à placer la cible dans le cercle en pointillé. Le missile ne donne aucune indication sur la solution de tir. Deux secondes après le lancement, la tête chercheuse du missile s'active et recherche des cibles dans son champ de vision. Si de multiples cibles sont détectées, le missile engage la plus proche. Si deux cibles sont détectées à égales distances, le missile engage la cible avec la surface équivalente radar (SER) la plus grande.

## MODE RADAR DE POURSUITE DE CIBLE

La méthode principale pour engager des cibles à longue distance consiste à désigner une ou plusieurs cibles à l'aide du radar de l'appareil. Sélectionner une cible en mode LRS [2] ou désigner une même cible deux fois en mode TWS [Alt- I] passe le radar en mode de poursuite de cible unique (Single Target Track – STT). Toute l'énergie du radar est concentrée sur une unique cible. Dans ce mode d'engagement, la symbologie est similaire au mode de l'AIM-7M décrit ci-dessus. Les informations supplémentaires apparaissant sur la VTH sont entre autres:



### 3-30: Mode STT de l'AIM-120

- Le désignateur de cible (TD) montre la position de la cible dans le ciel depuis votre avion.
- Le cercle ASE représente la zone où l'erreur de cap est acceptable. L'erreur de cap est proportionnelle à l'éloignement du point de visée au centre du cercle ASE.
- Le cercle ASE désigne la zone dans laquelle doit se trouver le point de visée avant le lancement, afin de toucher la cible avec une probabilité donnée. Le cercle s'agrandit quand la cible se rapproche, ce qui signifie que lorsque la distance à la cible diminue, le missile peut être lancé avec une plus grande erreur de cap initial. Si nécessaire, manœuvrez votre appareil afin de placer le point de visée aussi près que possible du centre du cercle ASE.
- La barre d'angle d'aspect est positionnée sur le cercle ASE. Elle représente l'angle de la cible par rapport à votre appareil en vue horizontale. Si cette barre est en haut du cercle,

- alors la cible fuit devant vous. Si la barre est en bas du cercle, alors la cible se dirige droit sur vous.
- Sur la partie droite de la VTH est affichée l'échelle des distances. La limite haute de l'échelle correspond au réglage radar actuel. Les trois barres allongées représentent La portée minimale du missile (Rmin), La portée maximale sur une cible manoeuvrante (Rtr), et la portée maximale sur une cible non manoeuvrante (Rpi). La barre qui se déplace affiche la distance actuelle de la cible. Le nombre affiché à coté de cette barre est la vitesse relative des deux appareils.
  - En bas à droite de la VTH, un bloc de données apporte des informations supplémentaires. La distance à la cible est affichée numériquement, à la suite de la lettre «**R**».
  - Sous l'indicateur de distance se trouve l'indicateur d'angle d'aspect. Il représente l'angle entre l'axe longitudinal de la cible et la ligne de visée de votre appareil à la cible. Le symbole «**T**» (Tail) s'affiche quand vous êtes derrière la cible, le symbole «**H**» (Head) quand vous êtes face à la cible. Les symboles «**R**» ET «**L**» suivis d'une valeur numérique correspondent à l'angle d'aspect : droite («**R**») ou gauche («**L**»).
  - Sous le désignateur de cible, une étoile à 5 branches clignote lorsque la cible est verrouillée avec une solution de tir. La solution de tir peut être obtenue en maintenant la cible à portée de l'arme sélectionnée, avec le point de visée dans le cercle ASE.
  - En bas à gauche de la VTH se trouve un bloc d'informations: arme sélectionnée et quantité restante, nombre de Machs et facteur de charge propre, nombre de Machs de la cible.

## MODES RADAR D'AUTO-ACQUISITION (AACQ)

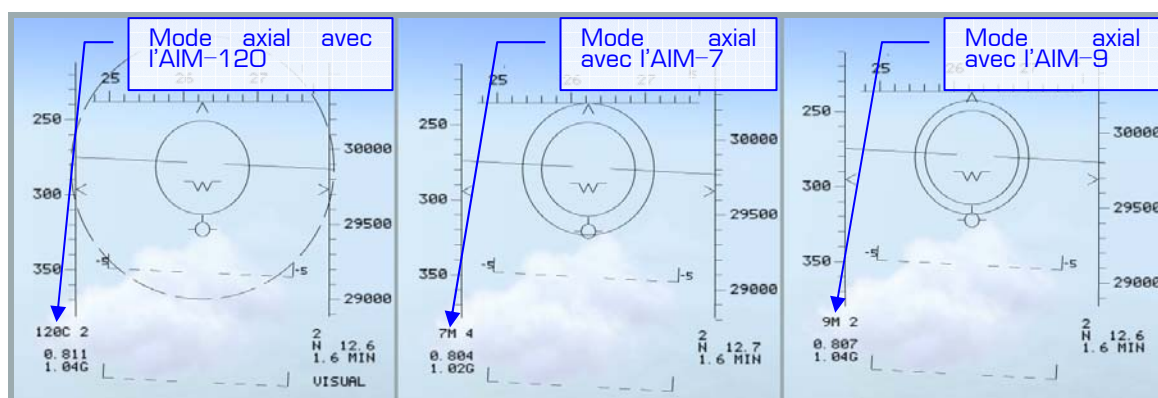
Le F-15C dans Lock On peut utiliser trois modes radar de courte portée à acquisition automatique. Ces modes sont utilisés pour verrouiller automatiquement un appareil ennemi en combat rapproché. La distance maximale de verrouillage dans ces modes est de 10 miles nautiques.

*DANS LES MODES D'AUTO ACQUISITION, LE RADAR POURSUIT LA PREMIERE CIBLE DETECTEE.*

### MODE AACQ AXIAL

Le mode AXIAL [4] permet le verrouillage automatique d'une cible située dans un cône étroit en avant de l'appareil. Dans ce mode, le champ de vision du radar est directement dans l'axe de l'avion et est représenté par le cercle intérieur sur la VTH. Le radar verrouille la première cible qui entre dans ce cône.



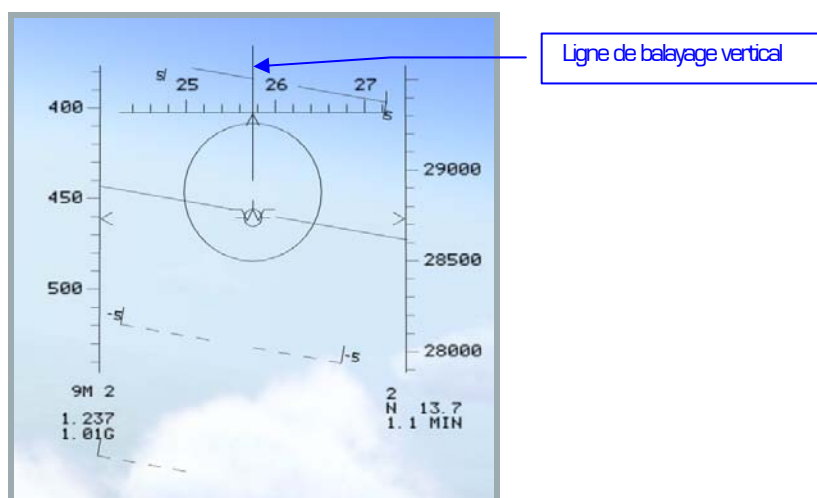


### 3-31: Mode axial

Une fois la cible verrouillée, le radar passe en mode STT.

## MODE AACQ VERTICAL

Le mode de balayage vertical [3] permet de verrouiller les cibles situées dans le plan vertical de votre appareil. Ce mode est capable de verrouiller des cibles en manoeuvres de combat rapproché sous facteur de charge élevé, et ce automatiquement. Dans ce mode, le radar balaye un volume large de 7,5 degrés et de  $-2^{\circ}$  à  $+50^{\circ}$  verticalement. Une ligne verticale est affichée sur la VTH, il est nécessaire d'amener la cible près de cette ligne afin d'initier le verrouillage automatique. La hauteur maximale du balayage vertical est approximativement deux hauteurs de VTH au-dessus de la VTH.



### 3-32: Mode balayage vertical

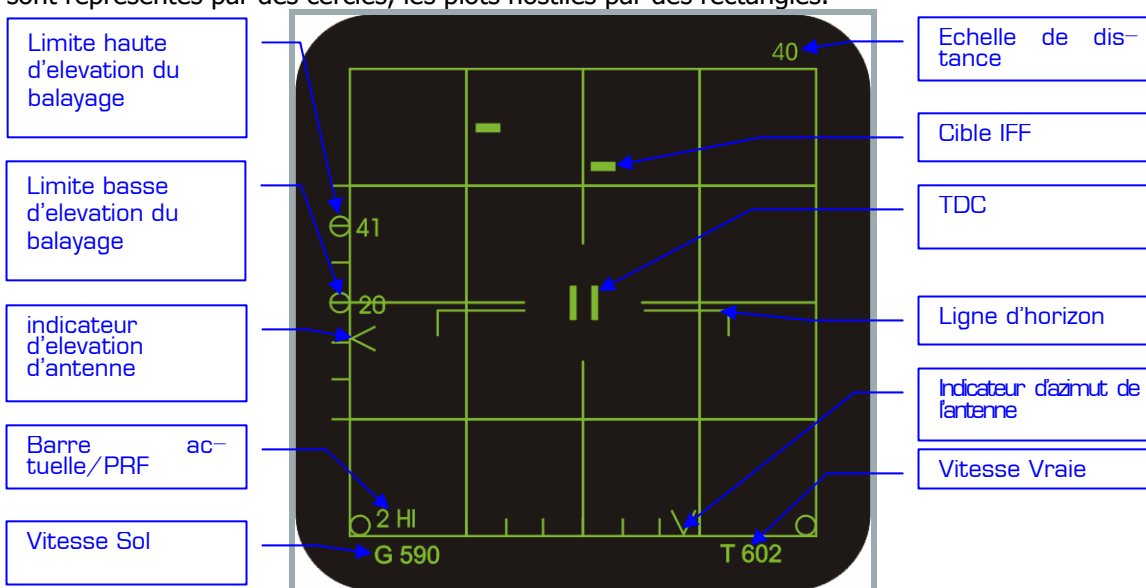
Une fois la cible verrouillée, le radar passe en mode STT.

## Modes radar de l'AN/APG-63; (VSD)

### RECHERCHE LONGUE DISTANCE (LRS)

Le mode de recherche à longue distance (Long Range Search – LRS) [2], est le mode principal du F-15C pour l'acquisition et l'engagement à grande distance. Le pilote peut sélectionner la distance d'acquisition (10, 20, 40, 80, or 160 miles nautiques) et également changer l'élévation et la largeur du balayage. Toutes les informations sur la position des contacts radar sont affichées sur l'affichage vertical (Vertical Situation Display - VSD), mais aucune information de vitesse, d'altitude et de cap n'est donnée.

Le VSD montre l'image radar dans une vue du dessus correspondant au réglage de distance. Les contacts radar, ou plots, sont positionnés sur le VSD selon leur distance par rapport à votre avion. Les plots les plus proches sont en bas du VSD, les plus éloignés sont en haut. Le radar peut poursuivre jusqu'à 16 cibles simultanément. Le radar effectue également l'interrogation ami-enemi (Interrogation Friend or Foe - IFF) de toutes les cibles automatiquement. Les plots amis sont représentés par des cercles, les plots hostiles par des rectangles.



#### 3-33: VSD en mode LRS

En haut à droite du VSD est affiché le réglage de distance de l'affichage radar (10, 20, 40, 80, ou 160 miles nautiques).

La zone de balayage vertical est affichée sur la gauche du VSD. Les nombres à côté des cercles indiquent les altitudes maxi et mini de balayage, à une distance correspondant à la position du TDC (en milliers de pieds). Comme le faisceau radar est de forme conique, la couverture verticale croît avec la distance. L'antenne peut être inclinée de 60° vers le haut et vers le bas à l'aide des touches [Maj- ;] et [Maj- .] : les cercles indiquant les limites de balayages se déplacent en conséquence. La couverture angulaire de chaque barre de balayage est de 2.5 degrés. En déplaçant le TDC en limite basse ou haute du VSD, le réglage de distance est automatiquement ajusté.

Dans la partie inférieure du VSD sont affichées les valeurs de vitesse sol "G" et de vitesse vraie "T". La barre de balayage horizontale et la fréquence PRF (Pulse Repetition Frequency) sont

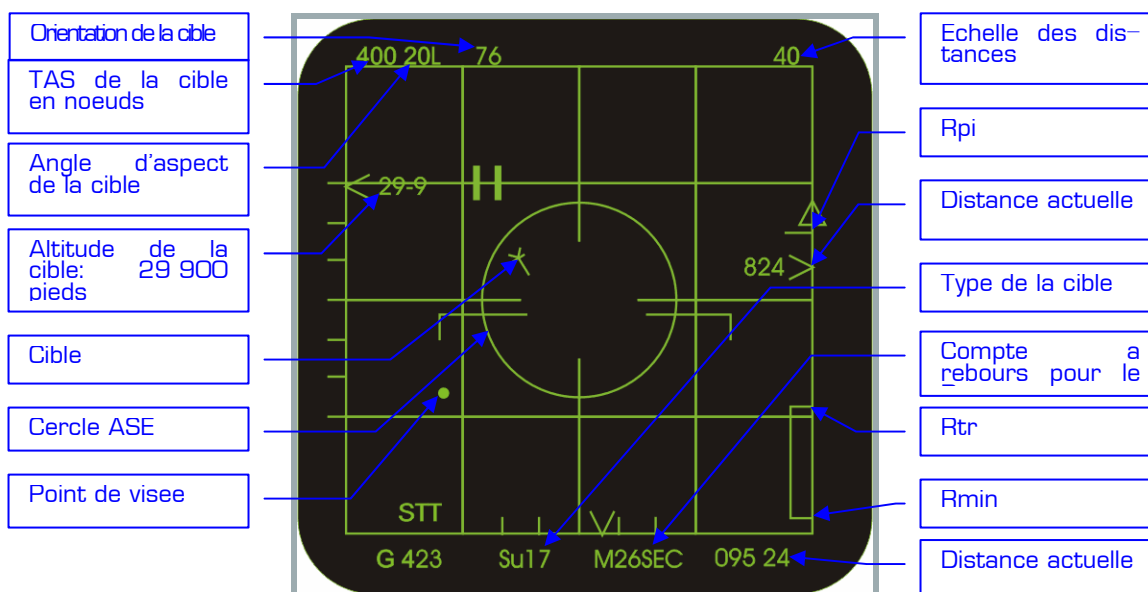
indiquées dans le coin inférieur gauche. Il est nécessaire de faire varier constamment la fréquence PRF entre les modes **HI** et **MED** afin de détecter des cibles ayant différents angles d'aspects par rapport à votre appareil. Le mode «**HI**» est adapté à la détection de cible se rapprochant à grande vitesse, à une distance élevée. Le mode «**MED**» a une portée plus réduite, mais permet la détection de cibles dont la vitesse de rapprochement est plus faible. Ce type de balayage est appelé mode de balayage entrelacé : c'est le mode standard du F-15C de Lock On.

Dans la partie inférieure du VSD, une échelle horizontale indique la largeur de la zone balayée. Par défaut, l'ouverture en azimuth est de  $\pm 60^\circ$ , mais en appuyant sur [Ctrl-], un réglage de  $\pm 30^\circ$  est alors utilisé. Les deux cercles sur l'échelle indiquent les limites de balayage en azimuth de l'antenne, et la flèche en mouvement indique la position actuelle de l'antenne. Le réglage  $\pm 60^\circ$  permet de balayer une large zone, alors que le réglage  $\pm 30^\circ$  permet un rafraîchissement plus rapide des cibles.

Pour verrouiller un contact, déplacez le TDC sur le plot à l'aide des touches [M], [;], [:] et [!] puis appuyez sur [TAB]. Si les conditions de verrouillage sont remplies, le radar passe automatiquement en mode STT.

## MODE DE POURSUITE DE CIBLE (SINGLE TARGET TRACK – STT)

Après avoir verrouillé une cible en mode LRS, le radar bascule en mode STT. Le radar envoie alors toute son énergie sur une unique cible, ce qui permet une poursuite en temps réel. Cependant, le radar ne peut plus détecter d'autres contacts tandis que l'avion ainsi poursuivi peut être averti d'un verrouillage radar. En mode STT, le VSD est similaire au mode LRS. L'indicateur STT est affiché dans le coin inférieur gauche. La cible verrouillée apparaît comme une étoile avec un vecteur de direction, ce qui indique que le contact est maintenant la cible primaire (Primary du Target - PDT).



3-34: VSD en mode STT

*POUR LANCER UN AIM-7, IL EST NECESSAIRE DE PASSER EN MODE STT OU EN MODE FLOOD A COURTE DISTANCE.*

Le système de reconnaissance de cibles (Non-Cooperative Target Recognition - NCTR) essaie automatiquement d'identifier la cible verrouillée. Le système a en mémoire une bibliothèque d'échantillons de signatures radar et les compare avec la signature de l'appareil verrouillé. La méthode d'identification repose sur l'écho de retour radar, en partie influencé par les aubes du 1<sup>er</sup> étage de compresseurs. Si la signature correspond à une entrée de la bibliothèque, le nom de la cible est affiché en bas du VSD. Cette méthode ne permet pas une identification valide à 100% : la distance, la différence d'altitude et l'aspect de la cible peuvent influencer la signature radar.

Vitesse, angle d'aspect et orientation de la cible sont indiqués dans la partie supérieure gauche du VSD. L'altitude de la cible est donnée par rapport au niveau de la mer le long de l'échelle d'altitude à gauche. Une altitude de 29.900 pieds est représentée par 29-9. De plus, la distance de la cible et sa vitesse de rapprochement sont affichées en bas à droite du VSD.

Les données nécessaires à l'utilisation du missile sont également présentes sur le VSD, afin de savoir à quel moment lancer un missile. Le grand cercle sur le VSD est le cercle de visée (Allowable Steering Error - ASE), identique à celui de la VTH. Plus le cercle est grand, plus l'erreur de visée est acceptable, et meilleure est la probabilité de destruction (Probability of Kill – PK). La taille du cercle ASE dépend du missile sélectionné, des manœuvres de la cible, de son aspect, de sa vitesse, etc. Afin d'obtenir un meilleur PK, retenez la phrase suivante : "Point centré avant de tirer."

Le long du côté droit du VSD se trouve une échelle de distances qui montre la zone de lancement dynamique associée à la cible verrouillée. Les graduations horizontales sont les indicateurs de lancement. De bas en haut : Rmin – distance minimale de lancement, Rtr – distance maximale de lancement sur une cible effectuant des manœuvres à fort facteur de charge, Rpi – distance maximale de lancement sur une cible non manœuvrante. En haut de cette échelle se trouve un triangle qui indique le Raero, symbolisant la distance maximale de vol du missile, sans prendre en compte la cible.

Sous cette échelle, dans la partie inférieure du VSD, sont donnés le cap de la cible, ainsi que la distance à la cible en chiffres.

Après le lancement du missile, le compte à rebours de temps de vol apparaît en haut du VSD. Quand un AIM-7M est lancé, un "T" s'affiche sur le VSD, et la durée indiquée est le temps jusqu'à l'impact. Le même compteur de temps d'interception s'affiche avec l'AIM-120C, mais dans ce cas la lettre précédant le compteur est un "M".

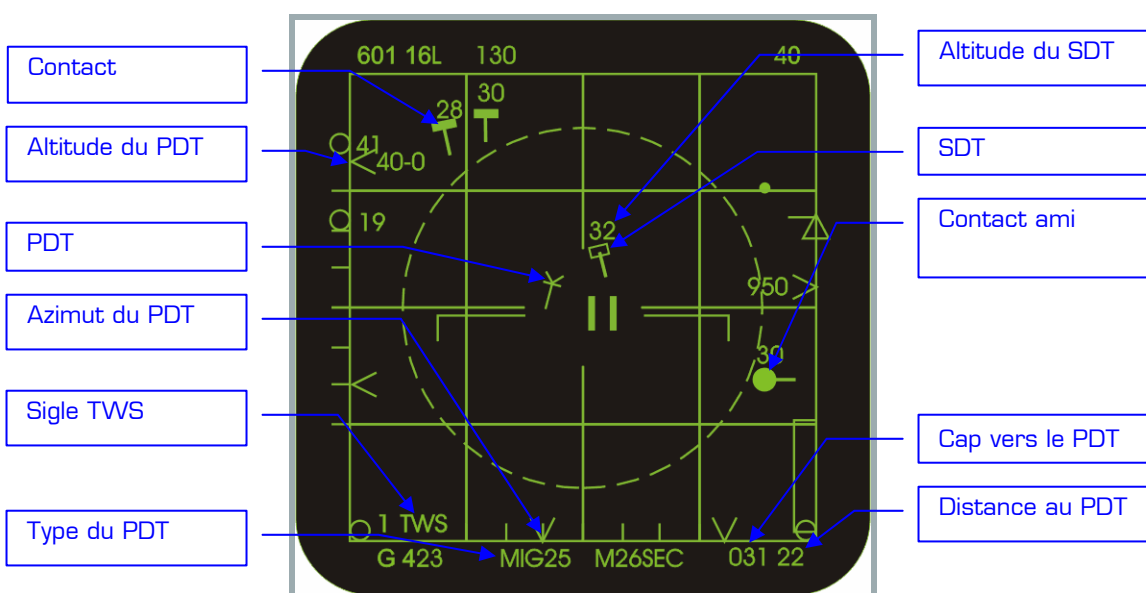
Au centre de la partie inférieure du VSD, l'indicateur de tir de l'AIM-7M apparaît quand le système de contrôle de tir détermine une solution de tir valide. Cet indicateur est un triangle. A droite de cet indicateur, un compteur indique le temps de vol du missile jusqu'à la cible, si un missile était lancé maintenant. Ceci n'est valable que si le missile est encore sur le rail de lancement, ce n'est pas un compte à rebours avant interception.

## MODE TRACK WHILE SCAN (TWS)

Le mode TWS (Track While Scan – Poursuite et balayage) donne beaucoup d'informations, mais est plus complexe que le mode LRS. Ce mode combine les informations du mode LRS et du mode STT. Il permet d'obtenir des données précises sur un contact, tout en continuant à balayer l'espace aérien. Quand ce mode est sélectionné par la touche [**Alt-I**], l'indicateur de mode en bas à gauche du VSD affiche "TWS". L'affichage du VSD en mode TWS est similaire au mode LRS. Cependant, chaque contact est doté d'une ligne de direction qui représente l'orientation du contact ; l'altitude de chaque contact est donnée numériquement pour chaque plot.

*LE MODE TWS PEUT ETRE UTILISE POUR LANCER PLUSIEURS AIM-120C SUR PLUSIEURS CIBLES.*

Contrairement au mode LRS dans lequel la désignation d'un contact entraîne la transition vers le mode STT, une première désignation d'un contact en mode TWS désigne le contact comme cible principale (PDT), mais la recherche de contacts n'est pas interrompue. De plus, il est possible de désigner d'autres contacts dans la zone de balayage : ceux-ci sont alors désignés comme cibles secondaires (SDT – Secondary du Target). Les SDT sont symbolisées par des rectangles creux, la PDT est symbolisée par une forme étoilée (comme en mode STT). En désignant le PDT ou un SDT une seconde fois, une poursuite STT est lancée sur ce contact. Si de multiples AIM-120C sont lancés à la volée, le premier se dirige vers le PDT, et les suivants se dirigeront vers les SDT dans l'ordre de la désignation. Les comptes à rebours d'interception sont affichés pour le PDT.



### 3-35: Mode TWS

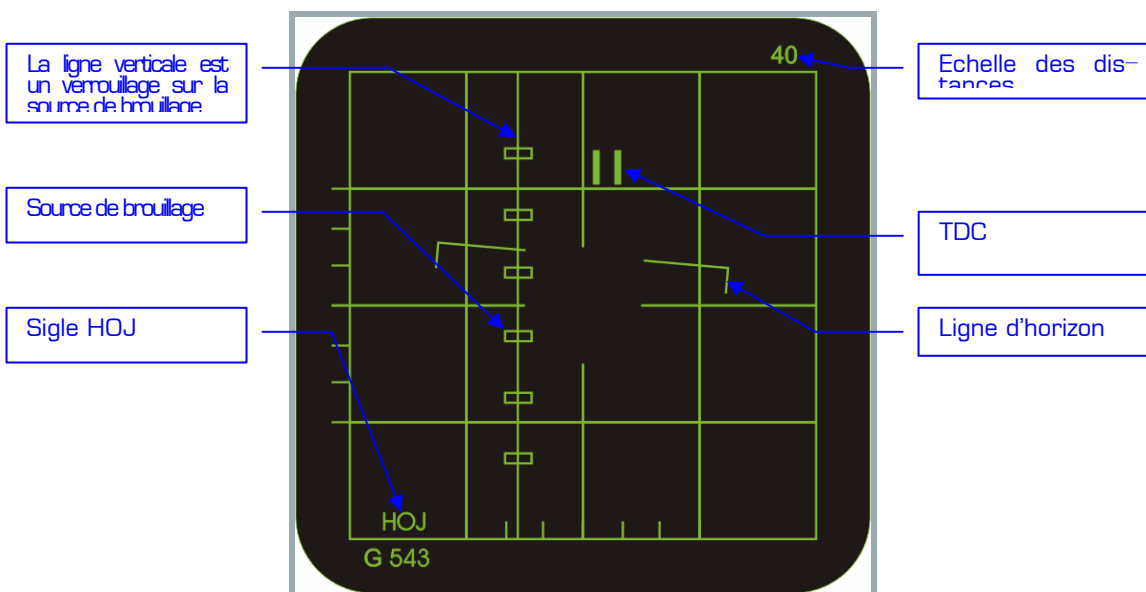
*LES MISSILES AIM-7 NE PEUVENT ETRE TIRES EN MODE TWS. POUR CE FAIRE, VOUS DEVEZ PASSER EN MODE STT EN DESIGNANT DEUX FOIS LA CIBLE.*

Le mode TWS est assez restreint. Le radar essaie de construire un fichier de suivi pour chaque contact, mais étant donné le large volume balayé, le rafraîchissement des informations est assez long entre chaque balayage. A chaque balayage, le radar essaie d'anticiper la position du contact au prochain balayage. Cependant, si la cible effectue une manœuvre brusque à fort facteur de charge, il est possible que le radar perde la trace du contact à cause d'une prédiction erronée. De telles manœuvres défensives peuvent transformer le chasseur en chassé.

Le mode TWS combiné à l'AIM-120C donne une capacité redoutable d'engagement multi-cibles. Néanmoins, la fiabilité de la poursuite est nettement réduite par rapport au mode LRS et encore plus par rapport au mode STT. Contrairement au mode STT cependant, un lancement d'AIM-120C en mode TWS n'alerte pas l'ennemi d'un lancement de missile ou d'un verrouillage radar. Ainsi, le pilote ennemi n'est alerté que lorsque le radar embarqué du missile se verrouille sur sa cible.

## MODE GUIDAGE VERS BROUILLAGE (HOME ON JAM - HOJ)

Quand le radar et le récepteur d'alerte radar (Radar Warning Receiver - RWR) détectent des contre-mesures électroniques (CME) actives, il affiche sur le VSD une série verticale de rectangles creux. Ce type de contact est appelé faisceau de CME. Afin de verrouiller une cible par son faisceau de CME, placez le TDC sur un des rectangles et appuyez sur [Tab]. Le verrouillage ne se fait pas sur un contact radar. Une fois cet émetteur verrouillé, la série de rectangles est traversée par une ligne verticale indiquant le cap de la source de CME. Le VSD est alors en mode HOJ, l'indicateur HOJ apparaît sur le VSD et la VTH. L'AIM-120C et l'AIM-7M peuvent tous deux être lancés dans ce mode lorsqu'un verrouillage radar est rendu impossible à cause des CME. Un missile lancé en mode HOJ a une trajectoire peu optimisée pour l'interception et la probabilité de destruction est réduite. De plus, aucune information de distance n'est disponible. Il est donc important d'appeler un AWACS allié afin d'obtenir cette information. Une attaque en HOJ est entièrement passive et ne déclenche aucune alerte chez l'ennemi.



### 3-36: Mode HOJ

*LE MODE HOJ DONNE LE CAP DE LA CIBLE MAIS NE FOURNIT AUCUNE INFORMATION DE DISTANCE, D'ASPECT, DE VITESSE OU D'ALTITUDE.*

A courtes distances, l'énergie d'émission du radar domine l'énergie du brouillage, et le radar récupère assez d'énergie réfléchie pour une poursuite. Ce phénomène est appelé "burn through" ou "casser le brouillage.". A ce point, le radar bascule automatiquement vers le mode STT, quel que soit le mode de balayage (LRS ou TWS). Le brouillage est généralement cassé à partir de 15 miles nautiques.

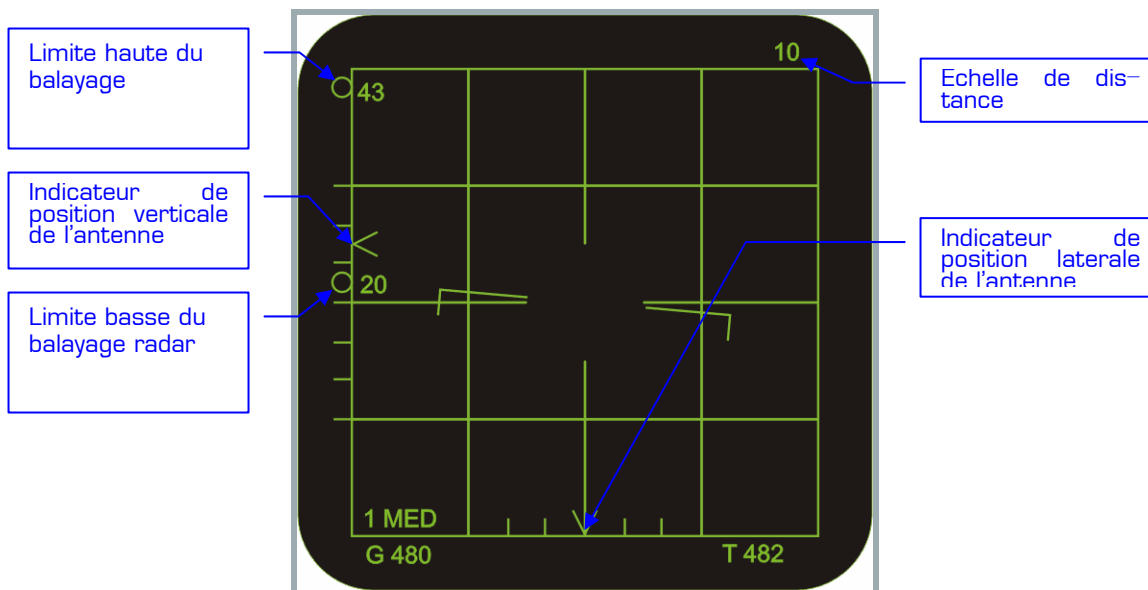
## MODE BALAYAGE VERTICAL AACQ

En mode balayage vertical [3], le radar balaye une zone de 2,5 degrés de large, s'étendant de -2 à +55 degrés dans le plan vertical. La distance de verrouillage est de 10 miles nautiques. Le



radar verrouille automatiquement la première cible dans le faisceau; si deux cibles sont à départager, la plus proche sera verrouillée. La poursuite se fait systématiquement en mode STT.

Ce mode est le plus souvent utilisé en dogfights, pendant lesquels le pilote essaie de placer la cible sur le vecteur de portance et de tirer sur le manche pour placer la cible dans la VTH. En mode de balayage vertical, vous pouvez verrouiller la cible plus rapidement, même si celle-ci se trouve bien au-dessus de la VTH.

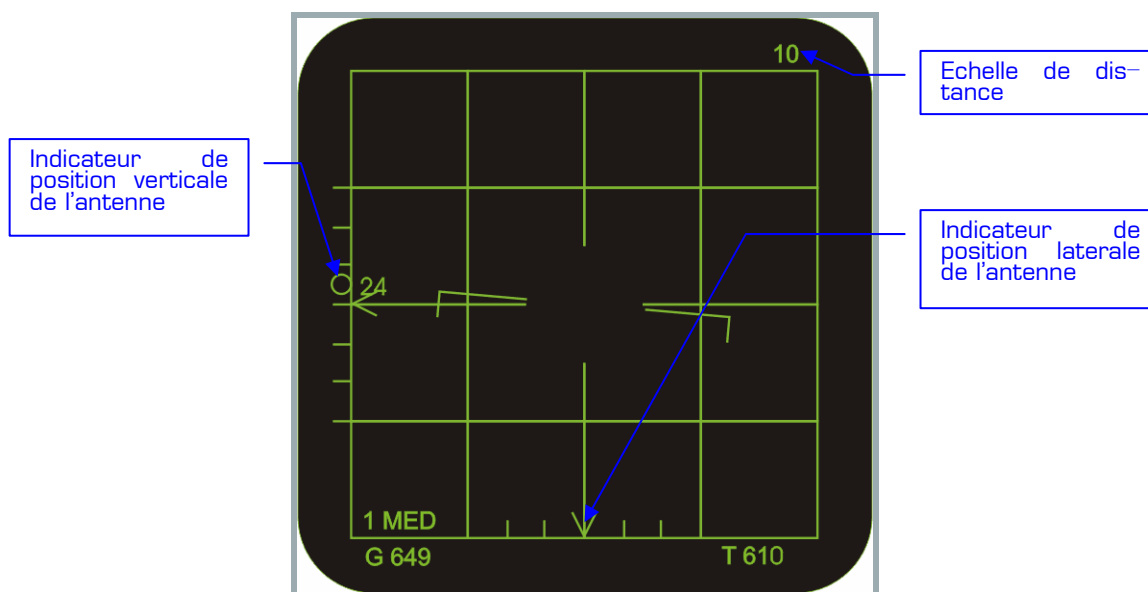


### 3-37: Mode balayage vertical

Les indicateurs de limites basse et haute de balayage montrent la zone balayée. L'indicateur de position latérale est fixe; l'antenne ne balaye pas en azimuth.

## MODE AXIAL (BORE) AACQ

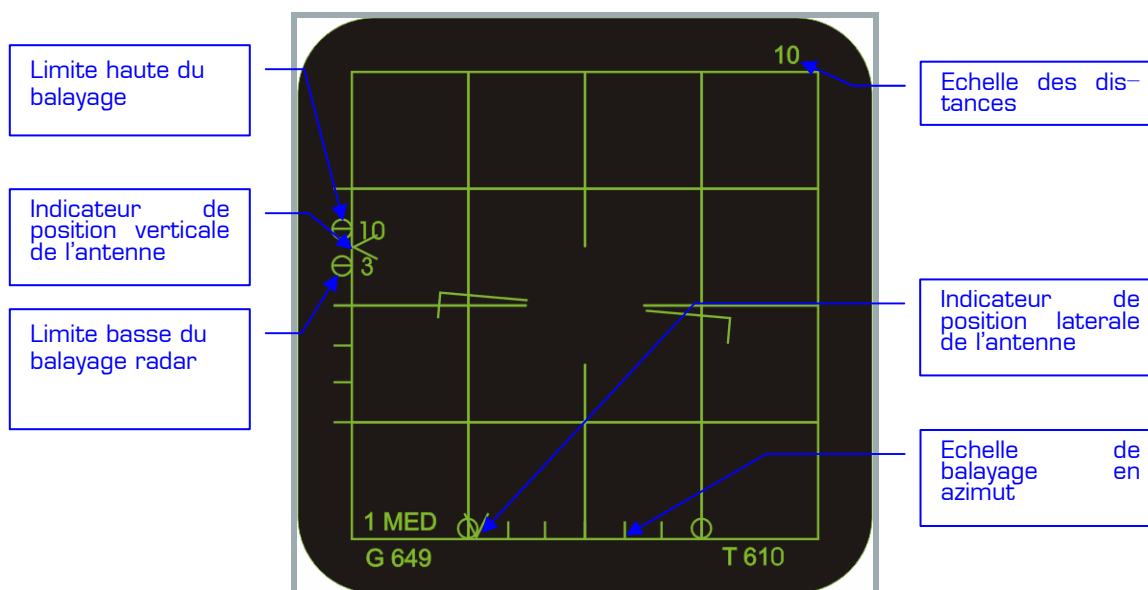
En mode BORE [4], le verrouillage est initié automatiquement lorsque la cible est dans le réticule axial, à moins de 10 milles nautiques. Le mode BORE est pratique pour verrouiller rapidement une cible en contact visuel et permet une sélection plus fine de la cible verrouillée.



**3-38: Mode Bore**

## MODE CANON AUTO AACQ

Le mode canon auto est utilisé exclusivement pour le combat rapproché à l'aide du canon M61 de 20mm. La zone de balayage est centrée sur le réticule canon fixe, est large de 60 degrés ( $\pm 30$  degrés) et haute de 20 degrés. La distance maximale de verrouillage est de 10 miles nautiques. Dès qu'une cible est verrouillée, la poursuite se fait en mode STT.



**3-39: Mode canon auto**

Le mode FLOOD [6] est utilisé en combat rapproché avec l'AIM-7M. L'émission radar est limitée à un cône de 12 degrés saturé d'énergie en ondes continues. Dans ce mode, le radar ne se verrouille pas vraiment sur la cible, mais la tête chercheuse du missile se dirige vers la cible dans le cône de visée avec la plus grande SER. La distance d'engagement est limitée à 10 miles nautiques. "FLOOD" est affiché sur le VSD et la VTH.



## Instruments du Cockpit du A-10A

Le A-10 a été conçu pour le support aérien rapproché des troupes au sol sur les champs de batailles. Il est équipé des instruments essentiels pour mener à bien cette tâche, cela inclut cependant aussi un radar.



### 3-41: Instruments du tableau de bord

La majorité des instruments sur le cockpit du A-10A sont conçus pour le suivi des performances en vol, des systèmes d'énergie et de contrôle. Le moniteur TV (TVM), positionné dans le coin supérieur droit (9), nous montre une vue directe de ce que voit la tête du missile air-sol AGM-65 Maverick sélectionné. Le TVM n'est pas un capteur multifonction (MFD)

1. Montre.
2. Indicateur d'angle d'attaque (AoA).
3. Capteur d'alerte radar (RWR).
4. Anémomètre.
5. Panneau de contrôle RWR.
6. Indicateur de direction (ADI).
7. Indicateur de vitesse verticale (VVI).
8. Altimètre.
9. Moniteur TV.
10. Indicateur de Température des moteurs (Gauche & Droite).
11. Indicateur de charges compresseur (Gauche & Droite).
12. Indicateur de pression de l'huile dans le moteur (Gauche & Droite).

13. Indicateur de régime moteur (Gauche et Droite).
14. Débitmètre de carburant.
15. Jauge de carburant.
16. Plateau de route (HSI).
17. Panneau de contrôle de l'armement.
18. Commande du train.
19. Indicateur de position du train.
20. Indicateur de position des aérofreins.
21. Indicateur de position des volets.

## TV MONITOR (TVM)



Le moniteur TV (TVM) nous fournit une vue directe de ce que voit la tête de l'AGM-65 Maverick sélectionné.  
Les détails concernant le fonctionnement de l'AGM-65 Maverick sont fournis dans la section appropriée.

**3-42: Moniteur TV de l'AGM-65K**

## RADAR WARNING RECEIVER (RWR)



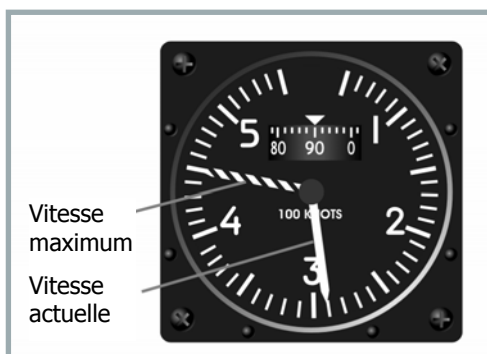
Le système d'alerte radar de l'A-10A se compose de deux instruments. Le capteur d'Alerte Radar (RWR), dans le coin supérieur gauche du tableau de bord, fournit les données relatives aux radars qui irradient, ou qui scannent l'avion.

**3-43: L'écran RWR**

Les informations sur les menaces sont affichées sous la forme de symboles qui indiquent leur type et leur position.

Le deuxième élément est le panneau de contrôle d'alerte radar, positionné sous le HUD. Il permet le filtrage des menaces en fonction de leur mode d'opération. Les détails sur la manière de travailler avec le système d'alerte radar peuvent être trouvés dans le chapitre approprié.

## ANEMOMETRE



L'anémomètre est situé en dessous de l'écran RWR. Il montre la vitesse actuelle de l'avion (CAS). L'échelle est graduée de 50 à 500 noeuds.

La valeur de la vitesse affichée peut légèrement varier par rapport à celle du HUD. L'aiguille hachurée nous donne la vitesse limite structurelle de l'avion.

**3-44: Anémomètre**

## INDICATEUR D'ANGLE D'ATTAQUE (AoA)

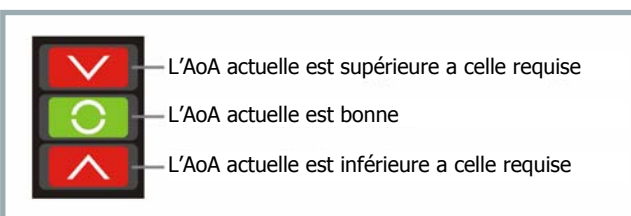


L'indicateur d'angle d'attaque est situé à gauche de l'anémomètre sur le tableau de bord. Il indique l'actuel AoA de l'avion sur 30 unités.

Les valeurs d'AoA ne correspondent aux valeurs en degrés de l'AoA. Pour atterrir, l'intervalle d'AoA a été fixé entre 15 et 21 unités.

**3-45: Indicateur d'Angle d'Attaque (AoA)**

## INDEXES DE L'AoA (CHEVRONS)



**3-46: Index de l'AoA**

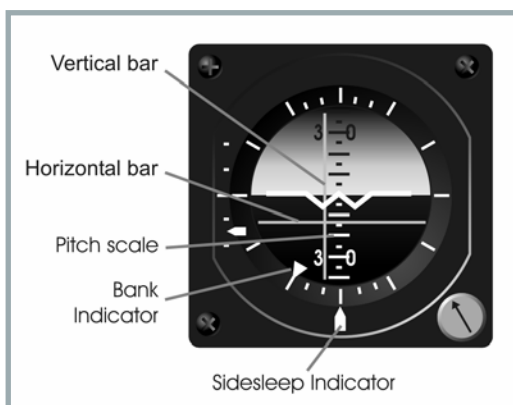
Situé sur le cadre de l'avion, à gauche du HUD, il est composé de trois symboles qui nous donnent des informations pendant un atterrissage. Si l'indicateur du haut est éclairé, cela signifie que l'actuel AoA est trop grand et que la vitesse est trop faible. Si l'indicateur du bas est éclairé, cela veut dire que l'actuel AoA est trop faible et que la vitesse est trop élevée.

L'indicateur du centre s'éclaire lorsque l'AoA est optimal pour l'atterrissage.

Si l'indicateur du centre est activé en même temps que l'un des deux autres, cela signifie que l'AoA est seulement légèrement éloigné de l'AoA optimal d'atterrissage.



## ATTITUDE DIRECTOR INDICATOR (ADI)

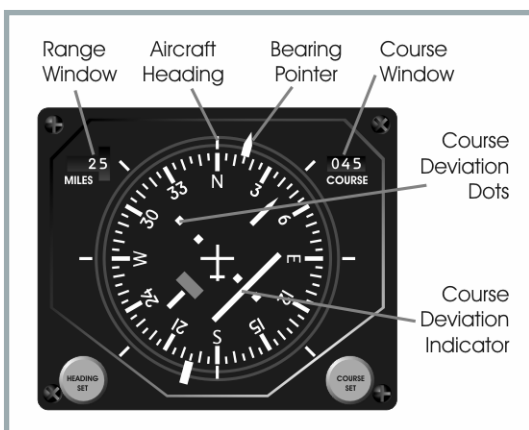


L'ADI est situé au centre du tableau de bord.

La boule d'attitude indique les positions actuelles de l'avion en tangage et en roulis, relatif au W miniature au centre. L'échelle de tangage est graduée tous les 5 degrés, le roulis tous les 10. Sur la boule, on trouve une ligne horizontale et une verticale, qui indiquent la déviation en altitude et par rapport au plan de route. Pendant un atterrissage, vous devez limiter la déviation au maximum, les lignes devant former un "+" parfait.

Au bas de l'instrument, se trouve l'indicateur de dérapage. Avec l'aide du palonnier vous pouvez contrer la déviation de la bille : essayez de la garder en position centrale.

## HORIZONTAL SITUATION INDICATOR (HSI)



**3-48: HSI**

Le HSI tend à vous aider à vous fournir le bon cap et l'alignement de votre vol avec le plan de route.

Il fonctionne grâce aux balises radars et à la navigation inertielle (INS) pendant la route et l'approche.

Le compas rotatif indique le cap actuel de l'avion relatif à la ligne blanche supérieure.

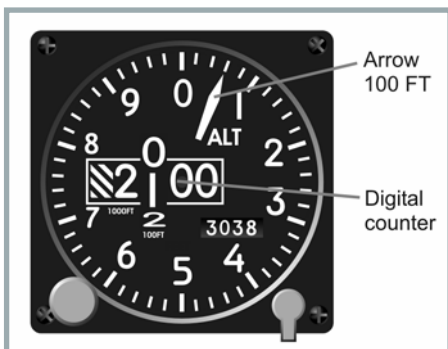
La tête de l'aiguille montre la direction du prochain waypoint ou de la base aérienne sélectionnée.

Au centre du compas se trouve l'indicateur de déviation (CDI), qui bouge relativement à l'écart par rapport à la route à suivre.

Pendant une phase d'approche ILS, le CDI nous donne la déviation actuelle par rapport à l'atterrissage. Dans cette situation, il est identique à la ligne verticale de l'ADI.

Dans le coin supérieur droit de cet instrument, on trouve la route à suivre. En haut à gauche, la distance jusqu'au prochain waypoint est indiquée. L'unité est le mile nautique.

## ALTIMETRE



L'altimètre a été conçu pour effectuer des mesures barométriques d'altitude. La maille est de 20 pieds. Une lecture directe de l'altitude est reprise en centaines de pied.

**3-49: Altimètre**

## VERTICAL VELOCITY INDICATOR (VVI)



Le variomètre ou VVI a été conçu pour mesurer la vitesse verticale, c'est à dire les taux de montée et de descente, en pieds par minute. L'aiguille bouge dans le sens des aiguilles d'une montre pour une augmentation d'altitude, et inversement pour une perte d'altitude.

**3-50: Variomètre**

## ACCELEROMETRE



L'Accéléromètre affiche l'accélération instantanée positive ou négative, en nombre de G. Les marqueurs montrent les valeurs maximales supportées. Cet instrument, indépendant des indications de G du HUD, est moins précis.

**3-51: Accéléromètre**

## INDICATEUR DE TEMPERATURE DE TURBINE



Deux indicateurs de température nous indiquent la température des gaz expulsés entre les turbines de haute pression à basse pression.

La température est mesurée en degrés Celsius.

**3-52: Indicateur de température de turbine**

## TACHYMETRE MOTEUR



Deux indicateurs de poussée motrice ont été conçus pour fournir la vitesse de la turbine reliée aux compresseurs des moteurs. Les mesures sont données en pourcentage de la vitesse maximum.

**3-53: Tachymètre**

## INDICATEUR DE PRESSION D'HUILE



Deux jauges de pression d'huile moteur ont été conçues pour afficher la pression de l'huile dans les deux moteurs.

Si la pression chute en dessous de 27.5 unités, le voyant d'alerte sur le panneau de pannes s'affichera.

**3-54: Indicateur de pression d'huile**

## INDICATEUR DE REGIME MOTEUR



Les deux indicateurs de régime moteur renseignent sur la puissance utilisée comparée à la puissance maximum disponible. La valeur indiquée est en pourcentage du régime maximal.

Cet indicateur concerne le moteur TF-34.

**3-55: Indicateur de régime moteur**

## DEBITMETRE



Les deux débitmètres indiquent pour chaque moteur le débit de carburant consommé en livres par heure.

**3-56: Débitmètre**

## INDICATEUR DE POSITION DES VOLETS



L'indicateur de position des volets indique l'actuel angle de déflexion de ceux-ci en degrés.

**3-57: Indicateur de position des volets**

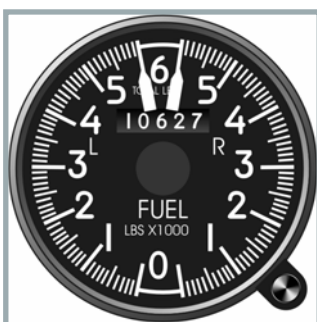
## INDICATEUR DE POSITION DES AEROOFREINS



Le A-10A est équipé d'ailerons séparables qui sont utilisés comme freins. L'indicateur de position des volets montre l'angle de déflexion des ailerons du haut et du bas.

**3-58: Indicateur de position des volets**

## JAUGES DE CARBURANT



Elles affichent la quantité de carburant restant dans les réservoirs de l'avion. La jauge directe affiche la quantité totale de carburant en numérique. Les aiguilles indiquent la quantité de fuel dans les réservoirs gauche et droite. Cette mesure commence à 6.000 livres.

**3-59: Jauges de carburant**

## PANNEAU DE CONTROLE DE L'ARMEMENT (ACP)

Le panneau de contrôle de l'armement est situé en bas à gauche du tableau de bord.

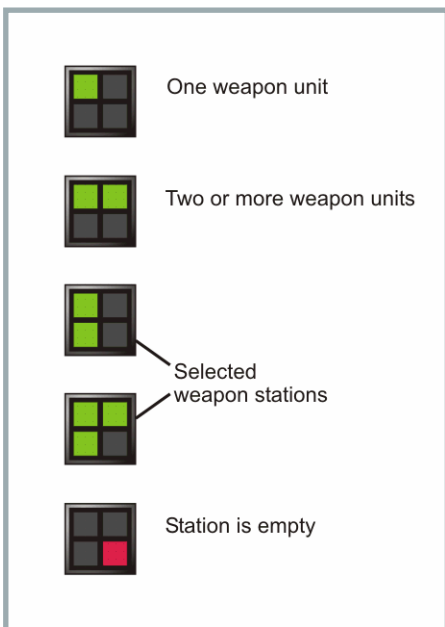


**3-60: Panneau de contrôle de l'armement**

L'ACP est conçu pour sélectionner les paramètres optionnels des armes et indiquer leur statut actuel.

En utilisant le bouton de sélection du mode d'armement, vous pouvez choisir le mode de largage des bombes non guidées [**Maj- Espace**]. Il inclut : **SGL-** : mode de largage de bombes solo par

fréquence choisie, **PRS-** : Mode de largage par paires par fréquence choisie **RIP PRS** – Mode de largage par paires libérant une paire de bombes par fréquence choisie, **RIP SGL** – Mode de largage de bombes solo en salve, libèrent plusieurs bombes, une à chaque fréquence. En mode de largage en salve, vous pouvez choisir le nombre de bombes libérées par tir avec la touche [**Ctrl- Espace**]. La quantité larguée est indiquée sur la partie gauche de l'ACP. Vous pouvez aussi régler l'intervalle de largage ou fréquence de largage. Ceci vous permet de fixer la distance entre chaque impact de bombe. Pour augmenter l'intervalle, appuyez sur [**V**] ; pour le diminuer, pressez [**Maj- V**]. Les paramètres d'intervalles sélectionnés peuvent être visualisés sur l'écran numérique en bas à droite de l'ACP. L'intervalle de largage est exprimé en milli-secondes avec un maximum de 5 milli-secondes



**3-61: Indicateur de l'état de l'armement**

Dans le coin supérieur droit se trouvent le commutateur de cadence de tir et la quantité de munitions restantes.

L'indicateur d'état armement montre la disponibilité de chaque arme sur chaque pylône et leur état.

Les deux voyants verts en haut indiquent le nombre d'armes sur le pylône. Il sont tous les deux allumés, quand il y a au moins deux armes sur le pylône. S'il n'y a qu'une seule arme, seul un voyant sera allumé en vert. Si le pylône est vide, il s'affichera un seul voyant, en rouge.

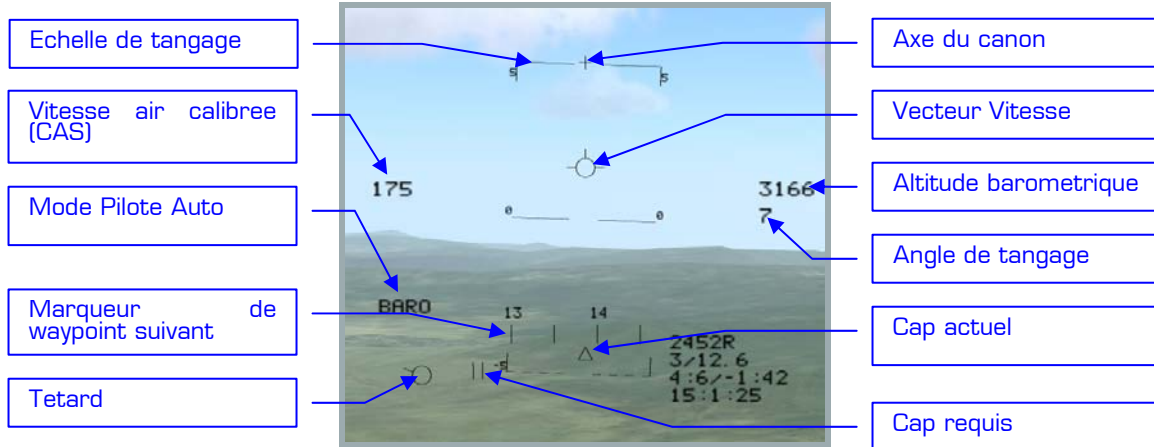
Les armes actives et chargées sont indiquées lorsque le voyant vert du bas est activé. Basculer entre les différentes armes sélectionnera automatiquement de nouveaux pylônes.



## Modes du HUD et moniteur TV

## SYMBOLOGIE DE BASE DU HUD

Il existe un ensemble de symboles qui ne changent pas quel que soit le mode choisi.

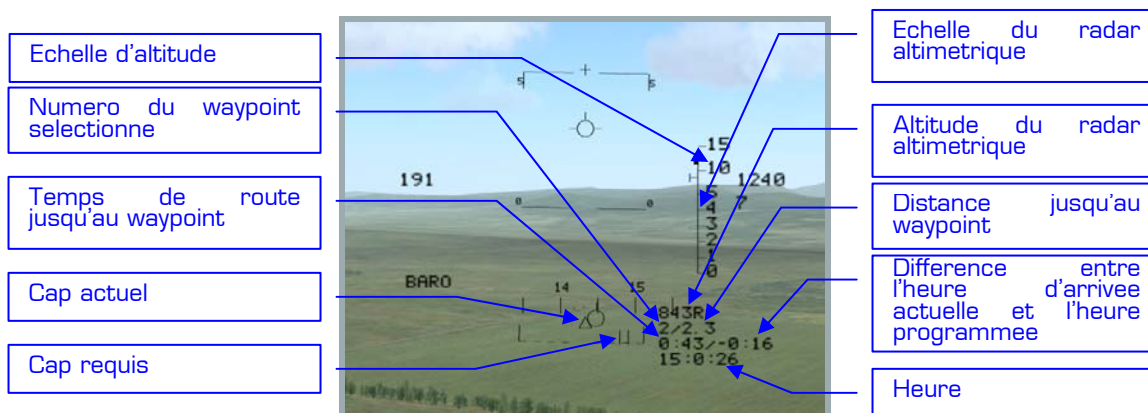


### 3-62: Symbologie de base du HUD

- En bas du HUD se trouve l'échelle des caps orientés par pas de 5 degrés. Au centre, sous cette échelle, un petit triangle représente le cap actuel suivi par l'avion (par exemple le cap sur l'image est proche de 14, ce qui correspond à 138-139 degrés).
- L'indicateur numérique de vitesse, positionné sur le côté gauche du HUD, affiche la vitesse aérienne calibrée de l'avion (CAS) exprimée en nœuds.
- L'altimètre, sur le côté gauche du HUD, affiche l'altitude barométrique en pieds (l'indication BARO est affichée sur la partie inférieure droite du HUD).
- L'indicateur numérique de tangage, situé sous l'altimètre, affiche en degrés l'angle actuel de tangage de l'avion.
- Le vecteur vitesse s'affiche jusqu'aux limites du HUD, et montre la trajectoire de l'avion. S'il se trouve sur les limites du HUD et qu'il clignote, il n'affiche pas alors la véritable trajectoire de l'appareil.
- Le têtard est un petit cercle avec une petite barre. Pour atteindre le prochain point de navigation (waypoint) sélectionné, superposez le vecteur vitesse sur le têtard. Quand le vecteur vitesse recouvre le têtard, et que sa barre pointe vers le haut, vous êtes sur la bonne route.

## MODE NAVIGATION (NAV)

Dans le mode de navigation (NAV), le HUD affiche différentes informations relatives à la navigation qui permettent au pilote de voler de point de navigation en point de navigation.



### 3-63: Mode de navigation avec les symboles HUD du radioaltimètre

Dans le mode NAV [1], un bloc de données s'affiche dans la partie inférieure droite du HUD.

- En haut de ces données se trouve l'altimètre numérique du radar. Il donne l'altitude de l'appareil par rapport au sol.
- Sous l'altimètre radar, on trouve le numéro de l'actuel point de navigation sélectionné. Les numéros de points de navigation peuvent être basculés en pressant la touche [2]. Pour changer de point de navigation et afficher des données valides, l'appareil doit être en mode NAV. Le chiffre après le signe "/" donne la distance en miles nautiques jusqu'au prochain point de navigation.
- La ligne suivante indique le temps restant pour atteindre le prochain point de navigation. Le chiffre après le signe "/" indique au pilote s'il est en avance ou en retard par rapport au plan de vol.
- Un losange sur le HUD indique une cible désignée par un laser à votre intention. Pour basculer entre les différentes cibles illuminées, pressez la touche [2].
- En bas de ces données figure l'heure actuelle de la mission.
- En dessous de l'échelle des caps figure une double ligne verticale assez petite qui indique le cap requis à suivre pour atteindre le prochain point de navigation. Quand le triangle qui indique votre propre cap coïncide avec cette marque, vous volez vers le prochain point de navigation.
- Le mode pilote Auto est affiché sur la gauche du HUD, et admet trois affichages différents :

Messages	Modes du pilote auto
PATH HLD	Suit la route programmée
ALT HLD	Suit l'altitude programmée
BARO	Auto-pilote désactivé

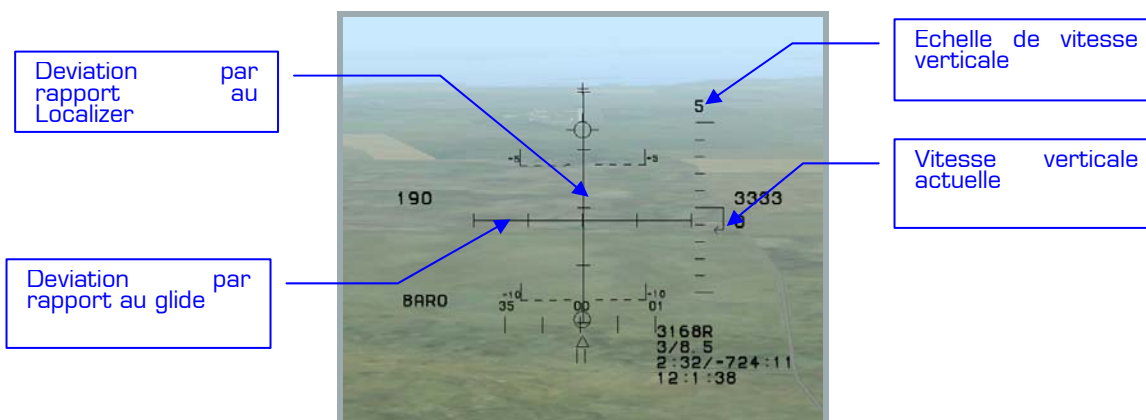
**Figure 2**

## MODE D'ATERRISSAGE AUX INSTRUMENTS (ILS)

En mode ILS, les informations pour réaliser une approche et un atterrissage aux instruments sont affichées.

Pour entrer dans ce mode, appuyez sur la touche [1]. Dans la partie droite du HUD, un altimètre radar est affiché sous forme d'échelle. Le curseur ne se déplace sur l'échelle verticale et n'indique l'altitude de vol que si l'appareil vole en dessous de 1.500 pieds.

Lorsque vous êtes en mode atterrissage et que vous avez atteint la balise ILS, les lignes de déviation de descente et de trajectoire s'affichent au centre du HUD. La barre horizontale (trajectoire de descente) montre la déviation verticale par rapport à la trajectoire optimale de descente. La barre verticale montre la déviation par rapport à l'axe d'atterrissage. Lorsque ces deux barres forment une croix centrée, l'appareil réalise une approche parfaite dans l'axe et en descente.



### 3-64: Symbologie du HUD en mode d'atterrissage aux instruments (ILS)

Pour maintenir une approche parfaite, vous devez surveiller l'indicateur de vitesse de descente (VVI) et les témoins lumineux de l'AoA sur le cadre à droite du HUD.

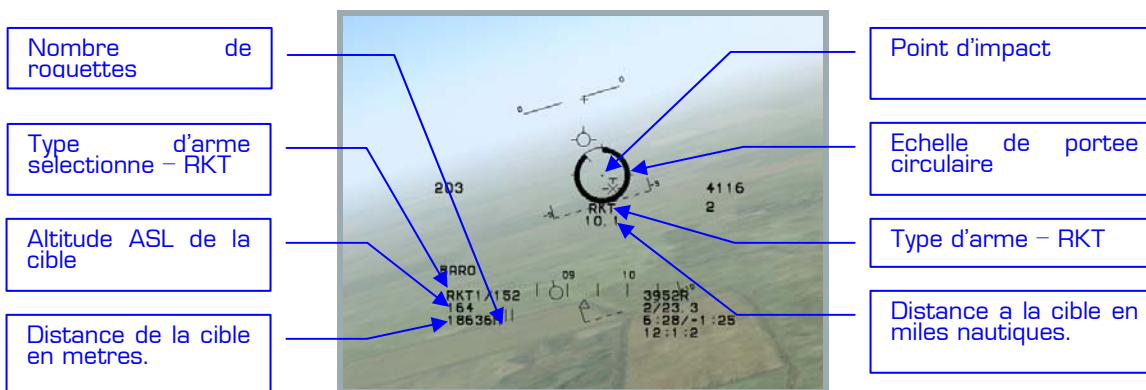
## MODE DE TIR DU CANON ET ROQUETTES NON GUIDEES (RKT)

Le tir canon et celui de roquettes se font à l'aide des mêmes symboles figurant sur le HUD.

En mode Air-Sol [7], vous pouvez choisir entre le canon GAU-8A de 30mm en appuyant sur [C], ou faire défiler les armes en appuyant sur [D], jusqu'à ce que les roquettes soient sélectionnées. Quand vous êtes dans ce mode, un réticule de visée avec un point au centre apparaît. Inscrit dans le cercle figure un indicateur de portée représenté par un trait épais qui diminue dans le sens opposé à celui des aiguilles d'une montre (anti-horaire) à mesure que la distance à la cible diminue. Un indicateur digital de portée apparaît également sous le réticule. La distance est affichée en miles nautiques.

Si vous avez sélectionné des roquettes, l'indication "RKT" apparaîtra sous le réticule.

Le réticule est alors considéré comme un point d'impact calculé (CCIP) : cela signifie que l'arme atteindra l'aire du réticule lorsque vous serez à portée propice de tir. Il convient de noter que les roquettes sont des armes de dégâts de zone qui explosent généralement à proximité immédiate de la cible parfois sans l'atteindre directement.



### 3-65: Symbologie HUD du mode de tir du canon et des roquettes

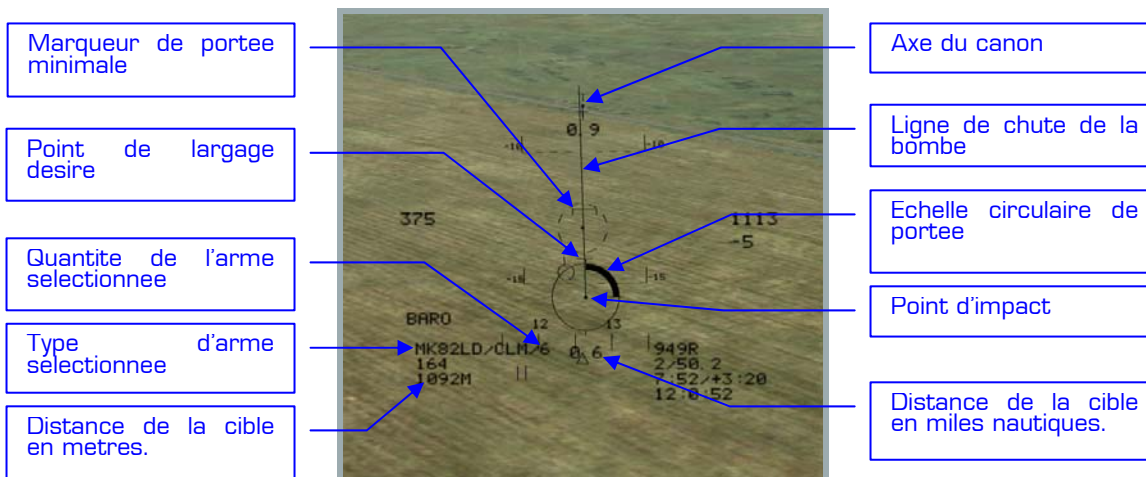
En mode Armes, un bloc de donnée s'affiche dans le coin inférieur gauche du HUD. Il contient trois lignes : la ligne du haut indique l'arme sélectionnée, et la quantité restante de munitions ; la deuxième ligne donne l'altitude barométrique en mètres, par rapport au terrain ; la troisième indique en mètres la distance jusqu'au point du terrain désigné par le réticule.

## MODES DE LARGAGE DES BOMBES NON GUIDEES

Il existe deux modes de tirs pour les bombes non guidées dans Lock On : le mode point d'impact continu calculé CCIP et la mode point de largage continu calculé CCRP.

En mode CCIP, le ciblage se fait visuellement à l'aide du réticule CCIP. Le temps de vol de la bombe dépend de ses caractéristiques balistiques, de sa vitesse initiale et de l'altitude au moment du largage. Les bombes avec un haut coefficient de résistance à l'air ou disposant de moyens de freinage ont des trajectoires très incurvées. C'est pourquoi le réticule de visée disparaît souvent sous le HUD aux basses altitudes. Lors de l'utilisation de ces bombes, il est recommandé d'avoir une vitesse élevée.

Les modes CCIP et CCRP utilisent la même symbologie :



### 3-66: Symbologie du HUD du mode de largage CCIP

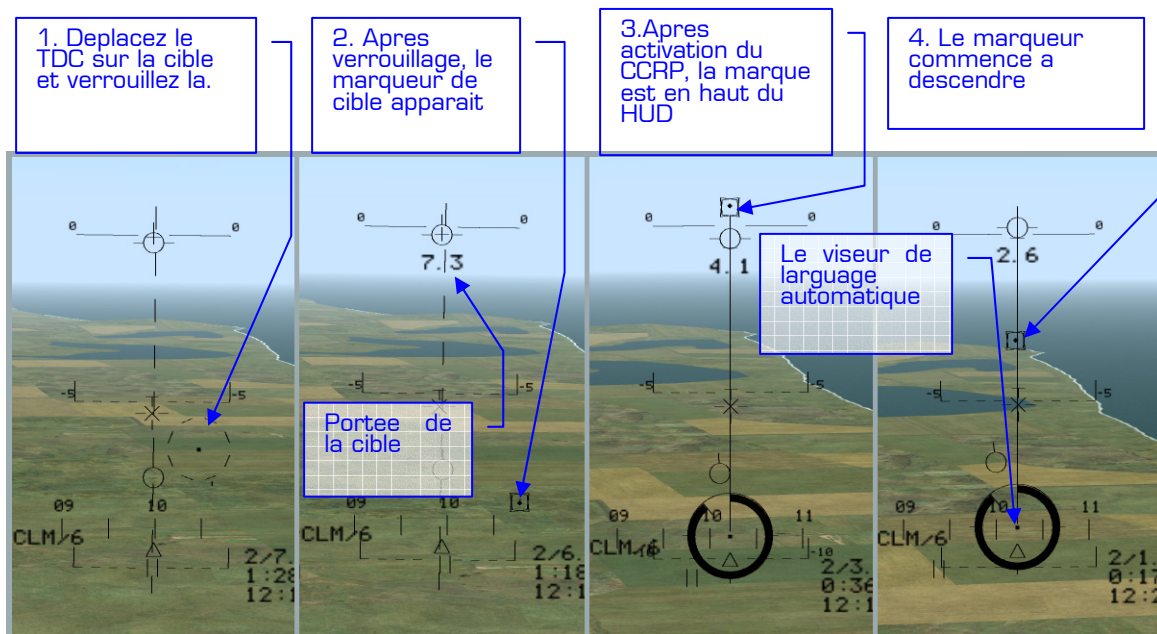
- Le réticule de tir canon, toujours affiché, indique le point d'impact des obus. La portée jusqu'à ce point est affichée en miles sous le réticule. Quand un X est dessiné sur le réticule, le point d'impact n'est pas précis.
- La ligne de chute montre la ligne le long de laquelle les bombes évolueront après largage.
- Le viseur montre le point d'impact de la bombe.
- L'échelle circulaire de portée affiche la distance au point d'impact (à partir de 2 miles nautiques).
- La distance au point d'impact, en miles, est affichée numériquement sous le réticule de bombardement.
- Il y a deux barres horizontales sur la ligne de chute : la barre la plus proche du viseur est la marque de largage optimale (DRC), ou d'altitude optimale de bombardement. La barre plus éloignée est la marque de portée minimale (MRS) ou d'altitude minimale de bombardement sécurisée. L'altitude minimale sécurisée est déterminée d'après les modèles de base des explosions à fragmentation.
- Le type d'arme sélectionnée et le nombre de munitions restantes sont affichés dans le coin inférieur gauche du HUD. L'élévation par rapport au terrain et la distance au viseur sont affichés en mètres.

Le mode CCRP est généralement utilisé pour bombarder à haute altitude quand la cible est hors de vue "sous le nez". Il est d'abord nécessaire de désigner le point cible en utilisant le curseur de désignation de cible (TDC) et l'ordinateur de contrôle de tir (FCC). Le TDC est le réticule qui apparaît en pointillés sur le HUD à proximité du viseur au centre. En désignant un point au sol, le FCC peut calculer un largage de bombes automatique. Le pilote doit simplement diriger l'appareil sur la cible.

Le TDC peut être déplacé en utilisant les touches **[M]**, **[;]**, **[:]** et **[!]**. Une fois le TDC sur la cible désignée, appuyez sur **[TAB]** pour locker la position du TDC et l'enregistrer dans le FCC. Une petite marque carrée apparaît alors sur la zone de la cible.

Pour activer le mode de direction CCRP, appuyez sur la touche **[O]**, le marqueur de cible se positionne alors en haut du HUD, et représente l'azimut de direction requis que doit suivre le pilote pour atteindre le point de largage. Pour assurer une passe précise, le pilote doit superposer les deux lignes de chute et le marqueur de cible. A mesure que le pilote approche du point de largage, le marqueur de cible glisse vers le bas du réticule le long de la ligne de chute. Lorsque la cible atteint le viseur, les bombes sont larguées automatiquement.

Le fonctionnement du CCRP est illustré ci-dessous :



### 3-67: Symboles HUD du mode de bombardement CCRP

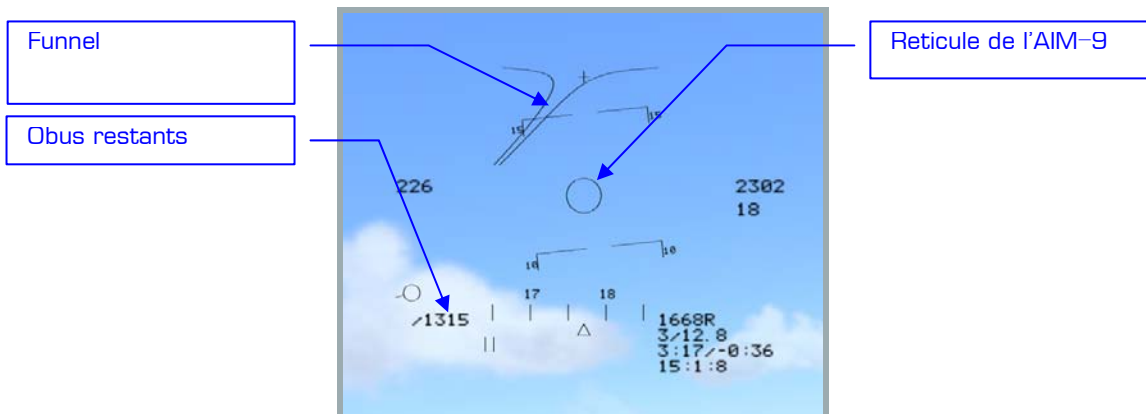
Dès que la cible est désignée par le marqueur, la distance à la cible est affichée sous le vecteur vitesse au milieu du HUD.

## MODE DE TIR AIR-AIR

Le A-10 A peut utiliser simultanément le GAU-8A et des missiles Air-Air à courte portée. Dans le mode de tir Air-Air, activé en appuyant sur la touche [2], les informations de ciblage nécessaires pour utiliser des missiles Infrarouges AIM-9 et le canon sont affichées sur le HUD. Les symboles du HUD sont pratiquement les mêmes que pour les autres modes à l'exception des détails suivants :

- Le HUD affiche un réticule qui représente les limites d'azimut de la tête du missile. Pour locker la tête du missile sur une cible, vous devez piloter l'avion de telle manière que le réticule recouvre la cible. Ceci fait, vous entendrez alors un son aigu intermittent, et le réticule de tête de l'AIM-9 suivra la cible jusqu'à la perte du lock.
- L'entonnoir du canon est situé près du haut du HUD, au-dessus du réticule de tête de l'AIM-9. Pour l'utiliser contre des cibles aériennes, vous devez aligner le bout des ailes de la cible avec les côtés de l'entonnoir. A ce moment, l'entonnoir est calibré pour toucher une cible de cette taille, vous devrez faire un ajustement pour de plus grands appareils.



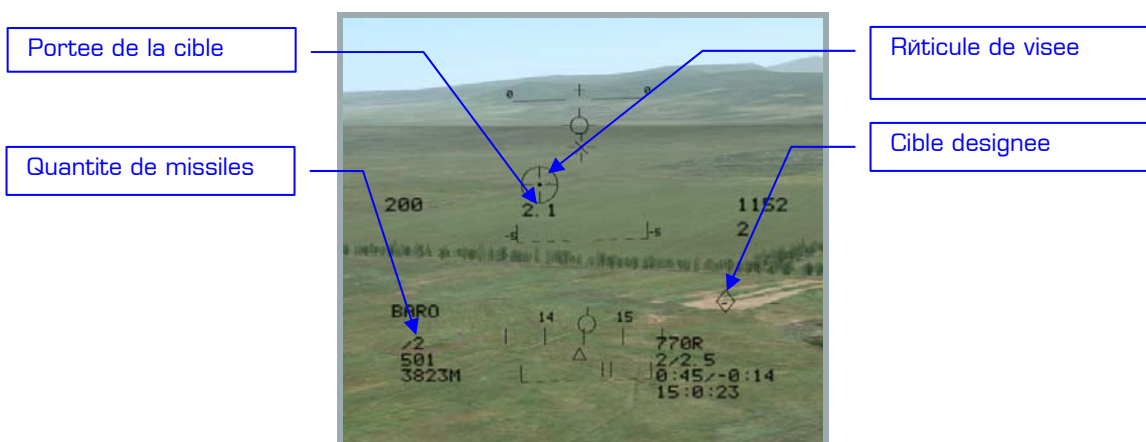


**3-68: Mode air-air (Canon et missile)**

## MODE DE TIR DU MISSILE GUIDE AGM-65

Comme l'A-10 A ne possède pas de radar, l'acquisition de cible se fait grâce aux yeux du pilote et à la tête des missiles. L'A-10 A peut emporter deux versions de ce missile, chacune avec une tête différente. Ceci inclut l'AGM-65 K à téléguidage en bonnes conditions de visibilité et l'AGM-65 D à téléguidage IR.

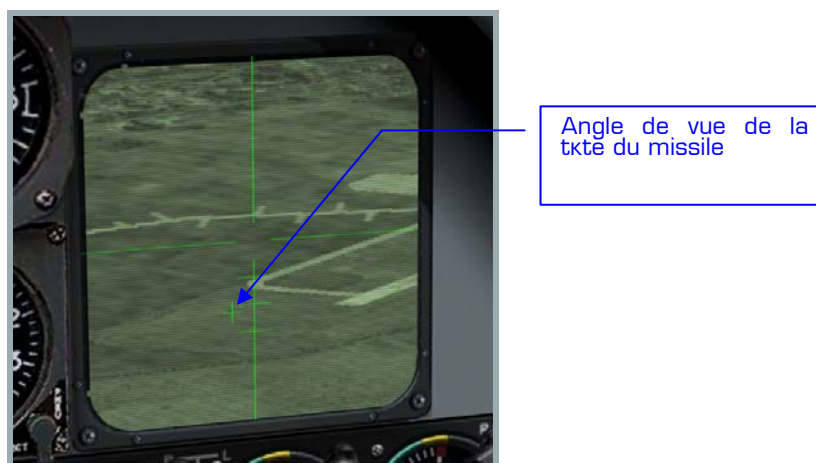
Le mode de tir de l'AGM-65 fournit au pilote un réticule de visée qui affiche sur le HUD et sur le TVM la direction vers laquelle regarde la tête du missile, le cadran de limite de la tête et la portée de la cible. L'AGM-65 K peut locker à partir de 3 miles nautiques, alors que l'AGM-65 D peut locker jusqu'à 8 miles nautiques.



**3-69: Mode de tir de l'AGM-65**

L'image vidéo directe de la tête du missile sélectionné est affichée sur le moniteur TV (TVM). Le TVM est situé dans la partie droite en haut du tableau de bord. Le type de missile sélectionné peut être déterminé à partir de l'image sur le TVM. Celle de l'AGM-65 K est blanche, celle de l'AGM-65 D apparaît avec 16 niveaux de gris.

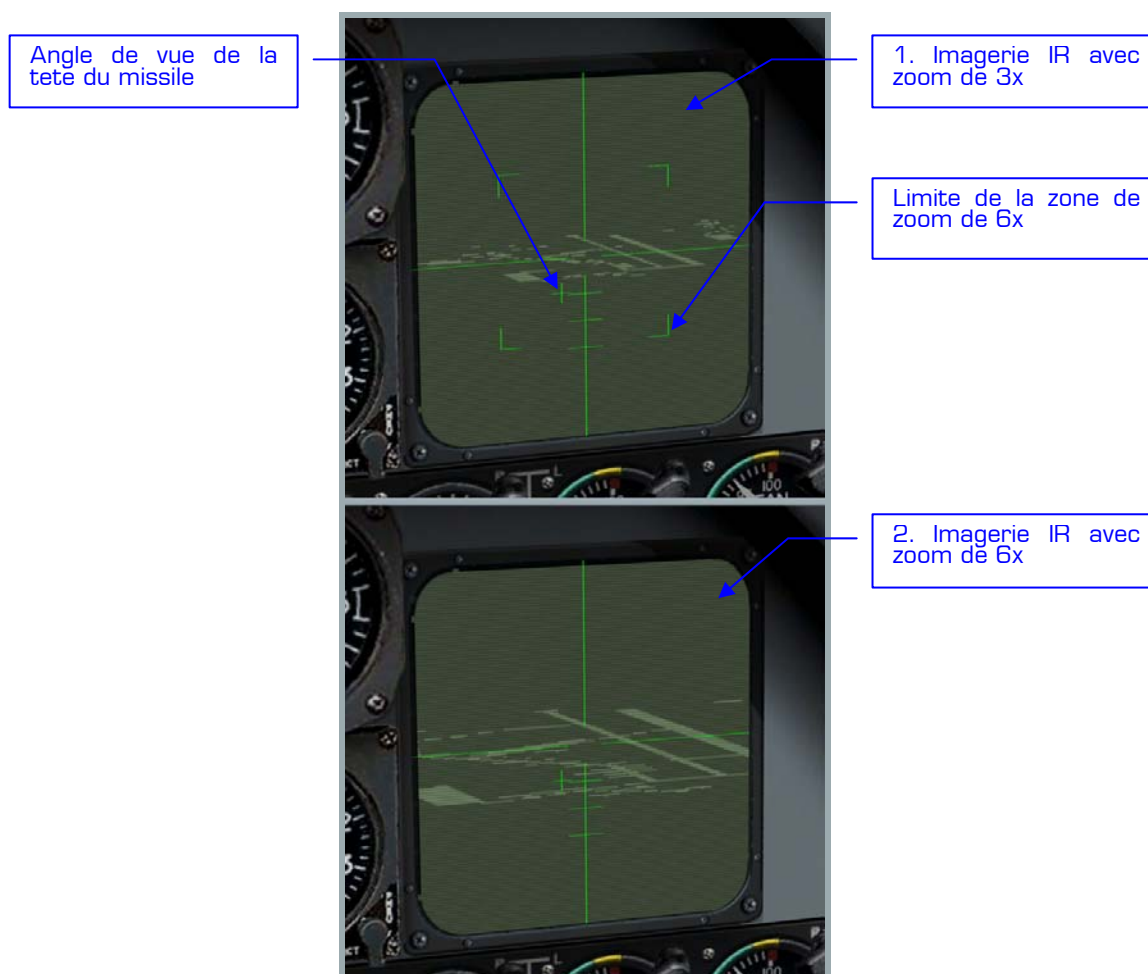
L'AGM-65 K et D ont tous les deux un zoom x3, cependant l'AGM-65 D possède en plus un zoom x6 : en appuyant sur les touches [=] et [J], vous basculez entre les zooms de l'AGM-65 D. Vous pouvez déterminer dans quel mode de zoom vous vous trouvez à partir de l'image et des possibilités de champ.



### **3-70: Utilisation de l'AGM-65**

La première étape est l'acquisition de la cible. Ceci est réalisé à l'aide des touches **[M]**, **[;]**, **[:]** et **[!]** qui permettent de faire bouger la tête du missile en l'orientant dans le cadre de ses limites. A mesure que vous bougez la caméra de tête de missile, le réticule du Maverick se déplace lui aussi sur le HUD pour refléter l'endroit visé par la tête. Le réticule est un cercle en pointillés avec un viseur en son centre. Sous le réticule s'affiche la distance entre l'avion et le point d'impact. En même temps, l'écran vidéo sur le TVM affichera l'image prise par la caméra du Maverick. Vous pouvez utiliser la combinaison du HUD et du TVM pour localiser et identifier les cibles.

Une fois le réticule proche d'une cible, appuyez sur **[TAB]** pour stabiliser la tête du missile sur ce point du terrain. Vous pouvez utiliser le réticule du HUD ou la croix du TVM pour viser une cible. Si vous êtes à portée, la tête va basculer directement sur la cible et se verrouiller sur elle. Elle maintiendra le lock aussi longtemps que possible. Quand la croix de pointage du TVM se met à clignoter, vous avez un lock valide pour tirer le missile.



### **3-71: Moniteur TV de l'AGM-65**

Sur le Moniteur TV, la position de la tête du missile est parallèle à l'axe longitudinal de l'avion et apparaît sous forme de croix. Quand cette croix clignote, elle indique un lock valide. Si la croix est plus basse et se dirige vers la gauche sur le TVM, la tête du missile est orientée en bas et à gauche. Les limites de « vision » de la tête sont de  $\pm 30$  degrés. Pour le tir cependant, il est nécessaire que la cible soit dans un cône de  $\pm 30$  degrés.



## CHAPITRE 4

# LES SYSTÈMES DE CIBLAGE

Les technologies modernes permettent la détection de cibles aériennes et terrestres à des distances de plusieurs dizaines, voire plusieurs centaines de kilomètres. Les radars, les systèmes de vision électro-optique, les systèmes infrarouges et à télémétrie laser - désignateurs de cibles - sont inclus dans l'arsenal de l'avion de combat moderne. Malgré quelques différences conceptuelles, les radars présents dans Lock On, le AN/APG-63 (F-15C), N-001 (Su-27, Su-33), et N-019 (MiG-29), sont des radars doppler à impulsions qui partagent les mêmes principes et limitations opérationnelles.

L'avion de support aérien rapproché (CAS) ne dispose habituellement pas de radars. Il en est ainsi car il n'est pas judicieux d'installer de coûteux radars sur un avion plutôt simple qui opère au-dessus du champ de bataille à basse altitude. De tels avions s'appuient en premier lieu sur une acquisition visuelle des cibles.



**4-1: Le pod Paveway de l'A-10A**

Le système de navigation inertielle de l'A-10A ainsi que son système LASTE sont utilisés pour la plupart des calculs de ciblage pour les munitions non guidées. Les missiles, comme le Maverick, sont dirigés par leurs propres capteurs. L'image du capteur apparaît sur un moniteur TV dans le cockpit. En utilisant l'image TV, le pilote peut détecter et suivre des cibles au-delà du champ de vision. Pour une interaction avec les contrôleurs air avancés (FAC) et pour obtenir une localisation précise de la cible, l'avion est équipé d'un pod « Paveway », un détecteur d'énergie laser réfléchi. Le pod Paveway peut détecter l'énergie laser réfléchi par une cible désignée par une source tierce partie. Le Paveway n'est pas un désignateur actif,

il ne peut donc pas désigner ses propres cibles.

L'avion de CAS russe Su-25 utilise un simple viseur canon relié à un télémètre et à un illuminateur laser. Ce système calcule le point d'impact pour les munitions non guidées et illumine les cibles au laser pour les missiles à poursuite laser passive.

Le Su-25T est un avion de CAS plus complexe qui embarque le système de ciblage par télévision optique « shkval », qui lui permet de détecter, reconnaître et suivre de petites cibles au sol en mouvement à des distances supérieures à 10 km. Comme le A-10A, le Su-25T excelle dans l'art de détruire des véhicules blindés, comme les chars.

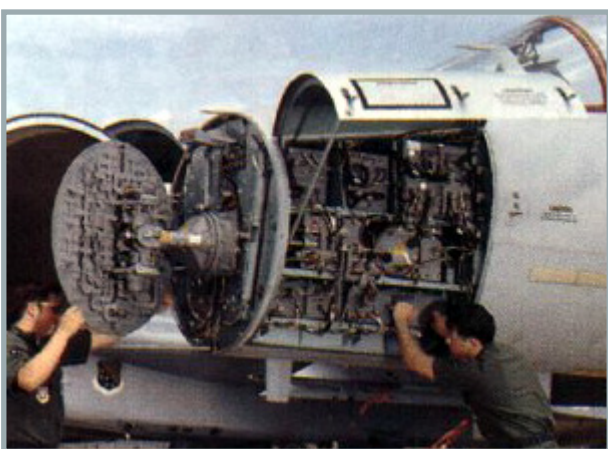
Pour acquérir les radars au sol, comme les radars des batteries de missiles sol-air, le Su-25T peut utiliser des missiles anti-radiations (ARM) qui reçoivent les données de ciblage depuis le système



d'émission et de ciblage (ETS)- « Fantasmagoria ». Contrairement au A-10A, cela permet au Su-25T de détruire les menaces anti-aériennes avant d'entrer dans la zone de l'objectif.

## Le Radar

Depuis la seconde guerre mondiale, la caractéristique déterminante d'un « chasseur tous temps » est son système radar air-air intégré. En vertu de la capacité qu'ont les ondes radio à traverser les nuages, ce puissant capteur dote le chasseur de la possibilité de détecter les cibles aériennes et de diriger ses armes contre elles de nuit comme de jour, indépendamment des conditions météorologiques qui peuvent dégrader la portée de détection visuelle ou infrarouge. Le radar permet également une détection à très longue distance : de ce fait, il devient un capteur de choix pour le combat moderne au-delà de la portée visuelle (BVR).



**4-3: Le radar AN/APG-63 du F-15C**

Le chasseur F-15C a été équipé de plusieurs déclinaisons du radar APG-63 pendant sa carrière opérationnelle. La majorité de ces radars sont à bande X (10Ghz), équipés d'antennes plates encochées à balayage mécanique. Les MiG-29 et Su-27 embarquent respectivement les radars N019 et N001 qui opèrent dans la même bande de fréquence mais emploient des antennes Cassegrain inverses à récepteurs doubles similaires à celles des premiers chasseurs soviétiques.

Les caractéristiques et limitations de ces radars d'interception aérienne dictent largement les tactiques à employer durant la phase BVR d'un duel aérien. Bien que

beaucoup de détails restent secrets, nous possédons assez d'informations pour pouvoir dresser un portrait intéressant des tactiques du combat BVR, dans lequel chaque adversaire cherche à prendre l'avantage en exploitant au mieux les limitations techniques de l'ennemi.

Les radars opèrent en émettant des ondes radio en étroits faisceaux et en les transmettant dans l'espace, puis en recevant les signaux renvoyés par la cible. Cette émission est effectuée par l'antenne du radar, et l'é étroitesse du faisceau affecte la portée maximale du radar ainsi que la résolution de la cible. Afin de gagner de l'espace et de placer la plus grande antenne possible avec la meilleure puissance d'émission dans un chasseur, une seule antenne est utilisée en mode d'impulsions. Elle alterne rapidement entre temps d'émission et temps de réception plusieurs milliers de fois par seconde. Cette fréquence d'impulsions modulable (PRF) est distincte de la fréquence bien plus élevée des ondes radios elles-mêmes (c'est à dire la bande X).

Pendant la guerre du Vietnam, les chasseurs Nord-Vietnamiens apprirent à utiliser les faibles altitudes pour rester cachés aux radars à impulsions qui équipaient les chasseurs américains. En volant à une altitude moins élevée que leurs adversaires, ils s'assuraient que l'antenne radar de l'ennemi fût forcément dirigée vers le bas, c'est à dire vers la terre. Dans cette position de balayage vers le bas, les signaux radar reflétés par la cible étaient noyés par la réflexion des objets terrestres environnants, rendant pour ainsi dire impossible au radar la tâche de détection ou de poursuite d'une cible. L'avantage défensif dont disposait le balayage vers le bas généra



une famille entière d'avions de bombardement de l'OTAN, dont le F-111 et le Tornado, conçus pour pénétrer les défenses aériennes sous couvert d'une très basse altitude.

Les radars modernes à impulsions Doppler comme l'APG-63, le N019 et le N001 utilisent des oscillateurs stables et cohérents qui leur permettent d'intégrer de multiples signaux reflétés afin de détecter de petites variations de fréquence. L'effet doppler provoque une différence dans la fréquence des signaux reçus de cibles en rapprochement et en éloignement par rapport aux signaux qui rebondissent sur la terre. Les radars à impulsions doppler disposent ainsi de capacités pour émettre et tirer vers le bas afin de détecter, suivre et engager la plupart des cibles aériennes sans tenir compte de leur altitude relative. L'apparition du MiG-29 dans les forces soviétiques amena un changement dans la doctrine de l'OTAN : la pénétration à basse altitude fit place à la furtivité des chasseurs multi-rôles.

Les radars à impulsions Doppler dépendent donc de la vitesse de rapprochement de la cible pour discerner celles qui volent à faible altitude par rapport à la terre à l'arrière plan. Les appareils sur la défensive peuvent souvent casser l'acquisition d'un radar à impulsions doppler en opérant une tactique appelée « beaming » ou « vol dans le canyon » qui consiste à voler avec une trajectoire perpendiculaire au faisceau radar hostile : le pilote en défensive observe la menace radar sur l'écran du récepteur d'alertes radar (RWR) et dirige son appareil de manière à placer la menace dans ses trois ou neuf heures ; ainsi, le chasseur en défensive ni ne se rapproche ni ne s'éloigne de la menace, son taux de rapprochement est donc le même que celui du terrain environnant dans le cas d'un balayage vers le bas ou d'une quelconque contre-mesure chaff dans le cas d'un balayage vers le haut.



**4-2: Le radar N-019 du MiG-29**

Le taux de rapprochement du terrain environnant produit en réalité une entaille Doppler primaire dans la sensibilité du radar à cause du signal reflété par le sol (« écho parasite ») reçu le long de l'axe du faisceau radar principal. Les signaux de la cible dans cette configuration de balayage vers le bas avec échos parasites sont rejetés par un filtre comme s'ils étaient un écho parasite du sol, ce qui permet aux cibles en position de beam de casser une acquisition radar. La mise au point de l'antenne n'est cependant jamais parfaite, et de l'énergie est émise dans des directions non voulues appelées lobes latéraux. Cette énergie peut également être reflétée par le sol et entrer à

nouveau dans l'antenne radar depuis les directions de lobes latéraux. Si un chasseur vole à basse altitude, les signaux reflétés par le sol peuvent passer par le radar et apparaître à l'écran comme un écho parasite additionnel avec un taux de rapprochement égal au taux de montée de l'avion et une distance égale à son altitude relative. Si le chasseur poursuit une cible fuyante volant à la même vitesse et à distance constante, les signaux de la cible pourraient se perdre dans les échos parasites des lobes latéraux, cassant ainsi l'acquisition radar. Cela peut créer une entaille Doppler secondaire dans la sensibilité du radar du chasseur.

L'écho parasite des lobes latéraux est souvent filtré (compensé) à l'aide d'une petite antenne « gardienne » en cornet. L'antenne-cornet est conçue pour être plus réceptive que l'antenne principale en direction des lobes latéraux mais moins sensible le long de l'axe principal. Les

signaux reçus sur le canal principal et sur le canal de l'antenne-cornet sont ensuite comparés et rejetés en tant qu'échos parasite de lobes latéraux s'ils sont plus forts sur le canal de l'antenne-cornet.

L'antenne-cornet est rattachée aux antennes plates encochées comme l'APG-63 et balaye avec elle pour une compensation optimale dans toutes les régions de balayage. Cependant, dans les radars russes de type Cassegrain comme les N019 et N001, l'antenne-cornet n'est pas rattachée au réflecteur de balayage mais elle est plutôt dirigée vers le bas. Faire prendre du roulis à un chasseur à basse altitude en poursuite de cible fuyante peut donc dévier le signal de compensation du sol. Ceci dégrade la compensation dans les lobes latéraux, ce qui pourrait donc casser l'acquisition à cause des échos parasites du sol. Pendant des opérations de balayage normal en mode de recherche, la totalité du logement de l'antenne du radar Cassegrain est stabilisée en roulis sur un cadran rotatif pour la maintenir orientée par rapport à l'horizon. Dans ce mode, les cibles recherchées peuvent être perdues à l'écran si le roulis du chasseur excède les limites du cadran rotatif (110 ou 120° d'angle en roulis). Les pilotes de MiG-29 et de Su-27 doivent donc prendre de prudentes décisions quant à leur altitude opérationnelle pendant un engagement, puisque les hautes altitudes réduisent les échos parasites des lobes latéraux pour porter leurs performances radar au maximum. Cependant, le vol à haute altitude permet également aux cibles repérées par un balayage vers le bas de casser la poursuite plus facilement en effectuant un beam. Les pilotes de F-15C bénéficient de restrictions moindres dans leurs performances radar et prennent donc leurs décisions d'après les effets de l'altitude sur les performances des missiles.

Voici un tableau regroupant quelques caractéristiques des radars embarqués modernes russes.

Voici un tableau regroupant quelques caractéristiques des radars embarqués modernes russes:							
Nom		BRLS-8B	N-001	N-019	N-019M Topaz	N-010 Zhuk	N-010M Zhuk-27 (Zhuk-MS)
Système radar		SUV «Zaslon»	SUV S-27	SUV S-29	SUV 29S	SUV S-29M	S-27M (S-29UM)
avion		MiG-31	Su-27	MiG-29	MiG-29S	MiG-29M	Su-27M (KUB)
Type d'antenne		Balayage électronique	Cassegrain	Cassegrain	Antenne à fentes	Antenne à fentes	Antenne à fentes
Diamètre de l'antenne, mm		1100	1075	700	700	680	960
Zone de balayage, degrés	Azimut	±70	±60	±60	±70	±85	±85...90
	élévation	-60 +70	±60	-45 +60	-40 +50	-40 +55	-40 +55...60
Puissance moyenne de l'émetteur		2500	1000	1000	1000	1200	1200...1500
Énergie consommée, kilowatt		31	N/A	N/A	N/A	8,5	12
poids, kg		1000	385	365	380	250	220...260
Fiabilité, heures pour une panne		55	100	N/A	N/A	120	120...200
Portée de détection d'une cible à haute altitude, km	Hémisphère avant	180...200	100	70	90	70...80	110...130
	Hémisphère arrière	60...80	40	40	40	35...50	40...65
	SER de la cible, m²	19	3	3	5	3	5

Nombre de cibles suivies simultanément	10	10	10	10	10	10...20
Nombre de cibles attaquées simultanément	4	1	1	2	2	2...4

**Figure 3**

Tous les avions de combat modernes sont équipés d'un système d'alertes radar (RWS). Un RWS identifie l'azimut et le type de système radar qui émet. Après identification du type du système radar, il est généralement possible de deviner quel est le type (ou la classe) des systèmes d'armes qu'embarque l'émetteur radar.

Les radars modernes peuvent fonctionner dans une très grande variété de modes, avec différentes fréquences d'émission (PRF) et différentes zones de balayage. Le PRF est le nombre de pulsations radar par seconde. Un changement de PRF sert à augmenter la sensibilité du radar quand il détecte des cibles volant à certains angles d'aspect. Les hautes PRF servent à détecter des cibles qui volent vers votre avion (grand angle d'aspect), les PRF moyennes servent à détecter des cibles à taux de rapprochement faible ou bien que vous suivez. Dans le mode par défaut, le radar alterne entre les hautes PRF et les PRF moyennes pour détecter tous types d'angles d'aspects des cibles. Cela s'appelle un mode « intercalé ». Dans les modes de recherche, le radar balaye de larges zones. En mode poursuite de cible, le radar balaye des zones étroites en azimut. Il passe en mode poursuite de cible après acquisition de l'objectif.

Beaucoup de radars modernes possèdent une sorte de mode poursuite avec balayage (TWS). Il permet le suivi simultané de plusieurs cibles. L'avantage principal d'un tel mode est qu'il donne des informations détaillées sur une large zone de l'espace aérien. Cependant, aucune information n'est donnée à propos des cibles en dehors de la zone de balayage. Les déplacements des cibles dans ce mode sont souvent suivis par prédiction. Bien que la période de balayage soit relativement courte, des cibles rapides et manœuvrables peuvent effectuer une manœuvre rapide et quitter la zone de balayage. La trajectoire prévue de la cible est affichée sur l'écran radar. La mise à jour suivante de la position est effectuée uniquement après une période déterminée et la création d'un fichier de poursuite.

*EN MODE POURSUITE AVEC BALAYAGE, ON TROUVE DES INFORMATIONS DETAILLEES POUR UN GRAND NOMBRE DE CIBLES. CEPENDANT, UNE PREDICTION DE LA POSITION ENTRE DEUX BALAYAGES EST EFFECTUEE. LA CIBLE PEUT QUITTER LA ZONE SOUS SURVEILLANCE EN EFFECTUANT UNE MANOEUVRE INATTENDUE.*

**Systèmes infrarouges de recherche et de poursuite (IRST) et systèmes de ciblage électro-optiques (EOS).**



**4-4: IRST (EOS) du MiG-29**

Les réacteurs d'avions produisent de la chaleur qui peut être détectée. Cette propriété a été utilisée par les développeurs en armement lors de leurs travaux sur les systèmes de ciblage infrarouge (IR). Les premiers systèmes IR détectaient seulement les avions à réaction depuis l'hémisphère arrière où sont situées les tuyères des réacteurs. Les systèmes de détection modernes ultra sensibles détectent un contraste infrarouge depuis n'importe quel angle d'aspect. Les systèmes

de recherche et de poursuite infrarouges (IRST) sont embarqués sur nombre d'avions. Contrairement aux radars, les IRST sont passifs, c'est à dire qu'ils n'alertent pas

l'ennemi : celui-ci ne peut pas détecter l'avion qui le poursuit avec un système IRST, ce qui augmente significativement les chances d'une attaque furtive réussie.

Les systèmes électro-optiques sont largement utilisés sur les avions d'attaque et les chasseurs. Divers appareils de recherche et de poursuite qui comportent une télévision de jour, une télévision de nuit à basse altitude et des capteurs infrarouges permettent aux avions de frapper des cibles au sol n'importe quand. Bien que similaires aux systèmes optiques, ils peuvent devenir inefficaces en cas de mauvais temps, de brouillard, de fumée et de poussière.

## **Lasers télémètres de désignation de cibles**

Un laser télémètre est destiné à mesurer la distance séparant l'avion des cibles terrestres, navales ou aériennes. La mesure est effectuée avec une grande précision mais à une distance relativement faible. Les télémètres laser sont souvent utilisés pour augmenter la précision des missiles air-sol. Le système apporte assez de précision pour acquérir les chars et autres cibles terrestres mobiles.



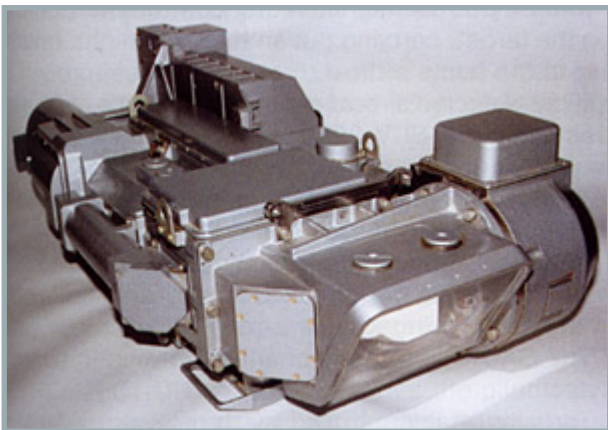
Pour plus de précision, les systèmes laser sont utilisés par conditions météorologiques favorables. Les nuages, le brouillard, la pluie et la poussière affaiblissent leur potentiel.

Les Su-25 et Su-17M4 embarquent le laser télémètre/désignateur de cibles « Klen-PS ».

**4-5: Laser télémètre / système dation de cible "Klen-PS" du Su-25.**

## Système de télévision optique de ciblage.

Le Su-25T est équipé du système de contrôle de l'armement SUV-25T « Voskhod ». Il est destiné à l'acquisition et à la poursuite automatique de petites cibles mobiles comme les chars, les camions, les bateaux, etc. Le canon et les roquettes non guidées peuvent également être utilisés avec cet équipement. Le système comporte le dispositif de ciblage automatique jour/nuit « Shkval ». Le I-251 est positionné dans le nez de l'appareil et inclut un moniteur de télévision connecté à un dispositif de poursuite de cible automatique ainsi qu'à un laser télémètre / désignateur de cibles. Il renseigne également précieusement le pilote en lui indiquant les données du système d'affichage des informations (IDS), de l'ordinateur central numérique, de la centrale de référence d'assiette et de cap (AHRS), du jeu de capteurs Doppler et de



**4-6: Optical-Television Targeting System  
I-251 "Shkval"**

vitesse, d'un altimètre radar et de systèmes de navigation à courte et longue portée. Pour les opérations de nuit, le système de télévision à faible luminosité « mercury » est installé sous le fuselage de l'appareil.





## CHAPITRE 5

# MISSILES AIR-AIR

Tous les chasseurs modernes et la plupart des avions d'attaques sont équipés de missiles Air-Air (AAM). Bien qu'ayant des avantages significatifs par rapport aux canons, les missiles ont également un certain nombre de limitations opérationnelles. Pour qu'un tir de missile soit réussi, il est impératif de suivre des procédures bien définies car il y a des étapes préparatoires indispensables, avant le tir, pour chaque type de missile.

Les missiles Air-Air sont constitués de plusieurs composants intégrés : l'autodirecteur, la charge militaire et le moteur. Ce dernier fonctionne pendant un temps limité qui peut atteindre 20 secondes en fonction du missile.

Au moment du lancement, le missile accélère jusqu'à sa vitesse de vol maximale. Une fois le moteur éteint, le missile consomme l'énergie (vitesse / altitude) qu'il a emmagasinée durant l'accélération. Plus la vitesse de l'avion est grande au moment du tir, plus la vitesse du missile sera importante et plus la portée de ce dernier sera longue. Augmenter la vitesse de l'avion tireur permet donc d'avoir une portée missile supérieure.

La portée efficace du missile, ou "missile employment zone" (MEZ), dépend énormément de l'altitude de l'avion au moment du tir. En augmentant son altitude de 20 000 pieds, on double la portée efficace du missile (la portée efficace de l'AIM-120 à 20.000 pieds est deux fois plus élevée qu'au niveau de la mer). Lors de l'attaque d'une cible volant plus haut ou plus bas que votre avion, la portée efficace maximale de votre missile est équivalente à la portée efficace maximale correspondant à la différence d'altitude entre les 2 avions.

*POUR AUGMENTER LA PORTEE EFFICACE MAXIMALE DE VOS MISSILES, VOUS DEVEZ LES TIRER A  
HAUTE ALTITUDE*

L'angle d'aspect de la cible peut également beaucoup influencer la MEZ de vos missiles. La portée de tir augmente lorsque votre cible et votre avion se font face : on parle alors d'engagement à fort angle d'aspect. Lorsque vous attaquez une cible par derrière, la MEZ du missile se réduit considérablement : on parle alors d'engagement à faible angle d'aspect. Pour augmenter la portée de vos attaques, préférez les interceptions à fort angle d'aspect.

*ATTAQUEZ LES CIBLES QUI VIENNENT VERS VOUS. CELA AUGMENTERA LA PORTEE DE VOS  
MISSILES.*

Les missiles sont soumis aux mêmes lois aérodynamiques que les avions. En manœuvrant, le missile consomme son énergie lorsqu'il tire des G. Une cible très manœuvrante peut obliger le missile à effectuer des corrections de trajectoire importantes le faisant, ainsi, consommer son énergie plus rapidement, ce qui peut lui faire manquer sa cible.

*A GRANDE DISTANCE, IL EST PLUS FACILE DE TOUCHER LES CIBLES PEU MANOEUVRANTES*

Les missiles Air-Air ont pour but de détruire des cibles aériennes. Ils sont classés en plusieurs catégories, en fonction de leur portée et de leur principe de guidage.

Classement suivant la portée :

- Missiles à courte portée : moins de 15 km (R-73, R-60, AIM-9 etc.)
- Missiles à moyenne portée : de 15 km à 75 km (R-27, R-77, AIM-7, AIM-120, etc.)
- Missiles à longue portée : au-delà de 75 km (R-33, AIM-54, etc.)

Ces missiles utilisent divers systèmes de guidage :

- Infrarouge passif : autodirecteur infrarouge (R-60, R-73, R-27T, AIM-9)
- Radar passif : guidage sur ondes radar émises, habituellement associé avec un guidage actif ou semi-actif. Ce mode d'acquisition est utilisé par les missiles modernes tels que l'AIM-7M, l'AIM-120, et le R-27R. On parle aussi de mode HOJ (Home On Jam).
- Guidage radar semi-actif (SARH = Semi Active Radar Homing): ces autodirecteurs se guident grâce à l'énergie réfléchie par les ondes radar émises par l'avion tireur. (R-27R/ER, AIM-7, R-33)
- Guidage radar actif (ARH = Active Radar Homing) : les systèmes actifs ont leur propre radar intégré au missile. (R-77, AIM-120, AIM-54)

Les missiles à moyenne et longue portée disposent souvent d'un système de navigation inertielle (INS) ainsi que d'une liaison de données avion-missile (data link). Le missile peut ainsi être tiré sur une cible qui se trouve au-delà de la portée maximale de son radar intégré.

Les guidages radar passifs et infrarouges n'émettent aucun signal. Ces missiles se dirigent uniquement en se verrouillant sur les émissions radar ou thermiques de la cible. Ce sont des missiles « tire et oublie », ce qui signifie qu'ils sont complètement autonomes après leur lancement.

Les missiles semi-actifs se dirigent sur les ondes radar réfléchies par la cible. Ces missiles nécessitent donc que l'avion tireur maintienne le lock radar jusqu'à ce que le missile touche la cible.

A longues distances, Les missiles actifs se comportent comme les missiles semi-actifs, l'avion tireur devant garder le lock pour guider le missile. Dès que le missile est suffisamment proche de la cible (10 à 20 km), le radar intégré du missile s'active et finit l'interception sans avoir besoin d'un quelconque support du radar de l'avion tireur. Notez que les systèmes actifs sont entrés en service assez récemment.

Les missiles Air-Air volent suivant les mêmes lois aérodynamiques que les avions : ils subissent la gravité et leur propre traînée. Par ailleurs, Les missiles doivent également générer de la portance pour pouvoir voler. À cause de la petite taille de leurs ailes, cette portance est surtout générée par la vitesse plutôt que par la forme des ailes.

Après le lancement, le missile est accéléré par son propulseur. Il s'agit généralement d'un moteur à combustible solide qui fonctionne durant 2 à 15 secondes. Pendant ces quelques secondes, le missile accélère jusqu'à mach 2 -3 puis poursuit son vol grâce à l'énergie cinétique emmagasinée. Cette énergie lui permet de contrer sa traînée et la gravité. Au fur et à mesure que sa vitesse décroît, le missile a de plus en plus de mal à manœuvrer car ses gouvernes perdent de leur efficacité. En dessous de 800-1000 km/h, le missile devient quasiment incontrôlable et adopte une trajectoire balistique jusqu'à ce qu'il touche le sol ou s'autodétruit.

La portée de tir d'un missile n'est pas une valeur constante mais dépend d'un certain nombre de variables : différence d'altitudes initiales, vitesses relatives et angle d'aspect de la cible. Pour obtenir la portée de tir maximale d'un missile il est nécessaire de le lancer à haute altitude, à

haute vitesse et avec un fort angle d'aspect. Notez bien que la portée de tir n'est pas forcément égale à la distance de vol du missile. Par exemple, dans un engagement à fort angle d'aspect, si le missile est tiré à 50 km de distance, il ne parcourra qu'environ 30-35 km parce que la cible vole vers le missile. On remarquera, par ailleurs, que la portée de tir d'un missile au niveau du sol est plus que divisée par 2 à cause de la forte densité de l'air.

Lorsque vous attaquez un ennemi par derrière, la portée de tir diminue fortement car le missile doit rattraper une cible qui s'éloigne. Les portées de tir en secteur arrière avec un angle d'aspect faible sont généralement 2 à 3 fois plus courtes que les portées de tir à angle d'aspect élevé. Observons les portées de tir du R-27ER à différents angles d'aspect / altitudes:

- Portée de tir maximale en secteur frontal à l'altitude de 10.000 m. = 66 km.
- Portée de tir maximale en secteur frontal à l'altitude de 1.000 m. = 28 km.
- Portée de tir maximale en secteur arrière à l'altitude de 1.000 m. = 10 km.

La portée maximale de tir est calculée en supposant que la cible ne fera aucune manœuvre après le lancement du missile. Si la cible commence à changer de trajectoire, le missile devra lui aussi manœuvrer et perdra donc de l'énergie rapidement. Voilà pourquoi il est plus pratique d'utiliser une autre estimation de la portée maximale – la portée maximale de tir qui tient compte de la manœuvrabilité de la cible (Rpi en terminologie OTAN). Le système d'arme calcule constamment la portée de tir maximale pour une cible non manœuvrante ainsi que la Rpi. La Rpi est une distance beaucoup plus courte que la portée maximale mais, en contre partie, elle assure une probabilité de coup au but beaucoup plus importante. Dans Lock-On, ces portées sont indiquées sur le HUD et sur le HDD/VSD (écran radar).

## Missiles employés par les forces aériennes russes

### MISSILES LONGUE PORTEE

#### R-33

L'apparence visuelle du R-33 est très proche de celle de l'AIM-54 Phoenix américain, d'autant plus que le diamètre des deux missiles est le même au millimètre près. En se référant à l'historique du développement du R-33, on pourrait facilement imaginer que ce n'est qu'une copie de plus d'un missile occidental. Pourtant, le R-33 est issu d'un développement 100% russe. La ressemblance avec l'AIM-54 étant assez naturelle compte tenu du cahier des charges et des caractéristiques techniques similaires.

Le développement du missile commença avant que ne soit achevé le travail sur le R-40 et le système d'arme du Mig-25P.

Conformément à une résolution datée du 24 mai 1968, il fut décidé de développer le chasseur E-155МП, qui était une version modernisée du Mig-25 et qui deviendra plus tard le Mig-31 (qui devait être équipé du tout nouveau radar "Zaslon"). Ses missiles devaient être capables d'atteindre une portée maximale d'au moins 120 km. Un concours fut organisé pour départager le K-33 (proposé par A. Lyapin, ingénieur en chef de Vympel) et le K-50 (proposé par M. Bisnovat, ingénieur en chef de PKPK). La proposition de Vympel fut retenue. La désignation K-33 suit la tradition des précédentes réalisations de ce bureau d'étude – Les missiles K-13 et K-23. Le développement du K-33 sous la désignation P-33 fut finalement conduit par Y. Zakharov, ingénieur en chef adjoint.



### **5-1: missile R-33**

A l'origine, le missile devait être doté d'une configuration "canard". Il était aussi prévu que le missile serait monté sur les pylônes des ailes comme pour le R-40 et le Mig-25. Finalement, les ingénieurs décidèrent d'adopter une configuration aérodynamique plus classique et plus efficace pour un missile longue portée. Le développement se déroula en étroite collaboration avec le bureau d'étude de Mikoyan. Afin de réduire la traînée aérodynamique ainsi que les problèmes d'échauffement du missile monté sous l'avion, il fut décidé d'intégrer partiellement les missiles, par paires, dans le fuselage. Cette configuration eut un impact direct sur la longueur du missile qui, de fait, est relativement court. Par ailleurs, la volonté de doter le missile d'un autoguidage semi-actif de grand diamètre joua également en faveur d'une intégration sous le fuselage. On remarquera que, dans cette position particulière, les deux empennages supérieurs sont repliés. En outre les ingénieurs durent réduire l'envergure des ailes de 1.100 mm à 900 mm et mettre au point un système de lancement par catapulte.

Au cours du développement, diverses variantes du P-33 furent étudiées : un autoguidage radar semi-actif, un radar actif, un autoguidage infrarouge et même une combinaison IR/semi-actif. Cependant, le développement se concentra sur la version semi-active pour des raisons techniques, tactiques et économiques.

Contrairement au F-14 qui utilise un radar à balayage mécanique (l'AWG-9), le Mig-31 utilise un radar à antenne active produit par « Zaslon ». Ce type de radar permet de diriger le faisceau très rapidement et de guider plusieurs missiles semi-actifs simultanément. Le radar peut ainsi engager plusieurs cibles sans qu'il soit nécessaire d'utiliser des missiles à guidage actif. Par conséquent, le P-33 est bien moins onéreux que l'AIM-54 car il utilise des équipements moins coûteux.

Pendant le premier tiers de son vol, le R-33 utilise un système de navigation gyro-stabilisé asservi à un capteur de vitesse angulaire.

Outre ces caractéristiques opérationnelles, le P-33 diffère du R-40 par son système athermique passif. Grâce à l'expérience acquise avec la mise en oeuvre du mig-25, beaucoup de données sur les conditions réelles d'utilisation (profils de vitesses et d'altitudes) des missiles furent rassemblées. A la lumière de ces informations, les créateurs du P-33 décidèrent de ne pas le doter d'un système de refroidissement. Cela aurait, en effet, compliqué inutilement la construction et l'emploi du missile.

Le P-33 adopte un schéma de construction très classique : il est composé de 4 sections raccordées par des pinces. La première section contient l'autoguidage semi-actif, une charge militaire par contact et une fusée de proximité radio. La deuxième section héberge les systèmes de pilotage automatique et une charge militaire à fragmentation dotée d'un dispositif de sécurité. La troisième section contient le moteur bi-mode à combustible solide à éjecteur de gaz prolongé et tuyère à dispersion. La quatrième section entoure le moteur et abrite des générateurs de gaz, un turbo compresseur et des servomoteurs à gaz.

Pendant les essais en vol de 1975 à 1980, la construction des surfaces de contrôle de la queue fut retravaillée pour éliminer toute vibration aérodynamique. Les ingénieurs améliorèrent également le système de contrôle, la protection de l'autodirecteur contre le brouillage ainsi que le fonctionnement à basse altitude de la fusée de proximité. La première cible (un Mig-17 drone) fut détruite le 26 mars 1976. Auparavant, de nombreux parachutes cible de type PRM-2 avaient été utilisés pour les tests de tirs réels.

Le 6 mai 1981, le P-33 entra en service opérationnel au sein du système d'armes du Mig-31-33 sous le nom de R-33. Le missile fut produit en série à l'usine de Dolgoprudny qui avait déjà travaillé pour Vympel sur la production du missile du SAM Kub. La désignation OTAN du R-33 est connue sous l'appellation d'AA-9 Amos.

## MISSILES MOYENNE PORTEE

### R-40

Le développement du missile K-40 commença après le remplacement des chasseurs lourds mono réacteur de la famille E-150 (utilisant les missiles K-8 et K-9) par l'intercepteur biréacteur Mig-25 S-155 et sa variante de reconnaissance E-155P. La résolution 131-62 datée du 5 février 1962 indiquait la fin de l'année 1964 comme date butoir pour le début des tests opérationnels du système. Le développement du missile et de sa conduite de tir furent attribués au bureau d'étude OKB-4, alors sous la direction de M.Bysnovat. L'autodirecteur radar semi-actif fut développé par l'institut de recherche N°648 ; l'autodirecteur infrarouge fut développé par le bureau d'études TZKB-589 ; le pilote automatique fut développé par le bureau d'études OKB-3 ; le dispositif explosif radio-optique combiné fut développé par l'institut de recherche N°571 ; enfin, le moteur à combustible solide fut développé par le bureau d'étude KB2 de l'usine N°81.

Au même moment, on développait le missile K-80 pour le Tu-128-80. Il était donc envisagé d'utiliser le radar Smersh -A (dérivé du Smersh utilisé sur le Tu-128-80) sur le E-155P (Mig-25).

Cependant, les complications commencèrent quand une nouvelle spécification de conception fut introduite : l'intercepteur S-155 devait être capable d'effectuer un vol de plus de 10 minutes à près de 2 fois la vitesse du son. Or le missile devait être fixé sous le pylône externe de l'aile, zone pouvant atteindre une température de 300°C à haute vitesse supersonique. Outre les problèmes liés à l'échauffement des matériaux, il était nécessaire de résoudre les problèmes d'efficacité des différents équipements ainsi que le problème d'échauffement du carburant. Par ailleurs, la balistique interne du moteur ne se stabilisait que dans une zone de température limitée. Or il était essentiel d'obtenir des paramètres dynamiques satisfaisants pour un domaine de vol et d'altitude étendu.

Finalement, le développement commença en partant de rien et sans avoir aucun point commun avec le K-80. Dès 1962, une maquette du missile K-40 fut présentée en deux versions (production 46). Une configuration « canard » fut retenue plutôt qu'une configuration classique comme sur le K-80. Le moteur était placé dans la partie centrale du missile permettant un contrôle plus fin de ce dernier. La surface alaire de grande dimension permettait au missile d'être plus performant en altitude. La partie principale de l'avionique du missile était placée dans la section avant ; la charge explosive et l'alimentation électrique se situaient dans la section arrière. Pour la première fois, un explosif à effet dirigé fut utilisé pour la charge militaire KU-46. Pour obtenir une déflagration précise de cette charge, un détonateur commandé, résistant au brouillage fut associé à un détonateur explosif radio optique de type « Aist-M ».

Conformément à la configuration choisie pour le système de propulsion PRD-134, le moteur fut doté d'une double tuyère. Pour la première fois dans l'histoire des missiles Air-Air russes, du carburant à métal injecté et à haute énergie fut employé. Pour limiter l'échauffement, le fuselage en titane fut recouvert de plaques athermiques.

Pour maintenir la température dans des limites opérationnelles acceptables, un système de refroidissement au fréon alimenté par un réservoir situé dans le pylône de lancement fut utilisé (en plus des plaques athermiques couvrant certaines parties sensibles du missile). Par ailleurs, des matériaux à base de céramique constituent le radôme protégeant l'autodirecteur radar TSD ainsi que l'autodirecteur IR T-40A1 (céramique optique).



### **5-2: missile R-40T**

Le développement du missile R-40T fut ralenti à cause d'un certain nombre de changements décidés juste au début du projet. Tout d'abord, une résolution gouvernementale datée du 25 mai 1964 fusionna le bureau d'étude OKB-3 (en charge du pilote automatique) avec le bureau d'étude OKB-52. Le développement du pilote automatique du missile K-40 fut transféré à l'usine N°118. Peu de temps après, le développement de l'autodirecteur radar fut transféré du bureau d'étude N°648 à l'institut N°131 (le développeur du radar Smersh-A) : dans cet institut, c'est un groupe d'ingénieurs dirigé par E. Genishta qui poursuivit le développement de l'autodirecteur du K-40. Malgré tout, l'avancement du projet prit du retard. Il fut même envisagé de commencer les essais en vol du S-155 avec des équipements du K-80 développés pour le Tu-128. Ainsi, des travaux commencèrent pour améliorer le radar Smersh-A et le K-80 sur les avions de la famille E-152. Cependant, d'autres parties du projet étaient également en retard, à tel point qu'il était devenu évident que la date butoir ne pourrait pas être respectée.



### **5-3: missile R-40R**

Un certain nombre de nouveautés techniques furent appliquées pour la réalisation du PARG-12, le premier autodirecteur radar semi-actif de fabrication russe développé par l'ingénieur en chef E. Genishta. La première de ces nouveautés fut d'utiliser une antenne de type Cassegrain disposant de 4 lobes principaux avec un angle de divergence de 70°. Dans la partie électronique de l'autodirecteur on pouvait trouver un ordinateur basé sur les fonctions sinus/cosinus, un télémètre bi-intégrateur, un oscillateur radar de conception nouvelle et un récepteur logarithmique résistant au brouillage. L'autodirecteur IR était lui aussi conçu pour résister aux contre-mesures.

Les essais de l'électronique du missile et du radar embarqué Smersh-A furent réalisés par un Tu-104 (42736) modifié en laboratoire volant.

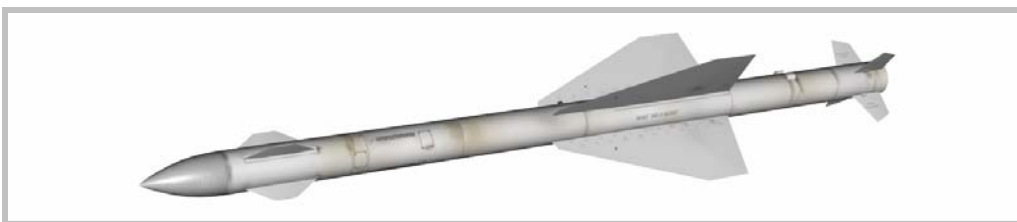


Le premier vol du Mig-25 en version reconnaissance eut lieu le 15 mars 1965. Puis ce fut le tour de la version intercepteur le 26 octobre 1965. Les premiers essais du radar et du système d'arme commencèrent le 16 avril 1967 avec le troisième prototype. Les tests de l'armement furent réalisés d'août 1968 à février 1970 sur la base de Vladimirovka. Le système d'arme complet fut admis au service actif le 12 février 1971 sous le nom Mig-25-40. Le radar fut nommé RP-SA et le missile R-40.

C'est l'usine de Kiev qui se chargea de produire le R-40 en série. Dans les années 70, un film documentaire soviétique sur les forces armées fut diffusé en public. Ce film comportait des plans montrant le Mig-25P et ses missiles... images qui furent rapidement reprises par la presse occidentale. Le R-40 fut baptisé AA-6 Acrid par l'OTAN.

## R-24

Pendant le développement du K-23 (R-23), de nouveaux systèmes de guidage furent élaborés pour augmenter la portée de tir des missiles au-delà de la portée de lock des autodirecteurs. Un système de poursuite de trajectoire fut ainsi conçu pour le K-23 mais les résultats furent décevants à cause des erreurs de ciblage du radar (la distance de tir était alors à peine supérieure à la distance d'acquisition de la cible par le missile). Le système fonctionnait avec des portées assez courtes mais le pilote automatique du missile devait être reconfiguré. Dans ce cas, la distance de tir était calculée en additionnant la portée de la phase de vol autonome et la distance d'acquisition de la cible par l'autodirecteur en mode poursuite ; sans oublier de prendre en compte la puissance du radar et la sensibilité de l'autodirecteur.



### 5-4: missile R-24R

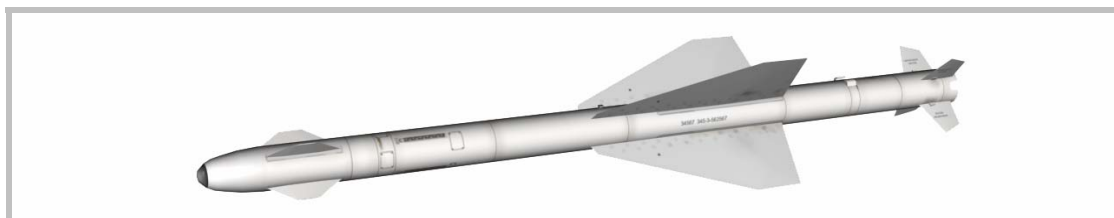
Alors que le R-23 entrait en service sur le Mig-23 M, le développement d'une version améliorée du missile fut décidé le 9 janvier 1974 et attribué à Vypel sous la direction de Pustovoitov. Dès 1975, Vypel proposa un premier design pour le K-24. Le missile était équipé d'un nouvel autodirecteur semi-actif plus résistant au brouillage et avec une portée de lock accrue : le RGS-24 (9B-1022). De plus, le temps de vol autonome fut augmenté pour atteindre 10 s grâce à l'implémentation d'une liaison dite « pseudo-kinematic » gérée par un calculateur analogique. Sans erreur de guidage, cette liaison permettait de tirer sur des cibles situées 30% plus loin que la portée de lock maximum de l'autodirecteur. Pendant la phase de guidage autonome, c'est donc l'intégration de l'accélération cinétique qui permettait le contrôle inertiel du missile. En outre et pour la première fois, ce missile fut conçu pour engager les hélicoptères en stationnaire et les cibles manœuvrant à basse altitude et utilisant diverses techniques de brouillage.

A l'origine, il était seulement prévu de créer un nouveau « Topaz-M » mais finalement une nouvelle charge militaire et un propulseur plus puissant furent développés pour le K-24.

L'agencement interne, initialement composé de 8 sections sur le R-23, fut également revu et simplifié : le R-24 ne compte plus que 5 sections. La première d'entre elles contient l'autodirecteur ; la deuxième abrite la fusée de proximité « Skovorets », le pilote automatique et un turbo générateur : la troisième section contient le système de sécurité et la charge militaire dont l'effet de souffle a un rayon d'environ 10 m ; dans la quatrième section, on trouve le moteur à combustible solide (PRD-287) ; enfin, la cinquième section contient un générateur à gaz permettant d'alimenter les actionneurs des surfaces de contrôle du missile.

Une version infrarouge du R-24 fut aussi développée, le R-24T, utilisant un autodirecteur TGS-23T4 modifié. Le R-24 se monte sur un pylône APU-23M adapté.

La portée de tir maximale est de 50 km pour le R-24R et 35 km pour le R-24T contre des cibles manœuvrant entre 5G et 8G et à une altitude comprise entre 40 m et 25 km.



#### **5-5: missile R-24T**

Le développement et les essais en vol du R-24 furent achevés avec de l'avance mais le missile n'entra pas en service avant 1981 à cause du délai imposé par son intégration sur le Mig - 23 ML et le Mig - 23P.

Le R-24 connut son premier succès en 1982 au cours du conflit au sud Liban. D'après les déclarations des autorités syriennes, leurs Mi-23ML équipés de R-24 auraient réussi à abattre trois F-15C et un F-4E. Néanmoins, cette information n'a jamais été confirmée.

Plus récemment, le R-24 a été modernisé pour augmenter la résistance de son autodirecteur au brouillage. Cette nouvelle version est appelée R-24M.

Le développement et l'entrée en service des missiles de la famille R-23/24 furent influencés par le développement très rapide de nouveaux équipements (radar, missiles) pour le Mig-25 après la désertion du pilote russe Belenko qui livra son Mig-25 aux américains. À cause de cet incident, les intercepteurs russes durent être ré-équipés du radar Sapfir-25 (RP-25) issu du Sapfir-23 et du missile R-40D utilisant l'autodirecteur RGS-25.

Finalement, le développement du missile K-24 occupe une place importante dans l'histoire des missiles russes. En effet, l'implémentation du système de vol autonome permit de surclasser la portée de tir maximale de son homologue américain, l'AIM-7F.

## **R-27**

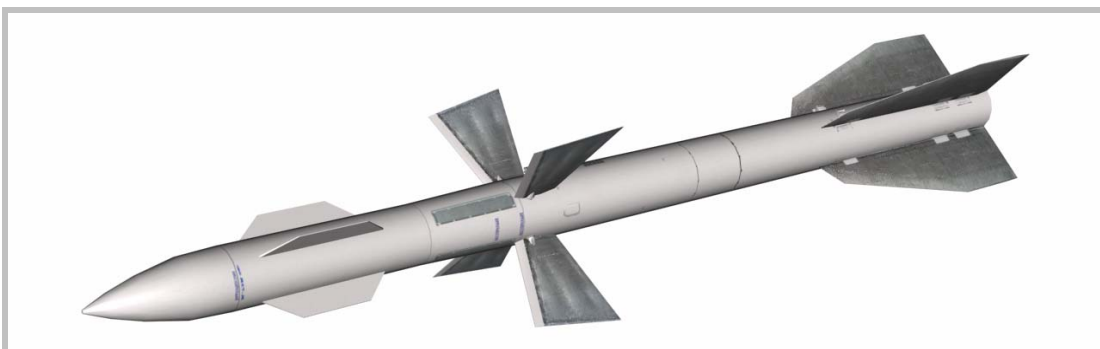
Le missile moyenne portée R-27 est conçu pour l'interception et la destruction de tout type d'avions, hélicoptères, drones (UAV) et missiles de croisière. Cette famille de missiles peut être utilisée pour des combats Air-Air moyenne et longue portée de jour comme de nuit. Le R-27 est

par ailleurs efficace en toutes conditions météorologiques et contre des cibles manœuvrantes évoluant à basse altitude.

Le R-27 est disponible en plusieurs versions qui se distinguent par leur autodirecteur (radar semi-actif ou infrarouge) et leur système propulsif (standard ou étendu). Les versions à guidage radar semi-actif sont le R-27R et le R-27ER tandis que les versions à guidage infrarouge sont le R-27T et le R-27ET, les deux missiles disposant du moteur étendu étant le R-27ER et le ET. Le corps du missile est principalement composé d'un alliage de titane sauf pour l'enveloppe du moteur conçue en acier.

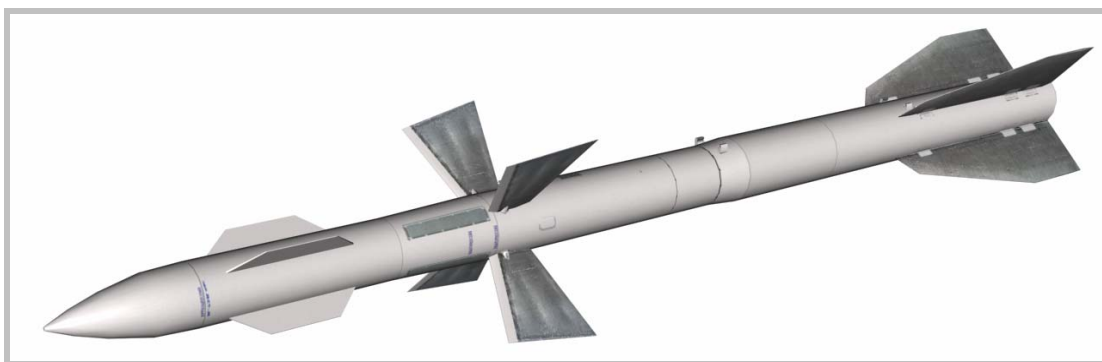
Toutes les versions du R-27 (portée standard ou étendue) utilisent les mêmes pylônes : sous les ailes, les missiles sont montés sur le rail APU-470 alors que c'est l'éjecteur AKU-470 qui est utilisé pour les missiles chargés sous le fuselage.

En plus de son autodirecteur, le R-27 utilise un système de navigation inertielle à correction radio. Missile "tout aspect", le R-27 peut attaquer une cible quelle que soit sa position initiale dans la limite du débattement mécanique de l'autodirecteur (50° pour le semi-actif et 55° pour l'infrarouge). Le tir du missile est possible jusqu'à un facteur de charge maximum de 5G. Le R-27 est capable d'intercepter des cibles volant à 3500 km/h à des altitudes comprises entre 20 m et 27 km et tirant jusqu'à 8G. Le différentiel d'altitude entre l'avion tireur et sa cible peut atteindre 10 km. La possibilité de tirer simultanément des R-27 semi-actifs et infrarouges en augmente significativement l'efficacité face à des cibles utilisant des contre-mesures. Développé et produit par Wympel, le R-27 entra en service opérationnel entre 1987 et 1990. Aujourd'hui, ce missile équipe toutes les versions du Mig-29 et du Su-27



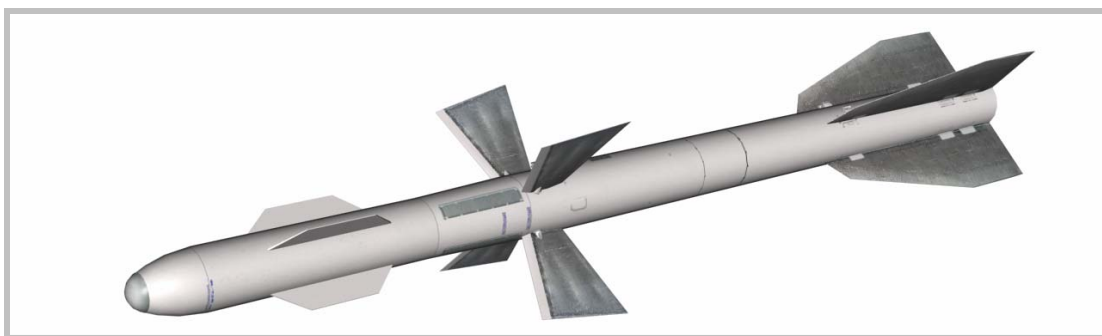
#### **5-6: missile R-27R**

Le "Produit 470R" (AA-10A Alamo) ou **R-27R** est la version à guidage radar semi-actif moyenne portée qui entra en service en 1983. Cette version utilise un système de navigation inertielle à correction radio et un autodirecteur radar semi-actif pour le guidage terminal. La portée de tir maximale est de l'ordre de 30-35 km ; la vitesse max. de la cible est 3600 km/h ; le facteur de charge maximal de la cible est 8G. Le R-27R mesure 4 m de long pour un diamètre max de 0,23 m et une envergure de 0,77m. Son poids initial est de 253 kg et la charge militaire pèse 39 kg.



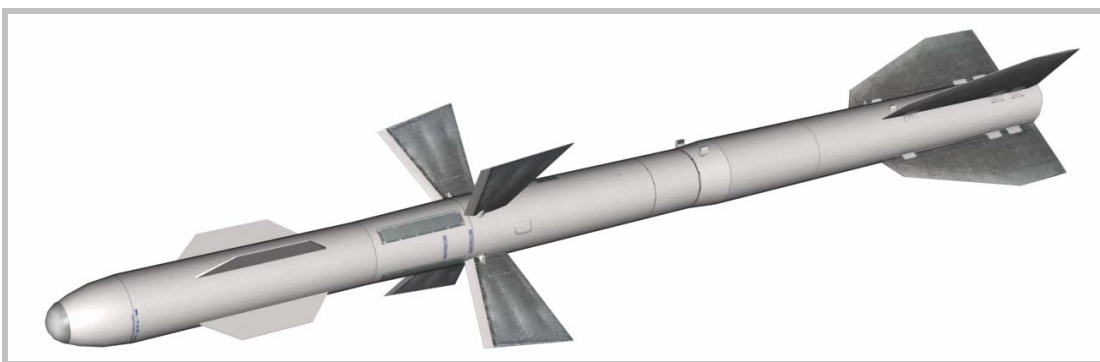
#### **5-7: missile R-27ER**

Le "Produit 470ER" (AA-10C Alamo) ou **R-27ER** est un missile moyenne portée à guidage radar semi-actif issu du R-27R et utilisant un propulseur plus long. Entré en service en 1985, il utilise également un système de navigation inertielle à correction radio et un autodirecteur semi-actif pour le guidage terminal. La portée de tir maximale est de 66 km ; l'altitude max. de la cible est de 27 km. Le R-27ER mesure 4,78 m de long pour un diamètre max. de 0,26 m et une envergure de 0,8m (0,97 m pour les empennages). Son poids initial est de 350 kg et la charge militaire pèse 39 kg. Toutes les versions du Su-27 peuvent être équipées de ce missile



#### **5-8: missile R-27T**

Le "Produit 470T" (AA-10B Alamo) ou **R-27T** est la version à guidage infrarouge moyenne portée qui entra en service en 1983. Cette version utilise un autodirecteur infrarouge et doit être préalablement lockée sur la cible pour pouvoir être tirée. La portée de tir maximale est de l'ordre de 30 km et l'altitude de la cible ne doit pas dépasser 24 km. Le R-27T mesure 3,7 m de long pour un diamètre max de 0,23 m et une envergure de 0,8m. Son poids initial est de 254 kg et la charge militaire pèse 39 kg. Toutes les versions de Mig-29 et Su-27 peuvent utiliser ce missile.



### 5-9: missile R-27ET

Le "Produit 470ET" (AA-10D Alamo) ou **R-27ET** est la version à guidage infrarouge moyenne portée qui entra en service en 1985. Cette version utilise un autoguidage infrarouge et doit être préalablement lockée sur la cible pour pouvoir être tirée. Comme le R-27ER, le R-27ET utilise un propulseur allongé et a donc une portée plus importante que le R-27T. La portée de tir max. passe ainsi à 60 km (à condition que l'autoguidage IR ait réussi à locker la cible). L'altitude de la cible doit rester inférieure à 27 km. Le R-27ET mesure 4,5 m de long pour un diamètre max. de 0,26 m et une envergure de 0,8m. Son poids initial est de 343 kg et la charge militaire pèse 39 kg. Toutes les versions du Su-27 peuvent utiliser ce missile.

Le **R-27EM** (AA-10M Alamo) est un missile moyenne portée qui entra en service en 1982. Cette version utilise le propulseur allongé, le système de navigation inertielle à correction radio et un autoguidage semi-actif amélioré pour l'interception de cibles volant à très basse altitude (hélicoptères, missile de croisières type tomahawk et missiles anti-navires type Harpoon). La portée de tir max. est de 70 km et l'altitude max. de la cible doit être inférieure à 27 km. Le R-27EM mesure 4,78 m de long pour un diamètre max. de 0,26 m et une envergure de 0,8m. Son poids initial est de 350 kg et la charge militaire pèse 39 kg. Toutes les versions du Su-27 peuvent utiliser ce missile.

### R-77

Le développement des missiles destinés aux avions russes de 4ème génération s'acheva avec la mise en service du Mig-29 et du Su-27 alors que les caractéristiques techniques des chasseurs russes de 5ème génération étaient en cours de définition. Dans le même temps, les USA commençaient le développement d'un nouveau missile air-air moyenne portée à autoguidage actif : l'AIM-120A AMRAAM.

La formule aérodynamique du R-27 utilise une configuration « canard » qui permet de se passer d'ailerons sur les surfaces de contrôle. En revanche, cela oblige à avoir des surfaces de grande envergure particulièrement gênantes pour un emport en soute. En effet, il était prévu que le chasseur russe de 5ème génération emporte son armement dans des soutes afin de réduire sa surface radar équivalente (RCS). A titre d'exemple, l'AMRAAM américain est beaucoup plus compact et deux fois plus léger que le R-27ET. Il pèse, par ailleurs, un tiers de moins que son prédécesseur, l'AIM-7M Sparrow.

Aussi, dès le début des années 80, l'Union Soviétique commença à étudier le développement d'un missile moyenne portée actif d'un poids inférieur à 165 kg. Il devait également être compatible avec les nouveaux radars développés pour le Mig-29M et le Su-27M. Ce nouveau missile soviétique fut exposé à de nombreuses reprises dans les salons aéronautiques. Il était très

différent de l'AMRAAM à cause de ses empennages de type lattice qui étaient utilisés pour la première fois sur un missile air-air



### **5-10: missile R-77**

Le R-77, aussi appelé RVV-AE, fut conçu par les sociétés Vypel et Molniya. Le développement fut supervisé par G.Sokolovsky, V.Pustovoitov et V.Bogatskiy.

Le R-77 utilise des ailes courtes et étroites (similaires à celles du missile surface-air américain Tartar) plutôt que des ailes triangulaires classiques. La caractéristique la plus remarquable du RVV-AE est bien entendu l'adoption des empennages repliés de type lattice : en position repliée, ils ne dépassent pas l'envergure des ailes ce qui autorise davantage de compacité. Il est ainsi possible de charger un nombre important de ces missiles sous le fuselage d'un chasseur.

Par ailleurs, grâce à la longueur réduite des empennages, le couple en torsion est faible et varie peu en fonction de la vitesse, de l'altitude et de l'angle d'attaque. En fait, le moment nécessaire n'excède pas à  $1,5 \text{ Kg.m}^{-1}$  permettant l'emploi de moteurs électriques compacts et légers pour actionner les surfaces de contrôle. Ces dernières restent efficaces jusqu'à des angles d'attaque pouvant atteindre 40 degrés et leur rigidité élevée permet un meilleur contrôle aérodynamique. Naturellement, ce type de gouvernes a aussi quelques défauts, notamment une traînée aérodynamique plus élevée. Toutefois, ce défaut disparaît lorsque les surfaces de contrôle sont en position repliée sous le fuselage de l'avion.

Le R-77 fut développé avec des contraintes de poids extrêmement strictes : tous les composants et sous-systèmes devant impérativement être compatibles avec les dimensions prévues pour le fuselage. L'architecture et le design unique du missile furent non seulement approuvés par les principaux constructeurs mais également par le ministre de l'industrie aéronautique en personne !

Le R-77 comprend 5 sections différentes connectées par des fixations autobloquantes : la première section contient l'autodirecteur radar actif, la seconde section abrite une fusée de proximité laser active (réglable en fonction de la taille de la cible) et le pilote automatique ; la troisième section contient la charge militaire à fragmentation et le détonateur : la détonation de la charge militaire provoque la formation d'un anneau de tiges et de micro-éléments métalliques. Le rayon de l'effet de souffle est de 7 m . La quatrième section contient le moteur à combustible solide et la partie arrière contient les batteries et les dispositifs actionnant les gouvernes.

Le missile est livré complètement assemblé et peut être monté sur les rails de type AP-170 et AKU-170. Dès 1984, le R-77 fut intégré et testé sur le système d'armes du Mig-29C. La production en série commença également en 1984. Les essais s'achevèrent seulement en 1991 et le R-77 fut déclaré opérationnel le 23 février 1994.

La portée de tir efficace maximale à haute altitude est de 50 km contre un bombardier et de 45 km pour un chasseur. La distance minimale de tir est de 300 m. le poids du missile est de 177 kg, celui de la charge militaire de 21 kg. Le R-77 mesure 3,6 m de long, 20 cm de diamètre et a une



envergure de 40 cm (70 cm au niveau des gouvernes). Sa vitesse atteint mach 4 et il peut intercepter des cibles volant jusqu'à 3500 km/h à une altitude comprise entre 20 m et 25 km et tirant jusqu'à 12 G de facteur de charge. Le R-77 est implémenté sur le Mig-29C, le Su-30 et le Su-35.

La dénomination OTAN du R-77 est AA-12 Adder.

## MISSILES A COURTE PORTEE

### R-60

Le problème majeur des combats aériens BVR impliquant un nombre important de chasseurs reste, encore aujourd'hui l'identification des contacts amis et ennemis (IFF = Identification Friend or Foe). Bien qu'une identification visuelle fiable puisse être généralement effectuée à plusieurs kilomètres, cette dernière n'est le plus souvent confirmée qu'en dessous de la distance de tir moyenne des missiles de type AIM-7 Sparrow.

En outre, les performances des missiles à courte portée de type AIM-9B « SideWinder » américains ou K-13A soviétiques s'avérèrent plutôt décevantes dans les combats aériens tournoyants sous fort facteur de charge (dogfights). En effet, ces missiles ne pouvaient être tirés à plus de 2 G, ce qui ne permettait pas aux pilotes d'utiliser pleinement les capacités de manœuvre de leur chasseur. Même après le tir, la manœuvrabilité de ces missiles restait médiocre et les rendait inefficaces contre des cibles manœuvrantes. Par ailleurs, leur tir était limité au secteur arrière de la cible.

Sur le missile K-13, la procédure d'acquisition de la cible par l'autodirecteur infrarouge était une tâche complexe et particulièrement délicate en raison de la très faible tolérance angulaire vis à vis de la cible. Par conséquent, l'acquisition et le suivi de la cible demandaient une précision de pilotage très élevée. Au début de la guerre du Vietnam, l'inefficacité de ces missiles coûta la vie à de nombreux pilotes de Mig-21PF et F-4C dont les avions étaient privés de canon.

C'est pourquoi le développement d'une nouvelle génération de missiles courte portée fut décidé quasi simultanément aux USA, en URSS et en France à la fin des années 60. Missiles de courte portée et donc de petite taille et de faible poids, ils devaient permettre d'intercepter plusieurs cibles en une passe grâce à leur enveloppe de vol étendue. D'un point de vue de tactique, ils étaient donc plus proches du canon que des missiles précédents. En URSS, le développement de ces missiles de dogfight doit énormément aux travaux réalisés par R.Kuzminskiy et V.Levitin à l'institut de recherche N°2 de Minaviaprom.

À la fin des années 60, un petit missile, le 9M31, fut développé pour le système SAM Strela-1. Ce missile était 1,5 fois plus petit que le K-13A et presque 3 fois plus léger grâce à l'utilisation d'une charge militaire 4 fois plus réduite. Le 9M31 fut utilisé comme base pour développer le missile de combat aérien rapproché K-60.

Cependant, un certain nombre de caractéristiques du 9M31 n'étaient pas adaptées pour un missile Air-Air : en effet, le 9M31 utilisait un autodirecteur à photo-contraste inadapté dans le cas d'un tir vers le bas à cause des échos parasites du sol. En outre, le propulseur du 9M31 ne lui permettait d'engager que des cibles relativement lentes (subsoniques).

Finalement, le design du K-60 ne fut pas confié au bureau d'étude contraste (dirigé par A.Nedelman) qui avait développé le 9M31 mais au PKPK Minaviaprom (anciennement OKB-4). Le

développement fut conduit par A.Kegeles, G.Smolsky et I.Karabanov sous la direction de M.Bysnovaty et V.Elagin. Ainsi, et contrairement à ce qui avait été prévu, les seules caractéristiques que le K-60 emprunte au 9M31 furent son calibre de 120 mm et la taille de sa charge militaire. Malgré tout, le K-60 est 1,5 fois plus lourd que le 9M31.

Au moment de choisir les principales solutions techniques pour le K-60, les ingénieurs du PKPK Minaviaprom, qui avaient une solide expérience des missiles moyenne et longue portée (comme le K8 et le K-80), s'inspirèrent du travail de leurs collègues sur la famille des missiles K - 13. Cependant, le K-60 est différent des productions Vypel sur un certain nombre de points-clés.



### **5-11: missile R-60M**

La section frontale du R-60 contient un autodirecteur infrarouge de type Komar (OGS-60TI). C'est le bureau d'étude "Arsenal" situé à Kiev et dirigé par S. Alekseenko qui fut chargé de la réalisation de cet autodirecteur. Ce dernier utilise un mécanisme gyro-stabilisé à faible inertie permettant de détecter et de suivre une cible avec un angle de débattement de 12° par rapport à l'axe longitudinal du missile. Afin d'améliorer l'efficacité des empennages aux forts angles d'attaque et d'assurer la linéarité le flux d'air, 4 petits stabilisateurs sont fixés sur le carénage de l'autodirecteur.

La petite taille de la charge militaire obligea les ingénieurs à adopter diverses solutions pour augmenter son efficacité : la fusée de proximité permet d'endommager une cible dans un rayon de 2,5 m. Néanmoins, un coup au but reste nécessaire pour détruire la cible (les dégâts les plus importants étant causés lorsque la charge militaire pénètre la cellule de la cible). C'est pour cette raison que la charge militaire à fragmentation du K-60 fut placée le plus en avant possible, dans la deuxième section, juste derrière l'autodirecteur. Le mécanisme de sécurité du détonateur, ainsi que les dispositifs actionnant les empennages et le pilote automatique, sont situés dans la troisième section (sur laquelle sont aussi fixées les gouvernes de contrôle aérodynamiques). Le pilote automatique est un élément particulièrement important pour permettre au K-60 d'être plus manoeuvrant que son ancêtre le K-13. La quatrième section contient la fusée de proximité radio et l'alimentation (deux générateurs électriques à turbine)

La cinquième section contient un moteur à combustible solide de type PRD-259. Quatre ailes triangulaires sont fixées sur le corps du moteur : malgré leur petite taille relative, elles procurent une manoeuvrabilité suffisante et leur compacité permet de charger un grand nombre de missiles sous l'avion porteur. On notera par ailleurs, la présence de rollers-on sur le bord de fuite des ailes.

Le K-60 (produit 62) fut développé en un temps extrêmement court. Les premiers essais commencèrent en 1971 par des tirs depuis le sol (la cible étant une source de chaleur placée en haut d'une tour). Puis le missile fut testé sur Mig-21 et déclaré opérationnel en décembre 1973, soit deux ans avant le R550 Magic français.

Le missile reçut la désignation OTAN AA-8 Aphid.

Lorsqu'il est tiré à plus de 12 km d'altitude, le R-60 peut intercepter une cible à 7,2 km de distance. A faible altitude, sa portée n'est plus que de 2,4 km. Le R-60 peut être tiré sous un

facteur de charge de 7 G. La limite de détection angulaire de l'autodirecteur est de 5°. Une fois la cible lockée, l'autodirecteur peut la suivre avec un débattement de 30-35°.

Le R-60 peut engager des cibles manœuvrant jusqu'à 8 G de facteur de charge. Lorsqu'il est tiré par salves de deux missiles, la probabilité de réussite serait de l'ordre de 0,7-0,8.

Grâce à la petite taille et au faible poids du R-60, des lanceurs multiples furent développés : le PU-62-I (1 missile), et le PU-62-II (2 missiles). Le PU-65-II existe en version pour aile droite ou gauche.

Les bonnes performances du R-60 l'amènèrent à être utilisé sur une grande variété de chasseurs soviétiques : Mig-21, Mig-23, Mig-27, Mig-29, Mig-25/Mig-31, Su-15 et Su-17. Il est aussi utilisé sur le Su-24 et le Su-25 comme arme d'autodéfense. La souplesse d'emploi du R-60 est également due aux rails APU-60-I et APU-60-II (rail bi-missiles). Ces rails peuvent être montés sur les pylônes d'armement standard et ne nécessitent qu'un seul connecteur électrique pour servir d'interface de commande avec le missile. La variante export du R-60 est le R-60K. Il confirma ses qualités lors des combats aériens entre Syrien et Israéliens au-dessus du Liban en 1982 : plusieurs appareils israéliens furent abattus ou endommagés au niveau des tuyères par des R-60.

Un programme de modernisation fut lancé dès l'entrée en service opérationnelle du K-60. Ce programme incluait l'installation sur le R-60M d'un autodirecteur amélioré de type « Komar-M » (OGS-75), l'augmentation de la couverture angulaire à 17° et l'intégration d'un système de refroidissement de l'autodirecteur permettant d'engager des cibles en secteur frontal. Le poids de la charge militaire fut augmenté de 17%, ce qui se répercuta sur la masse totale du missile ainsi que sur sa longueur qui dut être augmentée de 43 mm. La portée de tir minimale fut, en outre, réduite de 30% et la portée maximale fut améliorée de 500 m.

Le R-60 et le R-60M ont été très largement utilisés ces 30 dernières années. Actuellement, ils sont plutôt considérés comme des armes secondaires utilisées conjointement avec des systèmes plus puissants et de portée supérieure. Une version modifiée du R-60 peut même être montée sur le Mig-31 et résister à la chaleur extrême lorsque l'avion vole aux alentours de 3000 km/h.

## **R-73**

À la fin des années 60, les résultats au combat des chasseurs américains engagés au Vietnam furent jugés particulièrement médiocres. C'est dans ce contexte que les États-Unis commencèrent à développer leurs chasseurs de 4ème génération : le F-14 et le F-15. Comme les chasseurs légers F-16 et F-18, ces avions devaient acquérir la supériorité aérienne, y compris en combat aérien rapproché. Au début des années 70, l'URSS, en guise de réponse aux occidentaux, travailla à la conception de nouveaux chasseurs de 1ère ligne, les Su-27 et Mig-29.

Pour armer ces nouveaux chasseurs, une version spécialement améliorée du R60M (dont le développement arrivait à son terme à ce moment-là) ne fut pas jugée satisfaisante. Selon cette analyse, les missiles de nouvelle génération devaient être extrêmement manœuvrants et avoir des capacités d'engagement tout aspect.

Au début, le cahier des charges fut confié à deux bureaux d'étude. En reprenant les résultats de travaux de développements préliminaires, une résolution datée du 26 juillet 1974 définit le cahier des charges des futurs Su-27 et Mig-29 et attribua au bureau d'étude "Molniya" le développement d'un petit missile de combat aérien rapproché hautement manœuvrant, le K73. Ce missile fut d'abord envisagé comme un P60 amélioré mais les critères de manœuvrabilité le classèrent entre le R60 et le K13 du fait de l'augmentation de la masse du missile. Le jour même, une autre résolution confia au bureau d'étude actif le développement d'un nouveau missile courte

portée tout aspect, le K14. En tant qu'évolution de la gamme K13, ce missile incluait un autodirecteur infrarouge et d'excellentes performances aérodynamiques.



### 5-12: Missile R-73

La spécification de "super manœuvrabilité" impliquait la possibilité d'utilisation du K73 en vol à très haute incidence ( $\sim 40^\circ$ ). A de tels angles, l'efficacité des surfaces de contrôle traditionnelles d'un missile air-air est nulle. Dans ces conditions, et compte tenu des distances de tir relativement courtes, l'adoption d'un dispositif de contrôle par vectorisation des gaz de tuyère était inéluctable.

Compte tenu de la petite taille et du faible poids de la première version du K73, un autodirecteur tout aspect n'était pas envisagé. Néanmoins, le bureau d'étude de l'Arsenal de Kiev qui avait travaillé précédemment avec le bureau Geophysica développa un nouvel autodirecteur plutôt compact, le Mayak (OGS Mk 80). Ce nouveau système permettait une acquisition de la cible jusqu'à  $60^\circ$  ce qui était bien plus que le R60. Plus tard, les limites angulaires de l'autodirecteur furent augmentées à  $75^\circ$  avec une vitesse angulaire max. de  $60^\circ/\text{s}$ . Le Mayak incluait également de nouvelles contre-mesures plus efficaces. En plus de l'augmentation en sensibilité du dispositif photo détecteur, une modulation du signal de fréquence fut appliquée et une unité de traitement numérique du signal dotée de plusieurs canaux indépendants fut ajoutée. Afin d'améliorer l'efficacité au combat, la logique de navigation fut ajustée dans le but de viser un point en avant de la tuyère moteur. Ceci permettait à la charge militaire d'endommager des systèmes plus vitaux sur l'avion cible tels que... le pilote!

Malgré l'absence de spécification d'engagement tout aspect, les concepteurs du K73 poursuivirent le développement de l'inertie puisqu'il était évident que tôt ou tard cette capacité serait exigée. Fournir cette capacité au K73 impliquait un accroissement de sa taille et de sa masse. Le concept initial sans aileron avait une manœuvrabilité limitée. Le combat aérien tournoyant nécessite généralement l'emploi du missile à haute incidence ce qui n'est pas favorable à un tel concept. Pendant un temps, les développeurs envisagèrent une variante sans surface de contrôle aérodynamique avec, à la place, six grand cantilever (surfaces uniquement supportées à une extrémité, en porte-à-faux).

Toutefois, l'utilisation d'un système de vectorisation par orientation du jet gazeux limitait le temps de vol à cause de l'autonomie d'emploi du moteur. La flexibilité d'emploi était, ainsi, très limitée. Lors d'une réunion présidée par G. Dementiev, il fut décidé d'adopter le même concept aérodynamique que le K60. Cependant, contrairement au prototype, il fallut stabiliser le missile en roulis lorsque celui-ci était équipé d'un pilote automatique à gyroscopes traditionnels.

L'utilisation d'ailerons connectés spécifiquement au lieu d'ailerons rotatifs n'augmenta pas la masse du missile car les versions antérieures avaient des éléments de commande des surfaces pour l'activation des unités de contrôle dynamique des gaz dans la section de queue. Pour ses routines de contrôle, le système de pilotage utilisait des informations d'incidence et de dérapage

provenant de capteurs situés en avant des stabilisateurs. Comme pour le P60, ceci permettait également de redresser le flux d'air avant contact avec les surfaces de contrôle aérodynamique.

L'ensemble des senseurs, stabilisateurs et de surfaces de contrôle forme la "pomme de pin" caractéristique en première section du missile. Les surfaces de contrôle aérodynamique ainsi qu'une paire de connecteurs aérodynamiques sont activées par servomoteur dans la partie avant de la 2ème section, derrière le système de pilotage et la fusée de proximité. La troisième section est occupée par un générateur de gaz à combustible solide. Les gaz générés sont envoyés vers les commandes de dispositifs de contrôle aérodynamique au travers d'une conduite traversant le carénage. Ceux-ci activent les ailerons et les ailettes d'échappement situés dans la section de queue du missile. La quatrième section contient la tête explosive avec son système d'amorce et de sûreté. Le rayon létal de la charge militaire est d'environ 3,5m. La 5ème section est constituée d'un moteur-fusée à propergol solide. Enfin, en section de queue se trouvent les commandes d'ailerons et les ailettes d'orientation des gaz.

À l'exception du corps en acier, la cellule est constituée d'alliages en aluminium. Les différentes sections sont solidarisées par "joints-baïonnettes" sauf les sections arrière qui utilisent des joints à collerette. Le missile ainsi assemblé est livré en caisse de bois hermétiquement scellée. Le missile est avionné sur les racks P72 ou P72D (APU-73-1 ou APU-73-1D). Finalement, suite à la coopération de deux bureaux de développement de missiles air-air, la conception du K73 fut achevée chez Vympel. Il entra en service opérationnel en tant que R73, par décret, le 22 juin 1984. La portée max. du R73 est de 30 km dans l'hémisphère avant et à haute altitude. Dans l'ensemble, les performances du missile dépassaient les spécifications du cahier des charges mais en même temps sa masse était 1,5 fois supérieure à celle demandée initialement.

Le R73 fut exporté sous une version nommée K-73<sup>E</sup> ; les premières livraisons furent pour l'Allemagne de l'Est en 1988. Sa dénomination OTAN est AA11-Archer. Lorsqu'il est combiné au système de visée de casque "Shel-3UM", le R73 permet au pilote de dominer en combat aérien rapproché, ce qui fut confirmé lors des premiers entraînements internationaux entre les pilotes de l'ex-Pacte de Varsovie (en particulier d'Allemagne de l'Est) et les pilotes de l'OTAN qui volaient sur certains des meilleurs chasseurs occidentaux.

Dans les années 90, lors de meetings internationaux, Vympel exposa diverses améliorations au R73. Ainsi, furent présentées des photos de chasseurs utilisant une version permettant un tir vers l'arrière et qui pouvait détecter des menaces approchant de cet hémisphère.

La portée effective du R73 est comprise entre 0,3 et 20 km et jusqu'à 20 km en altitude. Le poids initial est de 105 kg; longueur:2,9m; diamètre max.: 17cm; envergure max.: 51 cm ; vitesse max. de la cible: 2500km/h ; charge militaire: 7,4 kg ; facteur de charge max. de la cible: 12G. Les Mig-29 et Su-27 ainsi que leurs différentes versions sont équipés de ce missile.

Le tableau suivant permet de comparer les caractéristiques des différents missiles russes modernes.

Paramètres	R-27R/T	R-27ER/ET	R-77	R-33
Constructeur	"Vympel"			
Entrée en service	1987	1990	1994	1981
Avion / quantité embarquée	MiG-29/4; MiG-29SMT/4; Su-27/4; Su-35/4; Su-34/4; Su-33/6		MiG-29S/6-8; MiG-29SMT/6-8; Su-35/10-14; Su-34/12; Su-33/10-14	MiG-31/4
Système de contrôle de l'armement	SUV S-29; SUV S-29M; SUV S-27; SUV S-27M		SUV S-29M; SUV S-27M	SUV «Zaslon»
Caractéristiques aérodynamiques	Canard		Standard	Standard
Poids, kg	253	354	177	520
Poids de la charge explosive, kg	39		21	47
Type de charge	En tiges		En tiges cumulées	Fragmentation
diamètre, m	0,23	0,23/0,26	0,20	0,38
longueur, m	3,96	4,56	3,60	4,15
Surfaces de contrôle, m <sup>2</sup>	0,77	0,8	0,7	1,12
Rapport poids/poussée, Kgs/Kg	62	94	79	73
Motorisation type	Mode simple	Mode double	Mode simple	Mode double
Limites physiques du capteur	±50° pour un radar TSD; ±55° pour un TSD infrarouge		±180°	±60°
Système de guidage	Guidage inertiel avec corrections radio; guidage autonome avec corrections radio du TSD avec le lock après le tir; TDS infrarouge refroidi à l'azote liquide		Guidage inertiel avec correction radio; guidage actif après le lancement	Guidage initial avec corrections radio; guidage autonome avec un TDS semi-actif après le tir.
Méthode de guidage	Guidage proportionnel			
Vitesse maximale de la cible, km/h	3500		3600	3700
Distance maximale de la cible, km	0,03 - 25	0,03 - 27	0,02 - 25	0,05 - 28
Distance de tir maximal en hémisphère avant/arrière, km	45/18	70/30	55/20	120/40
Distance de tir minimale en hémisphère arrière, km	0,5		0,3	2,5
Facteur de charge maximal de la cible, en g	8		12	3 - 4

**Tableau 4**



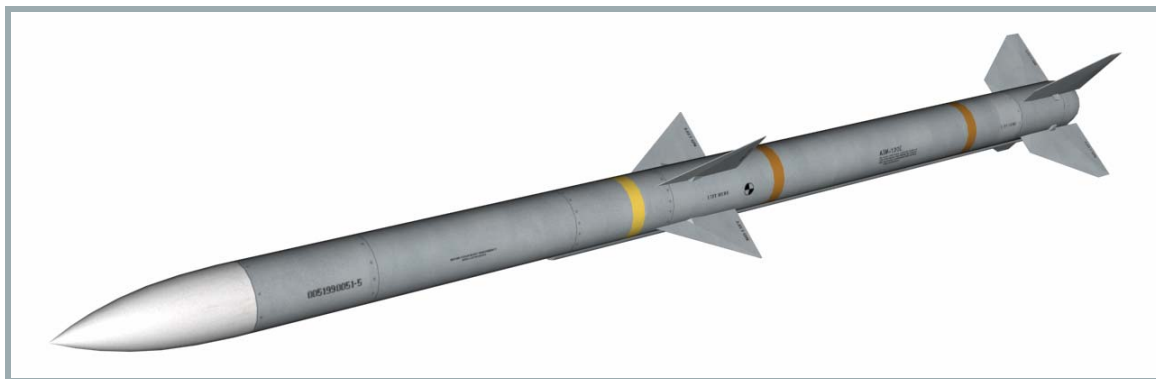
## Missiles en service dans l'OTAN

### MISSILES MOYENNE PORTEE

#### AIM-120 AMRAAM

Le missile air-air à moyenne portée AIM-120 AMRAAM (Advanced Medium-Range Air-to-Air Missile) a remplacé le AIM-7 "Sparrow" et est entré en service au sein de l'US Air Force en 1991. Comparé au "Sparrow", l'AIM-120 est beaucoup plus léger, plus petit et plus efficace et peut engager aussi bien des cibles à haute altitude et très manœuvrantes que des cibles à basse altitude dans un environnement de contre-mesures et de brouillage intense. Cela est devenu possible grâce aux progrès réalisés dans les domaines du contrôle du missile, de la conception du radar et de l'ordinateur, dans le système de propulsion et de l'armement.

Aujourd'hui, l'AIM-120 est utilisé par les États-Unis, l'Allemagne, la Grande-Bretagne et par bon nombre de pays membres de l'OTAN.



#### 5-13: AIM-120 AMRAAM

L'AIM-120 est conçu conformément aux standards existants en terme d'aérodynamique et est composé de trois parties principales: la partie avant, la charge militaire et la queue. Il possède des petites ailes cruciformes qui lui assurent une bonne manœuvrabilité à basse comme à haute vitesse et de petites ailettes situées à l'arrière. Le corps du missile est composé d'acier peint en gris pouvant supporter un échauffement important.

La section avant abrite le système de navigation du pilote automatique. Le pilote automatique du missile permet au missile d'atteindre sa cible sans illumination continue de la part de l'avion tireur grâce à sa navigation inertielle auto-corrigée durant les 2 premières phases de vol du missile et à son radar actif pour la dernière phase. Le système de correction de trajectoire inertielle est commandé par le récepteur placé dans un bloc situé dans la partie arrière du missile. Le poids de la plate-forme, dans laquelle les gyroscopes miniatures sont installés, est de moins de 1,4 kg. Le microprocesseur à haute performance, qui travaille à une fréquence de 30 MHz, est utilisé par les systèmes radar et inertiel. Il remplit toutes les fonctions de contrôle, à savoir: la liaison de données, l'équipement du radar, le système du signal de mise à feu de la tête explosive/ de la fusée de proximité, et le contrôle des principaux sous-systèmes et composants. L'introduction d'un tel microprocesseur a permis aux ingénieurs d'augmenter de façon significative le nombre de paramètres utilisés pour calculer la trajectoire de vol la plus efficace, dépendant elle-même du point d'interception du missile et de la cible, de leurs vitesses de vol respectives et de leurs

positions relatives. Par exemple: sur la base de la distance mesurée, de l'angle d'aspect de la cible et de la vitesse à laquelle celle-ci se déplace, le microprocesseur peut calculer l'accélération de la cible. Si la propre accélération du missile est connue (transmise à l'aide des systèmes inertiels), le microprocesseur peut calculer des trajectoires d'interception possibles. Cela permet à l'ordinateur de choisir la trajectoire optimale qui assurera un coup au but.

La liaison de données est utilisée lorsqu'il est nécessaire de corriger la trajectoire de vol du missile durant la première moitié de vol de celui-ci. Un autodirecteur à radar actif, qui permet un guidage totalement indépendant après l'accrochage de la cible, s'allume automatiquement et utilise des impulsions radar de forte ou moyenne intensité pour détecter et suivre la cible. L'antenne du radar est située derrière un radôme transparent (de longueur 530 mm et de diamètre 178 mm) conçu en céramique renforcée avec de la fibre de verre.

La partie de la charge militaire contient la charge elle-même, une fusée de proximité et les mécanismes de sécurité et d'armement. La tête militaire directionnelle, grâce à une explosion à fragmentation assure une dispersion des fragments sur un secteur limité ou sur une surface étroite. Cela est possible lorsque le missile intercepte la cible sous un angle d'aspect bien défini. Lorsque le missile frappe la cible directement, la fusée de contact fait exploser la charge militaire. La propulsion du AIM-120 est assurée par un moteur-fusée double étages à propergol solide avec fort pouvoir d'accélération. Il utilise un combustible (poids: 45 Kg) sans aluminium garantissant une faible émission de fumée.

La trajectoire spécifique du missile peut être décomposée en trois parties: corrigé inertiel, indépendant inertiel et radar actif. La détection de la cible se fait grâce au radar de l'avion tireur. Le radar AN/APG-70 du F-15C peut utiliser les caractéristiques de la cible, comme la distance par exemple, choisir les 10 cibles les plus importantes et les suivre simultanément grâce au mode TWS. Après désignation des cibles par le pilote, les données de leur position sont automatiquement envoyées au système inertiel du missile. Jusqu'au moment du tir, le radar de l'avion transmet au missile les calculs pour l'interception. Après le tir du missile, la position de la cible est seulement suivie par le radar de l'avion tireur. Si la cible n'effectue aucune manœuvre, le système de guidage inertiel du missile va amener le missile à proximité de la cible puis le propre radar du missile prendra le relais pour le guidage final.

Lorsque la cible effectue des manœuvres, une correction de sa position est faite et est transmise au système de navigation inertiel du missile avant le tir. Les corrections correspondantes sont envoyées via l'antenne radar de l'avion avec une périodicité dépendant de l'orientation de l'antenne et du diagramme de balayage. Ces liaisons de données émises sont reçues par le récepteur de données du missile. Des données de guidage précises peuvent être envoyées aux missiles AIM-120 simultanément (jusqu'à concurrence de 8) s'ils sont destinés à des cibles différentes. Le temps restant jusqu'à ce que le missile active son propre radar est indiqué sur le HUD de l'avion tireur. Cela permet au pilote de pouvoir mettre fin à la liaison de données entre son avion et le missile, qui se guide désormais tout seul. La liaison data link peut être interrompue si la cible ne manœuvre plus. Le missile peut alors se guider vers la cible grâce à son propre système de navigation inertielle. Ce type de guidage n'est possible qu'en l'absence de brouillage. Si la cible utilise un système de brouillage actif, les systèmes embarqués du missile peuvent basculer sur le mode de guidage HOJ (Hom-On-Jam) lorsque le missile se trouve en milieu ou en fin de trajectoire. En combat rapproché, lorsque la cible est visible, le mode de guidage par radar actif est utilisé.

L'AIM-120 peut être emporté sur deux types différents de lanceurs: un rail de guidage ou un système d'éjection forcée à l'aide de petites charges détonantes. Le premier est construit comme celui utilisé pour le AIM-9 "SideWinder" et peut même être utilisé pour celui-ci. Le second type nécessite une modification des lanceurs LAU-17 et LAU-92 existants. Le F-15 et le F-18 sont

équipés de ce type de lanceurs. Ils peuvent être utilisés à la fois pour emporter le AIM-7 "Sparrow" et le AIM-120. Cela permet aux F-15, F-16, F-18 et Tornado F.2 d'emporter chacun 6 missiles, alors que le Phantom F-4F ne peut en embarquer que 4.

Aujourd'hui, il existe trois versions du AIM-120:

- L'AIM-120A est la première version du missile; il a été produit jusqu'en 1994.
- L'AIM-120B est une version modernisée de la version A avec une meilleure interface de programmation via un câble jack situé dans le container de transport.
- L'AIM-120C est produit depuis 1996 et a été modifié afin d'être emporté par le F/A-22A. Le modèle C a une taille plus réduite, une vitesse plus élevée, une meilleure manœuvrabilité et une plus grande portée que les versions précédentes.

Un petit nombre de F/A-18, équipés de AIM-120, furent expédiés dans la région du Golfe Persique comme éléments de l'opération "Tempête du Désert". Toutefois, le missile ne fut pas utilisé au combat. Le premier combat durant lequel fut utilisé l'AIM-120 (surnommé "Slammer") eut lieu en décembre 1992 lorsqu'un F-16C Américain abattit un MiG-25 de l'armée de l'air iraquienne.

L'AIM-120 est peut-être le missile air-air le plus efficace des forces aériennes de l'OTAN. Il combine une longue portée, un très grand potentiel énergétique, de bonnes caractéristiques de manœuvre et un système de guidage incomparable.

## **AIM-7 SPARROW**

Le missile Sparrow III (AIM-7C), dont le développement commença en 1954, entra en service au sein des forces américaines en 1958. Le missile fut initialement embarqué par les chasseurs Demon (les versions F3H et F3H-2) et Phantom II (F-4B, F-4C, F-4M). Six missiles pouvaient être embarqués et avaient une portée de 12 km.

Toutes les versions des missiles Sparrow III utilisent le même modèle aérodynamique avec des ailes cruciformes orientables et un stabilisateur. Le missile comporte quatre sections : le nez, les ailes, la charge militaire et le moteur. Toutes les versions de SPARROW sont montées de la même façon et sont de dimensions similaires. Cela permet à un avion d'emporter des modèles différents du missile. L'AIM-7 utilise un système de navigation proportionnel et un autodirecteur radar semi-actif. L'énergie radar est réfléchiée par la cible et reçue par l'antenne de l'autodirecteur, un signal est alors renvoyé à l'avion lanceur par une antenne située dans la queue du missile.

Une charge militaire expansive est installée dans le AIM-7. Ce type de charge, lorsqu'elle explose, produit un véritable mur d'acier destiné à détruire tout avion situé dans le champ d'action. La charge militaire utilise à la fois une amorce de proximité activée par radar (lorsque le missile passe à proximité de la cible) et une amorce à impact (lorsque le missile atteint directement sa cible).

Le moteur à propergol solide possède 2 phases de poussée: une phase d'accélération et une phase destinée à maintenir la vitesse acquise. Le combustible solide emprunte un conduit qui passe par le centre du moteur. Cela permet au combustible de brûler de manière optimale.

L'AIM-7D est entré en service en 1961 et sa portée était de 15 km. Il était équipé d'un autodirecteur radar semi-actif imposant une illumination continue de la cible par l'avion lanceur. Le moteur à propergol solide LR44-RM2 qui équipait aussi l'AIM-7C, fut remplacé plus tard par le moteur Rocketdyne Mk.38/39 (les deux moteurs ayant un seul niveau de combustion). Le missile AIM-7D cessa d'être fabriqué en 1963 lorsque le nouveau AIM-7E entra en production.

L'AIM-7 E avait un autoguidage plus sophistiqué que celui du AIM-7D, un nouveau moteur Aerojet Mk.52.Mod.2. Le poids du moteur était de 68,5 kg, avec une durée de combustion limitée à 2,8 secondes et une portée de 25 km. Pour ce nouveau moteur, du poly butane fut utilisé comme combustible et du perchlorate d'ammonium comme oxydant. Grâce à ce nouveau moteur, le missile était capable d'atteindre de hautes vitesses et une bien meilleure portée que les anciennes versions d'AIM-7, avec un autoguidage amélioré. Basé sur le AIM-7E, le missile "Sea Sparrow" navalisé fut développé et utilisé comme système de défense des navires américains et de quelques autres pays. Plus tard, l'AIM-7E devint la base des systèmes de défense anti-aérienne de quelques pays de l'OTAN sous le nom de "Spada" ou "Albatros". Plusieurs pays ont aussi développé leur propre missile "air-air" en se basant sur l'AIM-7 E. Des tests au sol réussis et une bonne médiatisation assurèrent la renommée mondiale du AIM-7E.

Toutefois, cela ne se vérifia pas dans les bilans des combats. Au Vietnam, entre 1965 et 1969, seulement un AIM-7E tiré sur dix atteignait sa cible. L'expérience des combats révéla plusieurs défaillances comme une portée réduite et un processus de verrouillage de la cible trop long. Ces missiles étaient particulièrement inefficaces pour intercepter des cibles manœuvrantes. Cela est toutefois compréhensible, puisqu'à l'origine l'AIM-7 E avait été développé pour engager des bombardiers soviétiques à long rayon d'action.

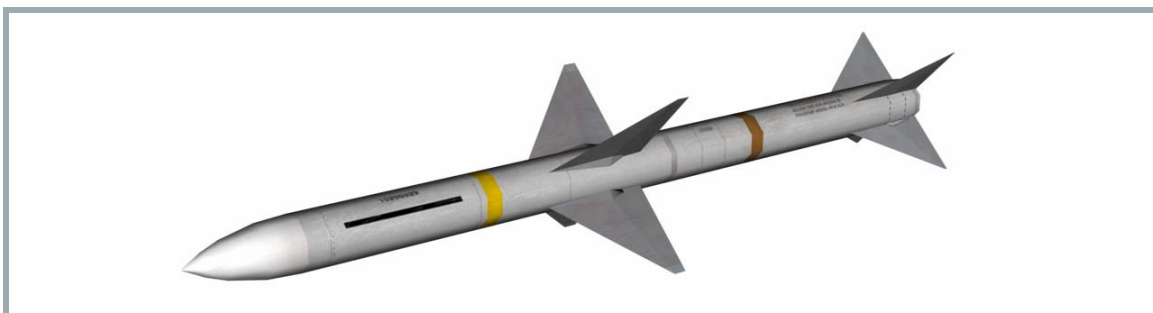
Après la guerre du Vietnam, l'analyse des combats imposa le développement d'un nouveau modèle de SPARROW: l' AIM-7E2. Ce missile modifié, entré en service en 1968, avait une portée de 50 km à haute altitude.

Lorsque cette version fut développée, une attention toute particulière fut portée aux caractéristiques nécessaires à l'emploi du missile en combat à vue. Le processus d'armement du missile fut simplifié et raccourci, l'autoguidage fut amélioré et le système de contrôle des surfaces mobiles fut lui aussi amélioré. Ceci permit au nouveau missile d'être plus manœuvrant avec une portée d'engagement réduite.

C'est en 1973 que l' AIM-7F entra en service. La portée maximale du missile à haute altitude était comprise entre 50 et 70 km. Son autoguidage pouvait opérer en deux modes: Doppler et illumination continue, qui permettaient la compatibilité avec une multitude de radars. La charge militaire à tige expansive améliorée avait une meilleure portée destructrice. Contrairement aux versions antérieures, la charge militaire était installée entre le nez et les surfaces de contrôle. Cela fut rendu possible en réduisant l'espace alloué aux instruments qui, auparavant, utilisaient des tubes avec une simple puce électronique pour contrôler l'autoguidage, les systèmes de contrôle et la charge militaire. De plus, cela a permis d'augmenter sensiblement la fiabilité du missile, huit fois supérieure à celle du AIM-7 E (dont le taux de panne moyen était de 470h).

Le missile est équipé d'un nouveau moteur à deux niveaux de poussée, l'Hercules Mk.58 Mod.2. Avec une augmentation sensible de la portée, en comparaison avec l' AIM-7E2, l' AIM-7F est bien plus adapté pour le combat à courte portée.

Un inconvénient, toutefois, du AIM-7F était sa faible résistance au brouillage des signaux radar réfléchis par le sol. Cela était particulièrement important lors d'une interception à basse altitude dans une configuration "look-down / shoot-down". Pour résoudre ce problème, une réflexion commença en 1975 sur une version améliorée de l' AIM-7F. Cette nouvelle version serait équipée d'un nouvel autoguidage mono-impulsion avec une meilleure résistance au brouillage.



#### 5-14: AIM-7M Sparrow

En 1976/77, commencèrent des tests en vol du nouveau AIM-7. Sa portée maximale à haute altitude était de 50 à 70 km. Toutefois, le défaut principal du AIM-7M était qu'il gardait un autodirecteur radar semi-actif. Un tel autodirecteur limite considérablement les manœuvres de l'avion tireur car il nécessite une illumination continue de la cible (entre 20 et 60 s. si la cible se trouve à portée visuelle) jusqu'à l'impact. L'autodirecteur SARH est aussi assez sensible aux contre-mesures électroniques modernes. En fait, c'est là le point crucial d'un des principaux besoins des armes d'aujourd'hui : la capacité "tire et oublie", i.e. le guidage autonome après le tir.

Le F-4, le F-15, le F-14, le F-16 et le F/A-18 sont équipés du missile AIM-7M.

## MISSILES DE COMBAT RAPPROCHE

### AIM-9 SIDEWINDER

Le développement du SideWinder débuta en 1948 et les premiers tests en vol commencèrent entre 1952 et 1954. En 1956, la première version, l' **AIM-9A** SideWinder, entra en service au sein de l'Us Air Force.

Le SideWinder est conçu selon le modèle aérodynamique dit en "canard". Il possède une cellule cylindrique d'un diamètre de 127 mm et des ailes cruciformes trapézoïdales. Les rollers-on, situés sur le bord des ailes arrières, limitent l'angle de virage du missile le long de son axe longitudinal. Toutes les versions du SideWinder ont le même nombre de composants, à savoir: le système de guidage et de contrôle (incluant l'autodirecteur infrarouge....), la fusée de proximité, la charge militaire et le moteur. Tous les SideWinder, à l'exception du AIM-9C et du AIM-9R, sont équipés d'autodirecteurs infrarouges plus efficaces par beau temps. L' AIM-9C est équipé d'un autodirecteur radar; c'est pourquoi il peut être utilisé contre des cibles aussi bien par beau temps que par mauvais temps.

À l'exception du **AIM-9D** qui possède une batterie électrique, tous les SideWinder utilisent une génératrice à gaz comme source d'énergie. Il est alimenté par les gaz chauds générés par la combustion d'une cartouche de combustible.

La charge militaire est du type à tige expansive. L'explosion de la charge militaire est assurée par une fusée de proximité lorsque le missile se trouve à 5-6 m de la cible. En cas d'impact direct, la fusée à impact fait exploser la charge. Le moteur utilise du propergol solide à deux phases (phase d'accélération et phase de maintien de la vitesse acquise).

Les missiles SideWinder ont été largement utilisés dans les différents conflits locaux entre les années 1960 et les années 1990. Durant la guerre des Malouines, selon les sources britanniques, les Harriers ont tiré 27 SideWinder qui ont abattu 16 avions ou hélicoptères argentins. Les

excellentes performances du SideWinder furent essentiellement dues à son autodirecteur tout angle avancé. Toutefois, même cet autodirecteur peut avoir des difficultés avec des cibles à faible signature infrarouge, les avions de transport à turbopropulseurs en sont un bon exemple : toujours lors de la guerre des Malouines, un Harrier tira 2 SideWinder contre un C-130 de transport argentin ; l'un rata sa cible, l'autre ne fit qu'endommager l'aile. Après cela, le pilote britannique engagea le C-130 et lui tira 240 obus dans le fuselage. En revanche, lancé contre les chasseurs Argentins, le SideWinder démontra son efficacité.

**L' AIM-9L** – La guerre du Vietnam illustra le manque d'efficacité des premières versions du SideWinder. Ces premiers modèles limitaient la capacité de manœuvre des avions tireurs et le missile éprouvait des difficultés pour intercepter des cibles manœuvrant sous fort facteur de charge. Pour résoudre ces problèmes, le développement du AIM-9L débuta en 1971. La portée maximale du AIM-9L à haute altitude était de 18 km.

Pour améliorer l'autodirecteur du AIM-9L, fabriqué à partir d'une photo-résistance au Sulfure de Plomb (PbS), celui-ci fut remplacé par une photo-résistance en indium d'antimoine (InSb). Cela améliora significativement sa sensibilité et offrit la possibilité d'accrocher des cibles non plus seulement de côté ou par l'arrière. L'autre amélioration fut l'accroissement de la distance de détection du missile.

L'autodirecteur du AIM-9L possède un système de refroidissement de la photo-résistance par cryogénie. L'argon utilisé par le missile est stocké dans un petit réservoir situé dans le corps de missile. Cela permet aux armuriers de charger le missile sur l'avion sans avoir besoin d'un équipement spécifique pour le tir (les premières versions du SideWinder étaient placées dans des containers lanceurs).

Le modèle AIM-9L, quant à lui, utilise des circuits électroniques et une batterie thermique comme source d'alimentation en énergie.

L' AIM-9L fut le premier missile "air-air" au monde à être équipé d'une fusée de proximité déclenchée par un laser. Sa partie principale contient les éléments d'émission et de réception. Lorsque la diode (à base de gallium) laser est utilisée, l'énergie réfléchiée par la cible à proximité est détectée par le récepteur (photo diode en silicone) qui déclenche alors l'explosion de la charge militaire.

La charge militaire du AIM-9L est issue d'un nouveau développement. Elle possède deux couches de tiges en acier coupées pour former les pièces à un poids défini. L'explosion est provoquée par des impulsions initiales de la fusée.

L' AIM-9L SideWinder est en service depuis 1976 et est utilisé par bon nombre d'appareils dont le F-4, le F-5, le F-14, le F-15, le F-16, le Tornado, le Sea Harrier et le Hawk.

**L' AIM-9M.** Au printemps 1979, les tests en vol du nouveau AIM-9M commencèrent. Ce missile est une version améliorée du AIM-9L. L' AIM-9M est équipé d'un nouveau moteur émettant moins de fumée (utilisant moins d'oxyde d'aluminium).





### **5-15: AIM-9M SideWinder**

La première différence avec l' AIM-9L est l'autodirecteur infrarouge équipé d'un système de refroidissement en boucle fermée qui ne nécessite pas d'intervenir à chaque fois pour rajouter du refroidissant. L'autodirecteur du missile est beaucoup moins vulnérable aux contre-mesures infrarouges (flares), et identifie mieux les cibles par rapport aux échos parasites venant du sol. L'AIM-9M est entré en service en 1983.

**AIM-9X** – Aujourd'hui les études de développement continuent sur la prochaine génération des missiles américains à guidage infrarouge à courte portée. Fruit de ces recherches, L' AIM-9X, devra être compétitif avec d'autres systèmes similaires tel que le R-73 et le AIM-132 sur le marché mondial.

L'AIM-9X doit pouvoir assurer une supériorité incontestable en combat air-air à portée visuelle et doit être capable d'engager des cibles sous n'importe quel angle. Le système de guidage doit résister à toutes les contre-mesures, actives ou passives, avec son autodirecteur infrarouge. Le moteur du missile est équipé d'un système de poussée vectorielle. Le coût approximatif pour chaque missile est de l'ordre de 84.000 dollars US. L' AIM-9X est entré en service au sein de l'US Air Force en 2004. Tout comme le R-73, qui peut être tiré via le système de visée intégré dans le casque, l' AIM-9X doit pouvoir être utilisé en combinaison avec le nouveau système de visée du casque.



## CHAPITRE 6

# ARMEMENTS AIR-SOL

Les armements "Air-Sol" peuvent être répartis en deux catégories : guidés et non guidés. Les armements air-sol guidés comprennent les deux types de missiles air-sol propulsés (AGMs : Air to Ground Missiles et ASMs : Anti Ship Missiles) et les bombes guidées (GBUs : Guided Bombs Units). Les armements non guidés comprennent les bombes lisses ("dumb", "gravity" ou "iron") et les roquettes non guidées.

Les bombes lisses sont les armes de base de l'aviation d'attaque au sol et ont été utilisées massivement dans tous les grands conflits armés de ces 80 dernières années. Grâce à leur faible coût et à leur grande disponibilité, elles restent souvent rentables, même comparées à des munitions guidées modernes plus précises mais plus chères.

Les bombes lisses ne sont pas très précises. Après le largage, elles suivent une trajectoire balistique sans possibilité de manœuvrer. Pour améliorer sa visée, l'avion tireur doit voler en ligne droite au moment du largage. Même de petites erreurs de roulis ou de tangage, ou encore le vent, peuvent réduire la précision. Les bombes lisses ne peuvent pas être utilisées contre des cibles trop petites (c'est-à-dire quand une grande précision est nécessaire) ni pour des "frappes chirurgicales" pour lesquelles les "dommages collatéraux" aux environs de la cible ne peuvent être tolérés.

*MEME UN LACET INCORRECT AU MOMENT DU LARGAGE PEUT REDUIRE LA PRECISION D'UN TIR DE BOMBE LISSE.*

La distance horizontale qu'une bombe lisse va parcourir avant de toucher le sol dépend surtout de deux facteurs : la vitesse et l'altitude de l'avion au moment du largage. Plus la vitesse et l'altitude de l'avion sont élevées, plus la trajectoire de la bombe sera allongée mais la précision s'en ressentira davantage.

La taille et la puissance destructrice d'une bombe lisse conventionnelle sont représentées par son poids qui varie généralement de 50 à 1500 kg. Les bombes à fragmentation, contrairement aux bombes standard qui n'ont qu'une unique ogive, renferment une grande quantité de sous-munitions explosives qui dispersent leur puissance destructrice sur une large zone.

*LA PORTEE DES BOMBES LISSES DEPEND DE LA VITESSE ET DE L'ALTITUDE DE L'AVION AU MOMENT DU LARGAGE.*

Les roquettes non guidées à ailerons rétractables sont surtout employées contre des véhicules peu blindés ou du personnel. La précision d'une roquette dépend énormément des conditions de tir. Une légère erreur de visée au moment du tir peut rapidement se traduire par une déviation importante du point d'impact. Le vent peut aussi réduire la précision. Les roquettes sont la plupart du temps tirées en salves, massivement. Tirer un grand nombre de roquettes permet de répartir leur puissance destructrice sur une large zone et ainsi d'augmenter la probabilité de détruire la cible.

*LES ROQUETTES NON GUIDEES SONT TIREES EN SALVES POUR AUGMENTER LES CHANCES DE TOUCHER LA CIBLE.*

Les armes guidées permettent d'augmenter la probabilité de détruire la cible, mais elles sont aussi plus chères. Les missiles et bombes guidés par infrarouge (IR), laser ou TV ont une très grande précision et permettent de garantir l'impact sur les chars et bâtiments visés en un seul tir. Les opérations à effectuer par le pilote pour tirer des bombes (GBUs) ou missiles guidés dépendent du type d'arme utilisé.

## Armements Air-Sol de l'armée de l'air russe

La plupart des avions de chasse russes disposent de quelques capacités – limitées – d'attaque au sol. Ils sont souvent capables d'emporter des bombes et/ou des roquettes non guidées à la place de missiles air-air. Malgré tout, ce n'est pas le rôle principal des chasseurs russes et ils sont rarement amenés à le tenir. Les avions utilisés pour attaquer des cibles au sol sont les bombardiers tactiques et les appareils d'appui aérien rapproché, comme le Su-25 ou le Su-25T. Ce chapitre décrit différents armements air-sol qui peuvent être emportés par les avions pilotables du jeu. Des informations complémentaires sont disponibles dans l'encyclopédie en ligne.

Chaque type d'arme est prévu pour une tâche ou un type de cible particulier. Les missiles antiradar sont par exemple inutilisables contre des chars, et tenter d'attaquer un navire de guerre moderne avec des bombes lisses serait du suicide. Avant de commencer une mission, il est donc conseillé de choisir soigneusement ses armes en fonction de l'objectif à atteindre.

## MISSILES AIR-SOL

Les missiles "Air-Sol", tout comme les missiles "Air-Air", ont des portées et des types de cibles variés. L'ogive et le système de guidage sont généralement soigneusement adaptés à une tâche spécifique, par exemple pour des missions anti-radars ou anti-blindés, mais il existe aussi des missiles "polyvalents" utilisables pour un éventail de tâches variées.

Le Kh-25 (AS-10 "Karen") et le massif Kh-29 (AS-14 "Kedge") sont les principaux missiles guidés tactiques "polyvalents". Ces armes peuvent détruire des fortifications, des ponts et des complexes ferroviaires, des abris d'aviation, des sites de missiles sol-air (SAM), des blindés lents et des petits navires. Ils sont équipés de moteurs-fusées à carburant solide, qui les propulsent à une vitesse supersonique en quelques secondes de combustion.

## MISSILES TACTIQUES

Les missiles "Air-Sol" utilisent une grande variété de systèmes de guidage différents. Les systèmes sans émission "passifs" comprennent la télévision (TV) et l'imagerie infrarouge (IIR). De tels guidages optiques nécessitent un écran de télévision dans le cockpit. Le pilote localise, identifie et verrouille la cible grâce à l'image optique agrandie renvoyée par le capteur du missile. Le guidage radar, pour lequel le missile illumine la cible avec des ondes radio et se dirige par rapport au signal renvoyé, est un système "actif". Les systèmes de guidage laser sont dits "semi-actifs" et se dirigent sur la réflexion d'un signal laser plutôt que radar. Le pointeur laser utilisé pour marquer la cible peut alors être soit à bord de l'avion tireur, soit au sol (par exemple avec un Forward Air Controller ou "FAC"). Dans le premier cas de figure le pilote choisit la cible et l'illumine pendant toute la durée de vol du missile (Missile Time Of Flight – TOF). Dans le second

cas, un élément externe à l'avion (par exemple un autre avion, un hélicoptère ou un FAC) choisit la cible et l'illumine, permettant à l'avion tireur de manœuvrer librement dès qu'il a tiré le missile.

Le missile antichars Russe "Vikhr" utilise un guidage laser dit "Beam Rider". Contrairement aux missiles Kh-25L et Kh-29L, qui sont équipés d'un guidage laser semi-actif dans le nez, le 9A4172 "Vikhr" n'a pas de senseurs dans le nez ; ils sont montés sur la queue du missile, près de la tuyère du moteur-fusée. Ces senseurs détectent le rayon laser émis par l'avion tireur et le suivent directement jusqu'à la cible.

## **KH-25 (AS-10 "KAREN")**

Le développement du missile guidé Kh-25 a commencé au début des années 1970 en tant que "produit 71" du Bureau d'Etudes "Zvezda". Le concept était basé sur celui d'un missile pour chasseur-bombardier plus ancien, le Kh-23 (AS-7 "Kerry"). Cette nouvelle arme devait pouvoir détruire des fortifications, des centres de contrôles et commandement (C<sup>2</sup>), des positions d'armements, des canons antiaériens (AAA) et des sites SAM.

La variante à guidage laser Kh-25L est prévue pour détruire de petites cibles comme des radars, des centres de commandement, et des lanceurs de missiles tactiques. Les cibles peuvent être marquées soit par un avion soit du sol. La vitesse maximale du missile est de 3.200 km/h. Le Kh-25MP (AS-12 "Kegler") est la version antiradar.

Les missiles Kh-25 sont montés sur des pylônes APU-68U/UM/UM2/UM3 qui peuvent être installés sur les MiG-27, Su-17M, Su-24, et Su-25.

### Versions :

Le Kh-25 "Projector" ("produit 71" ou AS-10 "Karen") est un missile polyvalent équipé d'un senseur laser semi-actif 24N1 et d'un système de contrôle SUR-71.

Le Kh-25ML (AS-10 "Karen") est une version modernisée, également guidée par laser. Il est équipé d'un senseur laser semi-actif 24N1 et d'un système de contrôle SUR-73. Le moteur, le corps, l'ogive, le pilote automatique et l'unité électrique sont les mêmes que ceux du missile Kh-27. Il est entré en service en 1981.

Le Kh-25MP ("produit 711" ou AS-12 "Kegler") est un missile antiradar (ARM). Il est équipé d'un système de guidage radar passif PRGS-1VP ou PRGS-2VP (selon la cible visée). Il est entré en service en 1981.

Le Kh-25MR ("produit 714" ou AS-10 "Karen") est une version équipée d'un système de guidage par radiocommande. Il est entré en service en 1981.



**6-1 : Le Missile Tactique Kh-25ML (AS-10 "Karen")**

Missile	Guidage	Ogive (kg)	Portée efficace (km)
Kh-25MR	Radiocommandé	90	2-20
Kh-25ML	Laser semi-actif	90	2-10
Kh-25MP	Antiradar passif	90	20-40

**Table 5**

## **KH-29 (AS-14 "KEDGE")**

Le développement du missile guidé Kh-29 (AS-14 "Kedge") a commencé au Bureau d'Etudes "Molniya", sous la direction de M.P.Bisnovat. Il est entré en service en 1980. A partir de 1981, le développement continua au Bureau d'Etat de Construction de Machines "Vympel". Le missile est équipé d'une ogive à pénétration hautement explosive et est prévu pour détruire les abris en béton, les ponts et les navires. Il est emporté sur un pylône éjecteur.

La version Kh-29L a un senseur laser semi-actif utilisable avec un illuminateur de cible embarqué comme les systèmes électro-optiques "Kaira" ou "Kylon", ou bien avec un marqueur de cible au sol.



### **6-2 : Le Missile Tactique Kh-29L (AS-14 "Kedge")**

La version Kh-29T utilise un guidage TV, et est prévu pour détruire des navires jusqu'à 10.000 tonnes, des abris en béton renforcé, des pistes bétonnées, des ponts et des cibles industrielles. Le senseur optique est verrouillé sur la cible avant le tir, grâce à une image TV agrandie affichée dans le cockpit. Cette version est de type "tire et oublie" - elle se guide de manière autonome sur sa cible après le tir.



### **6-3 : Le Missile Tactique Kh-29T (AS-14 "Kedge")**

A l'heure actuelle, l'avion de support rapproché Su-25TM (Su-39), les chasseurs bombardiers MiG-27M, Su-17M3, Su-17M4, Su-24M et Su-34, et les chasseurs multi-rôles MiG-29CMT, MiG-23 et Su-35 peuvent emporter cette version.

Missile	Guidage	Ogive (kg)	Portée efficace (km)
X-29L	Laser semi-actif	317	8-10



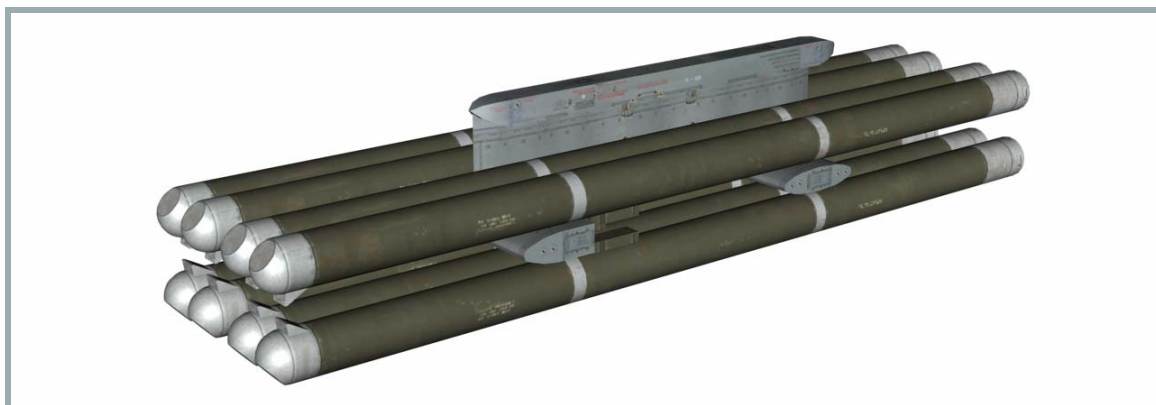
X-29T	TV	320	20-30
-------	----	-----	-------

**Table 6**

## SYSTEME D'ARMES ANTICHARS 9K121 "VIKHR" (AT-9)

Le système d'armes antichars "Vikhr" est conçu pour attaquer des véhicules blindés, y compris ceux équipés d'un blindage réactif, ainsi que des cibles aériennes volant jusqu'à 800 km/h. Son développement a commencé en 1980 au Bureau d'Etat de Construction d'Instruments "Tochtnost" (Groupement Scientifique et de Production) sous la direction du concepteur en chef A.G.Shipunof. Il est entré en service en 1992. Au début de l'an 2000, l'ensemble pouvait être emporté par l'avion antichars de support rapproché Su-25T (jusqu'à 16 missiles chargés sur deux lanceurs APU-8) et par l'hélicoptère de combat Ka-50 "Akula" (jusqu'à 12 missiles chargés sur deux lanceurs APU-6). La désignation OTAN du missile est AT-9. Le système "Vikhr" comprend :

- Des missiles supersoniques à senseurs arrière "Beam Riding" 9A4172
- Le système de contrôle de tir électro-optique I-251 "Shkval"
- Des lanceurs APU-8 ou APU-6



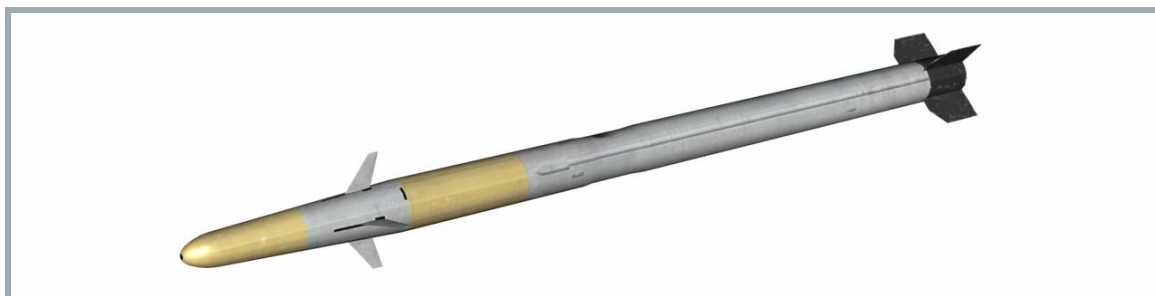
### 6-4 : Le Lanceur APU-8 "Vikhr" (AT-9)

Ce système permet de tirer les missiles individuellement ou par paires. La très grande vitesse supersonique du missile (jusqu'à 610 m/s) réduit la vulnérabilité de l'avion tireur pendant l'attaque, et permet d'attaquer séquentiellement plusieurs cibles en un seul passage. Le missile parcourt sa portée efficace de 4 km en un temps de vol de 9 secondes.

Le missile est conçu selon une configuration aérodynamique en « canard » et comporte des ailerons rétractables. La visée se fait en utilisant le système de ciblage automatisé "Shkval". Une fois l'image de la cible identifiée sur l'écran TV, le pilote place un curseur dessus et déclenche le verrouillage en appuyant sur un bouton. L'affichage fournit des informations sur la cible verrouillée et autorise le tir quand elle est à portée.

Le missile est tiré d'un tube à l'aide d'une charge d'éjection avant le démarrage du moteur-fusée.

Le guidage laser par senseur arrière associé au verrouillage électro-optique assure une grande précision quelle que soit la distance à laquelle se trouve la cible. De plus, le guidage laser par senseur arrière est plus fiable en cas de gêne extérieure (par ex. poussière, fumée) et/ou de contre-mesures ennemies (par ex. écrans de fumée).



### **6-5 : Le Missile 9A4172 "Vikhr" (AT-9)**

A bord du Su-25T, le désignateur laser / calculateur de portée "Prichal" fonctionne conjointement avec le système de contrôle de tir "Shkval" et le système nocturne de télévision basse luminosité (Low Light Television – LLTV) "Mercury". En vol, le missile détecte le rayon laser et essaye de le garder centré entre deux senseurs montés dans sa queue. Il est équipé d'un unique servomoteur pour se diriger et tourne donc autour de son axe longitudinal durant le vol, corrigeant constamment son tangage et son lacet par des boucles. Ce mouvement tournant donne au missile une trajectoire en spirale caractéristique.

Le stockage, le transport et le tir du missile sont effectués avec le même conteneur, permettant d'assurer la fiabilité du missile pour une dizaine d'années sans le moindre entretien.

Le missile peut pénétrer 1.000 mm de blindage homogène laminé (Rolled Homogeneous Armor – RHA). Il est équipé à la fois de déclencheurs de proximité et de contact. La probabilité de détruire un char en mouvement est de 80%.

## **S-25L**

La roquette guidée par laser S-25L a été conçue par l'Institut Central Scientifique et de Recherche "Tochmash", rendu célèbre par ses conceptions d'armements pour l'infanterie aéroportée et de roquettes pour l'aviation. Parmi ces dernières se trouvait la roquette lourde S-25 de 400 kg – une arme extrêmement fiable et populaire.

Cette roquette a une structure modulaire qui a simplifié la suite du développement. Le carénage de nez en plastique fut remplacé par un senseur laser qui transforma la roquette en arme de précision. L'idée était de A.Nudelman, chef du Bureau d'Etudes de l'Institut. L'équipe était dirigée par B.Smironov (qui est aujourd'hui Concepteur Général de l'Institut). Un module de contrôle de 42 kg, comprenant un senseur laser 24N1, un pilote automatique, des surfaces de contrôle, des activateurs et une batterie pour 20 secondes d'électricité, fut ajouté à la roquette de série. La roquette S-25 était stabilisée en vol par rotation, tournant à 600 tours/m, ce qui empêchait le senseur et le pilote automatique de fonctionner correctement, menaçait de surcharger le gyroscope et de provoquer une perte de contrôle.

Le problème fut résolu simplement : le module de contrôle fut monté sur un support rotatif afin qu'il restât stable pendant que le corps du missile tournait. Un kit d'amélioration sur le terrain contient le module de contrôle et de nouvelles connexions électriques pour le tube de lancement et le pylône, et peut être installé par deux personnes. Le tube de lancement jetable amélioré est appelé O-25L, et à l'ogive explosive à fragmentation de 150 kg à chemise perforante et parois épaisses s'ajoute une charge auxiliaire de 21 kg. Le missile S-25L est équipé d'un déclencheur électromécanique de contact, avec retard optionnel pour la pénétration du béton. Il est entré en service en 1979. Il a une portée de 7 km avec une précision de 4 - 7 m. Il existe une version améliorée, le S-25LD, qui peut porter jusqu'à 10 km, entrée en service en 1984.



#### **6-6 : La Roquette Guidée par Laser S-25L**

En concevant le S-25L, l'Institut "Tochmash" méritait pleinement son nom (Tochmash est l'abréviation de "construction de mécanismes de précision" en russe). Par rapport à la roquette S-25 originale, la portée passa de 3 à 7 km et la précision fut améliorée d'un facteur six – de 20-30 m à une distance de 3 km pour la S-25 à 5-7m à une distance de 7 km pour le S-25L. Le S-25L de précision se distingue également par son coût limité, sa facilité d'utilisation, sa fiabilité et sa maintenance aisée. Avec des dimensions et un poids similaires, la version modifiée S-25L a grandement amélioré les performances : tiré du Su-25T, l'erreur circulaire équiprobable (ECP) ne dépasse pas 1,2 m et la plupart des véhicules blindés sont détruits par un impact direct.

## **MISSILES ANTIRADIATION**

D'un point de vue technique, les missiles antiradiation ou antiradar (Anti Radiation Missile - ARMs) sont des armes guidées passivement qui se dirigent vers les émissions radio de leur cible. Les missiles antiradiation peuvent être utilisés contre différents types de radars : radars d'alerte avancée, de recherche ou de poursuite utilisés par les systèmes de contrôle de tir des SAM.

En pratique, la destruction des systèmes radars ennemis s'est révélée être une tâche complexe. Beaucoup de systèmes radars sont capables de détecter les missiles qui leurs sont destinés, auquel cas ils s'éteignent, supprimant ainsi le signal qui guide le missile hostile en lui faisant rater sa cible. Les ARMs modernes, comme le Kh-31P et l'AGM-88 HARM, peuvent mémoriser la direction de la source du signal et continuer leur vol par guidage inertiel, mais dans ce cas leur précision est réduite. Pourtant, la suppression et/ou la destruction des défenses anti-aériennes radar ennemies (SEAD ou DEAD) est extrêmement importante, en particulier quand elle doit permettre d'assurer la sécurité des avions d'attaque alliés.

Les différents radars de combat utilisent un large éventail de fréquences. Il est difficile de concevoir une unique tête chercheuse passive efficace pour toutes ces fréquences, en particulier à cause des limitations physiques inhérentes à l'antenne. Jusqu'à récemment, la solution était de créer plusieurs modules senseurs interchangeables pour un même missile, chacun opérant sur une partie différente du spectre radio, et choisis avant le décollage selon la cible programmée. Même les ARMs modernes peuvent être optimisés pour contrer une cible particulière en priorité. Par exemple, les ARMs Kh-58 et Kh-31P ont été conçus pour attaquer le radar multifonction AN/MPQ-53 du système Patriot. En raison de ces optimisations, il est possible qu'un ARM donné ne puisse pas détecter certaines menaces radar.

### **KH-25MP/MPU (AS-12 "KEGLER")**

La version Kh-25MP du missile tactique Kh-25 a une tête antiradiation passive et a été conçu pour être utilisé contre les radars SAM Hawk, Improved Hawk et Nike Hercules. Les radars Roland et Crotale ont été rajoutés dans le programme d'une version modernisée appelée Kh-25MPU.



#### **6-7 : Le Missile Antiradiation Kh-25MPU (AS-12 "Kegler")**

La modernisation a consisté à agrandir la plage de fréquences reconnaissables par le senseur et à ajouter un système de guidage inertiel qui continuait à guider le missile vers sa cible pour la réacquérir si le lock avait été perdu au milieu du vol. La portée du missile fut augmentée à 40 km, et sa vitesse maximale à Mach 2,5.

Ces missiles sont tirés des pylônes APU-68U installés sur les MiG-27K, Su-17M4, Su-24M, Su-25T et Su-25-TM.

### **KH-58 (AS-11 "KILTER")**

Le missile Kh-58U (AS-11 "Kilter") a été conçu avec une portée importante pour permettre d'attaquer les systèmes SAM "HAWK", "Nike Hercules" et "Patriot" à distance de sécurité, sans avoir à entrer la zone exposée à leurs missiles.



#### **6-8 : Le Missile Antiradiation Kh-58 (AS-11 "Kilter")**

Le missile Kh-58U est de configuration aérodynamique classique, avec des ailes fixes et des surfaces de contrôles mobiles sur la queue. Ses grandes ailes lui confèrent une longue durée de vol, et le moteur fusée à carburant solide utilise une tuyère axiale pour éviter les pertes propulsives inhérentes aux tuyères montées sur les cotés comme celles du Kh-25. Pour garantir une portée de tir de 100 km à haute altitude et vitesse élevée, le moteur fusée fournit une phase de propulsion de 3,6 s avec une poussée de 6 tonnes (dépassant la masse au lancement de

manière significative), suivie d'une phase soutenue de 15 s pour le vol de croisière. Le moteur de croisière utilise un carburant en poudre confinée à des températures de combustion plus basses, permettant au profil de poussée de chuter "économiquement" à environ un sixième de la phase de propulsion.

Ainsi, les performances « fusée » du Kh-58U se rapprochent de celles des missiles air-air (en comparaison, son rapport poids poussée est le double de celui des AGMs Kh-23 et Kh-25). Les surfaces de contrôle sont actionnées par des activateurs électromécaniques (montés près de la queue), ce qui est inhabituel pour ce type de missile. Ils ont été choisis pour obtenir un temps de vol et une portée supérieurs à ce que des activateurs à air ou à gaz pouvaient fournir. La batterie rechargeable nickel-cadmium à haute capacité permet un fonctionnement du système et un contrôle de trajectoire pour une durée de vol d'au moins 200 s (plus du double que pour le Kh-27). Afin de supporter les 400° - 500°C d'échauffement cinétique subis pendant le vol à grande vitesse, du chromansil 30KhGSA et du titane OT4-1 ont été principalement utilisés pour sa fabrication. Les ailes et l'empennage, entre autres la structure et le revêtement des ailes, sont en titane soudé. Le corps est en acier soudé, et d'autres pièces sont faites en alliages légers et utilisent des techniques inhabituelles pour se protéger de la chaleur, par exemple des mastics de jointure résistants aux hautes températures.

A haute altitude et à grande vitesse, la portée de tir peut atteindre 100 km. La vitesse maximale en vol dépasse Mach 3,0 quand il est monté sur les pylônes AKU-58 des Su-17M4, Su-24M et Su-25T(M).

## NOTES SEAD POUR LES CREATEURS DE MISSIONS

Les capacités en bande passante et les bibliothèques de menaces des différents missiles antiradiation (ARMs) peuvent ne devenir apparentes que pendant le jeu, lorsque certains ARMs se révèlent inoffensifs contre des radars opérant à des fréquences trop hautes ou trop basses. A la demande générale, la Table 7 a été ajoutée pour aider les concepteurs de missions à s'assurer que les avions contrôlés par le joueur et par l'ordinateur, ayant pour mission de neutraliser les défenses antiaériennes ennemies (SEAD), sont équipés correctement. Les portées indiquées (en km) ont une signification différente selon qu'elles s'appliquent à des avions contrôlés par le joueur ou par l'ordinateur. Les avions contrôlés par l'ordinateur peuvent détecter de très loin les radars montés sur des véhicules, la distance indiquée est donc celle à laquelle l'arme sera tirée. Pour les Su-25T pilotés par le joueur, le récepteur d'alertes radar (Radar Warning Receiver – RWR) et le pod de liaison ARM "Fantasmagoria" sont modélisés de manière plus réaliste. Dans ce cas, la distance indiquée représente la distance à laquelle un radar au sol peut être détecté et verrouillé par cet équipement. La portée réelle de l'arme peut être plus ou moins longue que celle indiquée, selon la vitesse et l'altitude auxquelles le joueur a choisi de voler. L'équipement peut être capable de détecter et verrouiller certains radars sans pour autant pouvoir tirer sur eux – dans ces cas de "lock only", la portée est indiquée entre parenthèses. Les distances indiquées étaient valables au moment où nous écrivons ces lignes ; mais elles sont susceptibles de changer sans avertissement si de nouvelles informations non classifiées sur les radars et les armements deviennent disponibles: elles seront intégrées dans de futures productions.

Type	Nom	Avions contrôlés par l'intelligence artificielle (AI)					Su-25T contrôlé par le joueur		Symbole VTH	Notes
		Kh-25MPU (AS-12 "Kegler")	Kh-58 (AS-11 "Kilter")	Kh-31P (AS-17 "Krypton")	AGM-88 HARM	ALARM	Kh-25MPU (AS-12 "Kegler")	Kh-58 (AS-11 "Kilter")		
EWR	1L13	/	/	/	/	/	(100 km)	(100 km)	aucun	

	55G6	/	/	/	/	/	(100 km)	(100 km)	aucun	
AAA/CIWS	ZSU-23-4 Shilka	/	/	/	85 km	45 km	(4.1 km)	(4.1 km)	aucun	
	2S6 Tunguska	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	15.1 km	15.1 km	2C6	
	Vulcan	/	/	/	/	/	/	/	/	sans radar
	Gepard	/	/	/	/	/	(12.5 km)	(12.5 km)	aucun	
Lanceurs portables	Igla	/	/	/	/	/	/	/	/	sans radar
	Stinger	/	/	/	/	/	/	/	/	sans radar
Radars SAM basse altitude IRH	Strela-1	/	/	/	/	/	/	/	/	sans radar
	Strela-10	/	/	/	/	/	/	/	/	sans radar
	Dog Ear rdr	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	(30 km)	(30 km)	aucun	
	Avenger	/	/	/	/	/	/	/	/	sans radar
Radars SAM basse altitude	Osa 9A33 In	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	25 km	25 km	OCA	
	Osa Id	/	/	/	/	/	/	/	/	sans radar
	Tor 9A331	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	21 km	21 km	TOP	
	Roland ADS	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	10 km	10 km	R	
	Roland rdr	/	/	/	/	/	(30 km)	(30 km)	aucun	
Radars SAM moyenne portée	Kub STR	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	60 km	60 km	КУБ	
	Kub LN	/	/	/	/	/	/	/	/	sans radar
	Buk SR	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	85 km	85 km	БУК	
	Buk LN	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	30 km	30 km	БУК	
	Hawk SR	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	80 km	80 km	H50	
	Hawk TR	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	36 km	36 km	H46	
	Hawk LN	/	/	/	/	/	/	/	/	sans radar
Radars SAM longue portée	S-300PS 64H6E sr	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	170 km	170 km	300	
	S-300PS 40B6MD sr	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	100 km	100 km	300	déectable seulement sous 3000 m d'alt.
	S-300PS 40B6M tr	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	57 km	57 km	300	déectable seulement après un tir missile
	S-300PS C In	/	/	/	/	/	/	/	/	sans radar
	S-300PS D In	/	/	/	/	/	/	/	/	sans radar
	Patriot STR	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	170 km	170 km	P	
	Patriot LN	/	/	/	/	/	/	/	/	sans radar

**Table 7 : Performances de verrouillage des ARMs (pour la création de missions)**



## MISSILES ANTI-NAVIRES

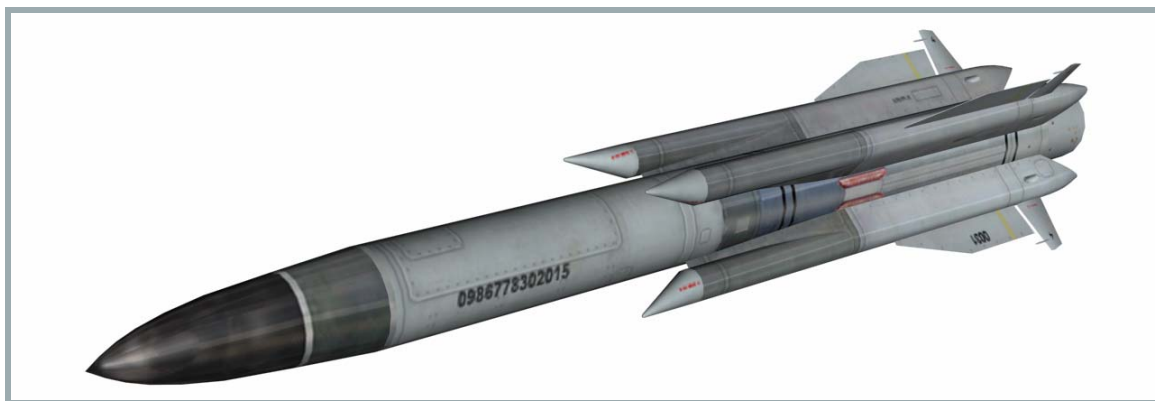
Les missiles anti-navires (Anti-Ship Missile - ASMs) sont conçus pour attaquer des navires ou des sous-marins en surface. Ils ont habituellement une grande portée (pour le tir *stand-off*, à distance de sécurité) et une vitesse élevée, pour les aider à percer les défenses anti-aériennes des navires. Les ASMs sont souvent tirés en groupes afin de saturer efficacement les défenses des navires et permettre à quelques-uns d'entre eux d'atteindre leur cible. Plusieurs systèmes de guidages peuvent être utilisés sur un même missile, du guidage inertiel au guidage radar actif pour l'approche finale.

### KH-31A (AS-17 "KRYPTON")

En 1977, le Bureau d'Etudes Séparé "Zvezda" commença à concevoir le missile antiradar Kh-31P, pour être utilisé contre les défenses anti-aériennes ennemies supposées, sous la direction de V.Bugaisky. Le missile fut conçu pour avoir une longue portée et une grande vitesse de vol supersonique, grâce à un statoréacteur à carburant solide et un booster.

Dans les années 1980, il fut décidé d'en créer une version anti-navire, capable de percer les défenses anti-aériennes étagées des navires de guerre, en utilisant le senseur radar actif ARG-31. Le missile anti-navire fut appelé **Kh-31A (produit 77a)**. Il devait être utilisé par les Su-24M, Su-27K, Su-27IB équipés du système "MZ" (Su-32FN à l'export), Su-30MK, MiG-29K, MiG-29M, MiG-29SMT et Yak-141. Ces missiles utilisent des radars air-sol "Zhuk", "Kopyo" ou autres pour acquérir leur cible, et sont montés sur des pylônes éjecteurs standard AKU-58 (AKU-58M, AKU-58E).

Le senseur du Kh-31A est résistant aux contre-mesures électroniques (Electronic Counter Measure – ECM) et peut atteindre la vitesse de Mach 4,5 à haute altitude. Le senseur ARG-31 est également capable d'isoler sa cible au milieu d'un groupe. Dans ce cas, la probabilité de coup au but est de 55%. Le missile Kh-31A peut effectuer une manœuvre "gorka" de prise d'altitude rapide à 10G avant de plonger sur sa cible. La portée de tir maximale est de 70 km à haute altitude.



#### 6-9 : Le Missile Anti-Navire Kh-31A (AS-17 "Krypton")

Le missile est construit en alliages de titane et en acier inoxydable hautement résistants. Les carénages, invisibles au radar de l'antenne diélectrique, sont faits de matières plastiques de nouvelle génération. L'ogive perforante 9M2120 est prévue pour être efficace contre un destroyer, une frégate ou un navire lance missiles, ainsi que contre les véhicules hydrodynamiques tels que les aéroglisseurs, les véhicules à coussin d'air et à effet de sol. Deux à

trois impacts sont suffisants pour détruire un navire de la taille d'un destroyer, tandis que pour un bateau lance-missiles un coup au but suffit.

À cause des changements survenus dans la situation politique et financière du pays, le missile anti-navire Kh-31A n'est jamais entré en service dans l'Aéronavale russe mais fut vendu à l'export en 1991. A la fin des années 1990, l'Inde en a acheté 90 pour armer ses chasseurs Su-30MKI. Des négociations eurent également lieu avec le Vietnam, concernant l'utilisation de ce missile par leurs Su-27SK. Toutes les versions du missile Kh-31 sont construites à l'usine de Bolshevo.

## **KH-41 ("SUNBURN")**

Le missile Kh-41 (**3M80 "Moskit", OTAN "Sunburn"**) est conçu pour être utilisé contre des transports maritimes et des navires de guerre d'un déplacement pouvant atteindre 20.000 tonnes, avec une résistance aux contre-mesures ennemies et aux mauvaises conditions météo et un renforcement contre les explosions nucléaires.

Le système "Moskit" a été conçu dans le Bureau de Construction de Machines "Raduga" sous la direction du Concepteur Général I.S.Seleznev à la fin des années 70 et au début des années 80. Le système de guidage a été conçu par l'Association d'Etat de Production Scientifique "Altair" sous la direction de S.Klimov.

Le missile **Kh-41** est conçu pour remplacer le missile anti-navire de croisière P-15.

Au début des années 1980, le système anti-navires 3M-80 "Moskit" fut intégré au projet de destroyer 956 (classe OTAN "Sovremenny"), à bord duquel il était transporté dans deux containers de lancement quadruples KT-190. En plus du projet 956 et du navire de guerre anti-sous-marin Projet 1155.1 "Amiral Chabanenko (OTAN "Udaloy II"), le Moskit fut installé sur le projet de bateau lance-missiles 1241.9 "Molniya" (classe OTAN "Tarantul"). Deux lanceurs doubles KT-152M sont installés à mi-longueur de chaque côté du bateau. Deux lanceurs quadruples sont intégrés au projet expérimental de navire lance-missiles à effet de surface 1239 (OTAN "Dergach"). Deux lanceurs jumelés sont également installés sur le projet expérimental d'aéroglesseur lance-missiles 1240 MRK-5 (OTAN "Sarancha").

De plus, le "Moskit" a été installé sur l'ekranoplane "Lun" (OTAN "Utka"); il peut être utilisé par des batteries de défense côtière et, en théorie, par l'aviation navale (Su-33, Su-32FN). Sur le Su-33, un unique missile 3M80 peut être monté sous le fuselage, entre les nacelles moteur.

Le ciblage peut se faire avant le tir via différents systèmes de reconnaissance externes, comme un marquage de cible par un avion de patrouille Tu-95RT, un hélicoptère Ka-27RT ou des systèmes de reconnaissance satellite.

La version tirée en vol a une portée accrue à 120 km et est désignée sous l'appellation 3M80E (ASM-MSS). L'OTAN appelle la version tirée des navires SS-N-22 "Sunburn".



### **6-10 : Le Missile Anti-Navire Kh-41 "Moskit" ("Sunburn")**

Le missile de croisière anti-navire supersonique 3M-80 "Moskit" est de configuration aérodynamique classique, avec des surfaces aérodynamiques cruciformes. Le système de propulsion à deux phases regroupe un booster fusée intégré et un statoréacteur à carburant solide. Le booster est monté dans la tuyère du statoréacteur et est éjecté par le flux d'air à la fin de sa combustion – 3 à 4 secondes après le tir. Le statoréacteur a été conçu dans un bureau d'études séparé, l'OKB-70 du concepteur en chef M. Bondariuk, et fut terminé ensuite au Bureau de Conception de Machines "Soyuz" à Turayevo.

Le système de contrôle combiné, comprenant un système de navigation inertielle et une tête chercheuse radar active/passive, assure une bonne probabilité d'impact même en présence d'ECM ennemies. Contre un groupe de navires de guerre, la probabilité de destruction est de 99% ; contre des convois de transport et des vaisseaux amphibies elle atteint 94%. La portée maximale est de 120 km.

Le missile effectue une rapide prise d'altitude ("gorka") juste après le tir, puis descend doucement à son altitude de croisière de 20 m, avec une altitude d'approche finale rasant la mer à 7 m. Le missile peut tenter d'éviter les défenses anti-aériennes ennemies en effectuant des manœuvres à plus de 10 G.

Le système a été présenté à plusieurs reprises dans des salons aéronautiques au Chili, à Abû Dhabî (EAU) et dans la ville de Zhukovsky près de Moscou (MAKS). Actuellement, il est autorisé de l'exporter et des destroyers équipés de ce système ont été livrés à la Chine.

### **KH-35 (AS-20 "KAYAK")**

Contrairement au Kh-31 qui utilise une grande vitesse et une haute altitude, le missile anti-navire Kh-35 (AS-20 "Kayak") fut conçu comme un missile à vol subsonique long et discret, au ras des vagues, pour éviter d'être détecté par les défenses ennemies. Cette approche rend le Kh-35 similaire au missile anti-navire américain AGM-84 "Harpoon". Lors du développement du Kh-35 d'aviation sur la base du missile de croisière naval 3M 24 "Uran", l'objectif était de le doter d'une portée "au-delà de l'horizon". Cet objectif nécessita un moteur à réaction à carburant solide économique et de petite taille et une configuration aérodynamique semblable à celle d'un avion, avec un corps cylindrique à entrées d'air de fuselage, de grandes ailes et un empennage mobile. Pour l'alléger, la structure fut constituée d'alliages d'aluminium soudés; elle n'est pas modulaire mais complètement intégrée.

Sont installés dans le corps du missile : le senseur radar actif et son capot en fibre de verre invisible au radar, le générateur, l'ogive de 145 kg, le réservoir de carburant pour le moteur à réaction, le moteur de croisière, et le système de contrôle automatisé embarqué avec son unité de guidage inertiel, son ordinateur, son altimètre radar et son pilote automatique,.

L'allumage du moteur à réaction se fait après le tir avec un démarreur pyrotechnique. Le missile Kh-35 est équipé d'un senseur radar ARGS-35 de 47,5 kg qui scanne de +45° à -45° en azimut et de +10° à -10° en élévation avec possibilité de verrouiller la cible à partir de 20 km.



#### **6-11 : Le Missile Anti-Navire Kh-35 (AS-20 "Kayak")**

Pour garantir la pénétration de la coque, des cloisons étanches et des superstructures puis l'explosion de la charge à l'intérieur du navire, où son potentiel destructeur est le plus élevé, l'ogive explosive à fragmentation est intégrée dans une coque renforcée. Il est intéressant de noter que les missiles anti-navires les plus récents n'ont plus besoin de charges creuses puisque les grands cuirassés appartiennent maintenant au passé. Le Kh-35 peut être tiré dans la direction approximative d'un navire ennemi, après quoi il adoptera une trajectoire de recherche en zigzags pour repérer la cible avec son senseur radar embarqué. Le missile se dirige ensuite vers sa cible en rasant la mer avant d'effectuer une attaque plongeante "pop-up", particulièrement efficace contre des cibles en mouvement.

Le Kh-35 a une vitesse de croisière subsonique de 240 – 270 m/s et esquive les défenses grâce à une altitude de 5 – 10 m pendant la croisière et de 3 – 5 m pendant l'approche finale. Deux impacts de Kh-35 sont suffisants pour couler un destroyer, un seul pour des navires plus petits. Le Kh-35 devait entrer en service sur la plupart des avions d'attaque de l'aéronavale, y compris le chasseur MiG-29K, l'appareil de soutien rapproché Su-25TM, le patrouilleur à longue distance Tu-142 (qui peut emporter jusqu'à 8 missiles) et les hélicoptères Ka-27, Ka-29 et Ka-31A-7.

Les missiles guidés de l'Armée de l'Air et de l'Aéronavale russe

Missile (appellation OTAN)	Plate-forme de tir (nombre de missiles)	Poids (kg)	Portée efficace (km)	Cibles
Kh-25ML (AS-10 "Karen")	Su-25 (4) MiG-27 (2) Su-17 (4) Su-39 (4)	300	10-12	Fortifications, places fortes, ponts, centres de contrôle et de commandement, positions de missiles et d'artillerie.
Kh-25MPU (AS-12 "Kegler")	MiG-27(2) Su-25T (4) Su-17 (4) Su-24 (4) Su -39 (4)	300	40	Radars SAM «Hawk», «Roland», «Crotale».
Kh-29T/L (AS-14 "Kedge")	MiG-27(2) Su-24(2) Su-39(2) Su -34(4)	680	10-13	Fortifications, places fortes, ponts, centres de contrôle et de commandement, positions de missiles et d'artillerie, bateaux.
Kh-31P (AS-17 "Krypton")	MiG-27(2) Su-24(2) Su-39(2) Su -34(6)	600	100	Radars SAM "Patriot", "Nike Hercules", "Improved HAWK".
Kh-31A (AS-17 "Krypton")	MiG-27(2) Su-39(2) Su -34(6)	600	70	Navires jusqu'à 8 000 t.
Kh-35 (AS-20 "Kayak")	MiG-27(2) Tu-142(6) Su-34(6) Tu-142 (6)	600	130	Navires jusqu'à 5 000 t.
Kh-41 ("Sunburn")	Su-33(1) (le programme est clôturé)	4500	120	Navires jusqu'à 20 000 t.
Kh-65	Tu-160(12) Tu-95(12)	1250	280	Objets stratégiques au sol.

**Table 8**

## BOMBES

Les bombes d'aviation sont des armements polyvalents et peu onéreux. Différents types de bombes sont prévus pour différentes missions. Les bombes d'aviation se répartissent en deux classes principales : bombes lisses ("dumb", "gravity" ou "iron") et bombes guidées ("smart"). Les bombes sont utilisées pour attaquer un large éventail de cibles au sol, entre autres : de l'équipement, du personnel, des abris d'avions, des centres de contrôle et de commandement, des lance-missiles, des bunkers souterrains, des ponts, des routes et des pistes d'envol. Une bombe typique est constituée d'un corps avec des ailerons stabilisateurs, une charge explosive et un détonateur. Il existe des bombes explosives, explosives à fragmentation, à pénétration, incendiaires, à dépression, à sous munitions, éclairantes, et bien d'autres types encore.

## BOMBES LISSES

Les bombes lisses n'ont aucun guidage ni système de contrôle. Elles suivent une trajectoire balistique qui est déterminée par la vitesse et l'inclinaison de l'avion qui les largue.

### BOMBES POLYVALENTES FAB-100, FAB-250, FAB-500, FAB-1500

Voici une famille de bombes hautement explosive de calibres variés. Le nombre indiqué dans leurs appellations représente le poids approximatif de la bombe (en kilogrammes). Ces bombes sont efficaces contre des objets au sol, de l'équipement, des installations de défense, des ponts et des fortifications. La vitesse au moment du largage peut être de 500 – 1.000 km/h.



**6-12 : La Bombe Hautement Explosive FAB-500**



**6-13 : La Bombe Hautement Explosive FAB-250**





**6-14 : La Bombe Hautement Explosive FAB-100**

### **PB 250 (BOMBE PARACHUTEE)**

La PB 250 est une bombe à fragmentation ralentie par un parachute. Le parachute augmente la traînée de la bombe et réduit sa vitesse. Les bombes ralenties permettent au pilote un largage à basse altitude, en lui laissant assez de temps avant l'impact pour s'éloigner et éviter des dommages dus aux fragments de l'explosion. Cette bombe est efficace contre du personnel et des véhicules non blindés. Elle est larguée en vol horizontal à une altitude de 100 – 300 m et à une vitesse de 500 – 1000 km/h.



**6-15 : La Bombe Parachutée PB 250**

### **BOMBE À PENETRATION BETAB-500SHP**

Cette bombe spéciale est efficace contre des abris renforcés ou des pistes d'envol bétonnées. Elle est équipée d'un parachute de freinage et d'un moteur-fusée à carburant solide. D'abord, le parachute ralentit la bombe, laissant à l'avion le temps de s'éloigner, et oriente la bombe verticalement au-dessus de la cible. Puis le moteur-fusée s'allume, propulsant l'ogive à une vitesse suffisante pour percer du béton. La bombe a une enveloppe plus solide que celles des bombes explosives ordinaires, ce qui lui permet de s'enterrer dans le béton avant d'exploser. Cette bombe doit de préférence être larguée d'une altitude de 150 – 1000 m à une vitesse de 550 à 1.100 km/h.



**6-16 : La Bombe à Pénétration BetAB-500ShP**

## BOMBE INCENDIAIRE ZAB-500



### 6-17 : La Bombe Incendiaire ZAB-500

Cette bombe incendiaire de 500 kg peut être utilisée contre du personnel, des cibles industrielles et des gares. Elle contient un agent inflammable à base d'un mélange de produits dérivés pétroliers.

## BOMBE À DEPRESSION ODAB-500

La bombe "privative d'oxygène" (Fuel Air Explosive – FAE) de 500 kg ODAB-500PM est conçue pour l'attaque de main-d'œuvre exposée ou abritée, la destruction de matériel de combat, et la neutralisation de mines.



### 6-18 : La Bombe à Dépression OBAB-500PM

Le nez de la bombe renferme un mécanisme d'armement électromécanique sophistiqué qui projette un mélange explosif "visqueux" avant l'explosion. La bombe contient 193 kg de ce liquide volatil à haute énergie. La queue de la bombe abrite un parachute de freinage. La bombe dilue la substance explosive dans l'air après le largage. Le nuage ainsi créé est alors enflammé par un détonateur, donnant naissance à une puissante onde de choc sur-pressurisée. Le rayon efficace de l'explosion est de 30 m contre du personnel exposé ou des avions garés, ou 25 m contre du personnel abrité.

L'ODAB-500PM est utilisée à des altitudes de 200 – 1.000 m et à des vitesses de 500 – 1.000 km/h. La bombe peut supporter des manœuvres à hauts G. Tous les avions tactiques de l'Armée de l'Air russe peuvent en emporter.

## BOMBE ECLAIRANTE SAB-100



### 6-19 : La Bombe Eclairante SAB-100

Cette bombe à fusées de 100 kg sert à illuminer les alentours d'une cible de nuit. Le container distributeur est largué d'une altitude de 1.000 – 3.000 m, après quoi des fusées éclairantes sont éjectées les unes après les autres. Chacune de ces fusées est munie d'un parachute qui ralentit sa chute. L'illumination dure de 1 à 5 mn.

## BOMBE A FRAGMENTATION RBK-250, RBK-500

Les bombes à fragmentation RBK sont des conteneurs métalliques à parois fines qui contiennent plusieurs mines antichars ou anti-personnel ou bien des sous-munitions (bombinettes) explosives, antichars ou incendiaires. Ces bombes à fragmentation ont environ les mêmes dimensions qu'une bombe polyvalente de 100 – 150 kg et reçoivent une appellation en fonction du calibre et du type de munitions (par ex. RBK-250 AO-1 pour une bombe antipersonnel de 250 kg). Les différents types de RBK se différencient aussi par la méthode utilisée pour disperser les sous-munitions.



### 6-20 : La Bombe à Fragmentation RBK-250

Le nez du réceptacle renferme une charge de dispersion à poudre noire déclenchée par un détonateur hélicoïdal à retardement. Le détonateur commence à tourner après le largage de la bombe et les bombinettes sont alors éjectées dans l'atmosphère. L'expansion des gaz sépare le conteneur en deux et disperse les bombinettes. La zone sur laquelle les sous-munitions sont réparties est appelée « l'empreinte » de la bombe. Selon l'angle auquel la bombe tombe au moment de la dispersion, l'empreinte peut être circulaire ou elliptique, et sa taille varie selon la vitesse et l'altitude du conteneur. Le conteneur est parfois équipé de mécanismes internes destinés à agrandir l'empreinte en éjectant les bombinettes avec une plus grande vitesse ou à intervalles plus larges.

Il existe plusieurs types de bombes à fragmentation RBK.

La RBK-250 AO-1 contient 150 bombinettes à fragmentation. Le réceptacle fait 2.120 mm de long, 325 mm de diamètre, pèse 273 kg dont 150 kg de sous-munitions. L'empreinte peut atteindre 4.800 m<sup>2</sup>.



### **6-21 : La Bombe à Fragmentation RBK-500**

La bombe RBK-500 AO-2.5RTM contient 108 bombinettes AO-2.5RTM. Le réceptacle mesure 2.500 mm de long, 450 mm de diamètre, pèse 504 kg dont 270 kg de sous-munitions. Chaque bombinette pèse 2,5 kg, avec 150 mm de long et 90 mm de diamètre. Les bombes à fragmentation RBK-500 AO-2.5RTM sont larguées à une vitesse de 500 à 2.300 km/h et à une altitude comprise entre 300 m et 10 km.

### **DISTRIBUTEUR DE SOUS MUNITIONS KMGU-2**

Le KMGU-2 ("Conteneur Général pour sous-munitions de Petite Taille") est conçu pour délivrer des bombinettes de petit calibre et des mines. Les sous-munitions sont installées dans le container dans des cartouches (BKF – "blocs conteneurs pour l'aviation de première ligne"). Le KMGU-2 se présente comme un corps cylindrique avec des capots avant et arrière et contient 8 cartouches BKF remplies de bombinettes ou de mines montées dans des emplacements prévus à cet effet. Les trappes du distributeur sont actionnées pneumatiquement pour répandre les sous munitions.



### **6-22 : Le Distributeur de Sous Munitions KMGU-2**

Le système électrique du KMGU-2 assure un intervalle régulier de 0,005, 0,2, 1,0 ou 1,5 secondes entre chaque largage de cartouche. Les cartouches BKF emportées par le Su-25 contiennent habituellement 12 bombes à fragmentation AO-2.5RT de 2,5 kg, 12 mines antichars PTM-1 de 1,6 kg, ou 156 mines explosives PFM-1C de 80 g. Les distributeurs KMGU-2 sont transportés unitairement sur les rails de support de bombes universels BDZ-U. Les cartouches sont larguées à des altitudes de 50-150 m et à des vitesses de 500-900 km/h. L'autorisation de tir est donnée sur indication des instruments du cockpit.

## BOMBES GUIDEES

Les bombes guidées sont utilisées contre des cibles immobiles, comme les centres de contrôle et de commandement, les dépôts de munitions, les ponts de chemin de fer et les fortifications. Elles peuvent être équipées d'ogives explosives ou perforantes. Comme les missiles, les bombes guidées peuvent utiliser un guidage TV, infrarouge ou laser. De mauvaises conditions météo ou une faible visibilité réduisent leurs performances.

### BOMBE GUIDEE PAR TV KAB-500KR

La KAB-500KR est une bombe guidée par TV utilisable uniquement avec une bonne visibilité et de jour. L'ogive peut être soit explosive soit perforante. Le senseur comprend une caméra de TV et un microprocesseur. L'angle de vue de la caméra est compris entre 2° et 4°. Après le verrouillage et le largage, la bombe se guide de manière pleinement autonome vers sa cible. De petites surfaces de contrôle dirigent son vol pour une erreur circulaire équiprobable (Circular Error Probable – CEP) de 3 – 4 m. La bombe est prévue pour attaquer des cibles au sol très visibles, comme des ponts de chemin de fer, des abris en béton ou des pistes d'aérodromes. Elle est utilisée par des avions d'attaque avancés, à des altitudes de 0,5 – 5 km et à des vitesses de 550 – 1.100 km/h. Il n'existe pas d'équivalents étrangers connus à cette bombe guidée par TV de 500 kg.



**6-23 : La Bombe Guidée par TV KAB-500KR**

### LES BOMBES GUIDEES PAR LASER KAB-500L, KAB-1500L

Les bombes guidées par laser KAB-500L et KAB-1500L sont prévues pour détruire des cibles au sol immobiles, par exemple des installations bétonnées ou souterraines comme des fortifications, des centres de contrôle et de commandement, des entrées de tunnels, des pistes d'envol, des ponts et des barrages. Leur système de guidage laser étant semi-actif, il nécessite l'illumination de la cible durant le temps de vol de la bombe. L'ogive peut être explosive ou perforante. Cette bombe est montée sur des supports de bombes universels BD.



### **6-24 : La Bombe Guidée par Laser KAB-500L**

Pour utiliser ces bombes, un système d'illumination laser de la cible est nécessaire, installé à bord de l'avion ou au sol.

## **LES ROQUETTES NON GUIDÉES**

Malgré l'existence d'armes de précision, les roquettes non guidées continuent d'être largement utilisées pour les attaques air-sol, associant efficacité, fiabilité et facilité d'utilisation pour un coût de mise en oeuvre des plus bas. Une roquette a une conception relativement simple, constituée d'une fusée de déclenchement, d'une tête explosive, d'un corps, d'un moteur à propergol et des ailerons stabilisateurs. Les roquettes non guidées sont habituellement transportées dans des conteneurs spéciaux ou tubes de lancement. Le moteur à propergol se consume généralement de 0,7 à 1,1 sec après le lancement, accélérant la roquette à une vitesse de 2.100 – 2.800 Km/h. Après l'extinction du moteur, la roquette suit une trajectoire balistique comme le ferait un obus d'artillerie. Pour assurer la stabilité directionnelle, les ailerons stabilisateurs, situés au niveau de la queue, se déploient hors de leurs réceptacles. Certaines roquettes sont en plus stabilisées par un mouvement gyroscopique le long de l'axe longitudinal. Un avion peut être équipé de roquettes de plusieurs calibres (de 57 mm à 370 mm) et/ou têtes explosives, suivant le type de mission. La fusée peut être de contact ou de proximité pour obtenir la dispersion voulue des fragments de tête.

La précision dépend de la portée de la roquette, qui elle-même dépend du type et du calibre. L'imprécision s'accroît d'autant plus que le temps de vol est long, du fait que la roquette vole sans guidage. La zone de lancement possible pour chaque type de roquette est définie entre sa portée maximale et la distance minimum pour éviter le souffle de l'explosion. Cette distance minimale de sécurité dépend du type et du poids de la tête explosive, évitant ainsi à l'avion lanceur d'être touché par les fragments de l'explosion. Les roquettes sont habituellement tirées à une vitesse de 600 – 1000 Km/h avec un angle de piqué de 10° - 30°. Le pilote oriente l'avion de sorte à faire correspondre le curseur de visée avec la cible avant le tir.

### **ROQUETTE S-8**

La S-8 est une roquette non guidée de calibre moyen (80 mm). Le panier lance-roquettes B-8 contient vingt de ces roquettes. Pour une précision accrue, elle utilise 6 stabilisateurs qui se déploient lors du lancement à l'aide d'un piston mû par les gaz d'échappements. Les ailerons sont alors bloqués dans leur position déployée. Ceux-ci étaient auparavant maintenus repliés par un couvercle coulissant, éjecté au moment du lancement. L'accélération et le taux de combustion du propulseur de la S-8 ont été augmentés par rapport à ceux de la S-5 pour procurer à la S-8, plus lourde, une accélération et une rotation néanmoins rapides ; la durée de combustion du



propulseur a été diminuée à 0,69 sec. La dispersion en vol ainsi que l'erreur circulaire équiprobable (E.C.P.) correspond à 0,3% de la portée. La portée effective maximum est de 2 Km.



### **6-25 : Le panier lance-roquettes B8M1**

La S-8TsM est une variante fumigène, utilisée pour désigner des cibles aux avions d'attaque alliés. La fumée s'échappant indique l'emplacement de la cible.

## **ROQUETTE S-13**

Ces roquettes non guidées de 132 mm sont transportées dans des paniers B-13 accueillant 5 roquettes chacun. Elles ont été conçues pour des attaques contre des objets fortifiés et blindés (tabliers de ponts, bunkers, parkings et pistes d'aéroports). Les forces aériennes russes utilisent aussi des roquettes de 122 mm de type "013". La S-13 conserve la même conception que la petite S-8 (ailerons stabilisateurs rétractables entre les tuyères dont le déploiement s'effectue sous la pression des gaz d'échappements), avec des caractéristiques balistiques et une précision accrues.



### **6-26 : Le panier lance-roquettes UB-13**

La roquette S-13 peut être montée avec plusieurs types de têtes explosives. Elle peut pénétrer jusqu'à 3 mètres de terre ou 1 mètre de béton. Sa portée effective est de 3 Km. La variante S-13T possède un fonctionnement en deux étapes, à savoir qu'elle explose à l'intérieur de la cible après pénétration (jusqu'à 6 mètres de terre ou 2 mètres de béton). Elle peut former des cratères de 20 m<sup>2</sup> sur les pistes.

La variante S-13OF à souffle et fragmentation génère 450 fragments de 25-35 g chacun, dont l'efficacité est maximale contre les cibles non blindées.

Toutes les variantes de la roquette S-13 sont conçues pour être tirées d'un avion volant entre 600 et 1.200 Km/h.

Les roquettes S-13 sont lancées à partir du panier lance-roquettes B-13L contenant 5 roquettes. Le panier a une longueur de 3.558 mm et un diamètre de 410 mm. A vide, il pèse 160 Kg.

Les avions Su-17M4, Su-24, Su-25, Su-27, Mig-23, Mig-27 ainsi que les hélicoptères Mi-8, Mi-24, Mi-28 et Ka-50 peuvent être armés de roquettes S-13.

## **ROQUETTE S-24**

La roquette ARS-240 a été mise en service en 1964 sous la désignation S-24.

Elle a une longueur de 2330 mm. Son envergure avec ses 4 ailerons stabilisateurs est d'environ 600 mm. Le poids au lancement est de 235 Kg, incluant une tête à souffle/fragmentation de 123 Kg. Cette tête contient 23.5 Kg d'explosif.



### **6-27 : La roquette S-24**

La roquette atteint une vitesse en vol de 431 m/s alors que sa vitesse à la sortie du rail de lancement n'est que de 3,6 m/s. Le propulseur se consume durant les 250 premiers mètres du vol avant de s'éteindre. La durée du vol pour une portée de 1Km est de 3 sec, avec une portée maximale de 2 Km. L'erreur circulaire équiprobable (ECP) de la S-24 se situe entre 0,3 et 0,4% de la distance parcourue en vol.

La surface de la tête explosive est cannelée pour faciliter la fragmentation. Lorsqu'elle explose, elle envoie 40.000 fragments couvrant un rayon de 300 – 400 m. De plus, la construction est relativement robuste, permettant de pénétrer 25 mm de blindage, brique ou bois agglomérés sans endommager la fusée ou la tête explosive. Des tests ont révélé que l'utilisation d'une fusée de contact entraînait la perte de 70% des fragments qui se logeaient dans un cratère peu profond ; en conséquence, juste avant la mise en service de la roquette, celle-ci fut montée avec une fusée de proximité RV-24 "Zhuk", pour une détonation à 30 m d'altitude.

Les fusées de contact avec leurs trois délais de mise à feu différents continuent à être employées contre les cibles durcies. Les murs de la structure sont pénétrés par la tête renforcée, laquelle explose alors à l'intérieur de la cible.

La stabilité en vol (et ainsi la précision du tir) est assurée par les ailerons de queue. La rotation de la roquette autour de son axe compense les irrégularités son propulseur.

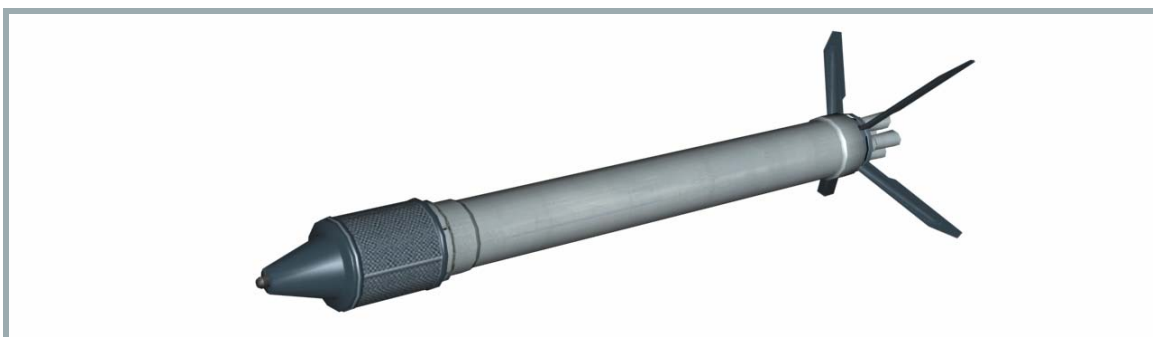
Le moteur-fusée est constitué de sept blocs de propergol solide chacun avec sa chambre de combustion en forme d'étoile, répartis en cercle autour de l'axe longitudinal de la roquette. Les tuyères sont orientées de manière à faire tourner la roquette à une vitesse de rotation de 450 tr/m immédiatement après le lancement. Le propulseur contient 72 Kg de propergol et se consume en 1,1 s. La roquette est stabilisée en vol après l'extinction du propulseur grâce aux ailerons de queue implantés en oblique afin de préserver la rotation de l'ensemble.

Selon le type de missions, le chasseur bombardier Su-17 peut emporter jusqu'à 6 roquettes S-24 et le Su-25 d'appui rapproché jusqu'à 8. Certains hélicoptères Mi-24 ont été améliorés afin de leur permettre d'utiliser la S-24.

## ROQUETTE S-25

La roquette non guidée lourde S-25 a été produite en deux versions, l'une avec la tête à fragmentation S-25-O et l'autre avec la puissante tête explosive S-25-F.

La roquette S-25-F de calibre 340 mm a une longueur de 3310 mm et une masse au lancement de 480 Kg. La puissante tête explosive pèse 190 Kg, contient 27 Kg d'explosif et est équipée d'une fusée de contact à trois délais de mise à feu.



### 6-28 : La roquette S-25

La roquette S-25-O a le même calibre que la S-25-F, une longueur totale de 3.307 mm et une masse au lancement de 381 Kg. La tête pèse 150 Kg et est munie d'une fusée de proximité à onde radio réglable permettant une mise à feu à des altitudes allant de 5 à 20 m du sol. La tête explose en 10.000 fragments.

Les ailerons de la roquette S-25 sont repliés entre les quatre tuyères du propulseur qui sont inclinées comme sur la S-24 pour contribuer à la rotation au moment du lancement. Le propulseur de la S-25 à propergol solide consiste en un mélange monobloc de carburant à fort potentiel énergétique d'un poids de 97 Kg. Un fumigène est placé entre les tuyères pour faciliter l'observation et l'enregistrement photo de la trajectoire de la roquette.



### 6-29 : La roquette non guidée S-25 dans son tube lanceur

La S-25 a une portée de 4 Km. A la fin de l'année 1973, le développement d'une variante guidée par laser a été lancé, sous l'appellation S-25L, équipée avec une tête chercheuse laser, une centrale énergétique, des servocommandes et des surfaces de contrôle. Cette variante était emportée dans un lanceur PU-0-25-L.

Les caractéristiques de quelques roquettes non guidées se trouvent dans le tableau 9.

Roquettes non guidées	Portée effective, Km	Poids, Kg	Type de tête explosive
S-8OF	2,2	15,2	Souffle-fragmentation
S-8TsM	2,2	15	Fumigène (désignation)
S-13-OF	2,5	68/67	Souffle-fragmentation
S-24B	2	235	Souffle-fragmentation
S-25-OF	4	480	Souffle-fragmentation

**Tableau 9**

## LES PODS CANONS

### POD CANON SPPU-22-1

Le pod canon SPPU-22-1 a été conçu par l'entreprise MAZ "Dzerzhinets". Il est armé avec un canon Gsh-23 à double tube affichant une cadence de tir 3400 coups/min et un chargeur de 260 obus. Le pod SPPU-22-1 peut incliner le canon vers le bas jusqu'à un angle de  $-30^\circ$ , ce qui permet de l'utiliser contre des cibles au sol même lors d'un vol en palier.



#### 6-30 : Le pod canon SSPU-22-1

Le SU-25 et le Su25T peuvent emporter jusqu'à 4 pods SPPU-22-1 sur des pylônes BDZ-25, pour un tir vers l'avant.

Le mécanisme d'inclinaison du barillet est intégré au système de contrôle de tir (SCT) qui commande l'angle d'élévation. Le système peut accrocher un point au sol à partir du moment où la détente est pressée.

## Les Armes "Air-sol" de l'OTAN

### LES MISSILES TACTIQUES

#### MISSILES GUIDES AGM-65K ET AGM-65D MAVERICK

L'AGM-65 Maverick est un missile guidé de précision dont la production en série est un succès notoire. Depuis sa mise en service initiale en 1972. Il a donné naissance à toute une famille dont les différentes versions ont été utilisées dans de nombreux conflits armés. Il est emporté principalement par les avions d'attaque au sol A-10A, F-4E, F-16, F/A-18 et F-15E.

L'AGM-65 est muni d'un capteur à imagerie électro-optique (EO) fournissant un guidage autonome de type "tir et oublie" ("fire and forget"), permettant à l'avion lanceur de conserver une totale liberté après le tir. Le capteur optique permet aussi à ces armes d'être utilisées contre des cibles mobiles comme des véhicules ou bateaux. La tête pénétrante du missile est efficace contre les engins blindés.

Le Maverick a en premier lieu été conçu comme une arme anti-blindés, destinée à aider les avions de soutien tactique de l'OTAN à surmonter l'importante supériorité numérique soviétique en matière de blindés en Europe. Dans ce but, les premiers AGM-65A, B et D étaient montés avec une tête anti-blindage à charge creuse de 57Kg.

La tête chercheuse du premier missile AGM-65A contenait une mini caméra TV, qui pouvait accrocher un objet en détectant les discontinuités optiques entre la cible et le terrain environnant. Tant que le missile était suspendu à son pylône avant le tir, l'image de la tête chercheuse était affichée sur un écran monochrome du cockpit de l'avion tireur, alors qu'un curseur indiquait sur le HUD la direction dans laquelle la tête était orientée. Le pilote pouvait verrouiller (mode *bore sight*) le capteur TV du missile suivant l'axe longitudinal de l'avion, puis manœuvrait l'ensemble de l'avion pour amener le curseur sur la cible; ou bien le capteur était libéré (c.à.d. stabilisé gyroscopiquement ou "verrouillé sur le sol") et le pilote le faisait pivoter manuellement jusqu'à rencontrer la cible recherchée.



#### 6-31 : Le missile AGM-65D Maverick

Le puissant propulseur du missile lui donnait théoriquement une portée de 20 nm mais les performances du capteur TV ne suivaient pas ; les cibles ne pouvaient être verrouillées qu'une fois visibles et suffisamment grandes sur l'écran TV pour déclencher le système d'accrochage par contour. Le camouflage des cibles ainsi que les conditions atmosphériques comme la fumée, le brouillard, la poussière et l'humidité pouvaient aussi réduire les performances du capteur, ainsi la plupart des tirs ne s'effectuaient qu'à 1-2 nm. Malgré ces limitations, l'Israël utilisa l'AGM-65A

dans le ciel dégagé du Moyen-Orient et annonça un taux de coups au but de 87% en 1973 au-dessus du canal de Suez, si bien que le missile fut non seulement utilisé contre les chars égyptiens mais aussi contre les radars, avions au sol et autres cibles procurant un fort contraste. La courte portée de l'AGM-65A ne laissait qu'un faible laps de temps pour repérer, identifier et attaquer les cibles et il fut principalement utilisé par les biplaces F-4E – l'officier système d'armes en place arrière pouvant verrouiller la cible sur l'écran TV pendant que le pilote manœuvrait l'avion en vue du tir.

La variante AGM-65B apporta le grossissement optique au senseur TV, aidant les pilotes de monoplace à verrouiller des cibles à une distance plus grande, alors que l'AGM-65D utilise un senseur à imagerie infrarouge (IIR) pour détecter les contrastes thermiques à une distance encore plus grande. L'AGM-65D peut aussi bien être utilisé de jour comme de nuit, dans une large variété de conditions météorologiques, avec une portée sur des véhicules allant jusqu'à 6 nm. Ce n'est tout de même pas une portée suffisante pour effectuer des attaques contre des sites SAM équipés de radars modernes mais le Maverick est néanmoins une arme précieuse pour le soutien tactique rapproché. Un total de 5255 AGM-65B et D furent tirés contre l'Irak durant la guerre du golfe en 1991, dont environ 4 000 par des monoplaces A-10A de soutien tactique rapproché. Le A-10A peut emporter jusqu'à six (6) Mavericks sur les lanceurs triples LAU-88 situés juste à l'extérieur des nacelles de train d'atterrissage mais les deux emplacements intérieurs sont habituellement laissés vides. Ceci évite d'endommager les trains d'atterrissage par la puissante flamme sortant des tuyères du Maverick et réduit l'emport maximum pratique à quatre (4) missiles AGM-65. Une tactique connue et utilisée par le A-10A est de détruire le premier et le dernier véhicule d'une colonne avec des Mavericks puis d'arroser les véhicules pris au piège avec le canon de 30 mm, les mettant ainsi hors service.



### **6-32 : Le missile AGM-65K Maverick**

Le dernier-né AGM-65K est une version améliorée diurne utilisant une charge couplée à un senseur optronique, une plus grande tête explosive à souffle et fragmentation de 136 Kg ainsi qu'une fusée à retardement, le rendant ainsi plus efficace contre les installations fortifiées.

## **LES MISSILES ANTI-RADARS**

### **AGM-88 HARM**

Le nouveau missile anti-radar à haute vitesse AGM-88 HARM est entré en service dans la Navy (USN) et l'Air Force (USAF) en 1983. A la différence des anciens Shrike et Standard-ARM, l'AGM-88 peut attaquer les radars de veille basse fréquences (EWR) et les radars de contrôle au sol (GCI). Selon les données officielles, ce missile peut se diriger sur des ondes continues (CW) et des émissions par impulsions, de même que sur des radars employant la modulation de fréquence (FM).



L'AGM-88 a été développé sur la base du missile air-air semi-actif AIM-7 Sparrow et conserve ses caractéristiques basiques de conception, à savoir des surfaces de contrôle cruciforme placées près du milieu du corps du missile. Quatre ailerons stabilisateurs sont montés au niveau de la queue.

Le missile est équipé d'un propulseur à propergol solide à poussée constante Thiokol-780. Ce propulseur utilise un propergol ne produisant que peu de fumée afin d'éviter la détection visuelle du tir.

La tête à souffle/fragmentation est commandée par une fusée de proximité laser.



### **6-33 : Le missile anti-radars AGM-88 HARM**

Le capteur passif du missile peut détecter les émissions radars ennemies dans les bandes de fréquences de 3, 5, 10, et 25 cm (bandes OTAN D à I/J). Il compare les signaux radars détectés à ceux de sa banque de données interne de menaces, pour une identification rapide de la cible. Le missile possède également un système de guidage inertiel de secours, utilisé lorsque le radar visé cesse d'émettre durant le vol du missile.

Le missile a trois (3) modes de lancements opérationnels. Si la localisation et le type de cible sont connus avant le décollage, ils peuvent être programmés dans l'AGM-88 pour un lancement en mode "pre-brief" (PB). Dans cette configuration, l'AGM-88 peut être tiré à sa portée maximale en guidage inertiel et se verrouiller en vol sur la cible (le HARM s'auto détruit si aucune cible n'est détectée). Le mode "cible d'opportunité" (TOO) est utilisé contre les cibles détectées en vol par le capteur du HARM lorsqu'il se trouve encore sur son pylône. Dans ce mode, le missile suit une trajectoire rectiligne directement jusqu'à la cible émettrice. Le mode "auto protection" (SP) est identique mis à part qu'il s'emploie contre des menaces repérées par le système d'alerte radar (RWR) de l'avion.

A la fin des années 1980, des efforts ont été menés afin de moderniser le HARM. La variante AGM-88B a été munie d'une nouvelle tête chercheuse programmable, lui permettant de mettre à jour sa banque de données sur le terrain dans les plus brefs délais.

L'évolution jusqu'à la version AGM-88C introduisit un capteur radar passif dont la bande passante était plus large qu'auparavant, et une tête explosive dont le rayon létal était doublé. La nouvelle tête explose en 12 845 fragments cubiques de tungstène/aluminium de 5 mm de côté. Ces fragments peuvent pénétrer 12.7 mm d'acier mou ou 6.35 mm de blindage.

L'US Navy a pour la première fois employé l'AGM-88 au combat en 1986, contre les défenses aériennes libyennes dans le golfe de Sidra (80 missiles tirés). Depuis, il a largement été utilisé par les avions de la coalition dans l'opération Tempête du Désert (1991) et par les avions de l'OTAN au-dessus du Kosovo (1999).

## **ALARM**

Le missile ALARM anti-radars de conception britannique est employé par les avions Tornado de la Royal Air Force (RAF). Il présente les mêmes performances et modes opérationnels que l'AGM-88

HARM américain avec comme capacité supplémentaire la possibilité d'attendre, suspendu à un parachute, que la menace radars reprenne son émission après une coupure d'autodéfense.

## LES BOMBES LISSES

### BOMBES MK-82 ET MK-84

La série des bombes lisses Mk-80 est la principale arme air-sol de l'US Air Force. Elles ont largement été employées dans tous les conflits de grande envergure des dernières décennies. Pratiquement tous les types d'avions peuvent utiliser ces bombes. Leur emploi en grand nombre se fait contre des cibles variées – véhicules roulant et camions, bâtiments et personnel. Au cours de la Guerre du Golfe en 1991, l'aviation alliée a largué 77 653 Mk-82 de 250Kg et 12 189 Mk-84 de 500 Kg sur les positions irakiennes.

Les bombes lisses sont des armes non guidées dont la visée s'effectue à vue par le pilote. L'expérience montre qu'un pilote bien entraîné atteint un taux de réussite de 50% lorsqu'il peut viser avec précision. Les armes guidées sont certes plus précises mais aussi plus coûteuses. C'est pour cela que de simples bombes Mk-82 ou Mk-84 dont le coût est modique devraient rester en service pendant encore plusieurs dizaines d'années.



**6-34 : La bombe Mk-82 de 250 Kg**



**6-35 : La bombe Mk-84 de 500 Kg**

La portée utile de ces bombes dépend de la vitesse et de l'altitude de l'avion lanceur au moment du largage. Elle augmente avec ces deux paramètres.

Les instructions d'utilisation de ces bombes non guidées sont données dans les sections de ce manuel traitant du système de contrôle des armes.

Ces bombes sont en service dans les forces aériennes de toutes les nations membres de l'OTAN.

## BOMBE À FRAGMENTATION ROCKEYE MK-20

La bombe à fragmentation Mk-20 Rockeye contient 247 sous munitions. Ces sous munitions sont dispersées sur une large surface et sont efficaces contre des blindés, véhicules et rassemblement de troupes. Leur efficacité est nulle contre des structures fortifiées comme les abris ou les ponts. Durant la Guerre du Golfe en 1991, les avions de l'OTAN ont largué 28 000 de ces bombes.



### 6-36 : La bombe à fragmentation Mk-20 Rockeye

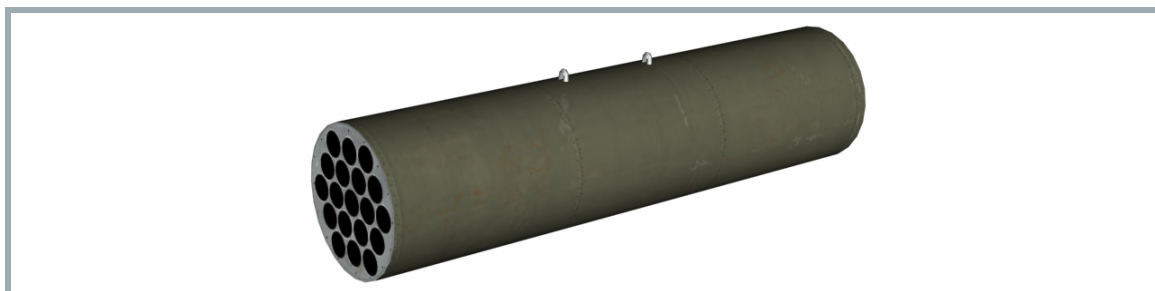
La Mk-20 se largue de la même manière que toute autre bombe lisse. Le pilote vise à l'aide d'un curseur sur le HUD, la portée et la précision étant fonction de la vitesse et l'altitude au moment du largage.

Cette bombe est en service dans les forces aériennes de toutes les nations membres de l'OTAN.

## LES ROQUETTES NON GUIDEES

### PANIER LANCE-ROQUETTES LAU-10 ET LAU-61

Les forces armées occidentales ont été préparées pour affronter un ennemi équipé de blindés. C'est pour cela que les roquettes avec leurs têtes explosives relativement peu puissantes et leur taux de dispersion ne sont pas largement utilisées. Les roquettes non guidées n'ont pas la possibilité de se diriger sur une cible en mouvement ou à longue distance, de plus leur précision est grandement affectée par les conditions au moment du tir. La moindre petite perturbation dans la trajectoire de l'avion lanceur peut conduire à une erreur conséquente de guidage. Le vent peut aussi nuire à leur précision.



### 6-37 : Le panier lance roquettes LAU-61

Les roquettes non guidées sont utilisées contre l'infanterie ennemie et les véhicules non blindés. Lancées en salves elles augmentent la zone touchée et la probabilité d'atteindre leur but.

Le panier lance-roquettes LAU-10 contient 4 roquettes de 5 pouces de diamètre. Le LAU-61 contient quant à lui 19 roquettes de 2,75 pouces de diamètre.

Les instructions d'utilisation des roquettes non guidées sont données dans la section du manuel traitant du système de contrôle des armes.

Ces roquettes sont en service dans les forces aériennes de nombreux pays membres de l'OTAN.

## LES SYSTÈMES DE CONTRE-MESURES ELECTRONIQUES (ECM)

La guerre électronique est un vaste sujet complexe qui traite d'une longue histoire d'opposition et de réponses rapides aux évolutions des senseurs, tactiques et autres équipements de nombreux pays. Dans cette section, nous ne prendrons en considération qu'un petit nombre de brouilleurs actifs de contre-mesures électroniques (ECM) - ou comme cela a récemment été appelé, "attaque électronique" (EA) – conçus pour protéger l'avion sur lequel ils sont montés. Lorsque l'avion piloté par un joueur est équipé par un tel brouilleur (interne ou monté en pod sur un pylône), il peut être allumé ou éteint durant une mission en appuyant sur la touche **[E]**. Le brouilleur actif va alors réduire la portée de détection des radars ennemis et affecter les performances des missiles guidés par radar menaçants. L'utilisation de ces ECM actives a cependant un prix. L'ECM du joueur peut interférer avec ses propres missiles guidés par radars pendant ou après leur lancement et les radars ennemis subissant une baisse de leur portée de suivi peuvent néanmoins apprécier l'augmentation de leur distance de détection. De même les missiles hostiles peuvent capter l'ECM actif comme un phare et l'accrocher dans un mode secondaire nommé "Home On Jam" (HOJ). Pour une meilleure défense face aux missiles, l'ECM active se doit d'être combinée à un brouillage passif (leurres) et à des manœuvres évasives à basse altitude ("beaming").

### Les brouilleurs de contre-mesures électroniques (ECM) de la force aérienne russe

#### PODS ECM "SORBTSIYA" ET "GARDENIA"

Le brouilleur ECM actif Flanker SPS-171 "Sorbtsiya" est analogue au brouilleur américain AN/ALQ-135 monté sur le F-15C. L'ensemble est transporté dans deux pods de saumon d'aile en lieu et place d'une paire de pylônes pour missiles R-73, réduisant ainsi l'emport en R-73 à deux (2) pour le Su-27 et le Su-33. En utilisation normale, l'un des pods sert de récepteur pendant que l'autre agit en émetteur, de sorte que les signaux radars ennemis puissent être continuellement analysés, transformés et ré émis avec distorsion, même si la fréquence et le balayage des signaux ennemis varient. Il utilise des antennes à faisceaux orientables pour organiser le brouillage en secteurs et bandes passantes, et contient plusieurs modes opératoires avancés réduisant de manière significative le suivi et l'accrochage des radars hostiles.

Le brouilleur actif "Gardenia" est installé à l'intérieur de la bosse située sur le dos du MiG-29S "Fulcrum C", et évite ainsi de réduire l'emport opérationnel de cet avion. Il utilise le même mode opératoire et principe de fonctionnement que le SPS-171, mais avec des antennes réceptrices/émettrices fixes montées en saumon d'ailes.

#### LES CONTRE-MESURES DU SU-25

Le Su-25 de soutien aérien rapproché est équipé détecteur d'alertes radars SPO-15LM "Beryoza" et du lance-leurres ASO-2V (M), pouvant aussi transporter sur l'un de ses pylônes le pod SPS-141MVG "Gvozdika" de brouillage radar (remplaçant du "Siren"). Le pod ECM "Gvozdika" est interchangeable avec le pod "Siren" dont il se distingue par un brouillage vers l'arrière plus efficace.



### **6-38 : Le pod ECM actif SPS-141MVG "Gvozdika"**

L'apparition de nouvelles menaces radars capables de modulations rapides en fréquence nécessita la création de nouveaux systèmes ECM basés sur des technologies numériques et possédant de meilleures caractéristiques techniques pour les avions de soutien aérien rapprochés comme le Su-25T (M).

Le nouveau système consiste en un nouveau détecteur d'alertes radars, un brouilleur actif ainsi qu'un lance-leurres thermiques et magnétiques intégrés. Il est désigné sous l'appellation "Irtysch" et monté sur le Su-25T (M).

Le détecteur SPO-15LM "Beryoza" a été remplacé par le L-150 "Pastel", le brouilleur ECM actif SPS-141MVG "Gvozdika" par le "Gardenia" et le lance-leurres ASO-2VM par le UV-26S.

Le développement des brouilleurs ECM actifs, en perpétuelle réaction aux nouvelles menaces et technologies disponibles, continue d'évoluer : "Siren" – "Gvozdika" – "Gardenia" – "Omul" – "MSP" selon le type et les versions d'avions. Actuellement, le dernier "MSP" et le brouilleur MPS-410 "Omul" sont conçus pour être installés sur le Su-25T, Su-25TM et Su-25SM.

Alors que le "Siren", le "Gvozdika" et le "Gardenia" sont transportés dans un pod unique, le brouilleur "Omul" est conçu en deux pods de saumon d'aile, à la manière du SPS-171 "Sorbtsiya".



### **6-39 : Le pod ECM actif MPS-410 "Omul"**

L'ECM MPS-410 "Omul" est développé pour lutter contre les éventuelles menaces modernes et n'est actuellement qu'un prototype.

Le Su-25T et le Su-25TM possèdent également le spot de brouillage infrarouge "Sukhogruz" placé à la base de la dérive au-dessus des tuyères afin de perturber le senseur infrarouge à balayage conique des missiles IR. Ce système peut être activé pendant une mission en appuyant sur Shift+E.



## Les brouilleurs de contre-mesures électroniques (ECM) de l'OTAN

### BROUILLEUR ECM AN/ALQ-131

Le pod de brouillage actif Westinghouse AN/ALQ-131 commença à être développé au début des années 1970 comme modernisation de l'ancien AN/ALQ-131 : il fournit une bande fréquentielle plus grande que son prédécesseur et un module de contrôle de puissance spécifique permettant d'ajuster le niveau de sortie lorsqu'il agit comme brouilleur déceptif. De plus, le brouilleur introduit un processeur re-programmable permettant au pod d'être maintenu à jour avec les dernières menaces, lui permettant ainsi d'être toujours efficace de nos jours. Le brouilleur réduit considérablement le suivi et le verrouillage des radars hostiles.



#### 6-40 : Le pod ECM actif AN/ALQ-131

Le pod AN/ALQ-131 peut être transporté par les F-4E, F-16C, A-10 et autres avions de l'OTAN.

### BROUILLEUR ECM AN/ALQ-135

Le brouilleur ECM interne AN/ALQ-135 a été mis en service comme partie intégrante du Système Tactique de Guerre Électronique (TEWS) du F-15 Eagle, donnant à l'Eagle le titre de premier chasseur conçu dès le départ avec un espace réservé aux solutions de brouillage actif.

Le système est capable de produire à la fois un bruit de barrage et un brouillage déceptif pour lutter contre un panel de menaces radars, fixes comme variables, en utilisant les bandes fréquentielles allant de 2 à 20 Ghz (bandes OTAN E à J). L'antenne émettrice offre une couverture à 360° contre les missiles Air-Air et Sol-Air (SAM) guidés par radars. Le système contient 20 processeurs re-programmables travaillant en parallèle, afin d'assurer une réactivité rapide et flexible face aux changements dans un environnement menaçant.

Le brouilleur AN/ALQ-135 s'accorde aux données concernant les menaces, reçues par le détecteur AN/ALR-56C, intégré de manière identique au TEWS de l'Eagle.

Dans sa configuration d'origine, l'AN/ALQ-135 comportait six unités en ligne remplaçables (LRU ou "boîtes noires"), trois oscillateurs et trois amplificateurs qui généraient des signaux de brouillage dans les bandes de recouvrement 1 (bande OTAN E) et 2 (bande OTAN I).

Le F-15C reçut plus tard comme amélioration quelques équipements de l'AN/ALQ-135B du F-15E Strike Eagle, lui permettant de couvrir la bande 3 (bande OTAN H à J) contre les SAM à courte portée, les canons anti-aériens et les radars des avions d'interception. Deux nouvelles antennes

émettrices furent installées en avant du pare-brise et sous le fuselage, chacune derrière le radôme, associées à une antenne de veille dans la poutre servant de queue pour une couverture vers l'arrière. Celles-ci furent ajoutées aux antennes émettrices existantes couvrant la bande 1,5 (remplaçant la bande 1 et 2) installées sous le nez de l'appareil.

Malgré une utilisation intensive durant l'opération Tempête du Désert en 1991, aucun des chasseurs F-15 munis du AN/ALQ-135 ne fut abattu par des SAM ou missiles Air-Air guidés par radar (deux F-15E Strike Eagle, ne couvrant toujours pas la bande 1,5, furent perdus suite à des tirs venant du sol).

Le travail sur l'AN/ALQ-135 et le système TEWS continua durant le milieu des années 90. Après leur évaluation sur le terrain en 1994, le commandement de l'US Air Force indiqua que "les impératifs techniques requis pour les ECM modernes avaient été atteints voir dépassés".



## CHAPITRE 7

# SYSTÈMES D'ALERTE RADAR

Les radars installés dans les avions, les navires et véhicules au sol sont utilisés pour l'acquisition et le guidage des armements sur différents types de cibles. La plupart des avions modernes sont équipés de Systèmes d'alerte Radar (RWS) qui détectent l'émission des radars ennemis. Bien que les Occidentaux et les Russes aient leur propre approche pour concevoir ce type de systèmes, tous les RWS ont des caractéristiques opérationnelles communes.

Le RWS est un système dit « passif », c'est-à-dire qu'il n'émet aucune énergie et est donc complètement « furtif ». Il détecte les radars émetteurs et les classe en les comparant aux différents types de radars connus. Le RWS peut aussi déterminer la direction de l'émetteur radar et son mode de balayage actuel.

Toutefois, le RWS ne peut pas indiquer la distance à laquelle se trouve le radar émetteur.

Dans Lock-On, tous les systèmes RWS possèdent les mêmes capacités fonctionnelles. Chaque système peut détecter une source sporadique d'émission radar, des flots continus d'émission (lock) ou des signaux de guidage missile (alerte missile).

Il est recommandé d'utiliser le mode RWS. Celui-ci permet ou bien d'identifier uniquement les radars travaillant en mode "tracking" ou bien les radars transmettant des informations de guidage à un missile à guidage radar semi-actif ou à un missile à guidage radar actif.

Il faut toutefois noter que le RWS n'a pas de capacité IFF (identification ami ennemi).

Le RWS a la capacité de déterminer une menace prioritaire et une liste de menaces secondaires par ordre décroissant de dangerosité:

- 1) La menace est un missile à guidage radar actif ou bien le lancement d'un missile a été détecté (alerte départ missile).
- 2) Le radar qui vous menace vous a "locké" et est passé en mode STT (ou tout autre mode de "lock").
- 3) Un ordre de priorité de la menace est alloué par le RWS en fonction des types de menaces répertoriés, listés ci-dessous:
  - Radar en vol;
  - Radar longue portée;
  - Radar moyenne portée;
  - Radar à courte portée;
  - Radar de surveillance générale;
  - Radar aéroporté de type AWACS.
- 4) L'émission radar de la menace est à intensité maximale.

<i>LE RWS N'INDIQUE JAMAIS LA DISTANCE A LAQUELLE SE TROUVE L'ÉMETTEUR</i>
----------------------------------------------------------------------------

## Détecteur d'alerte radar des avions russes

Le modèle de détecteur d'alerte radar (RWS) modélisé dans Lock-On est très proche du système actuel installé dans les MiG-29A et MiG-29S (chapitre 9-12, 9-13).

Le système détecte les signaux radar dans une fourchette allant de +/- 180° en azimut et +/- 30° en élévation.

Le nombre maximum de menaces affichables sur l'écran du RWS n'est pas limité.

Le taux de rafraîchissement de l'écran des menaces est de 8 sec.

Modes de fonctionnement: "All" (toutes les émissions radars reçues) ou "Lock" (qui ne montre que les radars lockés sur vous - voyant "ОБЗОР/ОТКЛ" du cockpit du MiG-29).

Symbologie:

Types de menaces:

**П** – radars en vol.

**З** – radars à longue portée.

**Х** – radars à moyenne portée.

**Н** – radars à courte portée.

**В** – radars de surveillance générale.

**С** – Radars aéroportés, de type AWACS.

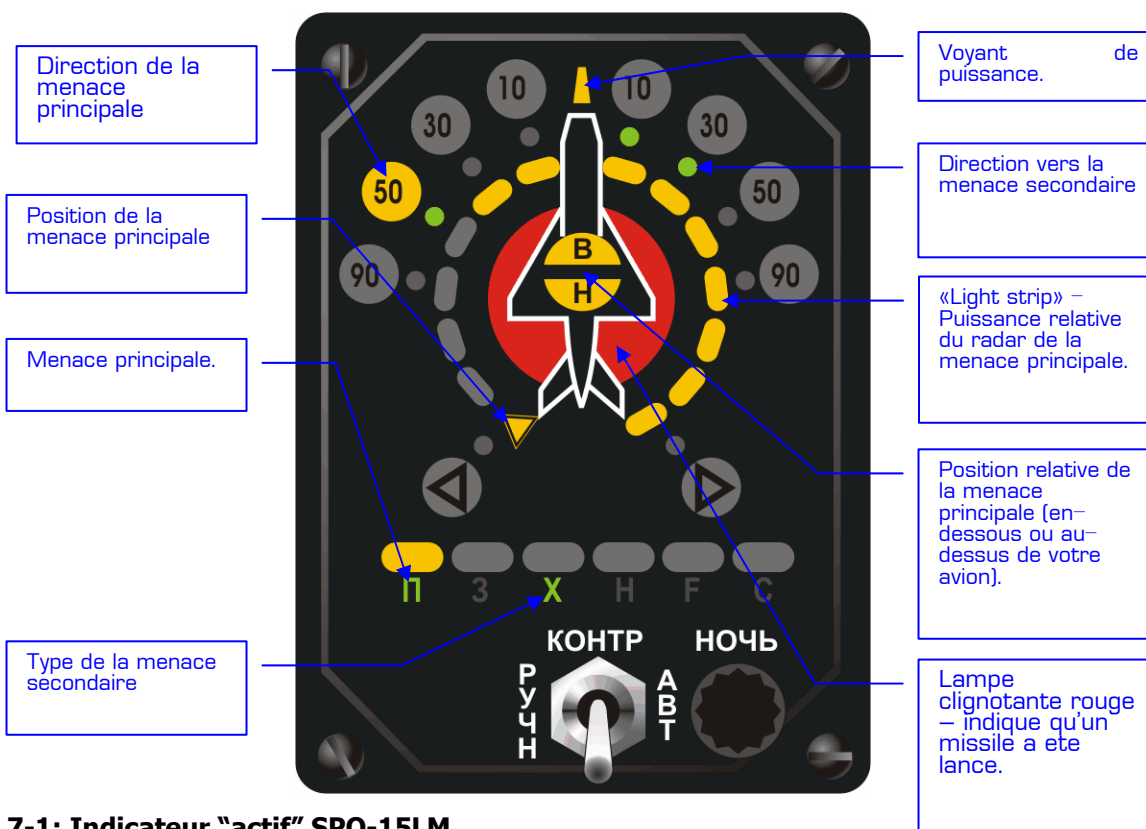
Les voyants "altitude relative", "puissance d'émission" et "Lock/ départ missile" ne sont actifs que pour la menace principale.

Dans le cas de l'acquisition de votre avion par un radar ennemi, un son discontinu grave se fait entendre.

Si un radar est en mode "lock", le voyant "Lock- départ missile" s'allume accompagné par un son continu aigu.

Si un départ de missile à guidage radar est détecté, le voyant "Lock/ départ missile" clignote et un signal sonore aigu se fait entendre.

Un missile à guidage radar actif peut être détecté par le système après que le missile a activé son propre radar et vous a verrouillé. Dans ce cas, le missile devient automatiquement une menace principale. L'alerte pour vous signifier qu'un tel missile vous a accroché est rendue par un signal d'intensité croissante. (les voyants clignent à une fréquence plus élevée).



**7-1: Indicateur "actif" SPO-15LM**

Une interprétation correcte des informations fournies sur le RWS est vitale en combat.

Pour l'illustrer, étudions la situation présentée sur l'image 7-1.

Comme indiqué sur l'image, deux menaces sont affichées sur le RWS:

- La menace principale située dans vos "10 heures" (à 50° à gauche par rapport à votre avion) est signalée sous la forme d'un voyant de couleur jaune qui s'allume. Le voyant au-dessus du symbole «П», qui signifie "intercepteur" s'allume aussi. Ce type de menace regroupe tous les types de chasseurs. La bande jaune en forme de cercle, formée de petits pointillés entourant l'avion, s'allume en jaune pour vous indiquer la puissance relative du radar de la menace principale. Le gros cercle rouge autour du symbole de votre avion indique que vous venez d'être locké par le radar de la menace principale. Les deux demi-cercles jaunes au centre du symbole de l'avion, marqués «B» et «H» indiquent l'altitude relative de la menace par rapport à votre propre altitude (plus haut ou plus bas que vous). Dans le cas présent (deux demi-cercles allumés), la menace principale est à une altitude similaire à la vôtre (à + ou - 15° en élévation). Nous pouvons interpréter les informations affichées comme suit: La menace principale est un chasseur qui approche par vos "10 heures"; à une altitude sensiblement très proche de la votre; et à en juger par la puissance du signal et le voyant rouge allumé, il s'apprête à tirer un missile.
- La menace secondaire est située entre 10 et 30° en azimut (entre vos "1 heure" et vos "2 heures") et est symbolisée par les deux voyants verts. Le voyant vert symbolisé sous la forme d'un «X», au niveau de la ligne du type de menaces, indique que vous êtes pris



pour cible par un radar à moyenne portée. Il n'y a pas d'autres menaces secondaires détectées.

Dans un environnement complexe, il est souvent difficile d'identifier le type de la (ou des) menaces(s) et leur direction. Dans ce cas, il est conseillé d'utiliser le RWS en mode "Filtre" [**Shift- R**] qui supprime tous les émetteurs travaillant en mode acquisition.

Le RWR peut produire de multiples alertes sonores. Vous pouvez ajuster le volume de celles-ci en utilisant les touches [**Alt- ,**] et [**Alt- .**].

## Récepteurs d'alerte radar (RWR), Avions US

Les récepteurs d'alerte radar (RWR) du A-10 et du F-15C sont différents en apparence, mais fonctionnent sur le même principe.

La croix au centre de l'écran du RWR représente votre avion, vu de dessus, le nez en haut, l'arrière en bas. Tout autour de ce centre (votre avion), s'affichent les radars qui balayent et illuminent votre appareil.

Un contact "au-dessus" de la croix symbolisant votre avion indique que le radar est devant vous (dans "vos 12 heures"), un contact situé à la droite de la croix, signifie que le radar se situe à votre droite (dans vos "3 heures").....

Sur le F-15C/ D Eagle, le système d'alerte radar ALN/ALR-56C fait partie du TEWS.

Sur le A-10- OA-10A, c'est le système AN/ ALR-69 qui est installé. C'est une version modifiée et modernisée du système AN/ ALR-46.

Les systèmes modélisés dans Lock-On sont très proches des systèmes actuels installés dans les A-10A/ OA-10 A et F-15C.

Les systèmes RWR détectent tous les signaux radars dans une fourchette comprise entre +/- 180° en azimut et +/- 45° en élévation.

Le nombre maximum de menaces affichables sur l'écran du RWR est de 16.

Le taux de rafraîchissement de l'écran des menaces est de 7 sec.

Le RWR fonctionne en 2 modes: Mode "All" (toutes les émissions radar reçues) ou "Lock" (le bouton "SEARCH" du panneau de contrôle du A-10A – ne montre que les radars lockés sur vous).

La distance entre le contact du radar émetteur et le centre de l'écran du RWR dépend de la puissance du signal émis par le radar émetteur. Plus un radar a une émission puissante, plus il apparaît près du centre de l'écran.

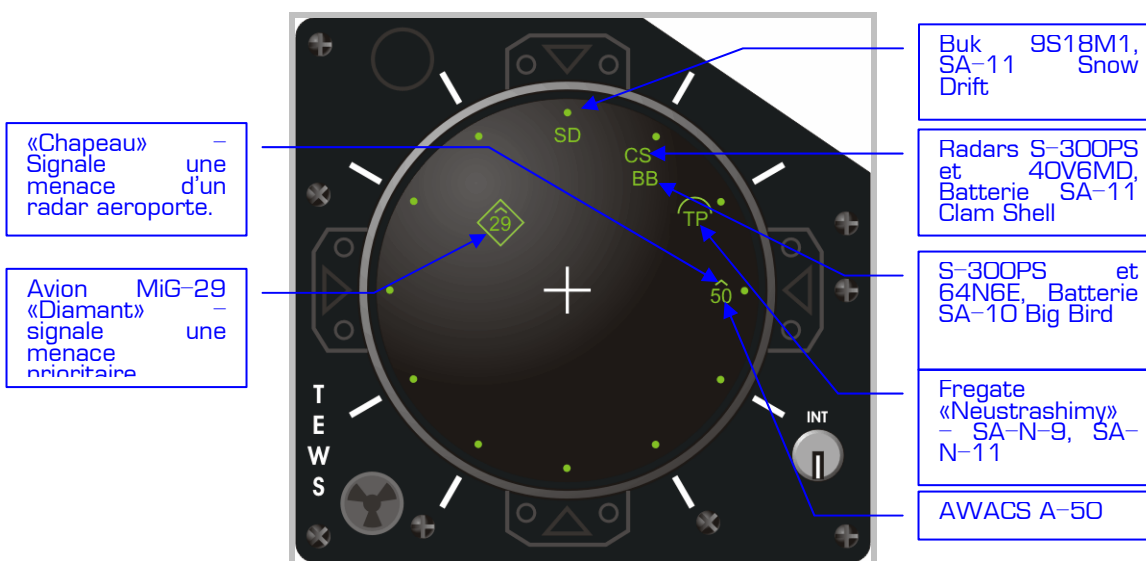
Sur le A-10A, le système RWR AN/ALR-69 est gradué tous les 15 degrés en azimut et est représenté par deux ronds séparés par un cercle. Une menace dans le rond intérieur est une menace immédiate pour votre avion.

Les symboles des radars de surveillance générale et des avions AWACS n'apparaîtront jamais dans le rond intérieur.

Quand une nouvelle menace est détectée, un son de forte intensité est émis une fois et un rond apparaît au-dessus du symbole de la menace.

Quand un RWR détecte un radar en mode d'acquisition, un son grésillant se fait entendre. Quand votre avion est "locké", le son périodique et intermittent du RWR change et devient continu.





## 7-2: Symbolologie de l'écran TEWS du F-15C:

L'image ci-dessus montre un exemple de situation sur l'écran du TEWS (image 7-2).

- Dans vos "12 heures" votre avion est illuminé par le radar d'acquisition de type "Snow Drift" d'un système SAM "Buk" (SA-11).
- Dans vos "1 heure", votre avion est illuminé par le radar d'acquisition d'un 64N6E (type Big Bird) et d'un radar d'acquisition à basse altitude 40V6MD (type Clam Shell). Ces deux radars font parti d'une batterie SAM S-300PS (SA-10C).
- Dans vos "2 heures", votre avion est illuminé par le radar amphibie d'un patrouilleur de la classe "Neustrashimy". Parce que c'est un émetteur nouvellement détecté, un demi-cercle apparaît au-dessus du symbole.
- Dans vos "3 heures", votre avion est illuminé par un A-50U AWACS.
- La menace principale, entourée d'un symbole en forme de losange est un MiG-29, situé entre vos "10 heures" et vos "11 heures".

De la situation ci-dessus, nous pouvons conclure que la menace principale est le MiG-29 et qu'il peut faire feu à n'importe quel moment. Il est donc nécessaire d'engager une action offensive contre cette menace ou bien quitter cette zone pour éviter un tir du MiG. Si vous optez pour la première option, l'attaque du MiG pourra être engagée ou bien par vous ou bien avec l'aide de vos alliés.

En plus du MiG-29, le système S-300 représente une menace potentielle. Elle est située dans vos "1 heure" par rapport à la position de votre avion. Pour vos manœuvres futures, la possibilité que vous entriez dans la zone de tir du SAM doit être prise en compte.

Si un départ de missile est détecté, une alerte sonore vous en avertissant se fera entendre. L'alarme se répètera toutes les 15 sec. jusqu'à ce que la menace disparaisse.

Si un missile à guidage radar actif (ARH) est détecté, un symbole en forme de "M" apparaît à l'intérieur du cercle et devient une menace prioritaire et dangereuse. Le symbole d'un missile à guidage radar actif, venant juste d'être détecté se situera à proximité du symbole de l'avion attaquant et à environ mi-distance du cercle intérieur.



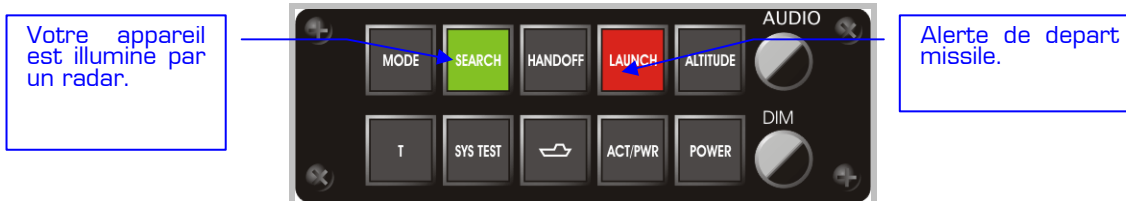
### 7-3: Symbolologie de l'écran TEWS, départ d'un missile à guidage radar

L'image ci-dessus montre un exemple de situation sur l'écran du TEWS (image 7-3).

- Dans vos "12 heures" (devant vous), votre avion est illuminé par le radar d'acquisition d'un système SAM de type "Buk" (SA-11 "Snow Drift").
- Dans vos "1 heure", votre avion est illuminé par le radar d'acquisition d'un 64N6E (Big Bird) et d'un radar d'acquisition à basse altitude 40V6MD (Clam Shell). Ces deux radars font partie d'une batterie SAM S-300PS (SA-10C).
- Dans vos "2 heures", votre avion est illuminé par le radar amphibie d'un patrouilleur de la classe "Neustrashimy". Ce n'est plus une nouvelle menace, le demi-cercle a disparu.
- Dans vos "3 heures", votre avion est illuminé par un A-50U AWACS.
- Un avion MiG-29 situé entre vos "10 heures" et vos "11 heures" vient de tirer un missile – un cercle clignotant apparaît autour du symbole.
- Le symbole "M", identifiant la menace principale est entouré d'un symbole en forme de "Diamant". Il s'agit d'un missile à guidage radar tiré du MiG-29. Il est identifié comme une nouvelle menace – demi-cercle. Comme c'est la menace principale, un symbole en forme de "losange" l'entoure. Le demi-cercle inférieur clignotant indique que le missile est sur le point de vous intercepter.

A ce moment là, vous avez peu de temps pour penser et vous devez réagir très rapidement. Engagez une manœuvre agressive sous fort facteur de charge, perpendiculairement à la direction du missile en lâchant des leurres (chaff). Étant donné l'efficacité des missiles à guidage radar modernes, la probabilité d'être touché reste élevée, même après avoir effectué des manœuvres d'évitement.

Dans le A-10, les signaux d'acquisition et de lock provenant des radars ennemis sont situés sur l'indicateur de contrôle du RWR.



#### 7-4: Le panneau de contrôle RWR du A-10

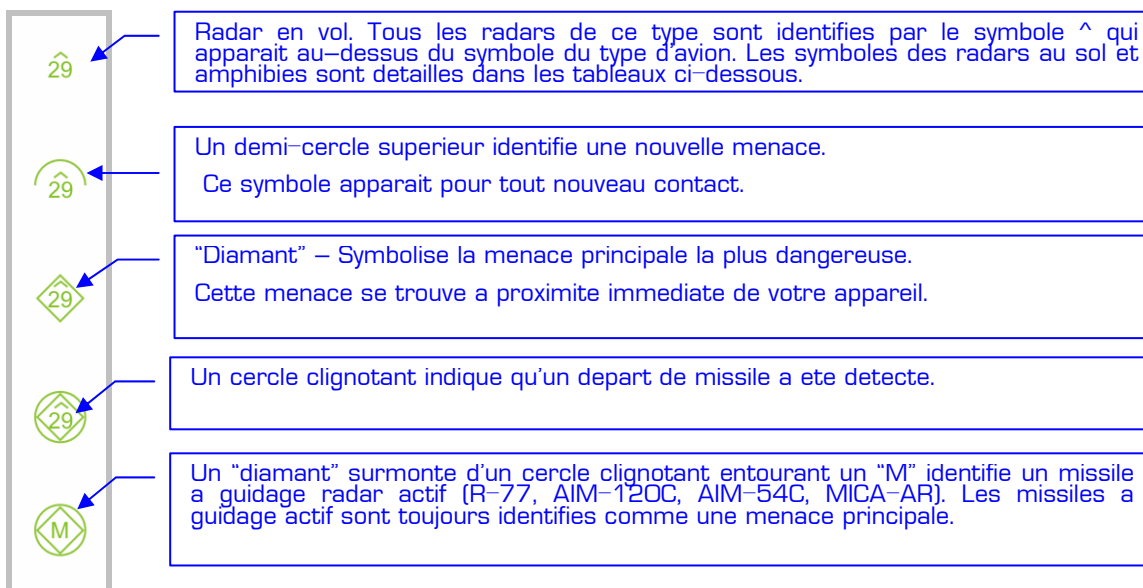
Il y a deux voyants sur le panneau de contrôle.

Le premier indicateur est le voyant vert "SEARCH". Ce voyant s'allume lorsque un radar d'acquisition vous illumine.

Le second indicateur est le voyant rouge "LAUNCH". Ce voyant s'allume lorsque le RWR détecte un tir de missile à guidage radar directement sur votre appareil.

Notez que tous les RWS et systèmes RWR ne détectent que les systèmes radar. Ils ne vous alerteront pas sur les systèmes à guidage infrarouge.

Les symboles et marques suivants sont représentés comme suit sur les écrans TEWS (F-15) et RWR (A-10).



#### 7-5: Les symboles TEWS (F-15) et RWR (A-10)

Il faut noter que les symboles et les marques associées peuvent être combinés. Par exemple, le signe symbolisant une nouvelle menace (le demi-cercle supérieur) peut être associé à un signe symbolisant la détection d'un départ de missile (cercle clignotant). Le signe symbolisant ces deux informations combinées sera un cercle avec la partie inférieure clignotante.

Le symbole du type de radar et sa classe peuvent vous donner des informations précises quant à leurs sous-systèmes d'attaque.

Dans les tableaux ci-dessous, vous trouverez les symboles TEWS et RWR ainsi les types de radars qui y sont associés.

Radars aéroportés

Plate forme	Symbole RWS
MiG-23	23
MiG-29	29
MiG-31	31
Su-27	27
Su-30	30
Su-33	33
F-4E	F4
F-14A	14
F-15C	15
F-16C	16
F/A-18C	18
A-50	50
E-2C	E2
E-3C	E3

**Table 10**

Radars amphibies

Plateforme	Système SAM	Symbole RWS
Albatros, Grisha Classe V frégate	SAM «Osa-M» (SA-N-4 Gecko)	HP
Kuznetsov, porte-avions	SAM «Kingal» (SA-N-9 Gauntlet) AAA «Kortik» (SA-N-11 Grison)	SW
Rezky, Frégate Classe II Krivak	SAM «Osa-M» (SA-N-4 Gecko)	TP
Moskva, Classe Slava croiseur	SAM S-300F «Fort» (SA-N-6 Grumble) SAM «Osa-M» (SA-N-4 Gecko)	T2
Neustrashimy, Classe Jastreb frégate	SAM «Kingal» (SA-N-9 Gauntlet) AAA «Kortik» (SA-N-11 Grison)	TP
Carl Vinson, CVN-70	RIM-7 Sea Sparrow	SS
Oliver H. Perry, FFG-7	SM-2 Standard Missile	SM
Ticonderoga, CG-47	SM-2 Standard Missile	SM

**Table 11**

Radars au sol

Système SAM	Classification OTAN	Symbole RWS
S-300PS 40V6M	SA-10	10
S-300PS 40V6MD	SA-10 Clam Shell	CS
S-300PS 5N63S	SA-10	10
S-300PS 64N6E	SA-10 Big Bird	BB
Buk 9S18M1	SA-11 Snow Drift	SD
Buk 9A310M1	SA-11	11
Kub 1S91	SA-6	6
Osa 9A22	SA-8	8
Strela-10 9A33	SA-13	13
PU-13 Ranzhir	Dog Ear	DE
Tor 9A331	SA-15	15
2S6 Tuguska	2S6	S6
ZSU-23-4 Shilka	ZSU-23-4	23
Roland ADS	Roland	RO
Roland Radar	Giraffe	GR
Patriot (recherche et poursuite))	Patriot	P
Gepard	Gepard	GP
radar de recherche Hawk	I-HAWK PAR	HA
radar de tracking Hawk	I-HAWK HPI	H
Vulcan	M-163	VU

**Table 12**

# *Communications radio et messages*

# 8

## *Chapitre*



*Version 1.1*

**LOCK ON**  
MODERN AIR COMBAT

## CHAPITRE 8

# COMMUNICATIONS RADIO ET MESSAGES

Dans les premiers jours du combat aérien, la communication entre les pilotes était difficile, et parfois impossible. Manquant de radios, les premiers pilotes se contentaient de faire des gestes avec leurs mains. La coordination entre pilotes, principalement en dogfight, n'était pas pratique.

Bien que l'électronique moderne ait énormément amélioré la capacité de communications, celles-ci font toujours face à certaines limitations. Il peut y avoir des douzaines, voir des centaines, de combattants utilisant une quelconque fréquence radio donnée. Alors, quand dans la "chaleur de la bataille" tous ces pilotes essaient de parler en même temps, les conversations résultantes sont généralement mélangées, coupées, et inintelligible. Les pilotes, s'efforcent donc d'adhérer à une stricte discipline de communications radio à chaque message, en se conformant à un type standard de transmission: indicatif, directive, descriptive. "L'indicatif" désigne à qui le message est destiné et de qui il provient, la "directive" contient de brèves instructions pour le destinataire, et le "descriptif" indique des informations complémentaires. Par exemple:

Chevy 22, Chevy 21, droite serré, bandits bas à 4 heures

Ce message a été envoyé par le #1 du groupe Chevy pour le #2. Chevy 21 a ordonné à Chevy 22 d'exécuter un virage droit serré. La partie descriptive du message explique pourquoi...: il y a des bandits dans les 4 heures de Chevy 22.

### *LES MESSAGES RADIO DOIVENT ETRE BREFS ET SUCCINCTS*

Il y a trois types de communications radio dans Lock-On

- Les ordres radio que le joueur adresse aux autres appareils.
- Les messages radio à destination des autres joueurs des autres appareils, des contrôleurs au sol, etc.
- Messages audio et alertes de l'appareil du joueur.

## Ordres Radio

Le tableau suivant décrit les différents types de messages que le joueur peut envoyer et indique les touches clavier nécessaires pour chaque message. Selon le type d'ordres, il faudra appuyer sur deux ou trois touches pour avoir le message souhaité. Il existe également les raccourcis claviers qui permettent l'envoi de messages par une seule touche.

- Cible du message – Cette colonne indique à qui le message est destiné, et peut être soit le groupe entier, un ailier précis, un AWACS/GCI, ou un contrôleur aérien.
- Commande – Indique le type de message que vous souhaitez envoyer (ordre "Engagez", ou un ordre de "Formation", etc.)
- Sous-commande – Dans certains cas, la sous-commande indique le type exact d'ordre (Comme "engagez ma cible" ou "Formation, ligne de front.")

Comme indiqué dans le tableau ci-dessous, selon le type d'ordre, il faudra appuyer sur deux ou trois touches pour avoir le message souhaité. Par exemple, pour ordonner à l'ailier #3 d'engager la cible du joueur, appuyez sur F3, F1, F1.



Commandes radio envoyées par le joueur

Cible du message (touche)	Ordre (touche)	SousCommande (touche)	Définition de l'Ordre	Réponse(s) à l'Ordre
Escadrille (F1), Ailiers (F2, F3, F4)	Engagez... (F1)	Ma Cible (F1)	Joueur ordonne aux ailiers d'attaquer la cible détectée (par radar ou EOS) ou par padlock. Quand la cible est détruite, les ailiers reviennent en formation.	Si l'ailier peut exécuter cet ordre, il répondra "(x) <b>Copy</b> ," "(x) <b>Roger</b> ," ou «(x) <b>Affirm</b> ," (x) désignant l'ailier. Si l'ailier ne peut pas l'exécuter, il répondra, "(x) <b>Negative</b> ," or "(x) <b>Unable</b> ," (x) désignant l'ailier
		Mon Ennemi (F2)	Joueur ordonne aux ailiers d'attaquer tous les appareils ennemi qui l'attaque lui.	Si l'ailier peut exécuter cet ordre, il répondra "(x) <b>Copy</b> ," "(x) <b>Roger</b> ," or "(x) <b>Affirm</b> ," (x) désignant l'ailier. Si l'ailier ne peut pas l'exécuter, il répondra, "(x) <b>Negative</b> ," or "(x) <b>Unable</b> ," (x) désignant l'ailier
		Bandits (F3)	Joueur ordonne aux ailiers d'engager tous les bandits détectés. Quand la cible est détruite, les ailiers reviennent en formation.	Si l'ailier peut exécuter cet ordre, il répondra "(x) <b>Engaging bandit</b> ," (x) désignant l'ailier. Si l'ailier ne peut pas l'exécuter, il répondra, "(x) <b>Negative</b> ," or "(x) <b>Unable</b> ," (x) désignant l'ailier
		Défenses Aériennes (F4)	Joueur ordonne aux ailiers de quitter la formation et d'attaquer toutes défenses aériennes détectées. Quand la cible est détruite, les ailiers reviennent en formation.	Si l'ailier peut exécuter cet ordre, il répondra "(x) <b>Attacking air defenses</b> ," (x) désignant l'ailier. Si l'ailier ne peut pas l'exécuter, il répondra, "(x) <b>Negative</b> ," or "(x) <b>Unable</b> ," (x) désignant l'ailier
		Cibles au Sol (F5)	Joueur ordonne aux ailiers de quitter la formation et d'attaquer les cibles au sol. Les cibles au sol comprennent tous les bâtiment et véhicules désignés comme ennemis dans l'éditeur de mission. Quand la cible est détruite, les ailiers reviennent en formation.	Si l'ailier peut exécuter cet ordre, il répondra "(x) <b>Attacking target</b> ," (x) désignant l'ailier. Si l'ailier ne peut pas l'exécuter, il répondra, "(x) <b>Negative</b> ," or "(x) <b>Unable</b> ," (x) désignant l'ailier
		Cibles Navales (F6)	Joueur ordonne aux ailiers de quitter la formation et d'attaquer toutes cibles navales ennemies détectées. Quand la cible est détruite, les ailiers reviennent en formation.	Si l'ailier peut exécuter cet ordre, il répondra "(x) <b>Attacking ship</b> ," (x) désignant l'ailier. Si l'ailier ne peut pas l'exécuter, il répondra, "(x) <b>Negative</b> ," ou "(x) <b>Unable</b> ," (x) désignant l'ailier
		Mission et Reformez (F7)	Joueur ordonne aux ailiers de quitter la formation et d'attaquer l'objectif de mission comme indiqué dans l'éditeur de mission. Une fois accompli, l'ailier rejoint le joueur en formation	Si l'ailier peut exécuter cet ordre, il répondra "(x) <b>Attacking primary</b> ," (x) désignant l'ailier. Si l'ailier ne peut pas l'exécuter, il répondra, "(x) <b>Negative</b> ," ou "(x) <b>Unable</b> ," (x) désignant l'ailier
		Mission et Retour Base (F8)	Joueur ordonne aux ailiers de quitter la formation et d'attaquer l'objectif de mission comme indiqué dans l'éditeur de mission. Une fois accompli, l'ailier rentre à la base	Si l'ailier peut exécuter cet ordre, il répondra "(x) <b>Attacking primary</b> ," (x) désignant l'ailier. Si l'ailier ne peut pas l'exécuter, il répondra, "(x) <b>Negative</b> ," ou "(x) <b>Unable</b> ," (x) désignant l'ailier



Escadrille (F1), Ailiers (F2, F3, F4)	Mouvement Tenaille (F2)	Haut (F1)	Si l'escadrille se constitue du joueur et d'un ailier, alors l'ailier montera à une altitude plus haute et attaquera les bandits. Si l'escadrille se constitue de trois ou plus d'ailiers, alors les appareils 3 et 4 monteront et attaqueront les bandits et le 2 restera avec le joueur.	Si l'ailier peut exécuter cet ordre, il répondra "(x) <b>Copy</b> ," "(x) <b>Roger</b> ," or "(x) <b>Affirm</b> ," (x) désignant l'ailier. Si l'ailier ne peut pas l'exécuter, il répondra, "(x) <b>Negative</b> ," ou "(x) <b>Unable</b> ," (x) désignant l'ailier.
		Bas (F2)	Si l'escadrille se constitue du joueur et d'un ailier, alors l'ailier descendra à une altitude plus basse et attaquera les bandits. Si l'escadrille se constitue de trois ou plus d'ailiers, alors les appareils 3 et 4 descendront et attaqueront les bandits et le 2 restera avec le joueur.	
		Droite (F3)	Si l'escadrille se constitue du joueur et d'un ailier, alors l'ailier partira vers la droite et attaquera les bandits par la droite. Si l'escadrille se constitue de trois ou plus d'ailiers, alors les appareils 3 et 4 partiront à droite et attaqueront le groupe de bandits par la droite.	
		Gauche (F4)	Si l'escadrille se constitue du joueur et d'un ailier, alors l'ailier partira vers la gauche et attaquera les bandits par la gauche. Si l'escadrille se constitue de trois ou plus d'ailiers, alors les appareils 3 et 4 partiront à gauche et attaqueront le groupe de bandits par la gauche.	
Escadrille (F1), Ailiers (F2, F3, F4)	Dirigez Vous Au... (F3)	Aérodrome (F1)	Les ailiers quitteront la formation et atténueront sur l'aérodrome désigné. Si aucun aérodrome n'est désigné, ils atténueront sur l'aérodrome ami le plus proche.	Si l'ailier peut exécuter cet ordre, il répondra, "(x) <b>Copy</b> ," "(x) <b>Roger</b> ," or "(x) <b>Affirm</b> ," (x) désignant l'ailier. Si l'ailier ne peut pas l'exécuter, il répondra, "(x) <b>Negative</b> ," ou "(x) <b>Unable</b> ," (x) désignant l'ailier.
		Ravitailleur (F2)	Les ailiers quitteront la formation et se ravitailleront auprès du ravitailleur ami le plus proche.	Si l'ailier peut exécuter cet ordre, il répondra, "(x) <b>Copy</b> ," "(x) <b>Roger</b> ," or "(x) <b>Affirm</b> ," (x) désignant l'ailier. Si l'ailier ne peut pas l'exécuter, il répondra, "(x) <b>Negative</b> ," ou "(x) <b>Unable</b> ," (x) désignant l'ailier.
		Waypoint (F3)	Les ailiers quitteront la formation et voleront vers waypoint sélectionné par le joueur.	Si l'ailier peut exécuter cet ordre, il répondra, "(x) <b>Copy</b> ," "(x) <b>Roger</b> ," or "(x) <b>Affirm</b> ," (x) désignant l'ailier. Si l'ailier ne peut pas l'exécuter, il répondra, "(x) <b>Negative</b> ," ou "(x) <b>Unable</b> ," (x) désignant l'ailier.
Escadrille	Radar... (F4)	Marche (F1)	Joueur ordonne aux ailiers d'activer leur radar.	L'ailier répondra, "(x) <b>RadarOff</b> ," (x) désignant l'ailier.

(F1), Ailiers (F2, F3, F4)		Arrêt (F2)	Joueur ordonne aux ailiers de désactiver leur radar.	L'ailier répondra, "(x) <b>Music On</b> ," (x) désignant l'ailier
Escadrille (F1), Ailiers (F2, F3, F4)	ECM... (F5)	Marche (F1)	Joueur ordonne aux ailiers d'activer l'ECM.	L'ailier répondra, "(x) <b>Music On</b> ," (x) désignant l'ailier
		Arrêt (F2)	Joueur ordonne aux ailiers de désactiver l'ECM.	L'ailier répondra, "(x) <b>Music Off</b> ," (x) désignant l'ailier.
Escadrille (F1), Ailiers (F2, F3, F4)	Fumée (F6)	Marche (F1)	Joueur ordonne aux ailiers d'activer les générateurs de fumée.	L'ailier activera ses générateurs de fumées et répondra, "(x) <b>Copy</b> ," "(x) <b>Roger</b> ," ou "(x) <b>Affirm</b> ," (x) désignant l'ailier
		Arrêt (F2)	Joueur ordonne aux ailiers de désactiver la fumée.	L'ailier désactivera ses générateurs de fumées et répondra, "(x) <b>Copy</b> ," "(x) <b>Roger</b> ," ou "(x) <b>Affirm</b> ," (x) désignant l'ailier
Escadrille (F1), Ailiers (F2, F3, F4)	Couvrez Moi (F7)		Joueur ordonne aux ailiers d'attaquer l'avion qui a pris le joueur pour cible.	L'ailier répondra, "(x) <b>Copy</b> ," "(x) <b>Roger</b> ," ou "(x) <b>Affirm</b> ," (x) désignant l'ailier
Escadrille (F1), Ailiers (F2, F3, F4)	Larguez les Armes (F8)		Joueur ordonne aux ailiers de larguer leurs armes.	Si l'ailier peut exécuter cet ordre, il répondra, "(x) <b>Copy</b> ," "(x) <b>Roger</b> ," ou "(x) <b>Affirm</b> ," (x) désignant l'ailier Si l'ailier ne peut pas l'exécuter, il répondra, "(x) <b>Negative</b> ," ou "(x) <b>Unable</b> ," (x) désignant l'ailier
Escadrille (F1)	En Formation (F9)	Rejoignez Formation (F1)	Les ailiers cesseront toutes actions et rejoindront le joueur en formation.	Si l'ailier peut exécuter cet ordre, il répondra, "(x) <b>Copy</b> ," "(x) <b>Roger</b> ," ou "(x) <b>Affirm</b> ," (x) désignant l'ailier Si l'ailier ne peut pas l'exécuter, il répondra, "(x) <b>Negative</b> ," ou "(x) <b>Unable</b> ," (x) désignant l'ailier.
		Ligne de Front (F2)	Ordonne la formation "ligne de front".	Si l'ailier peut exécuter cet ordre, il répondra, "(x) <b>Copy</b> ," "(x) <b>Roger</b> ," ou "(x) <b>Affirm</b> ," (x) désignant l'ailier Si l'ailier ne peut pas l'exécuter, il répondra, "(x) <b>Negative</b> ," ou "(x) <b>Unable</b> ," (x) désignant l'ailier.
		Traine (F3)	Le joueur est leader, le 2 se positionne 8km derrière. Le 3 se place 8km derrière le 2, et le 4se place 8km derrière le 3.	
		Echelon (F4)	C'est la formation standard utilisée dans Flanker 2.0, mais la distance entre les appareils passe à 500 mètres.	
		Fermez Formation (F5)	Joueur ordonne la réduction de la séparation entre les appareils.	
		Ouvrez Formation (F6)	Joueur ordonne l'augmentation de la séparation entre les appareils.	

AWACS (F5)	Vers le Bandit le plus Proche (F1)		Joueur demande l'azimut, la distance, altitude et aspect de l'appareil ennemi le plus proche.	Si l'AWACS/GCI a un contact radar d'un appareil ennemi, alors : "(a), (b), bandits bearing (x)(x) for (y)(y)(y). (c) (d),", (a) désignant l'indicatif du joueur, (b) est soit "Olympus" ou "Overlord" en fonction du choix du camp du joueur: américain ou russe, (x)(x) est l'azimut de la menace en degrés, (y)(y)(y) est la distance jusqu'à la cible en miles pour le camp américain ou kilomètres pour le camp russe, (c) est l'altitude du contact, et (d) est l'aspect du contact. Exemple: "Puma 1 1, Olympus, bandits bearing 2 0 for 0 3 5. Angles medium, Hot." Si l'AWACS/GCI n'a pas de contact radar d'un appareil ennemi alors : "(a), (b), clean," (a) désignant l'indicatif du joueur, (b) est soit "Olympus" ou "Overlord" en fonction du choix du camp du joueur. Exemple: "Hawk 1 1, Overlord, clean." Si un appareil ennemi se trouve 8km alentours du joueur alors "(a), (b), merged" (a) désignant l'indicatif u joueur, (b) est soit "Olympus" ou "Overlord" en fonction du choix du camp du joueur. Exemple: "Dagger 1 1, Overlord, merged."
	Direction Base (F2)		Joueur demande l'azimut et la distance de l'aérodrome ami le plus proche.	"(a), (b), Home bearing (x)(x) for (y)(y)(y)," (a) désignant l'indicatif du joueur, (b) est soit "Olympus" ou "Overlord" en fonction du choix du camp du joueur, (x)(x) est l'azimut de la base en degrés, et (y)(y)(y) est la distance jusqu'à la base en miles pour le camp Américain ou kilomètres pour le camp Russe. Exemple : "Uzi 1 1, Olympus, Home bearing 2 1 for 2 0 6."
	Direction du Ravitailleur (F3)		Joueur demande le cap et la distance vers le ravitailleur allié le plus proche.	"(a),(b), Tanker bearing(x)(x) for (y)(y)(y)" (a) désignant l'indicatif du joueur, (b) est soit "Olympus" ou "Overlord" en fonction du choix du camp du joueur, (x)(x) est l'azimut du ravitailleur en degrés, et (y)(y)(y) est la distance jusqu'à celui ci en miles pour le camp Américain ou kilomètres pour le camp Russe. Exemple: "Uzi 1 1, Olympus, Tanker bearing 2 1 for 2 0 6." Si aucun ravitailleur ami n'est disponible, alors : "(a), (b) no tanker available," (a) désignant l'indicatif du joueur, (b) est soit "Olympus" ou "Overlord" en fonction du choix du camp du joueur .Exemple: "Uzi 1 1, Olympus, no tanker available."
	Déclarer (F4)		Joueur demande à AWACS si la cible "lockée" est amie ou hostile.	Si l'appareil est un ennemi, alors l'AWACS répondra "(a), (b), Contact is hostile," (a) désignant l'indicatif du joueur, (b) est soit "Olympus" ou "Overlord" en fonction du choix du camp du joueur. Exemple : "Dodge 1 1, Olympus, contact is hostile." Si l'appareil est un allier, alors l'AWACS répondra "(a), (b), Contact is friendly," (a) désignant l'indicatif du joueur, (b) est soit "Olympus" ou "Overlord" en fonction du choix du camp du joueur. Exemple : "Dodge 1 1, Olympus, contact is friendly."

ATC Tour (F6)	- Demande utiliser Piste (F1)		Joueur demande à la tour la permission de rouler vers la piste.	ATC répondra toujours <b>"(a), Tower, Cleared to taxi to runway (x)(x),"</b> "(a) désignant l'indicatif du joueur et (x)(x) le numéro de la piste. Exemple: "Hawk 1 1, Tower, cleared to taxi to runway 27."
	Demande Décollage (F2)		Joueur demande à la tour la permission de décoller.	Si aucun appareil n'est en train de décoller et/ou aucun appareil n'est en approche finale sur cette piste, alors l'ATC répondra <b>"(a), Tower, You are cleared for takeoff"</b> (a) désignant l'indicatif du joueur. Exemple: "Eagle 1 1, Tower, you are cleared for take-off."
	En Approche (F3)		Joueur demande la permission d'atterrir sur la base aérienne la plus proche.	<b>"(a), Control, Fly heading (x)(x) for (y)(y) at 800,"</b> "(a) désignant l'indicatif du joueur (x)(x) est la direction à suivre, et (y)(y) la direction pour le point d'approche. Exemple: Springfield 1 1, Control, fly heading 9 0 for 6 0 at 800.

**Tableau 13**

## Messages Radio

Les communications sont un processus bilatéral; les annonces des autres appareils sont aussi importantes que les annonces du joueur. Ces annonces décrivent les tâches accomplies, ou qui doivent l'être, par un ailier. Elles peuvent également avertir le joueur, donner la désignation de la cible, et fournir les azimuts des différents objectifs et bases aériennes. Dans le tableau 2 nous retrouvons une liste complète des annonces possibles.

- Provenance – Unité Émettrice – ailier, AWACS, tour, etc.
- Évènement – Correspond à l'action.
- Annonce – Message entendu par le joueur

Messages radio

Provenance	Evènement	Annonce
Ailier	Début de roulage	<b>"(x), rolling,"</b> (x) désigne le numéro de l'ailier
Ailier	Train rentré	<b>"(x), wheels up,"</b> (x) désigne le numéro de l'ailier.
Ailier	Touché par tirs ennemis et endommagé	<b>"(x) I'm hit,"</b> ou <b>"(x) I've taken damage,"</b> (x) désigne le numéro de l'ailier. Exemple: "Two, I've taken damage."
Ailier	Ejection	<b>"(x) Ejecting,"</b> ou <b>"(x) I'm punching out,"</b> (x) désigne un pilote US. Exemple: "Three, I'm punching out." <b>"(x) Bailing out,"</b> ou <b>"(x) I'm bailing out,"</b> (x) désigne un pilote Russe. Exemple: "Three, I'm bailing out."
Ailier	Retour à la base en raison des dommages subis	<b>"(x) R T B,"</b> ou <b>"(x) Returning to base,"</b> (x) désigne le numéro de l'ailier. Exemple: "Four, R T B."
Ailier	Tir d'un missile Air-Air	<b>"Fox from (x),"</b> pour appareil US ou <b>"Missile away from (x),"</b> pour appareil Russe, (x) désigne le numéro de l'ailier. Exemple: "Fox from two"
Ailier	Tir au canon	<b>"Guns, Guns from (x),"</b> (x) désigne le numéro de l'ailier. Exemple: "Guns, Guns from three."
Ailier	Illuminé par un radar embarqué ennemi	<b>"(x), Spike, (y) o'clock,"</b> (x) (x) désigne le numéro de l'ailier et (y) est un nombre entre 1 et 12. Exemple: "Two, spike three o'clock."
Ailier	Illuminé par un radar ennemi au sol	<b>"(x) Mud Spike, (y) o'clock,"</b> (x) désigne le numéro de l'ailier et (y) est un nombre entre 1 et 12. Exemple: "Two, mud spike three o'clock."
Ailier	Missile Sol-Air tiré vers l'ailier	<b>"(x) Sam launch, (y) o'clock,"</b> (x) désigne le numéro de l'ailier et (y) est un nombre entre 1 et 12. Exemple: "Two, Sam launch three o'clock."
Ailier	Missile Air –Air tiré vers l'ailier	<b>"(x) Missile launch, (y) o'clock,"</b> (x) désigne le numéro de l'ailier et (y) est un nombre entre 1 et 12. Exemple: "Two, Missile launch three o'clock."

Ailier	Contact visuel avec l'appareil ennemi	"(x) Tally bandit, (y) o'clock," (x) désigne le numéro de l'ailier et (y) est un nombre entre 1 et 11 ou "nez". Exemple : "Two, Tally bandit three o'clock."
Ailier	Manœuvres défensives	"(x) Engaged defensive," (x) désigne le numéro de l'ailier. Exemple: "Two, Engaged defensive."
Ailier	Appareil ennemi touché	"(x) Splash one," "(x) Bandit destroyed," ou "(x) Good kill, good kill," (x) désigne le numéro de l'ailier. Exemple: "Two, Splash my bandit."
Ailier	Bâtiment, véhicule ou navire ennemi détruit	"(x) Target destroyed," ou "(x) Good hits," (x) désigne le numéro de l'ailier. Exemple: "Two, Target destroyed."
Ailier	L'ailier a détecté un appareil ennemi et veut l'attaquer	"(x) Request permission to attack," (x) désigne le numéro de l'ailier. Exemple : "Two, Request permission to attack."
Ailier	Bombes larguées	"(x) Bombs gone," (x) désigne le numéro de l'ailier. Exemple : "Two, Bombs gone."
Ailier	Tir Missile Air-Sol	"(x) Missile away," (x) désigne le numéro de l'ailier. Exemple: "Two, Missile away."
Ailier	Tir Roquettes Air-Sol non guidées	"(x) Rockets gone," (x) désigne le numéro de l'ailier. Exemple: "Two, Rockets gone."
Ailier	Vole vers la cible après le point initial	"(x) Running in" ou "(x) In hot," (x) désigne le numéro de l'ailier. Exemple : "Two, Running in."
Ailier	Appareil ennemi détecté au radar.	"(a) Contact bearing (x)(x) for (y)(y)(y)" (a) désigne le numéro de l'ailier, (x) l'azimut en degrés et (y) la distance en miles pour les appareils US et kilomètres pour les appareils Russes. Exemple: "Three, Contact bearing 1 8 for 0 5 0."
Ailier	Atteinte du niveau de carburant obligeant le retour à la base ou risque de panne de carburant	"(x) Bingo fuel," (x) désigne un pilote US. Exemple: "Two, Bingo fuel." "(x) Low fuel," (x) désigne un pilote Russe. Exemple: "Two, Low fuel."
Ailier	L'ailier n'a plus d'armes	"(x) Winchester," pour un ailier US (x) désigne le numéro de l'ailier. "(x) Out of weapons," pour un ailier Russe et (x) désigne le numéro de l'ailier.
Ailier	L'appareil ennemi est derrière le joueur.	"Lead, check six"
Ailier	L'appareil du joueur est sur le point de se crasher ou d'exploser.	"Lead, bail out"
Contrôle	Joueur a atteint le point d'approche, après avoir envoyé le message "En Approche"	"(x), Control, cleared for visual, contact tower," (x) est l'indicatif de l'appareil. Exemple: "Sword 1 1, Control, cleared for visual, contact tower."
Tour	Appareil ami dans un rayon de 8km autour du joueur (appareil autre qu'un membre de l'escadrille).	"(x), Tower, traffic bearing (y)(y)," (x) est l'indicatif de l'appareil et (y) l'azimut en degrés de l'autre appareil. Exemple: "Eagle 1 1, Tower. Traffic bearing 2 7."
Tour	Joueur fait une halte après avoir atterri	"(x), Tower, taxi to parking area," (x) est l'indicatif de l'appareil. Exemple: "Hawk 1 1, Tower, taxi to parking area."
Tour	Joueur a atteint le point d'approche, est pris en compte par le contrôle. La piste est libre	"(x), Tower, cleared to land runway (y)(y)," (x) est l'indicatif de l'appareil et (y) is the two-digit runway heading of the runway the aircraft is to land on. Exemple: "Hawk 1 1, Tower. Cleared to land runway 9 0."
Tour	Joueur a atteint le point d'approche, est pris en compte par le contrôle. Mais un appareil est déjà sur le plan de descente.	"(x), Tower, orbit for spacing," (x) est l'indicatif de l'appareil. Exemple: "Falcon 1 1, Tower, orbit for spacing."
Tour	Joueur est au-dessus du plan de descente	"(x), Tower, you are above glide path," (x) est l'indicatif de l'appareil. Exemple "Eagle 1 1, Tower, you are above glide path."
Tour	Joueur est en-dessous du plan de descente	"(x), Tower, you are below glide path," (x) est l'indicatif de l'appareil. Exemple "Eagle 1 1, Tower, you are below glide path."
Tour	Joueur est sur le plan de	"(x), Tower, you are on glide path," (x) est l'indicatif de l'appareil. Exemple

	descente	"Eagle 1 1, Tower, you are on glide path."
AWACS	Nouvel appareil ennemi dans un rayon de 80km du joueur	"(a), (b), bandits bearing (x)(x) for (y)(y). (c) (d)," (b) est soit "Olympus ou "Overlord" selon que le pilote vole dans un avion russe ou américain, (a) est l'indicatif du joueur, (x)(x) est le cap de la menace en degrés, (y)(y) la distance de la cible en nautiques si le joueur vole sur un avion US, en kilomètres si le joueur vole sur un avion russe, (c) est l'altitude du contact et (d) l'aspect du contact. Exemple: "Puma one one, Olympus, bandits bearing zero nine for three five. Angles medium, Hot"
AWACS	Nouvel appareil ennemi ayant décollé et détecté par AWACS/GCI	"(a), (b), pop up group bearing (x)(x) for (y)(y)," (b) est soit "Olympus ou "Overlord" selon que le pilote vole dans un avion russe ou américain, (a) est l'indicatif du joueur, (x)(x) est le cap de la menace en degrés, (y)(y) la distance de la cible en nautiques si le joueur vole sur un avion US, en kilomètres si le joueur vole sur un avion russe. Exemple: "Puma one one, Olympus, pop up group bearing zero nine zero for three five."
AWACS	Appareil ennemi à moins de 5 nautiques du joueur	"Fusion Effectuée"
Tanker	Appareil proche du panier, la perche de ravitaillement sortie, le ravitailleur est prêt pour la connexion	«Contact autorisé»
Tanker	Ravitaillement terminé, prêt à déconnecter	"Disconnect now"
Tanker	Ravitaillement d'un autre appareil en cours.	"Chicks in tow," si le ravitailleur est de l'OTAN. "Tanker pattern full," si le ravitailleur est russe ou ukrainien.

**Tableau 14**

## Messages Vocaux et Alertes

La technologie informatique a révolutionné les avions de combat; les jets modernes sont continuellement diagnostiqués et apportent au pilote des annonces, alarmes et mêmes des instructions en cas de panne. Avant l'arrivée des premières femmes pilotes de combat, les concepteurs décidèrent qu'une voix féminine serait immédiatement remarquée par le pilote dans le brouhaha de voix masculines de la radio. Les pilotes américains appellent cette voix "Betty", les pilotes russes lui donnent le nom de "Ritta". Le tableau 3 liste les messages de Betty et indique la cause de chacun de ces messages.

- Déclencheur du message – Cause du message
- Message – Phrase annoncée par Betty

**Messages du système d'alerte vocal**

Déclencheur du message	Message
Moteur droit en feu	"Engine fire right"
Moteur gauche en feu	"Engine fire left"
Systèmes de contrôle de vol endommagés ou détruits.	"Flight controls"
Le train d'atterrissage est sorti au-delà de 250 noeuds.	"Gear down"
Le train d'atterrissage n'est pas sorti et l'avion est en approche finale.	"Gear up"
L'avion a juste assez de carburant pour atteindre la base alliée la plus proche.	"Bingo fuel"
Carburant restant 1500 livres ou litres	"Fuel 1500"
Carburant restant 800 livres ou litres	"Fuel 800"
Carburant restant 500 livres ou litres	"Fuel 500"

Le pilote automatique ne fonctionne plus	"ACS failure"
Panne des systèmes de navigation	"NCS failure"
Panne des ECM	"ECM failure"
Panne hydraulique	"Hydrolics failure"
Panne du système d'alerte de départ missile	"MLWS failure"
Panne des systèmes d'avionique	"Systems failure"
Panne de l'EOS	"EOS failure"
Panne du radar	"Radar failure"
L'horizon artificiel du cockpit ne fonctionne plus.	"Attitude indicaton failure"
Systèmes endommagés, sauf commandes de vol ou incendie.	"Warning, warning"
Angle d'attaque maximal atteint.	"Maximum angle of attack"
Facteur de charge maximal atteint ou dépassé.	"Maximum G"
Vitesse maximale atteinte ou dépassée, ou vitesse de décrochage.	"Critical speed"
Missile ennemi vers le joueur à moins de 15 km, en face et vers le bas.	"Missile, 12 o'clock low"
Missile ennemi vers le joueur à moins de 15 km, en face et vers le haut.	"Missile, 12 o'clock high"
Missile ennemi vers le joueur à moins de 15 km, derrière et vers le bas.	"Missile, 6 o'clock low"
Missile ennemi vers le joueur à moins de 15 km, derrière et vers le haut.	"Missile, 6 o'clock high"
Missile ennemi vers le joueur à moins de 15 km, à droite et vers le bas.	"Missile, 3 o'clock low"
Missile ennemi vers le joueur à moins de 15 km, à droite et vers le haut.	"Missile, 3 o'clock high"
Missile ennemi vers le joueur à moins de 15 km, à gauche et vers le bas.	"Missile, 9 o'clock low"
Missile ennemi vers le joueur à moins de 15 km, à gauche et vers le haut.	"Missile, 9 o'clock high"

**Tableau 15**





## CHAPITRE 9

# ENTRAÎNEMENT THÉORIQUE

Être efficace en combat aérien n'est pas une mince affaire. Les pilotes de chasse de tous les pays s'entraînent pendant plusieurs années pour acquérir les qualités nécessaires à l'obtention des performances maximales de leur avion. Bien qu'il soit impossible de modéliser chaque aspect de l'entraînement aérien, il est cependant important de comprendre quelques principes de l'aviation de combat.

## Vitesse air indiquée et vitesse air vraie

Il est admis que, lorsque l'altitude diminue, la densité de l'air augmente. L'atmosphère plus dense garantit une plus grande portance, mais également l'augmentation de la traînée. L'air moins dense à haute altitude réduit la portance ainsi que la traînée. Cela permet d'obtenir des vitesses plus élevées à haute altitude. Un avion volant à 700 km/h possède des caractéristiques de vol différentes lorsqu'il vole à 1.000 km/h. La vitesse véritable de l'avion qui vole à travers la masse d'air est appelée vitesse vraie (TAS). La TAS compense automatiquement la pression et la densité de l'air. La vitesse sol (GS) est apparentée à la TAS. La GS est la vitesse véritable de l'avion par rapport à la terre. Elle est égale à la TAS plus ou moins le facteur vent.

Les avions les plus modernes possèdent des indicateurs de vitesse qui prennent en compte la densité de l'air et les changements d'humidité à différentes altitudes. Lorsque ces changements ne sont pas pris en compte, la vitesse de l'avion est appelée vitesse air indiquée (IAS). Pour le pilote, l'IAS est la base de définition des capacités de manœuvre d'un avion; elle est habituellement affichée sur le VTH et sur les instruments.

*L'INDICATEUR DE VITESSE MONTRE LA VITESSE AIR INDIQUEE*

## Vecteur vitesse

L'indicateur de vecteur vitesse total est une caractéristique commune aux VTH occidentaux; il est aussi appelé repère de trajectoire de vol (FPM). Le vecteur vitesse indique la véritable trajectoire de vol de l'avion, qui ne correspond pas toujours à la direction où pointe le nez. Si vous placez le vecteur vitesse sur un point du sol, l'avion volera inévitablement directement vers ce point. Cet indicateur est un outil important pour les pilotes. Il peut être utilisé aussi bien en cas de combat aérien que pendant les approches d'atterrissage. Les avions modernes très manœuvrables comme le F-15C peuvent voler avec des angles d'attaque (AoA) élevés - lorsque l'appareil vole dans une direction mais que l'axe longitudinal est dirigé dans une autre.

## Indicateur d'angle d'attaque (AoA)

Comme expliqué ci-dessus, il se peut que le vecteur vitesse ne coïncide pas avec l'axe longitudinal de l'avion. L'angle entre la projection du vecteur vitesse et l'axe longitudinal de l'avion est appelé angle d'attaque. Quand le pilote tire le manche, il augmente généralement l'angle d'attaque de l'appareil. Si le pilote réduit les gaz pendant un vol rectiligne en palier, l'avion commencera à perdre de l'altitude. Afin de conserver le vol en palier, il est nécessaire de tirer sur le manche et donc d'augmenter l'angle d'attaque.

L'AoA et l'IAS sont liés aux caractéristiques de portance d'un avion. Quand l'AoA de l'avion augmente jusqu'à une valeur critique, la force de portance augmente aussi. L'augmentation de la vitesse air indiquée à angle d'attaque constant peut également participer aux forces de portance. Cependant, la traînée induite par la cellule de l'avion augmente aussi quand il y a élévation de l'angle d'attaque et de la vitesse. Il faut garder cela en mémoire ou bien l'avion pourrait partir en vol non contrôlé. Par exemple, l'avion pourrait tomber sans contrôle si le pilote excède la limite d'AoA. Les limites sont toujours indiquées sur la jauge d'indication d'AoA de l'appareil.

*UN PILOTAGE BRUTAL A FORT FACTEUR DE CHARGE ET ANGLE D'ATTAQUE ELEVE PEUT CAUSER LA PERTE DE CONTROLE DE L'AVION.*

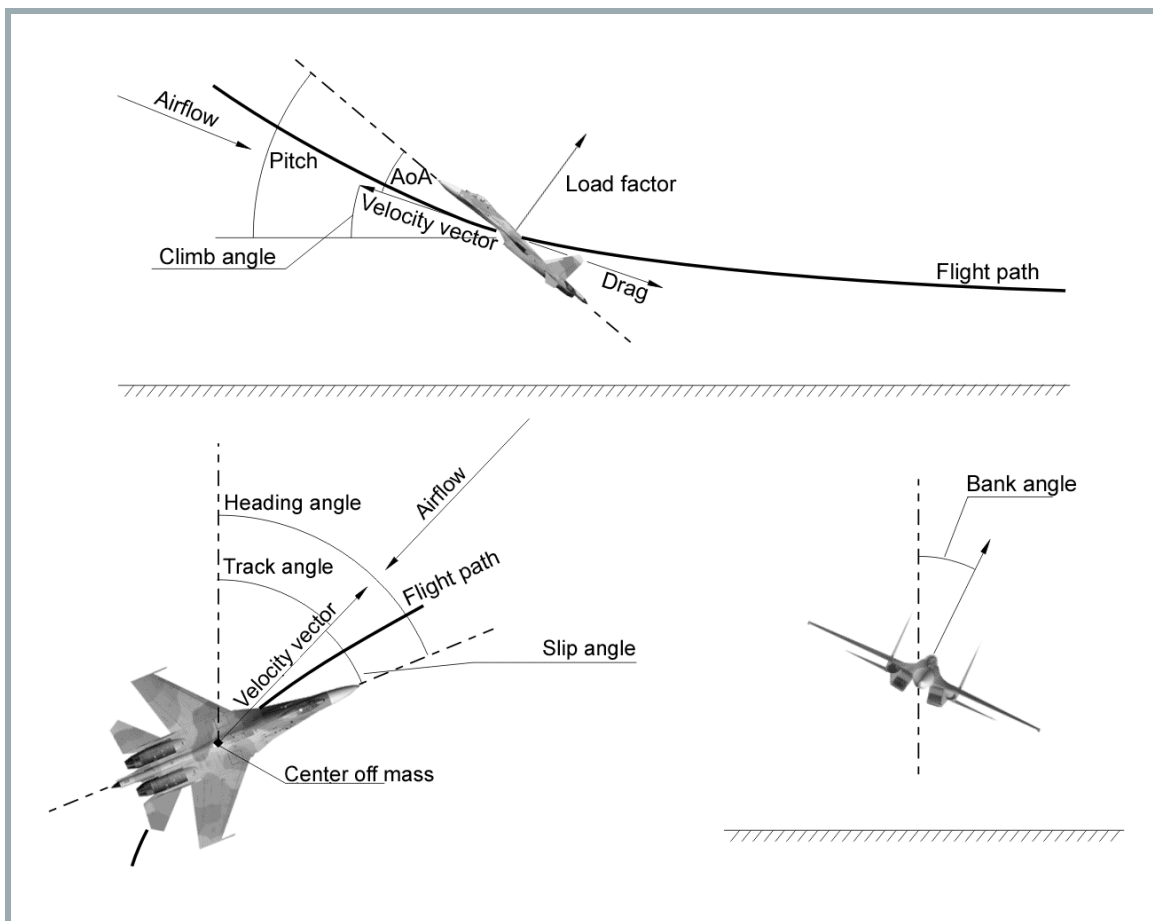
Lorsque l'AoA de l'avion augmente jusqu'à une valeur critique, le flux d'air s'interrompt au-dessus de l'aile et celle-ci cesse de produire de la portance. Une répartition asymétrique de la masse d'air entre l'aile droite et l'aile gauche peut induire un mouvement de virage et mettre l'avion en décrochage. Le décrochage pourrait intervenir lorsque le pilote excède la limite d'angle d'attaque. Il est tout particulièrement dangereux de partir en décrochage pendant un combat aérien; en vrille et sans contrôle, vous êtes une cible facile pour l'ennemi.

Dans une vrille, l'avion tourne autour de son axe vertical tout en subissant une perte permanente d'altitude. Certains avions peuvent également avoir un mouvement oscillatoire en tangage et roulis. Pendant une vrille, le pilote doit concentrer toute son attention pour récupérer le contrôle de l'avion. Il existe plusieurs méthodes pour récupérer différents types d'avions d'une vrille. En règle générale, il faut réduire les gaz, actionner la pédale de palonniers dans le sens opposé à la vrille et garder le manche en butée vers l'avant. Les commandes de vol doivent être maintenues dans cette position jusqu'à ce que la vrille de l'appareil soit maîtrisée et qu'il entre dans une phase contrôlable avec un angle de tangage négatif. Après la reprise de contrôle, remplacez l'avion en vol en palier mais soyez prudent de ne pas remettre l'avion en vrille. La perte d'altitude pendant une vrille peut atteindre plusieurs centaines de mètres.

*POUR REPRENDRE LE CONTROLE D'UN APPAREIL EN VRILLE : REDUISEZ LES GAZ, ACTIONNEZ LA PEDALE DE PALONNIER DANS LE SENS OPPOSE A LA VRILLE ET MAINTENEZ LE MANCHE EN BUTEE AVANT. GARDEZ LES COMMANDES DE VOL DANS CETTE POSITION JUSQU'À CE QUE LA VRILLE CESSE.*

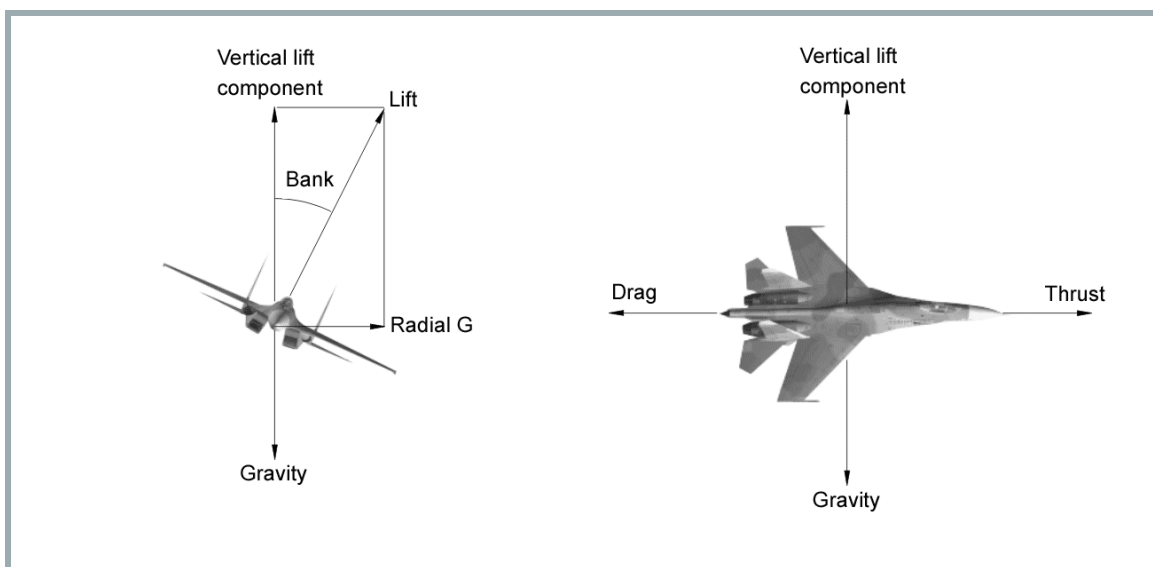
## Taux et rayon de virage

Le vecteur de portance aérodynamique est oblique par rapport au vecteur vitesse de l'avion. Aussi longtemps que la force de gravité est compensée par la portance, l'avion garde son altitude. Quand l'angle de roulis de l'avion change, la projection de la portance sur le plan vertical diminue.



### 9-1: Les forces aérodynamiques qui agissent sur l'avion

La quantité de portance disponible influence la manœuvrabilité de l'appareil. Les indicateurs importants des capacités de manœuvre sont le taux de virage maximum dans le plan horizontal et le rayon de virage. Ces valeurs dépendent de la vitesse air indiquée de l'avion, de son altitude, et de ses caractéristiques de portance. Le taux de virage est mesuré en degrés par seconde. Plus le taux de virage est élevé, plus l'avion peut changer de direction rapidement. Pour tirer un maximum de votre avion, vous devez faire la différence entre un taux de virage soutenu (sans perte de vitesse) et un taux de virage instantané (avec perte de vitesse). Selon ces valeurs, le meilleur avion serait caractérisé par un faible rayon de virage et un taux de virage élevé, et ce sur un large panel d'altitudes et de vitesses.



9-2: Les forces qui agissent pendant les manœuvres de l'avion.

## Taux de virage

Quand le facteur de charge augmente, le taux de virage augmente et le rayon de virage diminue. Il existe un point d'équilibre caractérisé par le plus grand taux de virage accompagné du plus petit rayon de virage possible.

*IL EXISTE UN POINT D'ÉQUILIBRE CARACTÉRISÉ PAR LE PLUS GRAND TAUX DE VIRAGE  
ACCOMPAGNÉ DU PLUS PETIT RAYON DE VIRAGE POSSIBLE.*

*PENDANT UN DOGFIGHT, VOUS DEVEZ RESTER PROCHE DE CETTE VITESSE.*

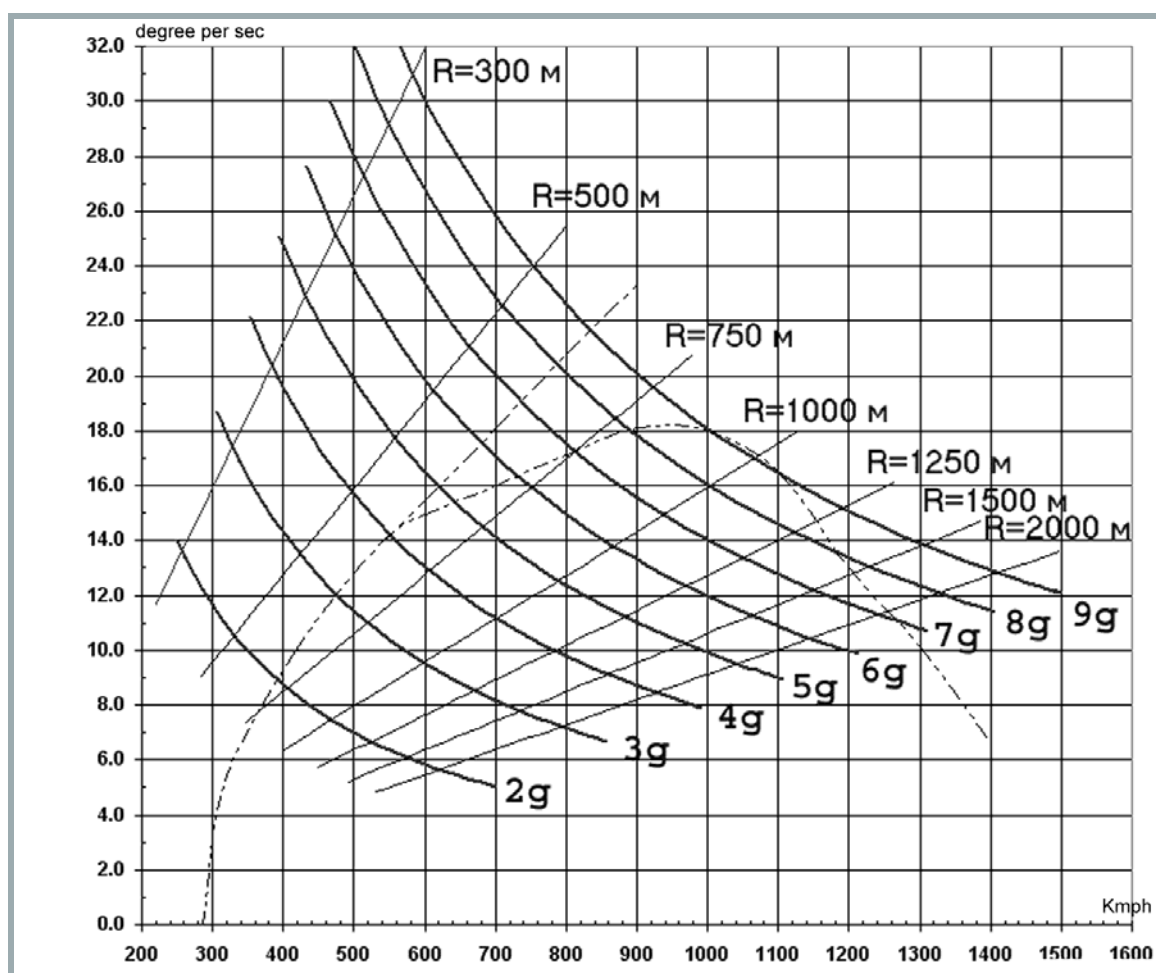
Le diagramme ci-dessous illustre le taux de virage en fonction de la KIAS (vitesse air indiquée en nœuds) d'un chasseur moderne avec post-combustion. La vitesse est indiquée le long de l'axe des X et l'axe des Y indique les degrés par seconde. Le tracé en niche de chien représente la performance de l'appareil en virage le long de cette échelle. Les autres lignes représentent les facteurs de charge et les taux de virage. Un tel diagramme est souvent appelé un tracé en niche de chien ou un diagramme de manœuvre et d'énergie (EM). Bien que le taux de virage à 950 km/h soit le maximum (18,2 degrés par seconde), la vitesse nécessaire pour obtenir un rayon de virage plus faible se situe autour de 850-900 km/h. Cette vitesse varie en fonction des avions. Pour des chasseurs typiques, les « corner speeds » se situent dans une fourchette allant de 600 à 1.000 km/h.

*LA VITESSE ET L'ALTITUDE DE VOTRE APPAREIL SONT DES FACTEURS PRIMORDIAUX DE LA  
PERFORMANCE DE L'APPAREIL EN VIRAGE. APPRENEZ VOTRE CORNER SPEED ET CELUI DE VOS  
ENNEMIS.*

Par exemple, en accomplissant un virage maintenu à 900 km/h, le pilote peut, si nécessaire, tirer un facteur de charge maximal pour augmenter le taux de virage aux alentours de 20 degrés par seconde pendant un court laps de temps. Cela fait diminuer simultanément le rayon de virage. En



conséquence, l'avion va ralentir à cause du fort facteur de charge. En effectuant ensuite un virage constant en terme de facteur de charge, le taux de virage augmentera jusqu'à 22 degrés par seconde avec une chute notable du rayon de virage. En maintenant l'appareil à un angle d'attaque proche de son maximum, vous pouvez maintenir ce rayon de virage et maintenir un taux de virage soutenu avec une vitesse constante de 600 km/h. L'utilisation d'une telle manœuvre vous aidera soit à atteindre une position d'avantage, soit à faire déguerpir un bandit de vos six heures.



9-2: courbe typique en niche de chien du taux de virage en fonction de la KIAS d'un chasseur moderne.

## Virages instantanés et soutenus

Un virage instantané est caractérisé par des taux de virages élevés et par une perte de vitesse pendant la manœuvre. La perte de vitesse est due à l'apparition d'une traînée significative provoquée par le facteur de charge et l'angle d'attaque élevé. L'angle d'attaque et les facteurs de charge peuvent souvent atteindre leur niveau maximum acceptable pendant un virage instantané à performances maximales. Bien que ce type de virage freine votre appareil, c'est la manière la

plus rapide de diriger votre nez vers la cible. Cependant, après ce type de virage, vous pourriez vous retrouver à court d'énergie.

*LES VIRAGES INSTANTANES REGULIERS PROVOQUENT UNE PERTE D'ÉNERGIE SIGNIFICATIVE.*

En effectuant un virage soutenu, la traînée et la gravité sont contrecarrées par la poussée de l'appareil. Le taux de virage soutenu est plus faible que le taux de virage instantané, mais il s'effectue sans perte de vitesse. En théorie, l'avion peut effectuer un virage stable jusqu'à ce qu'il tombe à court de carburant.

## Contrôle de l'énergie

En combat aérien, le pilote doit contrôler l'état énergétique de l'appareil. L'énergie totale d'un avion peut être représentée comme la somme de son énergie potentielle et de son énergie cinétique : l'énergie potentielle est déterminée par l'altitude de l'avion; son énergie cinétique par sa vitesse. Puisque la poussée développée par les moteurs est limitée, elle est annulée lorsque l'avion atteint un angle d'attaque élevé, l'avion perd de l'énergie. Pour éviter que cela arrive pendant le combat, le pilote doit garder son enveloppe de vol de manière à manœuvrer au taux maximum de virage soutenu tout en réduisant le rayon de virage.

*TROP DE VIRAGES VIOLENTS AVEC PERTE D'ALTITUDE DEGRADENT L'ÉNERGIE DE L'AVION.*

Supposons que l'énergie soit de l'argent utilisé pour acheter des manœuvres. Supposons qu'il y ait un réapprovisionnement constant (puisque les moteurs de l'appareil fonctionnent). Un contrôle optimal nécessite une consommation raisonnable d'argent pour acheter les manœuvres nécessaires. Effectuer des virages à forts facteurs de charge entraîne une perte de vitesse et par conséquent, les réserves d'énergie diminuent (banque). Dans ce cas, vous pouvez dire que le prix pour un taux de virage bon marché était trop élevé. Maintenant, vous avez peu d'argent et vous êtes une cible facile pour un ennemi dont la bourse est pleine de pièces sonnantes et trébuchantes.

Ainsi, en l'absence de besoin critique, vous devriez éviter les manœuvres à fort facteur de charge qui font perdre de la vitesse. Vous devriez également essayer de maintenir une altitude élevée et de ne pas la perdre sans bonne raison (c'est de l'argent dans votre banque énergétique). En combat rapproché, essayer de voler à des vitesses qui maximisent le taux de virage soutenu tout en minimisant le rayon de virage. Si votre vitesse baisse de manière significative, vous devez réduire votre AoA en repoussant le manche et décharger l'avion. Cela vous permettra de regagner de la vitesse rapidement. Cependant, vous devez minuter ce déchargement avec prudence ou vous constituerez une cible facile pour l'ennemi

*SI VOUS PERDEZ LE CONTROLE DE LA REGULATION ENERGETIQUE DE L'APPAREIL, VOUS VOUS RETROUVEREZ RAPIDEMENT A BASSE VITESSE ET A FAIBLE ALTITUDE.*



*Ecole de Vol*

**10**

# Chapitre



*Version 1.1*



## CHAPITRE 10

# ÉCOLE DE VOL

Pendant une mission, la plus grande partie du temps de vol est utilisée pour le décollage, la navigation sur le plan de vol assigné, l'acquisition des cibles, le retour à la base et l'atterrissage. En fait, le combat correspond à une faible fraction du temps total de la mission.

*SI VOUS N'ARRIVEZ PAS A TROUVER LA CIBLE OU A REJOINDRE LA BASE, VOTRE CARRIERE SERA TRES COURTE.*

## Utilisation de l'Indicateur de Situation Horizontale (HSI)

Pour beaucoup d'avions modernes, les informations de navigation sont affichées sur le HUD. Que fait le pilote en cas de panne du HUD ? Le HSI lui fournit alors la majorité des informations de navigation présentes sur le HUD, voire davantage d'une certaine manière. Les HSI russes et américains affichent les mêmes fonctions qui incluent les caractéristiques suivantes :

- Direction vers le prochain waypoint (aiguille et affichage numérique)
- Distance jusqu'au prochain waypoint
- Cap actuel
- Lignes de déviation en direction et en altitude

La direction vers le prochain waypoint est affichée en fonction de l'actuelle position de l'appareil. Les waypoints sont automatiquement fixés avant le vol et peuvent être utilisés pour atteindre la cible sur la meilleure route.

## Atterrissage

L'atterrissage est l'une des parties les plus difficiles et potentiellement dangereuses du vol. Les as et les novices se trient en fonction de leur aptitude pendant un atterrissage.

*POUR UN BON ATERRISSAGE, ALIGNEZ VOTRE APPROCHE TRES TOT.*

La phase d'approche lors d'un atterrissage est réalisée à un angle d'attaque (AoA) défini. Votre AoA peut être vérifié sur l'indicateur d'AoA dans le cockpit. Si l'avion est équipé d'un index d'AoA, vous pouvez faire votre approche en gardant un oeil sur cet index. Si la diode du haut est allumée, l'avion vole avec un AoA trop important ou bien la vitesse est trop faible. Si la diode du bas est allumée, alors l'avion vole avec un AoA trop faible ou bien la vitesse est trop élevée. Si la diode du milieu est allumée, cela signifie que les paramètres d'approche sont réunis.

*PENDANT L'ATERRISSAGE, SOYEZ DOUX, FAITES DE PETITES CORRECTIONS. SOUVENEZ-VOUS QUE LES MODIFICATIONS APORTEES PEUVENT AVOIR UN IMPACT RETARDE SUR L'AVION ANTICIPEZ !!!!*

Pendant la procédure d'atterrissage, vous devez maintenir l'AoA approprié. Si la vitesse est trop élevée, vous devez tirer sur le manche. Cela diminuera votre vitesse jusqu'à sa valeur appropriée ; dans le cas inverse, poussez sur le manche. Si votre altitude chute trop rapidement, poussez sur la manette des gaz. Dans le cas inverse, diminuez la poussée des moteurs.

Sur le HUD, quelques avions indiqueront le vecteur vitesse ; ceci peut être utilisé pour vous assurer un toucher au sol des plus sûrs. Le vecteur vitesse peut aussi être utilisé pour confirmer un toucher au seuil de piste.

Dans le tableau ci-dessous, vous trouverez les vitesses d'approche et de toucher.

Appareil	Vitesse d'approche	Vitesse de toucher
Su-25	280 km/h	235 km/h
Su-27	300 km/h	250 km/h
MiG-29A	280 km/h	235 km/h
F-15	175 knots	120 knots
A-10	150 knots	110 knots

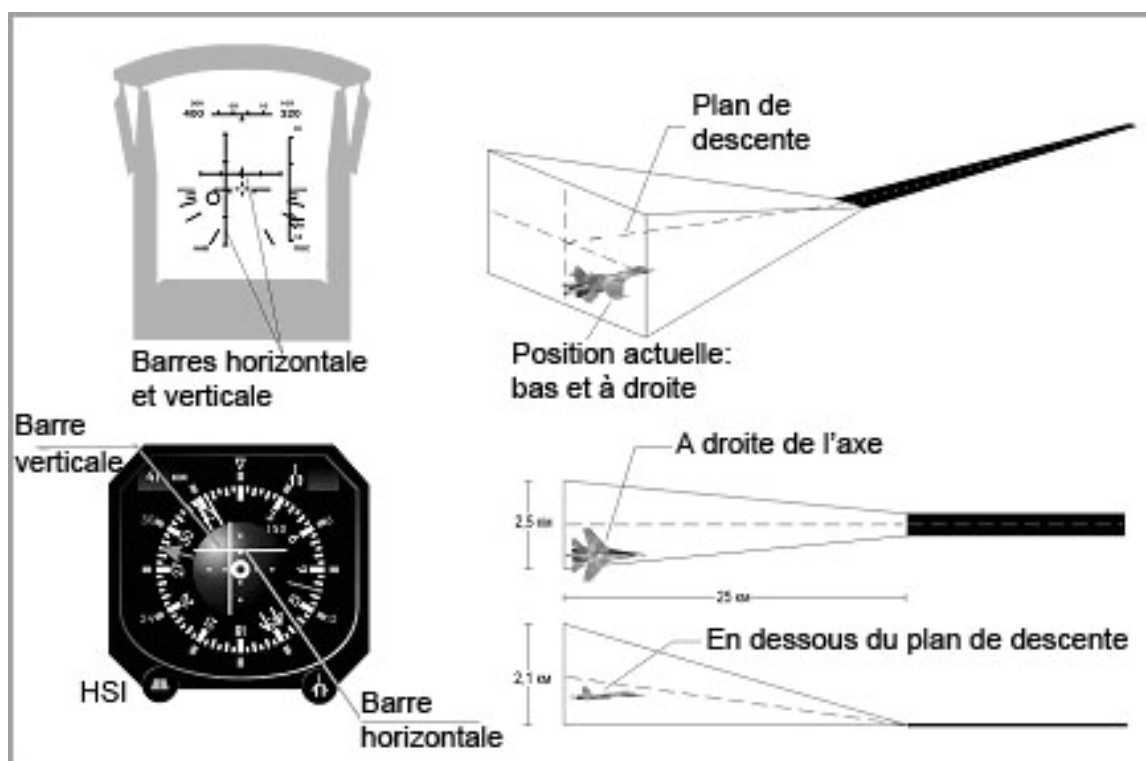
**Tableau 16**

*SI LES VOLETS SONT RENTRES, VOUS DEVEZ AUGMENTER VOTRE VITESSE DE 10 NOEUDS 20 KM/H. S'IL Y A DES EMPORTS EXTERNES ET UNE GRANDE QUANTITE DE FUEL, VOUS DEVEZ AUGMENTER VOTRE VITESSE POUR OBTENIR UN AOA DESIRE.*

Vous devez toujours réaliser une approche sur l'axe longitudinal de la piste.

## Système d'atterrissage aux instruments (ILS)

Les appareils russes et américains sont équipés d'un système d'atterrissage guidé (ILS). Les lignes de direction sont utilisées pour afficher la déviation par rapport à la trajectoire de descente optimale. La ligne verticale (aussi appelé localiser) indique la déviation de l'avion par rapport à la direction requise. La route planifiée alignera l'avion avec l'axe longitudinal de la piste. Centrer ces deux barres pour former une croix indique que l'appareil vole sur la bonne trajectoire de descente par rapport aux axes de la piste.



**10-1: Système d'atterrissage guidé**

## Atterrir avec un vent de travers

Atterrir avec un vent de travers est beaucoup plus difficile qu'atterrir sans vent. L'appareil dévie de l'axe longitudinal de la piste. Il est donc nécessaire de compenser la dérive à l'aide des palonniers et des ailerons pendant l'approche. Un atterrissage dans de telles conditions nécessite un pilotage attentif et une bonne coordination entre le manche et les pédales..

*ÉVITEZ LES ATTERRISSAGES AVEC UN VENT ARRIERE, CELA VOUS FERAIT TOUCHER LA PISTE RAPIDEMENT ET/OU POURRAIT ENTRAÎNER UNE SORTIE DE PISTE.*

## Description des modèles de vol avancés du Su-25 et du Su-25T

Pour la version 1.1 de Lock-On, un nouveau modèle de vol a été développé pour le Su-25 et le Su-25T. Cette partie décrit quelques-unes des caractéristiques remarquables de ces nouveaux modèles de vol.

La dynamique des avions est calculée à partir des équations physiques qui décrivent les mouvements de rotation et de translation des corps solides soumis à des forces et des moments extérieurs, quelle que soit leur origine.

- Les trajectoires et les rotations semblent plus naturelles grâce à la modélisation correcte des inerties de l'avion.

- Les transitions entre les modes de vol sont plus fluides, sans variations brusques d'angle, de vitesse de rotation ou d'attitude (par exemple après une glissade de queue ou un atterrissage avec angle de roulis sur un seul train).
- L'effet du couple gyroscopique dû à la rotation de l'avion est pris en compte.
- L'effet asymétrique des forces extérieures est pris en compte, tout comme l'effet des forces dont l'axe ne passe pas par le centre de gravité (par exemple : poussée des moteurs, force des parachutes de freinage). Ces forces sont modélisées correctement dans tous les modes de vol et ce qui crée le mouvement de rotation adéquat.
- Le centre de gravité peut se déplacer dans le repère lié aux vitesses.
- La modélisation des centres de masses latéraux et longitudinaux a été introduite ; ceux-ci se déplacent en fonction de la quantité de carburant et de la charge utile.
- L'influence des emport asymétriques sur les caractéristiques du contrôle latéral (en fonction de la vitesse, de la surcharge standard, etc.) est également modélisée.

Pour le calcul des caractéristiques aérodynamiques, l'avion est séparé en ses différents éléments (fuselage, extérieurs des ailes, empennages, etc.). Les calculs d'efforts aérodynamiques sont effectués pour chacune des parties de l'avion, en fonction des angles d'attaque et de dérapages locaux (y compris les cas supercritiques), de la pression totale locale et du nombre de Mach. Ces calculs prennent également en compte la dégradation ou la destruction des surfaces de contrôles et du corps de l'appareil.

- Le comportement aérodynamique est modélisé fidèlement dans tous les domaines d'angles d'attaque et de dérapages.
- L'efficacité du contrôle latéral, et la stabilité latérale dynamique et statique est maintenant dépendante de l'angle d'attaque, et de la position longitudinale et latérale du centre de gravité.
- L'effet d'auto rotation de l'aile suite à un mouvement de roulis à angle d'attaque élevé est modélisé.
- Interactions cinématiques, dynamiques et inertielles entre les axes de lacet, tangage et roulis (lacet induit lors d'un mouvement de roulis, mouvement de roulis suite à l'utilisation du palonnier, etc.).
- Le dérapage de l'avion est déterminé par les actions du pilote et par la position de l'avion.
- Quand une partie de l'avion est détruite, le mouvement de l'avion est modélisé de manière naturelle. La partie endommagée peut être partiellement ou totalement soustraite du calcul de l'aérodynamique de l'appareil.
- Le modèle de vol garantit une reproduction fidèle du décrochage (tremblements des ailes et oscillations du cap simultanés).
- Les secousses aérodynamiques ont des caractéristiques différentes selon le mode de vol. Elles apparaissent au lancement des armes, aux angles d'attaques au-delà de la limite, aux nombres de Mach trop élevés, etc.

Les moteurs à réaction sont modélisés par leurs différents éléments: compresseur, chambre de combustion, turbine et démarreur générateur.

- La vitesse de rotation en régime minimal dépend de l'altitude, du nombre de Mach, de la pression et de la température.

- La survitesse du moteur à bas régime est modélisée.
- Le contrôle du régime des moteurs varie avec la vitesse de rotation.
- La température des gaz en sortie de moteur dépend des paramètres du moteur, des conditions de vol et de l'environnement.
- La consommation de carburant est liée aux paramètres moteurs et aux conditions de vol de manière non linéaire.
- Les paramètres dynamiques de fonctionnement du moteur (vitesse et températures des gaz) sont modélisés très précisément dans les phases d'allumage et d'extinction du moteur. L'auto rotation par le flux secondaire, le blocage du moteur (accompagné d'une élévation de température) dans le cas d'un démarrage avec manette des gaz mal positionnée, le redémarrage du moteur au sol ou en vol (rotation libre) sont également modélisés.
- La modélisation des systèmes hydrauliques droite et gauche est basée sur les sources (pompes hydrauliques) et les consommateurs de pression hydrauliques (train d'atterrissage, vérins d'ailerons, volets, becs de bord d'attaque, guidage de roue, système de freinage, etc...). Chaque système hydraulique alimente ses propres consommateurs
- La pression dans les systèmes hydrauliques droite et gauche varie en fonction de l'équilibre entre l'efficacité des pompes et la chute de pression dans les différents systèmes consommateurs. L'efficacité des pompes hydrauliques dépend de la vitesse de rotation des moteurs droit et gauche respectivement, la chute de pression dans les systèmes consommateurs dépend de leur charge de travail.
- Les pannes partielles ou totales des vérins hydrauliques dans le cas d'une chute de pression dans le système hydraulique sont modélisées.

Le système de contrôle prend en compte les composants primaires: mécanisme de trim, et effets du réglage de trim, amplificateurs hydrauliques pour les commandes en roulis, amortisseur du contrôle en lacet.

- Les mécanismes de trim en tangage et roulis ou lacet reposent tous sur des logiques différentes. En particulier, la position du réglage de trim en tangage n'influence pas la position du manche à vitesse quasi-nulle. La disponibilité du réglage de trim en tangage dépend de la puissance électrique disponible.
- Dans le cas d'une chute de pression du côté gauche, le contrôle latéral se durcit avec l'augmentation de la vitesse indiquée. Le contrôle longitudinal ne dépend pas de la pression hydraulique du fuselage.
- La rapidité d'extension et de rentrée des volets de bords de fuite et des parties mobiles de l'empennage horizontal dépend de la pression du fuselage.
- La sortie des volets de bord de fuite à haute vitesse peut entraîner un blocage tout d'abord partiel puis total des vérins hydrauliques. Ceci endommage les canalisations hydrauliques et il s'ensuit une fuite de liquide et une chute de pression dans le fuselage.
- La sortie du train d'atterrissage à haute vitesse peut entraîner un blocage tout d'abord partiel puis total des vérins hydrauliques. Ceci endommage les canalisations hydrauliques et il s'ensuit une fuite de liquide et une chute de pression dans le fuselage.



## DEMARRAGE DES MOTEURS "A FROID" SUR LE PARKING

1. Mettez en marche l'unité de puissance auxiliaire avec les touches [**Maj- L**] et vérifiez que les instruments du tableau de bord et de la VTH fonctionnent normalement.
2. Positionnez la manette des gaz sur ralenti.
3. Démarrez les 2 moteurs simultanément avec les touches [**Win- Home**] ou tout d'abord le moteur droit avec [**Shift- Home**] puis le gauche avec [**Alt-Home**].
4. Vérifiez la vitesse de rotation du compresseur sur le tachymètre moteur ; le régime moteur doit se stabiliser à 33%.
5. Vérifiez la température des gaz de sortie sur la jauge correspondante. Celle-ci doit être aux environs de 440°C.

Si vous démarrez les moteurs sans positionner la manette des gaz au ralenti, les moteurs seront noyés par le carburant, et le moteur sera maintenu dans un état intermédiaire. Une augmentation incontrôlée de la température moteur risque de se produire, ce qui peut entraîner un incendie moteur. Si une telle situation se produit, coupez immédiatement le(s) moteur(s) avec [**Win- End**]. Une fois le(s) moteur(s) complètement éteint(s), laissez le(s) se refroidir pendant une à cinq minutes, et répétez la procédure de démarrage.

Afin d'accélérer la procédure de démarrage, il est possible d'effectuer un réchauffage du moteur. Pour cela, attendez que le tachymètre moteur indique 16% ou plus, et poussez ensuite la manette des gaz sur la position plein gaz sec.

## REDEMARRAGE EN VOL

Si les moteurs se coupent en vol (flame out), vous pouvez effectuer un redémarrage automatique. Pour cela, la vitesse doit être supérieure à 150 km/h. Réduisez les gaz sur ralenti, puis augmentez sur plein gaz sec et revenez sur ralenti. Si toutes les conditions sont réunies, le moteur commencera à redémarrer. Un démarrage en vol n'est possible que si la vitesse de rotation du moteur est supérieure à 12%.



## CHAPITRE 11

# MANOEUVRES FONDAMENTALES DE COMBAT AÉRIEN

Les tactiques du combat aérien moderne ont changé de façon révolutionnaire en moins d'un siècle. Les petits chasseurs à hélice des décennies précédentes ont laissé la place aux jets de combat d'aujourd'hui.

La première raison pour laquelle les pilotes virtuels se « crashent » ou se font abattre est l'incompatibilité existant entre une situation de combat donnée et les armes qu'ils utilisent. De nos jours, les avions sont bien plus puissants que leurs ancêtres de la Seconde Guerre Mondiale. Corrélativement, le feu ennemi est maintenant bien plus précis et destructeur : il peut atteindre sa cible à bien plus grande distance. Bref, le champ de bataille est devenu plus mortel que jamais.

## Tactiques de Combat Aérien

Les chasseurs modernes tels le Su-27, MiG-29 et F-15C furent conçus pour acquérir la supériorité aérienne sur le champ de bataille. Même s'ils peuvent emporter un nombre et des types limités d'armes air-sol, le combat aérien est leur priorité. Lors de ce genre de combat, il est préférable de détruire l'ennemi à distance et autant que possible d'éviter l'engagement à portée visuelle. Avec l'arrivée du R-73 russe et de la visée intégrée au casque, c'est devenu particulièrement vrai pour les appareils occidentaux. Pour des intercepteurs comme les Su-27 et F-15C, il est important de commencer le combat lorsque l'ennemi est encore loin et qu'il n'a pas encore pointé ses armes sur vous. Idéalement, l'avion ennemi sera endommagé ou neutralisé et incapable d'accomplir sa mission ; il est souvent plus important d'empêcher un avion d'accomplir sa mission que de chercher à l'anéantir.

## RECHERCHE DE CIBLE

Souvent, les chasseurs modernes ont de puissants radars capables de détecter leurs cibles à longues distances. En outre, il s'avère également pratique de disposer d'un avion équipé d'un système de veille et de contrôle embarqué comme l'AWACS (Airborne Warning and Control System) ou bien d'une station radar au sol de contrôle d'interception (GCI) capable de surveiller un espace aérien et de diriger les éléments amis contre les forces adverses. Grâce à l'AWACS ou au GCI, il est possible d'effectuer des missions discrètes de pénétration aérienne des lignes ennemies avec le radar en mode de veille, sans émission d'ondes radar détectables par l'ennemi. Si le radar est en veille, les chances d'être détecté diminuent (un avion ennemi peut détecter vos émissions radar deux fois plus loin que vous ne pourrez le détecter !). Il convient de noter au passage que, pendant une attaque discrète, les avions russes peuvent utiliser leurs systèmes IRST, lesquels ne peuvent être captés par les détecteurs de menaces radar. Enfin, vous pouvez aussi demander à l'AWACS ou au GCI de déterminer la position d'un avion ennemi utilisant ses systèmes de brouillage embarqués.

Si aucun AWACS ou GCI n'est disponible, le chasseur devra utiliser ses propres capteurs durant la mission. Quand plusieurs avions forment une patrouille, le chef de patrouille peut demander une formation de front ("line abreast") pour augmenter le volume d'espace aérien scanné par les radars de la patrouille.

Les pilotes doivent réaliser que la distance de détection dépend de la surface équivalente radar (SER ou RCS: Radar Cross Section). La règle de base est: plus grande est la SER, plus grande sera la distance à laquelle la cible sera détectée. La SER n'a pas d'influence sur les capteurs non-radar tels l'IRST. Par exemple: un Su-27 volant à haute altitude peut détecter une cible de type bombardier stratégique de SER 70~100 m<sup>2</sup> à une distance de 130-180 km. Un chasseur moderne de 3m<sup>2</sup> de SER ne sera vu qu'à 80~100 km. En basse altitude, les distances de détection sont encore plus basses, ceci étant dû au bruit du feedback des lobes secondaires sur le sol. Ce bruit oblige le radar à diminuer son gain donc sa sensibilité. Par exemple: un Su-27 volant à 200m a une portée de détection max. de 35~40 km pour des grands angles d'aspect de la cible et 20~25 km pour de faibles angles d'aspect. La même restriction s'applique pour la détection d'une cible plus basse que vous. Dans ce genre de situation de "regard vers le bas", la sensibilité est réduite à cause de l'excès de retour des échos de sol. Conclusion: le combat aérien à longue distance est sérieusement restreint à basse altitude et les performances des armes et radars fortement réduites. Le meilleur profil d'engagement est de voler à 3.000m d'altitude avec une cible légèrement plus haute et offrant un angle d'aspect important.

## LE COMBAT HORS DE PORTEE VISUELLE BVR

Vous avez détecté un appareil ennemi et vous êtes prêt à l'attaquer avec vos missiles à moyenne ou à longue portée. Cependant, l'ennemi a les mêmes intentions et est équipé de missiles similaires aux vôtres. Dans de telles situations, la victoire n'est pas évidente et dépend beaucoup de plusieurs facteurs tels que le maintien d'un verrouillage stable de la cible ou la portée maximale des missiles. Quand ces paramètres sont équivalents, les adversaires ont les mêmes chances de victoire. Vous devrez utiliser des tactiques BVR afin de gagner l'avantage.

La tactique la plus courante est appelée le "virage d'éloignement tactique" (tactical turn away). Cette manœuvre consiste en un tir de missile à grande distance suivi d'un virage d'éloignement tout en conservant la cible dans les limites de débatement du radar. En continuant à maintenir le verrouillage radar et à fournir des informations au missile tiré, votre taux de rapprochement avec la cible diminue. De cette façon, le calculateur de contrôle de tir ennemi pourrait retarder son autorisation de tir ou au moins freiner la demande de tir du pilote jusqu'à ce qu'il atteigne la portée max. contre cible non manœuvrante (Rpi). Lorsque vous et votre adversaire tirez en même temps, le virage d'éloignement forcera le missile ennemi à prendre une trajectoire plus longue et moins efficace et lui fera gaspiller de l'énergie. Même si le missile risque toujours de vous atteindre, une manœuvre sous haut facteur de charge devrait facilement vous en débarrasser.

## MANŒUVRES

Si vous et votre ennemi survivez à la joute longue distance et arrivez à portée visuelle l'un de l'autre, alors commencera le classique combat tournoyant.

*LE COMBAT AERIEN TOURNOYANT N'EST PAS UN JEU D'ECHECS. LE PILOTE NE PENSE PAS: "IL FAIT UNE BOUCLE DONC JE DOIS PARTIR EN VIRAGE". IL S'AGIT D'UN ENVIRONNEMENT FLEXIBLE, DYNAMIQUE ET CHANGEANT CONSTAMMENT. LE PILOTE DOIT ESTIMER OU IL DEVRAIT ETRE EN MESURE D'UTILISER SES ARMES ET DOIT LES POINTER AVANT L'ADVERSAIRE. »*

## RETOURNEMENT

Le retournement fait partie des manœuvres de base. Le pilote exécute un virage de 180° tout en montant. Ainsi, il accumule de l'énergie pour la manœuvre suivante. Cette manœuvre doit être exécutée à pleine puissance militaire ou même à pleine PC afin de l'accomplir rapidement et sans perte de vitesse significative.

Si vous êtes dans une position offensive avec un avantage de vitesse et que l'ennemi exécute une manœuvre défensive (type break), alors vous pourriez faire un « Yo-yo haut » qui vous permettra de conserver votre avantage de position et d'énergie.

## MANOEUVRE "YO-YO" HAUT

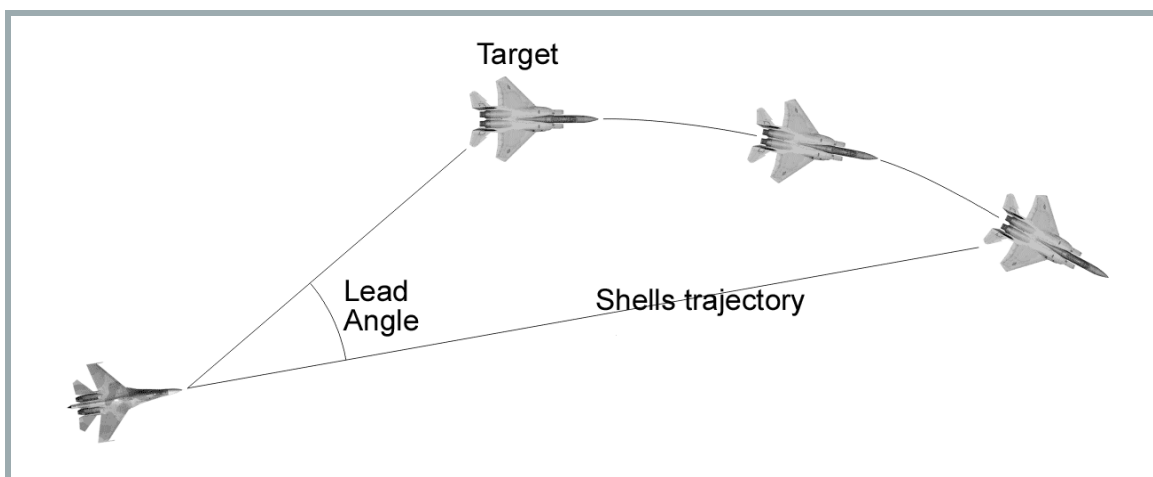
Cette manœuvre ressemble au retournement. Exécutez d'abord une forte montée perpendiculaire à la trajectoire de votre cible. Pendant cette phase, il est important de ne pas perdre le visuel sur votre adversaire ; gardez le en vue. Cette manœuvre devrait être accomplie un peu en arrière et plus haut que la cible. Alors que vous la dépassez en montant, revenez en roulis dans le plan de trajectoire de votre cible. Cela devrait vous ramener dans une position offensive avec une énergie avantageuse. En fait, l'exécution d'une série de petits yo-yo est plus efficace qu'une ample manœuvre. Soyez attentif à ce que le pilote ennemi ne reconnaisse pas votre manœuvre et ne renverse pas vers vous, vous vous retrouveriez dans un combat en ciseaux.

## MANOEUVRE DEFENSIVE EN CISEAUX

Si l'ennemi vous approche par derrière et qu'il est sur le point de faire feu, vous devez réagir immédiatement. Une des manœuvres les plus efficaces qui peut rapidement renverser la situation est appelée « manœuvre en ciseaux ». Le principe est simple : utiliser l'avantage en vitesse de l'ennemi pour virer à l'intérieur vers lui et le forcer à effectuer une série de passes en simple cercle. Celui qui aura le meilleur taux de virage et la meilleure manœuvrabilité basse vitesse passera derrière l'autre.

## UTILISATION DU CANON EN COMBAT AERIEN

Utiliser le canon en combat aérien n'est pas chose facile. D'abord, le nombre d'obus embarqués et la portée efficace sont plutôt limités. Pendant un combat, l'adversaire évolue constamment et il est très délicat d'estimer à quel moment faire feu. Les pilotes de la Deuxième Guerre Mondiale devaient calculer ce point « à vue » et estimer à quel moment les obus tirés et l'avion ennemi se croiseraient. Ainsi, il était très difficile au pilote de manœuvrer dans deux plans et de calculer l'angle d'anticipation.



### 11-1: Utilisation du canon pendant le combat aérien

Pendant ce temps, l'avion attaquant est aussi en mouvement permanent et vole selon une trajectoire curviligne. Depuis le cockpit, les obus ont l'air de voler « en virage » alors qu'ils partent droit. Si tout se passe comme prévu, le pilote vise avec la bonne anticipation, ouvre le feu, constate la trajectoire « courbée » de ses obus et corrige le tir.

A partir de là, nous pouvons en conclure que la distance qui vous sépare de la cible est un des facteurs les plus importants pour abattre un autre avion au canon. Plus la cible est loin, plus les obus volent longtemps et plus ils seront affectés par leur traînée et la gravité. Alors, le pilote devra essayer un angle d'anticipation supérieur pour des obus de calibre supérieur. À cause de ces difficultés, bien des pilotes des 1ère et 2de Guerres mondiales n'ouvraient pas le feu avant d'être suffisamment proche pour voir le visage de leur adversaire. Cela garantissait aux obus de subir un minimum d'effet dû à la gravité ou à la traînée. Plus la cible est proche, plus grande est la probabilité de la toucher. Définir le bon angle d'anticipation devient de plus en plus difficile au fur et à mesure que la cible s'éloigne.

Dans un avion moderne, les pilotes sont capables de déterminer le bon angle d'anticipation grâce au système de contrôle de visée (WCS : Weapon Control System) qui calcule en permanence le « point de visée anticipé » ; néanmoins, ils ont aussi leurs limites. Pour calculer ce point, ils doivent disposer de la distance de la cible ; cette information est fournie au WCS par un radar ou un télémètre laser. Basé sur les mouvements de l'avion et de la cible, le point de visée est calculé et le réticule canon affiché sur le HUD. Le pilote manœuvre alors son avion pour placer le réticule sur la cible et fait feu. Les réticules américains et russes ne se ressemblent pas mais leurs fonctions sont fondamentalement similaires.

Dans des situations où il est impossible d'obtenir des informations de distance à cause d'une défaillance radar ou d'ECM, d'autres systèmes de visée sont disponibles comme « l'entonnoir » qui décrit la trajectoire balistique des obus. La zone centrale de l'entonnoir désigne le chemin parcouru par les obus ; les lignes extérieures montrent l'envergure de la cible (aussi appelée « base de cible »).

Pour viser avec l'entonnoir, vous devez placer la cible à l'intérieur de celui-ci et faire toucher ses bords par l'extrémité des ailes. Lors d'une exécution correcte pour un avion de la taille d'un chasseur, les obus toucheront l'avion. L'entonnoir n'est pas précis lors d'attaques à grands angles d'aspect à cause des valeurs de rotations angulaires. De la même façon, il est difficile de viser des cibles dont les variations de vitesse angulaire ou de trajectoire sont importantes.

Une attaque canon sous-entend une approche « calme » de la cible, une position de tir stable avant d'ouvrir le feu. D'un autre côté, un tir d'opportunité est possible un court instant quand l'ennemi apparaît de façon imprévue devant vous et à portée de canon. Il est nécessaire de profiter de cet instant et de descendre la cible pendant qu'elle est sous le réticule.

Lors de manœuvres par fort facteur de charge, le réticule est généralement le long de la portion inférieure du HUD et rend la visée très difficile. Dans ce cas, manœuvrez en anticipant dans le plan de votre cible et pendant un bref instant diminuez votre facteur de charge. Tirez une courte rafale juste avant que la cible ne vole au travers de votre réticule et laissez votre rafale tracer son chemin vers la cible.

La précision au tir canon demande beaucoup de talent et surtout beaucoup de pratique. Essayez de rester dans le même plan de manœuvre que votre cible car cela vous permettra de stabiliser votre tir. Il y a deux vecteurs de manœuvre, le longitudinal et le vertical. Même si un bon tireur peut toucher des cibles dans les deux plans ou dans une combinaison des deux, une cible ne manœuvrant que dans un seul de ceux-ci sera plus facile à atteindre. Evitez d'évoluer ainsi ou vous serez rapidement dans le réticule d'un autre adversaire.

## **LES TACTIQUES DE COMBAT EMPLOYANT DES MISSILES AIR-AIR**

Que ce soit en combat au delà de la portée visuelle (BVR) ou en combat à vue, un bon pilote de combat sait quel type de missile utiliser.

L'emploi et la mise en œuvre des missiles des différents appareils est décrit en détail dans le chapitre correspondant.

Avant de tirer un missile à guidage radar, il est en principe nécessaire d'avoir un verrouillage de la cible par le radar et de sélectionner le missile adéquat en fonction de la distance à laquelle se trouve celle-ci.

Pour les avions russes, le tir d'un missile est impossible tant que l'autorisation de tir du WCS n'est pas donnée.

Lorsque le WCS autorise le tir, celui-ci détermine si le tir peut avoir lieu sans problème et si le missile a une forte probabilité d'atteindre sa cible (appelée aussi PK: "probability of kill").

En cas d'urgence, cette autorisation peut être annulée. Par contre, le F-15C peut, lui, tirer des missiles à n'importe quel moment. Toutefois, afin de permettre au pilote d'obtenir une forte PK, trois indicateurs sont à sa disposition: la distance minimale de tir autorisée (Rmin), la distance maximale de tir autorisée pour une cible manœuvrante (Rtr) et la distance maximale autorisée pour une cible non manœuvrante (Rpi), autrement dit, "steady".

Tirer un missile à longue distance diminue la probabilité d'un coup au but. Plus la distance entre le missile et la cible est courte, plus la probabilité qu'il atteigne sa cible est élevée.

Lorsque de nombreux hostiles évoluent à portée visuelle, le pilote doit s'efforcer de ne jamais perdre le fil de ce qui se passe tout autour de lui.

Ne jamais perdre de vue l'ennemi, surtout si vous êtes sur la défensive ! N'oubliez jamais que vos systèmes d'alerte de menace ne vous préviendront pas lors d'un tir de missile à guidage infrarouge. Ainsi vous pouvez être pris au dépourvu si, soudain, vous apercevez un missile dans vos 6 heures, sans avoir été prévenu !



C'est pourquoi il est conseillé d'utiliser des leurres thermiques (flares) de façon préventive lorsque vous engagez le combat avec un avion armé de missiles à guidage infrarouge.

Le seul moyen de détecter un tir de missile infrarouge sera votre vigilance visuelle ou bien l'avertissement de votre ailier.

En combat rapproché, gardez vos yeux grands ouverts à travers votre cockpit et soyez à l'affût d'un éventuel missile se dirigeant dans votre direction.

Souvenez-vous aussi que vos réacteurs sont un véritable "aimant" pour les missiles infrarouges ! Afin de réduire votre vulnérabilité à ces missiles, évitez, autant que possible, d'utiliser la post-combustion. Pendant le combat, essayez de n'utiliser la PC que lorsque l'adversaire ne peut pas vous tirer dessus.

Si un missile infrarouge a été tiré sur vous, réduisez la puissance des moteurs à la puissance militaire (plein gaz sec), lâchez des leurres thermiques et entamez une manœuvre sous fort facteur de charge lorsque le missile est à proximité. Pour de meilleurs résultats, lâchez 2 ou 3 leurres par seconde jusqu'à ce que le missile vous ait perdu.

## Défense sol-air

La défense sol-air inclut les missiles sol-air (SAM) et l'artillerie anti-aérienne (AAA) ; elle fait partie intégrante du champ de bataille moderne. Lorsqu'ils dépendent de radars de surveillance avancée (EWR), ses systèmes constituent une défense très efficace au profit des installations et des forces au sol. Un pilote préparé doit avoir une connaissance exhaustive de ces systèmes et connaître leurs points forts et leurs faiblesses.

### ARTILLERIE ANTI-AERIENNE (AAA)

L'Artillerie Anti-Aérienne est une arme efficace utilisée contre les cibles volant à basse altitude.

De nombreuses forces armées ont adopté des systèmes anti-aériens autopropulsés à canons multiples (SPAAG), à contrôle de tir par radar.

L'adoption de contrôle de tir par radar permet des capacités d'engagement tout temps généralement plus précis que le contrôle manuel. Contrairement à l'artillerie anti-aérienne des forces au sol, les systèmes anti-aériens embarqués sur les navires ont une utilisation plus large que leur rôle purement anti-aérien.

Un obus de canon anti-aérien est composé d'une charge militaire, d'un détonateur et, souvent, d'un détonateur à retard qui se déclenche à un instant prédéterminé après le tir.

Certains systèmes ont même des détonateurs de proximité miniaturisés qui font exploser une petite charge lorsque l'obus passe à proximité de la cible. La plupart des cibles atteintes par l'artillerie anti-aérienne sont soit endommagées, soit détruites par les fragments des obus.

Les systèmes à canons multiples comme le ZSU-23-4 "Shilka", ont des cadences de tir très élevées et sont aussi mobiles. Equipé de son propre radar, le système SPAAG utilise le plus souvent des moyens de détection multiples pour localiser et poursuivre leurs cibles (infrarouge, systèmes optiques et radar). Ainsi, tromper le radar d'un système SPAAG ne garantit pas que vous serez en sécurité.

Pour abattre une cible volant à basse altitude, la plupart des navires utilisent des canon à usages multiples, qui peuvent être aussi utilisés contre d'autres navires ennemis, des avions et des missile de croisière anti-navire. L'artillerie navale est divisée en trois catégories: gros calibre (100 à 130 mm), calibre moyen (57 à 76mm) et petit calibre (20 à 40mm).

Ces canons utilisent des systèmes de guidage, de recharge et de tir automatique. Les canons de petit calibre (20 – 40mm) sont plus efficaces contre les avions volant à basse altitude et les missiles de croisière. L'artillerie antiaérienne de petit calibre est le dernier moyen de défense des navires.

Ces canons ont des cadences de tir de plus de 6.000 coups/ minute, ce qui crée un véritable « mur de feu » entre le navire et l'ennemi jusqu'à une distance de 5.000 mètres.

### LES SYSTEMES DE MISSILES SOL-AIR (SAM)

Les systèmes SAM forment la base des systèmes de défense anti-aériens intégrés (IADS) et chaque SAM fournit ses propres informations relatives aux cibles au réseau formé par ces systèmes. Les systèmes SAM à courte portée et les SAM portables (MANPADS), généralement en dotation dans les unités mécanisées, sont utilisés de façon indépendante.

Les missiles anti-aériens sont constitués des éléments suivants: une tête chercheuse, un détonateur, une charge militaire et un moteur-fusée. Sur le corps du missile, on trouve les ailes et les surfaces de contrôle.

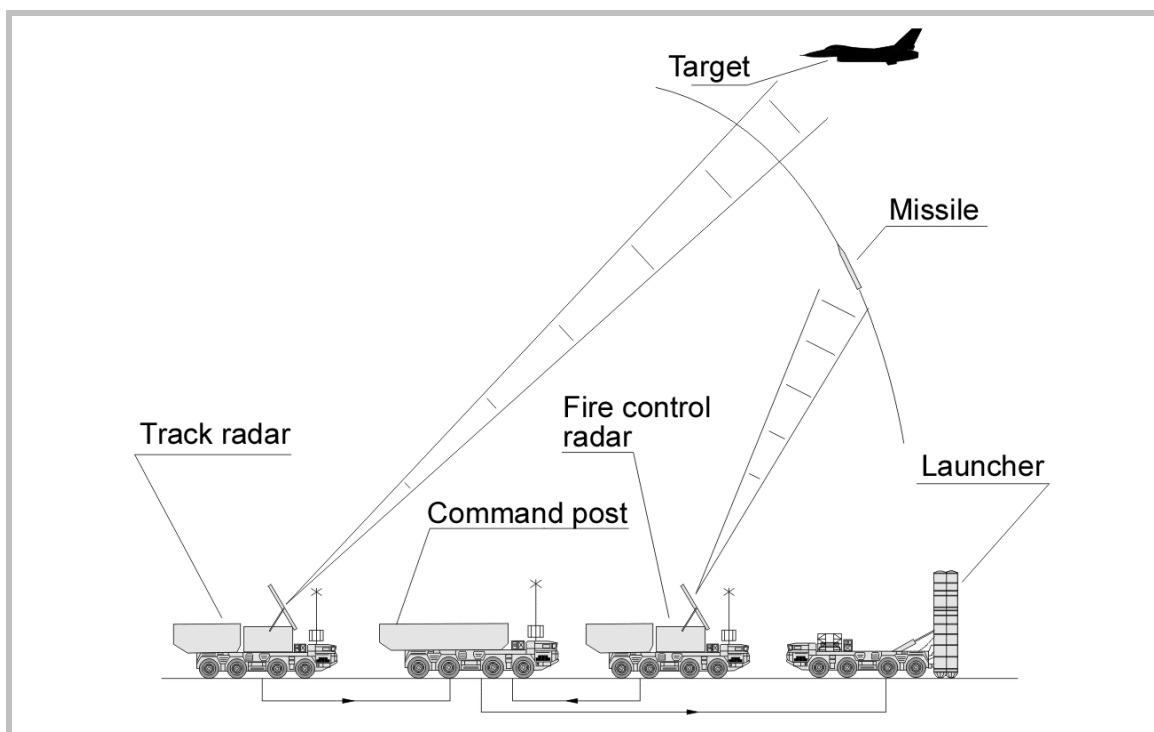
Pendant le vol, le missile est contrôlé par le système de guidage. La tête chercheuse utilise ou bien les informations que lui fournit sa propre antenne ou bien les informations provenant d'un radar de contrôle de tir au sol. Le guidage du missile peut se faire de plusieurs façon : semi actif, actif, passif ou combinés.

## GUIDAGE DEPUIS LE SOL

Le guidage depuis le sol peut être comparé aux anciennes méthodes de guidage. Pendant le vol du missile, la cible et le missile sont tous les deux suivis depuis le sol par le système de contrôle de tir ou bien par le système embarqué du missile.

Lorsqu'un missile est tiré et guidé depuis le sol, toutes les informations nécessaires au vol sont calculées par la station au sol et les ordres de trajectoire sont envoyées au missile afin d'affiner la trajectoire d'interception.

Lorsque le missile se trouve à proximité du point d'interception, le radar lui transmet des informations codées par ondes radio, protégée contre le brouillage. En décodant le signal, les systèmes embarqués du missile envoient les ordres aux senseurs.



### 11-2: Guidage depuis le sol

Les coordonnées du missile et de la cible sont suivies par le radar de contrôle de tir. Dès que celles-ci sont identiques, la station de contrôle envoie un ordre d'explosion à la charge militaire.

Ce type de système de guidage est utilisé dans les anciens systèmes comme le C-75 (SA-2) ou dans les nouveaux tels que les SA-19 "Tunguska" et SA-15 "Tor".

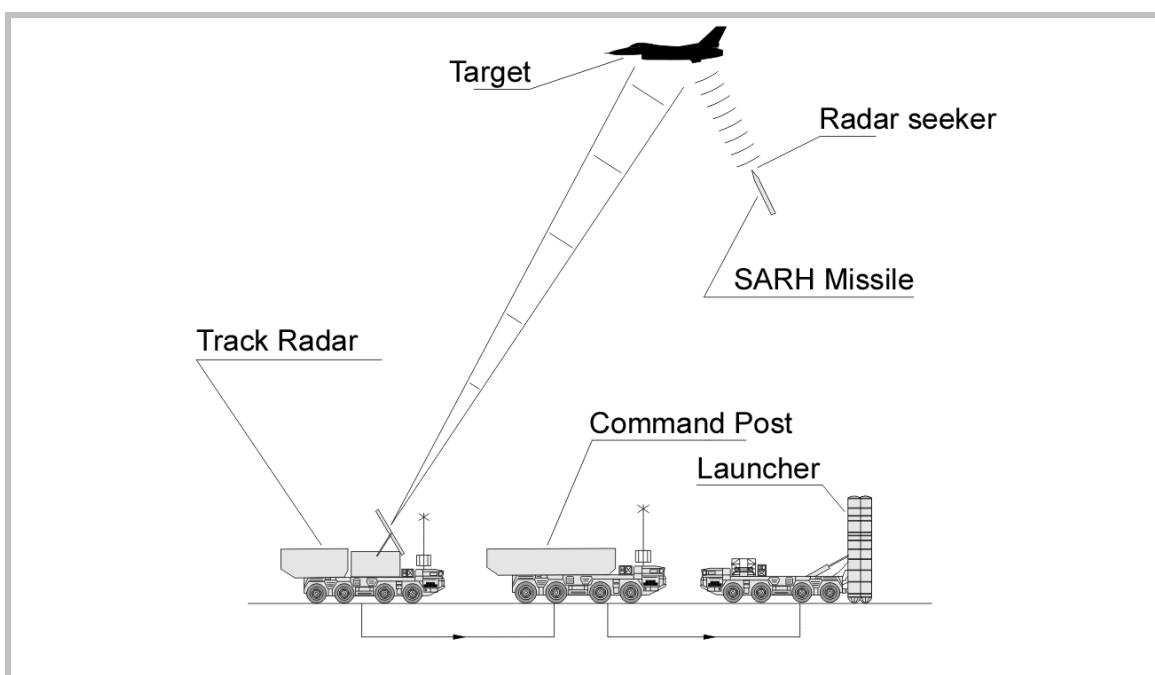
## GUIDAGE SEMI-ACTIF

Le système de guidage semi-actif fonctionne selon un principe différent ; c'est le missile lui-même qui se guide sur la cible via l'énergie réfléchie par celle-ci et captée par l'antenne radar du missile.

La source d'informations de guidage est le système radar de contrôle de tir. Tous les ordres de contrôle reçus sont calculés par les systèmes du missile.

Ce système de guidage est similaire à celui des missiles air-air, qui fonctionnent selon le même principe. Pour que le guidage soit efficace, le radar doit illuminer la cible et la suivre pendant tout le temps que dure le vol du missile. Si le radar perd le contact, le missile s'auto détruit.

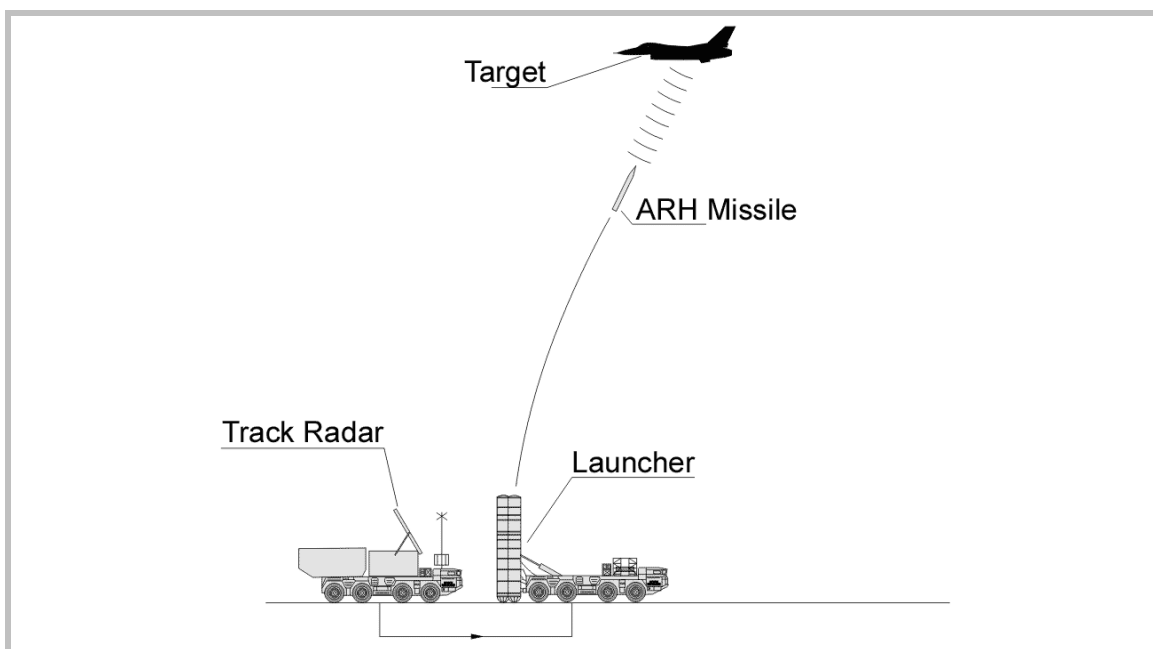
L'inconvénient majeur de ce système est que son efficacité décroît nettement dans un environnement fortement brouillé.



**11-3: Guidage semi actif**

## GUIDAGE ACTIF

Celui-ci diffère du système de guidage semi-actif par le fait que l'autodirecteur du missile ne fait pas que recevoir, mais il est aussi muni d'un émetteur qui peut illuminer les cibles ; en d'autres termes, il peut lui-même illuminer la cible et se guider sur elle de façon complètement autonome.



#### **11-4: Guidage actif**

Cette méthode possède de nombreux avantages, il permet au système SAM, notamment, de ne pas illuminer la cible avec son propre radar mais, au contraire, d'utiliser celui du missile. Toutefois, comme pour les systèmes de guidage semi actif, ils sont aussi sensibles aux environnements brouillés.

### **GUIDAGE PASSIF**

Cette méthode est le plus souvent utilisée avec les systèmes à guidage infrarouge. Le missile accroche la signature thermique de la cible avant qu'il ne soit tiré et se guide ensuite tout seul sur la cible en s'appuyant sur cette source.

Ce type de système permet une attaque passive, qui, généralement, n'alerte pas l'ennemi puisque l'utilisation d'un radar n'est pas nécessaire. Les défauts de ce système sont des performances réduites en cas de mauvaises conditions météo, comme le brouillard, les nuages et la pluie, le brouillage du missile par l'emploi de leurres thermiques (flares), et une portée de détection limitée par rapport aux systèmes de guidage radar. Les systèmes à guidage infrarouge, sont la plupart du temps des systèmes à courte portée, utilisés par les troupes au sol ou MANPADS.

### **GUIDAGE COMBINE**

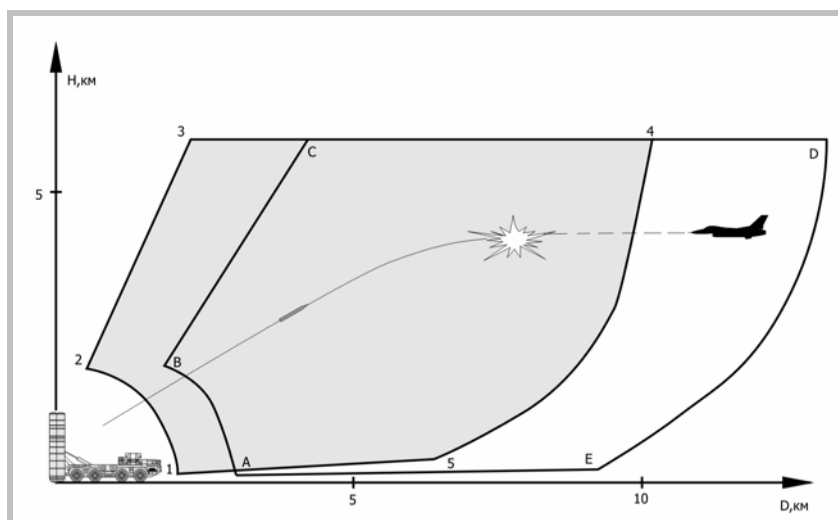
Comme indiqué, certains missiles peuvent combiner plusieurs méthodes de guidage afin d'accroître leur efficacité. Le S-300 est un bon exemple d'un système utilisant ce type de guidage.

Il utilise un guidage depuis un central de commandement pendant la phase initiale de guidage puis un guidage semi actif lorsque le missile entame sa phase final de vol. Cela assure une grande précision à longue distance.

Pendant la phase de guidage du missile, les informations concernant la cible effectuent des "allers-retours" entre le missile et le radar de contrôle de tir, permettant d'ajuster en permanence la trajectoire de vol du missile (méthode TVM). Combinés à son propre système de guidage inertiel, les ordres de corrections par radio du contrôle au sol sont aussi utilisés pour guider le missile. Ce type de système est très efficace, particulièrement en environnement fortement brouillé tout en limitant les risques de détection du missile.

## ZONE D'ENGAGEMENT DES SAM

Tout comme les missiles air-air, les missiles SAM ont aussi des zones d'engagement limitées.



### 11-5: Zone d'engagement type d'un SAM

La zone optimale d'engagement de la cible est généralement située au centre de la zone d'emploi de ces armes (WEZ). Comme pour les missiles air-air, cette zone dépend à la fois de la portée, de l'altitude et de l'angle de la cible.

Dans ce schéma représentant une de ces zones, les endroits dénommés "1-2-3-4-5" identifient des zones d'engagement possibles. Les zones dénommées "a-b-c-d-e" représentent des zones d'engagement lorsqu'une cible se dirige vers le SAM; comme vous pouvez le voir, cela accroît de manière significative la portée de celui-ci.

Chaque système SAM possède une zone létale ("dead zone") représentée par les courbes 1-2-3 ou a-b-c sur le schéma. La taille de cette zone dépend du type de SAM; les systèmes SAM récents possédant des zones létales plus petites.

L'altitude de la zone d'emploi des armes (WEZ) est délimitée par la surface 3-4 (a-b) et la distance par la surface 4-5 (d-e). Cela dépend toutefois principalement des caractéristiques du missile et du système de guidage. Cette frontière montre le point d'interception maximal en altitude et en portée. La WEZ d'un SAM dépend aussi, bien entendu, de la vitesse et de l'altitude de la cible.

La portée maximale d'acquisition et de suivi d'un SAM est déterminée par la RCS de la cible, son altitude et sa distance.

Les SAMs sont classés généralement par portée:

- Longue portée (>100 km)

- Moyenne portée (20-100 km)
- Moyenne et courte portée (10-20 km)
- Courte portée (<10 km)

La partie basse de la WEZ dépend, à la fois, de l'habileté du radar du SAM à détecter et poursuivre les cibles volant à basse altitude et de la capacité du missile à intercepter cette même cible; à basse altitude, la fusée de proximité peut faire exploser la charge militaire prématurément.

De nombreux facteurs, comme les dénivellations du terrain, les limites de l'antenne en terme de retour des ondes radar, les échos du sol, limitent la capacité des radars à détecter les avions évoluant à basse altitude.

Si l'antenne d'un radar se situe au niveau du sol, l'horizon radio est de 20m à une distance de 20km et de 150m à 150km. Pour une meilleure détection des avions volant à basse altitude, certains systèmes SAM ont leurs radars montés sur des pylônes.

Même avec des radars surélevés, cela reste difficile pour un radar de détecter des cibles avec les bruits et échos naturels de la terre, mais aussi les immeubles et habitations, les véhicules etc. Ces bruits et nuisances peuvent induire des erreurs dans les données d'angle des cibles et de leur distance. Ces erreurs peuvent aussi influencer le suivi et la poursuite et même conduire à l'abandon de celle-ci.

Afin de guider un missile SAM jusqu'à un point d'interception, la plupart des systèmes de missiles anti-aériens sont équipés de mécanismes de guidage horizontaux (par azimuth) et verticaux (élévation). Ces systèmes sont des radars de recherche en hauteur des cibles.

A l'inverse, les systèmes modernes utilisent une antenne à phase qui balaie de façon électronique plutôt que mécaniquement (antennes à rotation et inclinaison). Ils sont capables de détecter des cibles dans un très large secteur et sont souvent utilisés en association avec les systèmes de tir verticaux (VLS) qui autorisent un engagement à 360°.

## **INTERCEPTION PAR LE CONTROLE AU SOL**

Les systèmes IADS modernes associent les radars d'alerte avancée et les radars de contrôle de tir avec un réseau d'interception de contrôle au sol (GCI). Cela permet la recherche ou le suivi par un radar en utilisant les informations d'autres radars du même réseau. Un véhicule tireur peut donc ne pas recevoir uniquement les informations des radars situés à proximité, mais aussi celles émanant de radars situés n'importe où, pourvu qu'ils fassent partie du réseau. Imaginons une situation où vous détectez un radar situé en dehors de sa WEZ mais où l'engin tireur se situe, lui, dans la WEZ du radar ; cela peut donc vous conduire à vous trouver dans une situation dangereuse avec un temps très limité pour trouver une parade à la menace. Afin de pouvoir accomplir votre mission et de retourner sain et sauf à votre base, il est vital que vous vous familiarisiez parfaitement avec les endroits où vous pourriez trouver ce type de menaces avant de décoller.



## **PENETRATION DES DEFENSES ANTI-AERIENNES ENNEMIES**

S'infiltrer dans une zone IADS est une tâche particulièrement difficile. Les quelques recommandations qui suivent vous aideront à rejoindre votre point d'attaque initial, détecter et détruire votre cible puis à retourner à la base.

### **NE VOUS FAITES PAS DESCENDRE...**

Cela semble évident, mais la meilleure façon d'éviter de se faire descendre est d'éviter que des missiles ennemis soient tirés sur vous. Les pilotes de chasse sont souvent dépeints comme des chevaliers du ciel modernes, recherchant le duel à la loyale.

Toutefois, dans la réalité, ils ressemblent plus à des assassins préférant garder le silence, prendre l'avantage sur l'adversaire et tuer des victimes sans méfiance.

Vous devez, autant que possible, éviter les zones de concentration de défenses ennemies et planifier des routes hors de la couverture des systèmes IADS identifiés.

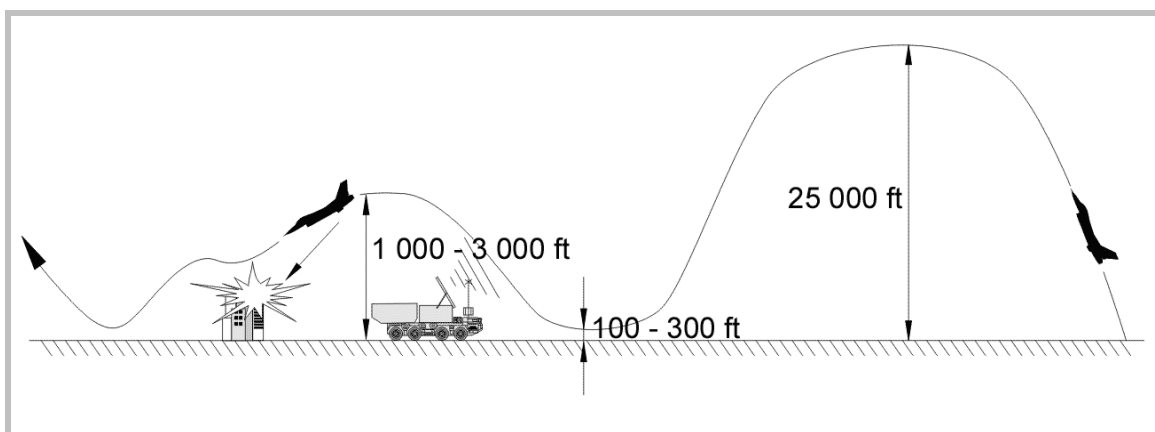
Lorsque vous menez des missions d'attaque au sol, il est judicieux d'élaborer un vol dédié à la neutralisation des défenses anti-aériennes ennemies et de permettre, ainsi, aux appareils d'attaque d'atteindre leurs cibles sans encombres. Toutefois, ce type de plan peut être impuissant à neutraliser et détruire tous les petits systèmes SAM mobiles.

### **SUPPRESSION DES DEFENSES ANTI-AERIENNES ENNEMIES (SEAD)**

Les avions tactiques modernes, à l'exception de ceux bénéficiant de la technologie « stealth », sont facilement détectables par les radars de défense aérienne. C'est pourquoi les pilotes doivent utiliser des tactiques spéciales pour annihiler cette menace.

L'une des méthodes les plus efficaces pour neutraliser cette menace consiste à utiliser le système d'arme le plus approprié : le missile anti-radar.

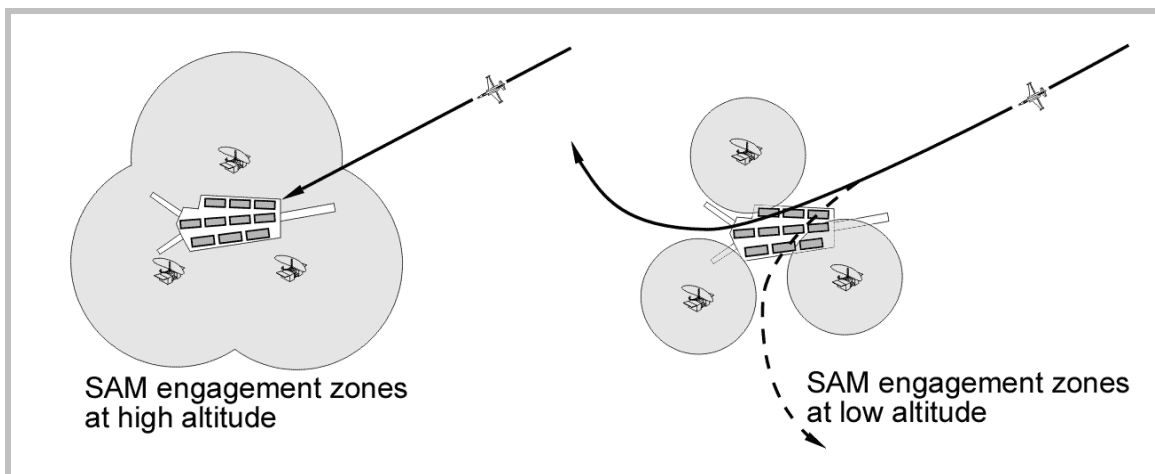
Pour cela, vous devez en premier lieu acquérir la cible, tirer le missile et rapidement quitter la zone. Toutefois, si le radar ennemi détecte le missile anti-radar (ARM) que vous venez de tirer, il peut encore contrer votre attaque, en éteignant son radar ou bien en déruisant votre missile avec les siens.



### 11-6: Profile de vol SEAD

La meilleure façon d'éviter de se faire accrocher et attaquer par un système de défense anti-aérienne est de voler le plus bas possible, ce qui est particulièrement efficace contre les radars d'alerte avancée (EWR), l'idéal étant 30m. Lorsqu'il existe des montagnes ou des collines, vous devez utiliser ce relief pour vous masquer vis à vis du radar en vous arrangeant pour placer ce relief entre vous et la menace. Le fait de se masquer en utilisant le relief peut être très utile contre la plupart des systèmes SAM. Tous les systèmes de détection fonctionnent avec une ligne de visée directe entre le senseur et la cible ; les lasers, radars, systèmes optiques et infrarouges ne peuvent traverser les montagnes ou d'autres obstacles. Voler à très basse altitude peut être très efficace pour tromper les menaces anti-aériennes, mais peut aussi vous conduire droit au crash : à grande vitesse et à basse altitude, la moindre erreur peut conduire à la catastrophe. Vous devrez toujours garder un œil ouvert sur l'artillerie anti-aérienne de petit calibre qui peut vous causer des gros soucis à basse altitude.

Bien que le vol à basse altitude puisse vous protéger contre les SAM grâce au relief, lequel peut vous masquer aux yeux des radars, il ne vous protégera pas contre une concentration d'artillerie anti-aérienne ou contre un AWACS opérant à haute altitude.



### 11-7: Zone d'engagement des SAM à basse et haute altitude:

## ARTILLERIE ANTI-AERIENNE (AAA)

En règle générale, l'artillerie anti-aérienne n'est pas efficace au-dessus de 1.500m ; toutefois, cela ne signifie pas qu'elle est inefficace à 1.501m. Les forces ennemies déploieront généralement l'AAA sur les endroits les plus élevés du terrain, augmentant ainsi la partie altitude de leur WEZ. Si soudain vous apercevez un cercle de feu tout autour de vous, souvenez-vous de ces règles :

- Manœuvrez ! La manœuvre devrait être faite dans les plans verticaux et horizontaux, faisant ainsi une cible bien plus difficile à atteindre pour l'ordinateur balistique du système anti-aérien. Déterminer le point d'interception idéal pour ouvrir le feu sera beaucoup plus difficile pour lui.
- Ne perdez pas trop d'énergie, évitez de voler lentement. Un avion lent étant un avion condamné, vous devrez quitter la WEZ de l'AAA le plus rapidement possible. N'offrez pas à l'ennemi un coup au but chanceux !
- Si vous volez aux alentours de 1.500m, vous pourrez grimper rapidement et sortir de la WEZ de l'AAA. Cela peut toutefois vous amener en plein milieu d'une WEZ d'un système SAM.

## L'évitement missile

Les missiles sont des menaces mortelles et difficiles à contrer. Ils sont beaucoup plus rapides que les avions, ils peuvent supporter trois ou quatre fois plus de G et sont difficiles à détecter visuellement. Une défense efficace contre un missile dépend de plusieurs facteurs comme sa détection précoce, la distance à laquelle se trouve le missile, son type, sa vitesse et son altitude. Selon les circonstances, vous pourrez utiliser des contre-mesures et entamer des manœuvres d'évitement.

Heureusement pour l'avion qui est pris pour cible, les missiles obéissent aux mêmes lois physiques qu'un avion. Lorsque le moteur du missile a épuisé son carburant, il vole uniquement avec l'énergie acquise durant sa phase d'accélération. Lorsque la cible effectue des manœuvres, le missile doit aussi manœuvrer et la dépense d'énergie ainsi utilisée réduit notablement sa vitesse. Comme sa vitesse diminue, les surfaces de contrôle sont moins efficaces et peuvent être incapables de fournir les G nécessaires à l'interception de la cible.

## ALERTE DEPART MISSILE

L'alerte de départ missile d'un missile guidé par radar vient du RWS. Dans certaines circonstances, un ailier pourra repérer le départ du missile et lancer un message d'alerte par radio.

Cette information est spécialement valable si un missile à guidage infrarouge est tiré sur vous parce que votre RWS ne détectera pas ce type de tir.

Dans ce cas, le message d'un ailier sera probablement la seule alerte que vous aurez. Dans tous les cas, vous devrez détecter visuellement la trace de fumée du moteur se dégageant du missile afin de déterminer le moment à partir duquel commencer vos manœuvres défensives. Lorsque vous survolez un territoire ennemi, vous devez scruter constamment l'espace aérien autour de vous afin de détecter la traînée de fumée d'un moteur de missile. Notez toutefois que certains missiles, comme le AIM-120 utilisent un moteur à faible émission de fumée.

Souvenez-vous aussi qu'aucune traînée de fumée ne sera visible si le missile a épuisé tout son carburant. Ainsi, une détection du missile le plus tôt possible s'avère cruciale. Les missiles à

moyenne et longue portée ont une trajectoire de vol courbe lorsqu'ils sont tirés de très loin. Cela leur donne un profil de vol courbe qui accroît leur portée. Soyez particulièrement attentif aux traînées courbes que vous pouvez apercevoir à l'horizon.

## **LA CONNAISSANCE, C'EST LE POUVOIR**

Votre première arme est la connaissance des systèmes d'armes ennemis et leurs caractéristiques d'emploi afin d'en tirer parti. Par exemple, vous savez qu'un missile air-air à moyenne portée possède une portée nominale de 30 km à une altitude de 5.000 m. Sur votre radar et votre RWS, vous détectez un avion ennemi à 30 km et vous êtes alerté du tir d'un missile. Vous devez comprendre qu'un missile a été tiré à votre attention à portée maximale pour cette altitude, c'est pourquoi vous avez des chances de lui échapper. Vous effectuez alors un virage à 180°, allumez la PC et vous vous éloignez du missile qui se dirige sur vous. Le succès de cette manœuvre dépend de la rapidité à laquelle vous pouvez effectuer votre virage à facteur de charge maximal (un avion peut supporter 9g, un avion chargé, 5g) et la rapidité à laquelle vous accélérez après le virage. Si vous êtes alerté du tir du missile assez tôt, vous avez de bonnes chances d'échapper au missile. Si vous détectez le missile trop tard, ou bien si l'ennemi a attendu d'être à meilleure portée (Rpi) avant de tirer, cette technique peut ne pas fonctionner.

## **LA GUERRE ELECTRONIQUE**

Les systèmes de contre-mesures électroniques (ECM) furent tout d'abord utilisés pour contrecarrer les systèmes radar. Les systèmes ECM sont divisés en deux types : Les brouilleurs à interférence, généralement installés et dédiés aux avions de guerre électronique ; et les brouilleurs d'autoprotection installés soit en nacelle externe ou bien directement intégrés dans les avions tactiques.

Le brouillage d'autoprotection fonctionne par le biais du signal radar émis par la menace qui est capté ; puis un signal factice est renvoyé afin de donner de fausses informations à l'opérateur du radar ennemi. Ce type de brouillage est en général utilisé lorsque l'appareil pris pour cible vient d'être illuminé par un radar.

Les brouilleurs à interférences, eux, bombardent une zone avec soit, des interférences répétées couvrant une large gamme de fréquences, ou bien de brèves interférences sur une zone plus petite.

Ce type de brouillage est souvent utilisé de façon préventive pour masquer un nombre important d'avions. Le radar ennemi est alors incapable d'accrocher les appareils, il ne voit que les flashes que le brouilleur lui transmet. Le radar ne peut déterminer la distance et l'altitude du brouilleur. Le renvoi de faux signaux à l'antenne du radar peut donner l'illusion que l'avion est à une distance variable par rapport à laquelle il se situe à un instant donné.

Toutefois, lorsque la distance entre le radar et le brouilleur diminue, le rapport entre les vrais signaux et les faux peuvent permettre à l'opérateur radar d'annuler l'effet du brouillage par interférence. C'est ce que l'on appelle communément "burn through".

Les systèmes ECM ont toutefois un défaut majeur: lorsqu'ils émettent, cela révèle leur présence aux avions ennemis aux alentours. Imaginez une personne hurlant à pleins poumons pendant une réunion... la puissance du bruit oblige les autres personnes à garder le silence mais cela attire inévitablement l'attention sur la personne qui braille.

C'est la même chose pour les brouilleurs à interférence. Les bruits peuvent éliminer la menace actuelle mais peuvent attirer l'attention de l'ennemi. Les missiles air-air modernes comme le R-77, l'AIM-7 et le AIM-120 ont la faculté d'accrocher le signal de brouillage et d'intercepter ainsi le

point d'origine de ce brouillage. Toutefois, ce type de guidage n'est pas très précis et le missile a alors une trajectoire de vol moins efficace.

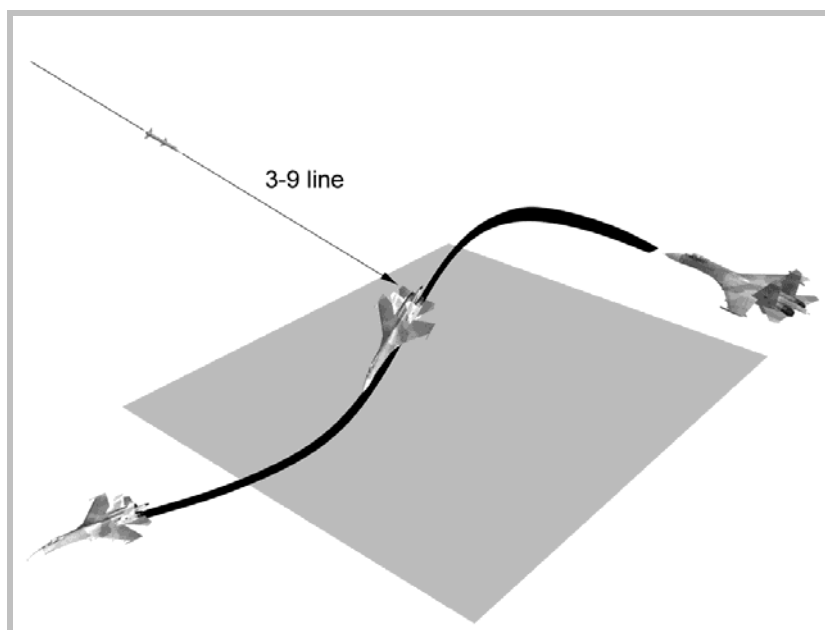
Parmi tous les avions pilotables dans Lock-On, seuls deux appareils possèdent un système ECM embarqué – le MiG-29S et le F-15C. Le MiG-29A n'a pas la capacité d'embarquer un système ECM; les autres appareils, eux, peuvent emmener des nacelles montées sur les points d'emport externes. Pour activer l'ECM, appuyer sur la touche [E].

## LES MANŒUVRES D'ÉVITEMENT

Les manœuvres destinées à échapper aux missiles sont divisées en deux catégories : rompre le verrouillage par le radar ou déjouer les manœuvre du missile.

Si un missile à guidage radar a été tiré contre vous, la première chose que vous devez tenter est de rompre le verrouillage du radar. Sans verrouillage, le missile est complètement perdu. La façon la plus simple de faire est d'allumer votre ECM si vous en avez un. L'ECM essaiera de brouiller le radar ennemi, ce qui pourra avoir comme conséquence de rompre le verrouillage du radar. Souvenez-vous toutefois que les missiles récents peuvent identifier et se diriger vers la source du brouillage. En fait, la probabilité d'un coup au but s'en trouve significativement plus diminuée que pour un missile qui possède son propre radar car il n'aura pas d'informations sur la distance de la cible et ne pourra donc pas adopter une trajectoire de vol efficace.

Malheureusement, l'ECM n'est pas la panacée lorsque l'on se trouve à moins de 25 km d'un radar. En dessous de cette distance, le radar de l'appareil ennemi aura suffisamment plus d'énergie réfléchi par votre avion que de brouillage reçu pour pouvoir tout de même vous verrouiller. Dans ce cas, ou bien si vous n'avez pas d'ECM, vous pouvez essayer de rompre le verrouillage radar grâce à une autre méthode.



### 11-8: Manœuvre d'évitement d'un missile

Les radars modernes à effet Doppler, malgré tous leurs avantages, possèdent un sérieux défaut : ils ont beaucoup de difficultés pour accrocher des cibles qui volent perpendiculairement à leur

ligne de vol. Si, de plus, la cible est à basse altitude et force le radar à détecter vers le bas, l'accrocher peut devenir très problématique. En conséquence, afin de rompre le verrouillage d'un radar, vous devez vous arranger pour placer celui-ci dans vos "3 heures" ou "vos 9 heures" (voir le schéma ci-dessus) et diminuer votre altitude afin de vous trouver en dessous du radar ennemi.

*LA MANŒUVRE D'ÉVITEMENT LA PLUS EFFICACE POUR ROMPRE LE VERROUILLAGE D'UN RADAR ENNEMI EST D'EFFECTUER UNE RAPIDE SPIRALE DESCENDANTE JUSQU'À PLACER VOTRE ADVERSAIRE DANS VOS 3 OU 9 HEURES, TOUT EN ACTIVANT L'ECM ET EN LARGUANT DES CHAFFS.*

Si l'alerte radar sur votre RWS cesse, cela signifie que le radar a perdu le verrouillage et qu'il est incapable de guider le missile. A ce stade, vous pouvez passer à l'offensive vous-même ou bien utiliser les reliefs du terrain pour vous dissimuler ou d'autres moyens afin d'éviter que le radar ne vous accroche à nouveau. Toutefois si le missile possède un autodirecteur radar, le missile pourra continuer son interception.

Notons toutefois que cette méthode prévaut uniquement pour des radars aéroportés; les radars des SAMs fonctionnent différemment et ont la capacité de poursuivre des cibles "in the beam" (c'est à dire perpendiculairement à la ligne de visée du radar), mais avec toutefois quelques limites.

Un autre type de manœuvres est conçu pour déjouer les missiles. Les missiles modernes calculent le point d'impact relativement à la cible. Cela signifie que chaque fois que la cible change de direction, le missile doit, lui aussi, changer de direction. Cette méthode de navigation est appelée navigation proportionnelle (ProNav). Si vous voyez un missile avec une position constante par rapport à vous, c'est à dire que sa position à travers votre verrière ne change pas, alors cela signifie que le missile vous poursuit et se dirige vers le point d'interception qu'il a calculé. Dans cette situation, vous devez entamer une action défensive, comme activer votre ECM ou bien larguer des leurres (chaff et flares). Si le missile commence à traîner derrière vous et à éprouver des difficultés à vous suivre, alors, cela signifie probablement qu'il a perdu le verrouillage ou bien qu'il a été leurré par une contre mesure.

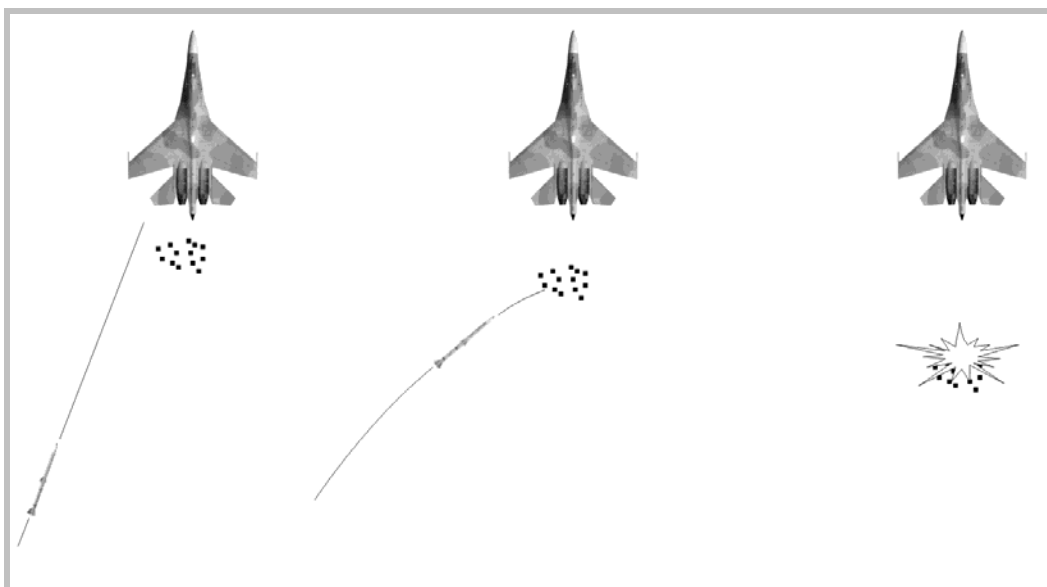
Les missiles, comme les avions, ont besoin d'énergie pour manœuvrer et chaque manœuvre consomme de l'énergie. Plus le missile va devoir effectuer des manœuvres sous fort facteur de charge, plus il va perdre de la vitesse et de l'énergie, tout comme vous.

Plus vous allez manœuvrer violemment, plus le missile devra effectuer des corrections de trajectoire sous fort facteur de charge.

Il y a d'autres points-clés qu'il vous faut garder à l'esprit. L'altitude en est un : l'air n'a pas la même densité à basse altitude. Ainsi, le missile perdra plus rapidement de la vitesse et sa portée se trouvera grandement diminuée à basse altitude.

Lorsque le missile est en rapprochement, placez-vous perpendiculairement à sa ligne de vol et larguez des leurres, chaff et flares. Pendant la manœuvre, essayez de rester proche de la "corner speed" de votre avion. Si malgré cela, le missile continue à vous poursuivre, vous devrez effectuer une manœuvre de la "dernière chance." Lorsque le missile se trouve environ à 1 ou 2 km de vous (cela dépendra de la vitesse du missile), effectuez une manœuvre à fort facteur de charge en direction du missile. Pour que cela fonctionne, plusieurs éléments doivent jouer en votre faveur: premièrement, le missile devra être suffisamment pauvre en énergie pour être incapable d'effectuer une manœuvre sous fort facteur de charge. Deuxièmement, l'autodirecteur du missile, comme tout système mécanique, a une vitesse de réaction limitée au delà de laquelle

il ne peut plus poursuivre la cible. Ainsi, si vous effectuez un changement de direction suffisamment brutal, l'autodirecteur sera incapable de vous poursuivre.



#### **11-9: Leurrer des missiles avec des leurres (chaff et flares)**

Vous devez utiliser tous les moyens à votre disposition pour leurrer le missile qui vous poursuit, y compris le brouillage actif et passif en combinaison avec des manœuvres d'évitement. La clé pour survivre est la détection, le plus tôt possible, du tir du missile.

Toutefois, malgré le fait que vous ayez détecté la menace tôt, que vous ayez utilisé toutes les contre-mesures possibles, il n'existe aucune garantie que le missile vous rate, surtout si plusieurs missiles ont été tirés sur vous, de différentes directions.





## CHAPITRE 12

# UTILISATION DE L'ARMEMENT

Chacun des avions pilotables dans Lock On possède son propre système d'armes (SA) ; l'interface entre le pilote et le SA diffère grandement entre avions américains et russes. Ce chapitre présente tout ce qu'il est nécessaire de savoir dans l'utilisation des diverses armes de Lock On.

Le pilote doit suivre les trois étapes suivantes dans l'emploi d'une arme :

- Détection de la cible
- Verrouillage ou désignation de la cible
- Lancement de l'arme

## MiG-29A, MiG-29S, Su-27 et Su-33

Les procédures de lancement pour les MiG-29, Su-27 et Su-33 sont très semblables. Les procédures d'emploi de l'armement air-air sont détaillées, dans les pages qui suivent, en commençant par les armes à longue portée pour finir par les systèmes à courte portée.

## MISSILES LONGUE PORTEE

### ENGAGEMENT AU MISSILE LONGUE PORTEE A L'AIDE DU RADAR COMME SENSEUR ACTIF

Selon la mission, le type de cible et l'environnement électromagnétique, deux modes primaires d'acquisition radar sont disponibles pour l'engagement au missile longue portée : SCAN et TWS. Le mode TWS fournit des informations détaillées sur la cible, permet l'affichage d'une image de la situation tactique sur la visualisation tête basse (VTB), et peut également verrouiller les cibles automatiquement. Cependant, il ne peut être utilisé pour la détection de cibles dans un environnement chargé en contre-mesures électroniques (ECM) ni assurer la détection de cibles à angles d'aspect opposé. Dans une telle situation, mieux vaut utiliser le mode SCAN. Pour rechercher des cibles aux angles d'aspects haut et bas, utilisez le sous mode AUTO. L'utilisation du mode AUTO entraîne cependant une réduction de 25% de la portée de détection, par rapport aux sous modes HI (PPS) et MED (ZPS). Si vous avez connaissance de l'angle d'aspect de la cible, il est recommandé de sélectionner le sous mode approprié à l'aide des touches **[Win- I]**.

Les étapes d'acquisition, de verrouillage et de lancement sont les suivantes :

#### **1<sup>ère</sup> étape.**

Pour chercher des cibles à grande distance, sélectionnez le mode SCAN **[2]**, activez le radar par la touche **[I]** et réglez l'échelle de distance appropriée (en km) sur la VTH et la VTB à l'aide des touches **[+]** et **[-]**. Si la situation le permet, vous pouvez passer en mode TWS en appuyant sur **[Alt- I]**. Choisissez le missile le plus adapté à la distance et à la cible en faisant défiler les armes disponibles en appuyant sur **[D]**, et vérifiez votre sélection sur la VTH.

#### **2<sup>e</sup> étape.**

Orientez l'azimut de la zone de balayage radar vers la cible. Sur les chasseurs russes, la zone de balayage en azimut a trois positions : central à  $\pm 30$  degrés, gauche  $-60 - 0$  degrés et droite  $0 - +60$  degrés. Si la cible se trouve en dehors de la zone  $\pm 30$  degrés, il est nécessaire de déplacer la zone de balayage à gauche ou à droite à l'aide des touches **[Maj- ,]** ou **[Maj- /]**.

### 3<sup>e</sup> étape.

Orientez l'élévation de la zone de balayage dans la direction de la cible. Cela peut se faire de deux manières différentes :

La première consiste à régler l'élévation du balayage par coordonnées : distance et altitude. Pour cela, il vous faut connaître la distance à la cible (par l'AWACS ou le GCI) en kilomètres, qui est ensuite réglée dans la VTH avec les touches **[Ctrl- +]** et **[Ctrl- -]**. Pour régler la différence d'altitude entre votre avion et la cible, utilisez les touches **[Maj- ;]** et **[Maj- .]**. Après ça, la zone de balayage est centrée sur la cible.

La seconde méthode est d'utiliser l'indicateur d'élévation du balayage le long de l'axe vertical sur la gauche de la VTB. Le contrôle de cette commande peut être assigné à un axe de manette de jeu. L'indication d'élévation de la zone de balayage correspond alors à l'affichage sur la VTH.

### 4<sup>e</sup> étape.

Une fois la zone de balayage orientée vers la cible, vous devrez attendre jusqu'à 6 secondes avant que la cible soit détectée car le radar doit effectuer plusieurs cycles de balayages. Dès qu'une cible est détectée par le radar, une icône de contact s'affiche sur la VTH, et sur la VTB si le radar est en mode TWS. Les appareils qui renvoient un signal d'identification ami ennemi (IFF – identification Friend or Foe) positif sont signalés par 2 plots. Les appareils hostiles sont signalés par un unique plot. Sur la VTB, les contacts amis sont représentés par des cercles, les ennemis par des triangles. Le nombre de tirets de chaque plot représente la surface équivalente radar (SER) du contact. En général, plus le plot est large, plus le contact est grand.

### 5<sup>e</sup> étape.

Après avoir détecté la cible, il faut ensuite la verrouiller.

Pour ce faire, en mode SCAN, placez le curseur de désignation de cible (TDC, Target Désignation Cursor) sur le contact et appuyez sur la touche **[TAB]**. Si la distance, la SER de la cible et le brouillage le permettent, la cible sera verrouillée et entourée d'un marqueur circulaire. Le radar sera alors en mode STT.

En mode TWS, placez le TDC près du contact avec les touches **[M]**, **[;]**, **[:]** et **[!]**, le TDC se positionnera ensuite automatiquement sur le plot de la cible.

### 6<sup>e</sup> étape.

Une fois en mode STT, et la distance à la cible inférieure à 85% de la portée maximale du missile choisi, le message LA – "Lancement Autorisé" s'affiche sur la VTH (si vous avez choisi la VTH en russe, le message affiché est « XX »). Le missile peut alors être lancé en appuyant sur le bouton de lancement du joystick, ou en pressant la touche **[ESPACE]**.

Il faut préciser que le lancement d'un missile en limite de portée, sur une cible en mouvement, n'est pas très efficace, car la cible peut échapper au missile par une simple manœuvre d'évitement. Si la situation le permet, attendez d'avoir atteint la distance Rpi ; cela augmentera considérablement la probabilité de destruction. Cependant, le lancement à portée maximum ou au-delà en désactivant la protection de lancement peut permettre de forcer l'ennemi à prendre une position défensive prématurée.

En ce qui concerne l'emploi de missiles à guidage radar semi-actif (R-27R, R-27ER et R-27EM), il est nécessaire de maintenir un verrouillage en mode STT sur la cible pendant toute la durée de vol du missile. Si la cible casse le verrouillage et que vous re verrouillez cette dernière rapidement, le missile sera toujours guidé vers la cible. Cependant, le R-77 avec sa tête chercheuse active n'a pas besoin d'un verrouillage STT tout au long de son vol. A une distance de 12 à 15 km de sa cible, le radar embarqué se charge du guidage, et le soutien de l'avion tireur n'est plus nécessaire.

*POUR UTILISER LES MISSILES A GUIDAGE RADAR **SEMI-ACTIF**, VOUS DEVEZ GARDER UN VERROUILLAGE EN MODE **STT** TOUT AU LONG DU VOL DU MISSILE. LES MISSILES ACTIFS SE GUIDENT DE MANIERE AUTONOME A UNE QUINZAINE DE KM DE LEUR CIBLE.*

## ENGAGEMENT AU MISSILE LONGUE PORTEE A L'AIDE DE L'IRST

L'utilisation du système de recherche et poursuite infrarouge (IRST – Infrared Search and Track), en combat à grande distance, permet des attaques furtives. L'IRST est insensible au brouillage actif, mais sa portée de détection est bien inférieure à celle du radar. Les R-27ET, R-27T, R-73 et R-60 peuvent être utilisés avec l'IRST.

L'IRST opère dans le spectre infrarouge et détecte les cibles grâce à leur contraste thermique. La partie la plus chaude d'un avion est la sortie des moteurs qui dégagent des gaz brûlants et chauffent le métal du fuselage aux alentours. La détection infrarouge est donc plus efficace de l'arrière d'un appareil que de face.

Comme le système IRST n'apporte aucune information de distance, la cible est représentée sur la VTH sous la forme d'un angle d'azimut sur l'axe horizontal et d'une élévation sur l'axe vertical. L'interrogation IFF n'est pas fonctionnelle avec l'IRST, donc soyez certains de l'identité de la cible avant d'attaquer.

Les étapes d'acquisition, verrouillage et de lancement sont les suivantes :

### 1<sup>ère</sup> étape.

Pour effectuer une recherche à grande distance, sélectionnez le mode SCAN [2], activez l'IRST avec la touche [O] et choisissez l'échelle de distance adaptée sur la VTH et la VTB en km à l'aide des touches [+] et [-]. Choisissez le missile le plus adapté à la distance et à la cible en faisant défiler les armes disponibles en appuyant sur [D], et vérifiez votre sélection sur la VTH.

### 2<sup>e</sup> étape.

Orientez ensuite la zone de balayage dans la direction de la cible. Sur les chasseurs russes, la zone de balayage en azimut a trois positions : central à  $\pm 30$  degrés, gauche  $-60 - 0$  degrés et droite  $0 - +60$  degrés. Si la cible se trouve en dehors de la zone  $\pm 30$  degrés, il est nécessaire de déplacer la zone de balayage à gauche ou à droite à l'aide des touches [Maj- ,] ou [Maj- /].

### 3<sup>e</sup> étape.

Orientez l'élévation verticale de la zone de balayage de l'IRST, à l'aide des touches [Maj- ;] et [Maj- .]. L'indicateur d'élévation verticale est affiché sur la gauche de la VTB. La meilleure façon de rechercher les cibles est de procéder par petites incrémentations le long de l'axe vertical.

### 4<sup>e</sup> étape.

Après avoir correctement orienté la zone de balayage en direction de la cible, laissez le temps à l'IRST de scruter cette portion du ciel pendant 4 à 6 secondes, de manière à effectuer une recherche efficace. Le nombre de tirets de chaque plot de marquage sur la VTH correspond à la signature infrarouge. De manière générale, les avions les plus grands ont une signature infrarouge plus forte, exception faite des avions utilisant la post-combustion.

#### **5<sup>e</sup> étape.**

Une fois la cible repérée, il faut ensuite la verrouiller.

Pour ce faire, placez le TDC sur le contact et appuyez sur la touche **[TAB]**. Si la distance et la signature infrarouge de la cible le permettent, l'IRST verrouillera le contact. La cible sera alors désignée par un cercle sur la VTH.

#### **6<sup>e</sup> étape.**

En mode STT et à une distance de la cible inférieure à 85% de la portée maximale du missile sélectionné, le message LA – "Lancement Autorisé" s'affiche sur la VTH (si vous avez choisi la VTH en russe, le message affiché est « XX »). Le missile peut alors être lancé en appuyant sur le bouton de lancement d'arme du joystick, ou en pressant la touche **[ESPACE]**.

Il faut préciser que le lancement d'un missile en limite de portée sur une cible en mouvement n'est pas très efficace car la cible peut échapper au missile par une simple manœuvre d'évitement. Si la situation le permet, attendez d'avoir atteint la distance Rpi ; cela augmentera considérablement la probabilité de destruction.

Les missiles à tête chercheuse infrarouge sont du type "tire et oublie", et n'ont pas besoin d'un quelconque soutien de l'avion tireur. Dès ces missiles lancés, le pilote peut immédiatement se concentrer sur l'engagement d'autres cibles.

*LES MISSILES R-27T/ET DE MOYENNE PORTEE DOIVENT AVOIR LEUR TETE CHERCHEUSE EMBARQUEE VERROUILLEE SUR LA CIBLE AVANT LE LANCEMENT. CES SYSTEMES SONT UNIQUEMENT A GUIDAGE INFRAROUGE ET NE POSSEDENT PAS DE LIAISON AVION-MISSILE.*

## **COMBAT AERIEN RAPPROCHE**

Le combat aérien rapproché (CAC pour Close Air Combat) est l'engagement de l'ennemi à distance visuelle. Ceci conduit à des combats à virages serrés et rapides, chaque protagoniste cherchant à prendre l'avantage qui lui permettra de tirer en premier.

La portée CAC est généralement limitée par la portée maximale du système d'arme et de détection et par la distance d'engagement des modes CAC, soit environ 10km.

En CAC, les missiles utilisés sont le plus souvent très agiles, comme le R-73 ou le R-60. Ces derniers ont des têtes chercheuses infrarouge à grande ouverture qui sont optimisées pour l'attaque de cibles très manoeuvrables exécutant des virages à facteur de charge élevé. Ces missiles sont souvent utilisés en combinaison avec le canon.

Les divers modes de ciblage CAC sont décrits ci-dessous :

### **COMBAT RAPPROCHE – MODE BALAYAGE VERTICAL**

Le mode de balayage vertical est sans doute le plus adapté et le plus pratique des modes pendant les manœuvres à fort facteur de charge. Dans ce sous mode, le radar et l'IRST balayent

une zone de 3 degrés en largeur et de -10 à +50 degrés en hauteur. Deux lignes verticales sont affichées sur la VTH pour représenter les limites en azimuth de la zone balayée. Si vous poursuivez une cible en pleine manœuvre, et que celle-ci reste au-dessus de votre VTH mais bien sur la même ligne de portance, le mode balayage vertical permet de verrouiller la cible sans avoir à trop tirer sur le manche pour placer la cible sans la VTH.

Les étapes de verrouillage et de lancement sont les suivantes :

### **1<sup>ère</sup> étape.**

Quand vous avez visuellement repéré une cible, activez le mode balayage vertical (VS pour Vertical Scan) en appuyant sur [**3**]. L'IRST s'active alors automatiquement, ce qui permet d'attaquer sans senseur actif. Si vous choisissez un missile à guidage radar semi-actif, vous devez activer le radar manuellement en appuyant sur [**I**]. Choisissez l'arme désirée en appuyant plusieurs fois sur [**D**] ou sélectionnez le canon en appuyant sur [**C**]. L'arme activée est affichée sur la VTH.

### **2<sup>e</sup> étape.**

Manœuvrez votre appareil afin de placer la cible entre les deux lignes verticales de la VTH. Gardez en tête que la zone de balayage s'étend jusqu'à 2 fois la hauteur de la VTH au-dessus de celle-ci. Il est donc possible de verrouiller des cibles bien au-dessus de votre VTH.

Une fois la cible dans la zone de balayage et l'un des deux capteurs activé, la cible est automatiquement verrouillée, et le radar ou l'IRST passe alors en mode STT. Si le canon est sélectionné, le mode canon LCOS est activé.

### **3<sup>e</sup> étape.**

En mode STT et à une distance de la cible inférieure à 85% de la portée maximale du missile sélectionné, le message LA – "Lancement Autorisé" s'affiche sur la VTH (si vous avez choisi la VTH en russe, le message affiché est 'PA'). Le missile peut alors être lancé en appuyant sur le bouton de lancement d'arme du joystick, ou en pressant la touche [**Espace**].

Si le mode choisi est le mode canon, vous devez alors placer l'indicateur de tir sur la cible et presser le bouton de tir de votre joystick ou appuyer sur la touche [**Espace**].

Afin d'augmenter la probabilité de destruction, essayez de réduire l'erreur de visée en prenant une trajectoire d'interception avec la cible avant de lancer le missile. De cette manière la course du missile après le lancement sera moins serrée.

*LES SYSTEMES DE DETECTION PASSIVE COMME L'IRST ALERTENT MOINS L'ENNEMI,  
CE QUI DONNE L'EFFET DE SURPRISE.*

## **COMBAT RAPPROCHE – MODE STROB (AXIAL OU BORE)**

Le mode BORE est similaire au mode de balayage vertical, la différence étant que ce mode balaye le long de l'axe longitudinal de l'appareil (cône de demi-angle 2,5 degrés) et non le long du vecteur de portance. De plus le verrouillage doit être effectué manuellement. La zone de balayage est représentée sur la VTH par un réticule de 2,5 degrés qui peut être déplacé à l'aide des touches [**M**], [**;**], [**:**] et [**!**].

Les étapes de verrouillage et de lancement sont les suivantes :

### **1<sup>ère</sup> étape.**



Quand la cible est détectée visuellement, activez le mode BORE en appuyant sur la touche **[4]**. L'IRST s'active alors automatiquement, ce qui permet d'attaquer sans senseur actif. Si vous choisissez un missile à guidage radar semi actif, vous devez activer le radar manuellement en appuyant sur **[I]**. Choisissez l'arme désirée en appuyant plusieurs fois sur **[D]**, ou sélectionnez le canon en appuyant sur **[C]**. L'arme activée est affichée sur la VTH.

### **2<sup>e</sup> étape.**

En manoeuvrant votre appareil, ou en utilisant les touches **[M]**, **[;]**, **[:]** et **[!]**, placez le réticule axial sur la cible. Quand la cible se trouve dans le réticule, vous devez initier le verrouillage manuellement en appuyant sur la touche **[TAB]**. Une fois verrouillée, le mode STT est automatiquement enclenché.

Si le canon est sélectionné, le mode canon LCOS est activé.

### **3<sup>e</sup> étape.**

Une fois en mode STT et à une distance de la cible inférieure à 85% de la portée maximale du missile sélectionné, le message LA – "Lancement Autorisé" s'affiche sur la VTH (si vous avez choisi la VTH en russe, le message affiché est « XX »). Le missile peut alors être lancé en appuyant sur le bouton de lancement d'arme du joystick ou en pressant la touche **[ESPACE]**.

Si le mode choisi est le mode canon, vous devez alors placer l'indicateur de tir sur la cible et presser le bouton de tir de votre joystick ou appuyer sur la touche **[ESPACE]**.

Afin d'augmenter la probabilité de destruction, essayez de réduire l'erreur de visée en prenant une trajectoire d'interception avec la cible avant de lancer le missile. De cette manière la manœuvre du missile après le lancement sera moins serrée.

## **COMBAT RAPPROCHE – MODE SHLEM (CASQUE)**

Ce mode de combat est unique. A l'aide du système de désignation monté au casque Shlem-3UM, le pilote contrôle les systèmes de visée par les mouvements de sa tête et dirige les armes vers les cibles placées dans le monocle de visée. Le réticule est différent des symboles projetés sur la VTH mais il reste centré sur l'écran. Ce mode est utilisé en combat rapproché afin de verrouiller et d'engager des cibles éloignées de l'axe de l'avion.

Les étapes de verrouillage et de lancement sont les suivantes :

### **1<sup>ère</sup> étape.**

Quand la cible est détectée visuellement, activez le mode SHLEM en appuyant sur la touche **[4]**. L'IRST s'active alors automatiquement, ce qui permet d'attaquer sans senseur actif. Si vous choisissez un missile à guidage radar semi actif, vous devez activer le radar manuellement en appuyant sur **[I]**. Choisissez l'arme désirée en appuyant plusieurs fois sur **[D]** ou sélectionnez le canon en appuyant sur **[C]**. L'arme activée est affichée sur la VTH.

### **2<sup>e</sup> étape.**

En déplaçant la vue du cockpit avec les touches du pavé numérique, placez le réticule de visée de casque sur une cible et appuyez sur la touche **[TAB]**. Une autre méthode consiste à utiliser le suivi visuel de cible à l'aide de la touche **[Suppr.]** et activer ensuite le mode casque, puis appuyer sur la touche **[TAB]**. Une fois la cible verrouillée, le mode STT est automatiquement enclenché. Si le mode choisi est le mode canon, vous devez alors placer l'indicateur de tir sur la cible et presser le bouton de tir de votre joystick ou appuyer sur la touche **[ESPACE]**.



### **3<sup>e</sup> étape.**

Selon la forme du réticule, trois cas se présentent :

Le réticule suit la cible : le verrouillage est correct, mais vous ne pouvez pas lancer de missile vers la cible.

Le réticule suit la cible et clignote à la fréquence de 2Hz : le lancement est autorisé. Les conditions de lancement sont remplies, le message "LA" est affiché sur la VTH et vous pouvez lancer un missile en pressant le bouton de lancement du joystick, ou en appuyant sur **[ESPACE]**.

Si le réticule est barré d'un « X », le verrouillage et le lancement ne sont pas possibles. Cela se produit quand le réticule est au-delà de la limite d'angle permise.

Si le mode choisi est le mode canon, vous devez alors placer l'indicateur de tir sur la cible et presser le bouton de tir de votre joystick ou appuyer sur la touche **[ESPACE]**.

Afin d'augmenter la probabilité de destruction, essayez de réduire l'erreur de visée en prenant une trajectoire d'interception avec la cible avant de lancer le missile. De cette manière la manœuvre du missile après le lancement sera moins serrée.

## **MODE FIO (LONGITUDINAL)**

Le mode FIO est un mode de secours en cas de panne du système de contrôle des armes. Ce mode est utilisable par les missiles à guidage infrarouge (R-27T, R-27ET, R-73, R-60) et à guidage radar actif (R-77) qui peuvent verrouiller une cible sans l'aide du système de désignation de l'avion. Dans ce mode, le verrouillage de la cible s'effectue à l'aide de la tête chercheuse du missile qui a une zone de balayage d'environ deux degrés le long de l'axe longitudinal. Pour que la tête chercheuse verrouille une cible, celle-ci doit être dans la zone de balayage qui est au centre du symbole de l'avion sur la VTH.

Les étapes de verrouillage et de lancement sont les suivantes :

### **1<sup>ère</sup> étape.**

Quand la cible est détectée visuellement, activez le mode FIO en appuyant sur **[6]**. Si le système de contrôle des armes est endommagé, et qu'aucune information n'apparaît sur la VTH, passez en mode SETKA (grille). Choisissez l'arme désirée en appuyant plusieurs fois sur **[D]**, ou sélectionnez le canon en appuyant sur **[C]**. L'arme activée est affichée sur la VTH.

### **2<sup>e</sup> étape.**

Manoeuvrez l'appareil afin de placer le centre du symbole d'avion de la VTH sur la cible. Quand la cible est dans le champ de vision de la tête chercheuse du missile, le message "Lancement autorisé" s'affiche.

### **3<sup>e</sup> étape.**

Vous devez évaluer la distance de la cible visuellement et vérifier que cette dernière est à portée du missile. Lancez le missile en appuyant sur le bouton de lancement du joystick, ou en appuyant sur **[ESPACE]**.

Gardez en tête que le message "LA" ne prend pas en compte la distance de la cible. Il est fort probable que le missile n'aura pas assez d'énergie pour atteindre la cible. Ainsi, c'est à vous d'estimer la distance visuellement et de prendre en compte l'angle d'aspect de la cible.

## ARMES AIR-SOL

Les MiG-29, Su-27 et Su-33 peuvent emporter certains types de munitions Air-Sol. Cet arsenal comprend les bombes lisses et les roquettes non guidées.

### BOMBES POLYVALENTES A FAIBLE TRAINEE

Cette catégorie comprend les bombes lisses FAB-100, FAB-250 et FAB-500. Elles ont un faible facteur de traînée, et une trajectoire à plat, ce qui permet le plus souvent de larguer une bombe tout en gardant un contact visuel sur la cible.

#### 1<sup>ère</sup> étape.

Repérez visuellement la cible.

#### 2<sup>e</sup> étape.

Passez en mode Air-Sol en appuyant sur la touche [7].

#### 3<sup>e</sup> étape.

Quand le réticule de visée CCIP commence à se déplacer dans le bas de la VTH, placez-le sur la cible et pressez sur le bouton de largage du joystick, ou sur la touche [ESPACE] du clavier quand le message "LA" apparaît sur la VTH.

*LES BOMBES PEUVENT ETRES LACHEES APRES L’AFFICHAGE DU MESSAGE 'LA' SUR LA VTH. UN PIQUE CONSTANT VERS LA CIBLE PERMET D’ASSURER UN LARGAGE CORRECT. EVITEZ DE MODIFIER LE LACET, LE ROULIS ET LE TANGAGE DE L’APPAREIL, ET MAINTENEZ UNE VITESSE AUSSI CONSTANTE QUE POSSIBLE PENDANT LA PASSE DE LARGAGE. DANS LE CAS CONTRAIRE, LE LARGAGE SERAIT MOINS PRECIS*

### BOMBES POLYVALENTES A FORTE TRAINEE

Cette catégorie comprend les bombes à forte traînée aérodynamique, telles que les PB-250, ODAB-500, les bombes de types RBK, les conteneurs KMGU et les bombes pénétrantes BetAB. Elles ont des coefficients de traînée élevés et donc une trajectoire courbe, ce qui complique significativement le ciblage à vue.

Il est recommandé d'utiliser le mode de largage CCRP (Continuously Computed Release Point – Calcul temps réel du point de largage) pour l'utilisation de ce type de bombes. Pour larguer une bombe à forte traînée, les étapes sont les suivantes :

#### 1<sup>ère</sup> étape.

Repérez la cible visuellement.

#### 2<sup>e</sup> étape.

Passez en mode Air-Sol en appuyant sur la touche [7].

#### 3<sup>e</sup> étape.

Placez le réticule CCRP sur la cible, pressez et maintenez le bouton de largage du joystick ou la touche [ESPACE] du clavier. Le système d'arme commence alors le calcul du point de largage et la VTH affiche un symbole en diamant qui représente le point visé. Dans la partie supérieure de la VTH s'affiche un cercle de guidage : manœuvrez votre avion de manière à conserver ce cercle

centré sur la queue du symbole d'avion de la VTH. L'échelle de distance sur la droite de la VTH représente un compte à rebours en secondes jusqu'à l'instant de largage. La flèche indiquant le temps restant n'apparaît que 10 secondes avant le largage. Pour un bombardement précis, minimisez les changements de lacet et de roulis. Quand le compte à rebours est écoulé, les bombes sont automatiquement larguées et vous pouvez alors relâcher la détente.

## **ROQUETTES NON GUIDEES ET CANON INTERNE**

Les roquettes non guidées désignent toutes les roquettes et les missiles qui ne sont pas équipés de systèmes de guidage. Cela comprend les S-5 dans la nacelle UB-32, les S-8 dans la nacelle B-8, les S-13 dans le lanceur UB-13, les S-24 et S-25. Le canon interne est le canon GSh-301 de 30mm.

### **1<sup>ère</sup> étape.**

Repérez visuellement la cible.

### **2<sup>e</sup> étape.**

Passez en mode Air-Sol en appuyant sur [7] et sélectionnez la roquette voulue en appuyant plusieurs fois sur [D] ; ou appuyez sur [C] pour choisir le canon. Vérifiez votre choix sur la VTH, et placez-vous en léger piqué vers la cible.

### **3<sup>e</sup> étape.**

Quand le réticule de visée passe sur la cible et que les conditions de lancement sont remplies (message "LA" sur la VTH), pressez le bouton de tir du joystick ou appuyez sur la touche [ESPACE] du clavier pour faire feu.

*LES ROQUETTES NON GUIDEES PEUVENT ETRE LANCEES UNE FOIS LE MESSAGE 'LA' AFFICHE SUR LA VTH. AVANT LE TIR, ASSUREZ-VOUS D'AVOIR UN LEGER ANGLE DE PIQUE ET DES DEVIATIONS MINIMALES DE LACET, ROULIS ET TANGAGE AFIN D'AUGMENTER LA PRECISION DU TIR.*

## Su-25

Le Su-25 est conçu pour attaquer les cibles au sol. Il n'est pas équipé de radar mais dispose du laser de désignation/mesure "Klen-PS" pour les mesures de distance et le guidage des missiles appropriés. Les capacités Air-Air du Su-25 sont très limitées.

### ARMEMENT AIR-AIR

#### MISSILE A COURTE PORTEE R-60

##### 1<sup>ère</sup> étape.

Sélectionnez le mode Air-Air en appuyant sur les touches [2] ou [3]. Dans les 2 cas, le mode de visée longitudinale est activé ; c'est le seul mode d'engagement Air-Air du Su-25.

##### 2<sup>e</sup> étape.

Manœuvrez votre appareil afin de placer la cible au centre du collimateur. Quand la tête chercheuse du missile est à portée de verrouillage, le réticule de visée se place sur la cible, la lampe jaune d'autorisation de lancement s'allume et un signal sonore de verrouillage se déclenche. La distance de verrouillage dépend énormément de la signature infrarouge de la cible : celle-ci est maximale pour des avions volant à haute altitude avec la post-combustion allumée et vus de l'arrière. Les hélicoptères ont une signature IR très faible et sont donc difficiles à verrouiller. Les signaux audio et lumineux ne sont qu'une indication du verrouillage de la cible, cela n'indique pas que la cible est à portée. S'il est lancé trop tôt, le missile risque de manquer sa cible à cause d'un déficit d'énergie pour intercepter la cible. Il est recommandé de ne pas lancer de missile tant que la forme de la cible n'est pas visible, ou qu'elle se situe à plus de 2 km.

##### 3<sup>e</sup> étape.

Pressez la détente du joystick, ou la touche [ESPACE] du clavier pour lancer le missile. Le R-60 est du type "tire et oublie" et ne nécessite pas de soutien de l'avion après le lancement.

#### CANON INTERNE ET NACELLES CANON EN COMBAT AERIEN

Le canon interne et les nacelles canon sont généralement utilisés pour les cibles au sol, mais il est possible de s'en servir sur des cibles aériennes, la précision étant tout de même limitée.

##### 1<sup>ère</sup> étape

Repérez la cible visuellement

##### 2<sup>e</sup> étape.

Passez en mode Air-Air en appuyant sur [2] ou [3]. Pour activer le canon interne ou les nacelles canon, appuyez sur [C]. Sur le collimateur de visée (ASP-17), le réticule de visée apparaît. La trame de visée fixe peut également être utilisée en appuyant sur [8].

##### 3<sup>e</sup> étape.

Manoeuvrez l'appareil afin d'effectuer une visée correcte. Appuyez sur la détente du joystick ou sur la touche [ESPACE] pour faire feu.

L'efficacité du tir canon est de moins de 800m. Estimez la distance visuellement avant de faire feu.

## ARMES AIR-SOL

Les modes d'utilisation de l'armement Air-Sol en Su-25 sont relativement primaires. Nous allons revoir les types de munitions non guidées et leur emploi ci-dessous.

### BOMBES LISSES A FAIBLE TRAINEE

Cette catégorie comprend les bombes lisses FAB-100, FAB-250 et FAB-500. Elles ont de faibles coefficients de traînée et une trajectoire plate, ce qui permet le plus souvent d'effectuer le largage alors que la cible est encore visible.

#### 1<sup>ère</sup> étape.

Repérez visuellement la cible.

#### 2<sup>e</sup> étape.

Passez en mode Air-Sol en appuyant sur **[7]**. Choisissez l'arme à utiliser en regardant la console de gestion des armes et en appuyant sur **[D]**. La quantité de bombes à larguer doit être choisie sur la console de gestion des armes à l'aide de la touche **[Ctrl- ESPACE]** et l'intervalle de largage par la touche **[V]**.

#### 3<sup>e</sup> étape.

Mettez en marche le laser de mesure de distance et de désignation en appuyant sur **[Maj- O]** ; la lampe verte s'allume alors. Effectuez un piqué avec les ailes à l'horizontale, maintenez votre vitesse entre 500 et 600 km/heure.

#### 4<sup>e</sup> étape.

Quand le réticule de visée commence à se déplacer dans le bas du collimateur, manœuvrez votre avion afin d'amener le réticule sur la cible. Quand le réticule de visée affiche le point d'impact réel et que les conditions de largage sont remplies, la lampe orange s'allume. Pour larguer une bombe, appuyez sur le bouton de largage du joystick, ou sur la touche **[ESPACE]**. Si vous avez programmé un largage en salve, maintenez la pression sur la commande de largage jusqu'à la fin de la passe.

#### 5<sup>e</sup> étape.

Coupez le laser de mesure de distance et de désignation en appuyant sur **[Maj- O]**. Gardez à l'esprit que le laser de mesure de distance et de désignation ne peut fonctionner en continu qu'une soixantaine de secondes. Au-delà, l'appareil doit se refroidir sous peine d'être endommagé. Pendant le refroidissement, une lampe verte clignote à une fréquence de 2 Hz. Quand l'appareil est suffisamment refroidi, la lampe s'éteint. Le temps de refroidissement est à peu près égal au temps de fonctionnement et dépend de la température environnante.

### BOMBES LISSES A FORTE TRAINEE

Cette catégorie de bombes comprend toutes les bombes à forte traînée aérodynamique, telles que la PB-250, la ODAB-500, les bombes de type RBKs, les conteneurs KMGU-2, et les bombes pénétrantes B et AB. Leur forte traînée entraîne une trajectoire incurvée ce qui complique significativement le ciblage à vue.

Il est recommandé d'utiliser le mode de largage CCRP (Continuously Computed Release Point – Calcul temps réel du point de largage) pour l'utilisation de ce type de bombes.

Pour larguer une bombe à forte traînée, les étapes sont les suivantes :

### **1<sup>ère</sup> étape.**

Repérez visuellement la cible.

### **2<sup>e</sup> étape.**

Passez en mode Air-Sol en appuyant sur **[7]**. Sélectionnez l'arme à utiliser à l'aide de la console de contrôle des armes et de la touche **[D]**. La quantité de bombes à larguer est programmée sur la console par la touche **[Ctrl- ESPACE]** et l'intervalle de largage par la touche **[V]**.

### **3<sup>e</sup> étape.**

Mettez en marche le laser de mesure de distance et de désignation en appuyant sur **[Maj- O]**; la lampe verte s'allume alors. Manœuvrez l'appareil de façon à placer le réticule de visée sur la cible, appuyez et maintenez enfoncée la détente du joystick ou la touche **[ESPACE]**. Le système de contrôle des armes calcule alors le point de largage des bombes. Vous devez ensuite maintenir l'appareil en vol en palier sans angle de roulis. Le roulis peut être contrôlé par la marque triangulaire sur le réticule de visée. L'échelle de distance circulaire dans ce mode indique le temps avant largage. Quand l'échelle atteint le zéro, les bombes sont larguées automatiquement.

### **4<sup>e</sup> étape.**

Relâchez la détente une fois la passe de largage terminée. Coupez le laser de mesure de distance en appuyant sur **[Maj- O]**.

## **ROQUETTES NON GUIDEES, CANON INTERNES ET NACELLES CANON**

### **1<sup>ère</sup> étape.**

Repérez visuellement la cible.

### **2<sup>e</sup> étape.**

Passez en mode Air-Sol en appuyant sur **[7]**. Sélectionnez les roquettes non guidées en appuyant sur **[D]** ; ou appuyez sur **[C]** pour choisir le canon. La console de contrôle des armes affiche l'arme sélectionnée et son état. Mettez en marche le laser de mesure de distance et de désignation en appuyant sur **[Maj- O]**, la lampe verte s'allume. Entamez un piqué aile à plat et placez le réticule de visée sur la cible.

### **3<sup>e</sup> étape.**

Quand les conditions de lancement sont remplies, la lampe orange s'allume. Pressez alors la détente du joystick ou la touche **[ESPACE]** pour faire feu.

### **5<sup>e</sup> étape**

Coupez le laser de mesure de distance et de désignation en appuyant sur **[Maj- O]**

*LES ROQUETTES NON GUIDEES NE PEUVENT ETRE TIREES QUE LORSQUE LES CONDITIONS DE LANCEMENT SONT REMPLIES (LAMPE ORANGE ALLUMEE). AVANT DE FAIRE FEU, PASSEZ EN PIQUE AILE A PLAT ET PLACEZ LE RETICULE DE VISEE SUR LA CIBLE. LES VARIATIONS DE LACET, ROULIS ET TANGAGE DEGRADENT LA DISPERSION DES IMPACTS.*

## MISSILES AIR-SOL KH-25ML, KH-29L, ET S-25L

### 1<sup>ère</sup> étape.

Repérez visuellement la cible.

### 2<sup>e</sup> étape.

Passez en mode Air-Sol en appuyant sur **[7]**. Sélectionnez les missiles guidés par la touche **[D]**. La sélection et l'état des armes sont affichés sur la console de contrôle des armes. Allumez le laser de mesure de distance et de désignation en appuyant sur **[Maj- O]**, la lampe verte s'allume. Placez le réticule de visée en le déplaçant à l'aide des touches **[M]**, **[;]**, **[:]** et **[!]**. Une fois celui-ci sur la cible, appuyez sur **[TAB]**. Le laser de mesure de distance et de désignation est alors stabilisé sur ce point du sol (et pas forcément sur la cible). Le réticule peut ensuite être encore déplacé pour affiner la désignation, ou désigner une autre cible à proximité.

### 3<sup>e</sup> étape.

Si les conditions de lancement sont remplies, la lampe orange s'allume et le missile peut être lancé en appuyant sur la détente du joystick ou la touché **[ESPACE]**. Le réticule peut être déplacé pendant le vol du missile. Quelle que soit la position désignée par le laser, le missile essaiera de toucher ce point. Il est donc nécessaire de déplacer le réticule tout le temps du vol du missile si la cible se déplace. Le déplacement du réticule ne doit pas être trop rapide sinon le missile risque de perdre le guidage sur le point désigné.

### 4<sup>e</sup> étape.

Coupez le laser de mesure de distance et de désignation en appuyant sur **[Maj- O]** une fois l'attaque terminée, afin de permettre son refroidissement.

*LA MANOEUVRABILITE DES MISSILES S-25L EST TRES LIMITEE, ET CEUX-CI NE DOIVENT ETRE LANCES QU'EN PIQUE A PLAT, DE LA MEME MANIERE QUE POUR UNE ATTAQUE A LA ROQUETTE.*



## Su-25T

Le Su-25T est l'avion d'attaque tactique parfait pour l'armée de l'air russe. Il peut frapper des cibles de petites tailles, mobiles avec une précision redoutable nuit et jour, par tous les temps.

Le Su-25T est équipé du système de ciblage TV I-251 "Shkval", couplé avec le laser de mesure de distance/désignation "Prichal". Pour les opérations de nuit, il peut être équipé du système de ciblage TV à faible luminosité "Mercury"

Pour l'autodéfense, le Su-25T peut également emporter les missiles courte portée R-73 et R-60.

## ARMES AIR-AIR

### MISSILES COURTE PORTEE R-73 ET R-60

Le Su-25T peut emporter les missiles Air-Air courte portée R-73 et R-60 dans un mode de visée longitudinal. Quand ce mode est activé, la tête chercheuse du missile balaye dans une zone de 2 degrés autour de l'axe longitudinal de l'avion. La cible doit être dans ce champ de vision, qui est représenté par le centre du symbole de l'avion sur la VTH afin de permettre un verrouillage automatique.

Les procédures de verrouillage et de lancement sont les suivantes :

#### 1<sup>ère</sup> étape.

Passez en mode Air-Air à l'aide des touches [2] ou [3]. Dans les deux cas, le mode de visée longitudinal est activé

#### 2<sup>e</sup> étape.

Manœuvrez l'appareil de façon à placer le centre du symbole de l'avion sur la VTH, sur la cible. Quand la tête chercheuse du missile est à portée de verrouillage, la visée est automatiquement sur la cible, la lampe de lancement autorisé orange clignote et un signal sonore de verrouillage est envoyé dans le casque. La distance de verrouillage dépend en grande partie de la signature infrarouge de la cible. La signature IR d'un avion est maximale à haute altitude, avec post-combustion allumée, vu de l'arrière. Les hélicoptères ont une faible signature IR et sont difficiles à verrouiller. Le message "LA" affiché sur la VTH indique seulement que la cible est verrouillée mais n'indique en aucun cas que le missile est à portée de la cible. Lancer un missile trop tôt peut conduire à un tir manqué si le missile a trop peu d'énergie pour intercepter la cible. Il est donc recommandé de ne pas lancer tant que la forme de l'avion est peu visible ou que celui-ci est à plus de 2km de la cible.

#### 3<sup>e</sup> étape.

Pressez la détente du joystick ou appuyez sur la touche [ESPACE] pour lancer le missile. Le missile est du type « tire-et-oublie » et ne nécessite pas de soutien supplémentaire de l'avion tireur.

## CANON INTERNE ET NACELLES-CANON CONTRE LES CIBLES AERIENNES

Le canon interne et les nacelles-canon peuvent être utilisés contre les cibles aériennes, mais avec une précision limitée.

### **1<sup>ère</sup> étape.**

Repérez visuellement la cible.

### **2<sup>e</sup> étape.**

Passez en mode Air-Air en appuyant sur **[2]** ou **[3]**. Sélectionnez le canon ou les nacelles-canon et appuyant sur **[C]**. En mode canon, le tunnel de tir est affiché sur la VTH : il représente graphiquement la trajectoire des balles en fonction de l'envergure de la cible. En appuyant sur **[Alt- -]** et **[Alt- +]**, vous pouvez régler l'envergure de la cible (aussi appelé "base de la cible") en mètres. L'envergure sélectionnée est affichée en haut de la VTH.

### **3<sup>e</sup> étape.**

Manœuvrez l'appareil de façon à placer la cible dans le tunnel, les bouts d'ailes de la cible doivent toucher les bords du tunnel. Appuyez sur la détente du joystick ou sur la touché **[ESPACE]** pour faire

Le canon est efficace jusqu'à environ 800m de distance. Pour améliorer la précision, essayez de manœuvrer dans le même plan que la cible. Le tunnel de visée est plus précis quand vous vous trouvez derrière la cible.

## **ARMES AIR-SOL**

Le Su-25T peut emporter une large gamme d'armement, tels que bombes lisses, conteneurs à sous munitions, roquettes non guidées, missiles à guidage TV ou laser, missiles à senseurs laser arrière, bombes à guidage TV et nacelles canon.

### **BOMBES LISSES A FAIBLE TRAINEE**

Cette catégorie comprend les bombes lisses FAB-100, FAB-250 et FAB-500. Elles ont de faibles coefficients de traînée et une trajectoire plate, ce qui permet le plus souvent d'effectuer le largage alors que la cible est encore visible.

### **1<sup>ère</sup> étape.**

Repérez visuellement la cible.

### **2<sup>e</sup> étape.**

Passez en mode Air-Sol en appuyant sur **[7]**. Choisissez l'arme à utiliser en regardant la console de gestion des armes et en appuyant sur **[D]**. La quantité de bombes à larguer doit être choisie sur la console de gestion des armes à l'aide de la touche **[Ctrl- ESPACE]** et l'intervalle de largage par la touche **[V]**.

### **3<sup>e</sup> étape.**

Quand le réticule de visée commence à se déplacer dans le bas du collimateur, manœuvrez votre avion afin d'amener le réticule sur la cible. Quand le réticule de visée affiche le point d'impact réel et que les conditions de largage sont remplies, la lampe orange s'allume. Pour larguer une bombe, appuyez sur le bouton de largage du joystick, ou sur la touche **[ESPACE]**. Si vous avez programmé un largage en sèves, maintenez la pression sur la commande de largage jusqu'à la fin de la passe.

*LES BOMBES PEUVENT ETRES LACHEES APRES L'AFFICHAGE DU MESSAGE 'LA' SUR LA VTH. UN PIQUE CONSTANT VERS LA CIBLE PERMET D'ASSURER UN LARGAGE CORRECT. EVITEZ DE*

*MODIFIER LE LACET, LE ROULIS ET LE TANGAGE DE L'APPAREIL, ET MAINTENEZ UNE VITESSE AUSSI CONSTANTE QUE POSSIBLE PENDANT LA PASSE DE LARGAGE. DANS LE CAS CONTRAIRE, LE LARGAGE SERAIT MOINS PRECIS*

## BOMBES LISSES A FORTE TRAINEE

Cette catégorie comprend les bombes à forte traînée aérodynamique, telles que les PB-250, ODAB-500, les bombes de types RBK, les conteneurs KMGU et les bombes pénétrantes B et AB. Elles ont des coefficients de traînée élevés et donc une trajectoire courbe, ce qui complique significativement le ciblage à vue.

Il est recommandé d'utiliser le mode de largage CCRP (Continuously Computed Release Point – Calcul temps réel du point de largage) pour l'utilisation de ce type de bombes. Pour larguer une bombe à forte traînée, les étapes sont les suivantes :

### 1<sup>ère</sup> étape.

Repérez la cible visuellement.

### 2<sup>e</sup> étape.

Passez en mode Air-Sol en appuyant sur la touche [7].

### 3<sup>e</sup> étape.

Placez le réticule CCRP sur la cible, pressez et maintenez le bouton de largage du joystick ou la touche [ESPACE] du clavier. Le système d'arme commence alors le calcul du point de largage et la VTH affiche un symbole en diamant qui représente le point visé. Dans la partie supérieure de la VTH s'affiche un cercle de guidage : manœuvrez votre avion de manière à conserver ce cercle centré sur la queue du symbole d'avion de la VTH. L'échelle de distance sur la droite de la VTH représente un compte à rebours en secondes jusqu'à l'instant de largage. La flèche indiquant le temps restant n'apparaît que 10 secondes avant le largage. Pour un bombardement précis, minimisez les changements de lacet et de roulis. Quand le compte à rebours est écoulé, les bombes sont automatiquement larguées et vous pouvez alors relâcher la détente.

## BOMBARDEMENT ASSISTE PAR TV

Les bombes non guidées peuvent être utilisées avec le système de vise TV "Shkval" ou le système de visée TV basse luminosité "Mercury"

Pour larguer une bombe par ces moyens les étapes sont les suivantes :

### 1<sup>ère</sup> étape.

Passez en mode Air-Sol en appuyant sur [7]. Sélectionnez la bombe en appuyant sur [D] et vérifiez l'arme choisie sur la VTH. Pour détecter et identifier les cibles, vous devez mettre en marche le système de ciblage TV "Shkval" en appuyant sur [O], ou le système "Mercury" en appuyant sur [Ctrl- O]. Cherchez votre cible en déplaçant la zone balayée à l'aide des touches [M], [;], [:] et [!]. Une fois la cible repérée, bloquez le capteur sur ce point du sol en appuyant sur la touche [TAB]. Afin d'obtenir une identification positive de la cible, vous pouvez augmenter le grossissement de la caméra par les touches [+] et [-].

### 2<sup>e</sup> étape.

Placez le symbole d'acquisition sur la cible. Volez en direction de la cible et mettez en marche le laser de mesure de distance et de désignation en appuyant sur [Maj-O]

### 3<sup>e</sup> étape.

Appuyez sur la détente du joystick ou sur la touche **[ESPACE]** du clavier sans la relâcher. Le système de contrôle des armes initie alors le calcul du point de largage et un symbole en diamant s'affiche sur la VTH, représentant le point désigné. En haut de la VTH un cercle de guidage est affiché. Déplacez l'avion de manière à placer la queue du symbole d'avion sur le centre du cercle. L'échelle de distance sur la droite de la VTH représente un compte à rebours de largage gradué en secondes. La flèche indique le temps restant avant largage, cette flèche ne s'affiche que 10 secondes avant le largage. Pour un bombardement précis, minimisez les changements de lacet et de roulis.

### 4<sup>e</sup> étape.

Coupez le laser de mesure de distance et de désignation en appuyant sur **[Maj-O]**. Gardez à l'esprit que le laser de mesure de distance et de désignation ne peut fonctionner en continu qu'une soixantaine de secondes. Au-delà, l'appareil doit se refroidir sous peine d'être endommagé. Pendant le refroidissement indiqué par «**Л**» sur la VTH, une lampe verte clignote à une fréquence de 2 Hz ; celle-ci s'éteint une fois le laser suffisamment refroidi. Le temps de refroidissement est à peu près égal au temps de fonctionnement et varie avec la température environnante.

Les conteneurs de sous-munitions KMGU-2 diffèrent légèrement des autres bombes. Il faut en effet décaler le point de vise pour prendre en compte le temps d'ouverture des trappes.

## ROQUETTES NON GUIDEES ET CANON INTERNE

Les roquettes non guidées désignent toutes les roquettes et les missiles qui ne sont pas équipés de systèmes de guidage. Cela comprend les S-5 dans la nacelle UB-32, les S-8 dans la nacelle B-8, les S-13 dans le lanceur UB-13, les S-24 et S-25. Le canon interne est le canon GSh-301 de 30mm, chargé de 150 cartouches.

### 1<sup>ère</sup> étape.

Repérez visuellement la cible.

### 2<sup>e</sup> étape.

Passez en mode Air-Sol en appuyant sur **[7]**, et sélectionnez la roquette voulue en appuyant plusieurs fois sur **[D]** ; ou appuyez sur **[C]** pour choisir le canon. Vérifiez votre choix sur la VTH et placez-vous en léger piqué vers la cible.

### 3<sup>e</sup> étape.

Quand le réticule de visée passe sur la cible et que les conditions de lancement sont remplies (message "LA" sur la VTH), pressez le bouton de tir du joystick ou appuyez sur la touche **[ESPACE]** du clavier pour faire feu.

## NACELLES CANON

Le Su-25 peut emporter les nacelles canon SPPU-22-1 qui sont utilisées en mode « zéro déflexion », mode déflexion fixe ou mode programmé (suivi de point).

Le mode zéro déflexion est identique au mode canon interne, nous détaillerons uniquement l'emploi du mode déflexion fixé et du mode programmé.

**Le mode déflexion fixe est utilisé pour faire feu en vol en palier le long de cibles alignées.**

**1<sup>ère</sup> étape.**

Repérez visuellement la cible.

**2<sup>e</sup> étape.**

Passez en mode Air-Sol en appuyant sur **[7]**. Sélectionnez le mode canon en appuyant sur **[C]**.

Sélectionnez les nacelles-canon par **[Ctrl- ESPACE]** et vérifiez sur la VTH et la console de contrôle des armes; deux nacelles sont sélectionnées. Réglez le mode de tir canon sur **FIX** et la quantité de tir sur **PO2**.

Si l'appareil emporte quatre nacelles canon, appuyez sur **[Ctrl- ESPACE]** une fois de plus. Réglez le mode de tir canon sur **FIX** et la quantité de tir sur **PO2**.

**3<sup>e</sup> étape.**

Utilisez les touches **[Alt- -]** et **[Alt- +]** pour modifier l'angle de déflexion indiqué par le réticule de vise le long de l'axe vertical de la VTH.

**4<sup>e</sup> étape.**

Alignez votre trajectoire de vol avec la cible et maintenez un vol en palier. Quand le réticule de visée sur la VTH se superpose à la cible, appuyez sur la détente du joystick ou appuyez sur la touche **[ESPACE]** du clavier pour faire feu.

Pendant votre passe, utilisez le palonnier pour couvrir une plus large zone. Toute déviation en roulis induit une déviation significative de la ligne de tir.

**Le mode programmé est utilisé pour attaquer avec précision les cibles à blindage léger.**

**1<sup>ère</sup> étape.**

Repérez visuellement la cible.

**2<sup>e</sup> étape.**

Passez en mode Air-Sol en appuyant sur **[7]**. Sélectionnez le mode canon en appuyant sur **[C]**.

Sélectionnez les nacelles-canon par **[Ctrl- ESPACE]** et vérifiez sur la VTH et la console de contrôle des armes; deux nacelles sont sélectionnées. Réglez le mode de tir canon sur **FIX** et la quantité de tir sur **PO2**.

Si l'appareil emporte quatre nacelles-canon, appuyez sur **[Ctrl- ESPACE]** une fois de plus. Réglez le mode de tir canon sur **FIX** et la quantité de tir sur **PO2**.

**3<sup>e</sup> étape.**

Utilisez les touches **[Alt- -]** et **[Alt- +]**, pour modifier l'angle de déflexion indiqué par le réticule de vise le long de l'axe vertical de la VTH.

**4<sup>e</sup> étape.**

Mettez en marche le laser de mesure de distance en appuyant sur **[Maj- O]**. Réglez le mode de tir canon sur **PROGR**.

### 5<sup>e</sup> étape.

En piqué à plat, placez le réticule de visée sur la cible et quand le message "LA" s'affiche, ouvrez le feu en appuyant sur la détente du joystick ou sur la touche **[ESPACE]**. Evitez de modifier le tangage, le lacet et le roulis pour un tir précis.

### 6<sup>e</sup> étape.

Coupez le laser de mesure de distance et de désignation en appuyant sur **[Maj- O]**.

## BOMBES ET MISSILES GUIDEES PAR TV

Le Su-25T possède l'équipement pour emporter la bombe KAB-500Kr et le missile Kh-29T avec le capteur optique "Tubus". De telles armes permettent une attaque de type "tire-et-oublie" qui ne nécessitent pas un verrouillage de l'appareil tireur après le largage. Ces armes guidées sont conçues pour détruire les centres de commandement et de contrôle souterrains, abris en béton renforcés et autres cibles fortement protégées. Le missile Kh-29T peut également être utilisé pour la destruction de navires.

La plus grande limitation de telles armes est l'incapacité à être employées de nuit ou par temps couvert.

La procédure de largage est la suivante :

### 1<sup>ère</sup> étape.

Passez en mode Air-Sol en appuyant sur **[7]**. Sélectionnez l'arme désirée en appuyant sur **[D]**, et vérifiez la sélection sur la VTH. Pour détecter et identifier la cible, vous devez mettre en marche le système de visée TV "Shkval" en appuyant sur **[O]**, ou le système de visée par faible luminosité "Mercury" en appuyant sur **[Ctrl- O]**. Cherchez la cible en déplaçant la zone balayée par les touches **[M]**, **[;]**, **[:]** et **[!]**. Après avoir acquis la cible, stabilisez le capteur par rapport au sol en appuyant sur **[TAB]**. Pour une identification positive de la cible, il est possible d'augmenter le grossissement de la caméra à l'aide des touches **[+]** et **[-]**.

### 2<sup>e</sup> étape.

Pour verrouiller une cible, vous devez entrer manuellement sa taille (aussi appelée base de la cible). Par défaut, la taille de la cible est réglée sur 10m. Il est recommandé d'utiliser les valeurs suivantes:

Personnel et structures de petite taille – 5 m.

Voitures et véhicules blindés – 10 m.

Avions tactiques et hélicoptères – 20 m.

Avions de transport et stratégiques – 30–60 m.

Batiments – 20–60 m.

Navires – 60 m.

Le système de visée "Shkval" se verrouille sur l'objet le plus proche dont la taille a des dimensions compatibles à la dimension spécifiée. Si un objet incorrect est verrouillé, déplacez le marquage d'acquisition sur la cible à l'aide des touches **[M]**, **[;]**, **[:]** et **[!]**.

Une fois une cible verrouillée, le message "AC" s'affiche sur l'écran TV – suivi auto.

### 3<sup>e</sup> étape.

La distance de la cible est indiquée par l'échelle de distance affichée sur la VTH. Quand la distance maximale de lancement est atteinte, le message "LA" s'affiche. Larguez l'arme en appuyant sur la détente du joystick ou sur la touche **[ESPACE]**.

Après le lancement, vous pouvez immédiatement vous concentrer sur une autre tâche.

Notez qu'il est impossible d'utiliser des armes à guidage TV dans des conditions de visibilité réduite ou de nuit; le guidage fonctionne uniquement dans le spectre visible et est influencé par toutes les limitations des systèmes TV. Pour verrouiller une cible, celle-ci doit être éclairée par la lumière du jour ou par une source artificielle de lumière.

## DESIGNATION LASER ET MISSILES A SENSEURS ARRIERES

Le Su-25T peut utiliser les missiles à guidage laser frontal Kh-29L et Kh-25ML et le missile "Vikhr" à guidage laser arrière. Les missiles Kh-29L et Kh-25ML sont conçus pour détruire les centres de commandement et de contrôle souterrains, les abris et structures en béton renforcé, les positions d'artillerie antiaérienne et terrestre, et autres cibles protégées. Le missile "Vikhr" est un missile spécialement conçu pour détruire les unités blindées en mouvement.

La procédure d'utilisation de ces armes est la suivante :

### 1<sup>ère</sup> étape.

Passez en mode Air-Sol en appuyant sur **[7]**. Sélectionnez l'arme à utiliser par la touche **[D]**, et vérifiez la sélection sur la VTH. Afin de détecter et d'identifier la cible, vous devez mettre en marche le système de visée TV "Shkval" en appuyant sur **[O]**, ou le système de visée TV basse luminosité "Mercury" en appuyant sur **[Ctrl- O]** Recherchez la cible en déplaçant la zone balayée à l'aide des touches **[M]**, **[;]**, **[:]** et **[!]** . Une fois la cible repérée, stabilisez la caméra par rapport au sol en appuyant sur **[TAB]**. Pour une identification positive de la cible, il est possible d'augmenter le grossissement de la caméra à l'aide des touches **[+]** et **[-]**.

### 2<sup>e</sup> étape.

Pour verrouiller une cible, vous devez entrer manuellement sa taille (aussi appelée base de la cible). Par défaut, la taille de la cible est réglée sur 10m. Il est recommandé d'utiliser les valeurs suivantes:

Personnel et structures de petite taille – 5 m.

Voitures et véhicules blindés – 10 m.

Avions tactiques et hélicoptères – 20 m.

Avions de transport et stratégiques – 30–60 m.

Bâtiments – 20–60 m.

Navires – 60 m.

Le système de visée "Shkval" se verrouille sur l'objet le plus proche dont la taille a des dimensions compatibles à la dimension spécifiée. Si un objet incorrect est verrouillé, déplacez le marquage d'acquisition sur la cible à l'aide des touches **[M]**, **[;]**, **[:]** et **[!]**.

Une fois une cible verrouillée, le message "AC" s'affiche sur l'écran TV – suivi auto.



### **3<sup>e</sup> étape.**

La distance de la cible est indiquée par l'échelle de distance affichée sur la VTH. Quand la distance maximale de lancement est atteinte, le message "LA" s'affiche. Larguez l'arme en appuyant sur la détente du joystick ou sur la touche **[ESPACE]**

### **4<sup>e</sup> étape.**

Vérifiez que la cible a bien été détruite. Dans le cas contraire, et si la distance à la cible le permet encore, lancer un autre missile. Souvenez-vous que le verrouillage doit être maintenu jusqu'à l'impact. Si le verrouillage est interrompu avant l'impact, il est fort probable que le missile manque la cible. Pendant le verrouillage, limitez vos manœuvres afin de ne pas amener le désignateur en butée.

### **5<sup>e</sup> étape.**

Coupez le laser de mesure de distance et de désignation en appuyant sur **[Maj- O]**. Gardez à l'esprit que le laser de mesure de distance et de désignation ne peut fonctionner en continu qu'une soixantaine de secondes. Au-delà, l'appareil doit se refroidir sous peine d'être endommagé. Pendant le refroidissement indiqué par «**Л**» sur la VTH, une lampe verte clignote à une fréquence de 2 Hz ; celle-ci s'éteint une fois le laser suffisamment refroidi. Le temps de refroidissement est à peu près égal au temps de fonctionnement, et varie avec la température environnante

Le missile "Vikhr" a une capacité limitée d'engagement contre les cibles aériennes à faible vitesse comme les hélicoptères ou les avions à basses vitesses. La procédure d'engagement est la même que ci-dessus. Cependant, la portée est réduite de manière significative, particulièrement pour les cibles en poursuite. Utilisez les missiles "Vikhr" contre les cibles aériennes à moins de 3-5 km, selon leurs vitesses et angles d'aspect.

## **UTILISATION DES MISSILES ANTI-RADARS**

Le Su-25T peut utiliser les missiles anti-radars Kh-25MPU et Kh-58 contre les radars au sol. Pour la désignation, la nacelle de ciblage d'émissions "Fantasmagoria" L-081 est suspendue sous l'avion. Cette nacelle détecte les émissions des radars de défense aérienne et dirige le missile sur la cible désignée.

L'acquisition et le verrouillage s'effectuent comme suit:

### **1<sup>ère</sup> étape.**

Passez en mode Air-Sol en appuyant sur **[7]**. Sélectionnez l'arme à utiliser par la touche **[D]**, et vérifiez la sélection sur la VTH.

### **2<sup>e</sup> étape.**

Après avoir détecté une menace sur le système d'alerte radar (RWS pour Radar Warning System), volez en direction de l'émission de la menace et activez le système de ciblage d'émissions (SCE) en appuyant sur **[I]**. Le SCE détecte l'émetteur radar et un marqueur de cibles ainsi que son identification sont affichées sur la VTH.

Les types de menace et leur symbole de désignation sont listés dans le tableau ci-dessous.

### **3<sup>e</sup> étape.**

Placez le TDC sur le marquage de la cible de la VTH à l'aide des touches **[M]**, **[;]**, **[:]** et **[!]** et appuyez sur **[TAB]** pour verrouiller la cible. L'échelle de distance s'affiche sur la VTH. Quand la distance maximale de lancement est atteinte, le message "LA" apparaît sur la VTH, vous pouvez lancer le missile.

Les missiles antiradars sont du type "tire-et-oublie" et ne nécessitent pas d'un soutien supplémentaire de l'avion lanceur après avoir été tirés. Une fois le missile lancé, vous pouvez vous concentrer sur une autre tâche.

Pour survivre sur le champ de bataille moderne, vous devez connaître les différents systèmes SAM, le danger que chacun représente, afin de frapper le plus dangereux en premier. Par exemple, les systèmes SAM SA-10C (C-300) ou Patriot sont les plus dangereux et doivent être détruits de très loin à l'aide du missile antiradar Kh-58.

SAM or Navire	Désignation du radar	Désignation sur la VTH
Patriot	AN/MPQ-53	P
Improved Hawk	AN/MPQ-50	H50
Improved Hawk	AN/MPQ-46	H46
Roland	Radar de recherche Roland	G
Roland	Roland	R
S-300PS	64N6E	300
S-300PS	F5M (40V6M)	300
S-300PS	F1M (40V6MD)	300
Buk	9S18M1	БУК
Kub	1S91	КУБ
Osa	9A33	ОСА
Tor	9A331	ТОР
Tunguska	2S6	2С6
USS «Carl Vinson»	Sea Sparrow	SS
CG «Ticonderoga»	SM2	SM2
FFG «Oliver H. Perry»	SM2	SM2
Croiseur «Admiral Kuznetsov»	Kinzhal	КНЖ
Frégate «Neustrashimy»	Kinzhal	КНЖ
Complexe de missile «Moskva»	Fort	ФРТ
«Albatros»	Osa-M	ОСА
Croiseur «Rezky»	Osa-M	ОСА

**Tableau 18**

## F-15C

Le F-15C est un "pur" chasseur, et est optimisé pour la supériorité aérienne. Malgré ses capacités limitées d'emploi de quelques armes Air-Sol, les escadrilles de F-15C ne s'entraînent pas avec ces armes, et elles ne sont pas utilisées en combat.

### ARMES AIR-AIR

#### AIM-120 AMRAAM

##### 1<sup>ère</sup> étape.

Repérez la cible avec le radar [**I**] soit en mode LRS[**2**], soit en mode TWS [**Ctrl-I**].

##### 2<sup>e</sup> étape.

Placez le TDC sur le contact avec les touches [**M**], [**;**], [**:**] et [**!**] et appuyez sur [**TAB**] pour verrouiller. Une fois verrouillé, le radar passe automatiquement en mode STT.

En mode TWS, il est possible de verrouiller jusqu'à 8 cibles simultanément. La première cible verrouillée est la PDT (Primary Designated Target), et toutes les autres sont des SDT (Secondary Designated Target)

A portée visuelle, le mode VISUAL [**6**] peut être utilisé.

##### 3<sup>e</sup> étape.

Utilisez la zone de lancement dynamique (DLZ - Dynamic Launch Zone) sur la VTH et sur l'affichage de situation verticale (VSD - Vertical Situation Display) afin de déterminer quand la cible est à portée (en mode VISUAL aucune information n'est affichée sur le VSD)

Quand la cible est à la distance Rtr et que le signal de tir est donné, pressez le bouton de tir d'arme sur votre joystick ou sur la touche [**ENTREE**] du clavier.

*L'AIM-120 PEUT ETRE UTILISE SOIT EN MODE STT SOIT EN MODE TWS. LE MODE TWS PERMET D'ENGAGER PLUSIEURS CIBLES SIMULTANEMENT.*

#### AIM-7 SPARROW

##### 1<sup>ère</sup> étape.

Repérez la cible avec le radar [**I**] soit en mode LRS [**2**], soit en mode TWS [**Ctrl-I**].

##### 2<sup>e</sup> étape.

Placez le TDC sur le contact avec les touches [**M**], [**;**], [**:**] et [**!**] et appuyez sur [**TAB**] une fois pour verrouiller en mode LRS, deux fois si le mode actif est le TWS. Le radar passe alors en mode STT.

A portée visuelle, le mode FLOOD [**6**] peut être utilisé, et ne nécessite pas de verrouillage.

##### 3<sup>e</sup> étape.

Utilisez la zone de lancement dynamique (DLZ - Dynamic Launch Zone) sur la VTH et sur l'affichage de situation verticale (VSD - Vertical Situation Display) afin de déterminer quand la cible est à portée (en mode FLOOD aucune information n'est affichée sur le VSD)

Quand la cible est à la distance Rtr et que le signal de tir est donné, pressez le bouton de tir d'arme sur votre joystick ou sur la touche **[ENTREE]** du clavier.

*POUR UTILISER L'AIM-7, LE RADAR DOIT ETRE EN MODE STT. EN COMBAT RAPPROCHE AVEC LE MODE FLOOD, LA CIBLE DOIT ETRE MAINTENUE DANS LE RETICULE FLOOD DE LA VTH PENDANT TOUT LE TEMPS DE VOL DU MISSILE.*

## **AIM-9 SIDEWINDER**

### **1<sup>ère</sup> étape.**

Repérez la cible avec le radar **[I]** en mode LRS **[2]** ou TWS **[Ctrl-I]**. En combat rapproché, privilégiez le mode VS (Vertical) **[3]** ou BORE (axial) **[4]**.

### **2<sup>e</sup> étape.**

Placez le TDC sur le contact radar à l'aide des touches **[M]**, **[;]**, **[:]** et **[!]** et appuyez sur **[TAB]** pour verrouiller la cible. Une fois verrouillé, le radar passe en mode STT.

En mode VS, manœuvrez l'avion de façon à placer la cible sur ou au-dessus de la ligne verticale de la VTH.

En mode BORE, manœuvrez l'avion afin de placer la cible dans le réticule sur la VTH.

En mode de visée longitudinale de l'arme **[6]**, placez la cible dans le champ de vision de la tête chercheuse du missile représentée par le réticule sur la VTH.

### **3<sup>e</sup> étape.**

Utilisez la zone de lancement dynamique sur la VTH et le VSD pour contrôler la distance de la cible. En mode de visée longitudinale de l'arme, aucune information de distance n'est disponible. Une sonnerie aiguë sonne quand la tête chercheuse a verrouillé la cible.

Quand la cible est à la distance Rtr et que le signal de tir est donné, pressez le bouton de tir d'arme de votre joystick, ou appuyez sur la touche **[ENTREE]** du clavier.

*POUR DESIGNER UNE CIBLE A L'AIM-9, LE RADAR OU LE MODE DE VISEE LONGITUDINALE DU MISSILE PEUVENT ETRE UTILISES. CEPENDANT, UN VERROUILLAGE DE LA TETE CHERCHEUSE DU MISSILE DOIT ETRE EFFECTUE POUR PERMETTRE AU MISSILE DE SE GUIDER SUR LA CIBLE. ATTENDEZ LA TONALITE AIGUE AVANT DE LANCER.*

## **CANON M-61**

### **1<sup>ère</sup> étape.**

Repérez la cible avec le radar **[I]**, en mode LRS **[2]** ou TWS **[Ctrl-I]**. En combat rapproché, utilisez le mode VS **[3]** ou BORE **[4]**. Vous pouvez également passer en mode canon auto (pas de verrouillage).

### **2<sup>e</sup> étape.**

En mode VS, manœuvrez l'avion de façon à placer la cible sur ou au-dessus de la ligne verticale de la VTH.

En mode BORE, manœuvrez l'avion afin de placer la cible dans le réticule sur la VTH.

En mode canon auto, placez le réticule de visée statique sur la cible.

### **3<sup>e</sup> étape.**

Si vous n'êtes pas en mode canon auto, sélectionnez le canon en appuyant sur **[C]**, ce qui active le viseur canon GDS et place le radar en mode STT.

Quand la cible est dans le viseur GDS, faites feu en appuyant sur la détente du joystick, ou sur la touche **[ESPACE]**.

*LE CANON PEUT ETRE UTILISE SANS VERROUILLAGE RADAR, MAIS LA VISEE EST ALORS BEAUCOUP MOINS PRECISE.*

## **A-10A**

### **ARMES AIR-AIR**

Le A-10A possède une capacité limitée pour l'engagement en combat aérien. En cas de force majeure, il peut utiliser le missile courte portée AIM-9 et son canon GAU-8.

#### **AIM-9 SIDEWINDER**

L'A-10A n'embarque pas de radar, il doit donc repérer les cibles visuellement. Le verrouillage de la cible se fait en mode de visée missile qui utilise la tête chercheuse de l'AIM-9.

#### **1<sup>ère</sup> étape.**

Repérez la cible visuellement.

#### **2<sup>e</sup> étape.**

Passez en mode Air-Air en appuyant sur **[2]** ou **[3]**. Manoeuvrez l'appareil de façon à placer la cible dans le réticule de la tête chercheuse de l'AIM-9 sur la VTH.

#### **3<sup>e</sup> étape.**

Attendez que la tête chercheuse se verrouille sur la cible, signalé par une tonalité aiguë. La distance de verrouillage dépend de la signature IR et peut varier entre 1 et 10 miles nautiques. Quand la cible est cerclée par le réticule, et que la tonalité se fait entendre, alors le verrouillage est bien effectué. Lancez le missile en appuyant sur le bouton de tir du joystick, ou sur la touche **[ENTREE]**.

*MAINTENEZ UN BON VERROUILLAGE DE LA TETE CHERCHEUSE DE L'AIM-9 AVANT DE FAIRE FEU.*

### **UTILISATION DU CANON INTERNE EN MODE AIR-AIR**

#### **1<sup>ère</sup> étape.**

Repérez la cible visuellement.

#### **2<sup>e</sup> étape.**

Passez en mode Air-Air en appuyant sur **[2]** ou **[3]**. Le tunnel du canon et le réticule de la tête chercheuse de l'AIM-9 sont affichés sur la VTH.

#### **3<sup>e</sup> étape.**

Manoeuvrez l'avion de manière à placer la cible dans le tunnel du canon; le bout des ailes de la cible doit toucher les bords du tunnel. Appuyez sur la détente du joystick ou sur la touche **[ESPACE]** pour ouvrir le feu.

Le canon n'est efficace qu'à moins de 800m en général. Pour améliorer la précision, essayez de placer votre appareil dans le même plan que la cible. Le tunnel est plus précis quand vous êtes derrière la cible.

## ARMES AIR-SOL

Le A-10A est destiné à frapper des cibles au sol avec une précision redoutable, y compris les blindés en mouvement. Son arsenal comprend des bombes polyvalentes, le missile guidé AGM-65 Maverick, des roquettes non guidées, et le canon GAU-8A Avenger de 30-mm.

### BOMBARDEMENT EN MODE CCIP

Le A-10 peut emporter de nombreux types de bombes lisses, telles que les bombes polyvalentes Mk-82 et-84 et la bombe à fragmentation Mk20 "Rockeye".

#### 1<sup>ère</sup> étape.

Repérez la cible visuellement.

#### 2<sup>e</sup> étape.

Passez en mode Air-Sol en appuyant sur **[7]**. Sélectionnez le type de bombe en appuyant plusieurs fois sur **[D]**, et vérifiez la sélection sur la VTH et la console de contrôle des armes. Commencez un piqué à plat vers un point juste en arrière de la cible.

#### 3<sup>e</sup> étape.

Quand le réticule du CCIP est sur la cible, larguez la (les) bombe(s) en appuyant sur le bouton de tir du joystick ou sur la touche **[ENTREE]**.

*AVANT LE LARGAGE, PASSEZ EN PIQUE A PLAT VERS UN POINT JUSTE EN ARRIERE DE LA CIBLE.  
TOUT CHANGEMENT DE TANGAGE, ROULIS, LACET OU VITESSE INFLUE NEGATIVEMENT SUR LA  
PRECISION DU LARGAGE.*

### BOMBARDEMENT EN MODE CCRP

#### 1<sup>ère</sup> étape.

Repérez la cible visuellement.

#### 2<sup>e</sup> étape.

Passez en mode Air-Sol en appuyant sur **[7]**. Sélectionnez le type de bombe en appuyant plusieurs fois sur **[D]**, et vérifiez la sélection sur la VTH et la console de contrôle des armes.

#### 3<sup>e</sup> étape.

Placez le cercle pointillé sur la cible à l'aide des touches **[M]**, **[;]**, **[:]** et **[!]**. Appuyez sur **[TAB]** pour verrouiller ce point du sol. Le TDC apparaît alors au-dessus de la zone désignée.

#### 4<sup>e</sup> étape.

Sélectionnez le mode CCRP en appuyant sur **[O]**, le TDC se place alors en haut de la VTH. Alignez le TDC avec la ligne de chute des bombes, et laissez le tomber le long de cette ligne. Quand le TDC atteint le réticule de largage, les bombes sont larguées automatiquement.

Plus vous maintenez le TDC près de la ligne de chute, plus votre passe de largage sera précise.

**5<sup>e</sup> étape.**

Coupez le mode CCRP en appuyant sur **[O]**.

## **ROQUETTES NON GUIDEES ET CANON GAU-8**

**1<sup>ère</sup> étape.**

Repérez la cible visuellement.

**2<sup>e</sup> étape.**

Passez en mode Air-Sol en appuyant sur **[7]**. Sélectionnez les roquettes en appuyant sur la touche **[D]** ou le canon en appuyant sur **[C]**. Vérifiez la sélection sur la VTH et la console de contrôle des armes. Piquez à plat vers la cible.

**3<sup>e</sup> étape.**

Quand la cible est juste en dessous du réticule de visée canon ou roquettes, ouvrez le feu en appuyant sur le bouton de tir du joystick ou la touches **[ENTREE]** pour les roquettes, sur la gâchette ou la touche **[ESPACE]** pour le canon.

Le A-10A peut utiliser son canon dans tous les modes Air-Sol. Une petite croix de visée canon est affichée sur la VTH dans tous les modes Air-Sol. Si la distance de ce point est supérieure à 2,5 miles nautiques, le viseur est barré d'un "X". A moins de 2,5 miles nautiques, la distance est affichée sous la croix.

## **MISSILES GUIDES AGM-65K, AGM-65D**

**1<sup>ère</sup> étape.**

Repérez la zone de la cible visuellement. Passez en mode Air-Sol en appuyant sur **[7]**. Sélectionnez le missile AGM-65K ou AGM-65D en appuyant sur **[D]**. L'image de la camera du missile s'affiche alors sur l'écran TV.

**2<sup>e</sup> étape.**

Placez le réticule de visée de la VTH sur la zone de la cible et appuyez sur **[TAB]**. La tête chercheuse se stabilisera sur ce point du sol. A l'aide de l'écran TV, vous pouvez améliorer votre ciblage en plaçant le centre de la tête chercheuse sur la cible. L'AGM-65D possède deux niveaux de grossissement, x3 et x6. Vous pouvez passer de l'un à l'autre en appuyant sur **[+]**. Une fois que la tête chercheuse détecte un contraste suffisant entre la cible et l'arrière-plan, la tête chercheuse se place automatiquement sur la cible, celle-ci est alors verrouillée. Si une mauvaise cible a été verrouillée, vous pouvez encore déplacer le point de visée avec les touches **[M]**, **[;]**, **[:]** et **[!]**.

**3<sup>e</sup> étape.**

Maintenez la cible verrouillée dans les limites de déplacement de la tête chercheuse,  $\pm 30$  degrés par rapport à l'axe longitudinal de l'avion. Lancez le missile quand la distance à la cible est correcte, et que la croix de ciblage sur l'écran TV clignote





*LA TETE CHERCHEUSE DE L'AGM-65 DOIT SE VERROUILLER SUR UNE CIBLE AVANT LE  
LANCEMENT AFIN DE FRAPPER LA CIBLE.*

## EQUIPE LOCK ON

### Management

Nick Grey	Directeur de projet, Directeur de The Fighter Collection
Igor Tishin	Manager du développement, Directeur de Eagle Dynamics, Russie
Andrey Chizh	Assistant Development & Responsable qualité

### Design

Vladimir Trifonov	Terrain	
Marina Kurdjukova	Terrain et infrastructures	1.0
Vladislav Kuprin	Cockpits et interface graphique	
Alexander Drannikov	Avions	
Timur Cygankov	Avions, navires et véhicules au sol	
Vyacheslav Bogdanov	Effets	1.0
Denis Poznyakov	Effets	
Yury Shubin	Avions	1.0
Alexander Porozov	Avions	1.0
Stanislav Kolesnikov	Armes et batiments	

### Programmation

Valery Blazhnov	Programmeur en chef	
Vyacheslav Patutinsky	IA avion et armes	1.0
Igor Krylov	IA unités sol et navales	1.0
Grigory Yakushev	Graphismes	
Timur Ivanov	Graphismes	1.02
Yury Uralsky	Graphismes	1.01
Dmitry Zhukov	Animation Objet	1.0
Maxim Porshnev	Utilitaires	1.0
Vitaly Nikityanin	Optimisation	1.0
Dmitry Robustov	Terrain 3D	1.02
Evgeny Dovgopoly	Editeur de missions	1.0
Igor Loginov	Interface graphique et éditeur de missions	1.0

Alexey Kravetsky	Interface graphique	1.02
Alexander Alexeev	Interface graphique	1.0
Il'ya Belov	Interface graphique et installateur	
Anton Trutce	Avionique	1.02
Alexander Oikin	Avionique	
Oleg Tischenko	Avionique et armes	
Maxim Zelensky	Armes, IA, modèles de vol avancés, modélisation des dommages.	
Alexey Vakhov	Editeur de missions, modèles de vol avancés, interface graphique et multijoueur	
Andrey Solomykin	Modèles de vol avancés	
Vladimir Feofanov	Modèles de vol	
Dmitry Baikov	Multijoueur, installateur et interface graphique	
Sergey Gurchev	Son, entrées contrôleur, pistes et générateur vidéo	
Alexander Matveev	Entrées contrôleur et son	1.0
Sergey Chistov	Entrées contrôleur et son	1.02
Dmitry Illarionov	Carte	1.0

### **Qualité**

Daniel Tuseev	Testeur en chef
---------------	-----------------

### **Support Scientifique**

Dmitry Moskalenko	Aérodynamique et simulation physique	
Denis Panchuk	Aérodynamique	1.0

### **Remerciements**

Jim Mackonochie pour tout.

Matt Wagner pour tout.

Andrew P Pavacic pour la recherche de données et ses efforts.

Alexey Shukailo et Alexander "MilitaryUpir" Degtyarev pour leurs recherches de données.

Igor Petrov pour l'étude du marché de la simulation.

Sergey "Aviator" Kabanov pour les campagnes Su-27 et MiG-29.

Rich "Ironhand" A Sorochnikov pour l'excellent tutoriel du A-10 avec les voix.

Dave Slavens pour les campagnes F-15C, Su-33 et MiG-29S.

"Flogger" pour les données encyclopédiques.

Oxitom, Alfa, Mitch, Oxyd et Alexandra pour les excellents skins.

Alexey "Baikal" Luzin pour son travail de test multijoueur.

Michel "Caretaker" Rinner pour les recherches IA.

Dmitry "941<sup>st</sup>\_Slash" Polinovsky pour les tests multijoueur et les analyses spéciales.

Flanker et Varun Anipindi pour le gabarit du Su-27.

Alan Hamm pour les précieuses données concernant le A-10A.

Dusty Rhodes pour les voix de pilotes américain.

### **Equipe de Test**

Andrew "SwingKid" Pavacic, Francisc "Doppler" Basullas, Frederic "Kovy" Bourges, Jeff "195th\_Moses" Malone, Jens "Alfa" Johansen, Jim Mackonochie, Juan "Susto" Andrés, Mark "Shepski" Sheppard, Michael "Caretaker" Rinner, Richard "Ironhand" A Soroachak, Robert "TrakDah" Börjesson, Roberto "Vibora" Seoane, Shierry "Prov" Proville, Thierry "Sparfell" Renaud, Thomas "Oxitom" Desaveines, Alexander "Coldhand" Tulin, Alexey "Baikal" Luzin, Alexander "Alders" Bogachenko, Konstantin "const" Borovik, Valdemar "BETEP" Krug, Vladimir "vladimir\_v" Vorob'ev, Vyacheslav "pilot" Moiseev, Dmitry "Izverg" Zagitov, Arkady "Arkady" Zakharov, Sergey "Aviator" Kabanov, Dmitry "941st\_Slash" Polinovsky, Stanislav "Biolog" Burlakov, and Matt "Wags" Wagner.

### **Remerciements particuliers**

Vadifon, Sergey Trukhan, Mikhail "Muxel" Jerdev, Jan Slegers, Michael Larsen, Manuel Fossa, George Gachaleishvili, Roy van Versendaal, Francisco de Ascanio de la Vega, Ertugrul Ozmen, Dominik Merk, Chris Janssens, and Yury Yashnev.

### **Équipe de traduction française**

Doug, Nutsfool, Ezechiel203, Templeton, Stefostef, Zeufman, Patryn, Kovy, Berkoutskaia, Tawah, Sticker93, McCallaway, Ezor, Undead, Bartzebrat, Elcap, Geronimo, Pierre, Skydevil, Azrayen.

Remerciements tout particuliers aux relecteurs de la version finale : Pierre Antiel, Ezechiel203, Azrayen, Cpt Vermine et Phoenix216

Renseignements sur [checksix-fr](http://checksix-fr.com).

## BIBLIOGRAPHIE ET SOURCES

- Anthony Thornborough, Modern Fighter Aircraft technology and tactics into combat with today's fighter pilots. Patrick Stephens Limited. 1995.
- World Air Power journal. Aerospace Publishing Ltd.
- Jane's. Jon Lake. How to fly and fight in the Mikoyan MiG-29 Fulcrum. Harper Collins Publishers 1997.
- Jane's. Martin Streetly. Radar and Electronic Warfare Systems. English Edition 1996-97.
- Jane's. Tony Cullen and Christopher F. Foss. Land-Based Air Defence. English Edition 1996-97.
- Jane's. Paul Jackson. All the World's Aircraft. Eighty-seven year of issue 1996-97.
- Jane's. Captain Richard Sharpe RN. Fighting Ships. Ninety-ninth Edition 1996-97.
- George W. Stimson. Introduction to Airborne Radar, second edition. Scitech publishing, inc. Mendham, New Jersey.
- Shaw, Robert. Fighter Combat: Tactics and Maneuvering. Annapolis, Maryland, Naval Institute Press, 1985.
- Авиация ПВО России и научно-технический прогресс: Боевые комплексы и системы вчера, сегодня, завтра / Под ред. Е.А. Федосова – М.: Дрофа, 2001.
- Ильдар Бедретдинов. Штурмовик Су-25 и его модификации. – М.: ООО «Издательская группа Бедретдинов и Ко», 2002 г.
- Фомин А.В. Су-27. История истребителя. – М.: «РА Интервестник», 1999.
- Фомин А.В. Су-33. Корабельная эпопея. – М.: «РА Интервестник», 2003.
- Е. Гордон, А. Фомин, А. Михеев. МиГ-29. Легкий фронтовой истребитель. «Любимая книга», Москва, 1998.
- Техника и вооружение, вчера, сегодня, завтра. Научно-популярный журнал, май-июнь 1999г. Зенитные ракетные комплексы ПВО сухопутных войск.
- А.В. Карпенко, С.М. Ганин «Отечественные авиационные тактические ракеты». СПб, Бастион, 2000 г.
- М-Хобби. В.Марковский, К.Перов. Развитие советских авиационных ракет класса «воздух-воздух».
- Авиация и Космонавтика. Р. Ангельский. Отечественные управляемые ракеты «воздух-воздух». Москва. 2004.
- А.Б. Широкопад. Энциклопедия отечественного ракетного оружия. 1817-2002. «АСТ», «Харвест». 2003.
- <http://www.fas.org>
- <http://www.airwar.ru>
- <http://pvo.guns.ru>