



THE FIGHTER COLLECTION



Eagle Dynamics

# LOCK ON<sup>®</sup> *Flaming Cliffs 3*



DCS: Flaming Cliffs 3

Manuel de vol

**DCS: Flaming Cliffs 3** est l'évolution de la série Flaming Cliffs. Flaming Cliffs 3 actualise Lock On et Flaming Cliffs pour inclure de nouvelles fonctionnalités dans la structure modulaire DCS World.

Flaming Cliffs 3 a été conçu pour continuer la série Flaming Cliffs par ce que nous appelons une simulation de vol «partiellement fidèle».

Forum de discussion général en Français : <http://forums.eagle.ru/forumdisplay.php?f=99>

# Table des matières

<b>INTRODUCTION AUX APPAREILS .....</b>	<b>2</b>
SU-27 FLANKER B .....	2
SU-33 FLANKER D .....	3
MIG-29A FULCRUM A & MIG-29S FULCRUM C .....	4
F-15C .....	5
SU-25 FROGFOOT .....	6
SU-25T FROGFOOT .....	7
A-10A .....	8
<b>MODE AVIONIQUE SIMPLIFIÉE .....</b>	<b>11</b>
MODE NAVIGATION .....	13
MODE AIR-SOL .....	14
MODE AIR-SOL .....	15
<b>INSTRUMENTS DU COCKPIT DES APPAREILS RUSSES .....</b>	<b>17</b>
INSTRUMENTS DU COCKPIT DES SU-27 ET SU-33 .....	18
Badin et Machmètre .....	19
Altimètre Barométrique .....	19
Radio Altimètre .....	20
Indicateur de Trainées .....	20
Incidence-mètre et Accéléromètre .....	21
Horizon Artificiel (ADI) .....	21
Indicateur de Situation Horizontale (HSI) .....	22
Variomètre .....	22
Horloge de l'Appareil .....	23
Tachymètre .....	23
Jauge de Carburant .....	24
Indicateurs de Températures Inter-Étages de Turbine .....	24
Visualisation Tête Basse (VTB ou HDD) .....	25
Système d'Alerte Radar (SPO) .....	25
Panneau PPD-SP (contre-mesures) .....	26
INSTRUMENTS DU COCKPIT DU MIG-29 .....	27
SU-27, SU-33, MiG-29 MODES DE FONCTIONNEMENT DES VTH (HUD) ET VTB (HDD) .....	29
Symbologie de Base du HUD .....	29

Mode Navigation .....	31
Combat Hors de Portée Visuelle (BVR : Beyond Visual Range) .....	32
Liaison de Données Numérique .....	39
Travail en Environnement Complicqué par les Contre-Mesures.....	40
Mode Combat Rapproché - Balayage Vertical (VS) .....	41
Mode Combat Rapproché - ОПТ – СТРОБ (BORE) .....	42
Mode Combat Rapproché - ШЛЕМ (CASQUE) .....	43
Фи0 (Fi0) – Visée Longitudinale Mode de Combat Rapproché .....	44
Mode Air-Sol .....	47
Réticule.....	48
<b>INSTRUMENTS DU COCKPIT DU SU-25 .....</b>	<b>49</b>
Indicateur IAS – TAS.....	50
Indicateur de Trainées .....	51
Indicateur d'Incidence et Accéléromètre .....	51
Horizon Artificiel (ADI) .....	51
Indicateur de Situation Horizontale (HSI).....	52
Variomètre (VVI).....	53
Radio Altimètre.....	53
Tachymètre.....	53
Jauge de Carburant .....	54
Indicateur de Température Turbine.....	54
Récepteur d'Alerte Radar SPO-15 «Beryoza» .....	55
Panneau d'État de l'Armement .....	55
Panneau de Navigation Courte Portée.....	56
<b>VISEUR ASP-17.....</b>	<b>56</b>
<b>INSTRUMENTS DU COCKPIT DU SU-25T .....</b>	<b>59</b>
Panneau de Commandes du Système d'Arme .....	60
Panneau Pilote Automatique (ACS).....	61
<b>MODES DE FONCTIONNEMENT DE LA VTH ET DE LA TV DU SU-25T .....</b>	<b>65</b>
Symbologie de base de la VTH .....	65
Mode Navigation .....	66
Фи0 (Fi0) - Visée Longitudinale - Mode Combat Rapproché.....	68
Mode Armement «Air-Surface» .....	69
Frappe de Précision .....	72
Réticule de Visée Fixe .....	79
<b>INSTRUMENTS DU COCKPIT DES APPAREILS AMÉRICAINS .....</b>	<b>81</b>
<b>INSTRUMENTS DU COCKPIT DU F-15C .....</b>	<b>81</b>
Afficheur de Situation Verticale (VSD) .....	82
Écran d'Affichage TEWS .....	83
Afficheur Couleur Multifonctions (MPCD) Panneau de Commande des Armes.....	84
Badin (IAS) et Machmètre .....	85
Incidencemètre (AoA) .....	86
Accéléromètre .....	86
Horizon Artificiel (ADI) .....	86

Indicateur de Situation Horizontale (HSI) .....	87
Altimètre .....	88
Variomètre (VVI) .....	88
Tachymètre .....	88
Indicateur de Température d'Entrée de Turbine .....	89
Débitmètres Carburant Moteur .....	89
Indicateur de Position des Tuyères Moteurs .....	90
Jauge de Carburant .....	90
Altimètre de Pression Cabine .....	91
Voyant de Leurres EM et IR .....	91
<b>MODES DE FONCTIONNEMENT DE LA VTH (HUD) DU F-15C .....</b>	<b>93</b>
Symbologie de base de la VTH du F-15C .....	93
Mode Navigation .....	94
Modes de Tir Canon .....	95
Modes Missile «AIR-AIR» Courte Portée (SRM) AIM-9M Sidewinder .....	97
Mode Asservi Radar .....	99
Mode Missile «Air-Air» Moyenne Portée (MRM) AIM-7M Sparrow .....	101
Modes Missile «Air-Air» Moyenne Portée (MRM) AIM-120 AMRAAM .....	103
Mode Radar d'ACquisition Automatique (AACQ) .....	106
<b>VSD, MODES RADAR AN/APG-63 .....</b>	<b>108</b>
Mode de Recherche Longue Portée (LRS) .....	108
Mode de Suivi de Piste Unique (STT) .....	109
Mode de Suivi Pendant le Balayage (TWS) .....	110
Mode Home On Jam «HOJ» (guidage sur le brouilleur) .....	112
Mode Balayage Vertical (VS) AACQ .....	113
Mode Bore Sight (BORE) AACQ .....	113
Mode Canon (GUN) AACQ .....	114
Mode FLOOD .....	114
<b>INSTRUMENTS DU COCKPIT DU A-10A .....</b>	<b>116</b>
Écran TV (TVM) .....	118
Récepteur d'alertes Radar (RWR) .....	119
Badin .....	119
Incidence (AoA) .....	120
Index d'incidence .....	120
Horizon Artificiel (ADI) .....	120
Indicateur de Situation Horizontale (HSI) .....	121
Altimètre .....	122
Variomètre (VVI) .....	122
Accéléromètre .....	122
Indicateurs de Températures Inter-Étages de Turbine .....	123
Tachymètre Moteur .....	123
Manomètre d'huile .....	124
Indicateur de vitesse de soufflante .....	124
Débitmètre carburant .....	125
Indicateur de position des volets .....	125
Indicateur de Position des Aérofreins .....	126

Jauge Carburant .....	126
Panneau de Commande Armement (ACP) .....	127
<b>MODES DE FONCTIONNEMENT DE LA VTH ET DE L'ÉCRAN TV DU A-10A.....</b>	<b>129</b>
Symbologie de base de la VTH .....	129
Mode Navigation (NAV) .....	130
Mode Atterrissage aux Instruments (ILS).....	131
Mode de Tir Canon Interne et Roquettes (RKT) .....	131
Modes de Largage des Bombes Non Guidées .....	132
Mode de Tir des Armes Air-Air.....	134
Mode de Tir du Missile Guidé AGM-65 .....	135
<b>SYSTÈMES DE CIBLAGE .....</b>	<b>140</b>
RADAR .....	142
SYSTEME DE RECHERCHE ET DE POURSUITE INFRAROUGE (IRST), OU DE CIBLAGE ÉLECTRO OPTIQUE (EOS) .....	147
SYSTEME LASER DE TELEMETRIE ET DE DESIGNATION DE CIBLE.....	148
SYSTEME DE CIBLAGE OPTIQUE / TELEVISUEL.....	149
<b>MISSILES AIR-AIR .....</b>	<b>151</b>
MISSILES UTILISES PAR L'ARMEE DE L'AIR RUSSE .....	153
Missiles Longue Portée .....	153
Missiles Moyenne Portée.....	155
Missiles Courte Portée .....	164
MISSILES UTILISES PAR L'OTAN .....	172
Missiles Moyenne Portée.....	172
Missile Courte Portée .....	177
<b>ARMES AIR / SURFACE .....</b>	<b>181</b>
ARMES AIR / SURFACE DE L'ARMEE DE L'AIR RUSSE.....	182
Missiles Air / Surface.....	182
Missiles Tactiques .....	182
Missiles Anti-Rayonnement .....	187
Remarques pour les Concepteurs de Missions SEAD .....	189
Missiles Antinavires .....	191
Bombes.....	194
Bombes à Chute Libre .....	195
Bombes Guidées .....	199
Roquettes Aériennes.....	200
Nacelles Canons .....	204
ARMES AIR / SURFACE DE L'OTAN.....	205
Missiles Tactiques .....	205

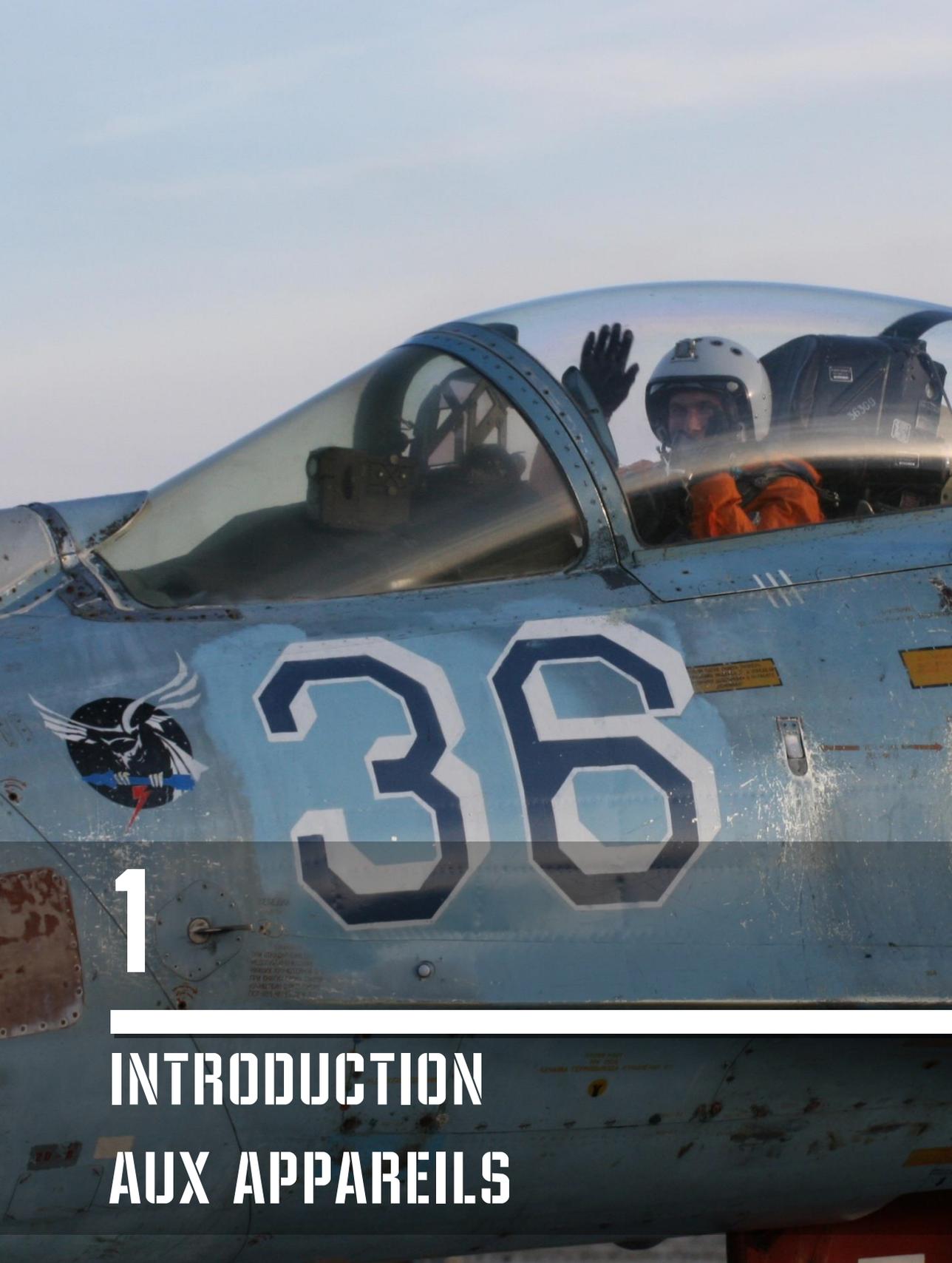
Missiles Anti-Rayonnement .....	209
Bombes à Chute Libre .....	210
Roquettes.....	212
<b>SYSTÈME DE CONTRE MESURES ÉLECTRONIQUES .....</b>	<b>215</b>
SYSTEMES DE CONTRE MESURES ÉLECTRONIQUES DE L'ARMÉE DE L'AIR RUSSE .....	215
SYSTEMES DE CONTRE MESURES ÉLECTRONIQUES (ECM) DE L'OTAN .....	217
<b>SYSTÈME D'ALERTE RADAR .....</b>	<b>220</b>
SYSTEME D'ALERTE RADAR DES APPAREILS RUSSES .....	221
RECEPTEURS D'ALERTE RADAR DES APPAREILS AMERICAINS .....	223
<b>COMMUNICATIONS RADIO ET MESSAGES .....</b>	<b>230</b>
COMMANDES RADIO .....	230
MESSAGES RADIO.....	237
MESSAGE VOCAUX ET ALERTES .....	240
<b>ENTRAÎNEMENT THÉORIQUE .....</b>	<b>243</b>
VITESSE INDIQUEE (IAS) ET VITESSE VRAIE (TAS) .....	243
VECTEUR VITESSE .....	243
INCIDENCEMETRE (AOA).....	244
TAUX ET RAYON DE VIRAGE .....	244
TAUX DE VIRAGE .....	246
VIRAGES SOUTENUS ET VIRAGES INSTANTANES.....	247
CONTROLE DE L'ÉNERGIE.....	248
<b>ÉCOLE DE PILOTAGE.....</b>	<b>250</b>
UTILISATION DE L'INDICATEUR DE SITUATION HORIZONTALE (HSI) .....	250
ATTERRISSAGE .....	250
SYSTEME D'ATTERRISSAGE AUX INSTRUMENTS (ILS).....	251
ATTERRISSAGE PAR VENT DE TRAVERS .....	252
DESCRIPTION DES MODELES DYNAMIQUES DE VOL AVANCES DES SU-25 ET SU-25T .....	253

CONSIDERATIONS PARTICULIERES POUR PILOTER LE SU-25 ET LE SU-25T .....	256
Roulage .....	256
Décollage .....	256
Décollage par Vent de Travers .....	256
Atterrissage.....	257
Atterrissage par Vent de Travers .....	257
Erreurs Communes à l'Atterrissage.....	257
Décrochages et Vrilles.....	258
<b>BASES DES OPÉRATIONS DE COMBAT .....</b>	<b>260</b>
TACTIQUES DE COMBAT AERIEN .....	260
Recherche de Cible .....	260
Combat Hors de Portée Visuelle (BVR) .....	261
Manœuvres.....	261
Utilisation du Canon en Combat Aérien.....	262
Tactiques d'Utilisation des Missiles Air-Air .....	264
DEFENSE ANTI-AERIENNE .....	264
Artillerie Anti-Aérienne (AAA).....	264
Systèmes de Missiles Surface / Air (SAM) .....	265
Zone d'Engagement des SAM .....	269
Interception Contrôlée depuis le Sol.....	270
Pénétration des Défenses Aériennes Ennemies.....	270
ÉVITEMENT DE MISSILE .....	272
<b>TIR DES ARMES .....</b>	<b>278</b>
MIG-29A, MIG-29S, SU-27 ET SU-33.....	279
Combat à Longue Portée .....	279
Combat Rapproché .....	282
Armements Air / Sol.....	286
SU-25.....	288
Armement Air / Air .....	288
Armements Air / Sol.....	289
SU-25T.....	292
Armement Air / Air .....	292
Armements Air / Sol.....	293
F-15C.....	304
Armement Air / Air .....	304
A-10A.....	307
Armement Air / Air .....	307
Armements Air / Sol.....	308
<b>SUPPLÉMENTS .....</b>	<b>311</b>

---

LISTE D'ACRONYMES.....	311
DEVELOPPEURS.....	316
ÉQUIPE EAGLE DYNAMICS.....	316
Gestion.....	316
Programmeurs.....	316
Concepteurs.....	317
Assurance qualité.....	317
Support scientifique.....	317
IT et Support Client.....	317
MISSIONS ET CAMPAGNES.....	317
ENTRAINEMENT.....	318
ÉQUIPE DE TESTEURS.....	318
TRADUCTION FRANÇAISE.....	319





1

---

**INTRODUCTION**  
**AUX APPAREILS**

# INTRODUCTION AUX APPAREILS

Le vieil adage anglais, «use the right tool for the job» (ou «pour faire du bon travail, il faut de bons outils») s'applique au combat aérien autant qu'à la menuiserie. Les missions aériennes, telles que la supériorité aérienne, le soutien aérien rapproché, la frappe en profondeur, etc., ont généralement des exigences contradictoires. Le lourd blindage protégeant un pilote engageant un site ennemi Anti-aérien est un sérieux handicap dans un duel aérien. Le succès en vol exige une compréhension approfondie des forces et des faiblesses de chaque avion. La section suivante identifie chacun des aéronefs pouvant être utilisés par le joueur et résume son rôle en combat.

## Su-27 Flanker B

Le Su-27 Flanker B et ses variantes, conçus pour battre le fameux F-15C, sont parmi les avions de chasse les plus impressionnants et les plus performants au monde. Né dans les dernières années de la guerre froide, le Flanker n'a pas eu une vie facile. La conception initiale a souffert de graves problèmes. Puis, la dissolution de l'Union soviétique a entravé son déploiement, lui refusant l'occasion de se montrer comme l'un des plus grands avions au monde.



### 1-1 : Su-27

Le Su-27 est conçu pour le combat air-air, et non pour le air-sol. Armé de la série de missiles Alamo R-27 (AA-10), le Flanker a des capacités impressionnantes pour le combat hors de portée visuelle (BVR). Simultanément, le viseur de casque et le missile infrarouge Archer R-73 (AA-11) à grand angle de détection, associé à la poussée élevée du Su-27 et à sa capacité de virage soutenu, lui donne un avantage important en combat aérien rapproché. Sa manœuvrabilité à forte incidence aide le pilote à pointer ses armes vers l'ennemi. Enfin, sa très grande capacité en carburant interne le maintient au

combat bien après que d'autres chasseurs soient obligés de le rompre. Il transporte jusqu'à dix missiles air-air, lui donnant un «punch» impressionnant.

Ses détracteurs critiquent l'avionique et l'aménagement du poste de pilotage du Su-27, pointant une capacité limitée à suivre / engager de multiples cibles, une grande dépendance à l'égard de l'interception dirigée du sol (GCI) et une charge de travail élevée pour le pilote. Cependant, son système passif électro-optique (EOS) lui permet de trouver et d'engager des cibles sans aucune émission radar (pouvant avertir la cible). Le débat sur les manœuvres à haute incidence (telles que la glissade sur la queue et le célèbre «Cobra») en tant que tactiques de combat ou simple acrobatie spectaculaire continue.

Les pilotes de Su-27 doivent garder à l'esprit qu'à cause de sa très grande capacité de carburant interne, d'où l'absence de réservoirs externes, un Flanker plein peut être peu performant en combat aérien.

## Su-33 Flanker D

Initialement nommé Su-27K, ce cousin du Su-27 a été spécifiquement conçu pour être utilisé à partir de porte-avions soviétiques. Équipé de plans canards pour améliorer ses performances au décollage et à l'atterrissage, le premier Su-27K a fait son vol inaugural en 1985. Le cône de queue a été raccourci pour réduire le risque de contact de la queue pendant les atterrissages à haute incidence, mais cela a également réduit l'espace disponible pour les contre mesures défensives (y compris les distributeurs de paillettes et de leurres thermiques). Le Su-33 utilise le même radar que le Su-27 et, dans une large mesure, le même cockpit. Ni le Su-33 ni le Su-27 n'ont de modes radar air-surface.



1-2 : Su-33

## MiG-29A Fulcrum A & MiG-29S Fulcrum C

Les observateurs occidentaux concluent souvent, à tort, que les Su-27 et MiG-29 sont nés d'un programme unique de conception, copie de celui du F/A-18 de la Marine des États-Unis. En effet, le Su-27 et le MiG-29 sont à première vue assez similaires et certains observateurs peuvent ne pas les différencier facilement, bien que le MiG-29 soit beaucoup plus petit que le Su-27. Les deux équipes Su-27 et MiG-29 ayant travaillé avec des données de recherche communes en ont tiré des conclusions identiques quant à la conception. Le MiG-29 a été beaucoup plus largement exporté que le Su-27, servant dans de nombreuses forces aériennes de l'ancien Pacte de Varsovie, dont plusieurs ont depuis rejoint l'OTAN (emmenant avec eux leurs MiG-29s de fabrication Soviétique).

Le MiG-29 a initialement partagé la plupart de sa suite avionique avec le Su-27 (y compris le radar, le système électro-optique (EOS), et le viseur de casque), mais il a été conçu comme un chasseur à courte portée et non comme un intercepteur. L'EOS permet au Fulcrum de rechercher, suivre et engager des cibles sans émettre de signaux radar révélateurs. Étant plus petit, il ne transporte pas autant de missiles que le Su-27, mais sa maniabilité à haute incidence associée au R-73 (AA-11) Archer à autodirecteur infrarouge à grand angle et au viseur de casque en fait un duelliste aérien mortel. Le combat tournoyant à faible vitesse est l'environnement privilégié où le MiG-29 peut utiliser sa manœuvrabilité à haute incidence pour pointer ses armes sur une cible patarde. Les nouveaux MiG-29S intègrent des contre-mesures électroniques, une capacité supérieure en carburant, et la faculté d'emporter le R-77 (AA-12) Adder, missile de moyenne portée.



### 1-3 : MiG-29 (9-13)

Comme pour le Su-27, les critiques citent une avionique médiocre et une mauvaise conception du poste de pilotage comme les principales faiblesses du MiG-29, bien que les plus récents MiG-29S (Fulcrum C) aient incorporé de nombreuses améliorations, y compris de meilleures contre-mesures et

une capacité accrue en carburant. Le MiG-29 exigerait une maintenance importante, en particulier pour les moteurs. Les MiG-29s Allemand (hérités de l'Est lorsque l'Allemagne a été réunifiée) ont vu leur performance moteur dégradée afin d'en allonger un peu la durée de vie. L'obtention de pièces de rechange continue d'être une préoccupation pour les anciens pays du Pacte de Varsovie.

Dans DCS: FC3 les forces Russes utilisent le Mig-29A et le Mig-29S alors que les Allemands n'utilisent que la version A (nommée MiG-29G).

## F-15C

Le F-15C a souvent été considéré comme le meilleur chasseur au monde. Conçu en réponse aux performances supposées du Mig-25 Foxbat Soviétique, le F-15C a été l'épine dorsale de la défense aérienne des USA durant trois décennies. Avec une avionique et un armement amélioré par rapport au F-15A, le palmarès du F-15C atteint plus de 100 victoires aériennes, sans aucune perte, sous les couleurs d'Israël, de l'Arabie Saoudite et des États-Unis.



### 1-4 : F-15C

Le F-15C règne en maître dans l'arène du combat hors de portée visuelle (BVR). Sans être maladroit en combat rapproché, il excelle à trouver des cibles, les identifier comme hostiles et de les engager avec des missiles AMRAAM AIM-120C avant que l'ennemi ne puisse répondre.

Son radar Doppler pulsé polyvalent peut rechercher des cibles à haute comme à basse altitude sans être gêné par les échos du sol. Il peut détecter et suivre les avions et de petites cibles rapides depuis des distances supérieures à la portée visuelle jusqu'à celles proches et à des altitudes descendant jusqu'à la cime des arbres. Le radar fournit les informations sur les cibles à l'ordinateur central pour une utilisation efficace de l'armement. En combat rapproché, le radar acquiert automatiquement les avions ennemis et l'information est projetée sur l'afficheur tête haute.

L'Eagle peut également être redoutable en combat rapproché même si le Sidewinder AIM-9M, une arme fiable utilisée depuis les années 1960, n'a pas la capacité de «dépointage» élevé des missiles infrarouges russes récents. Les pilotes de F-15C favorisent en général le «combat à haute énergie» à plus grande vitesse plutôt que le duel en virage à basse vitesse, en particulier contre les adversaires agiles. Cependant, dans un combat à faible vitesse, les grandes gouvernes de l'Eagle sont un outil puissant entre les mains d'un pilote expérimenté.

## Su-25 Frogfoot

Le Su-25 Frogfoot ressemble fort peu au A-10A américain, pourtant il a été conçu pour le même type de mission d'appui aérien rapproché (CAS) ou d'attaque au sol. Le Su-25 a été construit pour opérer au plus près de la ligne de front d'un théâtre d'opérations, pour décoller à partir de pistes rudimentaires «non améliorées». Il peut emporter avec lui des outils, pièces de rechange, un groupe auxiliaire de puissance, une pompe manuelle pour le réapprovisionnement en carburant ainsi que d'autres fournitures utiles à son déploiement. Il emporte une grande variété d'armes pour des missions antipersonnel, d'interdiction de piste et de lutte antichar.



### 1-5 : Su-25

Le cockpit renforcé et sa verrière blindée aident à protéger le pilote de l'artillerie antiaérienne (AAA) et des armes de petit calibre pendant les engagements à basse altitude. Pénétrant à faible altitude, le Su-25 cherche ses cibles, puis effectue une ressource «pop-up» pour tirer son armement, avant de replonger 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 en revanche pas prévu pour le combat aérien. Sa principale 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, le pilote peut faire face aux menaces ou au contraire rompre le combat si l'occasion lui en est donnée.

## Su-25T Frogfoot

Le Su-25 a des capacités limitées en recherche et attaque de petites unités blindées mobiles. Après son introduction, il était clair qu'il fallait créer un appareil antichar spécialisé. En 1976, le conseil des ministres de l'URSS autorisa le lancement de l'étude et de la construction d'un appareil tout temps équipé d'armes antichars.

Le système de missiles antichar (ATGM) principal du Su-25T est le «Vikhr». Il a été suivi par le «Vikhr-M» à guidage laser. Le système de visée principal, «Shkval», assure l'acquisition et le guidage automatique vers la cible. Il fonctionne en conjonction avec le système «Prichal» assurant l'illumination laser et la télémétrie.

Pour les opérations en faible lumière, l'avion peut être équipé d'une nacelle montée sous le fuselage avec une caméra de télévision bas niveau. Ce système, appelé «Mercury», fournit une visée électro-optique au «Shkval» pour les opérations de nuit.



### 1-6 : Su-25T

L'image télévisée du système de visée est affichée sur l'écran de télévision IT-23M (TVM) situé dans la partie supérieure droite du tableau de bord. Le «Shkval» assure un grossissement de la cible jusqu'à 23 fois, le «Mercury», cinq fois. Cela permet d'identifier des cibles lointaines : 15 km pour une maison, 8-10 km pour un char, 6 km pour un hélicoptère comme un «Apache».

Le système intégré de guerre électronique (EW) assure la détection et la recherche de direction des émetteurs radar aérien, terrestre et naval, avec une précision de +/- 30 degrés en azimut. Le système EW peut détecter et classer les radars émettant dans les bandes 1,2-18 GHz. Un brouillage réglable de type attaque électronique (EA) peut être utilisé pour réduire l'efficacité des radars de guidage d'armes fonctionnant en mode continu ou par impulsion. Les nacelles EA peuvent être fixées aux points d'emports sous l'aile. Pour la protection contre les missiles guidés par infrarouge, des leurres thermiques sont utilisées. Le Su-25T est équipé de 192 cartouches de leurres. En outre, pour la protection contre les missiles guidés par infrarouge, le système de brouillage électro-optique «Sukhogruz» est installé dans la partie arrière de l'avion. Cette puissante lampe au césium, avec une consommation d'énergie de 6 kW, crée un signal de brouillage modulé en amplitude empêchant le guidage des missiles infrarouge.

Pour engager les radars de défense aérienne, le Su-25T peut être équipé des nacelles de désignation de cible «Viyuga» ou «Phantasmagoria». Cela lui permet de désigner des cibles aux missiles antiradars comme le Kh-58 et le Kh-25MPU.

Bien que le Su-25T soit nettement amélioré par rapport au Su-25 concernant ses capacités d'utilisations des armes, ses performances en vol ont diminué. Le surpoids en particulier lui a donné de mauvaises performances et une faible manœuvrabilité. C'est une plate-forme de tir puissante, mais il faut un pilote qualifié pour bien la piloter.

En utilisant le Su-25T dans le jeu, il est conseillé de paramétrer les commandes sur des axes linéaires. Cela donnera un pilotage plus réaliste de l'avion.

## A-10A

Conçu comme plateforme pour le soutien aérien rapproché (CAS – Close Air Support) afin de contrer l'importante supériorité numérique des blindés Soviétiques durant la Guerre Froide, le «Hog» est lourdement blindé et emporte une impressionnante charge offensive dont le mortel canon antichar GAU-8A de 30mm. Les efforts visant à retirer le A-10 du service actif ont commencé à gagner du terrain à la fin des années 80, mais ils furent oubliés au vue des performances exemplaires de l'appareil lors de la Guerre du Golfe en 1991.



### 1-7 : A-10A

Le A-10 était prévu pour voler à basse altitude, en utilisant le terrain pour se dissimuler des SAM ennemis. Cependant, voler bas, expose l'appareil aux défenses AAA. Par conséquent il est lourdement blindé, notamment la « baignoire » en titane entourant le pilote. Une fois les SAM éliminés, le A-10 continue ses missions généralement à moyenne altitude ce qui le place alors hors de portée des canons AAA.

Le A-10 peut transporter des AIM-9 Sidewinder pour son autodéfense, mais doit éviter le combat rapproché. Il emporte un armement air-sol impressionnant, mais manque de puissance pour combattre un appareil dédié au combat air-air. Lorsqu'il est confronté à un chasseur ennemi, le pilote de Hog doit utiliser son taux de virage élevé pour pointer son nez (et son redoutable canon de 30mm) vers l'attaquant. Lorsque ce dernier le dépasse, le A-10 peut tirer et prolonger jusqu'à la passe suivante de l'adversaire et recommencer la manœuvre.



2

---

# MODE AVIONIQUE SIMPLIFIÉE

# MODE AVIONIQUE SIMPLIFIÉE

Le mode de jeu simplifié propose une avionique de «style arcade» rendant le jeu plus accessible au joueur occasionnel.

Ce mode peut être sélectionné depuis l'onglet des options de jeu ou en réglant le jeu sur le mode simplifié.

Affichage radar en mode simplifié



## 2-1 : Affichage radar en mode simplifié

L'affichage, localisé dans l'angle supérieur droit de l'écran est une vue du dessus avec votre appareil (cercle vert) situé en bas et au centre de l'affichage. Les symboles situés au-dessus de votre symbole sont situés devant vous, les symboles à droite et à gauche de vous sont situés sur les côtés de votre appareil.

L'image ci-dessous illustre les différentes possibilités du mode simplifié. Notez que vous verrez des symboles différents en fonction du mode dans lequel l'appareil se trouve : Navigation, Air-Air ou Air-Sol.

Cependant, chaque mode aura les données suivantes en commun :

- **Mode.** Indiqué à l'extérieur du coin supérieur gauche de l'affichage. Il peut être indiqué NAV (Navigation), A2A (Air-Air) ou A2G (Air-Sol).

Touches de mode :

- Navigation : [1]
- Air-Air : [2], [4] ou [6]
- Air-Sol : [7]

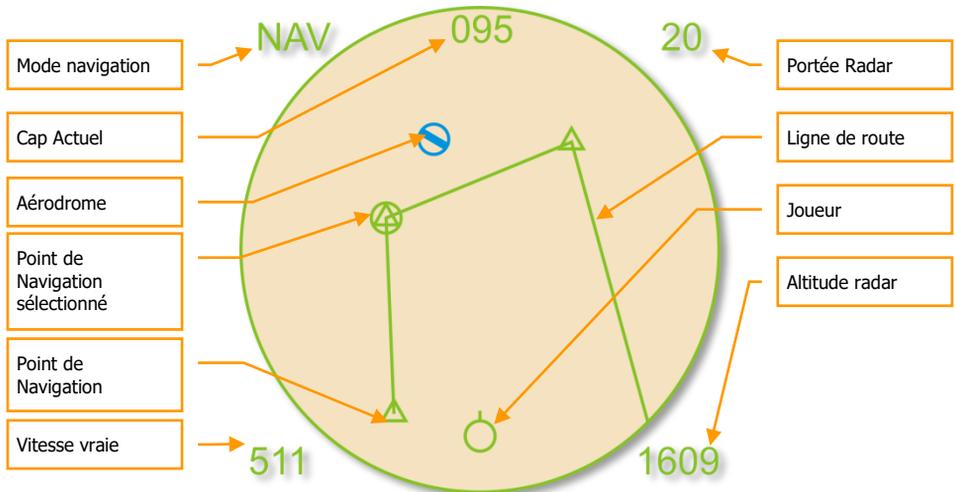
- **Portée radar.** À l'extérieur du coin supérieur droit de l'affichage se trouve la portée actuelle du radar.

Touches de portée radar :

- Diminuer : [=]
- Augmenter : [)]

- **Vitesse Vraie (TAS - True Air Speed).** À l'extérieur du coin inférieur gauche de l'affichage se trouve la vitesse vraie de votre appareil.
- **Altitude Radar.** À l'extérieur du coin inférieur droit de l'affichage se trouve l'altimètre radar qui indique votre altitude par rapport au sol ou à l'eau.
- **Cap actuel.** À l'intérieur de l'affichage au centre et en haut se trouve le cap magnétique actuel de votre appareil.

## Mode navigation

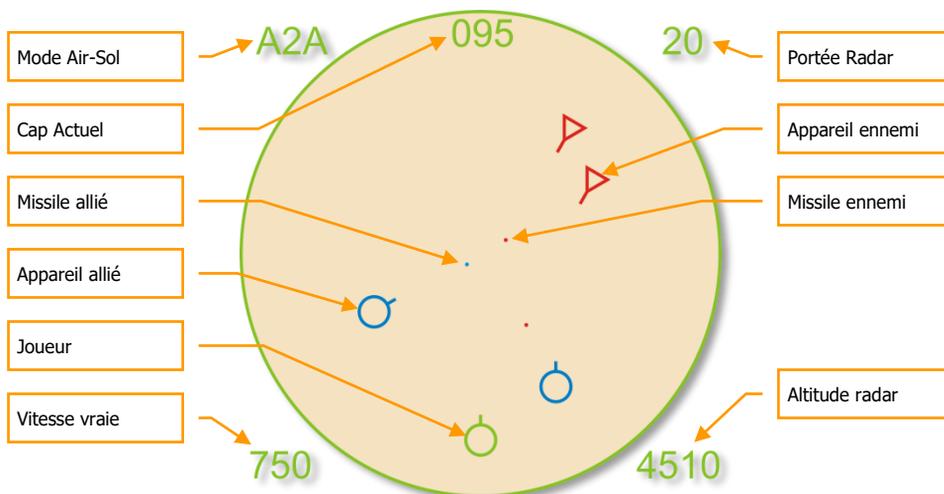


### 2-2 : Mode navigation

Le mode navigation comprend les symboles uniques suivants :

- **(Symbole du joueur)**. Votre appareil est indiqué par un cercle vert en bas de l'affichage.
- **(Symbole aérodrome)**. Ce symbole bleu indique les aérodromes amis.
- **(Symbole de navigation sélectionné)**. Ce cercle vert indique le point de navigation actuel. Vous pouvez en changer avec la touche **[CtrlG - ~]** (tilde).
- **(Symbole de point de navigation)**. Ce triangle vert indique les autres points de navigation de votre plan de vol.
- **(Ligne de route)**. Les lignes vertes connectant les points de navigation sont les lignes de route.

## Mode Air-Sol



### 2-3 : Air to Air Mode

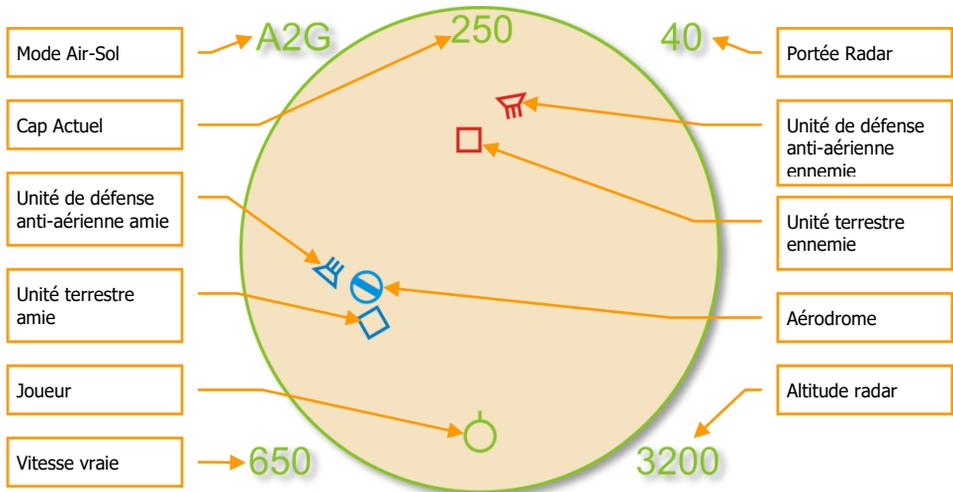
Le mode Air-Air comprend les symboles uniques suivants :

- **(Symbole du joueur)**. Votre appareil est indiqué par un cercle vert en bas de l'affichage.
- **(Appareil allié)**. Tous les appareils alliés sont indiqués par des cercles bleus avec un trait indiquant leur direction de vol.
- **(Appareil ennemis)**. Tous les appareils ennemis sont indiqués par des cercles rouges avec un trait indiquant leur direction de vol.
- **(Missile allié)**. Un missile allié est indiqué par un point bleu.
- **(Missile ennemi)**. Un missile ennemi est indiqué par un point rouge.

Touches utiles pour le mode Air-Air :

- Verrouillage automatique de l'avion au centre : **[AltD - F6]**
- Verrouillage automatique de l'appareil le plus proche : **[AltD - F5]**
- Verrouillage automatique de l'appareil suivant : **[AltD - F7]**
- Verrouillage automatique de l'appareil précédent : **[AltD - F8]**

## Mode Air-Sol



### 2-4 : Mode Air-Sol

Les symboles propres au mode Air-Sol comprennent :

- **(Symbole du joueur)**. Votre appareil est indiqué par un cercle vert en bas de l'affichage.
- **(unité terrestre amie)**. Toutes les unités terrestres amies sont indiquées par des carrés bleus.
- **(Unité terrestres ennemies)**. Toutes les unités terrestres ennemies sont indiquées par un carré rouge.
- **(Unité de défense anti-aérienne amie)**. Une unité de défense anti-aérienne amie est indiquée par un trapèze bleu équipé de trois lignes.
- **(Unité de défense anti-aérienne ennemie)**. Une unité de défense anti-aérienne ennemie est indiquée par un trapèze rouge équipé de trois lignes.

Les raccourcis utiles en mode Air-Sol sont les suivants :

- Verrouillage automatique de la cible terrestre centrale : **[AltD - F10]**
- Verrouillage automatique de la cible terrestre la plus proche : **[AltD - F9]**
- Verrouillage automatique de la cible terrestre suivante : **[AltD - F11]**
- Verrouillage automatique de la cible terrestre précédente : **[AltD - F12]**



3

# INSTRUMENTS DU COCKPIT DES APPAREILS RUSSES

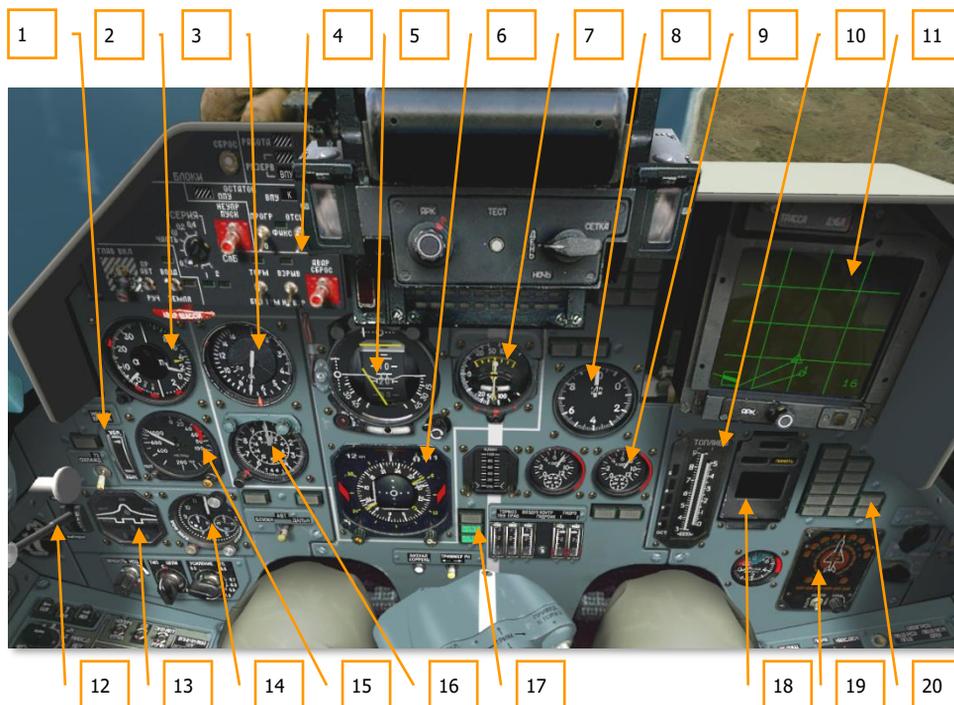
# INSTRUMENTS DU COCKPIT DES APPAREILS RUSSES

L'équipement du cockpit d'un avion est spécifique aux tâches auxquelles il est destiné. Néanmoins, tous les cockpits ont beaucoup en commun. Par exemple, des instruments tels que le badin, l'ADI, le variomètre sont présents dans tous les cockpits.

Ce chapitre vous renseignera sur l'instrumentation de l'habitacle de chaque avion. Pour piloter avec succès, vous devez comprendre la fonction et connaître la position de tous les instruments du cockpit.

## Instruments du cockpit des Su-27 et Su-33

Les instruments du cockpit du Su-27 et du Su-33 sont presque identiques. La plupart des instruments sont également très similaires à ceux des MiG-29 et Su-25.



**3-1 : Tableau de bord du Su-27**

1. Indicateur de position des bords d'attaque
2. Incidencemètre (Indicateur d'angle d'attaque / AOA) et accéléromètre
3. Badin et Machmètre
4. Panneau de commandes armements
5. Horizon artificiel (ADI)
6. Indicateur de situation horizontale (HSI)
7. Variomètre (VVI)
8. Tachymètre

9. Indicateurs de températures inter-étage de turbine
10. Jauge carburant
11. Visualisation tête basse (VTB) ou (HDD)
12. Levier de commande du train d'atterrissage
13. Indicateur de trainées
14. Horloge
15. Radio altimètre
16. Altimètre barométrique
17. Voyants d'indication de position neutre des trim de tangage, roulis et lacet.
18. Panneau de contrôle «Ekran»
19. Système d'alerte radar SPO-15 «Beryoza»
20. Voyants d'avertissement (tableau des pannes)

## Badin et Machmètre

Le badin et Machmètre indiquent la vitesse air (IAS). L'échelle est graduée de 1 à 1600 km/h. La jauge du nombre de Mach est graduée de 0.6M à 3M.



3-2 : Badin et Machmètre

## Altimètre Barométrique

L'altimètre barométrique indique l'altitude de l'avion au-dessus du niveau de la mer. Le cadran intérieur est gradué de 0 à 20.000 mètres par incréments de 1.000 mètres. Le cadran extérieur est gradué de 0 à 1.000 mètres par incréments de 10 mètres. L'altitude de l'avion est déterminée par la somme des indications données par ces deux cadrans.



### 3-3 : Altimètre barométrique

## Radio Altimètre

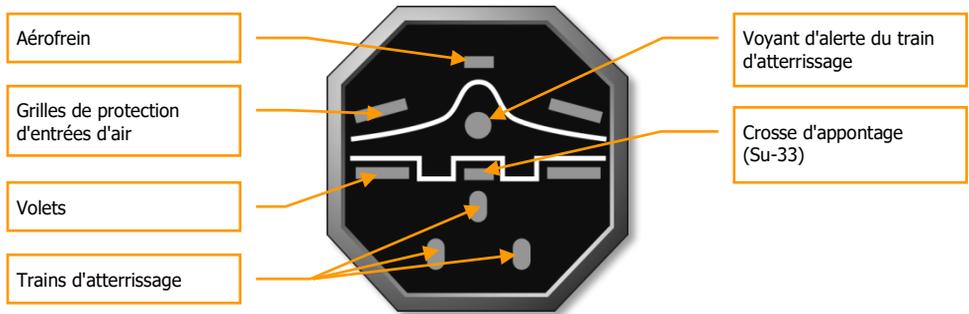
Le radio altimètre indique l'altitude de l'avion par rapport au sol. Les indications fluctuent donc en fonction du relief du terrain survolé. Cet altimètre mesure l'altitude seulement entre 0 et 1.000 mètres. En cas de roulis prononcé, les indications ne sont plus fiables.



### 3-4 : Radio altimètre

## Indicateur de Trainées

L'indicateur de trainées indique la position du train d'atterrissage, des volets, des becs de bord d'attaque et de l'aérofrein. Si le train d'atterrissage n'est pas sorti ou rétracté, un voyant rouge s'allume au centre de l'indicateur.



### 3-5 : Indicateur de trainées

## Incidencemètre et Accéléromètre

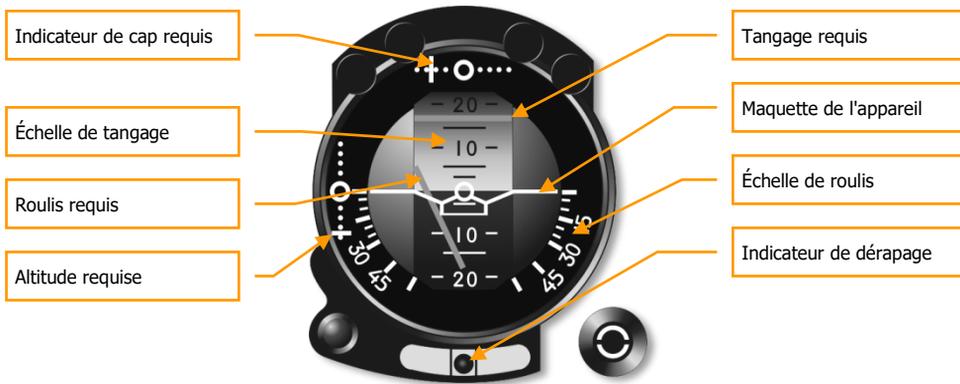
L'incidencemètre et l'accéléromètre indiquent l'angle d'incidence courant ainsi que le facteur de charge (G). La partie de gauche indique la valeur d'angle d'incidence en degrés et la partie de droite indique le facteur de charge en G. Un index mémorise le facteur de charge maximum atteint durant le vol.



### 3-6 : Incidencemètre et Accéléromètre

## Horizon Artificiel (ADI)

L'horizon artificiel (ADI) indique l'angle de tangage et de roulis de l'avion. Sur la partie basse se trouve l'indicateur de dérapage. Utiliser le palonnier pour éliminer le dérapage et tenter de garder la bille de l'indicateur de dérapage centrée durant les virages. Sur la façade du cadran se trouvent les indicateurs de roulis et tangage requis pour rejoindre le prochain point de navigation. Lorsque les deux barres jaunes sont en position centrale, l'avion vole suivant la route prévue. Pendant l'atterrissage, l'indicateur de déviation de plan de descente en forme de W fournit la direction du système d'atterrissage aux instruments (ILS).



### 3-7 : Horizon Artificiel (ADI)

## Indicateur de Situation Horizontale (HSI)

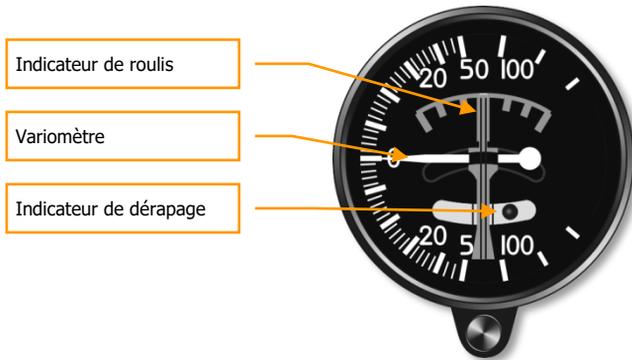
L'indicateur de situation horizontale (HSI) propose une vue de dessus de l'avion par rapport à la route prévue. Le compas tourne de sorte que le cap actuel soit toujours affiché en haut. La flèche de course indique le cap requis et la flèche de gisement pointe vers le prochain point de navigation. La distance et la course requise vers le prochain point de navigation sont indiquées numériquement en haut. Les barres du localisateur et du suivi de plan de descente de l'ILS sont au centre.



### 3-8 : HSI

## Variomètre

Le variomètre mesure la vitesse verticale de l'avion, par ex. son taux de montée ou de descente. L'indicateur de dérapage présent est un instrument de secours de celui de l'horizon artificiel. L'indicateur de roulis montre le taux de roulis, cette indication n'est qu'approximative.



### 3-9 : Variomètre

## Horloge de l'Appareil

L'horloge de l'appareil affiche l'heure telle qu'elle a été réglée dans l'éditeur de mission.



### 3-10 : Horloge de l'avion

## Tachymètre

Le tachymètre mesure la vitesse de rotation en tours par minute (RPM) de chacun des moteurs et indique les valeurs en pourcentage du régime maximal. En post combustion (réchauffe), des voyants verts s'allument au-dessus du tachymètre, et l'indicateur dépasse les 100%.

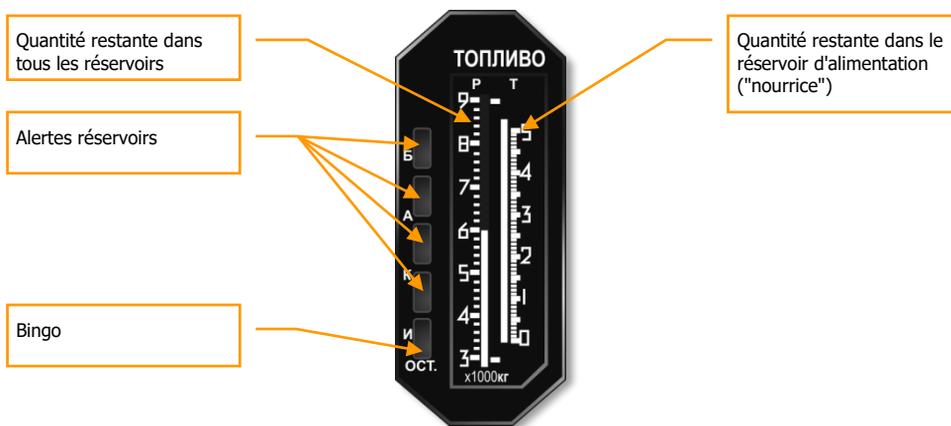


### 3-11 : Tachymètre

## Jauge de Carburant

La jauge de carburant (P) indique la quantité restante dans tous les réservoirs. La jauge (T) indique le carburant restant dans le réservoir «nourrice».

Si des réservoirs de carburant externes sont transportés, un témoin indique lorsqu'ils sont sur le point d'être vides. Notez que les Su-27 et Su-33 ne peuvent pas transporter de réservoirs de carburant externes.



### 3-12 : Jauge carburant

## Indicateurs de Températures Inter-Étages de Turbine

Les deux indicateurs renseignent sur la température de sortie des gaz des turbines gauche et droite.



3-13 : Indicateurs de températures inter-étages de turbine

## Visualisation Tête Basse (VTB ou HDD)

La Visualisation Tête Basse (VTB, ou «Head Down Display») est placée dans le coin supérieur droit du tableau de bord. Elle affiche les informations sur les itinéraires planifiés, les points de navigation et les emplacements des aérodromes. Dans les modes de combat, les informations des systèmes radar et électro-optique y sont affichées.

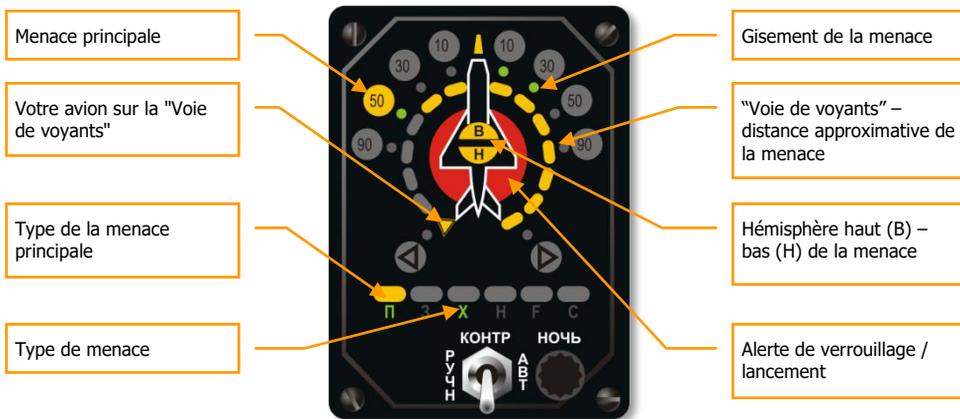
L'échelle de la VTB peut être changée par le pilote.



3-14 : Visualisation Tête Basse (VTB)

## Système d'Alerte Radar (SPO)

Le RWS indique les radars illuminant l'aéronef. L'information est présentée sous forme de symboles selon les types de radars et d'indication sur la direction. Six voyants lumineux dans la partie inférieure indiquent au pilote les types de radars éclairant l'avion. Le système indique tous les radars, aussi bien amis qu'ennemis. Des informations détaillées sur le fonctionnement du RWS sont décrites au chapitre correspondant.



3-15 : Indicateur RWS

## Panneau PPD-SP (contre-mesures)

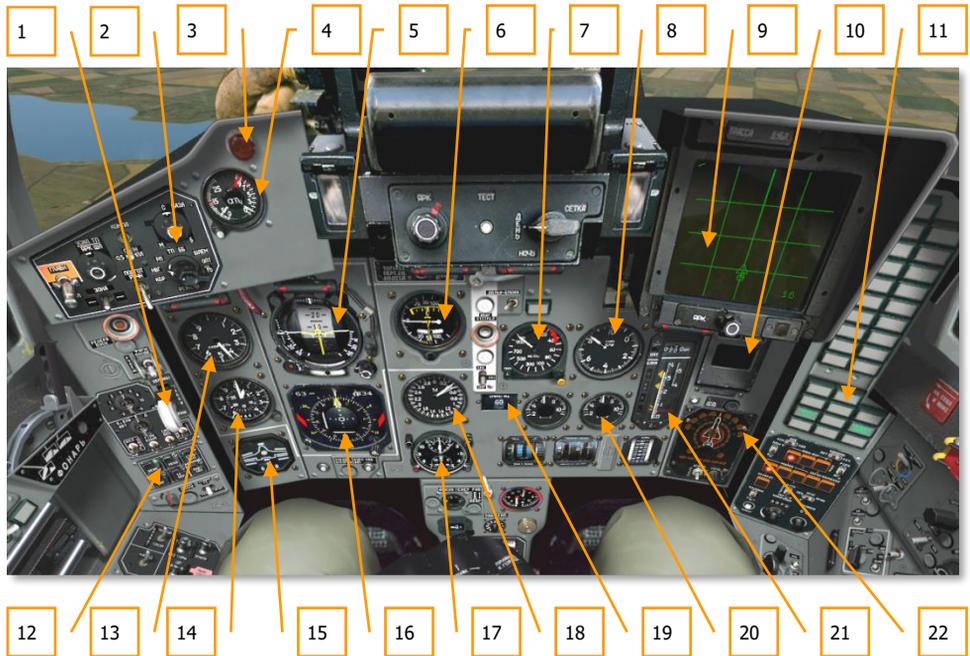
Sur le côté droit du cockpit se trouve le panneau de commande PPD-SP. Dans sa partie centrale se trouve l'indicateur PI-SP. Il indique les leurres infrarouges et les paillettes restants. La colonne de gauche indique les paillettes restantes, un voyant correspondant à 16 faisceaux de paillettes. La colonne de droite indique le nombre de leurres infrarouges restants, un voyant correspondant à huit cartouches. Les leurres infrarouges sont largués par paires.



3-16 : Panneau PPD-SP

## Instruments du Cockpit du MiG-29

Le cockpit du MiG-29 se compose principalement des instruments ci-dessous, le cockpit du MiG-29 et du MiG-29S sont identique. La plupart des instruments sont similaires à ceux du Su-27.



### 3-17 : tableau de bord du MiG-29

1. Levier de commande du train d'atterrissage
2. Panneau de commande des armes
3. Voyant d'alerte principal
4. Incidencemètre et accéléromètre
5. Horizon artificiel (ADI).
6. Variomètre (VVI)
7. Radio altimètre
8. Tachymètre
9. Visualisation tête basse (VTB) ou (HDD)

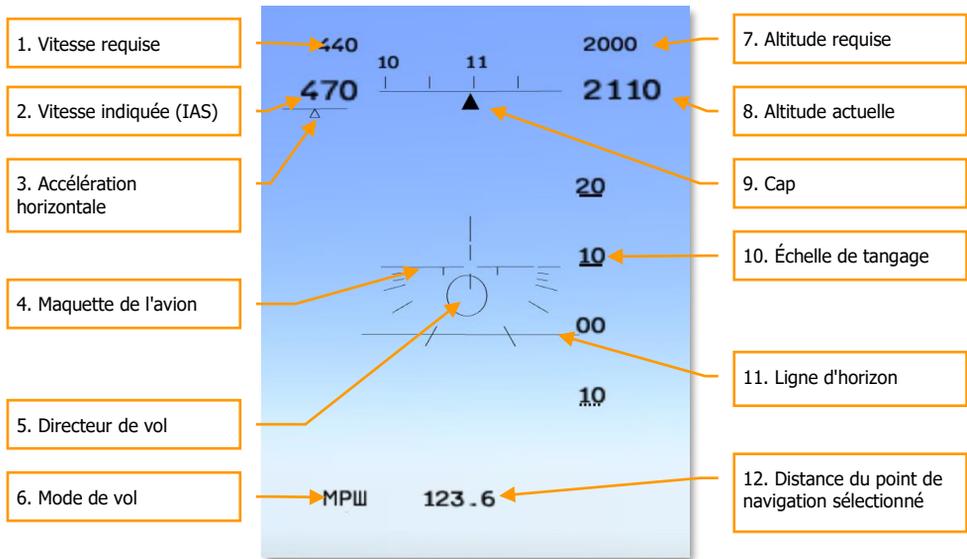
10. Panneau «Ekran»
11. Voyants d'avertissement (tableau des pannes)
12. panneau du pilote automatique
13. Badin
14. Altimètre barométrique
15. Indicateur de trainées
16. Indicateur de situation horizontale (HSI)
17. Horloge de l'appareil
18. Machmètre
19. Compteur de leurres thermiques et de paillettes
20. Indicateurs de températures inter-étage de turbine
21. Jauge carburant
22. Système d'alerte radar SPO-15 «Beryoza»

## Su-27, Su-33, MiG-29

### Modes de Fonctionnement des VTH (HUD) et VTB (HDD)

#### Symbologie de Base du HUD

Indépendamment du type d'avion, la symbologie des HUD est similaire. À titre d'exemple, nous allons jeter un coup d'œil aux indicateurs HUD du mode MPW (ROUTE) du MiG-29.

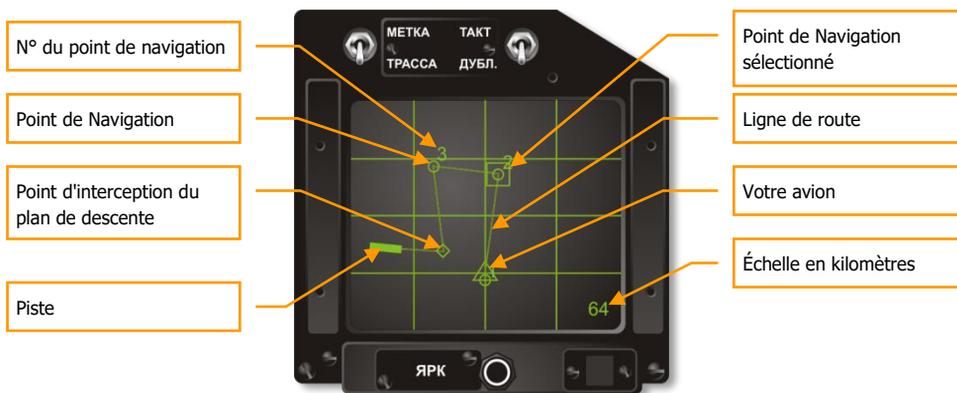


#### 3-18 : Symboles de base du MiG-29

1. L'indicateur de Vitesse requise indique la vitesse prévue pour le mode de vol actuel. Lorsque le mode ROUTE est activé, la vitesse requise indiquée sera celle valable pour le segment de route actuellement choisi.
2. La vitesse indiquée (IAS) est affichée sur la gauche de l'échelle. Au-dessus de l'IAS se trouve la vitesse requise. En fait, elle dépend du mode de vol. Dans le mode ROUTE, c'est la vitesse requise qui est affichée.
3. Sous les indicateurs numériques de vitesse un index triangulaire montre l'accélération horizontale. Vers la droite : accélération, vers la gauche : décélération.
4. Au centre du HUD une représentation de l'avion indique son roulis et son tangage.
5. Le directeur de vol (cercle large) indique la direction de vol pour suivre la route planifiée, cap et altitude, vers le point de navigation suivant. Si le cercle est au centre de la maquette de l'avion, c'est que vous êtes sur la route.

6. Dans le coin inférieur gauche se trouve le mode de vol actuellement actif.
7. L'indication d'altitude requise variera selon le mode de vol sélectionné. En mode ROUTE, elle indiquera l'altitude assignée pour le segment de route sélectionné.
8. A droite de l'échelle de cap se trouve l'altitude de l'avion. Pour une altitude inférieure à 1 500 mètres au-dessus du sol, l'altimètre radar indique la valeur au mètre près. À une altitude barométrique supérieure à 1 500 mètres, elle est indiquée à 10 mètres près. Au-dessus de l'échelle se trouve l'altitude requise. Cette valeur dépendra du mode de vol, dans le cas du mode ROUTE, elle sera celle planifiée dans le plan de vol.
9. Le cap actuel est indiqué sur la partie supérieure du HUD. (par ex : 11 correspond à 110°)
10. L'échelle de tangage, située sur la droite du HUD, indique l'incidence de l'avion.
11. La ligne d'horizon artificiel affiche l'horizon virtuel correspondant à 0° de tangage et sert à assister le pilote en cas de faible visibilité.
12. Dans la partie centrale basse du HUD est indiquée la distance en kilomètres du prochain point de navigation sélectionné.

En mode navigation, les informations sur la route sont indiquées sur le HDD (direction de la route, points de navigation et aéroports).



### 3-19 : Indications du HUD en mode navigation

- Les points de navigation sont indiqués par des repères circulaires
- leur numéro est indiqué à coté du point de navigation
- Le point initial pour l'interception du plan de descente est indiqué par un losange
- Les pistes d'atterrissages sont représentées par des rectangles
- Le point de navigation courant est dans un carré
- Tous les points de navigations sont reliés par la ligne de route

En mode navigation, les informations sont affichées sur le HUD et sur le HDD. Il y a trois sous-modes de navigation : МРШ (ROUTE), ВЗВ (RETOUR), ПОО (ATTERRISSAGE) ainsi qu'un mode vol libre. Le passage d'un sous-mode à un autre s'effectue en appuyant sur la touche [1].

La prochaine route et point de navigation sont affichés sur le HDD.

En mode ROUTE, la ligne de route passe par tous les points de passage. Pour basculer d'un point à un autre, vous pouvez utiliser la combinaison de touches [CtrlG - ~]. La ligne de route va alors connecter votre position actuelle au point de passage sélectionné.-

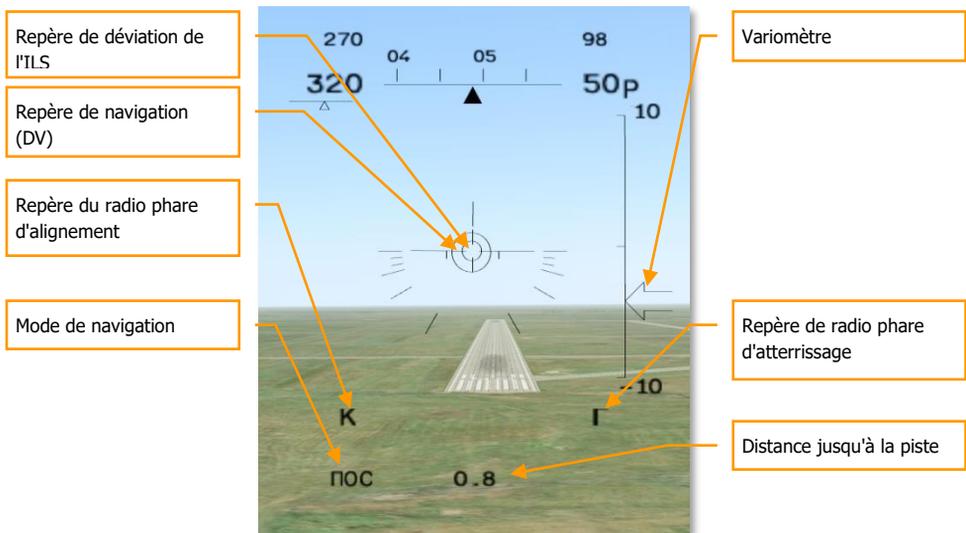
En mode RETOUR, la ligne de route vous mènera au point d'interception du plan de descente.

En mode ATTERRISSAGE, la ligne de route vous mènera à l'aérodrome choisi. Il peut être sélectionné via la combinaison de touches [CtrlG - ~].

## Mode Navigation

Dans le sous-mode ROUTE, un repère circulaire est affiché sur le HUD. Il indique la direction à suivre pour atteindre le prochain point de navigation. Au-dessus des indications de vitesse et d'altitude, il y a les valeurs planifiées dans le plan de vol, valable pour la route sélectionnée. Lorsque le point de navigation est atteint, le repère circulaire se déplacera automatiquement en direction du prochain point de navigation. La route planifiée ainsi que les points de navigation sont affichés sur le HDD.

Dans le sous-mode RETOUR, le repère circulaire indique le point d'interception du plan de descente. Le trajet le plus court vers ce point d'interception sera indiqué sur le HDD. Le cyclage manuel entre les aérodromes se fait en appuyant sur les touches [CtrlG - ~]. Après l'interception du plan de descente, le sous-mode ATTERRISSAGE s'active automatiquement et la tour de contrôle vous donnera des instructions.



3-20 : Atterrissage ILS

Dans le sous-mode ATERRISSAGE, le cercle du directeur de vol de la VTH indique la direction de l'aérodrome d'atterrissage. Cette direction est également affichée sur le HDD. Vous pouvez cycloer les différents aérodromes en appuyant sur les touches [CtrlG - ~]. Au cours de l'approche, la tour de contrôle de l'aéroport fournira les directions finales. Une échelle de vitesse indiquant le taux de descente de l'avion apparaît à droite de la VTH.

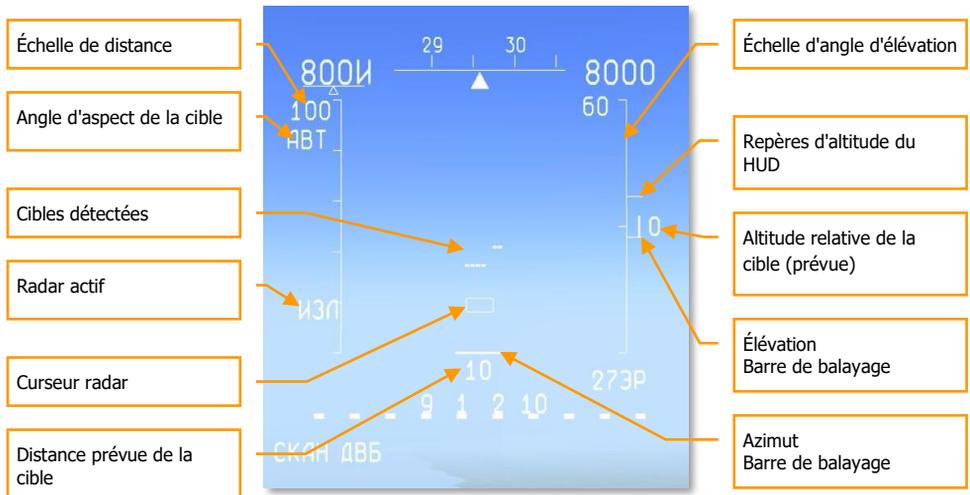
## Combat Hors de Portée Visuelle (BVR : Beyond Visual Range)

Il existe plusieurs modes de combat hors de distance visuelle (BVR) : CKAH (SCAN) - balayage, CHП (TWS) - suivi pendant le balayage PHП et - ATAKA (STT) - suivi de piste unique.

### Mode CKAH (SCAN)

Le mode CKAH (SCAN) est activé en appuyant sur la touche [2]. C'est le mode de recherche BVR principal. Jusqu'à 24 cibles peuvent être détectées. Il est également nécessaire d'allumer l'un des capteurs (radar ouIRST) avant que les cibles ne puissent être détectées et engagées. En mode BVR, le radar est normalement utilisé. Il permet la détection des cibles à plus longue distance et l'utilisation de missiles semi-actifs (SARH).

Les informations nécessaires à la recherche et au verrouillage de cible sont affichées sur le HUD. L'échelle de distance peut être commandée par les touches [+ ] et [-]. La zone de balayage peut être dirigée directement vers trois directions horizontales, centre - droite - gauche. Elle peut être réglée en élévation de deux façons - Lentement par réglage de l'élévation, ou directement par la méthode d'angle de distance. Pour utiliser cette méthode, vous devez d'abord régler la distance en kilomètres où vous pensez trouver des cibles à l'aide des touches [CtrlD - + ] et [CtrlD - - ], puis définir leur différence d'altitude attendue également en kilomètres par rapport à votre aéronef en utilisant [MajD - ; ] et [MajD - . ]. La distance prévue est indiquée sous la marque de balayage horizontal au bas du HUD et la différence d'altitude prévue est indiquée à droite de la marque de balayage vertical sur le côté droit du HUD.



### 3-21 : Mode SCAN - BVR

Quand les capteurs détectent une cible, elle est représentée par un petit trait horizontal sur le HUD. Les cibles «amies» répondant à l'interrogation du système d'identification (IFF) sont représentées par un trait double.

- L'échelle de distance peut être modifiée par les touches **[+]** et **[-]**.
- L'angle d'aspect cible prévu détermine la fréquence des impulsions (PRF) à utiliser par le radar de combat en mode de recherche. Cette fréquence est contrôlée par les touches **[MajD - I]**. Le mode ABT (ILV) peut être utilisé si l'angle d'aspect cible est inconnu. Le PRF élevé (HPRF), fournissant la plus grande distance de détection des cibles en rapprochement (hémisphère avant), est indiqué par le symbole ППС (HI). Le PRF moyen (MPRF), utilisé pour les cibles en éloignement (hémisphère arrière) est indiqué par ЗПС (MED). En mode ABT (ILV), les PRF hautes et moyennes sont entrelacées sur les barres alternées de la zone de balayage radar. Cela permet une détection des cibles tous angles d'aspect au prix d'une réduction de 25% de la portée maximale.
- Une cible aérienne est indiquée sur le HUD par une rangée horizontale de points. Leur nombre correspond à la taille approximative de la cible mesurée par sa section radar (RCS). Un point indique un RCS cible de 2 m<sup>2</sup> ou moins, deux points - de 2 à 30 m<sup>2</sup>, 3 points - de 30 à 60 m<sup>2</sup>, et quatre points - 60 m<sup>2</sup> ou plus. Les chasseurs tactiques ont généralement des valeurs RCS comprises entre 3 et 30 m<sup>2</sup>, en fonction du type, des charges emportées et de l'angle d'aspect. La plupart des chasseurs sont donc généralement affichés sur la VTH par une rangée de 2 points. Les appareils amis identifiés sont représentés sous la forme de deux rangées de points.
- Le symbole «И» sur la gauche du HUD indique que le radar est allumé et émet.
- Le curseur de désignation de cible du radar est déplacé par les touches **[;]**, **[,]**, **[-]** et **[/]**.

- La distance prévue de la cible (souvent extraite des données AWACS et GCI), réglée par les touches [CtrlD - +] et [CtrlD - -] est indiquée au bas du HUD sous la barre de balayage horizontal. La zone de balayage vertical du radar est calculée à partir de ce paramètre.
- L'altitude relative prévue de la cible par rapport à votre avion est réglée par les touches [MajD - ;] et [MajD - .]. Elle est indiquée sur la partie droite du HUD, à côté de la barre de balayage vertical. Ce paramètre est également pris en compte dans le calcul de la zone de balayage verticale.

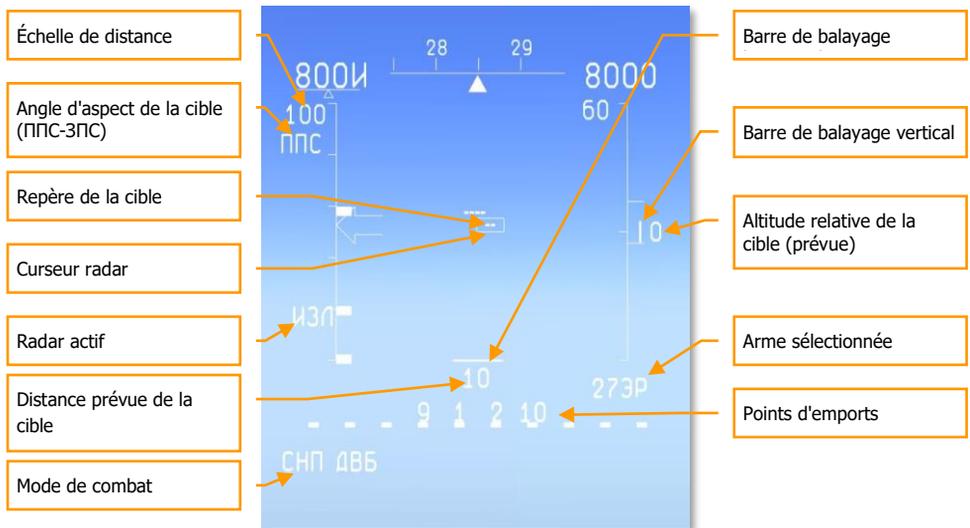
SI VOTRE CHASSEUR SE TROUVE A UNE ALTITUDE DE 5KM ET QUE L'AWACS VOUS SIGNALE UNE CIBLE SE DEPLAÇANT A 80KM DE VOUS, A UNE ALTITUDE DE 10KM, VOUS DEVRIEZ DIRIGER VOTRE AVION VERS LA CIBLE, ENSUITE INTRODUIRE LA VALEUR DE 80KM EN DISTANCE PREVUE ET 5 KM D'ELEVATION DANS LE RADAR. LA ZONE DE BALAYAGE DE VOTRE RADAR DEVRAIT ETRE CORRECTEMENT REGLEE VERS L'ELEVATION PREVUE DE LA CIBLE.

- L'échelle d'angle d'élévation est également présente sur la partie droite du HUD. Elle est limitée à  $\pm 60^\circ$  indiqué par les repères situés en haut et en bas de l'échelle. Une troisième marque, à l'intérieur de l'échelle, représente l'horizon. Les petits repères orientés vers l'extérieur de l'échelle indiquent l'angle de vue du HUD. A côté de l'échelle fixe d'élévation se trouve une barre mobile indiquant les limites de la zone de balayage vertical. Cette indication aide le pilote à regarder dans la même direction que le radar en utilisant le HUD comme référence. Si la barre de balayage vertical se trouve entre les deux marques représentant l'angle de vue du HUD, alors la zone de recherche du radar se trouve dans la zone visible au travers le HUD.
- La barre de balayage horizontal est affichée dans le bas du HUD. Elle a trois positions fixes correspondant aux zones de balayage présélectionnées : vers la gauche - vers l'avant - vers la droite.

## Mode ЧП (TWS)

L'autre mode de combat BVR est le ЧП (Suivi pendant le balayage ou TWS). Il est activé à partir du mode СКАН (SCAN) en appuyant sur [AltD - I]. Le radar peut corrélérer jusqu'à 10 pistes de cibles simultanément. La distinction principale avec le mode SCAN est que le radar conserve les paramètres cibles, comme l'élévation et le vecteur vitesse, pendant qu'il continue à rechercher d'autres cibles. Le HDD affiche une vue de dessus de la situation tactique incluant toutes les cibles suivies, leurs directions et leurs positions.

Le mode TWS fournit un mode de verrouillage automatique (transition vers le STT) en plaçant le curseur radar sur l'une des cibles. Le radar va alors se focaliser sur la cible et la suivre à partir de ce moment. Le verrouillage automatique se produit quand la distance est de 85% de la distance maximale calculée de lancement du missile. Le pilote peut toutefois forcer le verrouillage en appuyant sur la touche [Entrée].



### 3-22 : Mode ЧП (TWS)

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

- Dans l'angle inférieur gauche du HUD, ЧП - ДББ (TWS – BVR) indique le mode de combat actuel.
- Les points d'empports chargés des armes sélectionnées sont affichés en bas du HUD.
- L'arme sélectionnée est indiquée dans le coin inférieur droit du HUD, sous l'échelle d'élévation. **273P** indique un missile R-27ER.
- L'échelle de distance située à gauche du HUD affiche trois marques sur la partie droite de l'échelle. De haut en bas, ces marques sont : Rmax - Distance maximale de lancement contre une cible non manœuvrante, Rtr - Distance d'engagement maximale contre une cible manœuvrante («no-escape zone»), et Rmin - Distance minimale de lancement.

Le mode ЧП (TWS) n'est disponible qu'avec ППС ou ЗПС sélectionné. Le mode entrelacé - PRF ABT n'est pas compatible. Ce mode nécessite donc que l'angle d'aspect de la cible soit connu à l'avance.

Les informations suivantes sont affichées sur le HDD en mode ЧП (TWS) :

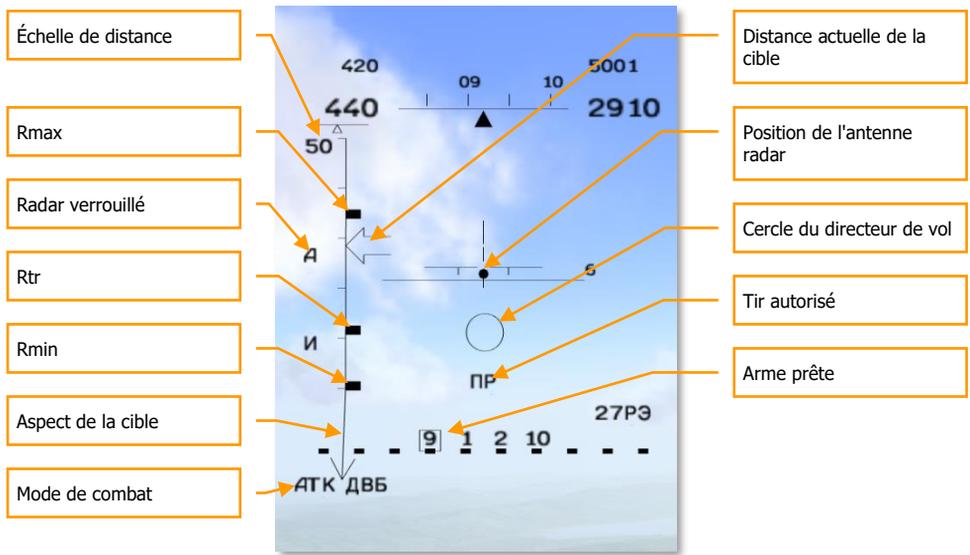


### 3-23 : HDD en mode ЧП – ДББ (TWS - BVR)

- L'azimut balayé est affiché en vert foncé
- L'angle de balayage vertical affiché à gauche
- La position horizontale de la zone de balayage est affichée en haut
- Les triangles indiquent des appareils hostiles. Une courte ligne montre leur direction de vol
- Les cercles indiquent des appareils alliés. Une courte ligne montre leur direction de vol
- Le symbole de votre avion est situé près du bord inférieur du HDD
- L'échelle d'affichage est indiquée dans le coin inférieur droit

### Mode Атака – РНП (ATTACK – STT)

Après avoir verrouillé une cible en mode SCAN ou TWS, le radar bascule automatiquement en mode poursuite de cible unique (STT). Le radar cesse de suivre les autres cibles et affiche des informations supplémentaires sur le HUD comme suit :



### 3-24 : Mode ATK – ДВБ (ATTACK – BVR)

- Rmax – Distance maximale de lancement contre une cible non manœuvrante.
- Rtr - Distance maximale de lancement contre une cible manœuvrante («no-escape zone»).
- Rmin - Distance minimale de lancement.
- Le symbole d'attaque indique un verrouillage radar valide. Après le lancement du missile, il clignote à une fréquence de 2 Hz.
- L'angle d'aspect montre le vecteur vitesse de la cible ramené dans le plan vertical sur le HUD.
- Le mode ATK – ДВБ est affiché dans l'angle inférieur gauche du HUD.
- La flèche indique la distance en temps réel de la cible et bouge le long de l'échelle de distance.
- Le point rond indique la position de l'antenne radar relative au cap du chasseur.
- Le cercle du directeur de vol est superposé à la cible sur le HUD.
- Le symbole d'autorisation de tir ПР (LA) apparaît lorsque la cible entre dans les limites de distance autorisée et que toutes les autres conditions de lancement sont satisfaites.

En mode STT, toute l'énergie radar est concentrée sur la cible pour fournir une plus grande précision et réduire la probabilité de rupture de poursuite pouvant être causée par les contre mesures de la cible.

Notez que ce mode d'émission intensif sera interprété par le RWR de la cible comme un verrouillage et la préparation d'un lancement de missile. En réaction, elle sera prompte à effectuer des manœuvres évasives ou à contre-attaquer.



### 3-25 : HDD АТАКА – РНП (АТТАСК – СТТ)

En mode STT, la direction de la zone balayée est indiquée par un étroit faisceau radar.

Pendant le lancement du missile, le radar passe en illumination à ondes continues. Ceci est interprété sans ambiguïté par le système d'alerte ennemi comme un lancement de missile et déclenche habituellement certaines mesures défensives.

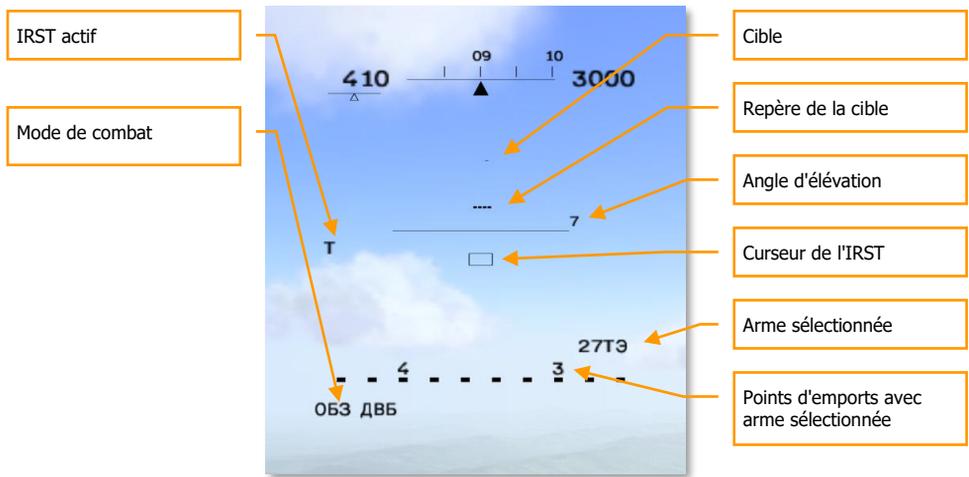
Lorsqu'on utilise des missiles à guidage radar semi-actif (SARH), il faut illuminer la cible jusqu'à l'impact. Lorsqu'on utilise des missiles à guidage radar actif (ARH), il faut illuminer la cible jusqu'à ce que le radar du missile passe en guidage actif, à partir d'une distance de 15 km de la cible.

### MODE SCAN – IRST

L'utilisation de la recherche et du verrouillage via le capteur infrarouge (IRST - Infra-Red Search and Track) modifie la symbologie du HUD.

Lors de la recherche en mode IRST, les informations sur la cible affichées sur la VTH sont les coordonnées azimut-élévation (au lieu des coordonnées azimut-distance affichées lors de recherches radar). L'azimut est affiché le long de l'axe horizontal et l'élévation le long de l'axe vertical.

Après le verrouillage de la cible à l'aide du curseur IRST, l'affichage passe en mode ATTACK décrit précédemment.



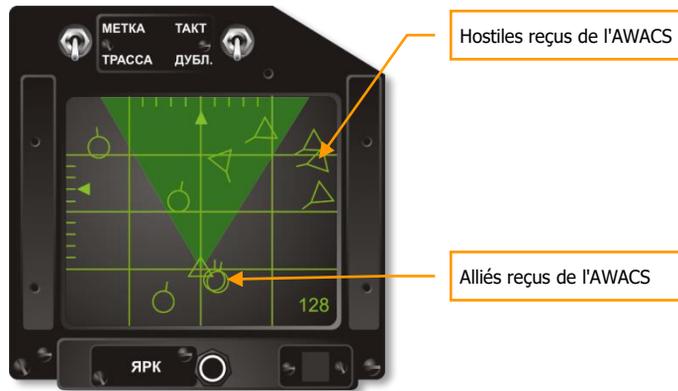
### 3-26 : Mode СКАН – ДВБ (SCAN – BVR) avec capteur IRST sélectionné

- Le symbole «T» sur le coté gauche du HUD indique que l'IRST est utilisé.
- Le mode de combat sélectionné est affiché dans le coin inférieur gauche.
- Le repère de la cible est affiché en format azimuth-élévation.
- L'angle d'élévation de la zone de balayage est affiché au centre droit du HUD.

Comme les RWR ennemis ne peuvent pas détecter le laser de télémétrie utilisé par l'IRST, ce capteur rend possible les attaques «furtives». Pour ce type d'attaque, seuls les missiles à autodirecteur infrarouges peuvent être utilisés.

## Liaison de Données Numérique

Les Su-27 et Su-33 sont équipés d'une radio permettant de recevoir directement les informations de ciblage partir de capteurs distants (appareils A-50 AWACS et radars de veille au sol), sans utiliser les communications vocales. Le poste de commandement transmet la situation tactique aux chasseurs, et ces données sont affichées en vue de dessus sur le HDD afin d'améliorer la compréhension de la situation tactique par le pilote. Cet affichage tactique montre la position de tous les aéronefs détectés par les capteurs distants, en utilisant la position de notre avion comme référence. La liaison de donnée est activée dès que le radar est allumé une première fois (touche [I]). Elle reste active tant que des AWACS ou des stations radar au sol amis sont disponibles dans la mission. La liaison de données reste active et les cibles continueront à être affichées sur le HDD, même si le radar embarqué est éteint.



### 3-27 : HDD avec liaison de données de l'AWACS

Il faut noter que certaines cibles détectées par l'AWACS apparaissant dans la zone triangulaire vert foncé peuvent ne pas être détectées par le radar de bord si elles sont en dehors de ses limites d'élévation. Le radar du chasseur doit être contrôlé à l'aide de la VTH.

## Travail en Environnement Compliqué par les Contre-Mesures

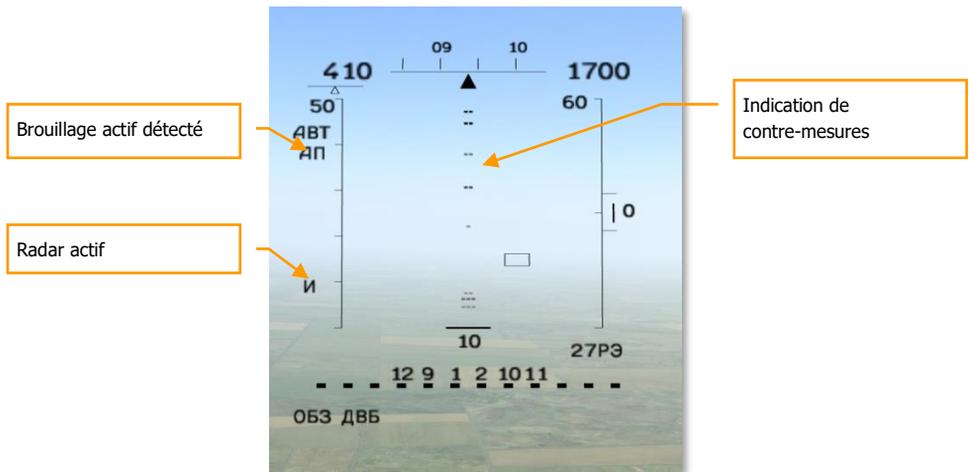
En environnement compliqué par des contre mesures, lorsque l'ennemi utilise un brouillage radar passif et / ou actif, le mode TWS ne peut pas être utilisé. Il faut utiliser le mode SCAN à la place. En cas de fortes contre mesures radio-électroniques, le radar ne peut pas déterminer la distance de la cible. Dans ce cas, une rangée verticale de repères de cible clignotants apparaît dans la VTH au gisement du brouilleur. La détection de l'ECM dans la zone de balayage radar fait également apparaître le symbole «АП» (brouillage actif) sur le côté droit de la VTH. Il est toutefois possible de verrouiller le radar en direction du brouilleur actif (AOJ - Angle Of Jam) et de lancer des missiles à guidage semi-actif (SARH) qui, dans ce cas, se guideront passivement sur l'émetteur en mode «home on jam» (HOJ).

Le verrouillage AOJ se fait en déplaçant le curseur par les touches [;], [,], [.), [/] sur la rangée de repères clignotants et en appuyant sur la touche [Entrée]. Le radar du chasseur va alors pointer en direction de la source de brouillage et la verrouiller. La distance de la cible affichée sur la VTH lors d'un verrouillage AOJ n'est pas mesurée par le radar mais estimée par le pilote (par ex. en fonction des indications reçues à la radio). La valeur affichée par défaut est de 10km. Si la distance de la cible communiquée au système dépasse la distance maximale de lancement du missile sélectionné, il faut alors la réduire manuellement ([CtrlID - -]) jusqu'à ce que le symbole «П» apparaisse, ou que le surpassement d'autorisation de tir soit activé ([AltG - Z]).

Il faut noter que l'utilisation de missiles contre des cibles utilisant un brouillage est difficile car sans l'information de distance, il est compliqué de savoir quand tirer, la cible pouvant être hors de la zone de lancement autorisée. De plus, un missile lancé en mode passif a moins de chance de toucher sa cible.

A moins de 25 km d'une cible utilisant un brouilleur, la puissance du radar est suffisante pour passer au travers du brouillage et il indiquera une position précise de la cible, y compris sa distance. L'affichage sur la VTH reviendra en mode SCAN normal, indiquant la distance de la cible.

LE MOMENT OU LE RADAR DU CHASSEUR PEUT RECONNAITRE LA REFLEXION DE SON PROPRE SIGNAL PAR DESSUS LE SIGNAL DE BROUILLAGE ET RECEVOIR L'INFORMATION SUR LE DEPLACEMENT DE LA CIBLE EST APPELE «BURN-THROUGH». LORSQUE LE RADAR COMMENCE A FOURNIR DES DONNEES COMPLETES SUR LA CIBLE MALGRE LA PRESENCE DE BROUILLAGE ECM, IL A «TRAVERSE» L'INTERFERENCE.

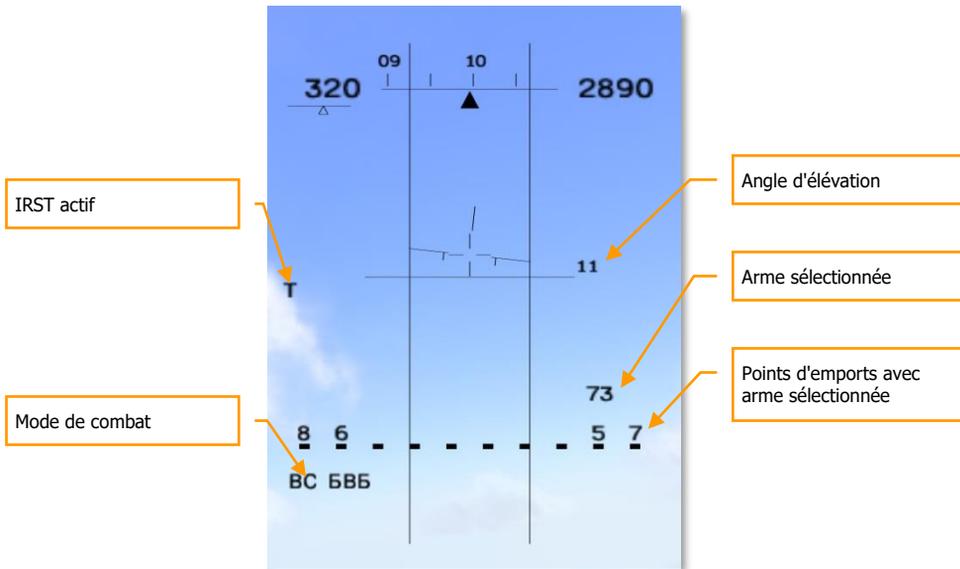


### 3-28 : Mode SCAN avec brouilleur actif

- Une ligne verticale clignotante est affichée dans le gisement de la source de brouillage. Lors de son verrouillage, les informations affichées sur la VTH deviennent similaires au mode STT, avec un repère de distance fixe de la cible.
- L'indication de brouillage actif **АП** est affichée quand des contre-mesures électroniques sont détectées dans la zone de balayage de radar.

## Mode Combat Rapproché - Balayage Vertical (VS)

Ce sous-mode [3] est le mode le plus fréquemment utilisé en combat aérien rapproché. Dans ce sous-mode, la zone de balayage radar ouIRST fait 3 degrés de large et va de -10 à +50 degrés verticalement. La VTH affiche deux lignes verticales indiquant les limites horizontales de la zone balayée. Le verrouillage est automatique quand une cible est détectée dans la zone de balayage commençant au bord inférieur de la VTH et s'étendant au-dessus d'environ deux longueurs de VTH supplémentaires. Le verrouillage est obtenu en manœuvrant le chasseur pour placer la cible dans cette zone de balayage.



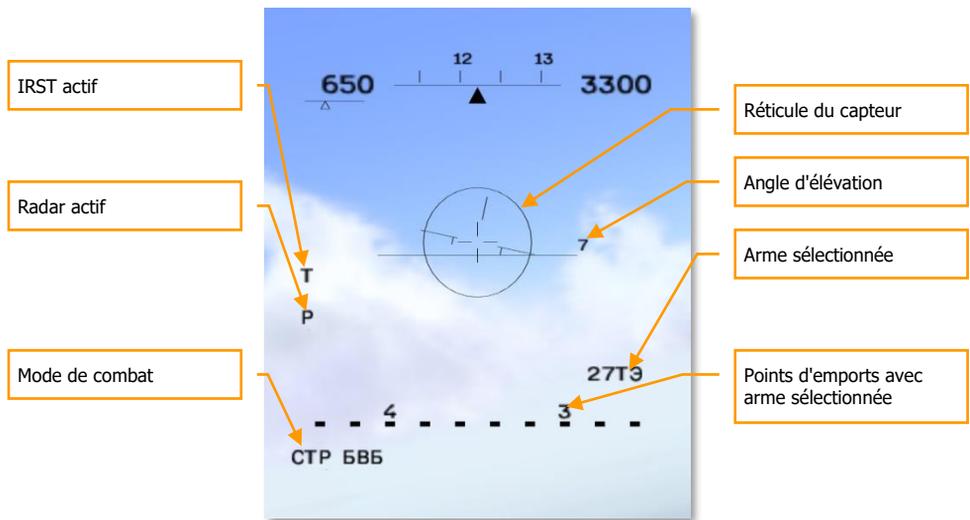
### 3-29 : Mode VS

Le verrouillage automatique prend de 1 à 3 secondes après l'entrée de la cible dans la zone de balayage. Dès le verrouillage l'affichage de la VTH passe en mode attaque (STT).

Le mode balayage vertical active le capteur IRST et sélectionne le missile de combat rapproché R-73 par défaut. Pour lancer des missiles radar à la place, le radar doit d'abord être activé par la touche [I], puis le missile désiré sélectionné par la touche [D].

## Mode Combat Rapproché - ОПТ – ЦРОБ (BORE)

Ce sous-mode [4] est similaire au mode VS, avec pour différence que le capteur ne balaye mais reste fixe dans l'axe de l'avion, avec un cône réduit de 2,5°. Cette zone est affichée sur la VTH sous la forme d'un cercle ayant une taille angulaire de 2,5°. Le verrouillage de la cible s'effectue en plaçant le cercle sur la cible, soit en manœuvrant le chasseur, soit en déplaçant effectivement le cercle sur la VTH avec les touches [;], [L], [·], [/], puis en appuyant sur la touche [Entrée]. Après le verrouillage de la cible, l'affichage de la VTH passe en mode attaque (STT). Ce mode donne une bonne précision de visée ainsi qu'une distance de verrouillage légèrement plus grande qu'en mode VS.

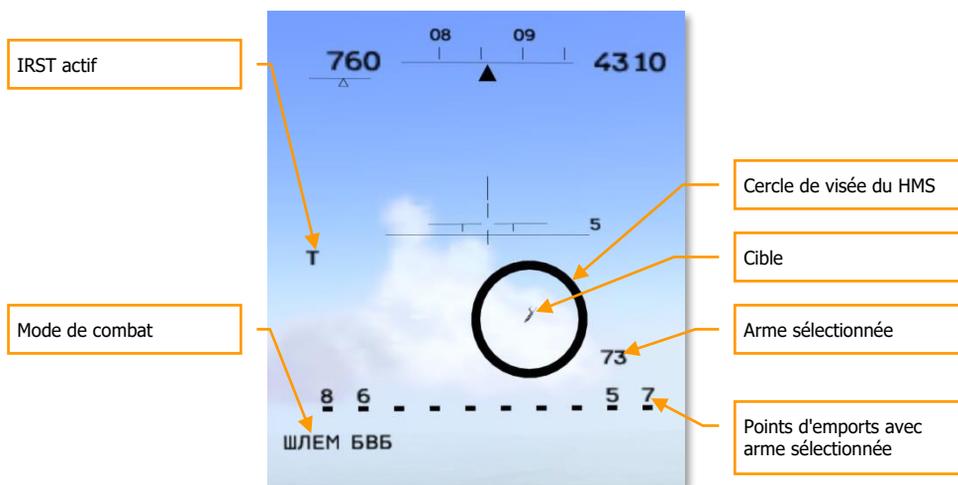


### 3-30 : Mode BORE

Le mode BORE active le capteur IRST et sélectionne le missile de combat rapproché R-73 par défaut. Pour lancer des missiles radar à la place, le radar doit d'abord être activé par la touche [I], puis le missile désiré sélectionné par la touche [D].

## Mode Combat Rapproché - ШЛЕМ (CASQUE)

Ce mode unique, utile pour le duel aérien, est sélectionné par la touche [5]. Le pilote peut pointer ses armes vers la cible avec le viseur de casque Schel-3UM (HMS) simplement en tournant la tête pour la regarder. L'anneau de visée sur l'écran émule le viseur HMS situé en face de l'œil droit pilote. Il peut superposer le viseur sur la cible en la regardant. Le viseur n'est pas un symbole de la VTH restant au centre de l'écran lorsque le regard en sort. Ce mode est utilisé en combat rapproché pour obtenir un avantage pour le lancement de missiles guidés, car le HMS permet le verrouillage et le lancement de missiles avec des angles de visée importants, sans avoir à diriger le chasseur vers la cible. Après avoir verrouillé la cible en la plaçant dans l'anneau de visée et appuyé sur la touche [Entrée], si tous les critères de lancement sont satisfaits, l'anneau se met à clignoter à une fréquence de 2 Hz, indiquant LA «lancement autorisé». Si la cible se déplace hors des limites angulaires du cardan de l'autodirecteur du missile, un X apparaît sur l'anneau.



### 3-31 : Mode casque

La symbologie de la VTH passe en mode STT une fois la cible verrouillée.

Utiliser le système de vue «padlock» est très efficace en combinaison avec le mode HMS. D'abord, verrouillez votre vue sur la cible avec **[NUM DEL]**, ensuite sélectionnez le mode HMS **[5]**. Le cercle de visée du casque sera placé sur la cible et il ne restera plus qu'à la verrouiller par la touche **[Entrée]**.

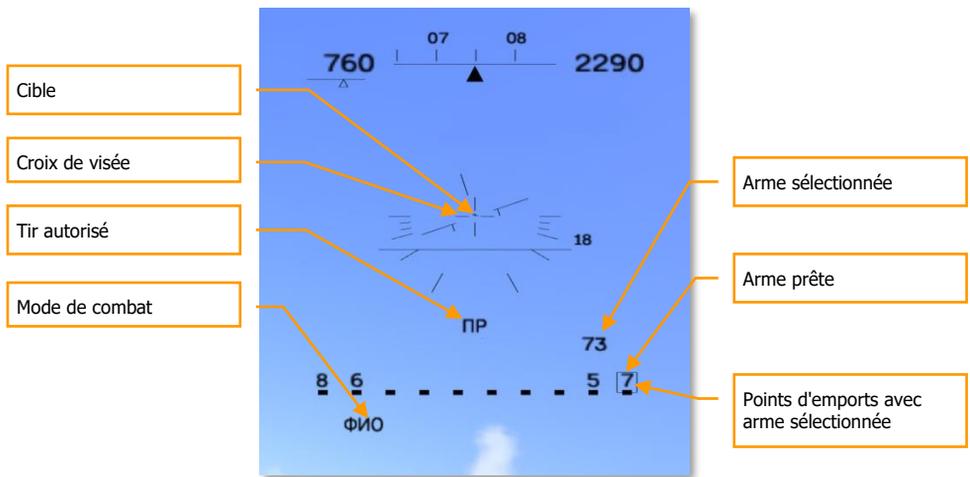
## Фи0 (Fi0) – Visée Longitudinale

### Mode de Combat Rapproché

La visée longitudinale Fi0 (Fi-Zero) est un mode de secours en cas de panne du système de contrôle des armes (WCS), des capteurs radar et IRST. Il est sélectionné par la touche **[6]** et ne peut être utilisé qu'avec des missiles à guidage radar actif (ARH) ou infrarouges (IRH), capables de se verrouiller sur une cible indépendamment des systèmes de capteurs embarqués du chasseur. Dans ce mode, le capteur du missile, qui a un cône de 2° comme champ visuel, est utilisé pour verrouiller la cible. Il faut manœuvrer l'avion pour placer la croix de visée sur la cible. Le symbole **LA** apparaît dès que le capteur du missile a verrouillé la cible, quelle que soit sa distance. Le pilote doit estimer la distance de la cible à vue pour s'assurer que le missile aura assez d'énergie pour l'atteindre, spécialement en cas de poursuite d'une cible s'enfuyant à pleine vitesse.

L'utilisation de missiles infrarouges (IRH) en mode Fi0 ne va pas déclencher le RWR de l'avion ennemi. Ce type d'attaque peut alors être envisagé comme attaque «furtive». La cible peut toutefois détecter visuellement le lancement du missile.

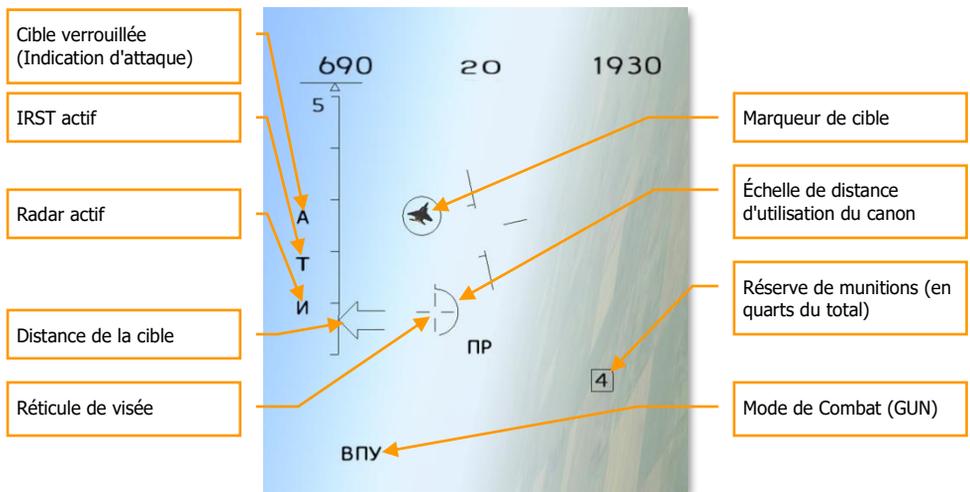
Les missiles à guidage radar actif (ARH) tel que le R-77 ne peuvent être utilisés pour des attaques «furtives» car leur radar de guidage sera détecté par le RWR de la cible.



3-32 : Mode visée longitudinale FiO

## Utilisation du Canon

Le canon embarqué peut être utilisé dans tous les modes de combat aérien. Pour cela, sélectionnez-le en appuyant sur la touche [C]. Si la cible est verrouillée, le WCS va automatiquement entrer en mode de tir calculé par visée optique (Lead Computed Optical Sight - LCOS).



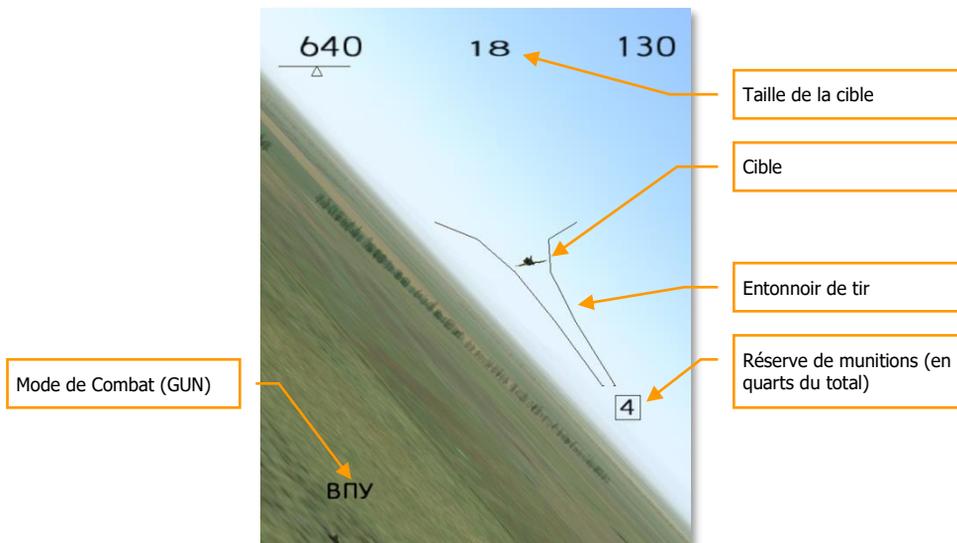
3-33 : Mode de tir calculé par visée optique (LCOS)

- Le réticule de visée (croix) apparaît lorsque la cible est à moins de 1200 mètres.

- L'échelle de distance d'utilisation du canon indique la distance de la cible entre 0 et 1200 mètres.
- La distance de la cible est également indiquée sur l'échelle verticale située sur le côté gauche de la VTH graduée jusqu'à 5 Km.
- L'indicateur de quantité de munitions restantes affiche, en quart, les munitions restantes, de 4 à 1.

Pour un tir efficace, placez le réticule de visée (croix) sur le marqueur de cible et ouvrez le feu en appuyant sur la touche [Espace].

Si les capteurs de visée sont inopérants ou indisponibles, le mode «entonnoir de tir» (Gun Funnel) peut également être utilisé pour viser au canon.



### 3-34 : Mode Canon «entonnoir de tir»

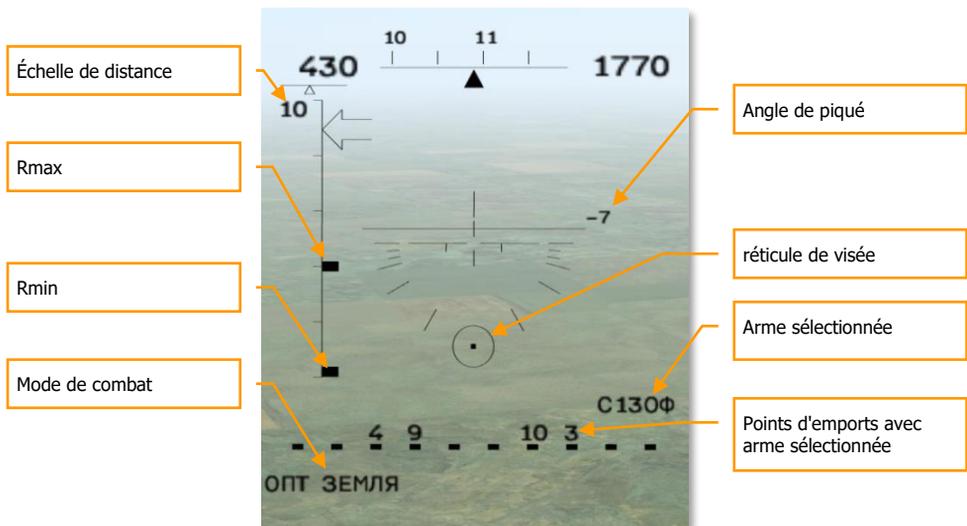
Dans le mode entonnoir de tir, un entonnoir animé est affiché sur la VTH pour indiquer la trajectoire de vol calculée des obus. La distance séparant ses côtés est basée sur le paramètre 'taille de cible' qui est la valeur approximative de l'envergure de la cible. Cette valeur peut être ajustée par incréments de 10 par les touches [CtrlD - -], [CtrlD - +] ou en valeur par les touches [AltD - -], [AltD - +]. La valeur par défaut est de 20 mètres.

Pour un tir efficace avec l'entonnoir, il faut manœuvrer l'avion pour le placer sur la cible de façon que les bouts des ailes de la cible touchent les deux bords de l'entonnoir. Si la taille de cible est correctement réglée, vous aurez une bonne solution de tir. La précision du tir augmentera si votre avion suit les mouvements de la cible, par exemple, si la cible tourne avec un roulis de 30°, vous devriez également faire un virage avec la même inclinaison derrière la cible. L'entonnoir de tir ne peut être utilisé que dans le secteur arrière de la cible.

## Mode Air-Sol

Les chasseurs MiG-29, Su-27 et Su-33 peuvent emporter une variété limitée d'armes air / sol incluant des bombes non guidées et des roquettes.

Le mode GROUND (SOL), touche [7], est utilisé pour délivrer ce type d'armement. La symbologie air-sol s'affiche alors sur la VTH. Le mode nommé ОПТ ЗЕМЛЯ (VISUAL GROUND) apparaît dans le coin inférieur gauche de la VTH et au dessus à droite l'arme choisie. Le principe de visée est similaire pour toutes les armes. Il faut superposer le réticule de visée et la cible et larguer ou tirer l'arme quand le symbole LA (tir autorisé) indique que les conditions de tir sont remplies.



### 3-35 : Mode ОПТ – ЗЕМЛЯ (VISUAL – GROUND)

- L'échelle de distance est affichée en haut à gauche.
- Les repères Rmax et Rmin sont affichés sur l'échelle de distance.
- Le mode choisi «ОПТ ЗЕМЛЯ» est affiché dans l'angle inférieur gauche de la VTH.
- L'angle de piqué est affiché au centre droit de la VTH.
- Le réticule de visée indique le point d'impact calculé de l'arme.

Les armes à forte trainée, telles que les bombes freinées et les conteneurs dispenseurs de sous-munitions ont une trajectoire de largage basse, pouvant amener le réticule de visée en dessous de la limite inférieure de la VTH, même en attaquant en piqué. Dans ce cas, il est préférable d'utiliser le mode de largage CCRP (point de largage continuellement calculé). Ce mode est mieux décrit dans la section «Utilisation de l'armement».

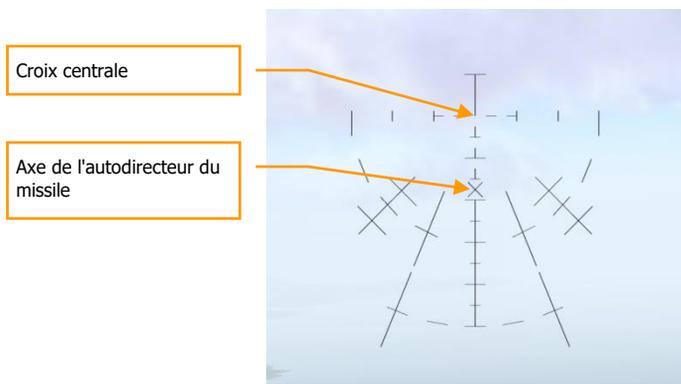
## Réticule

Le réticule fixe n'est pas un mode de combat mais plutôt une image de calibrage pouvant être affichée sur la VTH en appuyant sur la touche [8]. Le système de commande de tir du chasseur reste dans le mode où il se trouvait avant l'appui sur cette touche, mais les indications de la VTH sont remplacées par le réticule fixe.

Le réticule est également un instrument de secours utilisé pour la visée en cas de panne du système de commande de tir.

Le réticule affiché sur la VTH est similaire à un simple collimateur. Le calcul prédictif de la position de la cible pour une visée correcte est effectuée à l'aide des marquages du réticule ou «à vue d'œil».

Le centre du réticule est aligné avec l'axe du canon. L'autodirecteur du missile en mode FI0 est aligné un peu en-dessous du centre de la croix, à la position marquée «X».



3-36 : Réticule

## Instruments du Cockpit du Su-25

La plupart des instruments du cockpit du Su-25 sont les mêmes que ceux du Su-27 et du MiG-29.



### 3-37 : Tableau de bord du Su-25

1. Poignée de contrôle du train d'atterrissage
2. Incidencemètre (AOA) et accéléromètre («G meter»)
3. Indicateur de vitesse air (IAS)
4. Horizon artificiel (ADI)
5. Horloge de l'appareil

6. Variomètre (VVI)
7. Machmètre
8. Jauge carburant
9. Récepteur d'alerte radar SPO-15 «Beryoza» (RWR)
10. Voyants d'avertissement (tableau des pannes)
11. Panneau d'état de l'armement
12. Panneau du WCS
13. Indicateur de trainées
14. Distance jusqu'au point de navigation
15. Radio altimètre
16. Altimètre barométrique
17. Indicateur de situation horizontale (HSI)
18. Tachymètre (tours par minute ou RPM)
19. Indicateurs de températures inter-étage de turbine
20. Panneau RSBN (système de navigation courte portée)

## Indicateur IAS – TAS

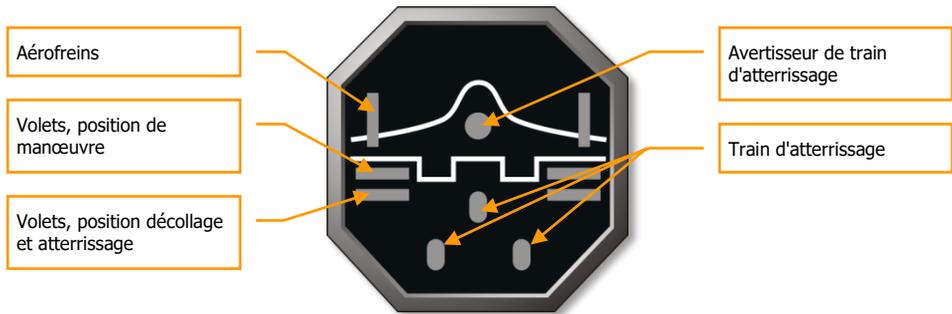
La jauge IAS-TAS indique la vitesse air vraie (TAS) sur l'échelle interne et la vitesse air indiquée (IAS) sur l'échelle externe. Les échelles de vitesse vont de 0 à 1100 km/h.



3-38 : Jauge IAS- TAS du Su-25

## Indicateur de Trainées

L'indicateur de trainées (ou indicateur de configuration des éléments mécaniques) montre la position du train d'atterrissage, des volets et des aérofreins. Si le train d'atterrissage n'est pas sorti ou rentré correctement, une lampe rouge s'allume au centre de l'indicateur.



### 3-39 : Indicateur de trainées

## Indicateur d'Incidence et Accéléromètre

L'indicateur d'incidence (AoA) et l'accéléromètre affichent l'angle d'attaque courant et le facteur de charge. La partie gauche de l'indicateur indique l'incidence en degrés alors que le facteur de charge est affiché sur la partie droite.



### 3-40 : Incidencemètre et accéléromètre

## Horizon Artificiel (ADI)

L'horizon artificiel (ADI) indique l'angle de tangage et de roulis de l'avion. En partie basse se trouve l'indicateur de dérapage. Utilisez le palonnier pour éliminer le dérapage et tenter de garder la bille de l'indicateur de dérapage centrée durant les virages. Sur la façade du cadran se trouvent les indicateurs de roulis et tangage requis pour rejoindre le prochain point de navigation. Lorsque les deux barres jaunes sont en position centrale, l'avion vole suivant la route prévue. Pendant

l'atterrissage, l'indicateur de déviation de plan de descente en forme de W fournit la direction du système d'atterrissage aux instrument (ILS).



3-41 : Horizon artificiel (ADI)

## Indicateur de Situation Horizontale (HSI)

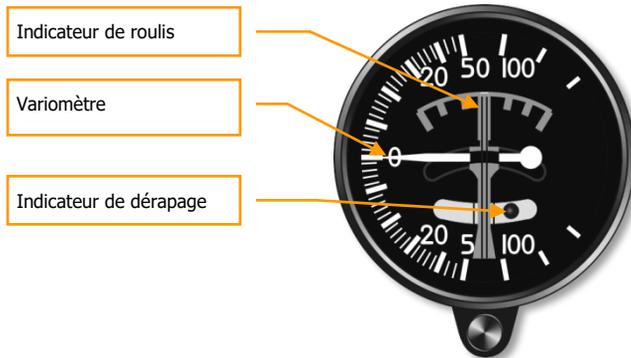
L'indicateur de situation horizontale (HSI) propose une vue de dessus de l'avion par rapport à la route prévue. Le compas tourne de sorte que le cap courant soit toujours affiché en haut. La flèche de course programmée indique le cap requis pour rejoindre le tronçon d'itinéraire prévu et la flèche d'orientation indique le gisement du point de navigation sélectionné. Les barres du localisateur et du plan de descente de l'ILS sont au centre



3-42 : Indicateur de situation horizontale (HSI)

## Variomètre (VVI)

Le variomètre mesure la vitesse verticale de l'avion, par ex. son taux de montée ou de descente. L'indicateur de dérapage présent est un instrument de secours de celui de l'horizon artificiel. L'indicateur de roulis montre le taux de roulis, cette indication n'est qu'approximative.



3-43 : Variomètre (VVI)

## Radio Altimètre

Le radio altimètre indique la hauteur au dessus du sol de 0 à 1500 mètres.



3-44 : Radio altimètre

## Tachymètre

Le tachymètre mesure la vitesse de rotation des deux moteurs. Elle est indiquée en pourcentage de la vitesse de rotation maximale.

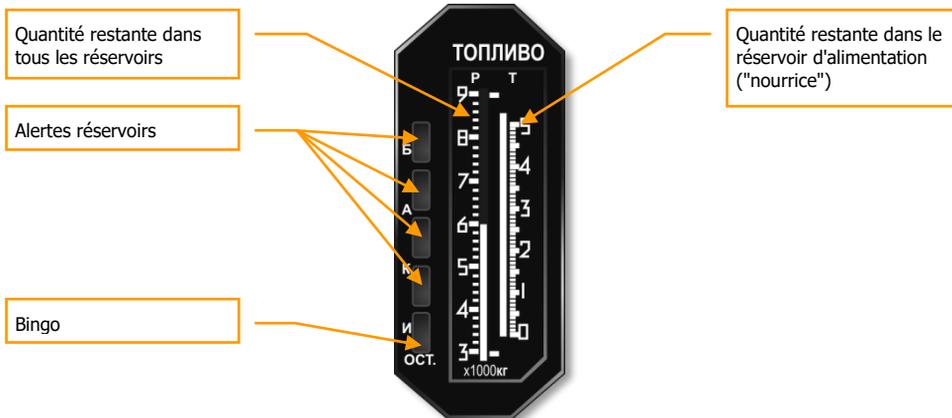


3-45 : Tachymètre

## Jauge de Carburant

La jauge de carburant (P) indique la quantité restante dans tous les réservoirs. La jauge (T) indique le carburant restant dans le réservoir «nourrice».

Si des réservoirs de carburant externes sont transportés, un témoin indique lorsqu'ils sont sur le point d'être vides.



3-46 : Jauge Carburant

## Indicateur de Température Turbine

Les deux indicateurs inter étages de turbines indiquent la température de sortie des gaz des turbines gauche et droite.



3-47 : Indicateur de Température Turbine

## Récepteur d'Alerte Radar SPO-15 «Beryoza»

Le RWS indique les radars illuminant l'aéronef. L'information est présentée sous forme de symboles des types et directions des radars. Six voyants lumineux dans la partie inférieure indiquent au pilote les types de radars éclairant l'avion. Le système indique tous les radars, aussi bien amis qu'ennemis. Des informations détaillées sur le fonctionnement du RWS sont décrites au chapitre correspondant.

## Panneau d'État de l'Armement

Le panneau d'état de l'armement est situé sous la manette des gaz du côté gauche du tableau de bord. Le type, la quantité et l'état de l'arme sélectionnée ainsi que la quantité d'obus restants sont indiqués.



3-48 : Panneau d'état de l'armement

- Les lampes jaunes dans la rangée supérieure indiquent la disponibilité des armes et leur présence sur les points d'emport. Quand une munition est tirée ou larguée, la lampe jaune correspondante s'éteint.
- Les lampes vertes dans la rangée inférieure indiquent l'arme sélectionnée qui est prête à être tirée ou larguée.
- Le type d'armement sélectionné est indiqué dans la partie supérieure droite du panneau :
  - Б** pour les bombes,
  - УР** pour les missiles,
  - НРС** pour les roquettes,
  - ВПУ** pour le canon de 30mm intégré.

- Le nombre d'obus restant est indiqué dans la partie inférieure droite du panneau :  
**K** pour plein,  
**1/2** pour la moitié,  
**1/4** pour un quart.

## Panneau de Navigation Courte Portée

Le panneau de navigation courte portée est utilisé pour sélectionner les modes de navigation. En réalité l'appareil ne peut pas enregistrer plus de 4 aérodromes et 3 points de navigation.

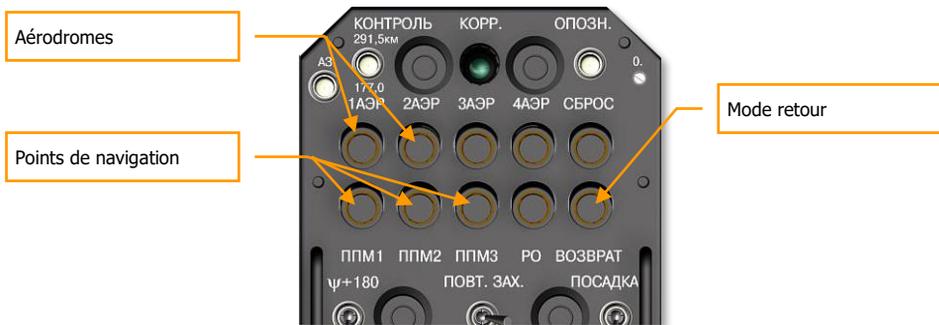
La fonctionnalité du système dans le jeu est légèrement simplifiée. La sélection entre les modes ROUTE - RETURN - LANDING - NO TASK se fait en appuyant sur la touche **[1]**.

En mode ROUTE, l'un des trois boutons de point de navigation est allumé, en fonction de celui actuellement sélectionné. Au delà du troisième point, tous les boutons de point de navigations seront éteints.

En mode RETURN, l'un des trois boutons «aérodrome» sera allumé en plus du bouton de mode Return.

1АЭР – Aérodrome de décollage  
 2АЭР – Aérodrome d'atterrissage

En mode LANDING, un des trois boutons «aérodrome» sera allumé



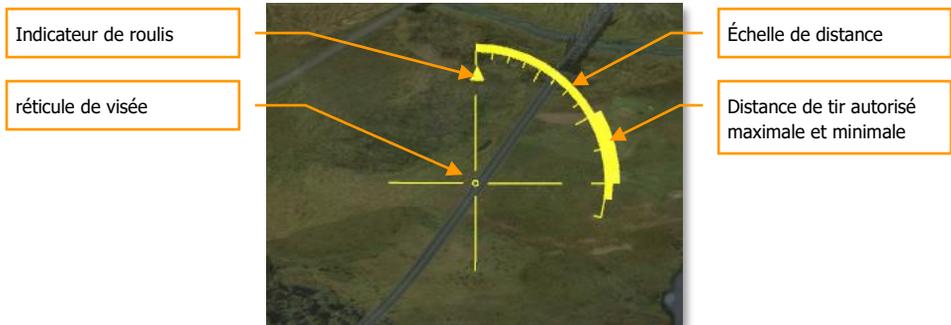
### 3-49 : Panneau de Navigation Courte Portée

En mode NO TASK, tous les boutons sont éteints.

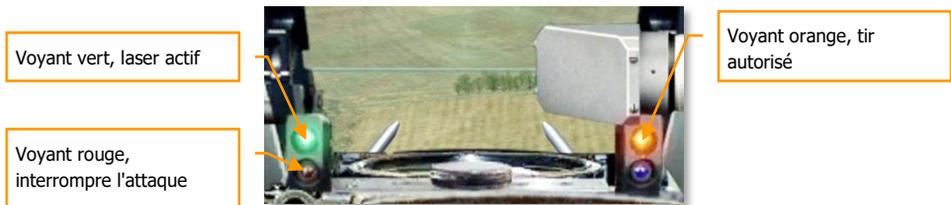
Au démarrage de l'appareil, le système de navigation est en mode NO TASK.

## Viseur ASP-17

Contrairement à d'autres avions de 4e génération, le Su-25 n'a pas de VTH, et le pilote vole à l'aide des instruments du cockpit. Le Su-25 est, cependant, équipé d'un viseur ASP-17 pour utiliser les armes.



### 3-50 : Indications du viseur ASP-17



### 3-51 : Voyants du viseur ASP-17

La symbologie du viseur est assez simple. Un réticule avec croix de visée apparaît au centre. Un arc dessiné en sens horaire à partir du sommet de la croix indique la distance du point central du réticule mesuré par le télémètre laser / désignateur de cible «Klyon-PS» monté dans le nez du Su-25.

Une partie plus épaisse de cet arc indique la plage de tir autorisé pour l'arme actuellement sélectionnée. Au fur et à mesure que l'appareil approche de la cible, l'arc de mesure commence à disparaître, devenant de plus en plus court. Lorsque l'aéronef atteint la distance de tir autorisée et que la longueur de la partie large de l'arc commence à diminuer, une lampe orange située en bas à droite du viseur s'allume pour indiquer que le tir est autorisé. Un petit triangle au sommet du réticule indique également le roulis courant de l'avion. La précision de nombreuses armes du Su-25 est améliorée en réduisant ce roulis à zéro (c'est-à-dire que l'indicateur de roulis doit être aligné avec la partie verticale du réticule).

Trois voyants au bas du montage du viseur fournissent des indications supplémentaires.

Le voyant vert situé en bas à gauche indique que le désignateur de cible / télémètre laser «Klyon-PS» est actif.

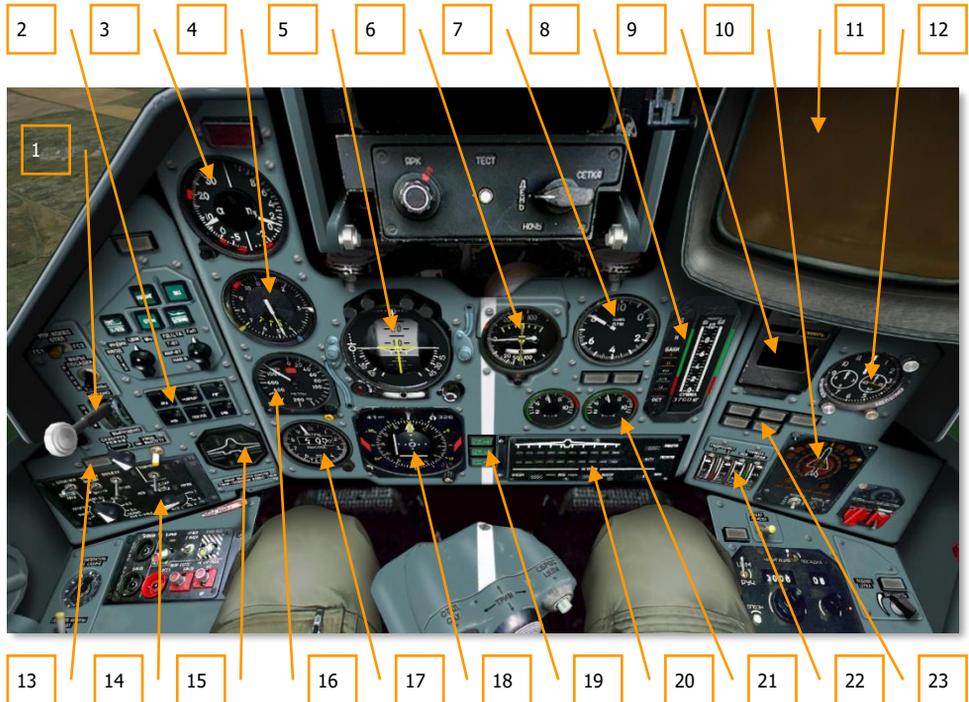
La lampe orange située en bas à droite indique que le lancement, le largage ou le tir d'une arme est autorisé.

Le voyant rouge situé en bas à gauche, sous le voyant vert, indique que l'aéronef est dans la fourchette minimale d'utilisation permise pour l'arme actuellement sélectionnée et que l'attaque doit être interrompue pour une autre passe.

Lorsque des missiles guidés par laser sont sélectionnés, le désignateur peut être déplacé par les touches [;], [:], [;], [;].

## Instruments du Cockpit du Su-25T

La plupart des instruments du cockpit du Su-25T sont les mêmes que ceux du Su-26 :



3-52 : Tableau De Bord du Su-25T

1. Poignée de contrôle du train d'atterrissage
2. Panneau de commande du pilote automatique (ACS)
3. Incidencemètre (AOA) et accéléromètre («G meter»)
4. Indicateur de vitesse air (IAS)
5. Horizon artificiel (ADI)
6. Variomètre (VVI)
7. Tachymètre (tours par minute ou RPM)
8. Jauge carburant
9. Afficheur du système d'auto test «EKRAN»
10. Récepteur / système d'alerte Radar (RWR/RWS) SPO-15 «Beryoza»

11. Écran de télévision (TV) à tube cathodique (CRT) IT-23M
12. Horloge de l'appareil
13. Voyant d'activation du brouilleur infrarouge (IR) «Sukhogruz»
14. Panneau de commandes du système d'arme (WCS)
15. Indicateurs de configurations volets, aérofrein et train d'atterrissage
16. Radio altimètre
17. Altimètre barométrique
18. Indicateur de situation horizontale (HSI)
19. Lampe d'indication du trim au neutre (décollage) en roulis, tangage et lacet
20. Panneau d'état de l'armement
21. Température moteur
22. Manomètres hydraulique
23. Voyants d'alertes

## Panneau de Commandes du Système d'Arme

Le panneau de commande du système d'arme est près du bas du tableau de bord gauche. Entre autres fonctions, il est utilisé pour contrôler les salves d'armes [CtrlG - Espace] et l'intervalle de largage [V].



### 3-53 : Panneau de commandes du système d'arme du Su-25T

Le panneau de commandes du système d'arme comprend :

- l'interrupteur de mode de largage avec les positions ЗАЛП – 0.1 - 0.2 – 0.3 – 0.4 – СЕРИЯ КМГУ-МБД pour les munitions à chute libre, et 0 – ФИКС – ПРОГР à utiliser avec les nacelles canon.
- le sélecteur de taille de salve avec les positions ПО 1 - ПО 2 – ПО 4 – ВСЕ.

Le sélecteur de mode de largage commande la façon dont les armes air-sol sont employées :

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

**0,1 - 0,4** - les armes sont larguées individuellement dans la salve avec l'intervalle sélectionné (en secondes).

**СЕРИЯ КМГУ-МБД** (SSC-MJM SERIES) - mode de largage spécial pour le distributeur de sous-munitions KMGU et le rack d'éjection multiple (MER). Les sous-munitions KMGU sont larguées à intervalles de 2 secondes, les munitions du MER sont larguées à 0,3 seconde d'intervalle, en fonction de la quantité totale spécifiée par le commutateur de quantité de salve.

**0** – canons en nacelles alignés (avec l'axe longitudinal de l'appareil) pour tirer en piqué.

**ФИКС** (FIXE) – l'orientation vers le bas des canons est réglée à une valeur fixe pour des passes de mitraillage au sol en vol en palier. L'angle d'orientation est commandé par les touches **[CtrlD - [ ]** et **[CtrlD - - ]**.

**ПРОГР** (PROGR) - l'orientation vers le bas des canons est commandé automatiquement pour le tir sur une cible désignée avec le télémètre laser embarqué à partir d'un vol en palier.

Le commutateur de taille de salve est commandé par **[CtrlG - Espace]** et sélectionne la quantité de munitions à tirer à chaque appui sur la détente :

**ПО 1 – ПО 2 – ПО 4 – ВСЕ (Unique – Par paires – Quatre à la fois – Toutes)** – Quantité de munitions à larguer.

Notez que même le réglage ПО 1 larguera par paire symétriques les bombes suspendus aux points d'emports les plus à l'extérieur afin d'éviter un déséquilibre excessif de l'appareil. Seuls les quatre points d'emports internes permettent un largage individuel des bombes avec ce réglage.

Le MER largue toujours toutes les armes suspendues ensemble. Il n'est pas possible de commander le largage individuel des bombes depuis les MER du Su-25T.

Suivant l'utilisation des canons embarqués ou en nacelles, la position du commutateur de taille de salve générera un comportement différent :

**ПО 1** (POUR 1) – Canon interne uniquement.

**ПО 2** (POUR 2) – Tir avec une paire de nacelle canons.

**ПО 4** (POUR 4) – Tir de toutes les nacelles canons.

Avec les canons en nacelles sélectionnés, le mitraillage au sol en ligne peut être effectué à partir d'un vol en palier en mode **ФИКС**, en commandant l'orientation des canons avec **[CtrlD - =]** et **[CtrlD - - ]**.

Le mode **ПРОГР** est utilisé pour concentrer le feu des canons en nacelles sur une cible ponctuelle en vol en palier. Pour cela, il faut régler les canons à l'angle souhaité avec **[CtrlD - =]** et **[CtrlD - - ]**, allumer le télémètre laser - **[MajD - O]**, manœuvrer l'avion pour mettre le désignateur sur la cible et maintenir la détente appuyée. Les canons commenceront automatiquement à tirer au bon moment, puis dévieront automatiquement dans le plan vertical pour rester sur la cible.

## Panneau Pilote Automatique (ACS)

Le panneau du système de pilote automatique ACS-8 (ACS) est situé à gauche du tableau de bord. Il indique le mode de fonctionnement de l'ACS et comprend six boutons poussoirs lumineux.

Les modes ACS disponibles sont :

- Suivi de route et atterrissage,
- Guidage en combat,
- Maintien d'attitude (conserve tangage et roulis courant),
- Maintien de l'altitude barométrique,
- Maintien de l'altitude barométrique et de l'angle de roulis,
- Mode de mise en palier d'urgence,
- Maintien de l'altitude radar avec évitement automatique du terrain,
- Mode surpassement temporaire.



### 3-54 : Panneau ACS

Les modes de maintien d'attitude et / ou d'altitude tentent de maintenir l'attitude et / ou l'altitude courante de l'appareil au moment où ils sont engagés.

Dans tous les modes sauf pour «mise en palier d'urgence», «suivi de route» et «atterrissage», l'ACS est limité à  $\pm 60$  degrés de roulis et  $\pm 35$  degrés de tangage. Lorsqu'une de ces limites est atteinte, il se désengage et l'appareil revient en contrôle manuel. Les modes ACS ne peuvent pas être engagés au-delà de ces limites.

L'ACS est de plus limité à 15 degrés d'incidence (AOA) et entre 0-3 G, mesurés par ses instruments. Il n'est pas recommandé d'engager le pilote automatique à des angles d'incidence supérieurs à 12 degrés. Si c'est le cas, le pilote devra immédiatement pousser la manette des gaz afin d'augmenter la vitesse air et la poussée.

Le mode de surpassement temporaire est activé en maintenant appuyé [AltG - ~] dans n'importe quel mode de pilote automatique (cela correspond à la détente «SAU» du manche à balai du vrai Su-25T). Ce mode permet un contrôle manuel temporaire de l'appareil, en général pour ajuster l'attitude et / ou l'altitude. Le mode de surpassement a deux particularités dans le mode ACS «guidage en combat» (voir la description de ce mode ci-dessous).

Un appui sur [AltG - 9] désactivera tout mode ACS engagé (cela correspond à la détente «OTKL. SAU» du manche à balai du vrai Su-25T).

- Mode de suivi de route - **AV-МАРШР**. Ce mode est sélectionné en appuyant sur [A] ou [AltG - 6] quand le système de navigation fonctionne en mode «ENROUTE» ou «RETURN». Le pilote automatique suit le plan de vol assigné.
- Mode atterrissage - **AV-ПОСАД**. Ce mode est sélectionné en appuyant sur [A] ou [AltG - 6] quand le mode de navigation fonctionne en mode «LANDING», lequel est automatiquement enclenché à l'approche de la piste d'atterrissage depuis le mode de navigation «ENROUTE» et «RETURN». Le mode ACS «Atterrissage» maintient l'appareil sur le signal de guidage d'atterrissage de la balise de l'aérodrome. L'ACS se désengage

automatiquement lorsque l'altitude passe sous les 50 mètres au dessus du sol (AGL). Si, pour une raison quelconque, l'appareil s'éloigne du signal de guidage d'atterrissage, l'ACS bascule alors automatiquement du mode «Atterrissage» au mode «Palier». Le mode ACS «atterrissage» est normalement désengagé par le pilote pour un atterrissage manuel à partir de 100 - 200 m AGL. Laisser descendre l'appareil à 50 m AGL avec l'ACS engagé n'est recommandé qu'en cas de visibilité réduite, quand la piste est dissimulée par le brouillard.

- Mode guidage en combat - **AY-MAPШП-KB**. Ce mode est sélectionné par appui sur la touche **[A]** ou **[AltG - 6]** lorsqu'une cible ou un point au sol est verrouillé par le système de ciblage de bord «Shkval». Le pilote automatique utilise le roulis pour diriger l'avion vers le point verrouillé. L'axe de tangage est utilisé pour maintenir l'altitude. En restant appuyé sur la touche **[AltG - ~]** de surassement temporaire **AY-MAPШП**, le pilote ne peut contrôler l'avion que sur l'axe de tangage - l'ACS conservant le contrôle du roulis. Après avoir relâché la commande de surassement temporaire, le pilote automatique ramène l'avion à l'altitude initiale.
- Mode de maintien d'attitude - **AY**. Ce mode est sélectionné en appuyant sur **[AltG - 1]**. Il stabilise les angles de roulis et de tangage en cours.
- Mode de maintien d'altitude barométrique et de roulis - **AY-KB**. Ce mode est sélectionné en appuyant sur **[AltG - 2]**. Il stabilise l'altitude barométrique (ASL) et l'angle de roulis en cours. Il est pratique pour effectuer des virages continus à altitude constante.
- Mode de mise en palier d'urgence - **AY-ПГ**. Ce mode est sélectionné en appuyant sur **[AltG - 3]**. Il ramène l'appareil en vol rectiligne en palier à partir de n'importe quelle attitude initiale. Si l'angle de roulis initial excède  $\pm 80$  degrés, la commande de l'ACS est d'abord appliquée au roulis, puis au tangage. Quand l'angle de roulis est proche des  $\pm 7$  degrés et celui de tangage des  $\pm 5$  degrés, le mode ACS de maintien d'altitude barométrique est activé et le roulis est réduit à zéro.
- Mode de maintien d'altitude barométrique **AY-KB**. Ce mode est sélectionné en appuyant sur **[H]** ou **[AltG - 4]**. Il stabilise l'avion à l'altitude barométrique (ASL) en cours.
- Mode de maintien de l'altitude radar - **AY-PB**. Ce mode est sélectionné en appuyant sur **[AltG - 5]**. Il stabilise à l'altitude radar (AGL) en cours. Dans ce mode ACS, le sous-mode «évitement de terrain» est également actif.

Le sous-mode «évitement de terrain» est engagé à chaque fois que :

- L'altitude AGL en cours mesurée par le radio altimètre est au plus la moitié de sa valeur initiale dans le mode ACS de maintien de l'altitude barométrique, ou
- Le taux de descente mesuré par le radio altimètre dépasse les  $-50$  m/s.

En l'absence d'un point de navigation assigné, d'un signal de guidage d'atterrissage ou d'une cible verrouillée (par exemple sans mode de navigation en fonctionnement), appuyer sur la touche **[Q]** pour engager le pilote automatique engagera le mode de mise en palier d'urgence, allumant le bouton poussoir lumineux correspondant du panneau ACS-8.

Lorsque le vent de travers dépasse les 10 m/s, il est recommandé de désengager le pilote automatique à une altitude radar d'au moins 100 m AGL pour repasser en contrôle manuel.

Dans les modes de navigation «ENROUTE» et «LANDING», les modes du pilote automatique «maintien d'attitude» AY [AltG - 1] et «maintien d'altitude barométrique» AY-KB [AltG - 4] ou «radar» AY-PB [AltG - 5]) sont disponibles. Lorsque l'un de ces modes est activé, les modes ACS «suivi de route» ou «atterrissage» ne peuvent pas être sélectionnés avant que le mode précédent ne soit désactivé par un nouvel appui sur [AltG - 1], [AltG - 4] ou [AltG - 5].

Le mode «Évitement de terrain» est activé automatiquement depuis les modes ACS «maintien d'altitude», «maintien d'altitude barométrique» ou «maintien d'attitude», ainsi que depuis les modes de navigation «ENROUTE» et «LANDING» avec n'importe quel mode maintien d'attitude ou d'altitude (par ex «maintien d'altitude radar», «maintien d'altitude barométrique») activé.

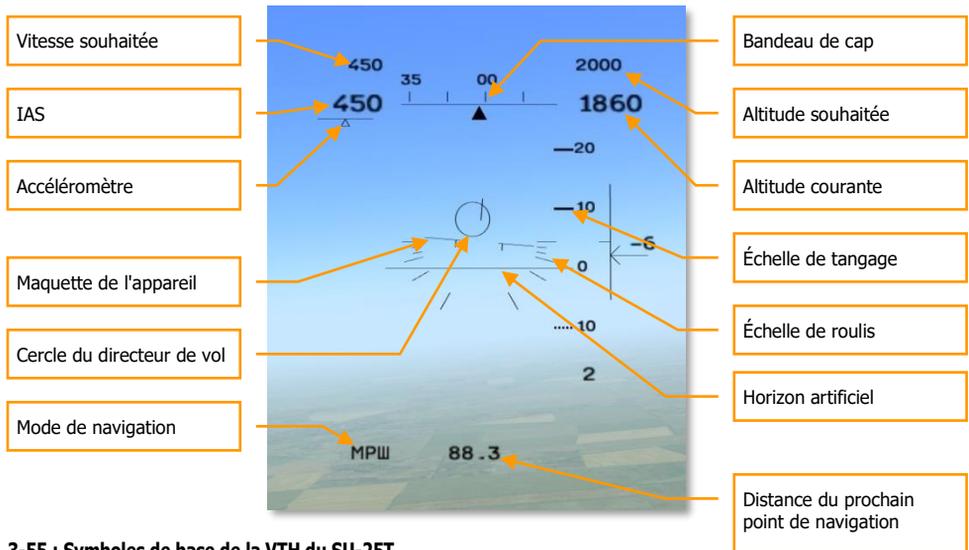
Le mode ACS «mise en palier d'urgence» peut être désengagé en appuyant sur [AltG - 9] ou [Q]. Par conséquent, avec un mode de navigation en fonctionnement, basculer du mode ACS «mise en palier d'urgence» vers «suivi de route» nécessite deux appuis sur la touche [Q].

Dans le mode ACS «guidage en combat», la perte de verrouillage de la cible ou du point au sol pour quelque raison que ce soit provoque l'activation automatique du mode de mise en palier d'urgence.

# Modes de Fonctionnement de la VTH et de la TV du Su-25T

## Symbologie de base de la VTH

Le Su-25T dispose de plusieurs modes de fonctionnement. Certains symboles de base affichés sur la visualisation tête haute (VTH) sont communs à la plupart des modes.



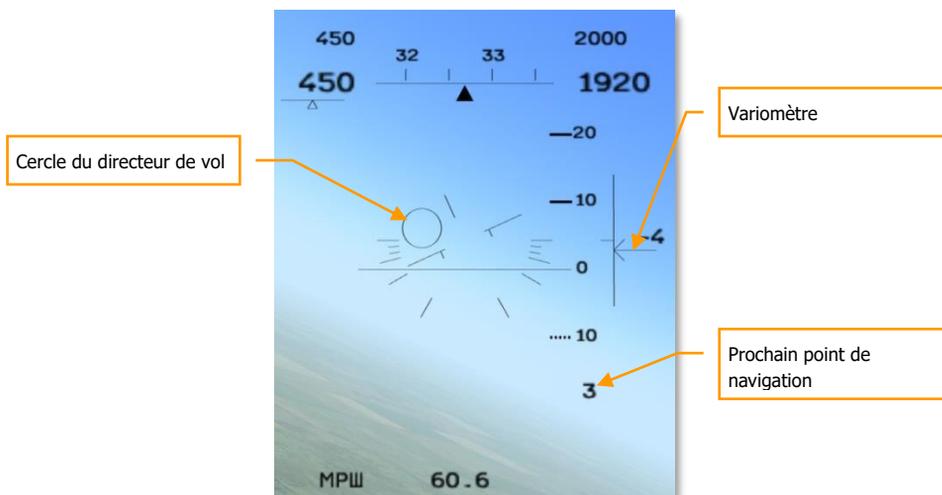
### 3-55 : Symboles de base de la VTH du SU-25T

- La maquette de l'appareil au centre de la VTH bouge pour indiquer le roulis et le tangage de l'appareil.
- Un bandeau de cap s'affiche au-dessus de la VTH. Les repères de ce bandeau indiquent des dizaines de degrés (par exemple «35» correspond à un cap de 350 degrés).
- À gauche du bandeau de cap se trouve la vitesse air indiquée (IAS). La vitesse requise pour le prochain point de navigation (en fonction du sous-mode en fonctionnement) est directement affichée au dessus de l'IAS.
- Un accéléromètre est affiché au-dessous de l'IAS sous la forme d'une barre d'échelle et d'un marqueur triangulaire. Un marqueur vers la droite du centre indique l'accélération, vers la gauche, la décélération.
- À droite du bandeau de cap se trouve l'altitude actuelle en mètres. À une altitude inférieure à 1500 m au dessus du sol (AGL), l'altitude radar est indiquée avec une précision d'1 mètre. Au dessus de 1500 m AGL, l'altitude barométrique au dessus du niveau de la mer (ASL) est indiquée avec une précision de 10 mètres. L'altitude requise pour le point de navigation suivant (en fonction du sous mode en fonctionnement) est affichée directement au dessus de l'altitude de vol courante.

- Quand l'appareil se trouve sur la trajectoire de vol souhaitée, le cercle du directeur de vol est centré sur la maquette de l'appareil au centre de la VTH. Lorsque l'appareil s'éloigne du plan de vol assigné, le directeur de vol indique la direction qui permet de reprendre le plan de vol
- Un bandeau de tangage est situé à droite de la maquette de l'appareil. Le tangage de l'appareil peut être lu sur ce bandeau par rapport à la maquette de la VTH.
- À droite du bandeau de tangage se trouve un variomètre numérique (VVI). Le taux de montée ou de descente de l'avion entre  $\pm 30$  m/s est indiqué par une flèche et sa valeur numérique. La flèche s'arrête aux limites du VVI et la valeur numérique clignote quand la vitesse verticale excède 30m/s.
- Le mode de navigation en cours est indiqué dans l'angle inférieur gauche de la VTH.
- La distance en km du prochain point de navigation est affichée en bas de la VTH.

## Mode Navigation

La VTH fournit les informations de navigation en route. Il existe trois sous modes de navigation : **MPШ (ENROUTE)**, **B3B (RETURN TO BASE)**, **ΠOC (LANDING)**. Ces sous modes sont automatiquement sélectionnés aux points appropriés du plan de vol assigné et peuvent aussi être cyclés par la touche [1].



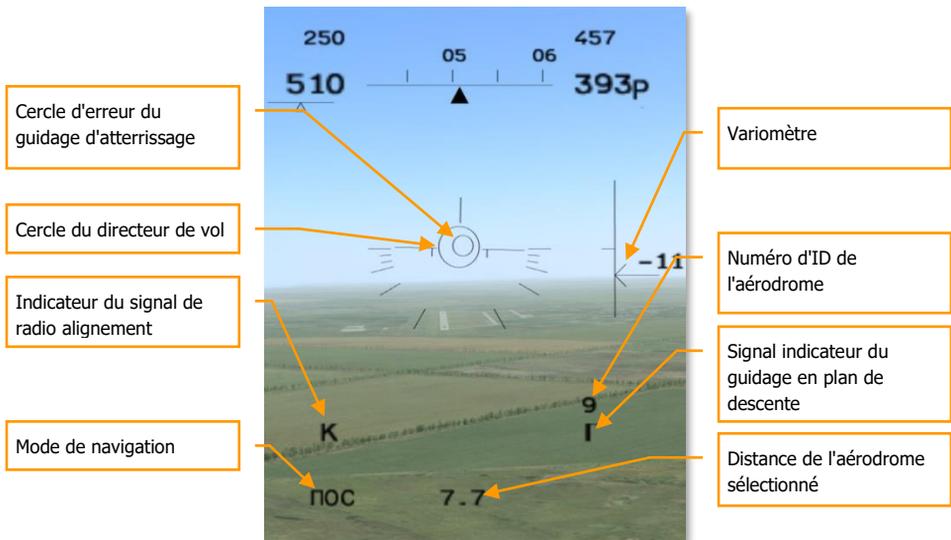
### 3-56 : Sous mode de navigation MPШ (ENROUTE)

- Le sous mode **MPШ (ENROUTE)** affiche un cercle directeur de vol dans la VTH. Il indique la direction vers le prochain point de navigation.
- L'altitude et la vitesse air souhaitées lors du vol vers le prochain point de navigation sont affichées au-dessus de l'altitude et de la vitesse courante sur la VTH.

- Le numéro du prochain point de navigation est indiqué en bas à droite, au-dessous de l'échelle de tangage. La distance du prochain point de navigation est affichée en bas de la VTH. Quand il est atteint, le cercle directeur de vol indique automatiquement la direction du point de navigation suivant et son numéro est incrémenté.

Dans le sous mode **B3B (RETURN)**, le cercle directeur de vol guide le pilote vers le point d'interception du plan de descente de l'approche de la piste.

L'aérodrome d'atterrissage peut être choisi en appuyant sur la touche [CtrlG - ~]. Son numéro d'identification est indiqué en bas à droite, sous le variomètre. La tour de contrôle de l'aérodrome fournit les instructions vocales lorsque l'avion s'approche de la piste.



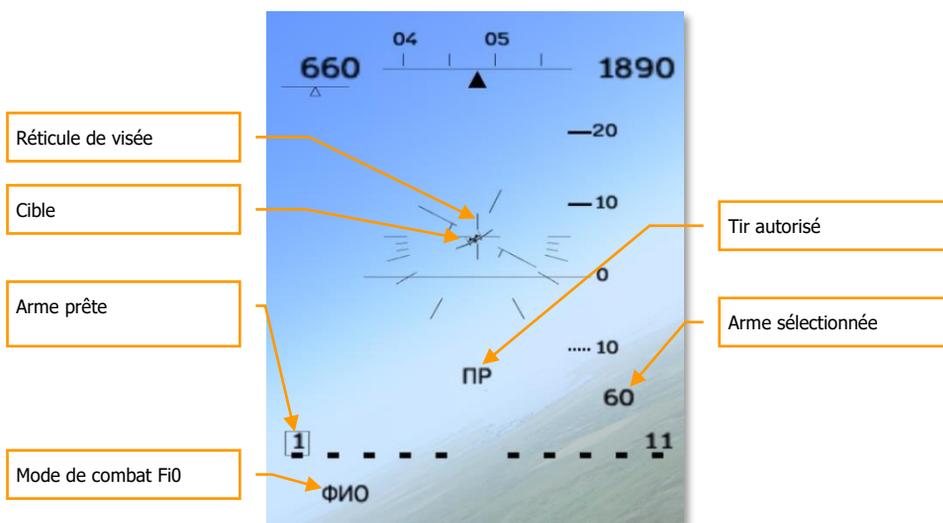
### 3-57 : Sous mode de navigation ПОС (LANDING)

- Dans le sous mode **ПОС (LANDING)**, un cercle d'erreur de guidage d'atterrissage apparaît dans la VTH. L'appareil est sur la bonne trajectoire de descente lorsque les cercles du directeur de vol et guidage d'atterrissage sont tous deux centrés sur la maquette de l'avion.
- Le cercle directeur de vol guide le pilote afin d'intercepter le guidage d'atterrissage souhaité. L'appareil est sur la trajectoire de guidage correcte lorsque les cercles directeur de vol et guidage d'atterrissage sont tous les deux centrés sur la maquette de l'appareil.
- «K» and «Г» indiquent respectivement la réception des signaux de radio alignement de piste et de plan de descente

## Φи0 (Fi0) - Visée Longitudinale - Mode Combat Rapproché

Fi0 (Phi-Zero) est le mode de combat air-air principal du Su-25T à utiliser avec les missiles à guidage infrarouge (IRH). Le principe de visée est très simple - une fois ce mode activé avec les touches [4] ou [6], les missiles R-60 ou R-73 IRH disponibles sont automatiquement sélectionnés et la VTH apparaît tel que montré dans l'image ci-dessous.

L'autodirecteur du missile détecte les cibles à l'intérieur d'un champ de vision conique de 2 degrés, centré directement en avant de l'axe de visée du missile. Le centre du champ de vision de l'autodirecteur est indiqué par une croix de visée sur la VTH. Le pilote vise en manœuvrant son appareil pour placer la croix sur la cible. Le tir est autorisé dès que le missile se verrouille sur la cible, quelque soit sa distance. Du fait que l'autodirecteur ne peut pas mesurer la distance de la cible, le pilote doit l'estimer visuellement avant de tirer, pour s'assurer que le tir est dans les paramètres (particulièrement pour les interceptions en poursuite, quand le missile a besoin de suffisamment d'énergie pour rattraper la cible). Dans une interception en poursuite contre une cible volant à 700 km/h, le R-60 peut être tiré à 1500-2000 mètres, le R-73 à 3000-4000 mètres.



### 3-58 : Mode de visée longitudinal Φи0 (Fi0)

- «Φи0» dans le coin inférieur gauche indique le mode de visée longitudinal.
- Le pilote manœuvre son appareil afin de positionner la croix de visée sur la cible.
- «ПР» indique que l'autodirecteur infrarouge du missile (IRH) 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 R-73 (AA-11 «Archer»).
- La disponibilité et le statut de l'arme sont indiqués le long de la partie inférieure de la VTH. Les missiles R-60 sur les points d'emport n°1 et 11, avec le rectangle clignotant autour du point d'emport n°1 indiquant qu'il est verrouillé et prêt à être tiré.

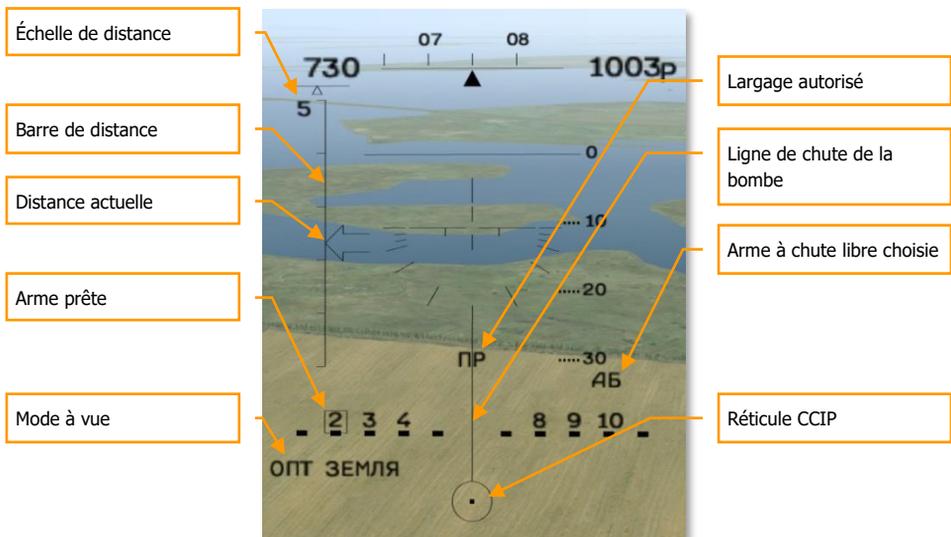
## Mode Armement «Air-Surface»

Le Su-25T peut utiliser de nombreux types d'armes air-sol. Cet arsenal inclut les bombes simples, les bombes à fragmentation (CBU), les bombes guidées (GBU), les distributeurs de sous munitions, les roquettes aériennes et les missiles. C'est l'un des rares appareils de l'armée de l'air Russe qui peut utiliser des armes de précision modernes tels que les missiles antichar «Vikhr» à guidage par suivi de faisceau laser, les missiles à guidage laser et TV Kh-25ML, Kh-29L et Kh-29T, les bombes guidées TV KAB-500KR et les missiles anti-rayonnement Kh-25MPU et Kh-58.

### Bombes à Chute Libre

La catégorie d'armes à trajectoire balistique de type «chute libre» inclue toutes les bombes simples comme la FAB-500, FAB-250, FAB-100, BetAB-500, ODAB-500, les bombes à fragmentation RBK, les distributeurs de sous munitions KMGU, les bombes incendiaires etc.

Pour utiliser les armes à chute libre contre des cibles au sol, le pilote active le mode [7] «ОПТ-ЗЕМЛЯ» (GROUND) et choisit les bombes à chute libre, bombes à fragmentation ou containers avec la touche [D]. La symbologie de bombardement apparaît alors dans la VTH, incluant l'indicateur de mode «ОПТ-ЗЕМЛЯ» en bas à gauche. L'arme sélectionnée est affichée en bas à droite, en-dessous de l'échelle de tangage. Toutes les munitions à chute libre sont désignées «АБ». La procédure de visée et de largage est effectivement la même pour toutes les armes à chute libre : le pilote manœuvre l'appareil pour superposer le réticule du point d'impact calculé en continu (CCIP) sur la cible et, quand tous les critères de largage sont satisfaits, appui sur la détente en réponse au signal «Launch Authorized» (Tir Autorisé) affiché sur la VTH.



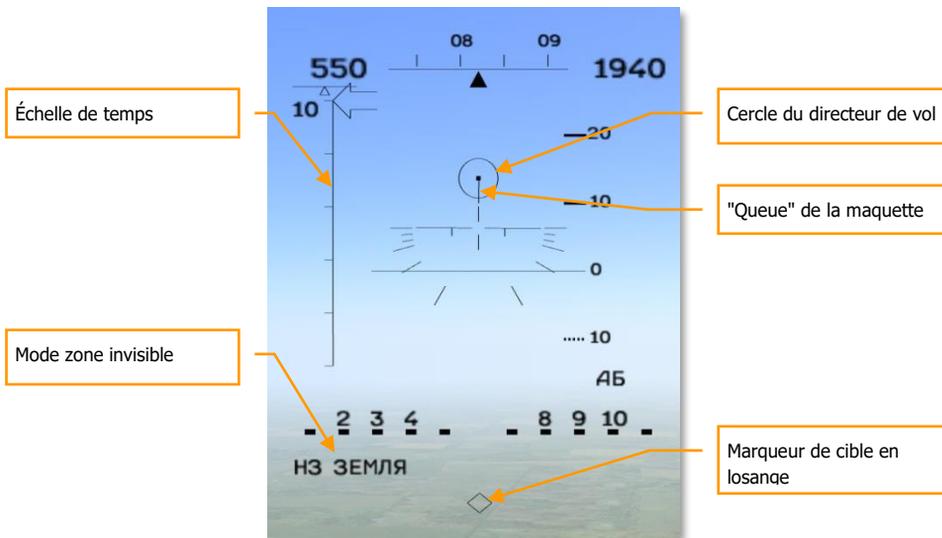
#### 3-59 : Mode de bombardement (CCIP), munitions à chute libre

- Le réticule de point d'impact calculé en continu (CCIP) près du bord inférieur de la VTH indique le point d'impact de la prochaine bombe.

- La ligne de chute de la bombe s'étendant depuis le point d'impact indique la verticale de la terre depuis le réticule
- La munition à chute libre est indiquée par «АБ» sous l'échelle de tangage.
- «Launch Authorized» (Tir Autorisé) indique que toutes les conditions de largage comme la distance, l'altitude et la vitesse sont satisfaites et que l'arme peut être larguée en toute sécurité.
- «ОПТ ЗЕМЛЯ» en bas à gauche indique le mode de bombardement à vue.
- La disponibilité et l'état de l'arme sont indiqués le long de la partie inférieure de la VTH. La figure 3-59 illustre l'affichage quand les bombes sont suspendues aux points d'emport n°2, 3, 4, 8, 9 et 10. Le carré clignotant entourant le point d'emport 2 indique l'arme prête.

Les munitions à forte traînée et les bombes à sous munitions peuvent suivre des trajectoires très infléchies plaçant le point d'impact sous le bord inférieur de la partie visible de la VTH et ce quel que soit l'angle de piqué. Ce faisant, le point de CCIP ne peut pas être positionné à vue sur la cible. Dans ce cas, le point de largage calculé en continu (CCRP) ou mode de bombardement «zone invisible» est utilisé au lieu du CCIP.

Dans le mode CCRP, le réticule est visible à l'extrémité inférieure de la VTH. Le pilote manœuvre l'appareil pour placer le réticule sur la cible, presse la détente et la maintient. Le réticule devient un losange fixe marquant la cible. Un cercle directeur de vol apparaît dans la partie supérieure de la VTH pour aider le pilote à diriger l'appareil vers le point de largage. L'extrémité de la «queue» de la maquette de la VTH doit être maintenue alignée avec le centre du cercle directeur de vol. Le pilote dirige l'appareil en maintenant la détente appuyée jusqu'au largage automatique de la bombe.



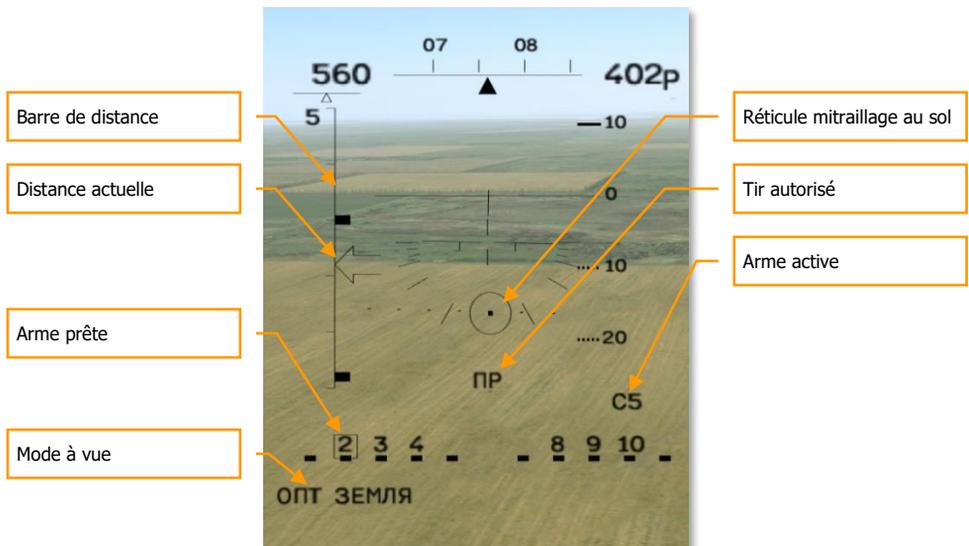
3-60 : Bombardement en chute libre dans la «zone invisible» - Calcul continu du point de largage («H3» ou CCRP)

La barre de distance sur la partie gauche de la VTH devient une échelle de temps, indiquant le nombre de secondes restantes avant le largage automatique de la bombe. La flèche ne commence à se déplacer que durant les 10 dernières secondes. Le succès du largage automatique dépend du suivi strict de la trajectoire de vol assignée avec le facteur de charge correct - l'extrémité de la «queue» de la maquette devant être maintenue au centre du cercle directeur de vol. Quand la flèche de temps restant atteint zéro, les bombes sont larguées et le pilote peut relâcher la détente.

## Mode mitrillage au sol

L'expression «roquette aérienne» est généralement utilisée pour décrire les roquettes et missiles qui ne sont pas contrôlés après le tir. Cela inclut les roquettes S-5 du panier UB-32, les roquettes S-8 du panier B-8, les roquettes S-13 du panier UB-13 et les roquettes lourdes S-24 et S-25. Le NPPU-8 intégré au Su-25T inclut le canon bitube GSh-20 de 30 mm approvisionné à 200 obus.

Les roquettes sont employées en activant le mode [7] «ЗЕМЛЯ» (**GROUND**) et en sélectionnant les roquettes souhaitées avec la touche [D].



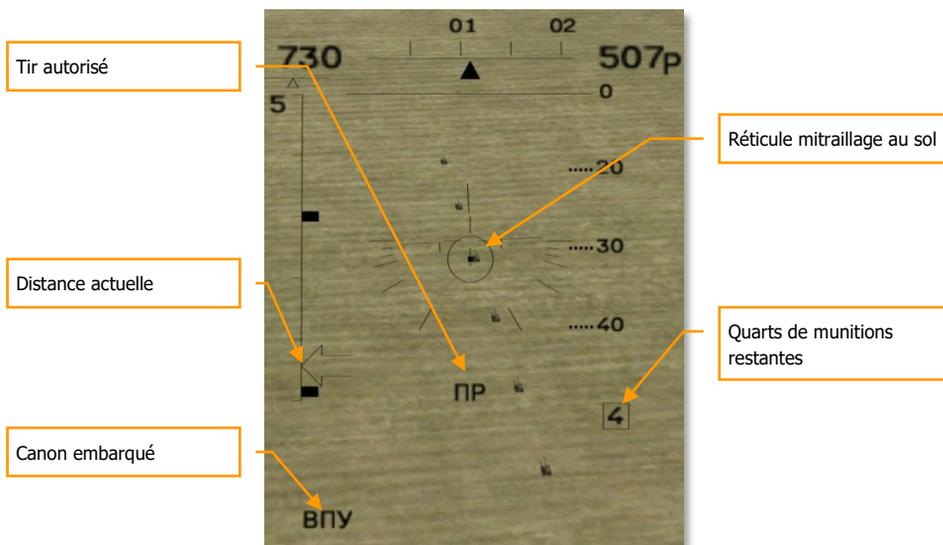
### 3-61 : Mode mitrillage au sol avec roquettes

- Le réticule mitrillage au sol sous la maquette indique le point d'impact de la roquette.
- Le type de roquette sélectionné sera affiché sous l'échelle de tangage. La figure ci-dessus illustre le symbole «C5» pour la roquette S-5.
- Les armes disponibles du type sélectionné sont indiquées le long du bas de la VTH.
- **Le mode ОПТ ЗЕМЛЯ (VISUAL GROUND)** est affiché en bas à gauche.

Pour utiliser les roquettes, le pilote repère la cible visuellement et manœuvre l'appareil dans un piqué léger en plaçant le réticule sur la cible. La distance de tir maximale est atteinte quand la flèche dans

la barre de distance atteint la graduation supérieure et le «Launch Authorized» (Tir Autorisé) est affiché sur la VTH.

Le mitraillage au sol avec le canon interne est fait avec une procédure pratiquement identique. Le canon est sélectionné en activant le mode [7] «ОПТ ЗЕМЛЯ» (VISUAL GROUND) et le canon [C].



### 3-62 : Mode Mitraillage au Sol ВПУ (Canon Interne)

- Le réticule de mitraillage au sol indiquant le point d'impact des obus apparaît sous la maquette.
- La quantité de munitions restantes en quarts est affichée sous l'échelle de tangage. Un chargeur plein est indiqué par un «4», le dernier 1/4 de munitions restant par un «1».
- Le mode «ВПУ» du canon interne est affiché en bas à gauche.

Pour utiliser le canon interne, le pilote repère la cible visuellement et manœuvre son appareil dans un piqué léger, plaçant le réticule sur la cible. La distance de tir maximale est atteinte lorsque la flèche dans la barre de distance atteint la graduation supérieure et que le «Launch Authorized' (Tir Autorisé) est affiché sur la VTH.

## Frappe de Précision

Les armes de précision «intelligentes» incluent le missile antichar «Vikhr» à guidage par suivi de faisceau laser, les missiles Kh-25ML et Kh-29L guidés laser, le missile à guidage TV Kh-29T et la bombe à guidage TV KAB-500KR. Les bombes et missiles utilisant le guidage TV sont considérés comme «tire et oublie» (fire and forget) car se dirigeant de façon autonome sans besoin du support de l'appareil lanceur après le largage. Les armes à guidage laser et à suivi de faisceau laser

nécessitent que la cible soit illuminée par le laser embarqué durant tout le temps de vol de l'arme (TOF).

L'utilisation d'armes de précision est rendue possible par les systèmes de ciblage embarqués «Shkval» I-251 (TV de jour uniquement) ou de la nacelle «Mercury» (LLTV pour les opérations de nuit). L'image de ces systèmes est affichée sur l'écran TV IT-23M en haut à droite du tableau de bord du Su-25T.

Les armes de précision sont utilisées en sélectionnant le mode [7] «ЗЕМЛЯ» (GROUND) et en activant le «Shkval» [O] ou la nacelle «Mercury» [CtrlD - O]. La VTH apparaîtra tel qu'illustré ci-dessous :



### 3-63 : VTH avec système de ciblage «Shkval» ou «Mercury»

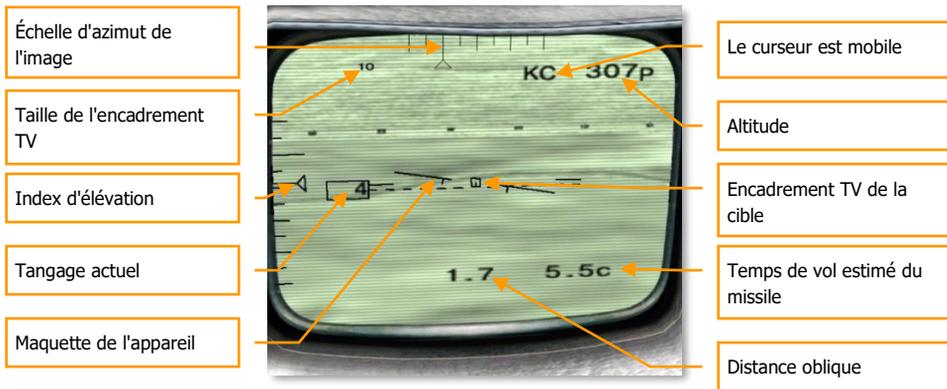
- Le curseur laser circulaire au centre de la VTH indique le centre du champ de vision affiché sur l'écran TV et peut être déplacé avec les touches [L], [R], [I], [J].
- **TB** (TV) apparaît à gauche de la barre de distance, indiquant que le système de visée «Shkval» est actif (**HTB** (LLTV) indique que le «Mercury» est actif).
- L'arme sélectionnée est indiquée sous l'échelle de tangage. Le schéma ci-dessus illustre le missile antichar 9A4172 «Vikhr» sélectionné. Les missiles Kh-25ML (AS-10 «Karen») sont indiqués par 25MЛ, le Kh-29L (AS-14 «Kedge») par 29Л, le Kh-29T (AS-14 «Kedge») par 29Т, et la KAB-500KR par 500Кр.
- La disponibilité et l'état de l'arme sont indiqués le long du bas de la VTH.
- Le mode **ЗЕМЛЯ** (GROUND) est affiché en bas à gauche.

Une fois le système de visée activé, l'acquisition de la cible se fait en déplaçant le champ de vision du capteur optique avec les touches [1], [2], [3], [4]. L'image est affichée sur le moniteur TV du cockpit. Le curseur laser sur le HUD se déplacera en même temps que le champ de vision du capteur optique.



### 3-64 : Tir de l'ATGM

Une fois le système de visée activé, l'écran TV affiche l'image de la caméra TV, ainsi que les informations de ciblage et d'altitude :

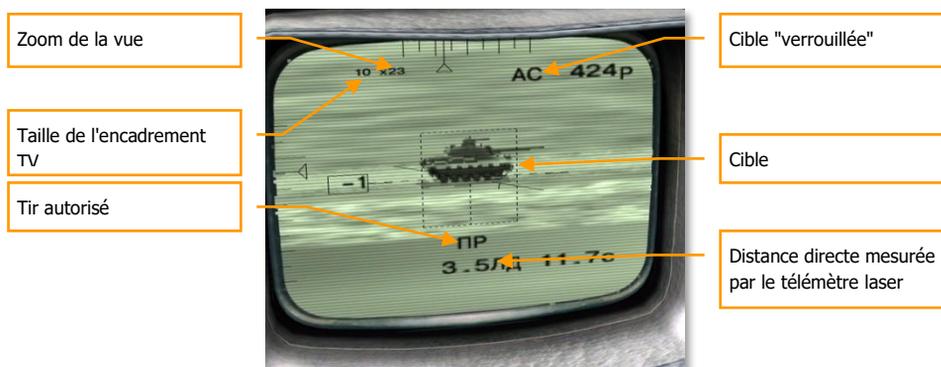


### 3-65 : Affichage de l'écran TV IT-23M durant l'acquisition d'une cible par le système «Shkval»

- L'encadrement TV de la cible dont la taille dépend de la taille prévue de la cible, apparaît au centre de l'affichage.

- La taille de l'encadrement TV de la cible, correspondant à la taille prévue de la cible en mètres, est affichée en haut à gauche. Dans l'image ci-dessus, elle a été réglée à 10 mètres. Les véhicules blindés ont une taille d'environ 10 mètres, un avion entre 10 et 60 mètres et les navires et bâtiments demandent habituellement un réglage à 60 mètres. La cible est automatiquement verrouillée seulement si elle s'inscrit dans la taille du curseur à moins de 5 mètres près. Sauf pour les cibles de plus de 60 mètres qui seront quand même verrouillées avec le réglage maximal de 60 mètres. La taille de cible prévue et du curseur est ajustée avec les touches [CtrlID - ]] et [CtrlID - [].
- Le long des bords supérieur et gauche de l'affichage se trouvent respectivement les échelles d'azimut et d'élévation. La direction de l'image est indiquée par des repères triangulaires. L'échelle supérieure d'azimut est graduée de -40 à +40 degrés. Celle de l'élévation, sur la gauche de l'affichage TV, va de +20 à -90 degrés.
- Le tangage de l'appareil est affiché sur la droite de l'échelle d'élévation de l'image.
- Une maquette de l'appareil similaire à celle affichée sur la VTH est dupliquée au centre de l'affichage TV. Elle informe le pilote sur l'inclinaison de l'appareil lorsqu'il effectue des tâches de ciblage tête basse.
- L'altitude au-dessus du sol (AGL) de l'appareil est indiquée par le radio altimètre dans l'angle supérieur droit de l'écran.
- **KC** en haut de l'affichage, à gauche de l'indication du radio altimètre, indique que le guidage de la vue est en contrôle manuel et qu'aucune cible n'a été verrouillée.
- Le temps de vol estimé en secondes du missile jusqu'à la cible (TOF) est affiché dans le coin inférieur droit. Une fois le missile lancé, ce nombre indique le temps restant avant impact.
- La distance oblique en kilomètres de la cible, mesurée par le télémètre laser, est affichée en bas de l'affichage.

Une fois la cible repérée, le pilote déplace le curseur laser sur elle et le système de ciblage essaie de la verrouiller automatiquement. Pour aider à l'identification de la cible, le champ de la caméra TV peut être zoomé à 23X (0,73°x0,97°) ou à une valeur intermédiaire de 8X. Le zoom est contrôlé par les touches [++] et [--] en trois paliers.



### 3-66 : Cible verrouillée par le système embarqué «Shkval» sur l'écran TV IT-23M.

Une fois la cible à attaquer identifiée, le pilote sélectionne l'arme requise et observe l'échelle de distance maximale de tir sur la VTH. Quand la distance de la cible et les autres critères de tir sont satisfaits, le pilote appuie simplement sur la détente pour les armes à guidage TV (comme les missiles Kh-29T et les bombes KAB-500Kr), soit active d'abord le laser pour illuminer la cible pour les armes à guidage laser (comme les missiles Kh-25ML, Kh-29L et «Vikhr») en appuyant sur **[MajD - O]**.

- Le niveau de zoom courant est indiqué en haut à gauche, à côté de la taille prévue de la cible.
- L'indication «AC» en haut de l'affichage, à côté de l'indication du radioaltimètre, indique que la cible a été verrouillée. Le système de visée corrige automatiquement la direction de la vue dans les limites de  $\pm 35$  en azimut et  $+15$  à  $-85$  degrés en élévation afin de rester pointé sur la cible, compensant ainsi les mouvements de l'appareil et de la cible. La direction de l'axe de visée parallèle à l'axe longitudinal de l'appareil est indiqué par un repère plus long sur l'échelle graduée d'élévation et par un repère central sur l'échelle d'azimut.
- Avec le télémètre laser actif, indiqué par **ЛД** (LASER), la distance directe est indiquée en bas de l'affichage.
- «Launch Authorized» («Tir Autorisé») est affiché au-dessus de la distance directe, près du bas de l'affichage.

Après que les missiles à guidage laser aient touché la cible, il faut désactiver le laser pour le refroidir. Le laser génère beaucoup de chaleur en mode illumination et ne peut fonctionner ainsi qu'un temps limité. Le temps de refroidissement requis est approximativement égal au temps de fonctionnement du laser en illumination. Il s'éteint automatiquement lorsqu'il atteint la température maximale autorisée. Il n'est pas recommandé de l'utiliser pendant plus de 20 minutes par vol au risque de l'endommager. Le symbole **ЛД** clignote pendant que le laser est en train de refroidir.

Les missiles «Vikhr» peuvent être tirés par paires avec un court délai entre chaque missile, augmentant la probabilité de toucher la cible. Leur vitesse supersonique permet aussi d'engager plusieurs cibles dans la même passe.

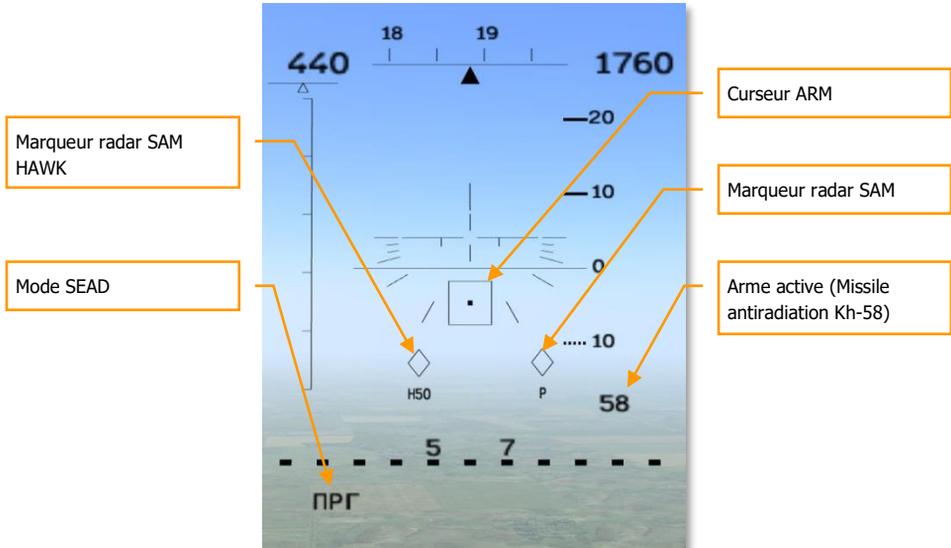
Les missiles «Vikhr» peuvent également être utilisés contre des appareils non manœuvrant comme des hélicoptères et des avions au décollage ou à l'atterrissage. La procédure pour l'acquisition de la cible est la même pour les cibles aériennes que pour les cibles au sol, en prenant en compte que la probabilité de détruire est bien plus basse.

### Suppression des défenses anti aériennes ennemies (Mode SEAD)

Le Su-25T peut utiliser les missiles anti-rayonnement (ARM) Kh-25MPU et Kh-58 contre toute une variété de cibles radio-émettrices incluant les radars de recherche, de suivi et de guidage des missiles sol-air. Comme les émetteurs radio opèrent sur une large bande de fréquences, ces derniers ne peuvent pas tous être ciblés par tous les ARM. Par exemple, la plupart des missiles anti-rayonnements ne peuvent pas être utilisés contre de l'artillerie anti-aérienne mobile (AAA) utilisant des radars courte portée à haute fréquence. Pour plus de détails sur les caractéristiques des missiles ARM et les cibles sur lesquelles ils peuvent être employés, reporter vous au chapitre 6, «Armes Air-Surface de l'armée de l'air Russe».

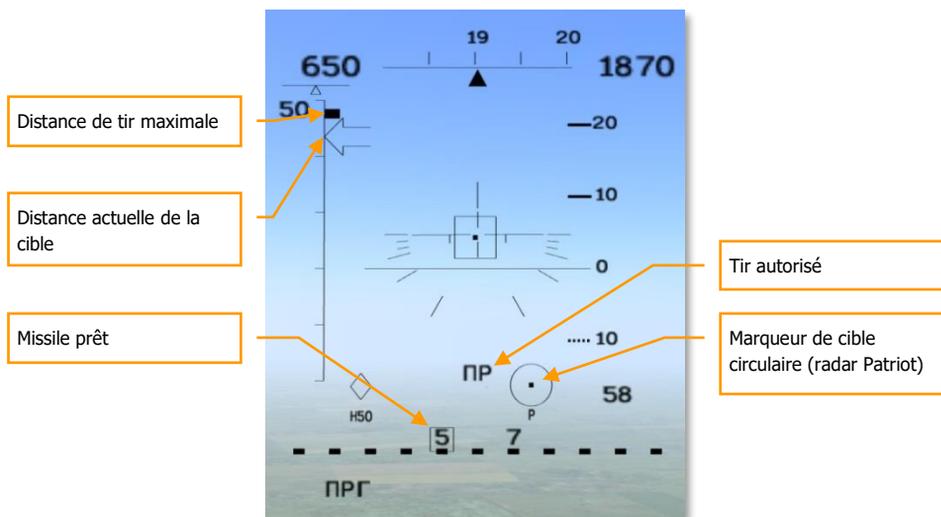
Les missiles antiradars imposent que le Su-25T emporte le pod (nacelle) de commande des ARM L-081 «Fantasmagoria» sous le point d'emport central de l'appareil (point d'emport #6).

Les missiles antiradars sont utilisés en sélectionnant le mode **ЗЕМЛЯ** (GROUND) [7] et en activant la détection radar passive par la touche [I]. Le pilote suit les indications de l'affichage du récepteur d'alerte radar SPO-15 «Beryoza» afin de diriger l'appareil vers l'émetteur cible. Quand il entre dans une zone de balayage de  $\pm 30$  degrés, un marqueur en forme de losange apparaît sur la VTH. Si l'arme sélectionnée est capable de verrouiller et d'attaquer la cible détectée, l'indicateur de son type apparaît sous le marqueur en forme de losange. La VTH apparaît alors comme sur la figure ci-dessous :



3-67 : Suppression des Défenses Anti Aériennes Ennemies (Mode SEAD) Mode Antiradar de la VTH

- Le curseur du missile anti-rayonnement (ARM) en forme de carré sous la maquette de l'appareil peut être déplacé sur la cible par les touches [L], [R], [I], [O].
- L'arme sélectionnée (58 signifie Kh-58) est indiquée sous l'échelle de tangage.
- Le mode SEAD (ППГ pour détecteur anti-rayonnement) est indiqué en bas à gauche.
- Les cibles sont indiquées par des marqueurs en forme de losange sur la VTH. Celles qui peuvent être verrouillées et attaquées par l'arme sélectionnée sont affichées avec un indicateur - P pour un radar SAM «Patriot», H50 pour un radar SAM «HAWK»... etc.



### 3-68 : HUD mode SEAD avec cible verrouillée par le ARM

Quand des marqueurs de cibles sont visibles sur la VTH, le pilote désigne la cible qu'il souhaite attaquer en déplaçant le curseur ARM sur la cible souhaitée par les touches [L], [R], [I], [O]. La cible est alors verrouillée en appuyant sur [Entrée]. Le losange marqueur de cible devient alors circulaire. La barre de distance affiche une flèche indiquant la distance actuelle de la cible et une graduation indiquant la distance maximale de tir.

- La distance maximale de tir est indiquée par un repère sur l'échelle de distance.
- Une flèche indiquant la distance courante de la cible se déplace le long de l'échelle de distance sur la gauche de l'affichage.
- Quand une cible émettrice a été sélectionnée, le marqueur de cible en forme de losange devient rond.
- Quand tous les critères de tir sont satisfaits, la commande «Launch Authorized» (Tir Autorisé) est affichée.
- Un rectangle clignotant autour de l'emport de l'arme #5 indique que le missile est prêt pour le tir.

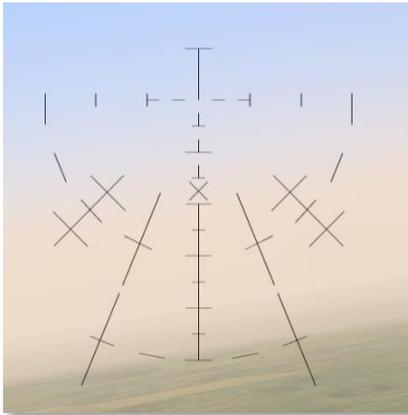
Quand tous les critères de tir sont satisfaits, «Launch Authorized» (Tir Autorisé) apparaît et le pilote presse la détente pour tirer l'arme.

## Réticule de Visée Fixe

Le «réticule» est un mode de secours, habituellement utilisé pour le mitraillage au sol quand le système principal de ciblage est endommagé ou lorsque les données de distance de la cible ne sont pas disponibles. Le réticule possède des échelles calibrées le long des deux axes. Il est utilisé pour viser sur la base des caractéristiques connues de l'arme sélectionnée et des paramètres de vol courants. Le centre du réticule est aligné avec l'axe longitudinal de l'appareil.

Le réticule fixe ou «statique» peut être activé dans n'importe quel mode de combat par la touche [8]. Le mode courant sera conservé mais la VTH sera remplacée par le réticule statique. Le pilote peut afficher ou cacher ce réticule par la touche [8].

Les corrections de visée dans ce mode réticule sont faites par le pilote en manœuvrant son appareil afin de positionner le point d'impact attendu de l'arme sur la cible visée. La croix de visée est placée sur la cible avec l'angle requis. Un tir de barrage au canon ou à la roquette est exécuté à des distances de 200 à 400 mètres.



3-69 : Réticule de visée



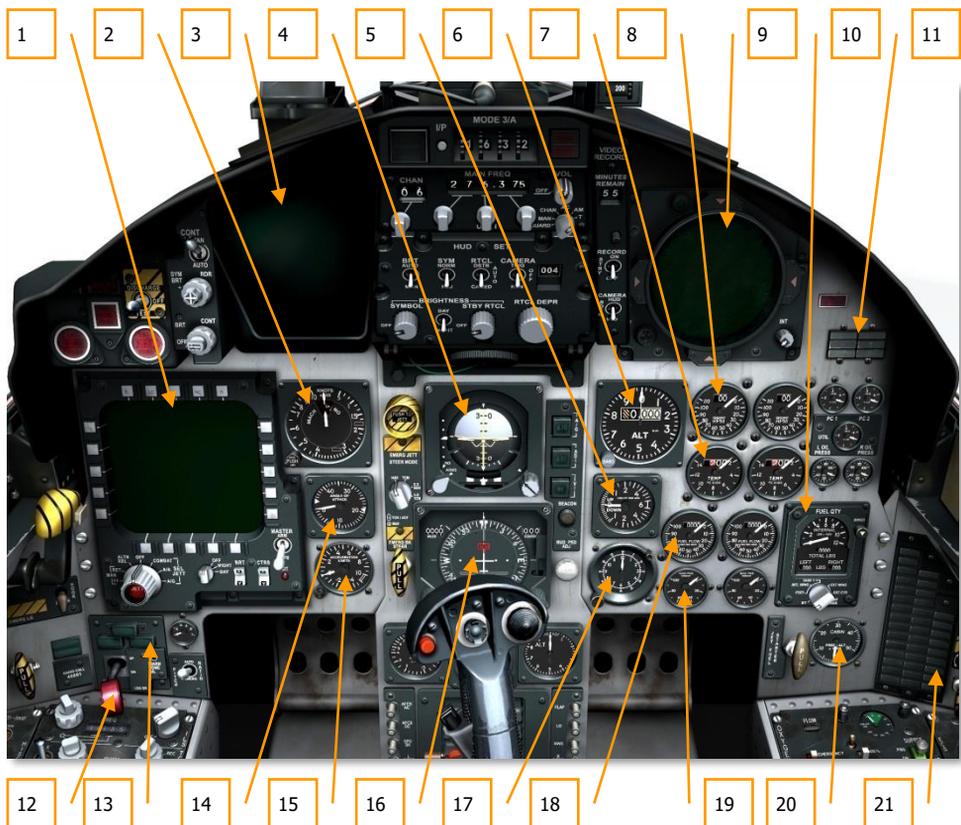
4

# INSTRUMENTS DU COCKPIT DES APPAREILS AMÉRICAINS

# INSTRUMENTS DU COCKPIT DES APPAREILS AMÉRICAINS

## Instruments du Cockpit du F-15C

Le F15-C est un chasseur de supériorité aérienne c'est pourquoi son cockpit est organisé autour de l'écran radar et de l'écran de guerre électronique (TEWS) positionnés un peu en dessous de la VTH. La section inférieure du tableau de bord comprend les instruments de contrôle moteur, de navigation, le panneau armement, la gestion carburant et les contre-mesures.



**4-1 : Tableau de bord du F-15C**

1. Afficheur couleur multifonctions (MPCD)
2. Badin (IAS) et Mach mètre
3. Afficheur de situation verticale (VSD)
4. Horizon artificiel (ADI)
5. Variomètre (VVI)
6. Altimètre
7. Indicateur de température d'entrée de turbine (FTIT)
8. Tachymètres moteurs
9. Écran du TEWS (Tactical Electronic Warfare System, système tactique de guerre électronique)
10. Jauge carburant
11. Voyant de leurres électromagnétiques et infrarouges
12. Manette de train d'atterrissage
13. Indicateur de position du train d'atterrissage
14. Incidencemètre
15. Accéléromètre
16. Indicateur de situation horizontale (HSI)
17. Horloge
18. débitmètres carburant moteur
19. Indicateur de position des tuyères moteurs
20. Altimètre de pression cabine
21. Panneau des voyants d'alerte

## Afficheur de Situation Verticale (VSD)

L'afficheur de situation verticale (VSD), également nommé «écran radar», occupe le coin supérieur gauche du tableau de bord. Il affiche la situation aérienne devant l'avion, détaillant les informations sur les autres appareils détectés par le radar. Les informations développées sur le fonctionnement du radar sont traitées dans le chapitre correspondant.



#### 4-2 : VSD

## Écran d'Affichage TEWS

L'écran TEWS (Tactical Electronic Warfare System) est situé dans le coin supérieur droit du tableau de bord. Il affiche les informations sur les radars balayant votre avion. Ces informations présentées sous forme de symboles indiquent le type et la direction des radars ainsi que l'activité des brouilleurs d'auto-défense. Les informations détaillées sur le fonctionnement du TEWS sont traitées dans le chapitre correspondant.

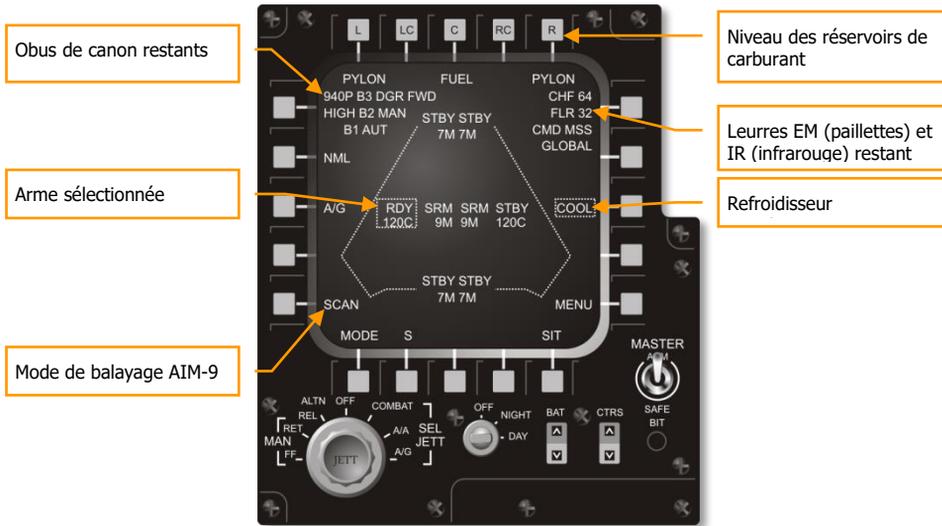


#### 4-3 : TEWS

## Afficheur Couleur Multifonctions (MPCD)

### Panneau de Commande des Armes

Le panneau de commande des armes situé dans la partie inférieure gauche du tableau de bord affiche l'état actuel de l'armement, des contre mesures et le nombre de réservoirs externes.



#### 4-4 : Panneau de commande des armes

Le nombre de réservoir externe est indiqué dans la partie supérieure de l'écran. Les indicateurs «L», «C» et «R» signalent la présence ou l'absence des réservoirs externes en point humide central «C», droit «R» et gauche «L». «FUEL» indique la présence du réservoir, dans le cas contraire c'est «PYLON» qui est affiché.

Dans la partie gauche de l'écran est affiché l'état du canon interne. Le nombre sous l'indicateur spécifie la quantité de munition restante. Durant le tir cette valeur décroît par incréments de 10.

L'indicateur de type de balayage SCAN montre qu'un AIM-9 est sélectionné et fonctionne dans ce mode. Dans la section utilisation de l'armement vous trouverez plus d'informations sur l'emploi de ce mode

Le côté droit de l'écran indique les armes prêtes et le nombre de leurres électromagnétiques (paillettes / «chaff») et infrarouges («flares») restants. Les indicateurs «CHF» et «FLR» montrent la quantité disponible de leurres EM et IR respectivement. L'appareil peut emporter 64 paquets de leurres EM et 32 cartouches de leurres IR.

L'indicateur «COOL» informe le pilote que l'AIM-9 est prêt à être utilisé. Si l'interrupteur «Master arm» est en position «ARM» l'indicateur «COOL» est encadré, le cadre disparaît quand l'interrupteur «Master arm» est remis en position «SAFE».

La partie centrale de l'écran informe sur le type de missiles emportés et leur état de préparation. L'avion dispose de huit points d'emport pour les armes, quatre sous le fuselage et deux sous chaque pylône d'aile. Les missiles «air-air» existent en deux catégories. Différentes versions d'AIM-9 sont désignées par l'indicateur SRM (Short Range Missiles) et différentes variantes d'AIM-7 et d'AIM-120 sont désignées par l'indicateur MRM (Medium Range Missiles). Le type et l'état de chaque missile est inscrit à l'emplacement du pylône correspondant.

Si vous choisissez un missile type MRM, le pylône de l'arme sélectionnée apparaît comme «RDY», toutes les autres stations sont indiquées «STBY».

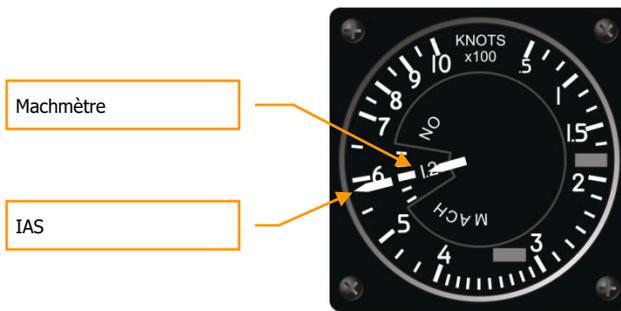
Si vous choisissez un missile type SRM, le pylône de l'arme sélectionnée apparaît comme «RDY», toutes les autres stations sont indiquées «STBY».

Le tableau suivant montre les différents missiles que le F-15C peut utiliser.

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

## Badin (IAS) et Machmètre

Le badin (IAS ou Indicated Air Speed) et Machmètre sont installés à droite du MPCD. Il indique la vitesse air et le nombre de Mach. L'échelle fixe de la vitesse air est graduée entre 50 et 1000 nœuds (knots). L'échelle mobile du Machmètre donne la valeur du nombre de Mach dans les limites de vitesse et d'altitude opérationnelles. Le nombre de Mach commence à être affiché à partir d'une vitesse air de 200 nœuds.



4-5 : Badin et Machmètre

## Incidencemètre (AoA)

L'incidencemètre (ou indicateur d'angle d'attaque AoA) est placé sur le tableau de bord sous le Machmètre. Il indique la valeur courante de l'incidence entre les valeurs limites de 0 et 45 unités. Les valeurs indiquées ne correspondent pas à des degrés réels. Un index matérialise l'AoA requis à l'atterrissage (20-22 unités).



### 4-6 : Incidencemètre

## Accéléromètre

L'accéléromètre indique les valeurs d'accélération positives ou négatives (facteur de charge G) courantes. Les repères montrent les valeurs maximum admissibles positives ou négatives. Cet instrument est indépendant et moins précis que les indications de la VTH.



### 4-7 : Accéléromètre

## Horizon Artificiel (ADI)

L'horizon artificiel se trouve dans la partie centrale du tableau de bord. La sphère rotative indique les angles de tangage et de roulis actuels. L'échelle de tangage est graduée tous les 5 degrés et celle de roulis tous les 10. Sur la partie avant de l'instrument, une barre verticale et une horizontale indiquent l'écart de route de l'appareil par rapport à celle planifiée.



## Altimètre

L'altimètre indique l'altitude barométrique et est gradué par unités de 20 pieds.



### 4-10 : Altimètre

La fenêtre de l'altimètre est un compteur affichant l'altitude actuelle.

## Variomètre (VVI)

Le variomètre (VVI) indique la vitesse verticale de l'appareil. Par exemple le taux de montée en millier de pieds par minute. Quand la flèche de l'indicateur se déplace dans la moitié supérieure du cadran l'appareil monte et à l'inverse quand la flèche se déplace dans la moitié inférieure il descend.



### 4-11 : Variomètre

## Tachymètre

Cette paire de tachymètre indique la vitesse de rotation des moteurs en pourcentage de plein gaz sec. La zone au delà des 100% correspond à la post combustion.



4-12 : Tachymètre

## Indicateur de Température d'Entrée de Turbine

Les deux indicateurs de température d'entrée de soufflante de turbine sont sous les tachymètres et gradués tous les 100 degrés Celsius. La zone avec un liseré blanc est la zone des hautes températures dangereuses pour les turbines.



4-13 : Indicateur de température d'entrée de soufflante de turbine (FTIT)

## Débitmètres Carburant Moteur

Les débitmètres carburant moteur mesurent et indiquent les valeurs actuelles de débit pour chaque moteur mesuré en livres par heure.



4-14 : débitmètres carburant moteur

## Indicateur de Position des Tuyères Moteurs

Ces indicateurs, dans le coin inférieur gauche du panneau des instruments moteur indiquent la position de la tuyère (le taux d'ouverture) de chaque moteur en pourcentage de l'ouverture totale. En postcombustion les tuyères sont complètement ouvertes.



4-15 : Indicateur de position des tuyères moteurs

## Jauge de Carburant

La jauge de carburant indique la quantité de carburant dans les réservoirs de l'appareil. L'aiguille indique la quantité totale contenue dans les réservoirs internes. Les trois indicateurs numériques dans la partie basse de l'instrument indiquent : pour le central la quantité totale disponible (réservoirs internes et externes) et pour les latéraux, la quantité restante respectivement dans les réservoirs externes droit et gauche. La quantité de carburant est mesurée en livres.



#### 4-16 : Jauge Carburant

## Altimètre de Pression Cabine

L'altimètre de pression cabine indique à quelle altitude la pression atmosphérique est identique à la pression cockpit actuelle. En cas de dommage cockpit la pression cockpit va diminuer donc l'altitude indiquée va augmenter. Si la pression cockpit chute à une valeur correspondante à la pression atmosphérique d'une altitude de 10 000 pieds, vous devez redescendre immédiatement.



#### 4-17 : Altimètre de Pression Cabine

## Voyant de Leurres EM et IR

Les voyants de leurres EM et IR signalent le largage des contre-mesures et alerte lorsqu'une quantité minimum est atteinte.



#### 4-18 : Voyant de leurres EM et IR

Le voyant CHAFF clignote 3 secondes lors du largage de leurres EM

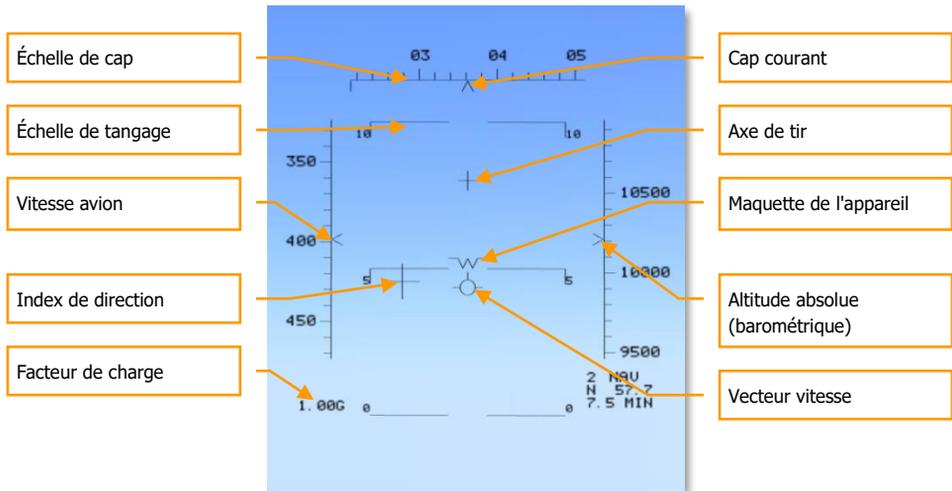
Le voyant FLARE clignote 3 secondes lors du largage de leurre IR.

Le voyant d'alerte MINIMUM s'allume quand la quantité de leurre EM ou IR est basse.

## Modes de Fonctionnement de la VTH (HUD) du F-15C

### Symbologie de base de la VTH du F-15C

Un ensemble de symboles restent inchangés dans les modes opérationnels de la VTH.



#### 4-18 : Symbologie de base de la VTH du F-15C

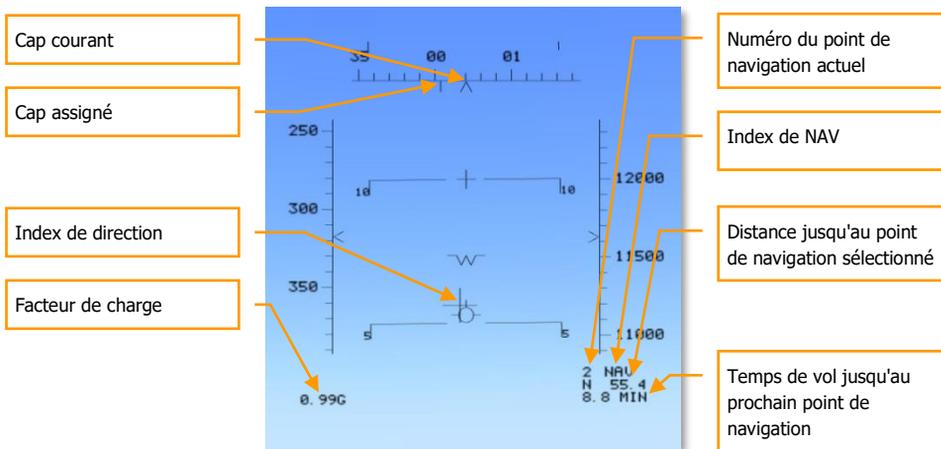
- Au centre de la VTH se trouve une représentation de l'avion «W» indiquant le roulis et tangage de l'avion.
- L'échelle de cap est affichée dans la partie haute du HUD. Le symbole « ^ » sous l'échelle indique le cap actuel de l'avion (par exemple, 04 correspond à 40 degrés).
- Sur l'échelle de vitesse air positionné le long du côté gauche de la VTH la vitesse air de l'appareil est indiquée en nœuds. Les vitesses inférieures à 150 nœuds ne sont pas indiquées. Le symbole « < » sur l'échelle indique la vitesse actuelle de l'avion.
- Sur l'échelle d'altitude positionné le long du côté droit de la VTH l'altitude de l'appareil est indiquée en pieds. Le symbole « > » sur l'échelle indique l'altitude actuelle de l'avion.
- Le vecteur de vitesse total (marqueur de trajectoire) se déplace dans le HUD en fonction des manœuvres de l'appareil. Il indique la trajectoire actuelle de l'avion.
- L'échelle de tangage est placée dans la partie centrale du HUD, et liée au vecteur vitesse. Elle est graduée tous les 5 degrés. En fonction de l'inclinaison, l'échelle s'incline à droite ou à gauche, indiquant la direction du roulis et sa valeur. En fait, elle répète l'indicateur de roulis de l'ADI.

## Mode Navigation

Dans le mode navigation la VTH présente différents types d'informations. Dans le mode principal (NAV) la direction vers le point de navigation sélectionné est indiquée sur le HUD. Dans le mode atterrissage (ILSN), ce sont les informations nécessaires à l'atterrissage qui sont affichées.

### Mode navigation (NAV)

Dans ce mode, la direction du point de navigation sélectionné est indiquée. En complément de ces premières indications, des informations complémentaires sont affichées sur la VTH. Elles incluent :



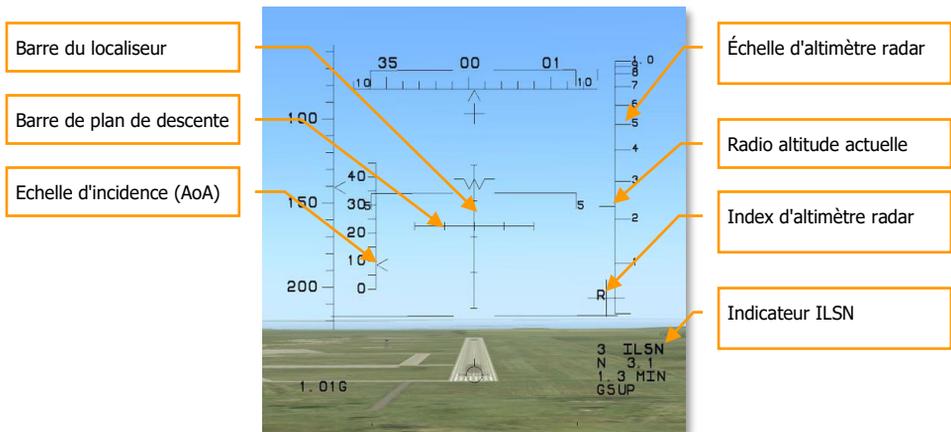
#### 4-19 : Mode navigation de la VTH

- Dans l'angle inférieur droit de la VTH en mode NAV, le mode NAV et le numéro du point de navigation sélectionné sont affichés (2 NAV).
- En plus de l'indication du mode VTH, la distance du point de navigation sélectionné est affichée en miles nautiques. (N 55.4)
- A la fin de ce bloc de données le temps pour rejoindre le point de navigation sélectionné (en maintenant la vitesse actuelle) est affiché (8.8 MIN).
- Dans l'angle inférieur gauche de la VTH, le facteur de charge actuel est affiché.
- Dans la zone centrale de la VTH, l'index de direction est affiché sous la forme d'un «+». Il indique la direction vers le point de navigation sélectionné dans les plans vertical et horizontal. Pour un vol précis vers le prochain point de navigation, vous devez maintenir le vecteur vitesse sur l'index de direction.
- Dans le bas de l'échelle de cap, une ligne verticale représentant le cap assigné s'affiche. Lorsque qu'elle est alignée avec le repère de cap de l'échelle, vous allez directement vers votre point de navigation sélectionné.

## Mode atterrissage aux instruments (ILSN)

Dans le mode ILSN, d'autres informations sont indiquées :

- Dans l'angle inférieur droit de la VTH, l'index ILSN vous informe du mode actuel et du numéro de point de navigation (3 ILSN).
- Dans le coin inférieur droit de la VTH, en dessous du temps jusqu'au point de navigation suivant, se trouve l'indicateur de position du train d'atterrissage. Lorsque le train d'atterrissage est rentré, GSUP est affiché, lorsqu'il est sorti, GDWN.
- À une altitude inférieure à 1000 pieds, le long du côté droit de la VTH apparaît l'altimètre radar gradué en centaine de pieds. Le marqueur d'altitude radar se déplace le long du côté gauche de cette échelle.
- Juste à droite de l'échelle de vitesse une petite échelle d'incidence (AoA) est affichée, elle indique l'incidence actuelle mesurée en unité, pas en degrés. L'atterrissage doit se faire à environ 22 unités.
- Dans la partie centrale du HUD, les aiguilles ou barres ILS, sont affichées. La barre horizontale représente la pente d'approche souhaitée et la barre verticale indique le cap (localiseur). Centrez les barres, et vous suivrez la pente d'approche au cap de la piste.



### 4-20 : Mode atterrissage aux instruments

## Modes de Tir Canon

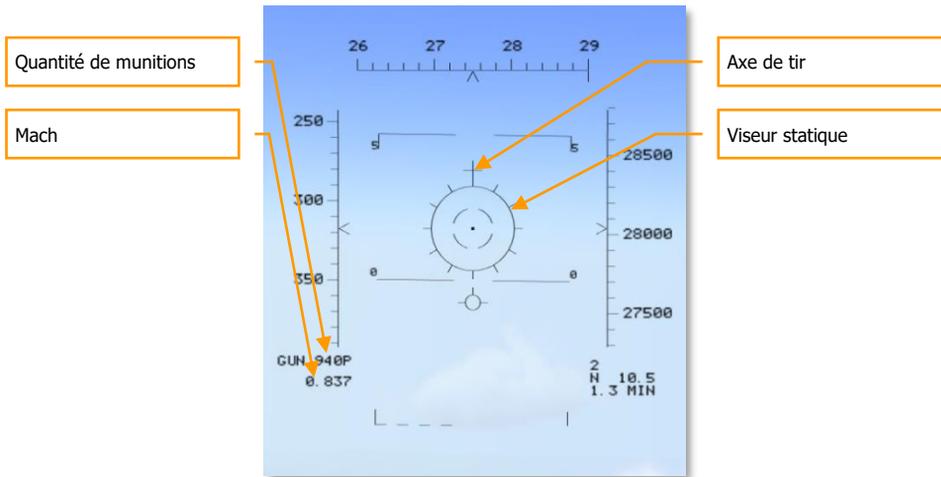
Il existe deux modes de tir canon, l'un nécessite le radar l'autre non.

### Tir sans verrouillage radar

Pour sélectionner le canon M-61, avant de verrouiller la cible, appuyez sur la touche [C].

Dans ce cas la VTH affiche les informations suivantes :

- Sous la croix canon apparait un viseur fixe sous la forme d'un point entouré de deux cercles concentriques.
- L'indication **GUN** apparaît dans le coin inférieur gauche de la VTH. À côté, le nombre d'obus restants est indiqué. L'indication **GUN 940P**, par exemple, signifie que le canon dispose encore de 940 obus PGU-38.
- En dessous des informations sur l'armement, le Mach actuel est affiché.



#### 4-21 : Tir canon sans verrouillage radar

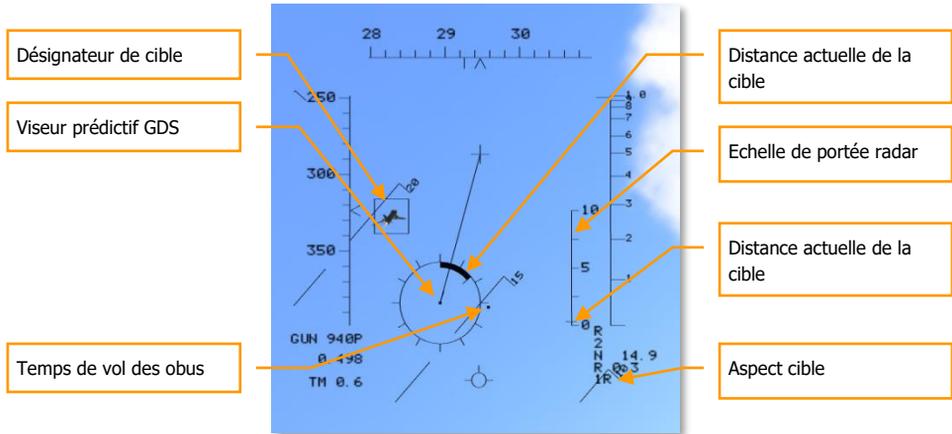
### Viseur prédictif GDS (Gun Director Sight)

Quand une cible est verrouillée par le radar avec le mode de tir canon sélectionné la VTH passe en mode GDS. Le mode GDS du HUD affiche les informations suivantes :

- Autour de la cible verrouillée apparait un repère de désignation (TD) indiquant sa position dans le champ de la VTH. Lorsque le viseur se superpose à la boîte de désignation, celle-ci disparaît.
- Le long du côté droit du HUD une échelle de portée de 0 à 10 nautiques est affichée. Un marqueur glissant verticalement sur cette échelle indique la distance actuelle de la cible.
- Le viseur prédictif GDS indique le point où les obus intercepteront la trajectoire de la cible, pour la toucher vous devez placer le viseur sur celle-ci.
- Le cercle extérieur du GDS indique la distance de la cible. Chaque tiret correspond à 1000 pieds. Au fur et à mesure que la distance diminue, le secteur intérieur décroît en sens inverse des aiguilles d'une montre. Le point indiquant le temps de vol des obus indique également la portée efficace de tir.
- Un indicateur numérique de distance est affiché sur la partie inférieure droite de la VTH. La distance correspond au nombre suivant la lettre R.

- Un indicateur d'aspect de la cible est situé sous l'indicateur de numérique de distance. Il indique l'angle entre l'axe longitudinal de la cible et la ligne de visée. Un T (Tail=queue) est affiché quand la cible s'éloigne et un H (Head=tête) quand elle se rapproche. Le R ou le L correspondent à droite ou gauche de l'aspect de la cible.
- Dans la partie inférieure gauche de la VTH, quatre données s'affichent quand la cible est verrouillée : L'arme sélectionnée, votre vitesse et celle de la cible en Mach et votre facteur de charge.

ATTAQUER UNE CIBLE EN POURSUITE AUGMENTE LA PROBABILITE DE COUP AU BUT



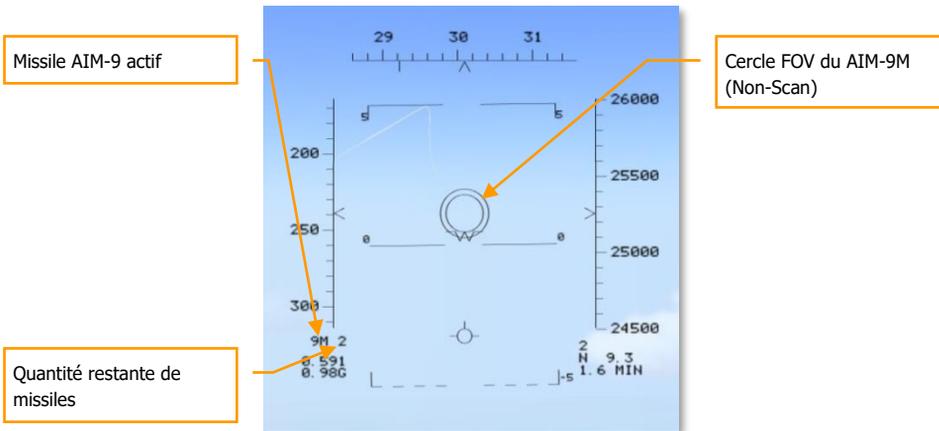
#### 4-22 : Mode canon GDS

## Modes Missile «AIR-AIR» Courte Portée (SRM) AIM-9M Sidewinder

La section suivante traite des modes VTH pour l'emploi du AIM-9M Sidewinder. Le missile à autodirecteur infrarouge (IRH) fonctionne indépendamment du radar. L'autodirecteur peut verrouiller une cible avec ou sans verrouillage radar. Après le tir le missile ne requiert aucune assistance de l'avion lanceur, c'est véritablement un missile «tire et oublie».

### Mode 'dans l'axe' (Non-Scan)

Pour verrouiller les cibles avec juste l'autodirecteur IRH, appuyez sur la touche **[6]** pour le verrouiller. Une fois fait, appuyez sur la touche **[D]** pour sélectionner le missile AIM-9M. Une indication «9M» apparaît sur la VTH lorsqu'il est sélectionné. Un réticule apparaîtra au centre HUD. La position de l'autodirecteur est alignée rigidement sur l'axe longitudinal de l'avion dans ce réticule. Si la cible s'y trouve et que l'autodirecteur a suffisamment de contraste thermique par rapport au fond, vous pouvez verrouiller la cible. Si, cependant, la cible sort du réticule, vous perdrez le verrouillage

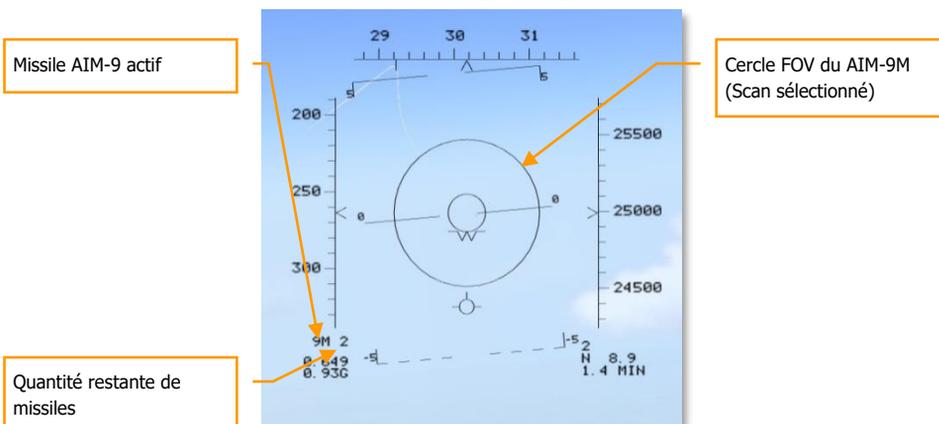


#### 4-23 : Mode «dans l'axe» du AIM-9M

En mode 'dans l'axe', l'autodirecteur même verrouillé ne peut pas suivre la cible en dehors du réticule. Ce mode est utile pour verrouiller une cible spécifique dans un groupe serré.

#### Mode libre (Balayage sélectionné)

L'appui sur la touche [6] alterne entre les modes 'dans l'axe' et 'libre'. Ce réglage est indiqué sur le MPCD. Dans le mode 'libre', deux réticules de diamètres différents apparaissent dans la VTH. Le plus grand représente le champ de vision du missile et le petit où l'autodirecteur est en train de regarder.



#### 4-24 : mode libre (Balayage sélectionné)

Le cercle extérieur du réticule est toujours fixe, il disparaît dès que l'autodirecteur du missile verrouille la cible. Une fois verrouillé, le petit réticule entoure la cible et la suit au travers de la VTH

dans les limites du cardan de l'autodirecteur. Le pilote entend une tonalité aigu de verrouillage lorsque l'autodirecteur du missile commence à traquer la cible.

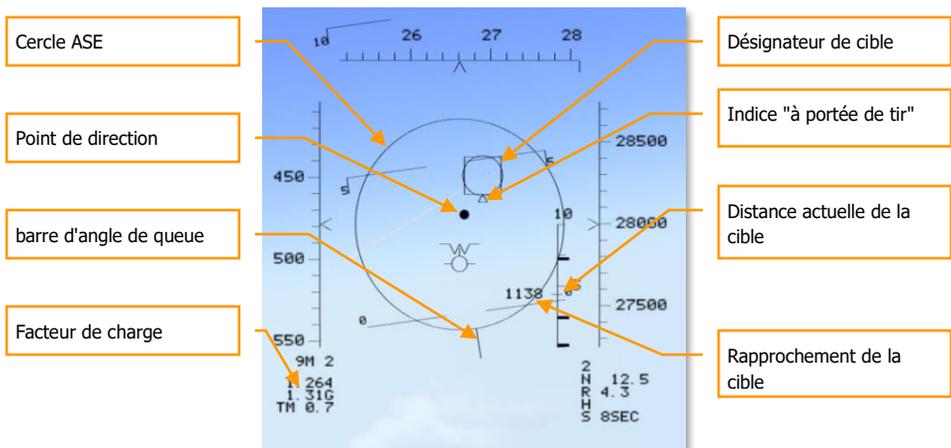
Le verrouillage de cible par l'autodirecteur IRH est une bonne tactique pour des attaques discrètes. L'absence d'émission n'alertant pas le système RWS de votre ennemi, il a peu de chances de détecter votre attaque en secteur arrière et par conséquent de prendre des mesures défensives.

## Mode Asservi Radar

Lors des modes balayage vertical [3] ou ligne de visée [4] en manœuvre de combat (ACM), l'asservissement de l'autodirecteur IRH au verrouillage radar fournit des informations de ciblage complémentaires sur la VTH. Si la distance de la cible est supérieure à 12000 pieds (en dehors de la portée efficace du missile AIM-9M), les symboles et indications suivants apparaissent :

- Le cercle ASE (Angle Steering Error) montre l'erreur de direction maximum admissible. L'erreur de direction est proportionnelle à l'écart du point de direction par rapport au centre du cercle.
- Le cercle ASE montre la zone dans laquelle le point de direction doit se trouver et les limites angulaires pour engager la cible. La taille du cercle augmente quand la distance de la cible diminue ou que l'angle d'aspect augmente. Cela signifie que quand la distance de la cible diminue le missile peut être lancé avec une erreur de direction plus importante.
- la barre d'angle de queue est située sur le cercle ASE. Elle indique l'angle d'aspect de la cible par rapport à votre avion dans une vue en plan. Si elle est située dans la partie supérieure du cercle alors la cible s'éloigne de vous, si elle se trouve dans la partie inférieure elle se rapproche.

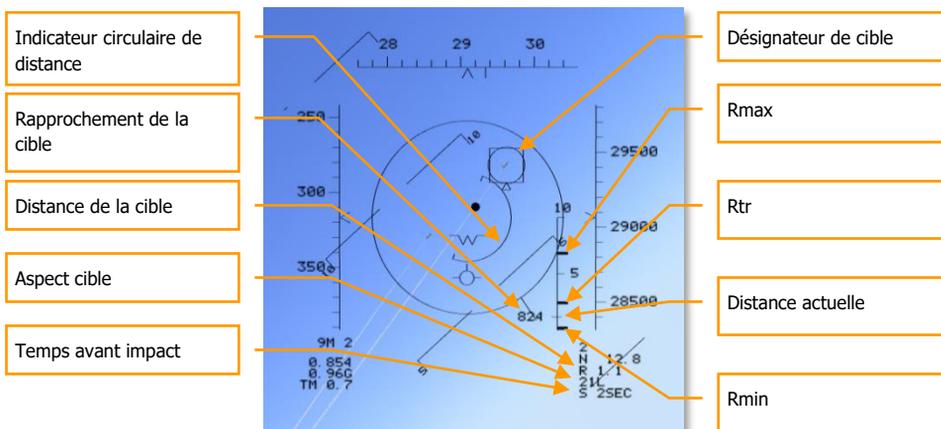
BIEN QUE LE MISSILE AIM-9 SOIT TOUTS ASPECTS, VOUS DEVEZ ATTAQUER LES CIBLES EN SECTEUR ARRIERE, CELA AUGMENTE VOTRE PROBABILITE DE COUP AU BUT «PK» (PROBABILITY OF KILL).



4-25 : Mode STT. Verrouillage radar sur une cible à plus de 12000 pieds

- La boîte de désignation (TD box) montre la position relative de la cible par rapport à votre avion.
- L'échelle de distance de la cible est située le long de la partie droite du HUD et est graduée de 0 à 10 nautiques. Un repère glissant le long de cette échelle indique la distance actuelle de la cible et est précédé d'un nombre indiquant sa vitesse de rapprochement. Il y a également des barres Rmax et Rmin pour le tir de l'AIM-9M. Quand la distance de la cible se trouve entre les barres de portée Rmax et Rmin, elle est dans la zone valide de lancement.
- Des données supplémentaires sont affichées dans le bloc de données de la partie inférieure droite du HUD. La distance en milles nautiques jusqu'à la cible est affichée après le symbole «R». Sous la valeur de distance, l'angle d'aspect cible est affiché. Il indique la différence angulaire la trajectoire de la cible et la ligne de visée. Au bas du bloc de données, le temps d'interception (TTI) est indiqué.

Si la distance de la cible est inférieure à 12 000 pieds, des informations supplémentaires apparaissent sur la VTH:



#### 4-26 : Mode STT. Verrouillage radar sur cible à moins de 12 000 pieds

- L'échelle circulaire de distance apparaît dans le cercle ASE. Lorsque la distance de la cible diminue, l'échelle diminue en sens antihoraire. Un repère de distance minimale de lancement est affiché sur l'échelle. Lorsqu'une cible est à une distance inférieure à ce repère, un grand «X» clignote sur la VTH.
- Au-dessous du TD, un triangle clignotant s'affiche lorsque la cible est verrouillée et dans les paramètres de tir valides.
- Dans la partie inférieure gauche de la VTH, quatre données s'affichent quand la cible est verrouillée : L'arme sélectionnée, votre vitesse et celle de la cible en Mach et votre facteur de charge.

## Mode Missile «Air-Air» Moyenne Portée (MRM) AIM-7M

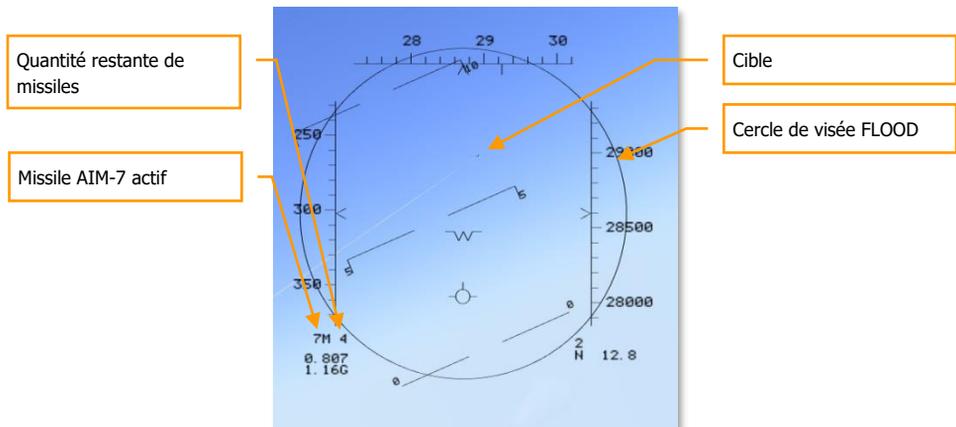
### Sparrow

L'AIM-7M est un des deux type de missile air-air moyenne portée utilisé par le F-15C. Missile à guidage radar semi-actif (SARH) il requiert une illumination constante de la cible en mode STT pendant la totalité du temps de vol.

La VTH utilise la symbologie suivante pour l'AIM-7M :

### Mode Flood

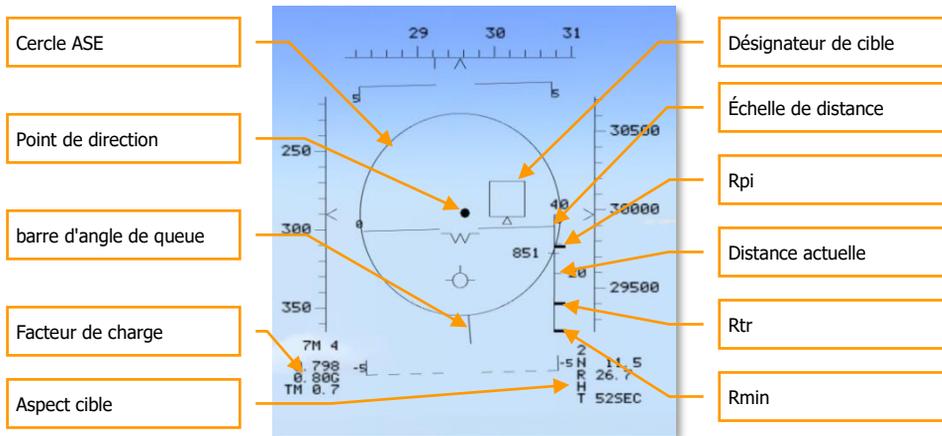
Le mode Flood est le plus souvent utilisé en combat rapprochée lorsqu'un verrouillage radar est impossible. Il est activé en appuyant sur la touche [6] et est indiqué par un grand réticule de 12 degrés sur la VTH. Dans ce mode, le radar émet simplement un faisceau d'énergie stable qui se concentre dans le réticule FLOOD. Lors du tir d'un AIM-7M, le missile tentera d'intercepter une cible dans le réticule et qui réfléchit l'énergie du radar à l'autodirecteur du missile. De ce fait, vous ne devez pas verrouiller la cible au radar avant de l'engager. L'indication du mode «FLOOD» s'affiche sur la partie centrale inférieure de la VTH et sur la VSD. Si plusieurs cibles entrent dans le réticule, le missile tentera d'intercepter la cible avec le RCS le plus important ou la distance la plus proche. Si la cible est trop loin ou sort des limites du réticule, le missile perdra son suivi et continuera en balistique.



#### 4-27 : Mode FLOOD

### Mode Radar de Suivi de Cible

C'est le mode de base en combat longue portée du AIM-7M. Après la désignation de la cible en mode recherche longue portée (LRS, Long Range Search), touche [2], le radar transfère automatiquement toutes les données de poursuite au mode STT (Single Target Track) si la cible est verrouillée. Des informations supplémentaires apparaissent dans la VTH:



#### 4-28 : Mode STT

- La boîte de désignation (TD box) indique la position relative de la cible par rapport à votre avion.
- Le cercle ASE indique la probabilité d'erreur angulaire maximale. Elle est proportionnelle à l'écart du point de direction par rapport au centre du cercle ASE.
- Le cercle ASE montre la zone dans laquelle le point de direction doit se trouver avant le lancement pour frapper la cible avec la probabilité donnée. Le cercle augmente de taille lorsque la distance de la cible diminue, ce qui signifie que lorsque la distance diminue, le missile peut être lancé avec une plus grande erreur de direction. Il est nécessaire, en manœuvrant votre avion, de s'assurer que le point de direction est situé le plus près possible du centre du cercle ASE.
- la barre d'angle de queue est située sur le cercle ASE. Elle indique l'angle d'aspect de la cible par rapport à votre avion dans une vue en plan. Si elle est située dans la partie supérieure du cercle la cible s'éloigne de vous, si elle se trouve dans la partie inférieure elle se rapproche.
- Le long de la partie droite de la VTH une échelle de distance de la cible est affichée. La limite supérieure de l'échelle correspond au réglage actuel de portée radar. Trois barres horizontales sur l'échelle indiquent la portée minimale du missile (Rmin), sa portée maximale sur cibles manœuvrantes (Rtr) et maximale sur cibles non manœuvrantes (Rpi). Le repère coulissant à gauche de l'échelle indique la distance actuelle de la cible désignée précédé d'un nombre indiquant sa vitesse de rapprochement.
- Dans l'angle inférieur droit le bloc de données affiche des informations complémentaires incluant la distance actuelle de la cible en valeur numérique après la lettre **R**.
- Un indicateur d'aspect de la cible est situé sous l'indicateur numérique de distance. Il indique l'angle entre l'axe longitudinal de la cible et la ligne de visée. Un **T** (Tail=queue) est affiché quand la cible s'éloigne et un **H** (Head=tête) quand elle se rapproche. Le «R» ou le «L» avec valeurs digitales correspondent à un aspect droite ou gauche de la cible.

- Sous la boîte de désignation un triangle clignotant s'affiche quand la cible verrouillée est dans les paramètres valides de tir. Ces paramètres valides sont : cible à portée de tir du missile sélectionné et point de direction à l'intérieur du cercle ASE.
- Dans la partie inférieure gauche de la VTH, quatre lignes de données s'affichent quand la cible est verrouillée : L'arme sélectionnée et la quantité restante, votre nombre de Mach et votre facteur de charge et le nombre de Mach de la cible.

RAERO - Distance maximale avec direction optimale, y compris le tir en montée de l'avion. C'est la distance aérodynamique maximale que le missile peut atteindre pour détruire une cible. Elle suppose une cible non manœuvrante à vitesse constante et représente la première opportunité à laquelle une interception de cible peut être calculée.

ROPT - Distance maximale de probabilité d'interception avec guidage optimal. Nécessite que le point de direction soit centré et suppose également une cible non manœuvrante à vitesse constante.

RPI - Distance maximale de probabilité d'interception avec direction actuelle. Suppose une cible non manœuvrante avec une vitesse constante.

RMNVR - Portée maximale contre une cible manœuvrante. Suppose que la cible exécute un virage à plat à 4g, face au missile au moment du lancement.

RTR - Portée Turn and Run. Indique la portée de lancement maximale contre une cible exécutant un virage évasif à 180° lors du lancement. Calculée avec la direction actuelle. Si la direction approche étroitement la direction optimale, le RPI s'approche du ROPT. Lorsque que le point est centré, RPI et ROPT sont identiques.

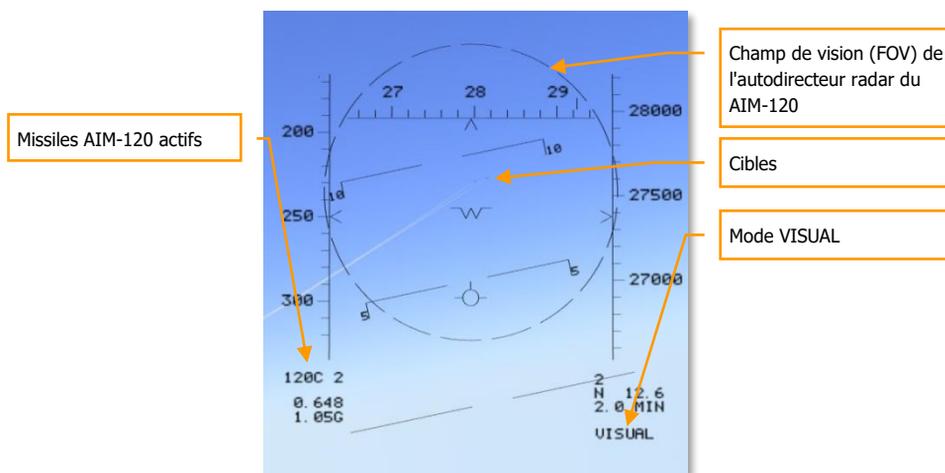
## Modes Missile «Air-Air» Moyenne Portée (MRM) AIM-120

### AMRAAM

Le missile AIM-120 est le missile moyenne portée principal du F15-C. Contrairement au AIM-7M, l'AIM-120 est un missile à autoguidage radar actif (ARH). Quand il est tiré en longue portée le missile utilise d'abord un guidage inertiel corrigé par liaison de données par l'avion lanceur. En course terminale l'autoguidage radar actif se met en fonction et le missile termine l'interception de façon autonome.

### Mode VISUAL

Ce mode d'engagement est utilisé en combat aérien à vue quand un verrouillage radar ne peut être obtenu ou lorsqu'un tir rapide est nécessaire. Avec l'AIM-120 sélectionné comme arme active, appuyez sur la touche [6] pour entrer en mode visuel. Ce mode permet le tir d'AIM-120, surnommés «Slammers», sans utiliser le radar de l'avion pour verrouiller la cible au préalable. Il est à noter que pour verrouiller une cible avec l'autoguidage radar du missile elle doit être à moins de 10 nautiques et se trouver dans la représentation du champ de vision (FOV) de l'autoguidage du missile affiché sur le HUD.



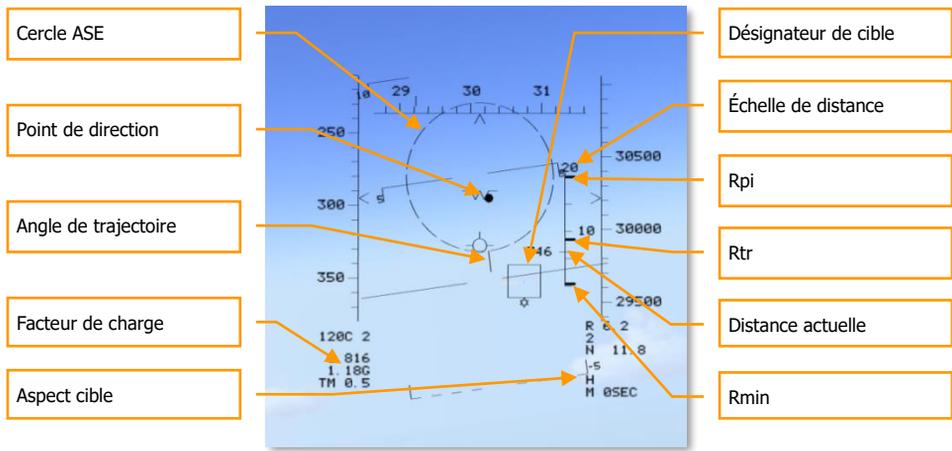
#### 4-29 : Missiles AIM-120 en mode VISUAL

L'indication VISUAL apparaît dans la partie inférieure droite de la VTH. En bas à gauche est affiché le nombre d'AIM-120 emportés par l'avion. Sous ce champ sont indiqués le Mach et le facteur de charge de l'avion.

Avant de tirer un AIM-120 en mode «Visual» il est nécessaire de manœuvrer votre appareil pour amener la cible à l'intérieur du réticule en pointillés. Le missile ne donnera aucune indication de sa disponibilité pour le lancement. Deux secondes après le tir, il activera son autodirecteur radar actif (ARH) et le «slammer» cherchera une cible dans son champ de vision. Si plusieurs cibles sont détectées l'autodirecteur radar engagera la plus près, si deux cibles sont à la même distance, il engagera celle qui a la plus grande surface équivalente radar ou «SER» (RCS radar cross section).

#### Mode de suivi des cibles par radar

Désigner une ou plusieurs cibles avec le radar de l'avion est la méthode principale d'engagement de cibles à longue distance. Désigner une cible en mode LRS (touche [2]) ou la désigner deux fois à partir du mode TWS [Alt - I] bascule le radar en mode poursuite cible unique (STT) focalisant toute son attention sur une seule cible. Dans ce mode d'engagement la symbologie est similaire à celle du AIM-7M décrite au dessus. Les informations supplémentaires suivantes apparaissant sur la VTH incluent :



#### 4-30 : Mode STT du AIM-120

- La boîte de désignation de cible (TD box) montre sa position relative par rapport à votre avion.
- Le cercle en pointillés ASE indique la probabilité d'erreur angulaire maximale. Elle est proportionnelle à l'écart du point de direction par rapport au centre du cercle ASE.
- Le cercle ASE montre la zone dans laquelle le point de direction doit se trouver avant le lancement pour frapper la cible avec la probabilité donnée. Le cercle augmente de taille lorsque la distance de la cible diminue, ce qui signifie que lorsque la distance diminue, le missile peut être lancé avec une plus grande erreur de direction. Il est nécessaire, en manœuvrant votre avion, de s'assurer que le point de direction est situé le plus près possible du centre du cercle ASE.
- la barre d'angle de queue est située sur le cercle ASE. Elle indique l'angle d'aspect de la cible par rapport à votre avion dans une vue en plan. Si elle est située dans la partie supérieure du cercle la cible s'éloigne de vous, si elle se trouve dans la partie inférieure elle se rapproche.
- Le long de la partie droite de la VTH une échelle de distance de la cible est affichée. La limite supérieure de l'échelle correspond au réglage actuel de portée radar. Trois barres horizontales sur l'échelle indiquent la portée minimale du missile (Rmin), sa portée maximale sur cibles manœuvrantes (Rtr) et maximale sur cibles non manœuvrantes (Rpi). Le repère coulissant à gauche de l'échelle indique la distance actuelle de la cible désignée précédé d'un nombre indiquant sa vitesse de rapprochement.
- Dans l'angle inférieur droit le bloc de données affiche des informations complémentaires incluant la distance actuelle de la cible en valeur numérique après la lettre **R**.
- Un indicateur d'aspect de la cible est situé sous le marqueur numérique de distance. Il mentionne l'angle entre l'axe longitudinal de la cible et la ligne de visée. Un **T** (Tail=queue) est affiché quand la cible s'éloigne et un **H** (Head=tête) quand elle se rapproche. Le **R** ou le **L** correspondent à l'aspect droite ou gauche de la cible.

- Sous la boîte de désignation de cible un triangle clignotant s'affiche quand la cible verrouillée est dans les paramètres valides de tir qui sont : la cible à portée de tir du missile sélectionné et le point de direction à l'intérieur du cercle ASE.
- Dans la partie inférieure gauche de la VTH, quatre lignes de données s'affichent quand la cible est verrouillée : L'arme sélectionnée et la quantité restante, votre nombre de Mach et votre facteur de charge et le nombre de Mach de la cible.

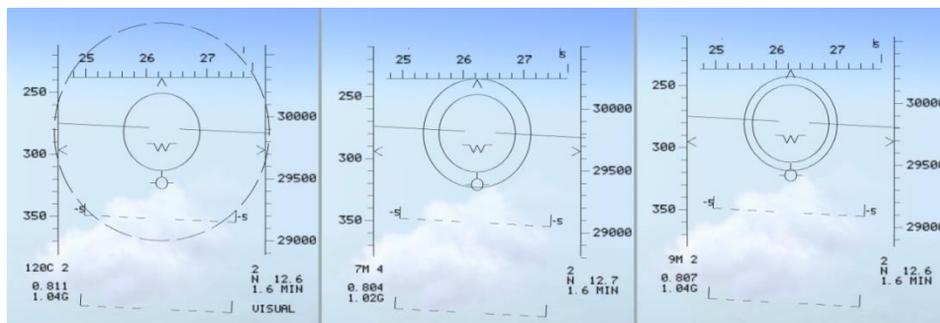
## Mode Radar d'ACquisition Automatique (AACQ)

Le F-15C peut utiliser trois modes d'acquisition radar automatique en combat courte portée. Ces modes permettent le verrouillage radar automatique d'un appareil ennemi lors d'un engagement ACM. La portée maximum de verrouillage dans ces modes est de 10 nautiques.

DANS UN MODE DE VERROUILLAGE AUTOMATIQUE, LE RADAR POURSUIT LA PREMIERE CIBLE DETECTEE.

### Mode Boresight AACQ

Le mode BORESIGHT, touche [4] permet le verrouillage automatique d'une cible dans un cône devant vous. Dans ce mode, le champ de vision (FOV) du radar est directement devant l'avion et le réticule extérieur schématise la zone balayée. Le radar verrouille la première cible entrant dans le FOV.



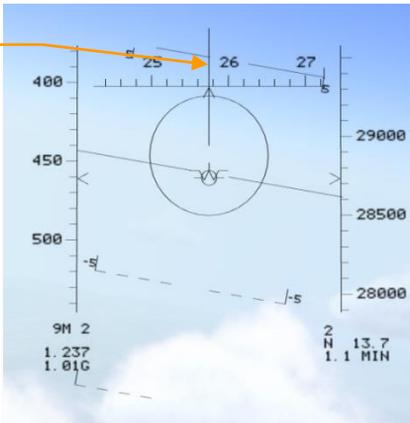
4-31 : Mode Boresight des AIM-120C, AIM-7M et AIM-9M

Après verrouillage sur la cible le radar passe en mode STT

### Mode Vertical Scan AACQ

Le mode VERTICAL SCAN, touche [3] permet de verrouiller des cibles se trouvant dans un plan vertical devant et au dessus de votre avion. Il autorise des verrouillages automatiques durant des combats aériens d'avions manœuvrants (ACM) sous forts facteurs de charge (G). Dans ce mode, le radar balaie un espace vertical devant et au dessus de votre avion de 7.5 degrés en azimut et de -2 à +50 degrés en site. Deux lignes verticales affichées sur la VTH matérialisent cette zone. Pour verrouiller automatiquement une cible elle doit être entre ces lignes ou le long de votre vecteur de portance. La hauteur maximum de balayage correspond à environ deux hauteurs de VTH au dessus du cadre supérieur de la votre.

Ligne de balayage vertical



#### 4-32 : Mode balayage vertical (VS)

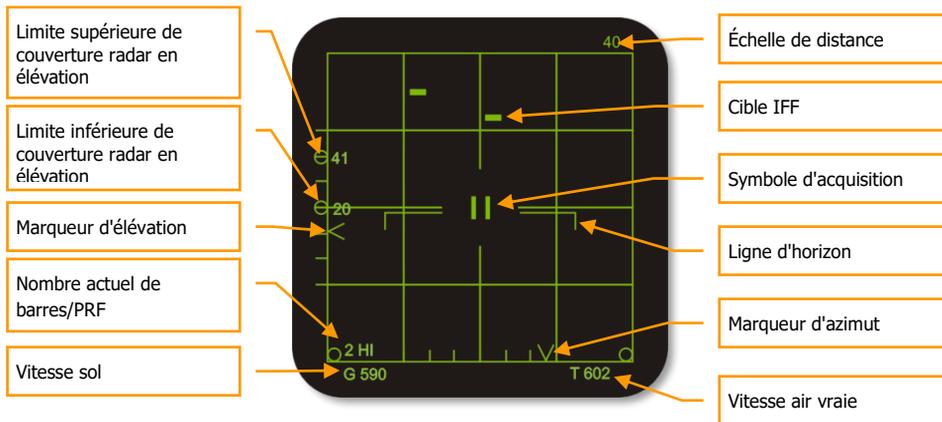
Après verrouillage sur la cible le radar passe en mode STT

## VSD, Modes Radar AN/APG-63

### Mode de Recherche Longue Portée (LRS)

Le mode LRS touche [2] est le mode radar primaire du F-15C pour l'acquisition et l'engagement à longue portée. Le pilote peut régler la portée d'acquisition (10, 20, 40, 80 ou 160 nautiques) et modifier la largeur et l'élévation du balayage. Les informations concernant les emplacements des contacts radar sont affichées sur l'écran de situation verticale (VSD), mais aucune donnée concernant la vitesse, l'altitude et le cap des contacts n'est fournie.

Le VSD montre l'image radar comme une vue en plan, correspondant à l'échelle de distance choisie, depuis le dessus de votre avion. Les contacts des cibles, également appelés buts, sont situés sur le VSD en fonction de leur distance par rapport à votre avion, les plus proches au bord inférieur du VSD et les plus éloignées en haut. Le radar peut suivre jusqu'à 16 cibles simultanément et interroge aussi ami ou ennemi (IFF) toutes les cibles automatiquement. Les réponses amicales sont signalées par des cercles et les hostiles par des rectangles.



#### 4-33 : Mode LRS du VSD

Dans le coin supérieur droit du VSD, la portée actuelle du radar est affichée (10, 20, 40, 80 ou 160 nautiques).

La zone de balayage en élévation du radar est affichée sur le côté gauche du VSD. Les chiffres proches des petits cercles sur le VSD montrent les limites de couverture haute et basse du curseur de désignation de cible (TDC) à sa distance actuelle. Comme le faisceau radar est un cône qui se développe à partir de l'antenne, la couverture en élévation s'élargit à mesure que la distance du TDC augmente. Vous pouvez incliner l'axe du faisceau radar de 60 degrés vers le haut et vers le bas avec les touches [MajD - ;] et [MajD - .], les cercles de limite de couverture en élévation se déplacent vers le haut et vers le bas en conséquence. Chaque barre de balayage a une couverture angulaire est de 2,5 degrés. En déplaçant le TDC vers les limites supérieure ou inférieure du VSD, vous pouvez automatiquement «sauter» à la portée supérieure ou inférieure.

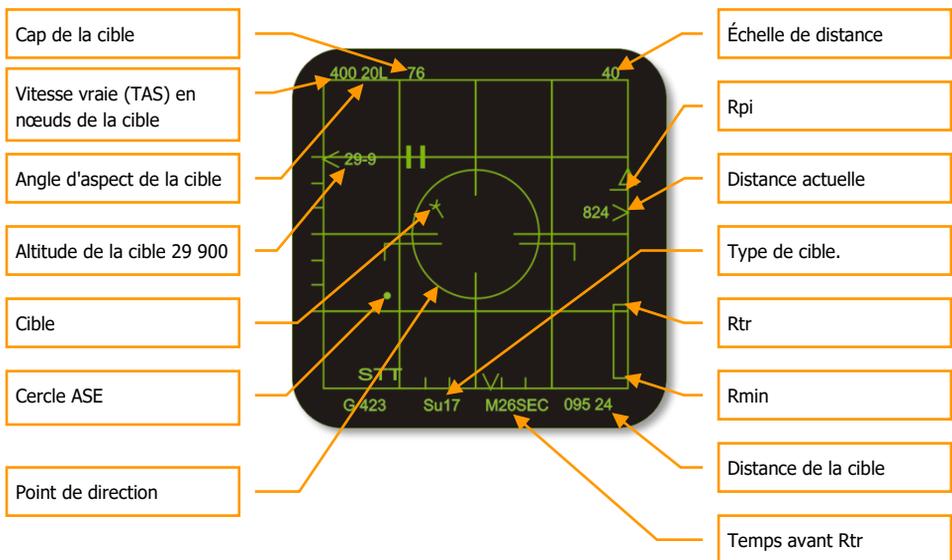
La vitesse sol «G» et la vitesse vraie «T» sont affichées au bas du VSD. La barre d'élévation en constante évolution et la fréquence de répétition des impulsions (PRF) sont affichées dans le coin inférieur gauche. L'alternance constante des PRF entre HI et MED est nécessaire pour détecter les cibles volant sous différents angles d'aspects. Le mode PRF «HI», haute fréquence, permet de détecter les cibles de face à grande distance. Le mode PRF «MED», moyen, a une portée moindre, mais il est plus efficace pour détecter les cibles avec une vitesse de rapprochement (Vc) faible. C'est ce qu'on appelle le mode entrelacé et c'est le mode LRS standard du F-15C dans le jeu.

Le bas du VSD est une échelle reflétant la largeur de zone de balayage horizontal sélectionné. La largeur est par défaut  $\pm 60^\circ$ , mais en appuyant sur la touche [CtrlD - -], on peut sélectionner  $\pm 30^\circ$ . Les deux cercles le long de l'échelle représentent les limites de balayage en azimut de l'antenne, et à l'intérieur de cette zone un marqueur mobile affiche la position actuelle de l'antenne. Alors que le paramètre  $\pm 60^\circ$  procure une grande zone de balayage, le  $\pm 30^\circ$  fournit des mises à jour de contacts plus rapides.

Pour que le radar se verrouille sur un contact, déplacez y le TDC à l'aide des touches [F], [J], [I], [V] et appuyez sur la touche [Entrée]. Si toutes les conditions de verrouillage sont remplies, le radar bascule automatiquement vers le mode de suivi de piste unique (STT).

## Mode de Suivi de Piste Unique (STT)

Après avoir verrouillé la cible en mode LRS, le radar passe en mode STT. Il concentre désormais toute son énergie sur une seule cible et fournit des mises à jour constantes, toutefois, il ne détectera plus d'autres contacts et l'ennemi pourra être averti par ce verrouillage. L'affichage du VSD en mode STT reste sensiblement le même qu'en LRS, l'indicateur STT apparaît dans l'angle inférieur gauche du VSD. La cible verrouillée est affichée comme une étoile précédée d'une ligne de vecteur de vol indiquant qu'elle est la cible primaire désignée (PDT).



**4-34 : Mode STT du VSD**

POUR LANCER L'AIM-7, IL EST NECESSAIRE D'ENTRER EN MODE STT OU DE PASSER EN MODE FLOOD A PROXIMITE

Le système de reconnaissance de cible non coopérative (NCTR) tente automatiquement d'identifier (prendre l'empreinte de) la cible verrouillée. Le système stocke en mémoire une bibliothèque de signature radar d'aéronefs différents et essaie de les comparer à la cible verrouillée. La méthode d'identification de la signature est basée sur le retour radar, partiellement déterminé par les aubes du compresseur du premier étage de la cible. Si la signature correspond à une entrée de la bibliothèque, le nom de la cible s'affiche près du centre inférieur du VSD. Une telle méthode n'assure pas une garantie à 100%, la distance, la différence d'altitude et l'aspect de la cible peuvent tous influencer l'empreinte NCTR.

La vitesse, l'angle d'aspect et le cap de la cible sont affichés le long de la partie supérieure gauche du VSD. L'altitude de la cible est affichée par rapport au niveau de la mer le long de l'échelle d'élévation, une altitude de 29 900 pieds sera affichée 29-9. De plus, la distance de la cible et sa vitesse de rapprochement sont affichées dans la partie inférieure droite du VSD.

Les données sur l'utilisation des missiles fournies en mode STT vous permettent de savoir quand tirer. Le grand cercle sur le VSD est le cercle d'erreur de direction admissible (ASE) fonctionnant de la même manière que nous avons vu avec le HUD. Plus le cercle est grand, plus grande est l'erreur de direction admissible et la probabilité de tuer (Pk, prononcer P sous K). La taille de l'ASE dépend du missile sélectionné, des manœuvres de la cible, de son angle d'aspect, de sa vitesse, etc. Pour assurer une meilleure Pk, souvenez-vous de la simple phrase, «Centrez le point avant de tirer». (En Anglais la rime est «center the dot before taking the shot»)

Le long du côté droit du VSD, une échelle verticale indique la zone de lancement dynamique (DLZ) de l'arme sélectionnée par rapport à la cible verrouillée. Des barres horizontales le long de cette échelle fournissent des indications de lancement. De bas en haut : Rmin - distance de lancement minimale, Rtr - distance de lancement maximale sur une cible à haute manœuvrabilité, Rpi - distance de lancement maximale contre une cible non-manœuvrante. Au sommet de l'échelle un triangle indique la «Raero» qui est la portée balistique maximale des missiles indépendamment de la cible.

Au-dessous de l'échelle, dans la partie inférieure droite du VSD, le cap de la cible et un affichage numérique de la distance de la cible sont affichés.

Après le lancement du missile, la minuterie de vol du missile apparaît en haut du VSD. Lors du lancement d'un AIM-7M, un «T» apparaît sur le VSD et un nombre adjacent décompte jusqu'à l'impact sur la cible. Le même compteur avant interception (TTI) apparaît avec l'AIM-120, mais la temporisation est précédée d'un «M».

Au centre du bas du VSD, le repère de tir du AIM-7M apparaîtra lorsque le système de contrôle de tir déterminera un tir valide. Ce repère ressemble à un triangle. À sa droite, une minuterie indique le temps pour que le missile atteigne la cible verrouillée s'il était lancé maintenant. Cela s'applique uniquement aux missiles encore sur les rails, ce n'est pas une minuterie TTI.

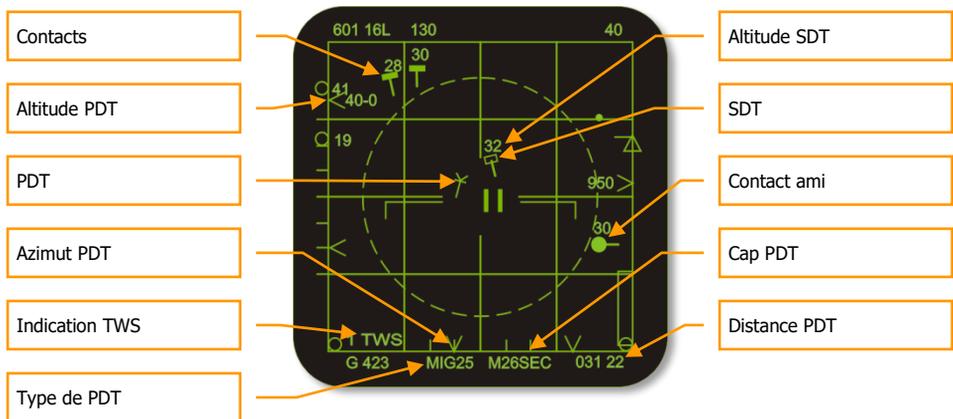
## Mode de Suivi Pendant le Balayage (TWS)

Le mode TWS est très informatif, mais plus complexe que le LRS. Ce mode combine les informations spécifiques aux modes LRS et STT. Il permet d'avoir des données détaillées sur un contact tout en recherchant d'autres cibles. Lorsque le mode TWS est activé avec la touche [AltD - I], l'indicateur de

mode dans l'angle inférieur gauche du VSD passe à «TWS». L'affichage TWS du VSD est très similaire à celui du LRS, cependant, chaque contact a une ligne vectorielle indiquant sa direction et une indication d'altitude numérique à côté de lui.

VOUS POUVEZ UTILISER LE MODE TWS POUR LE TIR SIMULTANE DE MISSILES AIM-120 SUR PLUSIEURS CIBLES.

Contrairement au LRS où la désignation d'un contact bascule le radar en mode STT, la désignation initiale d'un contact en TWS le définit comme cible primaire appelée (PDT) mais le radar continue à rechercher et à afficher des contacts supplémentaires dans la zone de balayage. Par la suite, en désignant d'autres contacts, ceux-ci sont définis comme cibles désignées secondaires (SDT). Les cibles SDT sont affichées sous la forme de rectangles creux, alors que la PDT est affichée sous la forme d'une étoile (comme en mode STT). En désignant une PDT ou une SDT seconde fois, une piste STT sera lancée sur cette cible. Lorsque plusieurs missiles AIM-120 sont lancés en volée, le premier sera dirigé vers la PDT et les suivants intercepteront les SDT dans l'ordre de leur désignation. Le minuteur du temps d'interception concerne la PDT.



#### 4-35 : Mode TWS

VOUS NE POUVEZ PAS LANCER UN AIM-7 EN MODE TWS. POUR LANCER CE TYPE DE MISSILE, VOUS DEVEZ PASSER EN MODE STT EN DESIGNANT DEUX FOIS LA CIBLE

Le TWS a plusieurs contraintes. Le radar tentera de créer des fichiers de piste pour chaque contact, mais compte tenu du grand volume de balayage, il y aura un temps de rafraîchissement important entre les balayages. Au cours de chaque analyse, le radar tentera de prédire la position du contact pour le prochain balayage. Cependant, si la cible fait des évasives, à fort facteur de charge et change rapidement sa trajectoire et sa vitesse, le radar peut perdre la piste en faisant une prédiction incorrecte du fichier de piste. En utilisant une telle tactique défensive, le chassé peut rapidement devenir chasseur.

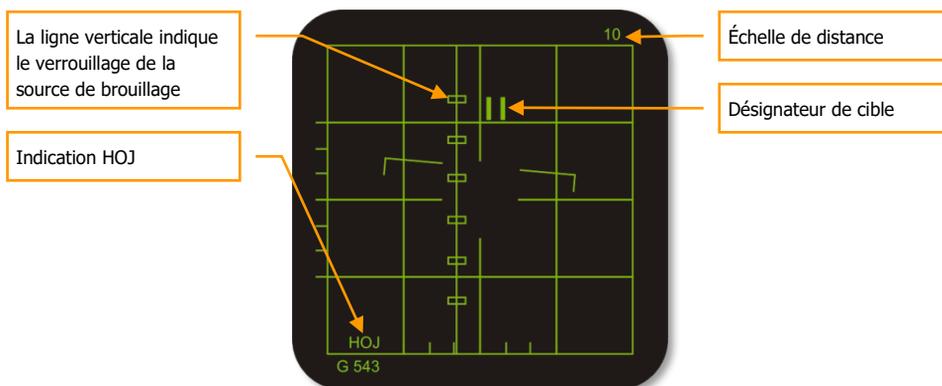
Le TWS, lorsqu'il est combiné avec l'AIM-120, offre une puissante capacité à engager plusieurs cibles simultanément. Néanmoins, la fiabilité de suivi de cible est inférieure à celle de LRS et encore plus qu'en STT. Contrairement à un lancement en STT, un tir en TWS avec AIM-120 n'indiquera à l'avion ennemi ni verrouillage ni indication de lancement. Ainsi, la première alerte que le pilote ennemi

obtiendra vraisemblablement sera le passage en mode actif près de la cible de l'autodirecteur du AIM-120.

## Mode Home On Jam «HOJ» (guidage sur le brouilleur)

Lorsque le récepteur d'alerte radar (RWR) et le radar détecte des contre mesures électroniques actives (ECM), il affiche sur le VSD une série verticale de rectangles creux le long de l'azimut du brouilleur. Cette indication ECM est celle d'un générateur de bruit et est appelée un stroboscope. Afin de verrouiller la cible à l'aide de son propre stroboscope ECM, placez le TDC sur l'un des rectangles creux et appuyez sur la touche **[Enter]** pour désigner. Notez que vous ne verrouillez pas une cible sur le radar. Une fois que l'émetteur ECM est verrouillé, la série de rectangles aura une ligne verticale pleine les traversant ; L'émetteur ECM est le long de cette ligne.

Le VSD est maintenant en mode direction du brouilleur, l'indicateur HOJ apparaît sur le VSD et le HUD. Les missiles AIM-120 et AIM-7M peuvent tous deux être lancés dans ce mode lorsqu'un verrouillage radar n'est pas possible en raison de l'ECM ennemi. Notez que lorsqu'il est tiré dans ce mode, le missile adoptera une trajectoire de poursuite pure moins efficace et que la probabilité de toucher est beaucoup plus faible. Notez également qu'aucune information de distance n'est fournie, ainsi, le recours à un AWACS amical est suggéré pour les obtenir. Attaquer dans un tel mode ne fournit à l'ennemi aucune alerte car une attaque HOJ est complètement passive.



### 4-36 : Mode HOJ

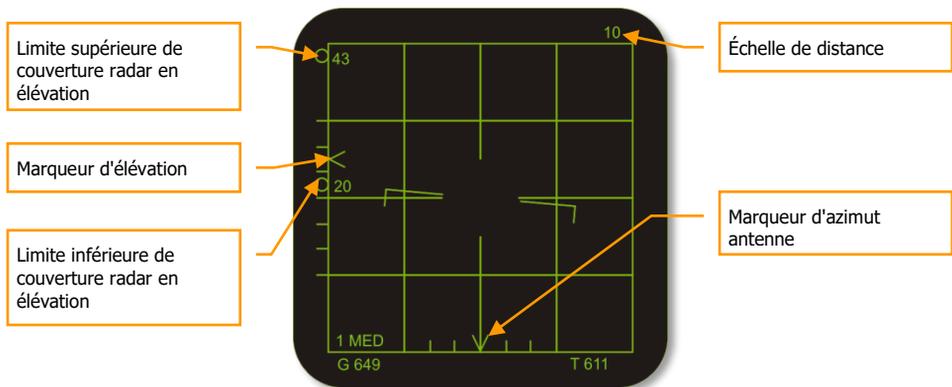
LE MODE HOJ FOURNIT L'AZIMUT DE LA CIBLE MAIS NE FOURNIT AUCUNE DONNEE CONCERNANT LA DISTANCE, L'ASPECT, LA VITESSE OU L'ALTITUDE

A courte distance, l'énergie du radar dépasse celle du brouilleur et il obtient suffisamment d'énergie réfléchi par la cible pour former une piste. C'est ce qu'on appelle «burn through» (brûler à travers). A ce stade, le radar passe automatiquement en mode STT indépendamment du mode de désignation préalable (LRS ou TWS). Le «burn through» d'une ECM est généralement de 15 à 23 nautiques.

## Mode Balayage Vertical (VS) AACQ

En mode balayage vertical, touche [3], le radar recherche dans une zone de 2,5 degrés en largeur et de -2 à +55 degrés en hauteur. La distance de verrouillage est de 10 nautiques. Le radar se verrouille automatiquement sur la cible la plus proche dans cette zone. Lorsqu'elle est verrouillée, la cible est automatiquement suivie en mode STT.

Ce mode est le plus souvent utilisé lors des combats aériens manœuvrants (ACM). Au cours de ces combats, vous tentez souvent de placer la cible sur le vecteur de portance et de «l'amener» dans le HUD. En mode VS, vous pouvez souvent verrouiller la cible plus tôt, même si elle est bien au-dessus du cadre du HUD.

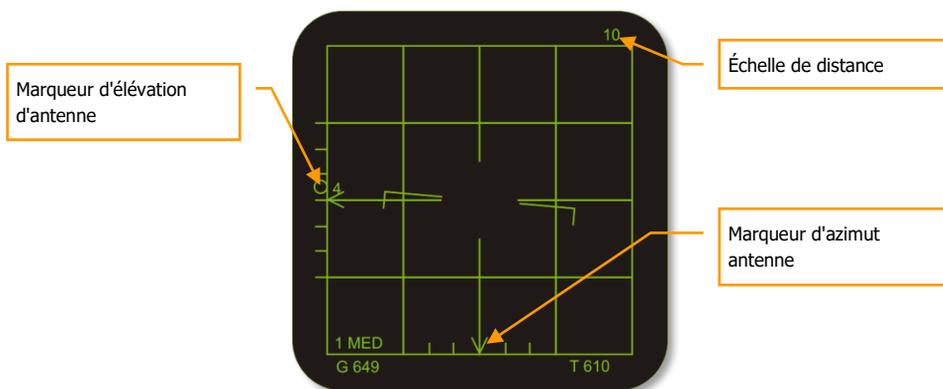


### 4-37 : Mode VS

Les marqueurs d'élévation radar haut et bas indiquent la zone de balayage. Le marqueur d'azimut d'antenne fixe au centre, montre que l'antenne radar ne balaie pas horizontalement.

## Mode Bore Sight (BORE) AACQ

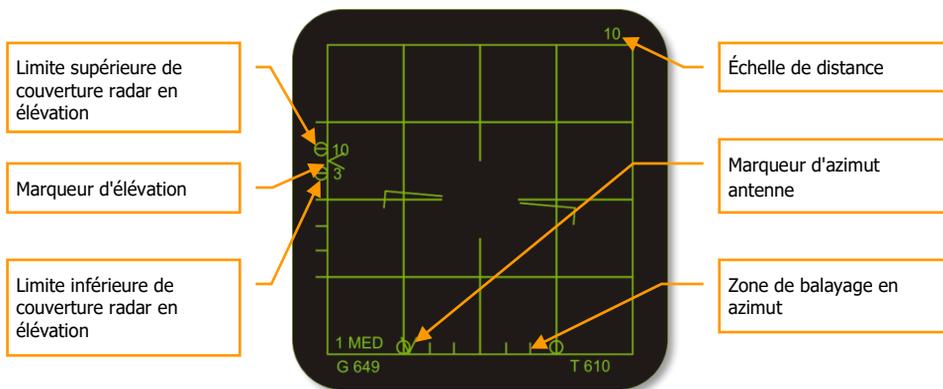
En mode BORE, touche [4], le verrouillage de la cible se produit automatiquement lorsqu'elle se trouve dans le réticule Bore et à 10 nautiques. Le cercle est utile pour verrouiller rapidement une cible dans la plage visuelle (WVR) et permet un contrôle angulaire précis quant à la cible à verrouiller.



#### 4-38 : Mode Bore

### Mode Canon (GUN) AACQ

Le mode Auto Gun est utilisé exclusivement pour le combat à courte distance avec le canon M61 de 20mm. La zone de balayage radar est centrée sur le réticule fixe du canon et mesure 60 degrés de largeur ( $\pm 30$  degrés) et 20 degrés de hauteur. La distance maximum de verrouillage est de 10 nautiques. Une fois que la cible est verrouillée, le radar bascule en STT.

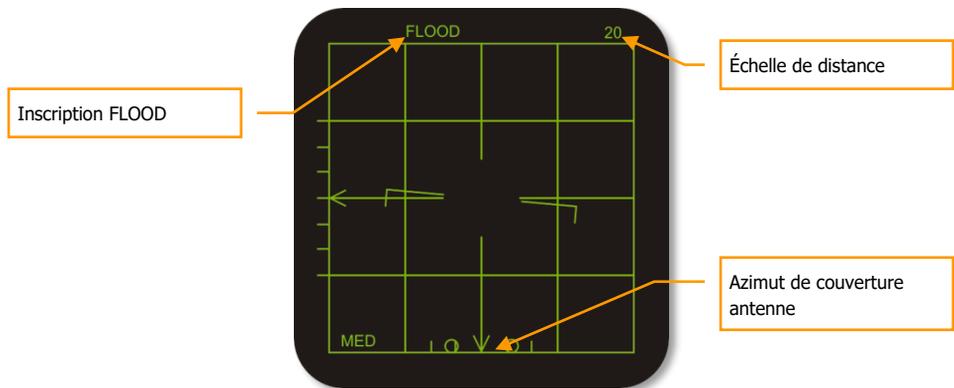


#### 4-39 : Mode Auto Guns

### Mode FLOOD

Le mode FLOOD, touche [6], est utilisé en combat rapproché avec l'AIM-7M. L'antenne est limitée à un cône de 12 degrés qui est inondé d'énergie à onde continue (CW). En mode Flood, le radar ne se bloque jamais sur la cible; en fait, l'autodirecteur du missile tiré va engager la cible se trouvant dans

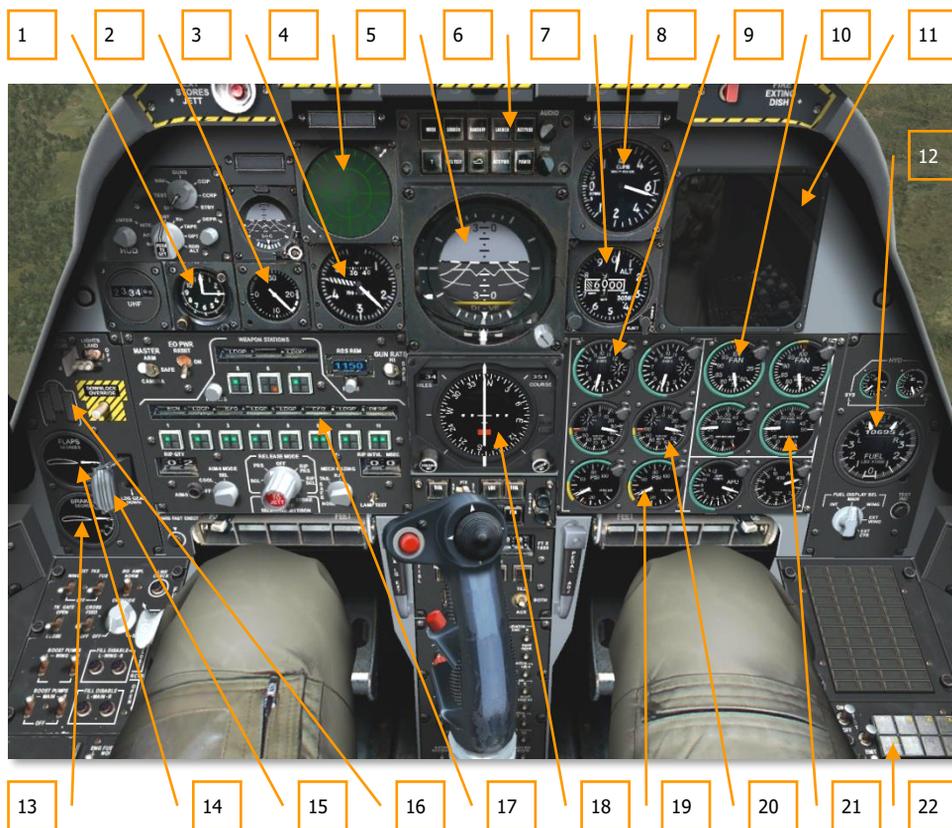
le réticule Flood et présentant la plus grande surface équivalente radar (SER). La distance d'engagement est limitée à 10 nautiques. «FLOOD» est affiché sur le VSD et le HUD.



#### 4-40 : Mode Flood

## Instruments du Cockpit du A-10A

L'A-10A a été conçu pour le soutien aérien rapproché des troupes sur le champ de bataille. Il est équipé des instruments essentiels pour réaliser cette tâche, cependant, il n'a pas de radar.



### 4-41 : Tableau de bord du A-10A

La majorité des instruments du poste de pilotage A-10A sont destinés à la surveillance des performances de vol, des systèmes d'alimentation et des systèmes de commandes. L'écran de télévision (TVM), positionné dans le coin supérieur droit du poste de pilotage, affiche directement la vidéo du capteur du missile tactique air sol (TASM) AGM-65 actuellement sélectionné. Le TVM n'est pas un affichage multifonction (MFD).

1. Montre
2. Incidencemètre (AoA)
3. Badin
4. Écran du détecteur d'alerte radar (RWR)
5. Horizon artificiel (ADI)
6. Panneau de commande du RWR
7. Altimètre
8. Variomètre (VVI)
9. Indicateurs de température inter étages de turbine (G & D)
10. Tachymètre soufflante (G & D)
11. Écran TV
12. Jauge de Carburant
13. Indicateur de position des aérofreins
14. Indicateur de position des volets
15. Manettes du train d'atterrissage
16. Indicateur de position du train d'atterrissage
17. Panneau de commande armement
18. Indicateur de situation horizontale (HSI)
19. Manomètre d'huile (G & D)
20. Tachymètre moteur (L & R)
21. Débitmètres carburant.
22. Panneau ECM



#### 4-42 : Instruments partie haute

1. Accéléromètre
2. Index d'incidence
3. VTH
4. Compas magnétique

## Écran TV (TVM)

L'écran de télévision (TVM) affiche directement la vidéo du capteur de l'AGM-65 Maverick. Les détails concernant les modes de fonctionnement de l'AGM-65 sont indiqués dans la section correspondante.



4-43 : Écran TV de l'AGM-65

## Récepteur d'alertes Radar (RWR)

Le système d'alerte radar de l'A-10A comprend deux composants. L'afficheur du récepteur d'alerte radar (RWR) dans le coin supérieur gauche du tableau de bord affiche les données des radars qui rayonnent ou «peignent» l'avion.

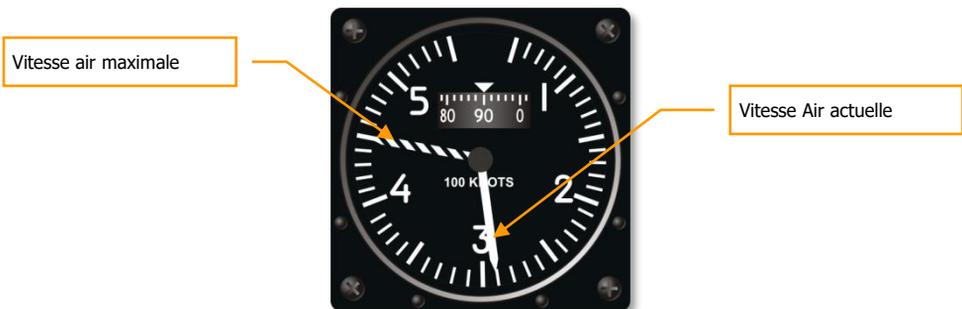


### 4-44 : Afficheur RWR

Les informations sur les menaces s'affichent sous formes de symboles indiquant le type de menace et leur gisement. Le deuxième élément est le panneau de commande du récepteur d'alerte radar situé sous la VTH. Il permet de filtrer les menaces en fonction de leur mode opérationnel. Les informations détaillées sur la façon de travailler avec l'équipement d'alerte radar peuvent être trouvées dans le chapitre correspondant.

## Badin

Le badin est sous l'affichage RWR. Il indique la vitesse actuelle calibrée (CAS) de l'avion. L'échelle est graduée de 50 à 500 nœuds. Les indications peuvent varier légèrement de celles de la VTH. Une flèche en pointillé montre la limitation de vitesse pour la sécurité du vol.



### 4-45 : Badin

## Incidencemètre (AoA)

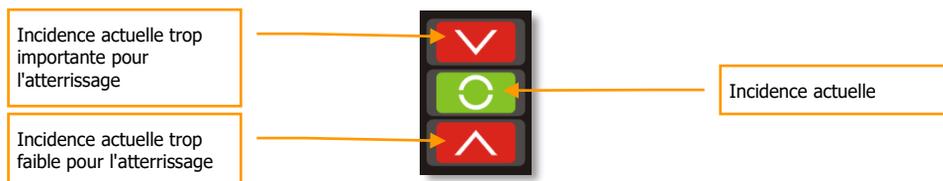
L'incidencemètre est à gauche du badin. Il indique l'incidence calculée actuelle de l'avion dans les limites de zéro à 30 unités. Les valeurs sur l'incidencemètre ne correspondent pas aux degrés d'incidence. Pour l'atterrissage, l'incidence est repérée entre 15 et 21 unités.



4-46 : Incidencemètre

## Index d'incidence

L'index d'incidence est à gauche du HUD sur le cadre. Il se compose de trois symboles qui présentent les informations d'incidence lors de l'atterrissage. Si l'indicateur supérieur est allumé, cela signifie que l'incidence actuelle est trop élevée et que la vitesse est trop faible. Si l'indicateur inférieur est allumé, l'incidence actuelle est trop faible et que la vitesse est trop élevée. L'indicateur central est allumé lorsque l'incidence avion est correcte pour l'atterrissage. Si l'indicateur central est allumé simultanément avec l'un des deux indicateurs restants, cela signifie que l'incidence actuelle est proche de celle souhaitée.



4-47 : Index d'incidence

## Horizon Artificiel (ADI)

L'horizon artificiel se trouve dans la partie centrale du tableau de bord. La sphère rotative indique les angles de tangage et de roulis actuels par rapport à l'avion «W» miniature au centre. L'échelle de tangage est graduée tous les 5 degrés et celle de roulis tous les 10. Sur la boule, une barre verticale et une horizontale indiquent l'écart de route de l'appareil par rapport à celle planifiée. Pendant un atterrissage aux instruments, vous devriez avoir un écart minimum entre ces barres et elles devraient former le signe «+».

Dans la partie inférieure de l'instrument figure un indicateur de dérapiage. Agir sur les gouvernes avec le palonnier peut éliminer le dérapiage. Essayez de garder l'aiguille de dérapiage en position centrale.



**4-48 : Horizon artificiel**

## Indicateur de Situation Horizontale (HSI)

Le HSI est destiné à vous aider à assurer un alignement correct de votre vol sur l'itinéraire prévu. Cela se fait à l'aide de balises radio et de navigation inertielle (INS) en route et en approche. La boussole tournante montre le cap actuel de l'avion par rapport à la ligne supérieure de référence. La flèche de route montre la direction du prochain point de navigation, ou de l'aérodrome sélectionné. Au centre de la boussole se trouve l'indicateur de déviation de route (CDI) qui se déplace par rapport à l'écart de route. Il indique un écart par rapport à la route sélectionnée. Sur une approche radioguidée, le CDI indique l'écart actuel par rapport à la balise radio d'alignement (localiseur). Dans cette situation, il est identique à la barre verticale de l'horizon artificiel.

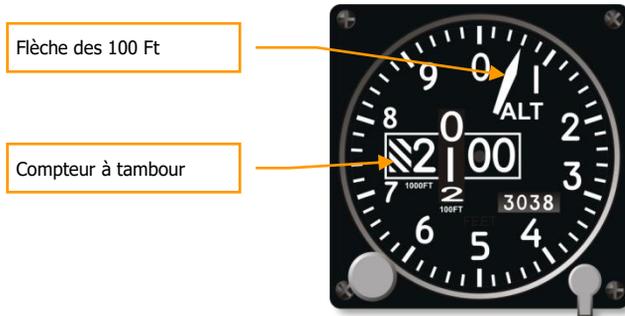
Dans le coin supérieur droit de l'instrument, le cap réglé est affiché. Dans le coin supérieur gauche, la distance par rapport au point de navigation actuel est indiquée en miles nautiques.



**4-49 : HSI**

## Altimètre

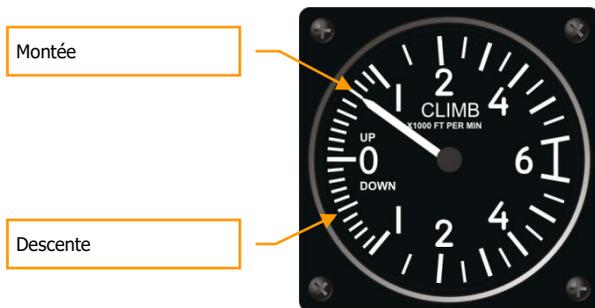
L'altimètre mesure l'altitude barométrique. L'échelle est graduée tous les 20 pieds. Un indicateur numérique d'altitude est également sur l'indicateur.



4-50 : Altimètre

## Variomètre (VVI)

Le variomètre mesure la vitesse verticale (c'est-à-dire la vitesse de montée ou de descente, en milliers de pieds par minute). La flèche se déplace dans la moitié supérieure quand l'altitude augmente et dans la moitié inférieure quand elle diminue.



4-51 : Variomètre

## Accéléromètre

L'accéléromètre indique le facteur de charge positif ou négatif courant. Ses indications sont indépendantes et ne sont pas aussi précises que celles de la VTH.



4-52 : Accéléromètre

## Indicateurs de Températures Inter-Étages de Turbine

Deux indicateurs de température inter étages de turbine indiquent la température des gaz d'échappement des turbines à haute et basse pression en degrés Celsius.



4-53 : Indicateurs de températures inter-étages de turbine

## Tachymètre Moteur

Deux tachymètres moteur servent à surveiller la vitesse de la turbine connectée au compresseur du moteur. La mesure est indiquée en pourcentage de la vitesse maximale.



4-54 : Tachymètre moteur

## Manomètre d'huile

Deux manomètres d'huile moteur servent à surveiller la pression d'huile des deux moteurs. Si la pression d'huile baisse en dessous de 27,5 unités, le voyant du panneau d'avertissement s'allume.



4-55 : Manomètre d'huile

## Indicateur de vitesse de soufflante

Deux tachymètres de soufflante sont utilisés pour surveiller la vitesse de la turbine connectée à la soufflante du moteur. La mesure est indiquée en pourcentage de la vitesse maximale.



#### 4-56 : Tachymètre de soufflante

Le tachymètre de soufflante est un indicateur de la poussée du moteur TF-34.

### Débitmètre carburant.

Deux débitmètres carburant indiquent les débits pour chaque moteur mesuré en livres par heure.



#### 4-57 : Débitmètre carburant.

### Indicateur de position des volets

L'indicateur de position des volets indique leur déflexion en degrés.



4-58 : Indicateur de position des volets

## Indicateur de Position des Aérofreins

L'A-10A est équipé d'ailerons séparés qui sont utilisés comme aérofreins. L'indicateur de position d'aérofrein montre l'angle de déviation des surfaces supérieure et inférieure des ailerons séparés.



4-59 : Indicateur de position des aérofreins

## Jauge Carburant

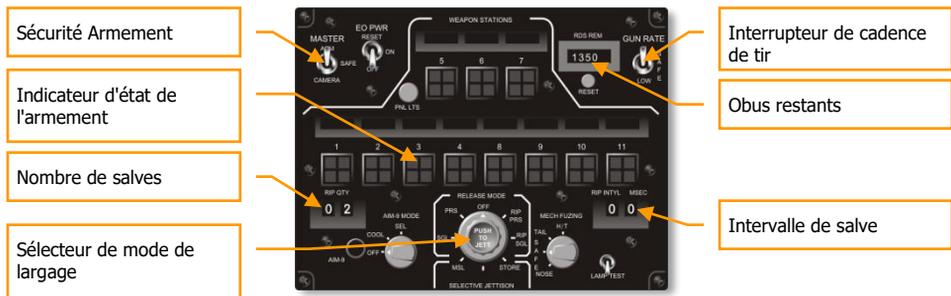
La jauge à carburant affiche la quantité de carburant restant dans les réservoirs de l'avion. La fenêtre de la jauge indique la quantité totale de carburant. Les flèches sur l'échelle indicatrice montrent la quantité de carburant dans les réservoirs gauche et droit, à partir de 6 000 lb restants. La quantité de carburant est mesurée en livres.



#### 4-60 : Jauge carburant

## Panneau de Commande Armement (ACP)

Le panneau de commande armement est situé dans le coin inférieur gauche du tableau de bord.

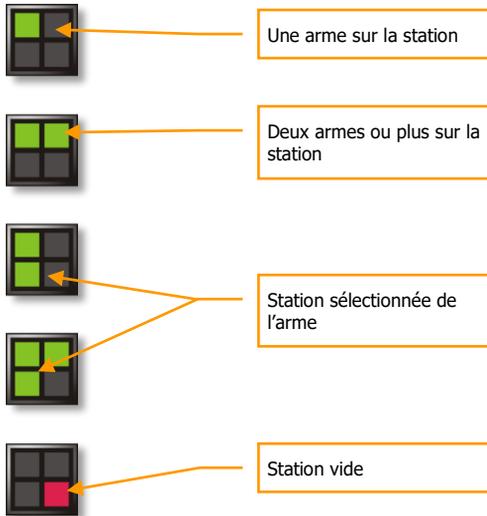


#### 4-61 : Panneau de commande armement

L'ACP sert à la sélection de l'armement, au réglage des options de largage des armes et à informer de leur statut.

Avec le sélecteur de mode de largage, vous pouvez choisir différents types de largage des bombes non guidées **[MajG - Espace]**, comprenant : **SGL** - largage d'une bombe par impulsion de déclenchement, **PRS**, largage par paire, deux bombes par impulsion, **RIP PRS** - largage par vagues de paires de bombes par impulsion de déclenchement, **RIP SGL** - largage de multiples bombes une par une tant que le bouton de déclenchement est activé. Dans un mode de largage par vague, vous pouvez choisir le nombre de bombes par impulsion avec la touche **[CtrlG - Espace]**. Le nombre largué sera affiché dans l'indicateur numérique dans la partie gauche de l'ACP. Vous pouvez également définir l'intervalle (temps) entre chaque largage. Cela vous permet de déterminer la distance entre les impacts des bombes. Pour augmenter l'intervalle de largage, appuyez sur la touche **[V]** et appuyez sur la touche **[MajG - V]** pour le raccourcir. Le réglage de l'intervalle de largage est indiqué dans l'affichage numérique de la partie inférieure droite de l'ACP. L'intervalle de largage est indiqué en millisecondes entre les impulsions de largage avec un maximum de cinq millisecondes.

Dans le coin supérieur droit de l'ACP se trouve le commutateur de vitesse de tir et le compteur d'obus restants.



#### 4-62 : Voyant du statut des armes

Les voyants de statut de l'arme montrent la disponibilité des armes sur chaque station et leur statut.

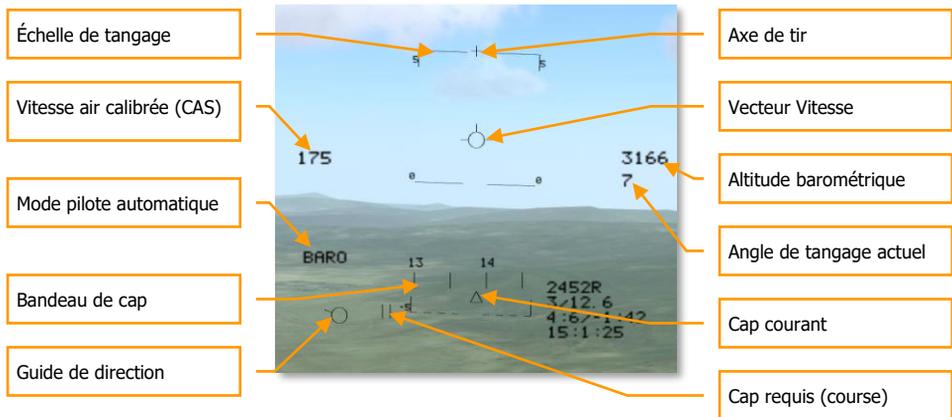
Deux voyants supérieurs verts indiquent le nombre d'armes sur cette station. Les deux indicateurs sont allumés lorsque deux ou plusieurs armes y sont chargées. Si une seule arme est chargée, un seul voyant sera allumé. Si la station est vide, un voyant rouge est allumé en bas.

L'arme active et les armes chargées sont indiquées comme sélectionnées lorsque le voyant gauche de la rangée inférieure est allumé. La bascule entre les types d'armes sélectionnera de la même manière d'autres stations d'arme.

# Modes de Fonctionnement de la VTH et de l'Écran TV du A-10A

## Symbologie de base de la VTH

Un ensemble de symboles restent sur le HUD indépendamment du mode de fonctionnement.

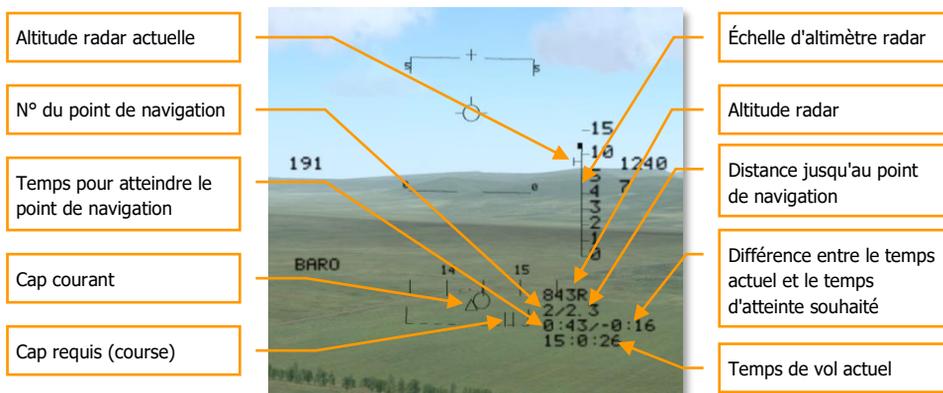


### 4-63 : Symbologie de base du A-10

- Le ruban de cap est situé dans la partie inférieure centrale de la VTH. Il affiche le cap de l'avion par incréments de cinq degrés. Au centre du ruban un repère représente le cap actuel. (Par exemple, 14 sur le ruban correspond à 140 degrés).
- L'indicateur de vitesse numérique, situé le long du côté gauche de la VTH, indique la vitesse air calibrée (CAS) en nœuds.
- L'indicateur d'altitude, sur le côté droit du HUD, affiche l'altitude barométrique en pieds. BARO sera affiché dans la partie inférieure gauche du HUD.
- L'indicateur numérique de tangage est placé sous l'indicateur d'altitude et affiche l'angle de tangage actuel (en degrés) de l'avion.
- L'indicateur du vecteur de vitesse totale est affiché dans les limites de la VTH et montre la trajectoire de vol actuelle de l'avion. Si le vecteur de vitesse est hors du HUD et ne présente pas la vraie trajectoire de vol, le symbole clignotera.
- Le guide de direction est le petit cercle avec une ligne en périphérie. Pour atteindre le point de navigation sélectionné, alignez le vecteur vitesse sur le guide de direction. Lorsque qu'ils se recouvrent et que la ligne pointe vers le haut de la VTH, vous êtes sur la route.

## Mode Navigation (NAV)

En mode navigation (NAV), le HUD affiche diverses informations permettant au pilote de passer d'un point de navigation à l'autre.



### 4-64 : Symbologie VTH en mode navigation avec échelle radio altimètre

En mode NAV [1], un bloc de données est affiché dans la partie inférieure droite du HUD. Ses fonctions comprennent :

- En haut du bloc de données se trouve la valeur de l'altimètre radar indiquant l'altitude de l'avion au-dessus du niveau du sol.
- Sous l'altimètre radar, le numéro de point de navigation actuellement sélectionné s'affiche. Il peut être changé avec la touche [CtrlG - `] si l'avion est en mode navigation pour que les données de navigation soient valides. Les chiffres suivant le signe «/» indiquent la distance du point de passage sélectionné en miles nautiques.
- La ligne de données suivante indique le temps restant pour atteindre le point de navigation sélectionné. Le nombre suivant le «/» informe le pilote s'il est en avance ou en retard par rapport à l'heure pré-planifiée d'arrivée sur le point de navigation.
- Un symbole en diamant sur la VTH indique qu'un laser vous a illuminé une cible.
- Au bas du bloc de données est affichée l'heure actuelle de la mission.
- Une petite ligne double verticale affichée sous l'échelle de cap indique le cap à suivre pour atteindre le point de navigation sélectionné. Lorsque vous alignez ce repère avec le repère de cap, vous naviguez vers le point de navigation sélectionné.
- Le mode pilote automatique est affiché sur le côté gauche du HUD et comporte trois modes possibles :

Message	Modes de fonctionnement du pilote automatique
PATH HLD	Suit la route planifiée
ALT HLD	Atteint et maintien l'altitude définie du vol

BARO

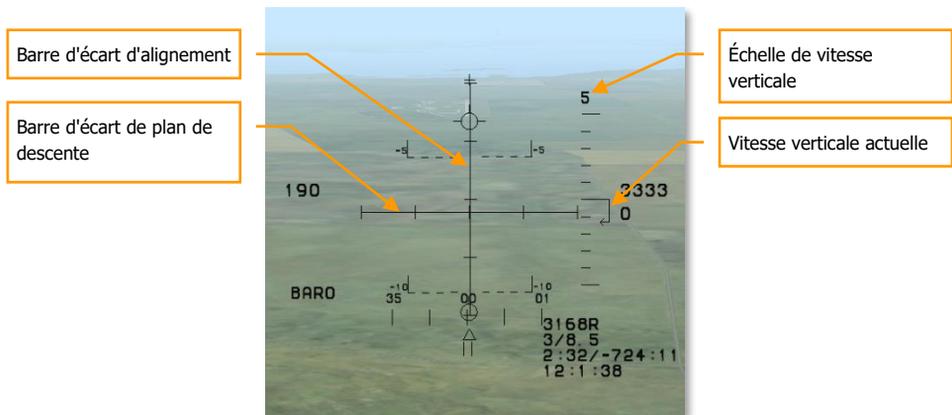
Le pilote automatique est éteint

## Mode Atterrissage aux Instruments (ILS)

Dans le mode système d'atterrissage aux instruments (ILS), les informations pour faciliter l'approche et l'atterrissage sont affichées.

Pour accéder au mode d'atterrissage, appuyez sur la touche NAV [1]. Le long de la partie droite de la VTH, un altimètre radar analogique s'affiche. L'indicateur se déplace le long de l'échelle verticale et affiche l'altitude de vol si elle est inférieure à 1 500 pieds.

Les barres d'écart d'alignement et de pente sont affichées au centre de la VTH en mode atterrissage quand vous atteignez le point d'interception ILS. La barre horizontale (pente de descente) montre l'écart vertical de l'avion par rapport au signal de la balise de pente de descente. La barre verticale par rapport au signal de la balise d'alignement (localiseur). Lorsque les deux barres forment une croix, l'avion fait une approche d'atterrissage sur la bonne trajectoire.



### 4-65 : Symbologie VTH du mode d'atterrissage aux instruments

Pour maintenir une approche d'atterrissage correcte, vous devez surveiller le variomètre (VVI) et les voyants de l'index d'incidence sur le cadre HUD droit.

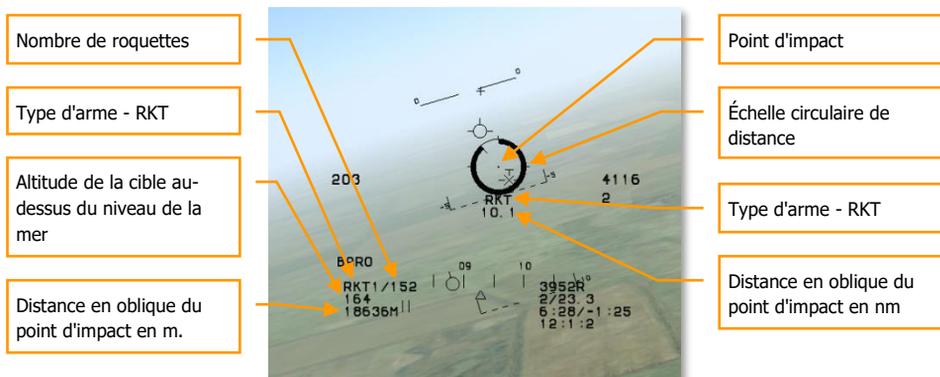
## Mode de Tir Canon Interne et Roquettes (RKT)

Le canon et les roquettes utilisent une symbologie de VTH commune.

En mode air-sol, touche [7], vous pouvez sélectionner le canon interne GAU-8A de 30mm par la touche [C] ou cycler sur la touche [D] jusqu'à ce que les roquettes soient sélectionnées. Dans ce mode, un réticule avec un point d'impact est affiché sur la VTH. Inscrit dans le cercle une échelle circulaire de distance diminue en sens antihoraire au fur et à mesure que la distance oblique vers le sol diminue. Une valeur numérique de la distance en miles nautiques est également affichée sous le réticule.

Quand les roquettes sont sélectionnées, l'indicateur «RKT» est affiché sous le réticule.

Le point central est un point d'impact calculé continuellement (CCIP). Cela signifie que les armes atteindront la zone visée lorsque vous tirerez, en supposant que les exigences de portée soient respectées. Notez cependant que les roquettes sont des armes de saturation et impacteront généralement autour du point de visée.



#### 4-66 : Symbologie VTH du mode canon GAU-8A et roquettes RKT

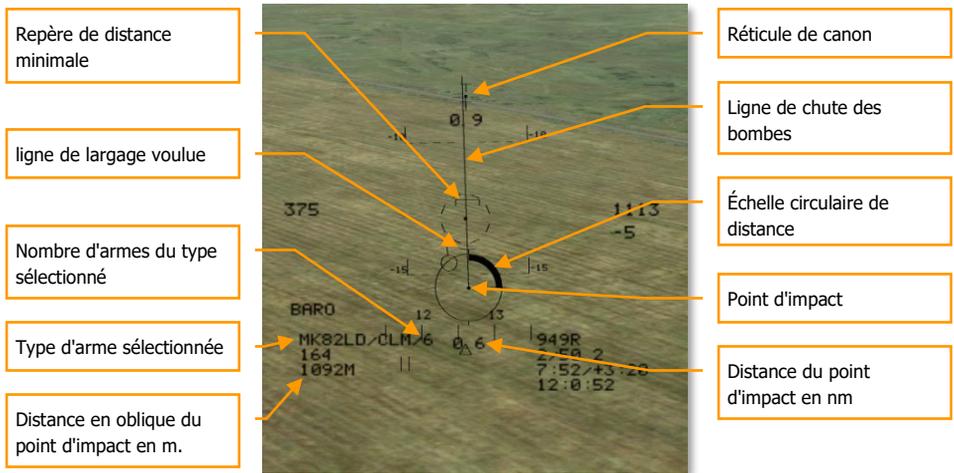
Dans un mode combat, un bloc de données de trois lignes s'affiche dans le coin inférieur gauche de la VTH. La ligne supérieure indique l'arme sélectionnée et la quantité d'arme restante. La deuxième indique l'altitude barométrique, en mètres, du terrain indiqué par le point d'impact. La troisième la distance en mètres jusqu'au point d'impact.

## Modes de Largage des Bombes Non Guidées

Il existe deux modes de largage des bombes non guidées dans le jeu : Point d'impact calculé en continu (CCIP) et point de largage calculé en continu (CCRP). There are two delivery modes for unguided bombs in game : Continuously Computed Impact Point (CCIP) and the Continuously Computed Release Point (CCRP).

En mode CCIP, la visée se fait visuellement avec le point de visée du CCIP. Le temps de vol de la bombe dépend de ses caractéristiques balistiques, de sa vitesse initiale et de son altitude lors de son largage. Les bombes avec un coefficient de traînée élevé ou des dispositifs de freinage présentent des trajectoires très courbées. C'est pourquoi le point de visée apparaît souvent en dessous de la VTH à basse altitude. Lors de l'utilisation de telles bombes, il est recommandé d'utiliser des vitesses de largages élevées.

La symbologie unique CCIP et CCRP de la VTH est la suivante :



#### 4-67 : Symbologie du mode de largage CCIP sur la VTH

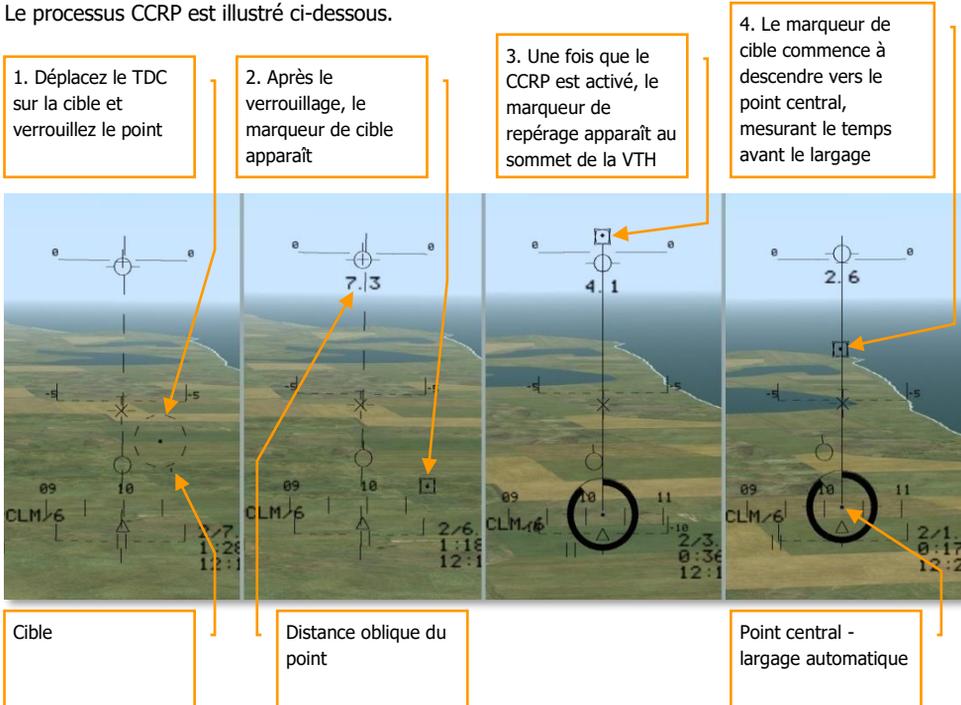
- Le point d'impact affiché en permanence indique le point de chute actuel des obus. La distance oblique du point d'impact en miles est affichée sous le réticule. Lorsqu'un «X» apparaît en travers du réticule, le point d'impact n'est pas précis.
- La ligne de chute des bombes montre la ligne sur laquelle elles tombent lors d'un largage par vague.
- Le point d'impact indique l'endroit où la bombe touche le sol.
- L'échelle circulaire de distance dans le réticule indique la distance oblique du point d'impact à partir de deux miles.
- La distance oblique en miles du point d'impact est affichée numériquement sous le réticule de bombardement.
- Il y a deux barres sur la ligne de chute de bombes. La barre plus proche du centre est le repère de largage souhaité (DRC) - altitude optimale de largage. La barre plus éloignée est le repère minimal de largage (MRS) - altitude minimale de largage sûr. L'altitude minimale de sécurité est déterminée par les modèles de fragmentation des explosions des bombes.
- Le type d'arme sélectionné et le nombre restant sont affichés dans le coin inférieur gauche du HUD. L'altitude du terrain et la distance du point d'impact sont également affichées en mètres.

Le mode CCRP est généralement utilisé pour bombarder en palier lorsque la cible n'est pas visible - «sous le nez». Il est d'abord nécessaire de désigner le point de visée à l'ordinateur de commande de tir (FCC) avec le curseur de désignation de cible (TDC). Le TDC est le réticule en pointillés dans la VTH avec point d'impact au centre. En désignant un point sur le terrain, le FCC peut calculer quand larguer les bombes automatiquement. Le pilote doit simplement piloter l'avion en direction de la cible.

Le TDC peut être déplacé par les touches [.,] [,], [/,] [,;]. Une fois qu'il est sur la cible choisie, appuyez sur [Entrée] pour verrouiller la position dans le FCC. Un petit marqueur de cible carré est maintenant placé sur la zone cible.

Pour activer le mode de direction CCRP, appuyez sur la touche [O]. Le marqueur cible se déplacera vers le haut de la VTH et représentera l'azimut de direction requis que le pilote doit suivre pour atteindre le point de largage. Pour assurer une passe précise, le pilote doit placer le marqueur de cible sur la ligne de bombe. Lorsque le pilote se rapproche du point de largage, le marqueur de cible commencera à descendre la ligne de chute de bombe. Quand il atteint le point central, la ou les bombes seront automatiquement larguées.

Le processus CCRP est illustré ci-dessous.



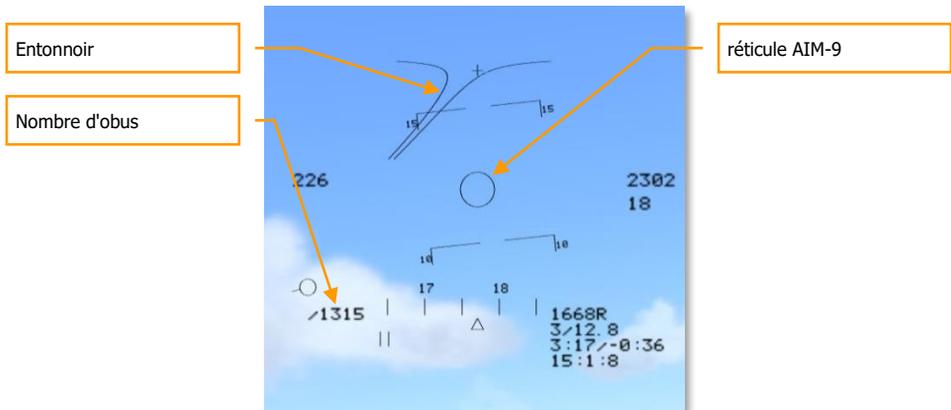
4-68 : symbologie de la VTH en mode de bombardement CCRP

Dès que la cible est marquée par le désignateur, sa distance oblique est affichée en miles sous le vecteur vitesse.

## Mode de Tir des Armes Air-Air

L'A-10A peut utiliser le GAU-8A et les missiles air-air à courte portée simultanément. Dans le mode de combat air-air, activé par la touche [2] ou [3], les informations de ciblage nécessaires pour utiliser le missile infrarouge AIM-9M et le canon GAU-8A sont affichés sur la VTH. La symbologie dans ce mode est presque identique aux autres modes VTH avec les exceptions suivantes :

- La VTH affiche un réticule qui représente les limites azimutales de l'autodirecteur du missile. Pour le verrouiller sur une cible, vous devez piloter l'avion de sorte que le réticule entoure la cible. Si l'autodirecteur peut se verrouiller sur la cible, vous entendrez une tonalité élevée de verrouillage et le réticule de l'autodirecteur suivra la cible jusqu'à ce que le verrouillage soit cassé.
- L'entonnoir canon est près du haut de la VTH, au-dessus du réticule de l'AIM-9. Il affiche la trajectoire de vol prévue des obus. Pour l'utiliser contre les cibles aériennes, vous devez inscrire l'envergure des avions cibles entre les côtés de l'entonnoir. Étant donné que l'entonnoir est étalonné sur une cible de la taille d'un chasseur, vous devrez ajuster en conséquence pour un avion plus grand.

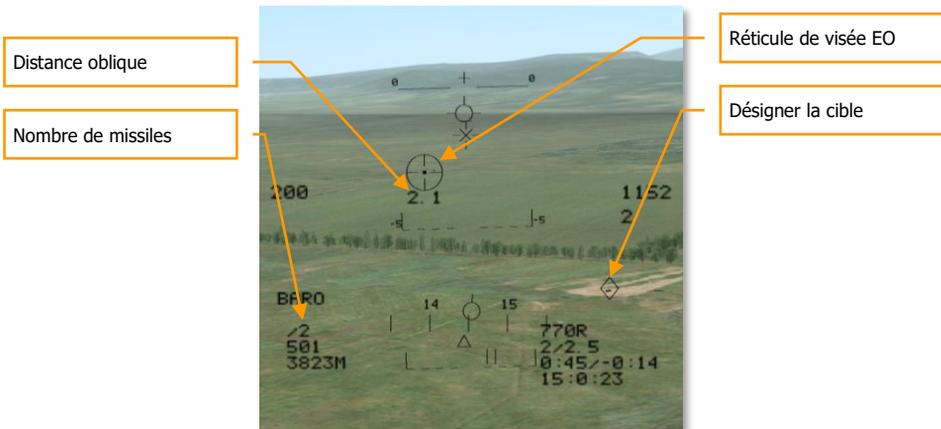


#### 4-69 : Mode AA (Canon – Missiles)

### Mode de Tir du Missile Guidé AGM-65

Comme l'A-10A n'a pas de radar, l'acquisition de la cible est faite par les yeux du pilote et le capteur du Maverick AGM-65. L'A-10A peut porter deux versions du Maverick, chacune avec un capteur différent. Ils incluent l'AGM-65 avec capteur TV de jour et avec guidage par imagerie infrarouge.

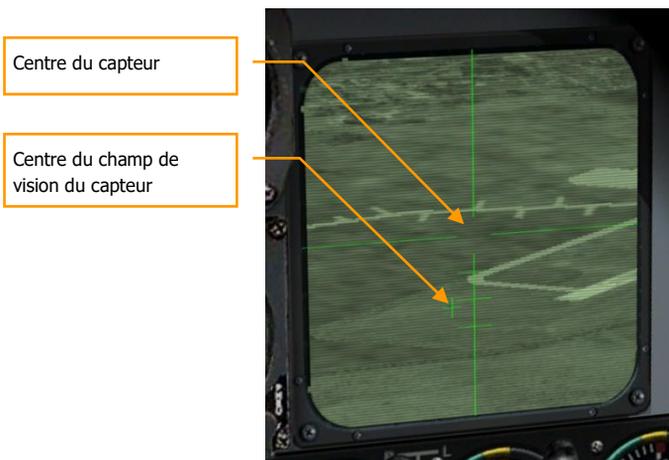
Les modes de tir des AGM-65 montrent au pilote un réticule de visée indiquant la position du capteur sur la VTH et le TVM, les limites du cardan du capteur et la distance oblique de la cible. L'AGM-65K peut se verrouiller sur une cible à trois nautiques et l'AGM-65D à huit.



#### 4-70 : mode de tir AGM-65

La vidéo directe du capteur du missile sélectionné s'affiche sur le téléviseur (TVM). Le TVM est situé dans la partie supérieure droite du tableau de bord. Le type de missile sélectionné peut être déterminé à partir de l'image sur le TVM. Les images de l'AGM-65K ressemblent à un téléviseur noir et blanc, tandis que celles de l'AGM-65D apparaissent dans 16 tons gris-vert.

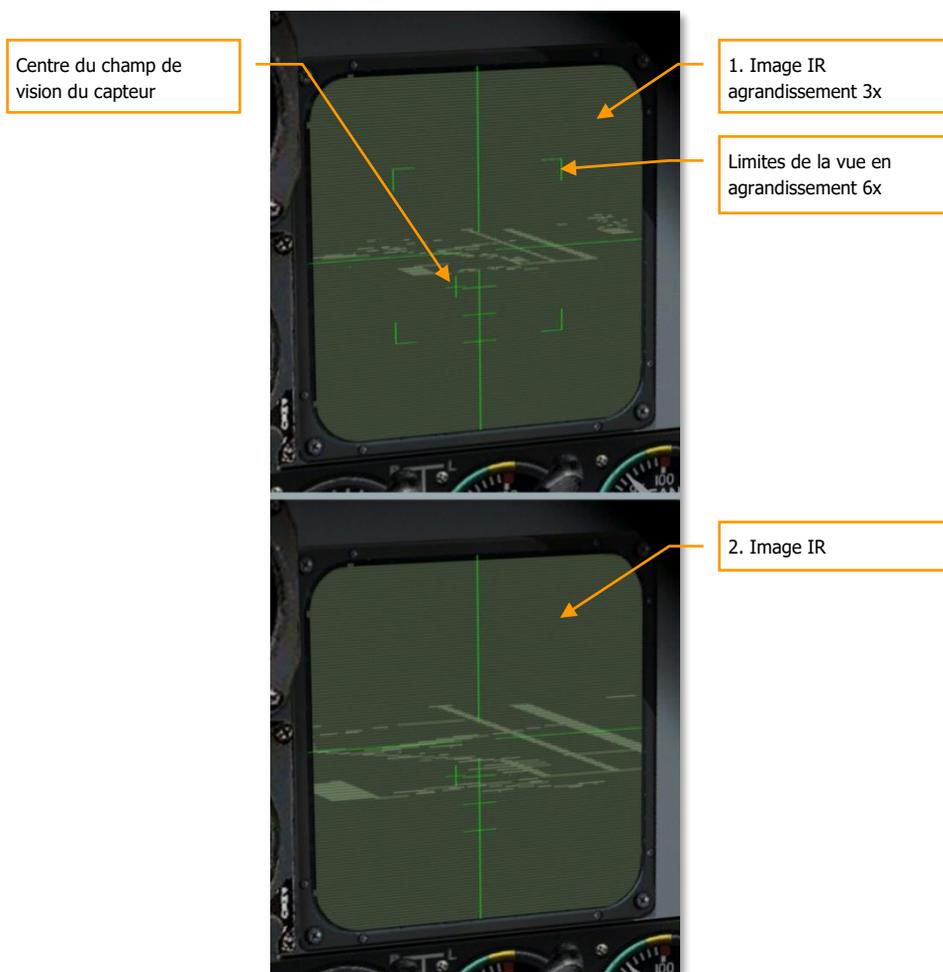
L'AGM-65K a un niveau d'agrandissement de x3 et l'AGM-65D de x3 et x6. En utilisant les touches [-] et [=], vous pouvez basculer entre les niveaux d'agrandissement de l'AGM-65D. Vous pouvez savoir quand vous êtes dans le niveau d'agrandissement x6 de l'AGM-65D par l'absence d'équerres de champ sur le TVM.



#### 4-71 : Mécanisation de l'AGM-65

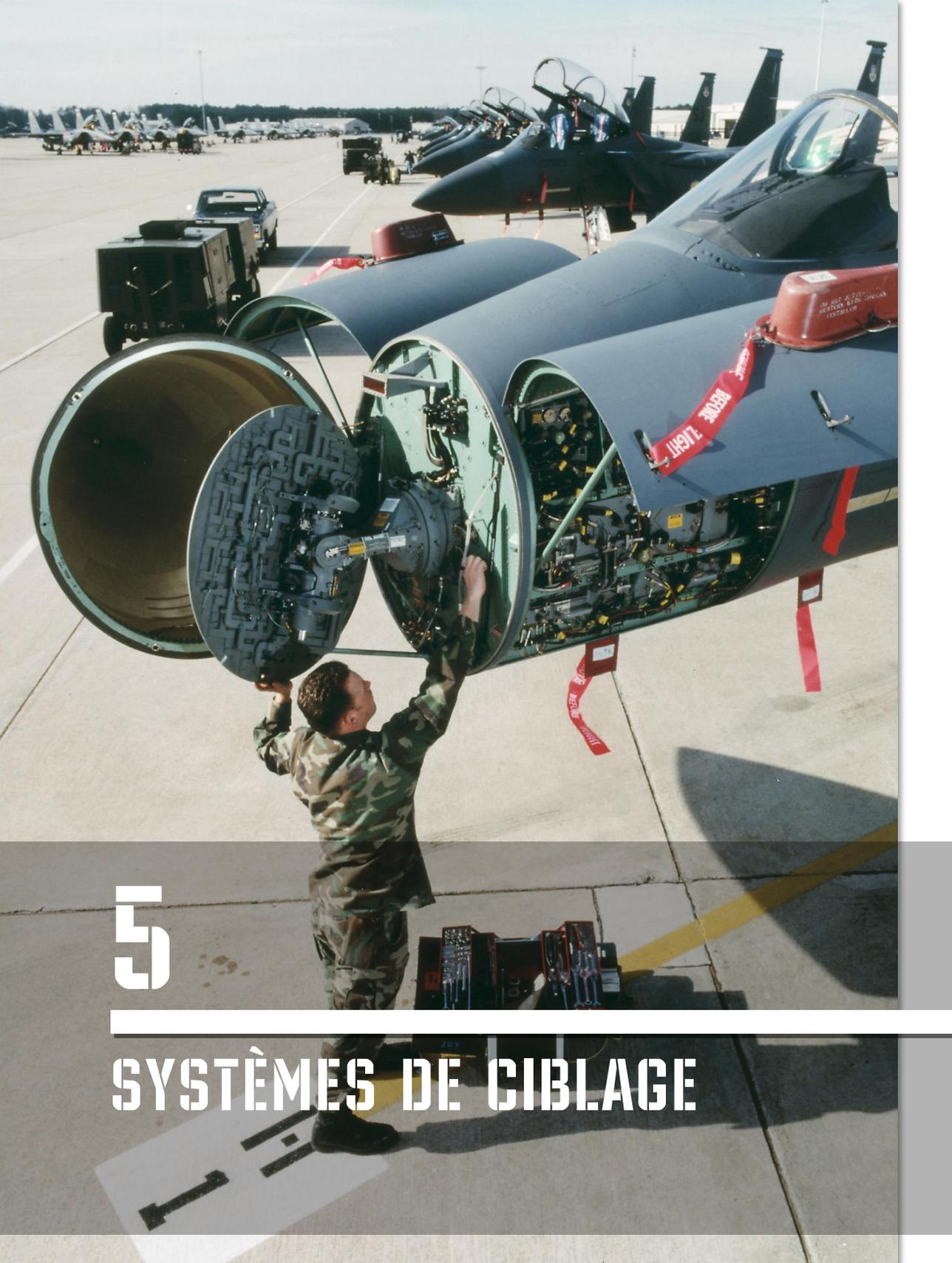
La première étape de l'utilisation du Maverick est l'acquisition de cible. Cela peut se faire avec les touches [J], [K], [L], [M]. Pour déplacer le capteur dans les limites de son cardan. Comme vous avez déplacé la ligne de vue du capteur, le réticule du Maverick sur la VTH se déplace aussi pour refléter où le capteur regarde. Le réticule est un cercle en pointillé avec un point central. Au-dessous du réticule est indiquée la distance de l'avion au point de visée. Dans le même temps, le TVM affichera l'image du capteur du Maverick. Vous pouvez utiliser la combinaison VTH et TVM pour localiser et identifier les cibles.

Une fois que le point central du réticule est près d'une cible, appuyez sur la touche [Enter] pour stabiliser le capteur sur ce point de terrain. Vous pouvez ensuite utiliser les touches de déplacement pour placer la croix de ciblage du réticule VTH / TVM sur la cible. Si la distance est correcte, le capteur «se fixe» sur la cible et la verrouille. Il suivra ensuite et maintiendra le verrouillage aussi longtemps qu'il le pourra. Lorsque la croix de pointage sur le TVM clignote, cela indique que le verrouillage est valide et que vous pouvez tirer le missile.



#### 4-72 : TVM de l'AGM-65

Sur le TVM, la position du capteur est relative à l'axe longitudinal de l'appareil et est affichée par une croix. Lorsque la croix flashe, elle indique un verrouillage valide. Si la croix est en bas à gauche du centre du TVM, alors le capteur du missile est dirigé vers le bas, et à gauche. La limite du cardan du capteur est d'environ 60 degrés de large. Néanmoins pour tirer, il est nécessaire que la cible soit dans les 30 degrés au maximum.



5

# SYSTÈMES DE CIBLAGE

## SYSTÈMES DE CIBLAGE

Les technologies modernes permettent de détecter les cibles aériennes et terrestres à des distances de dizaines voire de centaines de kilomètres. Les radars, les systèmes de visée électro-optique, infrarouges et les télémètres laser / désignateurs de cible - font tous partie de l'arsenal des avions de combat modernes. En dépit de quelques différences conceptuelles, les radars présentés dans le jeu, l'AN / APG-63 (F-15C), N-001 (Su-27, Su-33) et N-019 (MiG-29), sont des radars Doppler à pulsation partageant les mêmes principes et limitations opérationnelles.

Les avions de soutien aérien rapproché (CAS), n'ont généralement pas de radars. Il n'est en effet pas judicieux d'installer des radars coûteux sur un avion assez simple opérant sur le champ de bataille à basse altitude. Ces aéronefs utilisent principalement l'acquisition visuelle des cibles.



### 5-1 : Nacelle Pavé Penny du A-10

Le système de navigation inertielle et le système LASTE du A-10A sont utilisés pour la plupart des calculs de ciblage des munitions non guidées. Les missiles, comme le Maverick, sont utilisés avec leurs propres capteurs dont l'image est affichée sur un écran TV (TVM) dans le cockpit. En utilisant l'image TVM, le pilote peut détecter et suivre les cibles en dehors de sa distance visuelle. Pour l'interaction avec les contrôleurs aériens avancés (FAC) et l'obtention d'une localisation précise, l'avion est équipé de la nacelle «Pave Penny», qui est un détecteur d'énergie laser. Il peut détecter l'énergie laser réfléchie par une cible illuminée par une source tierce. Le Pave Penny n'a pas d'émetteur laser et ne peut donc pas désigner ses propres cibles.

L'avion russe de CAS Su-25 utilise un viseur simple en liaison avec un télémètre laser et à un illuminateur. Ce système calcule le point d'impact des munitions non guidées et le laser illumine les cibles pour les missiles équipées de capteurs de guidage laser passifs.



#### 5-2 : Télémètre / désignateur laser «Klen» du Su-25

Le Su-25T est un avion de CAS plus complexe et intègre le système de ciblage optique «Shkval», lui permettant de détecter, d'identifier et de suivre de petites cibles terrestres mobiles à des distances supérieures à 10 km. Comme le A-10A, le Su-25T est très adapté à la destruction de véhicules blindés tels que les chars.

Pour cibler les radars au sol, comme ceux des missiles sol-air, le Su-25T peut utiliser des missiles anti rayonnement (ARM) recevant les données de ciblage du système de ciblage d'émetteur (ETS) - «Fantasmagoria». Contrairement au A-10A, le Su-25T peut détruire les menaces anti aérienne avant d'entrer dans la zone d'objectif.

## Radar

Depuis la seconde guerre mondiale la caractéristique déterminante d'un «chasseur tous temps» est la présence à son bord d'un système de radar d'interception. Grâce à la capacité des ondes radio à pénétrer les nuages, ce puissant capteur permet au chasseur de détecter des cibles aériennes et de guider vers elles des armes, de jour comme de nuit, indépendamment des conditions atmosphériques qui peuvent dégrader les détections visuelles ou infrarouges. Le radar fournit également une détection très longue distance en faisant un capteur de choix pour le combat aérien moderne au delà de la portée visuelle (BVR).

Le chasseur F-15C a été équipé de plusieurs versions du radar APG-63 au cours de sa carrière opérationnelle. La majorité étaient des radars en «bande X» (10 GHz) à antennes réseaux plates à fentes et à balayage mécanique. Le Mig-29 et le Su-27 emportaient respectivement les radars N019 et N001 qui fonctionnent dans les mêmes fréquences mais utilisent une antenne Cassegrain à réflecteur double similaire à celle des anciens chasseurs Soviétiques.

Les caractéristiques et les limites de ces radars aériens d'interception dictent en grande partie les tactiques employées pendant la phase BVR d'un duel aérien. Bien que de nombreux détails restent secrets, assez d'informations sont devenues disponibles pour créer un portrait intéressant de la dynamique de combat BVR, dans lequel chaque adversaire cherche à prendre l'avantage en exploitant les limitations matérielles de l'autre.



**5-3 : Radar N019 du MiG-29**

Le radar fonctionne en émettant dans l'espace les ondes radio concentrées en un faisceau étroit, puis en analysant tous les signaux reçus réfléchis par la cible. Cette concentration est réalisée par l'antenne dont l'étroitesse du faisceau affecte la portée maximale de détection et la résolution cible. Afin de diminuer l'encombrement sur un chasseur et d'utiliser la plus grande antenne possible permettant une meilleure puissance de focalisation, une seule antenne est utilisée en mode pulsé,

basculant entre l'émission et la réception des milliers de fois par seconde. Cette fréquence de répétition d'impulsions de modulation (PRF) est distincte de la fréquence beaucoup plus élevée (par exemple, bande X) des ondes radio elles-mêmes.

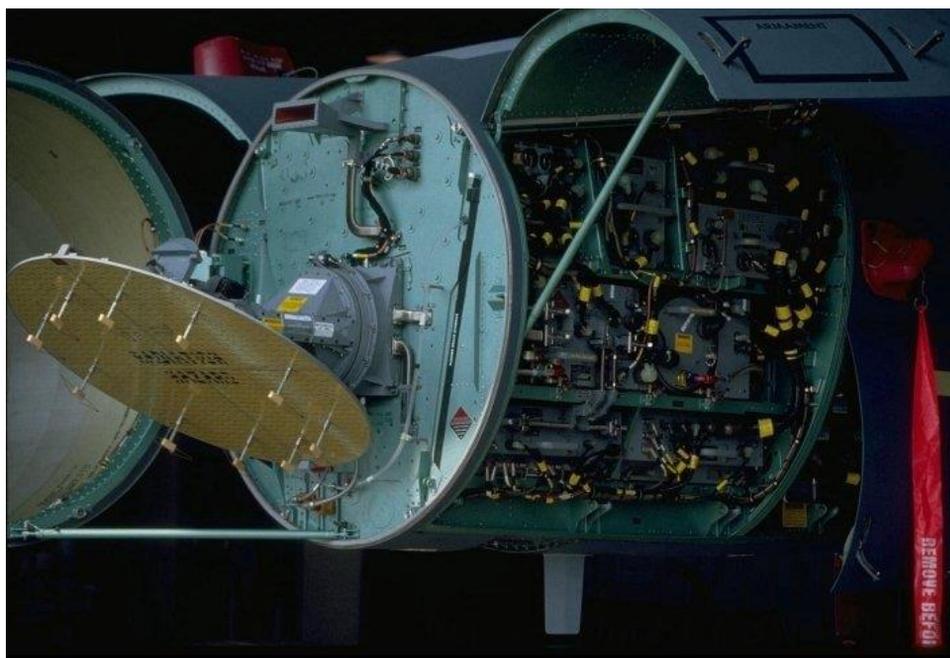
Pendant la guerre du Vietnam, les chasseurs Nord-Vietnamiens apprirent à voler à basse altitude pour rester cachés des appareils américains équipés de radar à impulsions. En volant plus bas que leurs adversaires, ils s'assuraient que les antennes de leurs ennemis étaient braquées vers le bas, en direction de la terre. Dans cette géométrie «look-down», les signaux radar réfléchis par la cible étaient noyés dans les échos du fond environnant, la terre, rendant pratiquement impossible la détection et la poursuite de la cible par le radar. Cet avantage défensif procuré par la géométrie «look-down» engendra toute une génération d'appareils d'attaques de l'OTAN, comme le F-111 et le Tornado, utilisés pour pénétrer les défenses aériennes adverses à l'abri des interceptions en volant à très basse altitude.



#### 5-4 : Radar AN/APG-65 du F/A-18C

Les radars Doppler modernes tels que le APG-63, N019 et N001 utilisent des oscillateurs stables et cohérents capables d'analyser de multiples signaux réfléchis, leur permettant de détecter de très faibles variations de fréquences. L'effet Doppler permet de différencier le décalage de fréquence entre les échos d'une cible se rapprochant ou s'éloignant de l'émetteur et ceux se réfléchissant sur la Terre. Les radars Pulse-Doppler possèdent cette fonctionnalité «look-down / shoot-down» leur permettant de détecter, de suivre et d'engager la plupart des cibles aériennes indépendamment de l'altitude relative. L'apparition des MiG-29 dans les forces soviétiques a conduit à un changement de doctrine de l'OTAN privilégiant les appareils multi-rôles et «furtifs» à la pénétration à basse altitude.

Le radar Doppler utilise la vitesse de rapprochement ou d'éloignement des cibles à basse altitude pour les distinguer de l'arrière plan de la surface de la terre. Les appareils sur la défensive peuvent casser un verrouillage radar Doppler par la tactique appelée «beaming» ou «flying the notch» consistant à adopter une trajectoire perpendiculaire à celle du faisceau radar de l'appareil hostile. Le pilote sur la défensive observe la menace radar sur son écran de récepteur d'alerte radar (RWR) et manœuvre pour la placer en position «trois heures» ou «neuf heures». Le chasseur sur la défensive a dorénavant une vitesse de rapprochement identique à celle du terrain survolé vu depuis le radar en configuration «look-down», ou des paillettes de contre-mesures en configuration «look-up».



#### 5-5 : Radar AN/APG-70 du F-15E

Le taux de rapprochement du terrain environnant génère un «cran» primaire dans la sensibilité du radar, du fait des signaux réfléchis par le sol («image de fond») reçus le long de l'axe du faisceau principal. Les signaux de la cible, dans ce «cran d'échos de fond» sont rejetés par les filtres comme s'il s'agissait d'échos fixes, permettant à la cible de casser le verrouillage radar. Le faisceau de l'antenne n'est jamais parfait et une certaine quantité d'énergie émise l'est sous forme de faisceaux de directions différentes appelés lobes secondaires. Cette énergie peut aussi être réfléchiée par le sol et revenir dans l'antenne au niveau des lobes secondaires. Si un chasseur est en vol à basse altitude, les signaux réfléchis par le sol peuvent revenir dans le radar et apparaître sur l'écran comme image de fond supplémentaire, dont le rapprochement est égal au taux de montée ou de descente du chasseur et la distance égale à l'altitude du chasseur. Si le chasseur est en poursuite contre une cible en fuite se déplaçant à la même vitesse, les signaux de la cible peuvent se perdre dans l'image de fond des lobes secondaires, cassant le verrouillage. Cela peut créer un «cran» secondaire dans la sensibilité du radar du chasseur.

L'image de fond des lobes secondaires est généralement filtrée («compensée») à l'aide d'une petite antenne trompe de surveillance. L'antenne de surveillance est conçue pour être plus sensible que l'antenne principale dans les directions des lobes secondaires, mais moins sensible le long de l'axe du faisceau principal. Les signaux reçus sur les canaux principaux et de surveillance sont alors comparés et rejetés en tant qu'image de fond des lobes secondaires s'ils sont plus forts sur le canal de surveillance.

La trompe de surveillance est fixée à la matrice à fente dans les antennes radar plates comme celle de l'APG-63 et balaie en même temps pour une bonne compensation dans toutes les directions de balayage. Dans les radars Russes à antenne Cassegrain comme le N109 et le N001, la trompe de surveillance n'est pas fixée au réflecteur de balayage mais est fixe et dirigée vers le bas. Incliner le chasseur à basse altitude lors d'un verrouillage radar sur une cible peut ainsi détourner la trompe de surveillance du sol, dégrader la compensation des lobes secondaires et casser le verrouillage en raison de l'image de fond. Durant le balayage normal en mode recherche, l'ensemble de l'antenne radar Cassegrain est stabilisé en roulis par un cardan pour la maintenir orientée vers l'horizon. Dans ce mode, les cibles recherchées peuvent être perdues si le roulis du chasseur dépasse les limites du cardan (110-120 degrés d'inclinaison). Les pilotes de MiG-29 et de Su-27 doivent donc faire attention aux décisions prises pendant un engagement concernant l'altitude d'exploitation, car si les hautes altitudes réduisent l'image de fond des lobes secondaires maximisant leurs performances radar, elles permettent également aux cibles verrouillées de casser plus facilement le verrouillage en volant perpendiculairement au faisceau. Les pilotes de F-15C ont moins de restrictions en matière de performances radar et peuvent plus facilement utiliser l'effet de l'altitude sur la performance des missiles.

Table de certaines caractéristiques techniques des radars embarqués modernes russes.

Nom		BRLS-8B	N-001	N-019	N-019M Topaz
Système radar		SUV «Zaslon»	SUV S-27	SUV S-29	SUV 29S
Appareil		MiG-31	Su-27	MiG-29	MiG-29S
Type d'antenne		Balayage électronique	Cassegrain	Cassegrain	Antenne à fentes
Distance maximale de détection de cible à haute altitude, km.	Secteur avant	180...200	100	70	90
	Secteur arrière	60...80	40	40	40
	RCS de la cible, m <sup>2</sup>	19	3	3	5
Zone de recherche, degrés	Azimut	±70	±60	±60	±70
	Élévation	-60 +70	±60	-45 +60	-40 +50

Nombre de cibles recherchées simultanément	10	10	10	10
Nombre de cibles attaquées simultanément	4	1	1	2
Puissance d'émission moyenne, watt	2500	1000	1000	
Consommation d'énergie, kilowatt	31			
Poids, kg				380
Fiabilité, MTBF	55	100		

Tous les avions de combat modernes sont équipés de systèmes d'alerte radar (RWS). Un RWS identifie l'azimut et le type de radar qui rayonne. Après avoir identifié le type de système radar, il est généralement prudent de supposer le type (ou classe) du système d'arme qui le transporte.

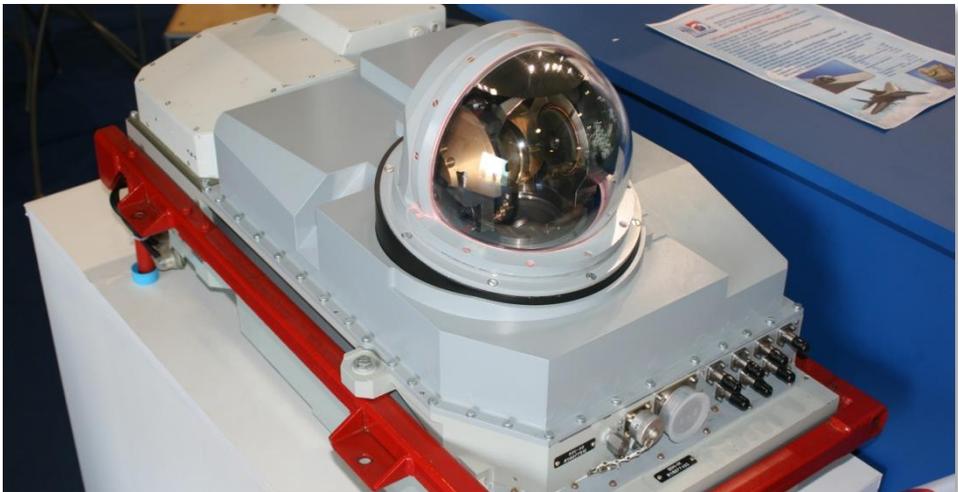
Les radars modernes peuvent fonctionner dans une grande variété de modes, avec une fréquence de répétition d'impulsion différente (PRF) et différentes zones de balayage. Le PRF est le nombre d'impulsions radar par seconde. Sa modification est utilisée pour augmenter la sensibilité du radar lors de la détection de cibles volant sous différents angles d'aspect. Un PRF élevé est utilisé pour détecter les cibles volant vers votre avion (aspect haut), le PRF moyen est utilisé pour des cibles à faible vitesse de rapprochement ou qui s'éloignent de vous. Dans le mode de fonctionnement par défaut, le radar cycle entre PRF haut et moyen pour détecter les cibles tous aspects, c'est le mode entrelacé. Dans le mode recherche, le radar balaie une zone étendue. Dans le mode poursuite de cible, le radar fonctionne avec une zone étroite d'azimut. Le radar passe en mode poursuite après un verrouillage de cible.

De nombreux radars modernes ont un mode poursuite pendant le balayage (TWS) permettant le suivi simultané de plusieurs cibles. Le principal avantage de ce mode est qu'il fournit des informations détaillées sur une large zone de l'espace aérien. Cependant, aucune information n'est fournie sur les cibles en dehors de la zone de balayage. Les mouvements des cibles dans ce mode sont souvent déduits par prédiction. Bien que la période de balayage soit relativement courte, les cibles rapides et manœuvrantes peuvent effectuer une manœuvre brusque et quitter la zone de balayage alors que sur l'écran radar, la trajectoire prédite de la cible sera affichée. La mise à jour de la position suivante est faite seulement après une période de temps définie quand un fichier de piste a été calculé.

Dans le mode poursuite pendant le balayage, des informations détaillées sur un grand nombre de cibles sont affichées. La prédiction de position suivante de la cible étant affichée pendant la période de balayage, La cible peut quitter la zone balayée en effectuant une manœuvre inattendue.

## Système de Recherche et de Poursuite Infrarouge (IRST), ou de Ciblage Électro Optique (EOS)

Les moteurs d'avion émettent de la chaleur qui peut être détectée. Ce phénomène a été utilisé par les concepteurs de systèmes d'armes travaillant sur les systèmes de ciblage infrarouge (IR). Les premiers systèmes à infrarouge ne pouvaient détecter les avions à réaction, uniquement à partir du secteur arrière, là où se trouvent les tuyères du moteur. Des systèmes modernes et hautement sensibles détectent le contraste infrarouge sous n'importe quel angle. Des systèmes de recherche et de poursuite infrarouge (IRST) sont installés sur de nombreux aéronaves. Contrairement aux systèmes radar, les systèmes IRST sont passifs, c'est-à-dire qu'ils n'alertent pas l'ennemi. Ils augmentent considérablement les chances de succès d'une attaque furtive.



### 5-6 : IRST (EOS) russe

Les systèmes électro-optiques sont largement utilisés sur les avions d'attaque et les chasseurs. Divers systèmes de recherche et de poursuite intègrent la télévision de jour, la télévision haute sensibilité pour la nuit et des capteurs infrarouges permettant à l'avion de frapper les cibles au sol à tout moment. Comme les systèmes optiques le mauvais temps, le brouillard, la fumée et la poussière peuvent les rendre inefficaces.

## Système Laser de Télémétrie et de Désignation de Cible

Un télémètre laser mesure la distance entre l'aéronef et les cibles terrestres, navales ou aériennes. La mesure est effectuée avec une grande précision, mais à une distance relativement faible. Les systèmes laser sont souvent utilisés pour fournir une plus grande précision pour les missiles air-sol. Le système assure une précision suffisante pour cibler les chars et autres unités terrestres mobiles.

Les systèmes laser sont plus efficaces dans de bonnes conditions météorologiques. Les nuages, le brouillard, la pluie et la poussière diminuent leur efficacité.

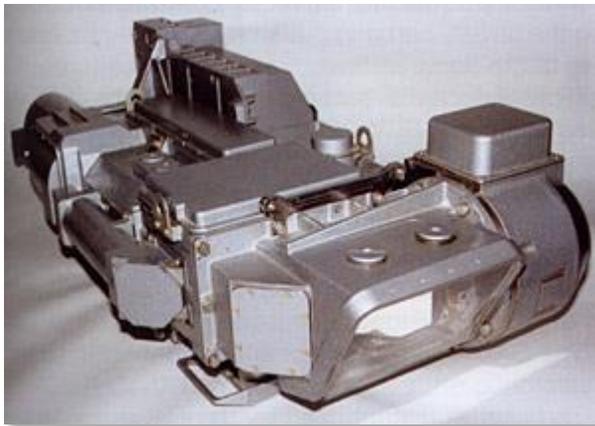


**5-7 : Télémètre / désignateur laser «Klen-PS» du Su-25**

Les Su-25 et Su-17M4 utilisent le télémètre / désignateur de cible «Klen-PS».

## Système de Ciblage Optique / Télévisuel

Le Su-25T est équipé du système de commande d'armes SUV-25T «Voskhod». Il est destiné à l'acquisition et au suivi automatique de petites cibles mobiles comme les chars, les camions, les navires, etc. Les canons et les roquettes peuvent également être utilisés avec ce système. Il intègre le système de ciblage automatisé jour-nuit «Shkval» I-251 positionné dans le nez de l'aéronef et comprenant un écran de télévision relié à un châssis de poursuite automatisé et à un télémètre laser / désignateur de cible. Le «Voskhod» donne également au pilote des informations précieuses par le système d'affichage d'informations (IDS), l'ordinateur numérique central, le système de référence d'attitude et d'orientation (AHRS), la vitesse et l'ensemble de mesure Doppler, l'altimètre radar, les systèmes de navigation à courte et longue portée. Pour les opérations de nuit, le système de télévision «Mercury» à haute sensibilité est installé sous le fuselage de l'avion



5-8 : Système optique télévisuel de ciblage I-251 «Shkval»



6

---

MISSILES AIR-AIR

## MISSILES AIR-AIR

Tous les chasseurs modernes - et la plupart des avions d'attaque - sont équipés avec des missiles air-air (AAM). Bien que possédant des avantages significatifs sur les canons, ils ont plusieurs limitations opérationnelles. Pour un tir de missile réussi, il est nécessaire de suivre strictement des séquences précises. Il existe des étapes uniques de pré-lancement pour chaque type de missile.

Les AAM sont un ensemble de composants intégrés constitués de l'autodirecteur, de la charge et du moteur. La combustion du moteur ne peut durer qu'une période limitée variant généralement de 2 à 20 secondes, selon le type de missile.

Au lancement, le missile accélère à sa vitesse de vol maximum. Une fois le carburant moteur épuisé, il continue sur l'énergie acquise dans l'accélération. Plus la vitesse initiale de l'avion tirant le missile est grande, plus la vitesse et la portée le seront. Une augmentation de la vitesse de l'avion lanceur donnera au missile une portée plus grande.

La portée du missile, ou MEZ, est fortement influencée par l'altitude de l'avion au moment du lancement. Cela est dû en grande partie à la densité de l'air beaucoup plus importante à basse altitude. Si l'altitude de vol augmente de 20 000 pieds, la portée maximale est doublée. Par exemple, la portée de l'AIM-120 à 20 000 pieds est deux fois plus grande qu'au niveau de la mer. Lorsqu'il attaque une cible plus haute ou plus basse que son avion tireur, la portée maximale du missile équivaut à celle de l'altitude moyenne entre les deux aéronefs.

POUR AUGMENTER LA PORTEE MAXIMALE D'UN MISSILE, VOUS DEVEZ LE LANCER A PARTIR D'ALTITUDES ELEVEES

L'angle d'aspect de la cible peut aussi grandement influencer la zone d'emploi du missile (MEZ). La portée de tir augmente quand vous et votre cible volez l'un vers l'autre. Il s'agit d'un engagement à aspect élevé. Quand vous essayez d'attaquer la cible par l'arrière, elle vole en s'éloignant de vous ce qui peut réduire la MEZ du missile de façon significative. Il s'agit d'un engagement à aspect faible. Afin d'augmenter la portée de vos attaques, essayez d'intercepter vos cibles avec des aspects élevés.

VOUS DEVEZ ESSAYER D'ATTAQUER LES CIBLES VENANT VERS VOUS, CELA AUGMENTE LA PORTEE DE LANCEMENT DE VOS MISSILES.

Les missiles volent en suivant les mêmes règles physiques que les avions. En manœuvrant, le missile consomme beaucoup d'énergie lorsqu'il prend de virages à G importants. Un cible manœuvrante peut forcer le missile à effectuer des corrections de trajectoires significatives et donc à consommer beaucoup d'énergie. Cela peut l'amener à devenir incapable de continuer l'interception.

A GRANDE DISTANCE, UNE CIBLE PEU MANOEUVRANTE SERA PLUS FACILEMENT TOUCHEE.

Les missiles air/air ont pour but de détruire les aéronefs. Ils sont divisés en plusieurs classes, selon leur portée et le mode de guidage. En se basant sur la portée :

- Missiles courte portée. Moins de 15km. (R-73, R-60, AIM-9 et autres)
- Missiles moyenne portée. De 15km à 75km. (R-27, R-77, AIM-7, AIM-120 et autres)
- Missiles à longue portée. Plus de 75km (R-33, AIM-54 et autres)

Ces missiles utilisent toute une variété de systèmes de guidage :

- Infrarouge passif. Autodirecteur infrarouge (R-60, R-73, R-27T, AIM-9)
- Radar passif. Le radar cible l'émetteur, habituellement combiné à un ciblage actif ou semi-actif. C'est le mode de ciblage utilisé par les missiles modernes comme l'AIM-7M, l'AIM-120 et le R-27. On parle aussi de mode «Home On Jam» (HOJ).
- Guidage à radar semi-actif (SARH). Ces autodirecteurs se guident sur l'énergie radar de l'onde continue émise par l'appareil lanceur réfléchi par la cible (R-27R/ER, AIM-7, R-33).
- Guidage à radar actif (ARH). Ces systèmes actifs possèdent leur propre radar autodirecteur intégré au missile (R-77, AIM-120, AIM-54)

Les missiles à moyenne et longue portée sont souvent équipés d'un système de navigation inertielle (INS) et d'un émetteur/récepteur de consigne de guidage (liaison de données). Ils peuvent être tirés vers une cible à plus grande distance que celle à laquelle le radar support peut illuminer et verrouiller.

Les systèmes de guidage passifs infrarouges et radar n'émettent aucun signal. Ils sont en fait guidés en se verrouillant sur l'émission radar ou infrarouge de la cible. Ce sont des missiles «tire et oublie» qui sont totalement autonomes après le tir.

Les capteurs de missiles semi actifs se guident sur l'énergie radar réfléchi par la cible. Pour de tels missiles, il est nécessaire que l'appareil support maintienne le verrouillage radar jusqu'à ce que le missile atteigne la cible. Cela peut conduire à une joute entre appareils armés de SARH.

Les missiles actifs longue portée possèdent les mêmes caractéristiques que les systèmes semi actifs, à savoir que le radar de l'appareil lanceur doit suivre la cible et assurer le guidage du missile. Une fois celui-ci à 10 ou 20 km de la cible, le radar embarqué s'active et continue l'interception sans support du radar de l'appareil lanceur. De tels systèmes n'ont été introduits en service que récemment.

Les AAM volent en fonction des mêmes lois aérodynamiques que les avions. Ils sont affectés par les mêmes forces de gravitation et de traînée que les avions. Pour voler, un missile doit générer des forces de portance. A cause de la petite taille des ailes des AAM, la portance est généralement plus assurée par la vitesse que par la forme de l'aile.

Après le lancement, le missile accélère jusqu'à Mach 2 ou 3 grâce à son moteur fonctionnant généralement au propergol solide et fonctionnant pendant 2 à 15 secondes. Ensuite, le missile continue son vol sur l'énergie cinétique accumulée pour compenser la traînée et la force de gravitation. Au fur et à mesure que sa vitesse diminue, il lui devient de plus en plus difficile de manœuvrer à cause de l'efficacité décroissante de ses surfaces de contrôle. Quand sa vitesse passe sous les 1000 à 800 km/h, il devient pratiquement incontrôlable et continue son vol en balistique jusqu'à ce qu'il percute le sol ou s'autodétruit.

La portée maximale d'un missile n'est pas une valeur constante, elle dépend d'un certain nombre de variables : les altitudes médianes initiales de vol, les vitesses air combinées et l'angle d'aspect cible. Pour atteindre la portée maximale d'un missile, il est préférable de le lancer à haute altitude, à haute vitesse, avec un angle d'aspect élevé. Notez que la portée ne correspond pas nécessairement à l'autonomie des missiles. Par exemple, dans une rencontre à angle d'aspect élevé où le missile est lancé à 50 km, il ne volera que sur 30-35 km parce que la cible se dirige vers lui. Près du niveau du sol où la densité de l'air est très élevée, la portée est réduite de plus de la moitié.

En attaquant un ennemi par l'arrière, la portée de tir diminue significativement car le missile doit rattraper la cible qui s'éloigne. Hémisphère arrière, faible aspect, les portées de tir sont habituellement deux à trois fois plus faibles que les tirs sur des cibles à fort aspect. Voici des exemples de portées de tir du R-27ER selon différents aspects et altitudes :

- Portée de tir maximale vers hémisphère avant à l'altitude de 10 000m. - 66km
- Portée de tir maximale vers hémisphère avant à l'altitude de 1000 m. - 28km
- Portée de tir maximale vers hémisphère arrière à une altitude de 1000 m - 10km.

La portée maximale est calculée en prenant comme hypothèse que la cible n'effectuera aucune manœuvre après le lancement. Si la cible commence à manœuvrer, le missile devra également manœuvrer et perdra rapidement de l'énergie. Ceci explique pourquoi il est plus pratique d'utiliser une indication différente de portée maximale prenant en compte les capacités manœuvrières de la cible (Rpi en terminologie occidentale). Le système de commande de tir calcule en permanence la portée de tir maximale contre une cible non manœuvrante ainsi que son Rpi. Le Rpi est bien plus faible que la portée de tir maximale mais offre une probabilité de destruction bien plus importante. Dans le jeu, ces portées sont indiquées sur la VTH et la VTB/VSD.

## Missiles Utilisés par l'Armée de l'Air Russe

### Missiles Longue Portée

#### R-33

L'apparence du R-33 fait largement penser au missile américain AIM-54 visuellement similaire. De plus, leur diamètre est identique au millimètre près. Connaissant l'histoire du développement du missile K-13, on pourrait supposer qu'il s'agit d'un autre exemple de copie réussie d'une arme étrangère. Toutefois, le R-33 est un développement purement russe, la ressemblance avec l'AIM-54 est tout à fait naturelle, de par les exigences similaires pour la performance en vol et les caractéristiques techniques.

Le développement du missile a commencé avant que les travaux sur les systèmes d'armes P-40 et MiG-25P soient terminés.

Conformément à une résolution du 24 mai 1968, il a été décidé de développer l'avion E-155МП, une version modernisée du chasseur MiG-25 qui allait devenir le MiG-31. Il devait être équipé du nouveau radar «Zaslon». Les missiles devaient être développés avec une portée de lancement maximale d'au moins 120 km. Un concours a été organisé entre les offres de «Vypel», concepteur en chef A. Lyapin, avec le missile K-33 contre «PKPK», concepteur en chef M. Bisnovat, avec le missile K-50. L'offre «Vypel» a été choisie. Le type K-33 a continué la tradition des réalisations antérieures de ce bureau d'études - le K-13 et le K-23. Le développement a été dirigé par le chef concepteur adjoint V. Zhuravlev et plus tard - par le sous-chef concepteur Y. Zakharov.



### 6-1 : Missile R-33

Dans un premier temps, un schéma «canard» a été choisi pour le missile. Il était prévu de le positionner sur des pylônes sous l'aile, comme pour le K-40 sur le MiG-25. Plus tard cependant, les concepteurs ont adopté une conception plus «traditionnelle» donnant de meilleures qualités aérodynamiques, ce qui est très important pour un missile à longue portée. Le développement a été réalisé en étroite collaboration avec le bureau d'études Mikoyan. Pour diminuer la résistance aérodynamique lorsqu'il est suspendu sous l'avion et pour réduire l'échauffement cinétique en surface, il a été décidé d'un semi encastrement des missiles dans le fuselage. Afin d'emporter un nombre suffisant de missiles, il était prévu d'en placer quatre, par paires, le long du fuselage de l'avion. Un tel montage a imposé des limites strictes à la longueur des missiles. Il s'en est suivi un corps de missile inhabituellement court. Un autre facteur contribuant à un tel agencement était le désir d'inclure un autodirecteur radar semi-actif avec une antenne de grand diamètre. Le semi encastrement du K-33 sous le fuselage a imposé que les deux sections supérieures des surfaces de commande soient repliées. À cause de cette diminution de l'envergure de 1100 mm à 900 mm et de la position encastrée, un système d'éjection au lancement devrait être utilisé.

Il est à noter qu'au cours du développement, différentes variantes du K-33 ont été envisagées. Avec un autodirecteur radar semi-actif, actif, infrarouge, et une combinaison autodirecteur infrarouge / radar semi-actif. Toutefois, pour des raisons techniques, tactiques et économiques, le développement du missile a été axé sur la variante avec radar semi actif.

Contrairement à une antenne à balayage mécanique, comme celle du radar AWG-9 du F-14A, le radar installé dans le MiG-31 serait à antenne à balayage électronique fabriquée par «Zaslon». Un tel radar permet de diriger très rapidement le faisceau pour un guidage simultané de plusieurs missiles en utilisant leurs autodirecteurs semi-actifs. Cela permet au radar d'engager plusieurs cibles sans avoir besoin de missiles à radars de guidage actifs. Cela a permis au P-33 d'être moins cher que l'AIM-54 grâce à son équipement moins coûteux.

Le premier tiers du vol du P-33 se fait en guidage inertiel par un système de navigation stabilisé par gyro utilisant un capteur de vitesse angulaire.

Outre ses nouvelles caractéristiques opérationnelles, le R-33 diffère du R-40 par son système de protection thermique passif. Au cours du développement et des expériences de l'utilisation sur MiG-25, plus de données ont été recueillies concernant les altitudes et les profils de vitesses réelles auxquels les missiles seraient exposés. En conséquence, les concepteurs du R-33 ont décidé de ne pas intégrer de système de refroidissement, qui n'aurait qu'inutilement compliqué la construction et l'emport du missile.

Conformément à la disposition classique des missiles, il se compose de quatre sections reliées par des agrafes. La première section contient un radar semi-actif, une ogive de contact et un détonateur radio de proximité. La deuxième section est constituée des systèmes de pilote automatique et d'une

charge à fragmentation avec dispositif de sécurité et d'armement. La troisième section comprend un compartiment unique composé du moteur à propergol solide à double étage, avec une tuyère de passage de gaz et un groupe de buses. La quatrième section est regroupée autour du moteur et contient les générateurs de gaz, un turbo-alternateur avec bloc de commande et les servocommandes à gaz chaud.

Au cours des essais en vol de 1975 à 1980, les surfaces de contrôle de la queue ont été mises au point pour éliminer tout flottement aérodynamique. Les concepteurs ont également développé le système de commande du missile, la protection contre le brouillage de l'autodirecteur, les systèmes de commande et les détonateurs radio de proximité lorsqu'ils fonctionnent à basse altitude. Le premier aéronef cible (un drone MiG-17) a été abattu le 26 mars 1976. Avant cela, seules des cibles sous parachute PRM-2 avaient été utilisées dans les essais de tir réels.

Le P-33 est devenu opérationnel comme partie du système d'armes MiG-31-33 le 6 mai 1981 sous le nom de R-33. Il est alors entré en production en série à l'usine de machines de Dolgoprudny. Cette même usine avait déjà travaillé avec «Vypel» sur la production de missiles SAM «Kub». En occident, le R-33 est connu en tant que AA-9 Amos.

## Missiles Moyenne Portée

### R-40

Le développement des missiles K-40 a commencé après la transition des monomoteurs de chasse lourds de la famille E-150, armés de missiles K-9 et K-8, aux bimoteurs d'interception MiG-25 S-155 et sa variante de reconnaissance E-55P. Cela résultait de la résolution 131-62 du 5 février 1962. Ce document du gouvernement définissait également les conditions de mise en place des systèmes pour les essais conjugués avec l'état - fin 1964. Le développement du système de missiles intercepteurs a été attribué au bureau d'études OKB-4, dirigé par M. Bysnovat. L'autodirecteur radar semi-actif a été développé par l'institut de recherche №648, l'autodirecteur infrarouge par le bureau de conception central TZKB-589, le pilote automatique par le bureau de conception OKB-3, le détonateur radio-optique combiné par l'institut de recherche №571, Et le moteur à propergol solide par le bureau d'études KB-2 de l'usine №81.

Le poids de l'avion a été doublé, permettant d'obtenir des missiles dont le poids et les caractéristiques dimensionnelles étaient proches du MiG-25P avec les missiles R-40T et R-40R. Simultanément, le missile K-80 pour le Tu-128-80 était en cours de développement. Il était prévu d'utiliser le radar «Smerch-A» sur l'E-155P. Ce radar a été développé sur la base du radar «Smerch» installé dans le Tu-128-80.

Cependant, des complications sont apparues lors de l'introduction d'un nouvel élément d'étude. L'intercepteur S-155 était destiné à un vol de plus de 10 minutes à des vitesses presque deux fois supersoniques. Les composants de l'avion et du missile positionnés sur les pylônes sous les ailes étaient soumis, à des vitesses Mach élevées, à un échauffement pouvant atteindre 300 degrés Celsius. Mis à part les problèmes liés à l'échauffement des matériaux, il était nécessaire de résoudre les problèmes d'efficacité de l'équipement et d'éviter l'échauffement du carburant. Des paramètres internes de fonctionnement stable du moteur ne pouvaient être atteints que dans une plage de température relativement étroite. Il était vital de fournir des paramètres dynamiques satisfaisants dans une large plage de vol et d'altitude.

Par conséquent, le développement devait démarrer à zéro sans pratiquement aucun élément commun avec le K-80. En 1962, un modèle conceptuel du missile K-40 a été réalisé («production 46») présenté en deux variantes d'agencement. Au fur et à mesure de la poursuite du développement, la configuration canard a été préférée à la configuration standard utilisée avec le K-80. Le moteur a été positionné dans la partie centrale, fournissant une plage de paramètres de commandes dynamiques du missile plus étroite. Une grande aile a permis une meilleure capacité en altitude et a contribué à diminuer l'influence des erreurs de synchronisation. La partie principale de l'avionique du missile était positionnée dans la section avant, la charge militaire et la source d'alimentation électrique embarquée ont été placées dans la partie arrière. Pour la première fois, un faisceau explosif dirigé a été réalisé pour la tête militaire KU-46. Pour assurer une détonation précise de la tête un détonateur radio-optique «Aist-M» a été combiné à un détonateur résistant aux brouillages.

Conformément au plan approuvé pour le PRD-134, le moteur a deux tuyères. Pour la première fois dans l'histoire des missiles «air-air» fabriqués en Russie, du carburant à haute énergie à poudre métallique a été utilisé. Pour protéger contre l'échauffement le corps en titane a été recouvert par des protections thermiques extérieures.

Pour maintenir les températures dans les limites opérationnelles, on a utilisé un système de refroidissement fréon spécial alimenté par un réservoir positionné sur le lanceur. Ceci en plus de couvrir certaines surfaces des compartiments avec des protections thermiques. Les températures élevées impliquent l'utilisation de matériaux vitrocéramiques pour le cône de l'autodirecteur radar TSD. La même technologie a été utilisée pour les céramiques optiques de l'autodirecteur infrarouge T-40A1.



## 6-2 : Missile R-40T

Le développement du R-40T fut ralenti par l'adoption de certains changements en début de projet. Pour commencer, une résolution gouvernementale datée du 25 mai 1964 intégrait le bureau d'études OKB-3 (concepteur du pilote automatique) dans le bureau d'études «Chelomey Empire» - OKB-52. Vladimir Nikolaevich était connu pour être un grand gestionnaire de projet unissant le personnel d'organisations extérieures pour réaliser les tâches assignées. Le développement du pilote automatique du K-40 fut transféré à l'usine №118. Peu de temps après, le développement de l'autodirecteur radar fut transféré de l'institut de recherche №648 au concepteur du radar «Smerch-A», l'institut №131. Dans cet institut, un groupe de concepteurs dirigé par E. Genishta a poursuivi le développement de l'autodirecteur du K-40. Le développement du missile ralentit. Les gestionnaires du projet ont même envisagés la possibilité de lancer les tests en vol du S-155 avec des équipements basés sur le K-80, développé pour le Tu-128. Les travaux ont commencé sur l'amélioration du radar «Smerch-A» et du K-80 sur la famille des avions E-152. Cependant, même les travaux sur d'autres parties du projet prirent du retard et il était clair que les délais du projet original ne seraient pas respectés.

Un certain nombre de nouvelles solutions techniques ont été appliquées dans le premier autodirecteur semi-actif russe, le PARG-12 développé par le concepteur en chef E. Genishta. L'une de ces solutions consistait à former un dessin d'antenne à quatre lobes principaux avec un angle de déviation allant jusqu'à 70 degrés. Une antenne Cassegrain a été utilisée pour cela. Dans l'autodirecteur, ils ont utilisé un ordinateur basé sur un transformateur rotatif sinus cosinus, un télémètre à intégrateurs, des schémas originaux d'oscillateur micro-ondes et un récepteur avec une caractéristique logarithmique, excluant la menace de «brouillage» à haute puissance. Des mesures spéciales visant à accroître la protection contre les contre-mesures ont été prises et intégrées dans l'autodirecteur infrarouge.

Le développement de l'équipement radar et du missile «Smerch-A» a été conduit avec l'utilisation d'un laboratoire volant - le Tu-104 42736 modifié.

Le premier vol du MiG-25 en version reconnaissance a eu lieu le 15 mars 1965. La première version intercepteur a volé le 26 octobre 1965. Le troisième prototype d'intercepteur était entièrement équipé avec le radar et a commencé les essais en vol le 16 avril 1967. Les essais des armes ont été effectués sur l'installation de la force aérienne de Vladimirovka d'août 1968 à février 1970. Une résolution datée du 12 février 1971 a confirmé l'acceptation du système d'armes sous le nom de MiG-25-40. Le radar a été nommé RP-SA et le missile, R-40.

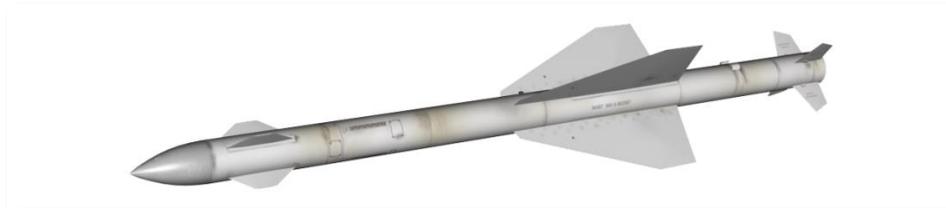


### 6-3 : Missile R-40R

La production en série du R-40 a eu lieu à l'usine «Named After Artem» de Kiev. Au début des années 70, un film documentaire soviétique sur les équipements militaires modernes a été montré en public. Certains plans tirés du film montrent le MiG-25P avec les missiles. Ces mêmes images ont été reproduites dans les périodiques occidentaux et le R-40 a finalement été appelé AA-6 Acrid à l'ouest.

## R-24

Au cours du développement du K-23, de nouveaux systèmes de guidage pouvant considérablement augmenter les plages de lancement ont été mis au point. En fait, un système de verrouillage sur prédiction de trajectoire de cible a été développé pour le missile K-23. Cependant, en raison des caractéristiques d'erreur de ciblage des systèmes radar des aéronefs, la plage réelle de lancement n'était que légèrement supérieure à la distance de la cible au moment du verrouillage. Cela pourrait se faire à des distances plus faibles, mais dans ce cas, la commande autonome du missile devait être faite au cours de la phase précédente. Dans ce cas, la distance de lancement, qui était la somme de la distance en phase de vol autonome et de la distance maximale de verrouillage de l'autodirecteur en mode poursuite déterminerait les plages d'engagement. La puissance d'émission du radar et la sensibilité de l'autodirecteur l'affecteraient également.



#### 6-4 : Missile R-24R

Avec le R-23 opérationnel sur le MiG-23M, une résolution datée du 9 janvier 1974 prévoyait le développement de nouvelles armes par Vypel sous la supervision de Pustovoitov. En 1975, un projet de conception de la version améliorée du missile K-24 a été publié. Le missile était équipé d'un nouvel autodirecteur semi-actif RGS-24 (9B-1022) avec une résistance au brouillage et une plage de verrouillage accrue. De plus, le temps de vol autonome augmentait de jusqu'à 10 secondes par la mise en œuvre d'une liaison dite «pseudo-cinématique» avec une unité de calcul analogique. Sans tenir compte des erreurs de pointage, il atteignait des cibles placées 30% au delà de la distance maximale de verrouillage de l'autodirecteur. Pour un guidage autonome, une intégration de l'accélération assurait la commande inertielle de cette phase de vol. Pour la première fois, les concepteurs ont veillé à ce qu'un hélicoptère en stationnaire à proximité d'un avion à basse altitude puissent être tous deux engagés. Les ingénieurs ont augmenté la probabilité de destruction sur des cibles manœuvrantes et à basse altitude tout en augmentant la résistance aux brouillages combinés et espacés.

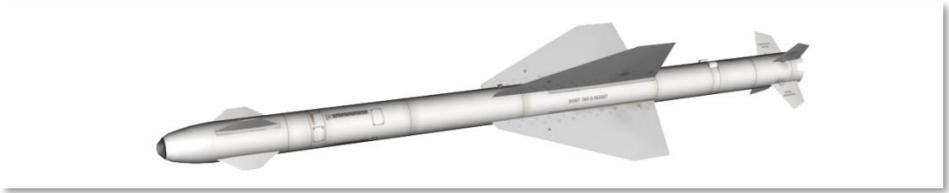
L'intention initiale de ne créer qu'un nouveau «Topaz-M» n'a pas été respectée. Pour atteindre le maximum d'efficacité, ils ont intégré une nouvelle ogive, un moteur plus puissant et modifié considérablement la configuration du missile.

La différence la plus notable par rapport à l'apparence du missile précédent était l'introduction d'ailettes à l'avant. La disposition interne a également été modifiée, le nombre de sections est passé de huit à cinq. La première section a été utilisée pour l'autodirecteur. La deuxième contenait un détonateur de proximité radio «Skvoretz», un pilote automatique et un turbo-alternateur fonctionnant à partir d'un accumulateur de pression à poudre spécial. La troisième une charge à fragmentation annulaire avec un rayon de souffle de 10 m et un dispositif de sécurité et de déclenchement. Un moteur à propergol solide, PRD-287, constituait la quatrième section et la cinquième contenait un bloc générateur de gaz fournissant l'alimentation électrique des actionneurs des gouvernes de commande.

Une version infrarouge du R-24 («production 160») fut également développée. Elle utilisait un autodirecteur TGS-23T4 modifié.

Le R-24 est monté sur un lanceur APU-23M modifié.

Distance de lancement maximale : 50 km - R-24R, 35 km - R-24T. G: 5-8 g. Enveloppe d'altitude de la cible : 0,04-25 km.



### 6-5 : Missile R-24T

Les essais de développement et en vol du R-24 ont été effectués en avance, mais d'autres développements opérationnels ont retardé l'approbation officielle d'emploi du missile pour les MiG-23ML et MiG-23P qui fut autorisée en 1981.

En 1982, le R-24 a été utilisé avec succès sur le MiG-23ML dans le conflit du sud Liban. Selon les déclarations officielles syriennes, les chasseurs MiG-23ML ont réussi à abattre trois F-15C et un F-4E israéliens. Toutefois, cela n'a jamais été confirmé et d'autres informations le contredisent.

Plus récemment, le R-24 a été modernisé avec un autodirecteur résistant mieux au brouillage. C'est le R-24M.

Un événement important lié à l'histoire, au développement et au fonctionnement de la famille des missiles R-23 / R-24 a été le développement rapide de nouveaux équipements radar et missiles pour le MiG-25 après le célèbre épisode du pilote russe Belenko qui a déserté et atterri au Japon. Suite à cela, les intercepteurs russes de défense aérienne ont été équipés d'autodirecteurs «Sapfir-25» (RP-25) développés à partir des «Sapfir-23». Ils ont également re-équipé le R-40D avec autodirecteur RGS-25, remplaçant le RGS-24.

Dans l'ensemble, le développement des missiles K-24 a été un jalon important dans l'histoire de la production russe de missiles. En raison de la mise en œuvre d'un mode de fonctionnement original, les concepteurs ont réussi à obtenir la supériorité en termes de distance de lancement maximale sur l'équivalent américain, le AIM-7F.

## R-27

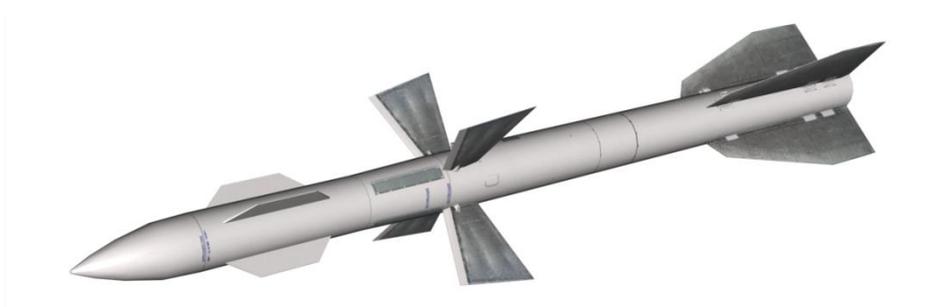
Le R-27 fait partie de la famille des missiles à moyenne portée et est conçu pour intercepter et détruire tous les types d'appareils, hélicoptères, drones (UAV) et missiles de croisière. Ces missiles peuvent être employés dans des combats aériens à moyenne et longue portée indépendamment ou comme partie d'un groupe d'appareils, de jour comme de nuit. Le R-27 est efficace dans toutes les conditions météorologiques et se montre très capable contre les cibles manœuvrantes ou à basse altitude.

Le R-27 est fabriqué sous plusieurs variantes qui diffèrent en fonction de leur autodirecteur - radar semi-actif ou infrarouge - et du type de systèmes de propulsion - standards ou allongés. Les variantes avec radar de guidage semi actif sont appelées le R-27R et le R-27ER. Celles à guidage infrarouge R-27T et R-27ET. Les deux variantes R-27ER et R-27ET sont équipées des versions de moteurs à combustion longue, fournissant plus de portée.

Le corps du missile est principalement constitué d'un alliage de titane et le corps du moteur d'acier.

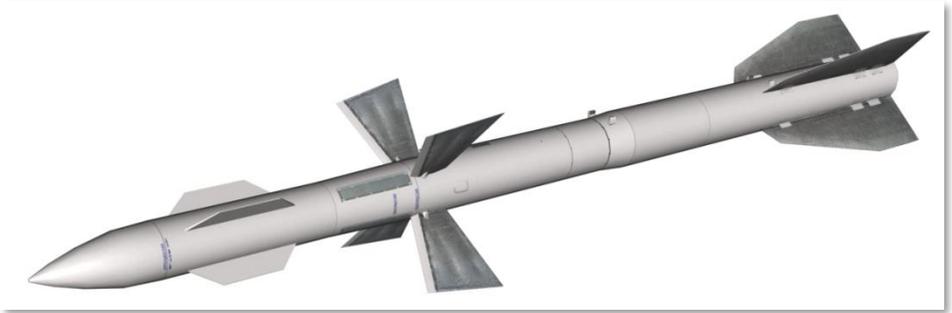
Les mêmes rails et éjecteurs sont utilisés pour les deux variantes du R-27, le standard et celui à portée allongée. Le rail de lancement APU-470 est conçu pour des missiles montés sous les ailes et le système à catapulte AKU-470 est utilisé pour les missiles montés sous le fuselage ou sous les ailes.

En plus de l'autodirecteur, le système de commande du missile inclut également un système de navigation inertielle avec correction radio. Le R-27 «tous aspects» peut engager une cible dans un cône limité à 50 degrés pour l'autodirecteur radar semi actif et 55 degrés pour l'infrarouge, par rapport à son axe. Le facteur de charge de l'appareil au moment du tir peut monter jusqu'à 5G. Le R-27 peut intercepter des cibles à des vitesses supérieures à 3500 km/h et des altitudes de 20 m à 27 km. La différence d'altitude entre l'appareil lanceur et la cible peut atteindre 10km. La cible peut manœuvrer avec un facteur de charge atteignant 8G. La combinaison de plusieurs missiles R-27 avec différents autodirecteurs accroît la résistance aux contre-mesures de la cible. La famille de missiles R-27 a été développée par le bureau d'études Vympel et sont entrée en service opérationnel entre 1987 et 1990. Aujourd'hui, toutes les versions du Mig-29 et du Su-27 sont équipées de ces missiles.



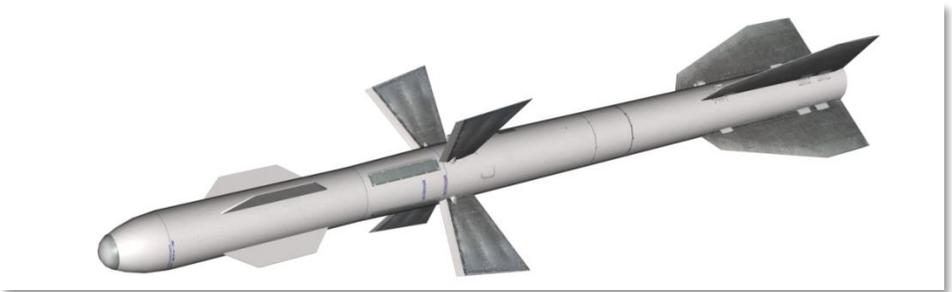
#### 6-6 : Missile R-27R

R-27R. Le «Produit 470R» (AA-10A Alamo) est un missile air-air moyenne portée à guidage radar entré en service en 1987. Il dispose d'un système de guidage et de navigation inertielle avec correction radio. Pour le guidage terminal, le R-27 utilise un capteur radar semi actif. La portée de tir maximale est de 30-35km. La vitesse maximale de la cible est de 3600km/h avec un facteur de charge allant jusqu'à 8G et le poids initial du R-27R est de 253kg. Il mesure 4m de long, 0,23 m de diamètre de corps et 0,77 m d'envergure pour les ailes. Les surfaces de contrôle cruciformes ont une envergure de 0,97m et la charge explosive à fragmentation pèse 39 kg.



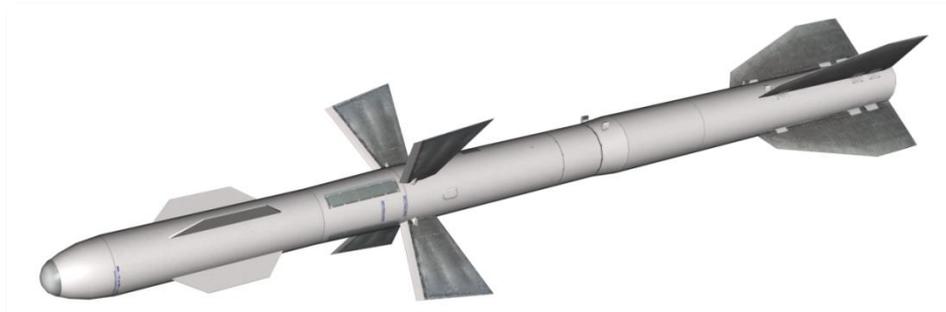
#### 6-7 : Missile R-27ER

R-27ER. Le «Produit 470ER» (AA-10C Alamo) est un missile air-air moyenne portée à guidage radar qui est une version modifiée du R-27R avec un moteur plus long. Il dispose d'un système de guidage et de navigation inertiel avec correction radio. Pour le guidage terminal, le R-27ER utilise un capteur radar semi actif. La portée de tir maximale est de 66 km. L'altitude maximale de la cible est de 27 km et le poids initial du R-27ER est de 350 kg. Il mesure 4,78 m de long, 0,26 m de diamètre de corps et 0,80 m d'envergure pour les ailes. Les surfaces de contrôle cruciformes ont une envergure de 0,97m et la charge explosive à fragmentation pèse 39 kg. Les Su-27 et ses variantes peuvent être équipées de ce missile.



#### 6-8 : Missile R-27T

R-27T. Le «Product 470T» (AA-10B Alamo) est un missile air-air moyenne portée entré en service en 1983. Cette version du R-27 utilise un autodirecteur infrarouge. Le R-27T doit verrouiller sa cible avant le tir. La portée effective maximale est de 30km et il peut être tiré sur des cibles ayant une altitude de 24km. Le poids au lancement est de 254kg, sa longueur de 3,7m, son diamètre de corps de 0,23m. L'envergure est de 0,8m. La charge à fragmentation pèse 39kg. Le Su-27, le Mig-29 et leurs variantes peuvent être équipés de ce missile.



### 6-9 : Missile R-27ET

R-27ET. Le «Product 470ET» (AA-10D Alamo) est un missile air-air moyenne portée entré en service en 1990. Cette version du R-27 utilise un autodirecteur à guidage infrarouge. Le R-27ET doit verrouiller sa cible avant le tir. Comme pour le R-27ER, le R-27ET est également équipé d'un moteur plus grand qui lui fournit une portée plus importante. La portée effective maximale est de 60km (à condition qu'il soit verrouillé sur la cible), et il peut être tiré sur des cibles ayant une altitude de 27km. Le poids au lancement est de 343kg, sa longueur est de 4,5m, son diamètre de corps est de 0,26m. L'envergure est de 0,8m. La charge à fragmentation pèse 39kg. Le Su-27 et ses variantes peuvent être équipés de ce missile.

## R-77

Le développement des missiles pour les chasseurs russes de quatrième génération s'est terminé avec l'entrée en service des MiG-29 et Su-27. À cette époque, les contours techniques de la cinquième génération de chasseurs russes étaient en cours de définition. Tout aussi important, les États-Unis ont commencé la mise en œuvre pratique d'un nouveau missile à moyenne portée avec un autodirecteur radar actif, le programme de développement AMRAAM (AIM-120A).

Le R-27 a été mis au point avec une configuration «canard» ne nécessitant pas de d'ailerons sur les surfaces portantes qui sont de grandes dimensions. Il était dès lors difficile d'emporter un nombre important d'armes en interne. Le transport interne était préférable en raison de la réduction de la section équivalente radar devant être une caractéristique des chasseurs russes de cinquième génération. L'AMRAAM s'est révélé être plus compact et deux fois plus léger que le R-27ET. Le nouveau missile américain a même pesé un tiers de moins que l'AIM-7M.

Ainsi, dès le début des années 1980, l'Union soviétique a commencé à concevoir un missile de moyenne portée ne pesant pas plus de 160-165 kg et équipé d'un autodirecteur radar actif. Le missile devait également être compatible avec le nouveau radar développé pour les Su-27M et MiG-29M. Ce nouveau missile soviétique, présenté plus tard à de nombreuses expositions sous le nom de RVV-AE, était très différent de l'AMRAAM en raison de ses gouvernes de queue en treillis. C'était la première utilisation de ce type de surfaces sur un missile «air-air».

Le R-77, également connu sous le nom de RVV-AE, a été réalisé par un groupe de concepteurs réunis de «Vympel» et «Molniya», dirigé par G.Sokolovsky sous la supervision directe de V.Pustovoïtov. Le travail a été terminé sous la supervision de V.Bogatskiy, maintenant concepteur en chef.

Au lieu d'utiliser les traditionnelles ailes triangulaires, ils ont introduit des ailes courtes et trapézoïdales. Ce type d'ailes était déjà utilisé sur les missiles sol-air navals américains, notamment le «Tartar». La caractéristique unique du missile air-air RVV-AE était ses gouvernes de queue repliables en treillis. En position repliée, elles n'excèdent pas l'envergure du missile définie par l'aile de portance. De plus, en raison de la petite corde des gouvernes de queue, le moment d'articulation court n'est que légèrement dépendant de la vitesse de vol, de l'altitude et de l'incidence. L'effort requis pour manœuvrer les gouvernes ne dépasse pas 1,5 kgm, permettant au R-77 d'utiliser des actionneurs électriques légers et de petite taille. Elles sont aérodynamiquement efficaces aux fortes incidences, jusqu'à 40 degrés, et possèdent une rigidité élevée participant à la simplification des paramètres de commandes. Il y a naturellement aussi des inconvénients aux gouvernes treillis - une plus grande traînée aérodynamique et une augmentation de la surface équivalente radar - compensée toutefois par leur position repliée dans les points d'emports semi encastrés du fuselage.



#### 6-10 : Missile R-77 (RVV-AE)

Le développement du missile selon des directives de poids strictes a nécessité l'ajustement sans conditions des sous-systèmes, composants, et systèmes aux dimensions prévues dans le fuselage. Il en a résulté la mise en œuvre d'un plan de conception unique. Le projet d'étude dit «directive missile» a non seulement été soumis pour approbation aux principaux fabricants, mais a été approuvé par le ministre de l'industrie aéronautique en personne.

La construction du R-77 comprend cinq sections, reliées par des colliers de type agrafes. La première section comprend l'autodirecteur radar actif, la deuxième contient un détonateur laser actif aux paramètres réglables suivant la taille de la cible, les micros de contact et le pilote automatique. La troisième contient une charge expansible de tiges métalliques avec un dispositif de sécurité et de détonation. Lorsque la charge détonne, un anneau de sept mètres de rayon composé des micro-éléments des tiges se forme. La quatrième section est constituée par un moteur à propergol solide mono étage. La section de queue contient une batterie électrique de chauffage à l'avant du bloc de commande des gouvernes.

Le missile est livré entièrement assemblé et peut être lancé à partir des rails APU-170 et AKU-170. À partir de mai 1984, le R-77 a été testé comme partie du système d'armes MiG-29C. En 1984, le nouveau missile est entré en production en série. Les tests officiels ont été achevés en 1991, et le 23 février 1994, le R-77 a été déclaré officiellement opérationnel.

La distance maximale effective de lancement contre des bombardiers à haute altitude est de 50 km, pour les cibles de la taille d'un chasseur, elle est réduite à 45 km. La distance minimale de lancement est de 300 m. Le poids au lancement est de 177 kg, celui de la charge militaire de 21 kg. La longueur du missile est de 3,6 m, le diamètre maximal du corps est de 0,2 m, l'envergure des ailes de 0,4 m, celle des gouvernes de 0,7 m. La vitesse maximale de vol est de Mach 4. La vitesse cible maximale

de 3500 km / h. Les altitudes cibles vont de 20 m à 25 km. Le facteur de charge maximal est de 12 G. Les chasseurs MiG-29C, Su-30 et Su-35 sont équipés de ce système de missile.

Dans les années 1990, le R-77 a été exposé à plusieurs reprises à des expositions internationales. Dans les pays occidentaux, il est connu sous le nom d'Adder AA-12.

## Missiles Courte Portée

### R-60

Dans les scénarios de batailles aériennes intenses hors de portée visuelle, la tâche d'identification ami ou ennemi (IFF) est devenue presque insoluble. Une identification visuelle fiable pourrait être faite à plusieurs kilomètres, mais le plus souvent, elle n'est faite qu'à une distance inférieure à la zone de lancement du missile moyenne portée AIM-7 américain «Sparrow».

Souvent les missiles occidentaux ou de l'est - le AIM-9B «Sidewinder» américain et le K-13A soviétique - se sont révélés inefficaces dans les combats aériens sous forts facteurs de charge. Les limitations rigoureuses à environ deux G lors de leur lancement n'ont pas permis aux pilotes d'utiliser pleinement les capacités de manœuvre de leurs chasseurs. Même après le lancement, ces premiers missiles manœuvraient mal et ne pouvaient pas atteindre des objectifs maniables. Pour la plupart de ces missiles, le cône de lancement acceptable était limité au secteur arrière de la cible.

Pour les missiles à courte portée, il faut intégrer un pilote automatique s'ajustant aux paramètres de vol. Le processus de verrouillage d'une cible par l'autodirecteur infrarouge du missile K-13 était assez long avec des angles de verrouillage faibles. Il fallait des compétences de pilote exceptionnelles pour obtenir un verrouillage et le maintenir. Au cours de la guerre du Vietnam, ces défauts des premiers missiles ont amené la perte précoce de pilotes privés de canons sur les MiG-21PF et F-4C qui étaient de «purs porteurs de missiles».

En conséquence, les États-Unis, l'URSS et la France ont conçu simultanément, à la fin des années 1960, de nouveaux missiles de petite taille destinés au combat aérien rapproché. Ils n'avaient pas une grande portée de lancement, ce qui permettait un faible poids et une petite taille. Compte tenu de leur enveloppe de tir et de la possibilité d'attaquer de multiples cibles lors d'une passe, les nouveaux missiles étaient plus proches, d'un point de vue tactique, du canon traditionnel que de leurs prédécesseurs. En URSS, les scientifiques de l'institut de recherche scientifique Minaviaprom N92, ont apporté une grande contribution à l'étude de missiles de combat aérien rapproché, en particulier R.Kuzminskiy et V.Levitin.

A la fin des années 60, le missile antiaérien 9M31, de petite taille, avait été développé pour le système automoteur «sol-air» (SAM) «Strela-1». Ce missile était 1,5 fois plus court que le K-13A et presque trois fois plus léger. Cela était largement dû à la tête 4 fois plus légère. Le nouveau missile K-60 de combat rapproché «air-air» était prévu pour fonctionner à la base comme le 9M31.

Cependant, certaines caractéristiques du 9M31 ne répondaient pas aux exigences d'une arme aérienne efficace. Il était équipé d'un autodirecteur photo à contraste ne pouvant être utilisé avec succès que contre des cibles sans arrière plan. En outre, en combat aérien rapproché, viser dans l'axe du missile est très difficile. Dans ces conditions, le missile devait être tiré après désignation de la cible par le système de commande de tir. De plus le moteur du 9M31 limitait l'engagement des cibles aux vitesses transsoniques.

Il est important de noter que le développement du K-60 a été confié non pas aux concepteurs du missile 9M31 du bureau d'études de Minoboronprom dirigé par A.Nedelman, mais au MinnaVprom PKPK (ancien bureau d'études OKB-4). Avec le concepteur en chef M.Bysnovaty et son premier adjoint V.Elagin, le développement était dirigé par A.Kegeles, G.Smolsky et I.Karabanov. Par conséquent, et contrairement au plan initial, la seule chose que le K-60 a hérité du «Strela-1» était son calibre - 120 millimètres et la taille de l'ogive. Le poids au lancement du K-60 est de 1,5 fois celui du 9M31.

Lors de l'examen des principales solutions techniques pour le missile K-60, ses développeurs, qui avaient réussi à concevoir des missiles de moyenne et longue portée relativement importants comme le K-8 et le K-80, ne pouvaient s'empêcher de considérer l'expérience de leur collègue dans le développement de la famille de missiles K -13. Cependant, le K-60 avait un certain nombre de différences fondamentales par rapport aux missiles produits par «Vypmel».



#### 6-11 : Missile R-60M

Comme sur le K-13, la première section du K-60 était un autodirecteur infrarouge. Les concepteurs du bureau d'études «Arsenal» de Kiev, dirigés par S.Alekseenko, ont développé un dispositif de recherche de cible appelé «Komar» (OGS-60TI) doté d'un gyrostabilisateur à faible inertie lui permettant de détecter des cibles jusqu'à 12 degrés. Pour augmenter l'efficacité des gouvernes à des incidences élevées et pour redresser le flux d'air arrivant, ils utilisèrent de petits stabilisateurs fixés sur le corps extérieur de l'autodirecteur.

La petite capacité de l'ogive a imposé certaines solutions de disposition. Une ogive à détonateur de proximité endommageait la cible dans un rayon de 2,5 m, cependant, un coup direct était nécessaire pour la détruire. Les dégâts les plus importants étaient causés lorsque l'ogive pénétrait la surface de la cible. Par conséquent, l'ogive de tiges expansibles du K-60 a été déplacée aussi loin que possible vers l'avant, vers la deuxième section derrière l'autodirecteur. Avec son poids léger et son calibre relativement élevé, la charge militaire comprenait un grand canal interne. Dans la troisième section, se trouvait le mécanisme de sécurité et de détonation, les actionneurs et le pilote automatique particulièrement important pour répondre aux exigences plus strictes de maniabilité par rapport au K-13. Sur l'extérieur de cette section se trouvent les gouvernes aérodynamiques. Dans la quatrième section, le détonateur de proximité radio est installé à côté de sa source d'alimentation, deux électrogénérateurs fonctionnant à partir d'une turbine actionnée par combustion d'un accumulateur de pression.

La cinquième section contient un moteur à propergol solide PRD-259 avec une courbe de poussée diminuant avec le temps. Sur le corps du moteur, sont fixées des ailes triangulaires. La petite longueur de la voilure fournit une manœuvrabilité suffisante et est assez compacte pour être emporté en grand nombre sur un avion. Le long du bord de fuite de l'aile, des rouleaux de stabilisation sont installés.

Le K-60 («produit 62») a été développé en un temps record. En 1971, des essais à grande échelle ont commencé ; le missile a été tiré à partir d'un lanceur au sol vers une source de chaleur

positionnée sur une tour. Peu de temps après, les essais sur un MiG-21 ont commencé. En décembre 1973, soit deux ans avant le lancement du missile «Magic» français, le K-60, sous le nom de R-60, est devenu opérationnel.

Après l'apparition du MiG-23 soviétique chargé de R-60, le nouveau missile a obtenu le nom de code, AA-8 Aphid.

Le R-60 peut engager des cibles jusqu'à 7,2 km, distance ne pouvant être atteinte que lors de lancement d'une altitude supérieure à 12 km. Près du sol, la distance est de 4 Km. Le missile peut être tiré d'un avion jusqu'à sept G. L'autodirecteur infrarouge a une limite d'angle de détection de 5°, après le verrouillage, l'autodirecteur peut suivre une cible jusqu'à la limite de son cardan de 30-35 degrés.

Le missile peut engager des cibles manœuvrant jusqu'à huit G. En utilisant une salve de deux missiles, le taux de réussite estimé est de 70 à 80%.

Compte tenu de la petite taille et du poids du missile, plusieurs lanceurs ont été développés pour trois, deux ou un missile. Le PU-62-I est un rail simple et le PU-62-II double. Le PU-62-II a une version droite et gauche.

Les performances du R-60 lui ont permis d'équiper plusieurs types d'avions de combat russes : MiG-21, MiG-23, MiG-27, MiG-29, MiG-25 et MiG-31, Su-15 et Su-17. Comme arme défensive, il est également utilisé sur le Su-24 et Su-25. Les lanceurs APU-60-I et APU-60-II modifiés y ont également contribué (l'APU-60-II permet de suspendre deux missiles en même temps). Ils peuvent être montés sur les points d'emports ordinaires et disposent de serrures mécaniques et d'un point de connexion électrique unique pour transmettre les commandes d'interface au missile. La variante d'exportation R-60 est appelée R-60K. Les bonnes qualités du R-60 ont été confirmées dans les combats entre les avions syriens et israéliens sur le Liban en 1982. Plusieurs avions israéliens ont pris des R-60 dans leurs tuyères.

Presque simultanément à l'entrée en service opérationnel du K-60, les travaux sur son programme de modernisation ont commencé. L'autodirecteur amélioré - «Komar-M» (OGS-75) a été installé sur la variante R-60M. Les limites du cardan ont été augmentées à 17 ° et ont permis d'engager une cible en secteur avant grâce au refroidissement de l'IR. Le poids des ogives a été augmenté de 17% en raison de l'utilisation de sous-éléments de charge militaire plus efficaces. Par conséquent, le poids du missile a également augmenté et sa longueur a augmenté de 43 mm. La distance minimale de lancement a diminué d'un tiers et la maximale a été augmentée de 500 m.

Les R-60 et R-60M ont été largement utilisés sur les chasseurs depuis 30 ans. Plus récemment, ils ont été utilisés comme une «arme secondaire» combinée à des systèmes plus puissants et à portée plus importante. Lorsqu'il est emporté sur un avion tel que le MiG-31, qui peut atteindre 3000 km / h, des modifications ont été ajoutées pour faire face à l'échauffement extrême.

## R-73

Suite aux faibles résultats en combat au Vietnam à la fin des années 60, les États Unis ont commencé à développer leur quatrième génération de chasseurs, les F-14 et F-15. Comme le F-16 et le F/A-18, ces avions ont été conçus pour la supériorité aérienne, incluant le combat rapproché. Au début des années 70 en Union Soviétique, une sorte de «réponse symétrique» aux pays occidentaux a conduit à l'étude de nouveaux chasseurs de première ligne, appelés plus tard Su-27 et Mig-29.

Les spécifications estimées pour un nouveau missile destiné à équiper ces nouvelles générations de chasseurs soviétiques ont montré que même une version spécialement améliorée du R-60M (son

développement arrivant à son terme) ne répondait pas totalement aux besoins. D'après les analyses, les missiles de nouvelle génération devaient être très manœuvrants et avoir la capacité d'engager une cible tous aspects.

Au début, ces spécifications ont été distribuées aux différents bureaux d'études. Une fois les résultats évalués et les développements préliminaires effectués dans le cadre de l'avant projet, une résolution datée du 26 Juillet 1974 définissant les spécifications du futur Su-27 et Mig-29 a été fournie au bureau d'étude «Molniya» pour le développement d'un petit missile de combat rapproché et très manœuvrant, le K-73. Le missile a d'abord été conçu comme une version améliorée du P-60, mais en prenant en compte les besoins de haute manœuvrabilité, l'augmentation de son poids a été autorisée afin de le situer entre le R-60 et le R-13.



#### 6-12 : Missile R-73

Le même jour, une autre résolution confia au bureau d'études «Vypel» le développement d'un missile courte portée tous aspects. Ce K-14 était un développement de plus de la famille K-13 et incluait un autodirecteur infrarouge et des performances aérodynamiques remarquables.

Les besoins de «super manœuvrabilité» entraînaient la nécessité pour le K-73 d'opérer à des incidences importantes (environ 40°). À ces valeurs, les surfaces de contrôle d'un missile air-air n'ont plus aucune efficacité. Dans ces conditions, la transition vers des contrôles dynamiques par jets de gaz était inévitable. Un changement de surface des ailes fut aussi considéré comme inefficace étant donné la portée de tir relativement courte.

En prenant comme hypothèse la petite taille et poids de la première variante du K-73, un autodirecteur tous aspects n'a pas été envisagé. Néanmoins, au bureau d'études «Arsenal» de Kiev, qui avait auparavant travaillé pour le bureau d'études «Geophysica» à Moscou, a été développé un autodirecteur plutôt compact, le «Mayak» (OGS Mk-80). Ce nouvel autodirecteur fournissait un angle d'acquisition de la cible de 60°, ce qui était 12 fois supérieur à l'autodirecteur correspondant du R-60. Plus tard, les limites du gyroscope ont été augmentées à 75° avec une vitesse angulaire maximale allant jusqu'à 60° par secondes. L'autodirecteur «Mayak» incluait également un nouvel et efficace système anti contremesures (flares). En complément d'une sensibilité accrue de la matrice du photo détecteur, un signal à modulation d'impulsion a été utilisé ainsi qu'une unité de traitement numérique du signal comprenant plusieurs canaux indépendants. Afin d'augmenter l'efficacité de l'engagement, la logique de guidage a été modifiée pour viser à l'avant des sorties réacteurs des cibles. Cela permettait à la charge de causer des dégâts à des parties plus critiques de l'appareil, y compris au pilote.

Malgré l'absence d'un besoin formel d'engagement tous aspects, les concepteurs du K-73 ont continué avec le «Mayak» car il était évident que, tôt ou tard ce besoin serait exprimé. Fournir de telles capacités impliquait que le R-73 soit agrandi et alourdi.

Le dessin initial sans surfaces de contrôle était limité en manœuvrabilité. De fortes incidences sont en général requises dans les combats tournoyants, et cela n'est généralement pas favorable à de telles conceptions. Pour un temps, les concepteurs ont considéré une variante du missile sans surfaces de contrôle aérodynamiques mais utilisant plutôt six grands porte-à-faux.

Néanmoins, l'utilisation unique des jets de gaz pour le contrôle limitait le temps de vol du missile. Cela diminuait de façon sensible sa flexibilité tactique d'utilisation. Lors d'une revue dirigée par G. Dementiev, il fut décidé d'adopter un dessin similaire à celui du K-60. Néanmoins, à la différence du prototype, ils durent fournir une stabilisation en roulis alors que le missile était équipé d'un pilote automatique traditionnel à gyroscopes. L'utilisation d'ailerons connectés cinématiquement plutôt que des rouleaux de stabilisation n'a pas augmenté le poids du missile. Cela étant dû au fait que les versions précédentes possédaient déjà des actionneurs pour des contrôles par jets de gaz, fonctionnant dans la section de queue. Pour les routines de commande, le pilote automatique utilise les informations des capteurs d'incidence et de dérive positionnés devant les stabilisateurs. Comme pour les K-60, cela garantissait également la bonne linéarité du flux d'air atteignant les surfaces de commande aérodynamiques.

Un ensemble de capteurs, stabilisateurs et surfaces de commande forme la «pomme de pin» caractérisant la pointe avant du missile. Les surfaces de commandes aérodynamiques et une paire de connecteurs aérodynamiques, sont utilisées par les moteurs de guidage en partie avant de la deuxième section. Ils sont situés derrière le pilote automatique et le détonateur de proximité. La troisième section contient le générateur de gaz à propergol solide dont le gaz est envoyé aux actionneurs des surfaces aérodynamiques ainsi que, par un tube traversant le carénage vers les ailerons et les palettes directionnelles d'éjection de la section de queue du missile. La quatrième section contient une charge à fragmentation intégrant les systèmes de sécurité et de détonation avec un rayon de souffle de 3,5 m. La cinquième section intègre le moteur à propergol solide simple étage. La queue du missile contient les actionneurs des ailerons et les palettes directionnelles d'éjection des gaz.

Mis à part le corps du moteur en acier, la plupart de la cellule est faite d'alliage d'aluminium. Les sections sont assemblées à l'aide de joints en baïonnette, sauf pour la dernière section connectée par des collerettes. Le missile entièrement assemblé est livré scellé hermétiquement dans sa caisse en bois. Il est suspendu à l'appareil par le lanceur P-72 ou P-72D (APU-73-1 ou APU-73-1D).

Du fait de la coopération des deux équipes d'études du missile «air-air», le développement du K-73 a été terminée par le bureau d'études «Vympel». Il est entré en service opérationnel sous la désignation R-73 par la résolution du 22 juin 1984. La distance de tir maximale du R-73 est de 30 km sur l'hémisphère avant et à haute altitude. De façon générale, les performances du missile dépassent les objectifs initiaux, bien que son poids soit 1,5 fois plus élevé que la spécification initiale.

Le R-73 a été exporté à l'étranger sous la variante du K-73E, les premières livraisons ont été faites vers l'Allemagne de l'Est en 1988. Il a été nommé AA-11 Archer dans la terminologie occidentale. Le R-73, combiné au viseur de casque «Shel-3UM» permet au pilote d'obtenir la supériorité aérienne en combat rapproché. Cela a été confirmé lors des premiers exercices conjoints des anciens pays du pacte de Varsovie (en particulier l'Allemagne de l'Est) contre des pilotes de l'OTAN volant sur les meilleurs chasseurs occidentaux.

Dans les années 90, «Vypel», dans le cadre d'expositions internationales, a dévoilé différentes améliorations du R-73, en particulier, des photos d'un appareil d'attaque utilisant une version lancée vers l'arrière pouvant attaquer les menaces se présentant en hémisphère arrière.

La distance de tir du R-73 se situe entre 0,3 et 20 km et il peut engager des cibles jusqu'à 20km d'altitude. Son poids initial est de 105 kg. Sa longueur est de 2,9 m et le diamètre maximal du corps principal est de 0,17 m. L'envergure est de 0,51 m. Celle des surfaces de contrôle de 0,38 m. La vitesse maximale des cibles est de 2500 km/h. La charge militaire est de 7,4 kg. L'accélération maximale de la cible est de 12 G. Les Mig-29, Su-27 et leurs variantes sont équipés avec ce système de missile.

Le tableau ci-dessous compare les caractéristiques de plusieurs types de missiles russes modernes.

Paramètres	R-27R/T	R-27ER/ET	R-77	R-33
Année d'entrée en service	1987	1990	1994	1981
Appareil / nombre emportés	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 commande de tir	SUV S-29; SUV S-29M; SUV S-27; SUV S-27M		SUV S-29M; SUV S-27M	SUV "Zaslon"
Conception aérodynamique	Surfaces canards avec déstabilisateurs		Standard avec ailes trapézoïdales	Standard
Poids, kg	253	354	177	520
Charge militaire, kg	39		21	47
Type de charge militaire	Tiges fragmentées		Tiges multicouches	Charge à fragmentation
Diamètre du corps, m	0,23	0,23/0,26	0,20	0,38
Longueur, m	3,96	4,56	3,60	4,15
Envergure des surfaces de commande, m	0,77	0,8	0,7 (pliantes)	1,12
Rapport poids/poussée, Kgs/Kg	62	94	79	73
Type de moteur	Simple étage	Double étage	Simple étage	Double étage
Limites angulaires de l'autodirecteur	±50° pour le TSD radar, ±55° pour le TSD IR		±60°	±60°
Type du système de guidage	Guidage inertiel avec correction radio, autoguidage avec TSD semi-actif et verrouillage après lancement, TSD infrarouge refroidit à l'azote		Guidage inertiel avec correction radio, guidage par radar actif TSD avec verrouillage après lancement	Guidage inertiel avec correction radio, guidage par radar actif TSD avec verrouillage après lancement

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 maximale 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
Accélération maximale, G	8		12	3 - 4

Figure 4

## Missiles Utilisés par l'OTAN

### Missiles Moyenne Portée

#### AIM-120 AMRAAM

Le missile air-air AIM-120 AMRAAM (Advanced Medium-Range Air-to-Air Missile) a remplacé l'AIM-7 «Sparrow» et est entré en service opérationnel dans l'US Air Force en 1991. Par rapport au «Sparrow», l'AIM-120 est nettement plus léger, plus petit, plus efficace en vol. Les deux peuvent engager des cibles à haute manœuvrabilité à haute et basse altitude ainsi qu'en environnement de contremesures électroniques intenses. Cela est devenu possible grâce aux progrès dans les théories de commandes missiles, des radars, de l'ingénierie informatique, des systèmes de propulsion et d'armement.

Aujourd'hui le AIM-120 est utilisé par les États-Unis, l'Allemagne, la Grande Bretagne et de nombreux autres membres de l'OTAN.



#### 6-13 : AIM-120C AMRAAM

L'AIM-120 est fabriqué d'après des conceptions aérodynamiques standard et se compose de trois sections : avant, charge militaire et queue. Il a une petite aile cruciforme fournissant une bonne manœuvrabilité à toutes vitesses et des ailettes de queue cruciformes. Le corps de missile est en acier, peint en gris, et peut endurer un échauffement cinétique considérable.

La section avant contient les systèmes de navigation automatique. Le pilote automatique du missile combine plusieurs modes de vol l'aidant à atteindre sa cible sans l'illumination continue du radar de l'avion lanceur, la navigation inertielle corrigée pour la première et deuxième partie de sa trajectoire et le radar actif pour la course terminale. Le système inertielle corrigé contient une plateforme non articulée et un récepteur de commande positionné dans le bloc de buses de la section de queue du missile. Le poids de la plate-forme, où sont installés les gyroscopes miniatures, est inférieur à 1,4 kg. Un micro-ordinateur à haute performance, fonctionnant à 30 MHz, est utilisé pour les systèmes inertiels et radar. Il exécute toutes les fonctions de contrôle, y compris : liaison de données, équipement radar, traitement des signaux de la charge et du détonateur et contrôle intégré des principaux sous-systèmes et composants. Son introduction a permis aux ingénieurs d'augmenter le nombre de paramètres utilisés pour calculer la trajectoire de vol la plus efficace, en fonction du point

d'interception de la cible par le missile, de leurs vitesses et de leurs caps. Par exemple : sur la base de la distance, de l'angle d'aspect de la cible et de la variation de vitesse, le micro-ordinateur peut calculer l'accélération de la cible. L'accélération du missile étant connue (elle est reçue des systèmes inertiels), Le micro-ordinateur peut calculer les manœuvres possibles d'interception et choisir la trajectoire optimale garantissant d'atteindre la cible.

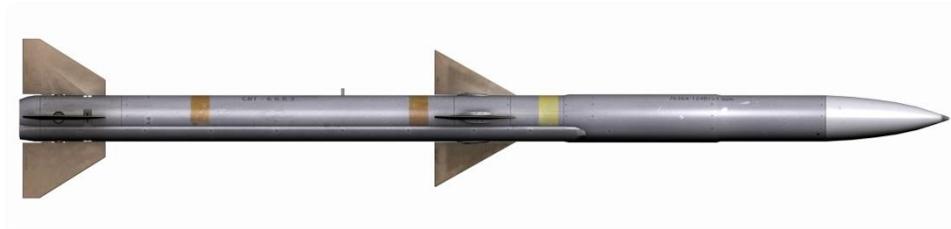
La liaison de données est utilisée pour corriger la trajectoire du missile pendant la première moitié du vol. Le radar actif assurant le guidage autonome s'active après un temps de sécurité. Il utilise des impulsions répétées hautes et moyennes fréquences pour détecter et suivre la cible. L'antenne radar est placée derrière un radôme radio-transparent (de 530 mm de long et de 178 mm de diamètre à sa base), en céramique renforcée par de la fibre de verre.

La section de la charge militaire contient la charge proprement dite, un détecteur de proximité et les mécanismes de sécurité d'armement. La tête explosive utilise la fragmentation par soufflage et assure la dispersion des fragments dans un champ étroit ou vers un secteur limité lorsque le missile intercepte la cible à un angle d'aspect défini. Quand le missile frappe directement la cible, un détonateur de contact déclenche la charge militaire. Le système de propulsion comporte un moteur-fusée à propergol solide à deux étages, à haute impulsion spécifique. Il utilise un carburant sans fumée, sans aluminium, pesant 45 kg.

La trajectoire typique du missile est divisée en trois parties : inertielle corrigée, inertielle seule et radar actif. La détection de cible est effectuée par le radar embarqué de l'avion lanceur. L'AN / APG-63 (V)1, sur le F-15C, peut utiliser les caractéristiques comme la distance et la vitesse de rapprochement pour choisir les dix cibles les plus importantes et les suivre simultanément en mode TWS. Quand le pilote a désigné les cibles, leurs positions sont automatiquement envoyées au système inertielle du missile. Jusqu'au moment du lancement, le radar de l'aéronef fournit au missile des calculs d'interception. Une fois le missile lancé, les positions des cibles ne sont suivies que par le radar de l'avion de lancement. Si la cible ne manœuvre pas, le guidage inertielle du missile l'amènera à proximité de la cible où le radar actif du missile prendra le relais.

Lorsqu'une cible manœuvre, ses données de position sont corrigées. Elles sont entrées dans le système de navigation inertielle du missile avant le lancement. Après, les commandes de correction sont envoyées par liaison de données par les lobes latéraux de l'antenne radar de l'avion à la fréquence de balayage de l'antenne. Ces commandes sont reçues par le récepteur de liaison de données du missile. Des instructions de guidage par liaison de données sont possibles pour jusqu'à huit missiles AIM-120 simultanément en vol vers différentes cibles. Le temps avant que le missile active son radar embarqué est indiqué sur le cockpit de l'avion permettant au pilote de mettre fin à la connexion de liaison de données de support aux missiles quand ils sont en mode guidage autonome. Les commandes de liaison de données cessent si la cible ne manœuvre plus et que le missile peut être guidé par son propre système de navigation inertielle. Les méthodes de guidage décrites ci-dessus ne sont utilisées qu'en absence de brouillage. Si la cible utilise un brouilleur actif, les systèmes embarqués du missile peuvent passer plusieurs fois en mode de guidage Home-On-Jam (HOJ) dans les portions intermédiaire et finale de la trajectoire. En combat aérien rapproché lorsque la cible est visible, le mode guidage radar actif est utilisé.

L'AIM-120 peut être embarqué sur deux dispositifs de lancement différents : rails guides et éjection forcée. Le premier est compatible avec l'AIM-9 «Sidewinder». Le deuxième type de dispositif nécessite une modification des lanceurs LAU-17 et LAU-92 existants. Les F-15 et F-18 sont équipés de tels lanceurs pouvant être utilisés à la fois pour le AIM-7 «Sparrow» et le AIM-120. Ces dispositifs permettent d'embarquer six missiles sur les F-15, F-16, F-18 et Tornado F.2 et quatre sur le Phantom F-4F.

**6-14 : Missile AIM-120B****6-15 : Missile AIM-120C**

Il existe aujourd'hui trois modèles d'AIM-120 :

- L'AIM-120A est la première version du missile, produite jusqu'en 1994.
- L'AIM-120B qui est la version modernisée du A avec une meilleure programmabilité grâce au connecteur de câble sur le container de transport.
- L'AIM-120C produit depuis 1996, et modifié pour être embarqué dans le F/A-22A. La version C a une taille réduite, une vitesse améliorée, une meilleure manœuvrabilité et une plus grande portée que les modèles antérieurs.

Un petit nombre de chasseurs F/A-18, équipés d'AIM-120, ont été transférés dans la région du Golfe Persique dans le cadre de l'opération «Tempête du désert». Cependant, le missile (surnommé Slammer) n'a pas été utilisé au combat. Sa première utilisation en combat s'est produite en décembre 1992 quand un F-16C américain a abattu un MiG-25 de la Force aérienne irakienne.

L'AIM-120 est peut-être le missile air-air le plus efficace de l'OTAN. Il a une longue portée, une réserve d'énergie élevée, de bonnes caractéristiques de manœuvre, et un système de guidage performant.

## AIM-7 Sparrow

Le développement du Sparrow III (AIM-7C) a débuté en 1954 et il est devenu opérationnel avec les forces américaines en 1958. Le missile a été initialement monté sur les chasseurs Demon (F3H et F3H-2) et Phantom II (F-4B, F-4C, F-4M). Six missiles pouvaient être emportés et ils avaient une portée de 12 km.

Tous les modèles de missiles Sparrow III utilisent le même concept aérodynamique à stabilisateurs et ailes médianes mobiles. Le missile se compose de quatre sections : nez, aile, charge et moteur.

Chaque modèle se fixe de la même manière et a une taille identique, permettant à un appareil d'emporter plusieurs modèles différents. L'AIM-7 utilise un système de navigation proportionnelle et est équipé d'un radar semi-actif (SARH). L'énergie radar réfléchiée par la cible est reçue par l'antenne de l'autodirecteur et un signal de retour est renvoyé à l'avion lanceur par l'antenne de queue. Les actionneurs sont installés dans la section des ailes et les orientent en fonction des signaux de commande.



#### 6-16 : AIM-7M Sparrow

Une charge de tiges expansives est installée dans l'AIM-7. Elle crée un anneau de tiges en acier conçu pour détruire un aéronef. La charge utilise à la fois un capteur de proximité radar (lorsque le missile passe près de la cible) et un détonateur à l'impact (lors d'un coup direct).

Le moteur à propergol solide possède deux niveaux de poussée : une phase d'accélération et une phase de maintien de vitesse. Un canal en forme d'étoile traverse le bloc de propulsion permettant une efficacité maximale de la combustion.

L'AIM-7D est entré en service en 1961 et sa portée est de 15 km. Il est équipé d'un radar semi-actif nécessitant l'illumination continue de la cible par le radar de l'avion lanceur. Le moteur à propergol solide LR44-RM2 installé sur l'AIM-7C a été plus tard remplacé par le moteur Rocketdyne Mk.38 / 39 (les deux moteurs avaient un seul niveau de poussée). La production du missile AIM-7D a pris fin en 1963 lorsque le nouveau AIM-7E est entré en production.

L'AIM-7E avait un autodirecteur plus sophistiqué que le modèle D et un nouveau moteur Aerojet Mk.52.Mod.2. Le poids du moteur était de 68,5 kg, avec un temps de combustion de seulement 2,8 s, et une portée de 25 km. Pour ce nouveau moteur, le polybutadiène a été utilisé comme combustible et le perchlorate d'ammonium comme oxydant. Grâce au nouveau moteur, le missile pouvait atteindre des vitesses et des portées supérieures aux modèles plus anciens d'AIM-7. La portée augmentée était également due à l'autodirecteur amélioré.

Basé sur l'AIM-7E, le «Sea Sparrow» a été développé et utilisé comme système défensif pour les navires des États-Unis et de plusieurs autres pays. Plus tard, l'AIM-7E a servi de base à plusieurs systèmes de défense aérienne de l'OTAN : «Spada» (terrestre) et «Albatros» (naval). De nombreux pays ont également développé leurs propres missiles «air-air» basés sur l'AIM-7E. Des essais au sol réussis et une bonne publicité ont valu une renommée mondiale au missile AIM-7E.

Cependant, une bonne presse ne signifie pas de bons résultats en combat. Au Vietnam, de 1965 à 1969, un seul AIM-7E sur dix a frappé sa cible. L'expérience du combat a révélé plusieurs lacunes comme une distance minimale importante et un processus chronophage de verrouillage de cible. Ces

missiles étaient particulièrement inefficaces contre des cibles très manœuvrantes. L'AIM-7E ayant été conçu pour engager les bombardiers soviétiques lourds à longue portée, ces résultats ne sont pas surprenants.

Après la guerre du Vietnam, l'analyse des combats a engendré le développement d'un nouveau modèle de Sparrow : l'AIM-7E2. Cette modification est entrée en service en 1968 avec une portée maximale de 50 km à haute altitude.

Lors de la conception de ce modèle, une grande attention a été accordée à l'obtention de caractéristiques nécessaires dans les engagements à vue. Le temps d'armement du détonateur a été réduit, l'autodirecteur, le système de commande et les actionneurs des surfaces mobiles ont été améliorés. Ainsi, le nouveau modèle était plus manœuvrable et avait une distance minimale de tir réduite.

En 1973, l'AIM-7F est devenu opérationnel. Sa distance maximale de tir à haute altitude était de 50-70 km. Son autodirecteur pouvait opérer en deux modes : impulsion-Doppler et onde continue, permettant au missile d'être compatible avec une multitude de radars.

La charge à fragmentation annulaire améliorée avait une plus grande portée. Contrairement aux modifications précédentes, la charge du missile est installée entre le nez et la section d'aile. Cela est devenu possible en réduisant l'espace nécessaire pour les instruments utilisant auparavant des tubes à vide par de simples puces d'ordinateur pour contrôler l'autodirecteur, les systèmes de commande et la charge. En outre, la fiabilité s'est accrue, le temps moyen entre panne s'élevait à 470 heures, huit fois plus que pour l'AIM-7E.

Le missile est équipé d'un nouveau moteur à deux niveaux de poussée, le Hercules Mk.58 Mod.2. Avec une augmentation significative de la portée par rapport à l'AIM-7E2, l'AIM-7F est aussi mieux adapté au combat à courte distance.

Un défaut toutefois était la faible résistance de l'AIM-7F au brouillage par les signaux radar réfléchis par le sol, particulièrement important lors de l'attaque de cibles à basse altitude en configuration «look-down shot-down». Pour le résoudre, le travail a commencé en 1975 sur un modèle amélioré d'AIM-7F équipé d'un émetteur mono-impulsion de recherche de cible doté d'une meilleure résistance au brouillage.

En 1976-77, le nouveau AIM-7M a été testé en vol. La portée maximale à haute altitude était de 50-70 km. Néanmoins, il avait toujours le défaut de s'appuyer sur un radar semi-actif (SARH). Un tel autodirecteur limite considérablement la manœuvrabilité de l'avion de lancement en exigeant l'éclairage de la cible (de 20 à 60 secondes si la cible est au-delà de la distance visuelle et 10 à 20 secondes si elle est visible) jusqu'à l'impact. L'autodirecteur SARH est également très vulnérable aux contre-mesures électroniques modernes. En fait, il interdit une des exigences principales des armes modernes - le «tire et oublie», c'est-à-dire un guidage autonome après le lancement.

Les appareils F-4, F-15, F-14, F-16, F/A-18 sont équipés de ce missile.

## Missile Courte Portée

### AIM-9 Sidewinder

L'étude du Sidewinder a commencé en 1948 et les essais en vol des modèles de développement ont été réalisés en 1952-54. En 1956, le premier modèle l'AIM-9A Sidewinder, est entré en service opérationnel dans l'armée de l'air des États-Unis.

Le Sidewinder est conçu suivant une configuration aérodynamique en canard. Il a un corps cylindrique d'un diamètre de 127 mm et une aile trapézoïdale cruciforme. Des rouleaux de stabilisations sont installés sur les bords de fuite de sa queue, le stabilisant sur son axe longitudinal. Tous les modèles du Sidewinder ont le même nombre de composants primaires, le système de guidage et de commande (comprenant l'autodirecteur, les actionneurs pneumatiques des surfaces de commande, la source d'énergie électrique et le détonateur à impact), le capteur de proximité, la charge et le moteur. Tous les Sidewinders, à l'exception de l'AIM-9C et de l'AIM-9R, sont équipés d'autodirecteur infrarouge qui est le plus performant dans de bonnes conditions météorologiques. L'AIM-9C est équipé d'un autodirecteur radar, par conséquent, il peut attaquer les cibles dans toutes les conditions météorologiques.

La source de puissance, à l'exception de l'AIM-9D qui dispose d'une batterie électrique, est d'un générateur de gaz alimenté par les gaz chauds provenant de la combustion d'une cartouche.



### 6-17 : Missile AIM-9P Sidewinder

La charge est à fragmentation annulaire, sa détonation est commandée par le capteur de proximité si le missile passe à 5-6 m de la cible ou par le détonateur à impact en cas de coup direct. Le moteur est à propergol solide et a deux étages (accélération et maintien de la vitesse).

Les Sidewinders ont été largement utilisés dans les conflits locaux des années 1960 aux années 1990. Pendant la guerre des Malouines, selon des sources anglaises, les Harriers ont tiré 27 missiles Sidewinder qui ont frappé 16 avions et hélicoptères argentins. L'excellente performance du Sidewinder était principalement due à son autodirecteur avancé tous aspects. Cependant, même cet autodirecteur pouvait avoir des difficultés avec des cibles dispersant leur signature thermique. Un bon exemple est le transport par hélice, Il est connu qu'un Harrier a tiré 2 Sidewinders contre un C-130 argentin de transport, un l'a manqué et l'autre a endommagé une aile. Après quoi, le pilote anglais a

volé jusqu'au C-130 et a tiré 240 obus dans le fuselage. Cependant, contre les jets argentins le Sidewinder s'est avéré mortel.

AIM-9L - La guerre du Vietnam a illustré l'efficacité médiocre des premiers modèles de Sidewinder. Ils limitaient la manœuvrabilité de l'avion lanceur et il s'est avéré difficile de frapper une cible manœuvrant sous hauts facteurs de charge. De ce fait, le développement de l'AIM-9L a commencé en 1971. Sa portée maximale à haute altitude était de 18 km.

Pour améliorer l'autodirecteur du AIM-9L la photorésistance d'origine au plomb sulfureux (PbS) a été remplacée par une photorésistance à l'indium antimonique (InSb). Cela a considérablement augmenté sa sensibilité et la possibilité de verrouiller les cibles dans les hémisphères arrière et avant. Une autre amélioration consistait à augmenter les limites d'orientation du cardan et le taux de suivi de cible.

Sur l'AIM-9L, le réservoir cryogénique d'argon nécessaire au refroidissement des photorésistances de l'autodirecteur est situé dans son corps. Cela a permis aux armuriers de charger le missile sur l'avion sans avoir besoin d'équipements additionnels (les réservoirs des modèles antérieurs de Sidewinder étaient dans les rails de lancement).



#### 6-18 : Missile AIM-9M

Pour l'AIM-9L, des puces électroniques sont utilisées et une génératrice thermique sert comme source d'alimentation.

L'AIM-9L était le premier missile «air-air» au monde équipé d'un détecteur de proximité laser. Sa section principale contient des éléments émetteurs et récepteurs. Une diode laser (arséniure de gallium) sert d'émetteur, l'énergie réfléchie provenant du passage d'une cible est détectée par les éléments récepteurs (photodiode de silicium), déclenchant l'explosion de la charge.

La charge de l'AIM-9L est également nouvelle. Elle est à deux couches de tiges d'acier découpées pour avoir un poids défini. L'explosion est déclenchée des deux cotés de la charge simultanément par les impulsions du détonateur.

Le Sidewinder AIM-9L est en service depuis 1976 sur de nombreux types d'avions, y compris les : F-4, F-5, F-14, F-15, F-16, Tornado, Sea Harrier et Hawk.

AIM-9M. Au printemps 1979, les essais en vol du nouveau AIM-9M ont commencé. Ce missile est une version améliorée de l'AIM-9L équipé d'un nouveau moteur produisant moins de fumée (moins d'oxyde d'aluminium).

La principale différence par rapport à l'AIM-9L est l'autodirecteur infrarouge dont le système de refroidissement en boucle fermée n'a pas besoin de remplissage. L'autodirecteur du missile est moins

sensible aux contre mesures IR (flares) et il distingue mieux les cibles de l'arrière-plan du terrain. L'AIM-9M est entrée en service opérationnel en 1983.

**AIM-9X** - Aujourd'hui, les travaux se poursuivent sur la prochaine génération de missiles infrarouges à courte portée américains. Ce missile, l'AIM-9X, sera en concurrence avec d'autres systèmes similaires tels que le R-73 et l'AIM-132 sur le marché mondial.

L'AIM-9X doit assurer la supériorité dans le combat aérien à vue et engager les cibles à n'importe quel angle d'aspect. Le système de guidage est résistant à toutes les contre-mesures actives et passives existantes en raison de son imagerie infrarouge. Son moteur est équipé d'un système de poussée vectorielle. Le coût unitaire approximatif de ce missile est de 84 000 \$. En 2004, l'AIM-9X est entré en service opérationnel dans l'armée de l'air des États-Unis. Comme le R-73 et son viseur de casque, l'AIM-9X peut être équipé du nouveau système d'affichage monté sur casque.



7

---

**ARMES AIR / SURFACE**

## ARMES AIR / SURFACE

Les armes «air-surface» peuvent être divisées en deux catégories : guidées et non guidées. Les armes guidées air-surface englobent à la fois les missiles air-sol (AGM et ASM) et les bombes guidées (GBU). Les armes non guidées comprennent les bombes à chute libre et les roquettes aériennes.

Les bombes à chute libre sont les armes de bases de l'aviation, utilisées dans tous les conflits armés des 80 dernières années. Du fait de leur faible coût et de leur disponibilité, elles peuvent être très rentables, même comparées à des munitions guidées modernes plus précises (et plus chères).

Les bombes à chute libre ne sont pas très précises. Une fois larguées elles suivent une trajectoire balistique, sans aucune possibilité de manœuvre. Afin d'améliorer la précision de visée, le bombardier doit voler en ligne droite au moment du largage. La plus petite erreur de tangage ou de roulis peut dégrader la précision de visée, tout comme le vent. Les bombes à chute libre ne peuvent pas être utilisées contre des cibles ponctuelles (c'est à dire quand une haute précision de visée est requise) ou «frappes chirurgicales» pour lesquelles les dommages collatéraux ne peuvent être tolérés.

MEME UN LACET INCORRECT DE L'APPAREIL AU MOMENT DU LARGAGE PEUT DEGRADER LA PRECISION DE LA BOMBE A CHUTE LIBRE.

La distance horizontale qu'une bombe à chute libre peut parcourir avant de toucher le sol dépend essentiellement de deux facteurs : la vitesse de l'appareil et l'altitude au moment du largage. Si la vitesse et l'altitude de l'appareil augmente, la trajectoire de la bombe sera allongée, mais cela dégradera également sa précision.

La taille et le pouvoir de destruction d'une bombe conventionnelle à chute libre est exprimée en terme de poids et se situe habituellement entre 50 et 1500 kg. A la différence des bombes à usage général qui possèdent une seule charge militaire, les bombes à fragmentation utilisent un nombre important de sous-munitions explosives qui déploient leur puissance de destruction sur une large zone après le largage.

LA PORTEE DES BOMBES A CHUTE LIBRE DEPEND DE LA VITESSE ET DE L'ALTITUDE DE L'APPAREIL AU MOMENT DU LARGAGE.

Les roquettes aériennes à ailettes repliables sont largement employées contre les véhicules ennemis légèrement blindés et contre le personnel. La précision d'une roquette dépend largement des conditions au moment du tir. La plus petite erreur de visée au moment du tir peut entraîner une déviation significative de cette dernière par rapport à la cible. Le vent peut aussi dégrader la précision de visée. Les roquettes sont habituellement utilisées en volées, en masse. L'utilisation d'un grand nombre de roquettes peut étaler la puissance de destruction sur une grande surface et permettre d'atteindre la cible visée.

LES ROQUETTES SONT TIREES EN SALVE POUR S'ASSURER D'ATTEINDRE LA CIBLE.

Les armes guidées peuvent plus sûrement assurer la destruction d'une cible, mais elles sont également plus chères. Les bombes guidées et les missiles infrarouge (IR), laser et guidage TV ont une très grande précision et peuvent toucher les chars et les bâtiments en un seul coup. Les actions du pilote lors de l'utilisation de bombes guidées (GBU) ou de missiles varient avec le type exact d'arme.

## Armes Air / Surface de l'Armée de l'Air Russe

La plupart des avions de chasse russes ont une capacité d'attaque au sol limitée, seulement capables de transporter des bombes à chute libre et / ou des roquettes à la place des missiles air-air. Ce n'est pas leur rôle principal, et les chasseurs russes sont rarement affectés à de telles tâches. L'avion principal pour attaquer les cibles terrestres est le bombardier tactique et l'avion de soutien rapproché, comme le Su-25 et le Su-25T. Ce chapitre décrit différentes armes air-surface qui peuvent être utilisées par les avions pilotés par un joueur. Des informations supplémentaires peuvent être trouvées dans l'encyclopédie en ligne.

Chaque type d'arme est conçu pour une tâche ou un type de cible spécifique. Les missiles antiradars, par exemple, sont inutiles contre les chars, et tenter d'attaquer un navire de guerre moderne avec des bombes conventionnelles à chute libre serait suicidaire. Avant de commencer une mission, il faudra examiner soigneusement le choix des armes selon l'objectif de la mission.

### Missiles Air / Surface

Les missiles «air-surface», comme les missiles «air-air», varient en termes de distance de lancement et de type de cible. Le système de charge et de guidage est habituellement adapté à une tâche spécifique, telle que la mission antiradar ou anti-char, mais il existe également des missiles «à usage général» utiles dans une variété de tâches.

Les Kh-25 (AS-10 «Karen») et Kh-29 (AS-14 «Kedge») sont les principaux missiles tactiques. Ces armes peuvent détruire des fortifications, des ponts et des installations ferroviaires, des abris d'aéronefs, des sites de missiles sol-air (SAM), des véhicules blindés à vitesse lente et de petits navires. Ils sont équipés de moteurs-fusées à propergol solide, qui accélèrent le missile à vitesse supersonique en seulement quelques secondes de combustion.

### Missiles Tactiques

Les missiles «air-surface» utilisent divers systèmes de guidage. Les systèmes «passifs», sans émissions, comprennent la télévision (TV) et l'imagerie de guidage infrarouge (IIR). De telles armes à guidage optique utilisent un écran de télévision dans le cockpit. Le pilote localise, identifie et verrouille la cible via l'image agrandie vue par le capteur du missile. Les systèmes «actifs» incluent le guidage radar, dans lequel le missile illumine la cible avec ses ondes radio et le guide sur les signaux réfléchis. Les systèmes de guidage laser «semi-actifs» : les missiles se dirigent sur des signaux laser réfléchis par la cible. L'illuminateur laser utilisé pour désigner la cible se trouve soit à bord de l'avion de tir, soit au sol (par exemple avec un contrôleur aérien avancé ou «FAC»). Dans le premier cas, le pilote sélectionne la cible et l'illumine par laser pendant tout le temps de vol du missile (TOF). Dans le second cas, un système extérieur (par exemple un autre aéronef, hélicoptère ou FAC) sélectionne la cible et se charge de l'illumination, permettant à l'avion tireur de manœuvrer librement après le lancement du missile.

Le missile antichar russe «Vikhr» utilise un guidage laser de «faisceau-pilote». Contrairement aux missiles Kh-25L et Kh-29L, équipés d'autodirecteurs de guidage laser semi-actifs dans le cône de nez, le 9A4172 «Vikhr» n'a pas d'autodirecteur dans le nez. Au lieu de cela, des capteurs sont montés dans la queue du missile, près des buses du moteur fusée. Ces capteurs détectent le faisceau laser émis par l'avion porteur et le suivent directement jusqu'à la cible.

## Kh-25 (AS-10 «Karen»)

Le développement du missile téléguidé Kh-25 a commencé au début des années 1970 comme «produit 71» du bureau d'études «Zvezda». La conception était basée sur celle du missile plus ancien Kh-23 (AS-7 «Kerry»). La nouvelle arme était destinée à la destruction des fortifications ennemies, des postes de commandement et de contrôle (C2), des dépôts d'armes, de l'artillerie antiaérienne (AAA) et des sites SAM.

La version guidée laser Kh-25L est conçue pour la destruction de petites cibles comme les radars, les centres de commandement et les lanceurs de missiles tactiques. Les cibles peuvent être illuminées par un avion ou du sol. La vitesse maximale du missile est 3200 km/h. Le Kh-25MP (AS-12 «Kegler») est la version antiradar.

Les missiles Kh-25 sont emportés sur des pylônes APU-68U / UM / UM2 / UM3, pouvant être installés sur les avions MiG-27, Su17M, Su-24 et Su-25.

Versions :

Le Kh-25L «Projector» («produit 71» ou AS-10 «Karen») est un missile polyvalent doté d'un guidage laser semi-actif 24N1 et d'un système de commande SUR-71.

Le Kh-25ML (AS-10 «Karen») est une version modernisée, utilisant également un guidage laser. Il est équipé d'un autoguidage laser semi-actif 24N1 et d'un système de commande SUR-73. Le moteur, le corps, la charge, le pilote automatique et l'unité de puissance sont les mêmes que pour le 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 (en fonction de la cible prévue). Il est entré en service en 1981.

Le Kh-25MR («produit 714» ou AS-10 «Karen») est une version utilisant un système de guidage radiocommandé. Il est entré en service en 1981.



7-1 : Missile Tactique Kh-25ML (AS-10 «Karen»)

Missile	Type de TSD	Charge militaire, kg	Distance effective de tir, km
Kh-25MR	Radiocommande	90	2-20
Kh-25ML	Laser semi actif	90	2-10

Kh-25MP	Antiradar passif	90	20-40
---------	------------------	----	-------

Figure 5

## Kh-29 (AS-14 «Kedge»)

Le développement du missile Kh-29 (AS-14 «Kedge») a commencé au bureau d'études «Molniya» sous la direction de M. P.Bisnovat. Il est entré en service en 1980. À partir de 1981, le développement ultérieur du missile a continué au bureau de construction d'état de Vympel. Le missile est équipé d'une ogive pénétrante hautement explosive et est conçu pour être utilisé contre les abris, ponts en béton et navires. Il est porté sur un pylône éjecteur.

La version Kh-29L dispose d'un laser semi-actif et est utilisée avec des illuminateurs de bord, tels que les systèmes optiques «Kaira» ou «Klyon», ou des désignateurs de cibles laser au sol.



### 7-2 : Missile Tactique Kh-29L (AS-14 «Kedge»)

La variante Kh-29T utilise un guidage TV et est conçue pour détruire des navires d'un maximum de 10 000 tonnes de déplacement, les abris en béton durci, les pistes en béton, les ponts et les cibles industrielles. L'autodirecteur optique est verrouillé sur la cible avant le lancement, à l'aide d'une image TV agrandie affichée dans le cockpit. Cette variante est «tire et oublie», elle se guide sur la cible de façon autonome après le lancement.



### 7-3 : Missile Tactique Kh-29T (AS-14 «Kedge»)

À l'heure actuelle, les avions Su-25TM (Su-39), MiG-27M, Su-17M3, Su-17M4, Su-24M et Su-34, Mig-29CMT, MiG-33 et le chasseur multirôle Su-35 peuvent être équipés de cette version.

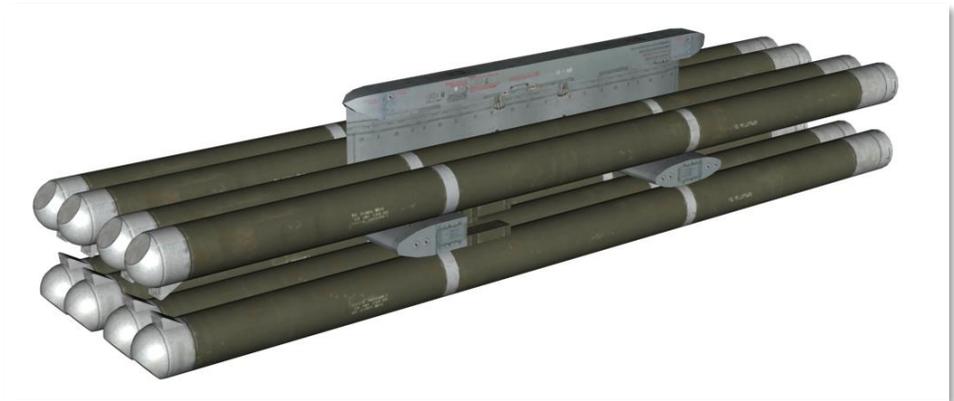
Missile	Type de TSD	Charge militaire, kg	Distance effective de tir, km
Kh-29L	Laser semi actif	317	8-10
Kh-29T	TV	320	20-30

Figure 6

### Système d'Armes Antichar 9K121 «Vikhr» (AT-9)

Le système d'arme antichars «Vikhr» est destiné à être utilisé contre les véhicules blindés, y compris ceux équipés de blindage réactif, et les cibles aériennes volant jusqu'à 800 km/h. Son développement a commencé en 1980 au bureau d'études de «Tochnost» pour la fabrication d'instruments (combinaison de scientifique et production) sous la direction du concepteur en chef A.G.Shipunof. Il est entré en service en 1992. Au début de l'année 2000, le complexe a été monté sur l'avion de soutien rapproché antichar Su-25T (jusqu'à 16 missiles peuvent être transportés sur deux lanceurs APU-8) et sur l'hélicoptère de combat Ka-50 «Akula» (jusqu'à 12 missiles sur deux lanceurs APU-6). La désignation OTAN du missile est AT-9. Le système de missiles «Vikhr» comprend :

- Missile supersonique à guidage par faisceau laser 9A4172
- Le système électro-optique de commande de tir I-251 «Shkval»
- Les lanceurs APU-8 ou APU-6.



#### 7-4 : Lanceur APU-8 «Vikhr» (AT-9)

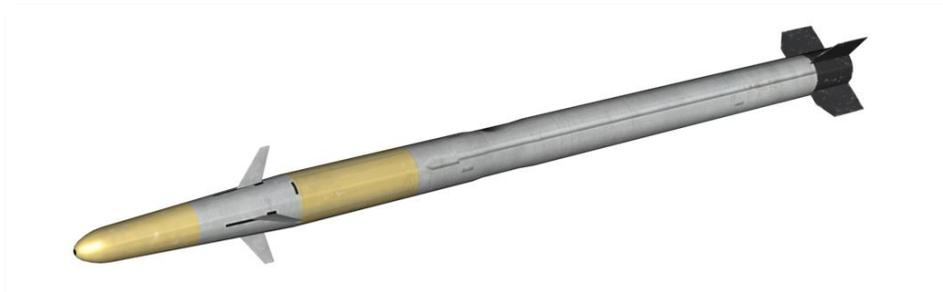
Le système permet de tirer le missile seul ou par paire. Sa vitesse supersonique (jusqu'à 610 m/s) diminue la vulnérabilité de l'avion de tir pendant l'attaque et peut permettre des attaques multiples rapides contre plusieurs cibles en un seul passage. Le missile couvre sa portée effective de 4 km en 9 secondes.

Le missile est conçu selon une disposition aérodynamique en canard et comporte des ailerons pliables. La visée est faite avec le système de ciblage automatisé «Shkval». Lors de l'identification de

l'image cible sur l'écran TV, le pilote place un curseur sur la cible et la verrouille en appuyant sur un bouton. L'écran fournit les données de ciblage quand il est verrouillé, et autorise le pilote à tirer lorsque la cible est à portée.

Le missile est lancé d'un tube par une charge d'éjection avant le démarrage du moteur fusée.

Le guidage par faisceau laser avec un verrouillage électro-optique garantit une grande précision quasiment indépendante de la distance de la cible. En outre, le guidage par faisceau laser assure des performances plus fiables en présence de pollution visuelle (par exemple la poussière, la fumée) et / ou de contremesures ennemies (comme les écrans de fumée).



#### 7-5 : Missile 9A4172 «Vikhr» (AT-9)

Dans le Su-25T, le designateur / télémètre laser «Prichal» est intégré avec le système de contrôle de tir «Shkval» embarqué et le système nocturne à faible éclairage (LLTV) en nacelle «Mercury». Le système «Shkval» suit automatiquement une cible verrouillée et l'illumine avec le designateur de cible laser. Le missile détecte le faisceau laser et tente de le maintenir centré entre deux capteurs de réception dans sa queue tout en volant vers la cible. Le missile n'a qu'un seul servomoteur de direction, de sorte qu'il roule autour de son axe longitudinal en vol, en corrigeant continuellement le tangage et le lacet tour à tour. Ce mouvement de rotation donne au missile une trajectoire spiralée distinctive.

Le stockage, le transport et le lancement du missile sont réalisés par le même conteneur tubulaire, garantissant les performances fiables des missiles pendant 10 ans sans entretien.

Le missile pénètre un blindage homogène laminé (RHA) de 1000 mm. Le missile «Vikhr» comporte des détonateurs de contact et de proximité. La probabilité de destruction de chars en mouvement est de 80%.

### S-25L

Le missile guidé laser S-25L a été conçue à l'Institut central scientifique et de recherche «Tochmash», célèbre pour ses armes d'infanterie aéroportées et ses roquettes aériennes. Parmi ces dernières, il y avait la roquette lourde S-25 de 400 kg, arme très fiable populaire auprès des forces armées. Elle avait une structure modulaire qui a simplifié son développement ultérieur. Le capot de nez en plastique a été remplacé par un autoguidage laser, qui l'a transformée en munition de précision. L'idée a été proposée par A. Nudelman, le directeur du bureau d'études de l'Institut. L'équipe de conception était dirigée par B. Smirnov (aujourd'hui Directeur général de l'Institut Général). Un module de commande de 42 kg comprenant un capteur laser de recherche 24N1, un

pilote automatique, des gouvernes, leurs actionneurs et une batterie permettant une alimentation durant 20 secondes ont été ajoutés à la roquette simple produite en série. La fusée S-25 est stabilisée en vol par rotation. Celle-ci, tournant jusqu'à 600 tr/min, ne permettait pas au laser ou au pilote automatique de fonctionner correctement et menaçait de surcharger le gyroscope et de causer une perte de contrôle. Le problème a été résolu de façon simple, l'ensemble du module de commande a été monté sur un palier tournant lui permettant de rester stable tandis que le corps du missile tourne. Un kit de mise à niveau de terrain comprenant le module de commande et de nouvelles connexions électriques pour le tube de lancement et le pylône d'arme peut être installé par deux personnes. Le tube de lancement jetable vide est désigné O-25L. La tête de 150kg à fragmentation située dans une enveloppe de pénétration à paroi épaisse est augmentée avec une charge auxiliaire de 21 kg. Le missile S-25L est équipé d'une fusée de contact électromécanique avec temporisation optionnelle pour la pénétration du béton. Il est entré en service en 1979. Sa portée est de 7 km avec une précision de frappe de 4 à 7 mètres. Une version mise à jour S-25LD avec une portée jusqu'à 10 km est entrée en service en 1984.



#### 7-6 : Missile guidé laser S-25L

Lors de l'étude du S-25L, l'Institut «Tochmash» a complètement mérité son nom (Tochmash signifie «construction de machine de précision» en russe). La portée de l'arme a doublé de 3 à 7 km par rapport à la roquette S-25 originale, et sa précision de frappe a été améliorée d'un facteur six, de 20-30 m pour la S-25 à 3 km à 5-7 m pour le S-25L à une distance de 7 km. Le missile S-25L se distingue également par son faible coût, sa facilité d'utilisation, sa fiabilité et son faible entretien. Le S-25L modifié conserve un poids et des dimensions similaires tout en améliorant les performances : lorsqu'il est utilisé par le chasseur Su-25T, le cercle d'erreur probable (CEP) ne dépasse pas 1,2 m et la majorité des véhicules blindés cibles sont détruits par des coups directs.

## Missiles Anti-Rayonnement

D'un point de vue technique, les missiles anti-rayonnement ou antiradar (ARM) sont des armes passives, guidées par les émissions radio de leur cible. Les missiles anti-rayonnement peuvent fonctionner contre une variété de radars cibles, y compris les radars d'alerte avancée, de recherche et de guidage utilisés par les systèmes de commande de tir SAM.

En pratique, la destruction des systèmes radar ennemis s'est avérée complexe. De nombreux systèmes radar sont capables de détecter l'arrivée de missiles et cessent généralement d'émettre, coupant ainsi les signaux de guidage du missile hostile et lui faisant perdre la cible. Les ARM modernes comme le Kh-31P et le AGM-88 HARM peuvent mémoriser la direction de la source

d'émission et continuer leur vol par guidage inertiel, mais leur précision de frappe dans ce mode est dégradée. Néanmoins, la tâche de supprimer et / ou de détruire les radars de défense aérienne ennemie (SEAD ou DEAD) est très importante, surtout lorsqu'il s'agit d'assurer la sécurité des avions d'attaque amis.

Les différents radars de combat fonctionnent sur un large éventail de fréquences possibles. Il est difficile de concevoir un autodirecteur passif unique couvrant tout le spectre, en partie en raison des limitations physiques de l'antenne. Jusqu'à récemment, la pratique retenue consistait à concevoir plusieurs modules de recherche remplaçables pour le même missile, chacun fonctionnant sur une partie différente du spectre radioélectrique, sélectionnée avant le décollage en fonction de la menace prévue. Même les ARM modernes peuvent être optimisés pour contrer une menace prioritaire particulière. Par exemple, les ARM Kh-58 et Kh-31P ont été conçus pour être utilisés contre le radar multifonction AN / MPQ-53 du système Patriot. En raison de cette optimisation, il peut exister des menaces radars qu'un ARM donné peut être incapable de détecter.

### Kh-25MP/MPU (AS-12 «Kegler»)

La version Kh-25MP (AS-12 «Kegler») du missile tactique Kh-25 est dotée d'un détecteur passif anti-rayonnement et a été conçue pour être utilisée contre les radars SAM Hawk, Improved Hawk et Nike Hercules. Les radars SAM Roland et Crotale ont été ajoutés à la bibliothèque de menaces dans une variante modernisée appelée Kh-25MPU.



#### 7-7 : Missile anti-rayonnement Kh-25MPU (AS-12 «Kegler»)

La modernisation consistait à accroître la gamme de fréquences du radar passif et à ajouter un système de guidage inertiel permettant au missile de voler vers la cible et de la réacquiescer si le verrouillage a été interrompu à mi-vol. La portée du missile a été augmentée à 40 km, et la vitesse maximale a augmenté à Mach 2,5.

Les missiles sont lancés à partir des pylônes APU-68U installés sur les avions MiG-27K, Su-17M4, Su-24M, Su25T et Su-25TM.

### Kh-58 (AS-11 «Kilter»)

Le missile Kh-58U (AS-11 «Kilter») a été conçu avec une portée augmentée pour permettre aux avions d'attaquer les systèmes SAM «HAWK», «Nike Hercules» et «Patriot» sans entrer dans les zones de lancement des missiles sol/air.

Le missile Kh-58U a une disposition aérodynamique classique avec des ailes fixes et des gouvernes mobiles à l'arrière. L'aile de grande surface offre une grande portée, et le moteur-fusée à propergol

solide utilise une tuyère axiale pour éviter les pertes de propulsion inhérentes aux buses montées latéralement, comme celles du Kh-25. Pour assurer une portée de tir de 100 km à haute altitude et grande vitesse, le moteur-fusée comporte une phase d'accélération de 3,6 s avec environ 6 tonnes de poussée (environ 10 fois la masse de lancement), suivie d'une phase de maintien de 15 s pour le vol de croisière. Le moteur de maintien utilise un propergol à grain d'inhibition avec une température de combustion inférieure, fournissant le profil de poussée «économique» d'environ un sixième de la poussée de la phase d'accélération. Ainsi, le Kh-58U est comparable aux missiles air-air par les performances du moteur fusée (par comparaison : son ratio de poussée / poids est le double de celui des Kh-23 et Kh-25). Les gouvernes utilisent des actionneurs électromécaniques montés autour de la queue, ce qui est inhabituel pour cette classe d'arme. Ils ont été choisis pour assurer une autonomie et un temps de vol supérieur à ceux alimentés par générateurs d'air ou de gaz. La batterie rechargeable nickel-cadmium à haute capacité assure le fonctionnement du système et de la commande directionnelle pendant au moins 200 s de vol (plus de deux fois celui du Kh-27). Le 30KhGSA chromansil et le titanium OT4-1 ont été utilisés comme matériaux de construction principaux pour résister à l'échauffement cinétique de 400° à 500°C en vol à grande vitesse. L'aile et l'empennage, y compris la surface des ailes et les nervures, sont en titane soudé. Le corps est soudé en acier, et d'autres pièces en alliages légers utilisent un blindage thermique non traditionnel, y compris des joints d'étanchéité résistant à la chaleur.



#### 7-8 : Missile anti-rayonnement Kh-58 (AS-11 «Kilter»)

La distance de lancement à haute altitude et grande vitesse atteint jusqu'à 100 km. La vitesse de vol maximale est supérieure à Mach 3.0 lorsqu'il est transporté sur des pylônes AKU-58 installés sur des avions Su-17M4, Su-24M et Su-25T (M).

## Remarques pour les Concepteurs de Missions SEAD

Les limitations liées aux fréquences et à la bibliothèque de menaces des différents missiles anti-rayonnements (ARM) peuvent apparaître pendant le jeu, certains ARM pouvant ne pas être utilisables contre les radars à fréquence de fonctionnement trop élevée ou trop faible. À la demande des joueurs, la figure 7 a été réalisée pour aider les concepteurs de missions à s'assurer que les avions pilotés par un joueur et par l'ordinateur, affectés à la suppression des défenses aériennes ennemies (SEAD), soient convenablement armés. Les distances indiquées (en km) ont une signification différente selon si elles s'appliquent à un avion contrôlé par un joueur ou par l'ordinateur. Les aéronefs commandés par ordinateur sont capables de détecter les radars des véhicules terrestres à très longue portée, de sorte que la portée indiquée est celle du lancement de l'arme. Le récepteur

d'alerte radar (RWR) et le boîtier de liaison de données «Fantasmagoria» ARM sont réalisés de façon plus réaliste pour le Su-25T piloté par le joueur. Les plages indiquées pour l'autodirecteur indiquent la distance à laquelle les radars au sol peuvent être détectés et verrouillés par cet équipement. La distance réelle du lancement de l'arme peut être plus longue ou plus courte, suivant la vitesse et l'altitude à laquelle le joueur choisit de voler. L'équipement peut être en mesure de détecter et de verrouiller certains radars, mais pas de tirer sur eux - dans ces cas de «verrouillages seulement», la distance est indiquée entre parenthèses. Les distances indiquées étaient valides au moment de la rédaction de ce document, mais elles peuvent changer sans préavis si de nouvelles données déclassifiées sur les radars et les armes sont disponibles et incorporées dans les produits futurs.

Classe	Nom	Avion intelligence artificielle (AI) commandé par ordinateur					Su-25T piloté par le joueur		Symbol e HUD	Remarque s
		Kh-25MPU (AS-12 «Kegler» )	Kh-58 (AS-11 «Kilter» )	Kh-31P (AS-17 «Krypton» )	AGM-88 HAR M	ALAR M	Kh-25MPU (AS-12 «Kegler» )	Kh-58 (AS-11 «Kilter» )		
EWR	1L13	/	/	/	/	/	(100 km)	(100 km)	non	
	55G6	/	/	/	/	/	(100 km)	(100 km)	non	
AAA/CIWS	ZSU-23-4 Shilka	/	/	/	85 km	45 km	(4,1 km)	(4,1 km)	non	
	ZS6 Tunguska	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	15,1 km	15,1 km	2C6	
	Vulcan	/	/	/	/	/	/	/	/	pas de radar
	Gepard	/	/	/	/	/	(12,5 km)	(12,5 km)	non	
MANPADS	Igla	/	/	/	/	/	/	/	/	pas de radar
	Stinger	/	/	/	/	/	/	/	/	pas de radar
SAM IRH basse altitude	Strela-1	/	/	/	/	/	/	/	/	pas de radar
	Strela-10	/	/	/	/	/	/	/	/	pas de radar
	Rdr Dog Ear	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	(30 km)	(30 km)	non	
	Avenge r	/	/	/	/	/	/	/	/	pas de radar
Radar SAM basse altitude	Osa 9A33 In	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	25 km	25 km	OCA	
	Ld Osa	/	/	/	/	/	/	/	/	pas de 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	
	rdr Roland	/	/	/	/	/	(30 km)	(30 km)	non	
Radar SAM moyenne altitude	STR Kub	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	60 km	60 km	KUB	
	LN Kub	/	/	/	/	/	/	/	/	pas de radar

	SR Buk	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	85 km	85 km	BUK	
	LN Buk	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	30 km	30 km	BUK	
	SR Hawk	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	80 km	80 km	H50	
	TR Hawk	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	36 km	36 km	H46	
	LN Hawk	/	/	/	/	/	/	/	/	pas de radar
Radar SAM longue distance	SR S-300PS 64H6E	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	170 km	170 km	300	
	SR S-300PS 40B6M D	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	100 km	100 km	300	Déteecté seulement en dessous de 3000m d'alt
	TR S-300PS 40B6M	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	57 km	57 km	300	déteecté seulement après le lancement du missile
	In C S-300PS	/	/	/	/	/	/	/	/	pas de radar
	In D S-300PS	/	/	/	/	/	/	/	/	pas de radar
	STR Patriot	60 km	100 km	110 km	85 km	45 km	170 km	170 km	P	
	LN Patriot	/	/	/	/	/	/	/	/	pas de radar

**Figure 7 : Performance de Verrouillage de Cibles des ARM (pour la planification de mission)**

## Missiles Antinavires

Les missiles antinavires (ASM) sont utilisés contre les navires et les sous-marins en surface. Ils ont habituellement une grande autonomie et une vitesse élevée, pour les aider à pénétrer les défenses aériennes des navires. Les ASM sont souvent lancées en salves pour saturer efficacement les défenses des navires et permettre à certains missiles d'atteindre la cible. Différentes méthodes de guidage peuvent être utilisées sur le même missile, comprenant le guidage inertiel pendant la phase de croisière et le guidage radar actif pendant l'approche finale.

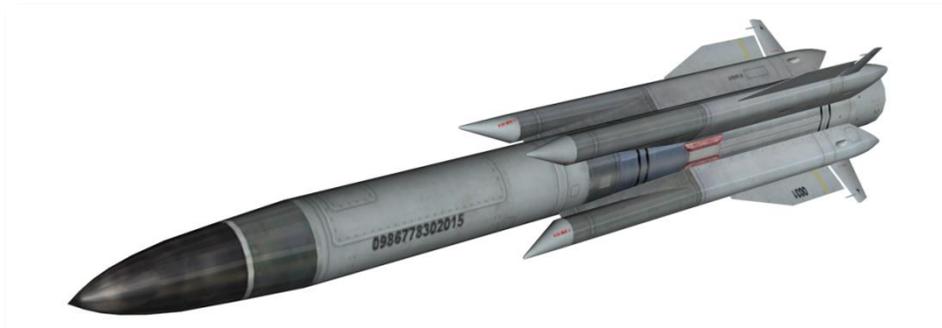
### Kh-31A (AS-17 «Krypton»)

En 1977, le bureau d'études «Zvezda» a commencé l'étude du missile antiradar Kh-31P, contre les éventuelles défenses antiaériennes ennemies, sous la direction de V. Bugaisky. Le missile a été conçu pour avoir une grande portée et une vitesse de vol supersonique élevée, grâce à un propulseur à propergol solide et un moteur d'accélération.

Dans les années 1980, il a été décidé d'en créer une variante antinavire en utilisant le radar actif ARGS-31, capable de pénétrer les défenses aériennes multicouches des navires de guerre. Le missile antinavire (ASM) a reçu la nouvelle désignation Kh-31A (produit 77a). Il a été conçu pour être utilisé par les Su-24M, Su-27K, les Su-27IB (Su-32FN d'exportation) équipés du système «MZ», les Su30MK, MiG-29K, Mig-29M, MiG-29SMT et Yak-141 ; Les radars «Zhuk», «Kopyo» ou d'autres radars aériens

air-surface sont utilisés pour l'acquisition de la cible, et les missiles sont transportés sur des pylônes éjecteurs standard AKU-58 (AKU-58M, AKU-58E).

Le Kh-31A a un autodirecteur résistant aux contremesures électronique (ECM) et peut atteindre une vitesse de Mach 4.5 à haute altitude. Son autodirecteur ARG5-31 a également la capacité d'isoler la cible souhaitée dans un groupe. Dans ce cas, la probabilité de frappe est de 55%. Le missile Kh-31A peut effectuer une chandelle («gorka») jusqu'à 10G avant de plonger sur sa cible. La distance maximale de lancement est de 70 km à haute altitude.



#### 7-9 : Missile Antinavire Kh-31A (AS-17 «Krypton»)

Le missile est construit en alliages de titane et d'acier inoxydable à haute résistance. Le carénage de l'antenne diélectrique radio-transparent est en plastique de nouvelle génération. L'ogive de pénétration 9M2120 est conçue pour être efficace contre les navires de guerre type destroyers, frégates et lance missiles, ainsi que contre les vaisseaux hydrodynamiques comme les hydroptères, hydroglisseurs et les véhicules à effet de sol. Deux à trois missiles suffisent pour détruire un navire de guerre de la taille d'un destroyer, alors que pour un bateau lance missile, un seul suffit.

En raison de l'évolution de la situation politique et financière du pays, le missile antinavire Kh-31A n'est pas entré en service dans l'aviation navale russe mais a été proposé à l'exportation en 1991. À la fin des années 1990, l'Inde a acheté 90 Kh -31A pour équiper les chasseurs Su-30MKI. Des discussions ont également eu lieu avec le Vietnam concernant l'utilisation de ce missile par le Su-27SK. Tous les modèles de missiles Kh-31 sont fabriqués à l'usine de Bolshevo.

#### Kh-35 (AS-20 «Kayak»)

Contrairement au Kh-31 à grande vitesse et à haute altitude, le missile antinavire Kh-35 (AS-20 «Kayak») est conçu selon le principe d'un vol de croisière subsonique «furtif» sur longue distance au ras des vagues, pour éviter sa détection par les défenses aériennes ennemies. Cette approche fait du Kh-35 l'équivalent du missile antinavire AGM-84 «Harpoon» américain. Le principal défi dans le développement du Kh-35 lancé en vol sur la base du missile de croisière 3M 24 «Uran» a été de lui donner une portée au delà de l'horizon. Cela exigeait un moteur à réaction à combustible solide de petite taille, économique, et une disposition aérodynamique semblable à celle d'un avion, y compris une entrée d'air de fuselage, des ailes de grande surface et un empennage entièrement mobile. Pour réduire le poids, le châssis est constitué d'alliages d'aluminium soudé et n'est pas modulaire, mais d'une seule pièce.

L'autodirecteur radar actif recouvert en plastique fibre de verre radio transparent, l'alimentation électrique, l'ogive de 145 kg, le réservoir de carburant, le moteur de croisière et le système de commande automatisé embarqué avec unité de guidage inertiel, ordinateur, radioaltimètre et pilote automatique sont tous installés dans le châssis du missile.

Le démarrage du moteur à réaction est fait après le lancement par un démarreur pyrotechnique. Le missile Kh-35 a un autodirecteur radar ARG-35 de 47,5 kg qui balaie +45° à -45° en azimut et +10° à -20° en élévation avec verrouillage de cible à des distances allant jusqu'à 20 km.



#### 7-10 : Missile Antinavire Kh-35 (AS-20 «Kayak»)

Pour assurer la pénétration de la coque, des cloisons et équipements puis l'explosion de la charge à l'intérieur du navire, où son potentiel destructeur est le plus élevé, la tête explosive à fragmentation est enveloppée dans une coquille durcie. Fait intéressant, les derniers missiles antinavires ne nécessitent pas de tête de formes particulières, puisque les cuirassés blindés appartiennent maintenant au passé. Le Kh-35 peut être lancé dans la direction générale d'un navire ennemi, après quoi il vole avec une trajectoire en zigzag pour localiser la cible avec son autodirecteur radar embarqué. Le missile vole alors au ras des vagues avant de mener une attaque «pop-up» en piqué, particulièrement efficace contre les cibles manœuvrantes.

Le Kh-35 vole à une vitesse de croisière subsonique de 240 à 270 m/s, évitant les défenses plutôt par son profil de vol basse altitude de 5 à 10 m pendant la croisière et de 3 à 5 m lors de l'approche finale de la cible. Deux coups au but de Kh-35 sont suffisants pour couler un destroyer, ou un seul pour les navires plus petits. Le Kh-35 était prévu pour entrer en service sur la plupart des avions de combat de la marine, y compris le chasseur embarqué MiG-29K, le Su-25TM d'appui rapproché, le Tu-142 de patrouille longue distance (jusqu'à 8 missiles) et les hélicoptères Ka-27, Ka-29 et Ka-31A-7.

## Missiles de la force aérienne russe et de l'aviation navale

Missile (Désignation OTAN)	Plateforme de lancement (nombre de missiles)	Poids, kg	Distance effective de lancement, km	Cibles
Kh-25ML (AS-10 «Karen»)	Su-25 (4) MiG-27 (2) Su-17 (4) Su-39 (4)	300	10-12	Fortifications, abris, ponts, centres de commandement et de contrôle, artillerie et emplacements de missiles.
Kh-25MPU (AS-12 «Kegler»)	MiG-27(2) Su-25T (4) Su-17 (4) Su-24 (4) Su -39 (4)	300	40	SAM radars «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, abris, ponts, centres de commandement et de contrôle, artillerie, emplacements de missiles et navires.
Kh-31P (AS-17 «Krypton»)	MiG-27(2) Su-24(2) Su-39(2) Su -34(6)	600	100	SAM radars «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	13°	Navires jusqu'à 5 000 t.

Figure 8

## Bombes

Les bombes aériennes sont des armes polyvalentes et peu coûteuses. Différents types de bombes existent pour différentes tâches. Elles sont divisées en deux catégories principales : les bombes à chute libre (appelées «dumb», «gravity» ou «iron») et les bombes guidées («intelligentes»). Elles sont utilisées pour attaquer une grande variété de cibles terrestres, notamment le matériel, le personnel, les abris d'aéronefs, les centres de commandement et de contrôle, les sites de missiles, les abris souterrains, les ponts, les routes et les pistes. Une bombe typique se compose d'un corps avec des ailerons stabilisateurs, d'un explosif et d'un détonateur. Elles existent à souffle, à fragmentation, pénétrantes le béton, incendiaire, à explosion de carburant (napalm), en grappe, à illumination et autres.

## Bombes à Chute Libre

Les bombes à chute libre souffrent de l'absence de système de guidage ou de contrôle. Elles suivent une trajectoire balistique affectée par la vitesse et l'angle de piqué de l'appareil qui les largue.

### FAB-100, FAB-250, FAB-500, FAB-1500 - Bombes à usage général

Famille de bombes hautement explosives de différents calibres. Le nombre dans la désignation se réfère au poids approximatif de la bombe (en kilogrammes). Elles sont efficaces contre les objets au sol, les équipements, les installations défensives, les ponts et les fortifications. La vitesse air de la bombe au moment du largage peut être entre 500 et 1000 km/h.



7-11 : Bombe hautement explosive FAB-500



7-12 : Bombe hautement explosive FAB-250



7-13 : Bombe hautement explosive FAB-100

### Bombe à Pénétration de Béton BetAB-500ShP

Cette bombe spéciale est efficace contre des abris renforcés et des pistes en béton. Elle possède un parachute et un moteur-fusée à propergol solide. Le parachute retarde d'abord la bombe, donnant à l'appareil le temps de s'éloigner et orientant la bombe verticalement vers la cible. Puis, le moteur fusée s'allume et accélère la charge militaire à une vitesse suffisante pour traverser le béton. La bombe possède une enveloppe plus épaisse qu'une bombe explosive ordinaire lui permettant de pénétrer dans le béton avant de détoner. Cette bombe est habituellement larguée à une altitude de 150 à 1000 mètres à une vitesse de 550 à 1100 km/h.



7-14 : Bombe à Pénétration de Béton BetAB-500ShP

### Bombe à Illumination SAB-100



### 7-15 : Bombe à Illumination SAB-100

Cette bombe de la catégorie des 100 kg est utilisée de nuit pour illuminer la zone autour de la cible. Le conteneur de distribution est largué d'une altitude de 1000 à 3000 m après quoi des fusées d'illumination sont éjectées en séquence. Chaque fusée est équipée d'un parachute afin d'augmenter son temps de chute. L'illumination dure de 1 à 5 minutes.

### Bombe à Fragmentation RBK-250, RBK-500

Les bombes en grappe RBK sont des tubes à parois minces contenant plusieurs mines anti-personnel ou anti-char, ou des sous munitions à fragmentation, anti-char ou incendiaires. La bombe en grappe fait à peu près les mêmes dimensions qu'une bombe hautement explosive à usage général de catégorie 100-500 kg et est dénommée en fonction du calibre et du type de sous-munitions (par exemple RBK-250 AO-1 pour des bombes anti-personnel de 250 kg). Les différents types de RBK se distinguent les uns des autres par la méthode de dispersion des sous-munitions.



### 7-16 : Bombe en Grappe RBK-250

Le nez du tube contient une charge de dispersion à poudre noire déclenchée par un détonateur à retardement. Le détonateur à retardement commence à tourner une fois la bombe larguée et les sous munitions sont alors éjectées en vol. L'expansion des gaz fend le corps du tube en deux, répandant les bombinettes indépendantes. La zone sur laquelle les sous-munitions sont distribuées est appelée l'empreinte de la bombe. En fonction de l'angle de chute de la bombe au moment de la dispersion des sous-munitions, l'empreinte peut être circulaire ou elliptique et ses dimensions sont déterminées par la vitesse et l'altitude du tube. Le tube peut également être équipé de mécanismes internes destinés à augmenter la surface de l'empreinte en éjectant les sous munitions à une plus grande vitesse ou intervalle de temps.

Il existe plusieurs types de bombes en grappes RBK.

La RBK-250 AO-1 est équipée de 150 sous-munitions à fragmentation. La longueur du conteneur est de 2120 mm, son diamètre de 325 mm et son poids de 272 kg, incluant 150 kg de sous-munitions. L'empreinte maximale est de 4800 m<sup>2</sup>.



### 7-17 : Bombe en Grappe RBK-500

La bombe RBK-500 AO-2.5RTM est équipée de 108 sous-munitions AO-2.5RTM. La longueur du conteneur est de 2500 mm, son diamètre de 450 mm et son poids de 504 kg en incluant 270 kg de sous-munitions. Une seule sous-munition AO-2.5RTM pèse 2,5 kg, fait 150mm de long et 90 mm de diamètre. Les bombes à fragmentation RBK-500 AO-2.5RTM sont larguées à une vitesse air de 500 à 2300 km/h et d'une altitude de 300 m à 10 km.

### Conteneur à Sous-Munitions KMGU-2

Le KMGU62 («Conteneur général pour des sous-munitions de petite taille») est conçu pour disperser des sous-munitions de petit calibre ou des mines à dispersion aérienne. Les sous-munitions sont placées dans le disperseur en cartouches (BKF - «blocs conteneur pour l'aviation de front»). Le KMGU-2 est constitué d'un corps cylindrique fermé devant et derrière et contenant 8 cartouches BKF remplies de petites bombes ou de mines, transportées dans des compartiments spéciaux. Les portes du distributeur sont activées pneumatiquement pour disperser les sous-munitions.



### 7-18 : 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 transportées par les Su-25 sont habituellement équipées de 12 bombes à fragmentation AO-2.5RT de calibre 2,5 kg, 12 mines antichar PTM-1 de 1,6 kg ou 156 mines hautement explosives PFM-1C de 80 g. Le distributeur KMGU-2 est suspendu sur un pylône de bombe BDZ-U. Les cartouches sont larguées d'une altitude de 50 à

150 mètres et avec une vitesse de 500 à 900 km/h. L'autorisation de largage est fournie par les indications dans le cockpit.

## Bombes Guidées

Les bombes guidées sont utiles contre les cibles terrestres fixes, y compris les centres de commandement et de contrôle, les dépôts d'armes, les ponts ferroviaires et les fortifications. Elles peuvent comporter des ogives explosives ou perforantes. Tout comme pour les missiles, les bombes guidées peuvent utiliser le guidage par télévision, IIR ou laser. Les conditions météorologiques défavorables et une faible visibilité nuisent à leur performance.

### Bombe à Guidage TV KAB-500KR

La KAB-500KR est une bombe à guidage TV utilisée de jour par bonne visibilité. L'ogive peut être explosive ou perforante. L'autodirecteur comprend une caméra de télévision et un microprocesseur. Le champ de vision de la caméra de télévision est de 2° à 4°. Après le verrouillage de la cible et le largage de la bombe, elle se guide de manière entièrement autonome vers la cible. De petites gouvernes dirigent la bombe en vol pour frapper la cible avec une erreur circulaire probable (CEP) de 3 - 4 m. Elle est utilisée contre les cibles terrestres à fort contraste, comme les ponts de chemin de fer, les abris en béton et les pistes d'aérodrome. Elle est utilisée par les avions de première ligne, d'une altitude de 0,5 à 5 km et une vitesse de 550 à 1100 km / h. Il n'y a pas d'équivalent étranger connu à cette bombe guidée TV d'un poids de 500 kg.



7-19 : Bombe à guidage TV KAB-500KR

### Bombes à Guidage Laser KAB-500L, KAB-1500L

Les bombes à guidage laser KAB-500L et KAB-1500L sont utilisées contre des cibles terrestres fixes, y compris des installations durcies ou souterraines telles que les fortifications, les centres de commandement et de contrôle, les entrées de tunnel, les pistes, les ponts et les barrages. Leur système de guidage laser est semi-actif, nécessitant l'illumination de la cible pendant le temps de vol de la bombe. L'ogive de la bombe peut être explosive ou pénétrante. La bombe est transportée sur le pylône universel BD.



### 7-20 : Bombe à Guidage Laser KAB-500L

Un système spécial d'illumination laser de cible est nécessaire, à bord de l'avion ou au sol, pour utiliser ces bombes.

## Roquettes Aériennes

Malgré l'existence de munitions guidées de précision, les roquettes continuent d'être largement utilisées comme armes air sol, combinant efficacité, fiabilité et facilité d'utilisation associées à un faible coût. Les roquettes sont d'une conception relativement simple, constituées d'un détonateur, d'une charge militaire, d'un corps, d'un moteur de propulsion et de stabilisateurs. Elles sont habituellement transportées dans des conteneurs spéciaux ou tubes de lancement. Le moteur de propulsion brûle pendant 0,7 à 1,1 seconde, accélérant la roquette à une vitesse de 2100 à 2800 km/h. Une fois le moteur entièrement consumé, la roquette vole sur une trajectoire balistique comme un obus d'artillerie. Afin d'assurer la stabilité directionnelle, les ailerons stabilisateurs, situés sur la queue, se déploient depuis leur position repliée. Certaines roquettes sont stabilisées par rotation gyroscopique autour de l'axe longitudinal. Un appareil peut être équipé avec des roquettes de calibres différents (de 57 mm à 370 mm) et / ou de charges militaires différentes, en fonction de la mission. Le détonateur peut être déclenché à l'impact ou à proximité afin d'obtenir la dispersion souhaitée des fragments.

La précision du tir dépend de la durée de vol de la roquette qui varie en fonction du type de roquette et de son calibre. Les erreurs s'accumulent avec les portées plus grandes puisque les roquettes volent sans aucun guidage de trajectoire. La zone de tir autorisée pour chaque type de roquette est située entre sa portée maximale et sa distance minimale de sécurité au souffle. La distance de sécurité minimale dépend du type et du poids de la charge militaire et protège l'appareil tireur des éclats de l'explosion. Les roquettes sont habituellement tirées à des vitesses de 600 à 1000 km/h avec un angle de piqué de 10°-30°. Le pilote manœuvre l'appareil afin de placer le viseur sur la cible avant de tirer.

### Roquette S-8

La S-8 est une roquette de calibre intermédiaire (80mm). Vingt roquettes sont transportées par point d'emport dans les lanceurs multiples B-8. Pour une précision améliorée, les roquettes sont équipées de 6 ailerons de stabilisation déployés par un piston actionné par les gaz d'éjection du moteur de propulsion. Les ailerons sont verrouillés en position déployée. Ils sont maintenus en position repliée

par le couvercle éjecté au moment du tir. L'impulsion et la vitesse de combustion du moteur de propulsion de la roquette S-8 est augmentée par rapport à la roquette S-5 afin de fournir à la S-8 plus lourde une accélération et une rotation rapide, le temps de combustion du moteur a été diminué à 0,69 secondes. La dispersion durant le vol de la S-8 et la probabilité d'erreur circulaire (CEP) est de 0,3% de la distance. La distance effective maximale de tir est de 2 km.



#### 7-21 : Panier à Roquettes B-8M1

La S-8TsM est une variante fumigène de la roquette S-8, utilisée pour désigner les cibles aux appareils d'attaque amis. Le signal fumigène indique la position de la cible.

### Roquette S-13

Ces roquettes de 132mm sont transportées dans des lanceurs B-13 contenant 5 roquettes chacun. Elles sont conçues pour les attaques contre les cibles fortifiées et renforcées (blockhaus, abris, parkings et pistes d'aéroports). La force aérienne russe utilise également des roquettes de 122 mm «type-013». Les S-13 conservent la disposition de la petite S-8 (ailerons de stabilisation situés entre les buses d'éjection de la roquette avec activation par pression des gaz d'éjection), avec des caractéristiques balistiques et une précision améliorées.



#### 7-22 : Panier à Roquettes UB-13

La roquette S-13 peut être équipée de différents types de charges militaires. Elles ont la capacité de pénétrer dans 3 mètres de terre ou dans 1 mètre de béton. Sa portée effective est de 3 km. La

variante S-13T opère en deux étapes et détonne à l'intérieur de la cible après pénétration (jusqu'à 6 m dans la terre et 2 m dans le béton). Elle peut produire des cratères de 20 m<sup>2</sup> sur les pistes.

La variante S-13OF à fragmentation disperse 450 fragments pesant 25 à 35 grammes chacun et est efficace contre les cibles non blindées.

Toutes les variantes de la roquette S-13 sont conçues pour être tirées depuis un appareil volant à des vitesses de 600 à 1200 km/h.

Les roquettes S-13 sont tirées depuis les lances roquettes B-13L à 5 emplacements. Le lanceur a une longueur de 3558 mm et un diamètre de 410 mm. Il pèse à vide 160 kg.

Les appareils Su-17M4, Su-24, Su-25, Su-27, MiG-23, Mig-27 et les hélicoptères Mi-8, Mi-24, Mi-28 et Ka-50 peuvent être équipés avec des roquettes S-13.

## Roquette S-24

La roquette ARS-240 est entrée en service 1964 en tant que S-24.

La roquette a une longueur de 2330 mm et une envergure avec 4 ailettes de stabilisation d'environ 600 mm. Son poids de lancement est de 235 kg, incluant une ogive à fragmentation de 123 kg contenant 23,5 kg d'explosif.



### 7-23 : Roquette S-24

La roquette atteint une vitesse de 413 m/s en vol, en dépit d'une vitesse de sortie du rail de seulement 3,6 m/s. Le moteur brûle pendant 250 m de la trajectoire de vol avant épuisement. Le temps de vol à une distance de 1 km est de 3 secondes, avec une portée effective maximale de 2 km. L'erreur circulaire probable (CEP) de la S-24 est comprise entre 0,3 et 0,4% de la distance parcourue.

La surface de l'ogive est rainurée pour faciliter la fragmentation. Sa détonation produit 40 000 fragments atteignant un rayon de souffle de 300 à 400 m. Néanmoins, la construction est assez robuste, capable de pénétrer un blindage de 25 mm ou un mur de brique ou du bois stratifié sans endommager le détonateur ou l'ogive. Les essais ont montré qu'un détonateur à l'impact faisait s'enfoncer jusqu'à 70% des fragments de l'ogive dans un cratère peu profond, de sorte que dès son entrée en service, elle a été équipée du détonateur de proximité RV-24 «Zhuk» pour exploser à une altitude de 30 mètres.

Les détonateurs à impact avec 3 temporisations différentes continuent d'être utilisés contre les cibles durcies. Les parois de la structure sont pénétrées par l'ogive, qui explose alors à l'intérieur de la cible.

La stabilité en vol (et donc la précision) est assurée par les stabilisateurs de queue. La rotation de la roquette pendant le vol compense les irrégularités de son moteur.

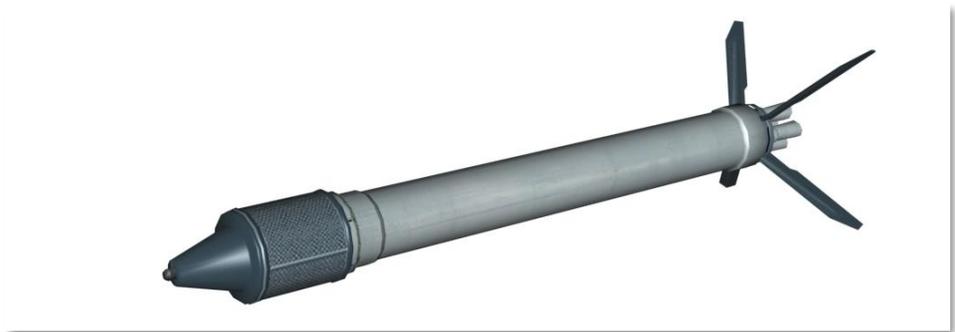
Le moteur-fusée se compose de sept blocs de propergol solides avec un tunnel de combustion en étoile, disposé autour de l'axe longitudinal de la roquette. Les tuyères sont inclinées afin de faire tourner la roquette immédiatement après le lancement à une vitesse de rotation de 450 tr/min. Le moteur contient 72 kg de propergol et a un temps de combustion de 1,1 s. La roquette est stabilisée en vol par des ailettes de queue inclinées pour préserver sa rotation.

En fonction de l'objectif de la mission, le chasseur-bombardier Su-17 peut transporter jusqu'à 6 fusées S-24 et l'appareil de soutien rapproché Su-25 jusqu'à 8. Certains hélicoptères Mi-24 ont également été mis à niveau pour utiliser la S-24.

## Roquettes S-25

La roquette lourde S-25 a été produite en deux versions, une avec charge à fragmentation S-25-0 et l'autre avec charge hautement explosive S-25-F.

La S-25-F de calibre 340 mm a une longueur de 3310 mm et un poids au lancement de 480 kg. La charge hautement explosive pèse 190 kg, incluant 27 kg d'explosif et est équipée d'un détonateur à impact avec une temporisation variable.



### 7-24 : Roquette S-25

La S-25-0 a le même calibre que la S-25-F, une longueur totale de 3307 mm et une masse au lancement de 381 kg. La charge de 150 kg est équipée d'un détonateur radio de proximité ajustable à des altitudes comprises entre 5 et 20 mètres au dessus du sol. La charge explose en 10 000 fragments.



### 7-25 : Roquette S-25 dans son tube de lancement

Les stabilisateurs de la roquette S-25, montés en oblique comme sur la S-24 afin d'imprimer une rotation sur son axe au moment du tir, sont repliés entre les quatre tuyères du propulseur. Le moteur à propergol solide de la S-25 consiste en un mélange hautement énergétique pesant 97 kg. Un traceur fumigène est monté entre les tuyères d'éjection à des fins d'observation et d'enregistrement photo de la trajectoire de la roquette.

La S-25 a une portée effective de tir de 4 km. A la fin de 1973, le travail de développement a commencé sur une variante guidée laser, sous la désignation S-25L et équipée d'un autoguidage laser, d'une source de puissance, d'actionneurs et de gouvernes. Cette variante est transportée dans le lanceur PU-0-25-L.

Les spécifications de quelques unes des roquettes sont illustrées dans le tableau ci-dessous.

Roquette	Portée effective, km	Poids, kg	Type de charge militaire
S-80FP	2,2	15,2	Souffle-fragmentation
S-8TsM	2,2	15	Fumigène (marquage de cible)
S-13-OF	2,5	68/67	Souffle-fragmentation
S-24B	2	235	Souffle-fragmentation
S-25-OF	4	480	Souffle-fragmentation

Figure 9

## Nacelles Canons

### Nacelle Canon SPPU-22-1

La nacelle canon SPPU-22-1 a été conçue par l'entreprise MAZ «Dzerzhinets». Elle est équipée d'un canon bitube GSh-23 qui a une cadence de tir de 3400 obus/min et un chargeur de 260 obus. La nacelle SPPU-22-1 peut incliner les canons de l'arme à -30°, permettant de l'utiliser contre des cibles terrestres même en vol en palier.



#### 7-26 : Nacelle Canon SPPU-22-1

Le Su-25 et Su-25T peuvent transporter jusqu'à 4 nacelles SPPU-22-1 sous les pylônes BDZ-25, pour le tir vers l'avant.

Le mécanisme d'inclinaison du canon est intégré au système de commande de tir de l'avion (FCS), qui contrôle l'angle d'élévation. Le système peut se verrouiller sur un point du terrain à partir du moment où la détente est actionnée.

## Armes Air / Surface de l'OTAN

### Missiles Tactiques

#### Missiles AGM-65K et AGM-65D Maverick

L'AGM-65 Maverick est un missile téléguidé de précision de grande qualité. Depuis son entrée en service en 1972, il a été développé dans de nombreuses versions qui l'ont vu en action dans de nombreux conflits armés. Il est transporté principalement par les avions d'attaque A-10A, F-4E, F-16, F/A-18 et F-15E.

L'AGM-65 est habituellement équipé d'un capteur électro-optique (EO) d'imagerie qui offre une capacité de guidage autonome «tire et oublie» («fire-and-forget»), ce qui donne à l'appareil tireur une liberté totale de manœuvre après le lancement. Les autodirecteurs optiques permettent également d'utiliser ces armes contre des cibles mobiles telles que les véhicules et les navires, et la tête de pénétration du missile est efficace contre les blindés.

Le Maverick a été conçu à l'origine comme une arme antichar, afin d'aider les avions d'appui rapproché de l'OTAN à surmonter la supériorité numérique des chars soviétiques en Europe. A cet effet, les variantes originales AGM-65A, B et D ont été équipées d'une ogive de 57 kg en version pénétration de blindage.



#### 7-27 : Missile AGM-65K Maverick

L'autodirecteur du missile AGM-65A original comprenait une caméra de télévision miniature (TV), qui pouvait se verrouiller sur un objet en détectant les variations de contraste entre les bords de la cible et le terrain environnant. Tant que le missile était suspendu au pylône de tir avant le lancement, l'image vue par l'autodirecteur était affichée sur un écran de télévision monochrome dans le cockpit de l'avion tireur, un réticule sur le HUD indiquant la direction de visée de l'autodirecteur. Le pilote pouvait asservir «cage» l'autodirecteur du missile à l'axe longitudinal de l'avion, puis viser en dirigeant l'avion entier pour placer le réticule sur la cible, ou l'autodirecteur pouvait être «un-caged» (c'est-à-dire gyro-stabilisé, ou «verrouillé au sol») et ensuite déplacé manuellement sur la cible prévue.



### 7-28 : Missile AGM-65H Maverick

Le puissant moteur fusée du missile lui donnait une portée théorique allant jusqu'à 20 nm, mais les limites de l'autodirecteur TV faisaient que dans la pratique, les cibles ne pouvaient être engagées qu'une fois qu'elles étaient visibles et suffisamment grandes sur l'écran de télévision pour déclencher le verrouillage par détection des bords. Le camouflage des cibles et / ou les conditions de visibilité diminuées par la fumée, la brume, la poussière et l'humidité dégradaient également les performances des autodirecteurs, et la plupart des tirs se sont produits à des distances de seulement 1-2 nm. Même avec ces limitations, l'utilisation israélienne de l'AGM-65A dans les cieux clairs du Moyen-Orient sur le canal de Suez a donné un taux de frappe effrayant de 87 pour cent en 1973, de sorte qu'il a finalement été utilisé non seulement contre les chars égyptiens mais aussi contre les radars et autres cibles à haut contraste. La courte portée de l'AGM-65A laissait toutefois au pilote très peu de temps pour repérer, identifier et attaquer les cibles. Il a donc été utilisée principalement par le F-4E biplace, l'opérateur arrière verrouillait la cible avec l'autodirecteur TV pendant que le pilote manœuvrait l'avion pour tirer.

La variante AGM-65B a introduit une optique à «grossissement de scènes» pour l'autodirecteur TV, afin d'aider les pilotes d'avion monoplaces à verrouiller des cibles à une distance un peu plus grande, tandis que l'AGM-65D utilise un autodirecteur à imagerie infrarouge (IIR) à plus grandes distances. Il peut ainsi être utilisé de jour comme de nuit, dans une grande variété de conditions atmosphériques, avec une portée de lancement contre les véhicules approchant 6 nm. Ce n'est pas une distance suffisante pour effectuer des attaques contre des sites SAM modernes guidés par radar, mais le Maverick est néanmoins une arme très appréciée dans le rôle d'appui rapproché. Au total, 5255 missiles AGM-65B et D ont été utilisés pendant la guerre américaine de 1991 contre l'Irak, dont environ 4 000 lancés par les avions d'appui rapproché A-10A monoplaces. Le A-10A peut transporter jusqu'à six (6) Mavericks sur des lanceurs triples LAU-88 juste à l'extérieur des puits des trains d'atterrissage de chaque aile, mais les deux rails internes sont généralement laissés vides pour éviter d'endommager le train d'atterrissage avec l'échappement puissant du moteur fusée du Maverick, réduisant l'emport pratique maximal à quatre (4) missiles AGM-65. Une tactique de A-10A couramment pratiquée consistait à détruire les premiers et derniers véhicules d'une colonne avec des Mavericks, puis à mitrailler les véhicules piégés entre eux au canon de 30 mm, les rendant inutilisables au combat.



7-29 : Missile AGM-65D Maverick



7-30 : Missile AGM-65G Maverick

L'AGM-65K moderne est une variante diurne améliorée utilisant un autodirecteur EO à capteur CCD et une plus grande charge de pénétration à fragmentation de 136 kg avec détonateur retardé, plus efficace contre les installations fortifiées.

## Missiles Anti-Rayonnement

### AGM-88 HARM

Le nouveau missile anti-rayonnement à grande vitesse AGM-88 (HARM) est entré en service en 1983. Contrairement à l'ancien «Shrike» et à l'ARM «Standard», l'AGM-88 pouvait attaquer les radars d'alerte avancée (EWR) et de contrôle au sol (GCI). Selon les données officielles, le missile peut être utilisé sur les trains d'ondes continues (CW) et discontinues, ainsi que sur les radars utilisant la modulation de fréquence (FM).

L'AGM-88 a été développé à partir du missile air-air semi-actif (SARH) AIM-7 Sparrow et conserve son agencement aérodynamique de base, y compris les ailes mobiles cruciformes faisant office de gouvernes montées près du point médian du corps du missile complétées par quatre ailettes stabilisatrices fixes sur la queue.

Le missile est équipé d'un moteur-fusée d'accélération et de maintien Thiokol-780 à propergol à faibles émissions de fumées diminuant la possibilité pour les forces ennemies de détecter visuellement le lancement.

La charge à fragmentation utilise un détonateur de proximité laser.



#### 7-31 : Missile Anti Rayonnement AGM-88 HARM

L'autodirecteur passif du missile peut détecter des émissions radar ennemies dans les bandes de longueurs d'onde de 3, 5, 10 et 25 cm (bandes OTAN D à I / J). Il compare les signaux radar détectés à une bibliothèque d'échantillons de menaces enregistrées pour une identification rapide des cibles. Le missile dispose également d'un système de guidage inertiel, servant au cas où le radar ciblé cesse d'émettre pendant son vol.

Le missile a trois (3) modes de lancement. Si le type de cible et sa position sont connus avant le décollage, ils peuvent être programmés dans l'AGM-88 pour le lancement en mode «pre-bief» (PB). Dans ce mode, l'AGM-88 peut être tiré à sa distance maximale en guidage inertiel et se verrouiller sur sa cible en vol (il s'autodétruit si aucune cible n'est détectée). Le mode «target of opportunity» (TOO) est utilisé contre les cibles détectées en vol par l'autodirecteur du HARM encore sur le pylône. Le missile a un profil de vol direct vers l'émetteur cible dans ce mode. Le mode «Self-protect» (SP) est similaire, mais utilisé contre les menaces apparaissant à l'improviste et détectées par le récepteur d'alerte radar de l'aéronef (RWR).

À la fin des années 1980, le missile HARM a été modernisé. La variante AGM-88B disposait d'une nouvelle tête de recherche programmable, dont la bibliothèque de menaces pouvait être mise à jour en un court délai sur le terrain.

La modernisation AGM-88C a introduit un nouveau détecteur passif de radar à large bande passante qui était plus sensible que l'original et une ogive plus destructrice avec un rayon de souffle doublé. La nouvelle tête explose en 12 845 fragments d'alliage de tungstène cubiques de 5 mm de côté. Ils peuvent pénétrer une tôle de 12,7 mm d'épaisseur en acier doux ou 6,35 mm d'épaisseur de blindage.

L' US NAVY a utilisé l'AGM-88 la première fois en combat en 1986 contre les installations antiaériennes libyennes dans le Golfe de Sidra (80 missiles ont été utilisés). Depuis lors, il a également été employé en grand nombre 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 aérien antiradar ALARM est un ARM britannique utilisé par les avions Tornado de la Royal Air Force (RAF). Il présente des performances et des modes de fonctionnement similaires à l'AGM-88 HARM américain, avec la possibilité supplémentaire de rester suspendu à un parachute au dessus de la zone cible, en attendant que les radars menaçants reprennent l'émission après un arrêt défensif.

## Bombes à Chute Libre

### Bombes Mk-82 et Mk-84

La série Mk-80 de bombes à chute libre sont les principales armes aériennes (A-G) de l'armée de l'air américaine. Elles ont été largement utilisées dans tous les conflits à grande échelle des dernières décennies. Presque n'importe quel type d'avion peut employer ces bombes. Elles sont utilisées en grand nombre contre un large éventail de cibles - véhicules à roues et camions ennemis, structures et personnel au sol. Pendant la guerre du Golfe persique en 1991, l'aviation alliée a largué 77 653 bombes Mk-82 de 500 lb et 12 189 Mk-84 de 2000 lb sur les positions irakiennes.

Les bombes à chute libre sont des armes non guidées dont les objectifs sont visés par le pilote avant leur largage. La pratique a montré qu'un pilote bien entraîné peut atteindre un taux d'environ 50 pour cent de frappes avec une attaque soigneusement menée. Les armes guidées sont plus précises, mais aussi plus chères. Pour cette raison, les bombes à gravité simples et peu coûteuses Mk-82 et Mk-84 devraient rester en service dans l'aviation tactique pendant de nombreuses décennies.



#### 7-32 : Bombes Mk-82 de 500 lb

La distance à laquelle ces bombes peuvent être utilisées dépend de la vitesse et de l'altitude de l'avion de porteur au moment du largage et augmente avec son altitude et sa vitesse.



### 7-33 : Bombe Mk-84 de 2000 lb

Les instructions d'utilisation de ces bombes non guidées sont données dans les sections de ce manuel traitant du système de commande des armes.

Ces bombes sont en service dans les forces aériennes de tous les pays membres de l'OTAN.

### Bombes en grappe Mk-20 Rockeye

La bombe en grappe Mk-20 Rockeye contient 247 sous-munitions dispersées sur une vaste zone et efficaces contre les blindés, les véhicules et les concentrations de troupes. Elles ne sont pas efficaces contre les structures fortifiées comme les casemates ou les ponts. Pendant la guerre du Golfe Persique en 1991, l'aviation de l'OTAN a largué environ 28.000 bombes de ce genre.



### 7-34 : Bombes en Grappe Mk-20 Rockeye

La Mk-20 est utilisée comme n'importe quelle autre bombe à chute libre. Le pilote vise à l'aide du HUD et sa portée, sa précision de frappe dépendent de la vitesse et de l'altitude de l'avion au moment du largage.

Cette bombe est en service dans les forces aériennes de tous les pays membres de l'OTAN.



Les instructions d'utilisation de ces roquettes sont données dans les sections de ce manuel traitant du système de commande des armes.

Ces roquettes sont en service dans les forces aériennes de nombreux pays membres de l'OTAN.



8

---

**CONTRE MESURES  
ÉLECTRONIQUES**

# SYSTÈME DE CONTRE MESURES ÉLECTRONIQUES

La guerre électronique (GE) est un sujet vaste et complexe qui couvre la longue histoire de l'opposition et de la rapide évolution des capteurs, tactiques, armes et autres équipements de nombreux pays. Nous ne considérerons ici que les systèmes de contre-mesures radar actives récemment nommées «attaque électronique» (EA) destinées à protéger l'avion qui en est équipé. Quand le joueur pilote un appareil équipé d'un tel système de contre-mesures (interne ou monté en nacelle sur un point d'emport d'arme), il peut l'activer ou l'arrêter durant une mission en appuyant sur la touche [E]. Le brouilleur actif a pour but de réduire la distance de guidage des radars ennemis ou de dégrader les performances des autodirecteurs radars des missiles vous poursuivant. Toutefois, l'utilisation par le joueur d'un brouillage actif a un prix car, non seulement il interfère avec les autodirecteurs radar de vos propres missiles avant et pendant le tir, mais même s'il réduit la distance de guidage des radars ennemis, il en augmente la distance de détection. En plus il est vu par les missiles adverses comme une balise sur laquelle ils peuvent se guider en mode «home on jam» (HOJ). Pour une meilleure défense contre les missiles, le brouillage actif doit être combiné avec le brouillage passif (leurres EM/ chaff) et les manœuvres de vol perpendiculaires à basse altitude «beaming».

## Systèmes de Contre Mesures Électroniques de l'Armée de l'Air Russe

### Modules ECM «Sorbsiya» et «Gardenia»

L'ECM SPS-171 «Sorbsiya» en nacelles est similaire à l'AN/ALQ-135 américain utilisée sur le F-15C. Ce système est emporté en bouts d'ailes du Su-27 et prend donc la place de deux missiles R-73. En utilisation normale, une nacelle fonctionne en récepteur et l'autre en émetteur. Cela permet au système d'analyser continuellement les signaux arrivant à l'avion tout en déformant et en brouillant le retour de ces signaux radar, et ce même si la fréquence radar ou la position ennemi change. Le système emploie des antennes directionnelles afin d'organiser le brouillage en secteurs et en bandes de fréquences. De cette façon, les capacités de suivi et de verrouillage des radars ennemis s'en trouvent fortement amoindries.

La station de brouillage «Gardenia» est montée dans la bosse du fuselage de la version MiG-29S «Fulcrum C» et ne diminue pas le nombre de points d'emports disponibles de l'avion. Elle utilise des modes et des principes de fonctionnement similaires à ceux du SPS-171, mais avec des antennes d'émission et de réception fixes montées aux extrémités des ailes.

### Suite ECM du Su-25

L'avion d'appui rapproché Su-25 est équipé du récepteur radar SPO-15LM «Beryoza» et du distributeur de leurres ASO-2V (M) et peut transporter le SPS-141MVG «Gvozдика» (remplaçant

l'ancien «Siren») sur l'un des points d'emports. Le module ECM SPS-141MVG «Gvozdika» est interchangeable avec le module «Siren» et se distingue par un brouillage plus efficace en secteur arrière.



#### 8-1 : Nacelle ECM active SPS-141MVG «Gvozdika»

L'apparition de radars modernes capables de sauts de fréquence rapides nécessitait la création d'un nouveau système ECM basé sur la technologie numérique et possédant des caractéristiques techniques supérieures pour les avions d'appui rapproché comme le Su-25T/TM.

Le nouveau système comprend un nouveau récepteur d'alerte radar, un poste de brouillage actif et un distributeur de leurres radars et infrarouges entièrement intégré appelé «Irtysh» et installé dans l'avion Su-25T/TM.

Le SPO-15LM «Beryoza» a été remplacé par le récepteur L-150 «Pastel», le SPS-141MVG «Gvozdika» par la station ECM active «Gardenia», et l'ASO-2VM par le distributeur de leurres UV-26S.

Le développement de station ECM active, répondant constamment aux nouvelles menaces et technologies disponibles, a suivi une progression : «Siren» - «Gvozdika» - «Gardenia» - «Omul» - «MSP» selon le type et la version d'avion. Aujourd'hui, les stations ECM actives «MSP» et MPS-410 «Omul» les plus à jour sont conçues pour être installées sur les avions Su-25T, Su-25TM et Su-25SM.

Alors que les systèmes «Siren», «Gvozdika» et «Gardenia» sont conçues en un seul élément, le dispositif «Omul», à l'instar du SPS-171 «Sorbitsiya» est constitué de deux nacelles.



#### 8-2 : nacelle ECM active MPS-410 «Omul»

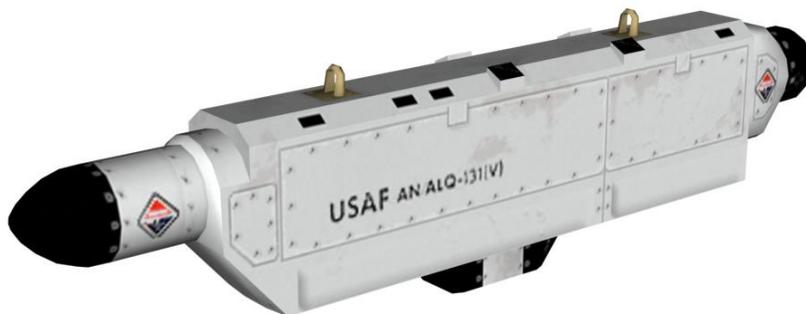
L'ECM MPS-410 «Omul» est conçu pour contrer les menaces actuelles et à venir, et est actuellement au stade du prototype de développement.

Les avions Su-25T et Su-25TM comprennent en plus un brouilleur infrarouge «Sukhogruz» monté à la base de la dérive au-dessus des tuyères moteur, afin de brouiller l'autodirecteur des missiles infrarouge (IRH). Cet équipement peut être activé pendant une mission en appuyant sur [MajG - E].

## Systèmes de Contre Mesures Électroniques (ECM) de l'OTAN

### Module ECM AN/ALQ-131

La nacelle de brouillage actif Westinghouse AN / ALQ-131 a été développée au début des années 70 en tant que modernisation de l'AN / ALQ-119. L'AN / ALQ-131 dispose d'une gamme de fréquences étendue par rapport à son prédécesseur, et d'un module de commande de puissance spécial pour ajuster le niveau du signal de sortie et agissant comme un leurre. Plus important encore, l'introduction d'un processeur reprogrammable, permettant au système de rester à jour avec les dernières menaces fait qu'il est encore en service à nos jours. La nacelle réduit considérablement la plage de poursuite et de verrouillage des radars hostiles.



#### 8-3 : Nacelle ECM active AN/ALQ-131

La nacelle AN / ALQ-131 peut être transporté par les avions F-4E, F-16C, A-10 et autres appareils de l'OTAN.

### Module AN/ALQ-135 ECM

Le module ECM interne AN / ALQ-135 est entrée en service en tant qu'élément intégré du système tactique de guerre électronique (TEWS) du F-15 Eagle, faisant de lui le premier chasseur de supériorité aérienne conçu dès le début avec un espace interne réservé à une suite de brouillage actif.

Le système est capable de produire à la fois des signaux d'interférences de barrage et un brouillage de leurrage pour contrer une variété de radars à fréquences fixes et variables fonctionnant dans les bandes de 2 à 20 GHz (bandes OTAN entre E et J). Les antennes d'émission assurent une protection à 360° contre les missiles «surface-air» (SAM) et «air-air» (AAM) guidés par radar. Le système dispose de 20 processeurs programmables fonctionnant en parallèle, afin d'assurer réactivité et flexibilité face aux changements des menaces environnantes.°

Le brouilleur AN / ALQ-135 s'adapte en fonction des types de menace signalés par le récepteur d'alerte radar AN / ALR-56C, qui est également intégré aux TEWS de l'Eagle.

Dans sa configuration d'origine, l'AN / ALQ-135 se compose de six unités remplaçables en ligne (LRU ou «boîtes noires»), trois oscillateurs et trois amplificateurs qui génèrent les signaux de brouillage pour la couverture dans la bande de chevauchement 1 (OTAN E à G) et la bande 2 (OTAN G à I).

Le F-15C a par la suite reçu une partie de l'équipement AN / ALQ-135B du Strike Eagle F-15E comme mise à jour, assurant la couverture de la bande 3 (OTAN H à J) contre les radars modernes à courte portée SAM, AAA et d'avions intercepteurs. Deux nouvelles antennes d'émission ont été installées derrière le radôme de nez, devant le pare-brise et sous l'appareil ainsi qu'une antenne en cornet installée dans la flèche de queue du fuselage tribord pour la couverture de l'hémisphère arrière. Celles-ci s'ajoutent aux antennes lames de la «Bande 1.5» (en remplacement des bandes 1 et 2) installées sous le nez.

Malgré le rythme opérationnel élevé lors de l'opération Tempête du Désert en 1991, aucun F-15 équipé de l'AN / ALQ-135 n'a été abattu par des SAM ou des missiles AA guidés par radar (deux F-15E Strike Eagles, toujours dépourvus de la bande 1.5 du F-15C à l'époque, ont été détruits au sol).

Les travaux sur les systèmes AN / ALQ-135 et TEWS se sont poursuivis au milieu des années 1990. Après leur évaluation opérationnelle en 1994, le Commandement de l'armée de l'air des États-Unis a noté que les «exigences techniques requises des systèmes modernes d'ECM étaient respectées ou dépassées».



9

**SYSTÈME  
D'ALERTE RADAR**

## SYSTÈME D'ALERTE RADAR

Des radars sont installés dans les avions, les navires ainsi que sur les véhicules terrestres afin de verrouiller puis guider les munitions sur différents types de cibles. La plupart des avions modernes sont équipés avec un système d'alerte radar (RWS) détectant l'illumination d'un radar. Alors que chaque compagnie et bureau ont une approche unique pour concevoir ce genre de système, tous les RWS ont un principe de fonctionnement commun.

Le RWS est un système passif, il n'émet donc pas d'énergie. Il détecte les émissions radars et les classe en fonction d'une base de données des types de radars connus. Le RWS peut également déterminer la direction de l'émetteur ainsi que son mode opérationnel. Il permet par exemple de savoir si le radar ennemi est verrouillé sur vous en mode STT (Verrouillage sur cible unique). Toutefois, le RWS ne peut pas définir la distance à laquelle se trouve le radar émetteur.

Les systèmes RWS inclus dans le jeu sont similaires dans leurs capacités fonctionnelles. Chaque système peut détecter les balayages du radar, les signaux d'onde continue (alerte de verrouillage) et les signaux de liaison de données de commande de missile (alerte de lancement).

Pour acquérir et maintenir la compréhension de la situation tactique (Situational Awareness), il est recommandé d'utiliser la sélection de mode du RWS. Si vous passez en mode filtré, le RWS identifiera uniquement les radars opérant en mode Single Target Track (verrouillage), les radars transmettant des commandes de guidage pour les missiles semi-actifs (lancement) ainsi que les radars actifs des missiles (poursuite).

Notez que le RWS ne dispose pas de capacité d'identification ami/ennemi (IFF).

Le RWS peut utiliser un algorithme permettant de déterminer les menaces primaires et une liste de menaces secondaires dans l'ordre dégressif suivant :

1. La menace est soit un missile à radar actif, soit un signal de guidage missile (lancement de missile) ;
2. La menace est un radar transmettant en mode Single Target Track (ou n'importe quel autre mode de verrouillage sur cible) ;
3. La menace est classée en priorité selon un assortiment de type de menaces. Voici la liste de ces types :
  - La menace est un radar d'interception aéroporté (chasseur) ;
  - La menace est un radar sol longue portée ;
  - La menace est un radar sol moyenne portée ;
  - La menace est un radar sol courte portée ;
  - La menace est un radar de veille/surveillance au sol 'alerte avancée' (EW);
  - La menace est un radar de veille/surveillance aéroporté (AWACS).
4. La menace est à son niveau de puissance de signal maximum.

LE RWS NE DONNE PAS LA DISTANCE DE L'ÉMETTEUR

## Système d'Alerte Radar des Appareils Russes

Le modèle de RWS mis en œuvre dans le jeu est très proche du système actuel installé dans le MiG-29A et MiG-29S (production 9-12, 9-13).

Le système indique la détection de signaux radars aux angles suivants : +/- 180° en azimut et +/- 30° en élévation.

Nombre maximum de menaces affichées à l'écran : Illimité.

Délai d'affichage de l'historique des menaces : 8 secondes

Mode de fonctionnement : Tous (acquisition) ou Verrouillage (interrupteur «ОБЗОР/ОТКЛ» du cockpit du MiG-29).

### **Symbologie des Types de menaces :**

**П** - radar d'interception aéroporté

**З** - radar sol longue portée

**X** - radar sol moyenne portée

**H** - radar sol courte portée

**F** - radar sol d'alerte/veille (EW)

**C** - AWACS

Les voyants d'élévation relative, de puissance d'émission et de verrouillage/lancement ne sont présents que pour la menace principale.

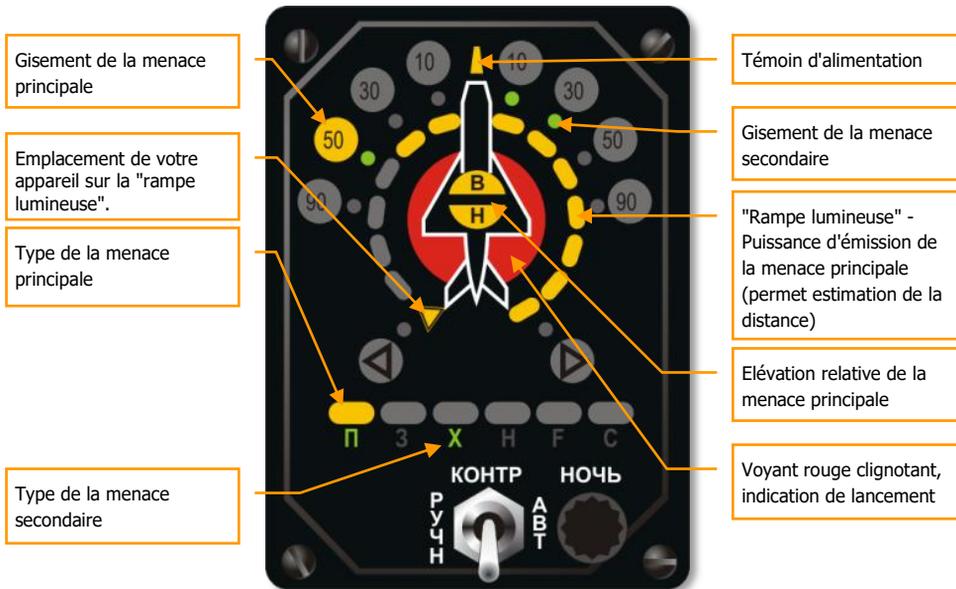
Si la durée entre les impulsions radar est égale ou supérieure à huit secondes, le voyant d'azimut ne clignotera pas.

En cas de détection d'acquisition radar type spike, un avertissement sonore de basse fréquence se fera entendre.

Si un radar est en mode verrouillage, l'indicateur «Verrouillage/lancement» (Lock/launch) s'allumera, accompagné d'un son continu à haute fréquence.

Si un lancement de missile à guidage radar est détecté, l'indicateur «Verrouillage/lancement» va clignoter, accompagné d'un avertissement sonore aigu.

Un missile à guidage radar actif peut être détecté par le système après que le missile ait établi un verrouillage en utilisant son propre radar embarqué. Dans ce cas, le missile deviendra la menace primaire. La clef pour reconnaître un missile à guidage radar actif est l'augmentation rapide de l'intensité du signal (voyants de puissance d'émission).



### 9-1 : Indicateur SPO-15LM «Beryoza»

La capacité d'interpréter correctement les informations indiquées sur le RWS est vitale en combat.

Analysons ensemble l'image située ci-dessus à titre d'exemple.

Comme indiqué sur cette image, deux menaces sont visibles sur le panneau du RWS :

1. La menace principale se trouve à 50° sur la gauche (à 10 heures) et est indiquée par une large voyant orange. Le voyant au-dessus du symbole «П» indique qu'il s'agit d'un intercepteur. Ce type de menace inclut tous les chasseurs. La rampe circulaire de puissance de signal («rampe lumineuse») consiste en divers segments jaunes montrant la puissance relative de l'émission du radar de la menace principale. Les deux hémisphères centraux, marqués «B» et «H» indiquent l'altitude relative de la menace par rapport à notre avion. Dans le cas présent, la menace se trouve à la même altitude que nous, à  $\pm 15^\circ$  près. En résumé, l'affichage peut être interprété comme suit : votre menace principale est un chasseur approchant dans vos 10 heures, à plus ou moins la même altitude que vous et à en juger par son signal, il est prêt à vous lancer un missile.
2. La menace secondaire est située à un azimut de 10° à 30° (1-2 heures à droite) et est signalée par les deux lampes vertes. Le 'X' vert dans la ligne de type de menaces indique que vous êtes ciblé par un radar de moyenne portée. Il n'y a pas d'autre renseignement concernant la menace secondaire.

Dans un environnement complexe, il est parfois difficile de définir le type de menace et sa direction. Dans ce cas, il est recommandé d'utiliser le mode de filtrage du RWS [MajD - R] qui retire tous les émetteurs opérant en mode d'acquisition/balayage.

Le RWR peut produire de multiples alertes audio. Vous pouvez en ajuster le volume en pressant les touches [AltD - ,] et [AltD - .].

## Récepteurs d'Alerte Radar des Appareils Américains

Les récepteurs d'alerte radar (RWR) du A-10A et F-15C ont une apparence différente mais fonctionnent de la même façon. Sur l'écran RWR, la position centrale indique l'emplacement de votre avion vu de dessus. Autour d'elle, sont affichés les radars qui vous illuminent. Un émetteur au-dessus de votre avion sur l'écran indique un radar en face de vous, un émetteur à droite de votre avion est à votre droite, etc.

Le RWR AN / ALR-56C fait partie du TEWS (Tactical Early Warning System) du F-15C/D Eagle.

Le RWR AN/ALR-69 est installé sur le A-10A/OA-10A. C'est une version modifiée et améliorée du RWR AN/ALR-46.

La mise en œuvre de ces systèmes dans le jeu est très proche de celle des systèmes installés actuellement dans le A-10A/OA-10A et le F-15C.

Le système RWR assure une détection des signaux radars sur +/- 180° en azimut et +/- 30° en élévation.

Le nombre maximal de menaces sur l'écran est de 16.

L'historique des menaces reste affiché pendant 7 secondes.

Modes de fonctionnement RWR : Tous (acquisition) ou Verrouillage (bouton et voyant «Search» du RWR du A-10A).

La distance de l'émetteur radar par rapport au centre de l'écran du RWR correspond à sa puissance d'émission. Les émissions les plus puissantes sont affichées plus près du centre.

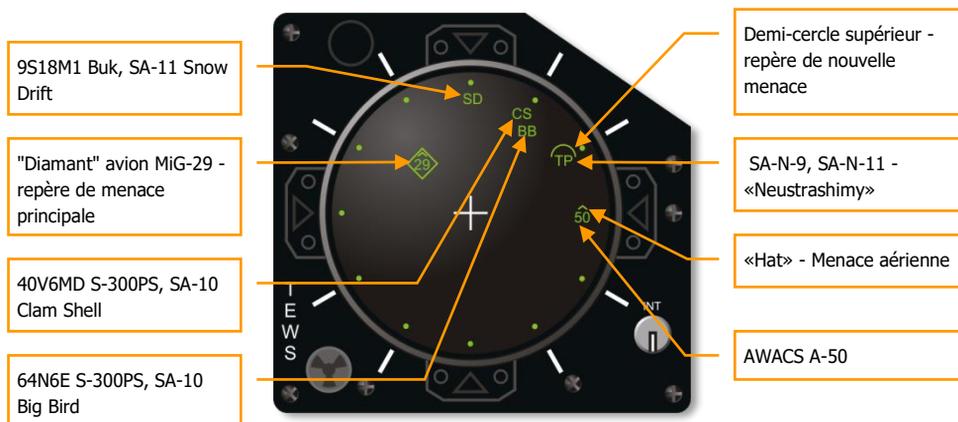
L'AN/ALR-69 (A-10A) a des repères d'azimut sur l'écran (séparés de 15°) et deux zones (ou «anneaux») séparées par un cercle. Une menace dans l'anneau intérieur est immédiate pour votre avion.

Les radars de veille et les symboles AWACS ne seront jamais affichés dans la zone de l'anneau intérieur.

Lorsqu'une nouvelle menace est détectée, un seul son aigu est émis et le symbole de la menace est surmonté d'un demi-cercle.

Lorsque le RWR détecte un radar en mode d'acquisition, un son gazouillant est émis.

Lorsqu'une menace verrouille votre avion, la tonalité du RWR passe de périodique à continue.



## 9-2 : Symbologie de l'écran TEWS du F-15C

L'image ci-dessus montre un exemple d'affichage de situation sur l'écran TEWS.

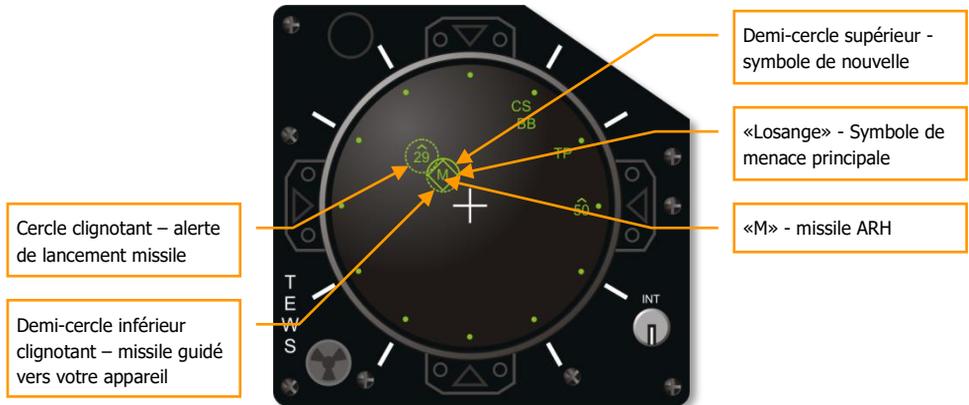
- A 12 heures votre appareil est illuminé par le radar d'acquisition (Snow Drift) du système SAM «Buk».
- A 1 heure votre avion est illuminé par un radar d'acquisition 64N6E (Big Bird) et un radar d'acquisition basse altitude 40V6MD (Clam Shell) sur tour. Tous deux font partie d'une batterie de SAM S-300PS (SA-10C).
- À 2 heures votre appareil est illuminé par un radar naval d'un navire de patrouille classe «Neustrashimy». Comme c'est un nouvel émetteur détecté, il est surmonté d'un demi-cercle.
- À 3 heures votre avion est illuminé par un AWACS A-50U.
- La menace principale, insérée dans un losange est un Mig-29 entre 10 et 11 heures.

De l'analyse ci-dessus, nous pouvons conclure que la principale menace est le Mig-29 qui peut utiliser son armement n'importe quand. En conséquence il est nécessaire soit de l'engager soit de quitter la zone pour l'empêcher de tirer. Une attaque contre le Mig-29 peut être réalisé seul ou à l'aide de votre ailier.

En complément du Mig-29 le complexe S-300 présente une menace potentielle localisée dans vos 1 heure. En planifiant de futures manœuvres, la possibilité d'entrer dans la zone de lancement de ce système SAM doit être prise en compte.

Si un lancement de missile est détecté, un son d'alerte de tir se fait entendre. Il est répété toutes les 15 secondes à partir de l'apparition de la menace.

Si un missile ARH (radar homing actif) est détecté, il est classé comme la menace hautement prioritaire. Un symbole «M» inscrit dans un losange est affiché dans l'anneau intérieur. Le symbole sera situé à la position initiale du ARH détecté, à proximité du symbole de l'aéronef attaquant et à environ la moitié de la distance de l'anneau intérieur.



### 9-3 : Symbologie de l'écran TEWS au lancement d'un missile ARH

L'image ci dessus montre un exemple d'affichage du TEWS.

- A 12 heures votre appareil est illuminé par le radar d'acquisition (Snow Drift) du système SAM «Buk».
- A 1 heure votre avion est illuminé par un radar d'acquisition 64N6E (Big Bird) et un radar d'acquisition basse altitude 40V6MD (Clam Shell) sur tour. Tous deux font partie d'une batterie de SAM S-300PS (SA-10C).
- À 2 heures votre appareil est illuminé par un radar naval d'un navire de patrouille classe «Neustrashimy».
- À 3 heures votre avion est illuminé par un AWACS A-50U.
- Le MiG-29 situé entre vos 10 et 11 heures a tiré un missile – le cercle est clignotant autour du symbole.
- La menace principale est inscrite dans un losange. Il s'agit d'un missile ARH (symbole «M») signalé comme nouvelle menace (le demi-cercle supérieur) lancé par le Mig-29 pour intercepter votre avion (le demi-cercle inférieur clignotant).

Dans ce cas, vous avez peu de temps pour réfléchir et devez réagir rapidement - exécuter une manœuvre violente à haut facteur de charge (G) perpendiculaire à la trajectoire de vol du missile tout en larguant des leurres EM (chaff) touche [\[Inser\]](#)

Compte tenu de l'efficacité des missiles ARH modernes, la probabilité d'être touché reste élevée, même après une évasive anti-missile appropriée. En conséquence, il est préférable d'éviter le lancement d'un missile vers vous que d'essayer de le leurrer une fois lancé.

Dans le A-10A, les signaux d'acquisition et de verrouillage des radars ennemis sont également indiqués sur le panneau des commandes RWR.



#### 9-4 : Panneau de commande du RWR du A-10

Il y a deux voyants lumineux sur le panneau.

Le premier est le voyant vert «SEARCH» qui s'allume quand un radar d'acquisition vous illumine.

Le second est le voyant rouge «LAUCH» qui s'allume lorsque le RWR détecte un lancement de missiles guidé par radar dirigé contre votre avion.

Notez que tous les systèmes RWS et RWR ne détecteront que les systèmes radar. Ils ne vous avertiront pas des systèmes guidés par infrarouge.

Les symboles et repères suivants sont présents sur les affichages TEWS (F-15) et RWR (A-10).

29

Radars aéroportés. Tous les radars de ce type sont indiqués par la marque ^, qui apparaît au dessus du symbole de type d'avion. Les désignations des symboles des radar terrestres et navals sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

29

Le demi-cercle supérieur représente une nouvelle menace. Elle apparaît sur la plus récente détectée.

29

"Losange" - signale la principale menace. Représentant la menace la plus dangereuse elle est positionné très près de votre avion ou de l'appareil ennemi lanceur.

29

Le cercle clignotant indique la détection d'un lancement de missile.

M

Cercle clignotant avec un "losange" autour d'un symbole "M" - missile ARH actif (R-77, AIM-120C, AIM-54C, MICA-AR). Les missiles actifs sont toujours la principale menace.

#### 9-5 : Symboles TEWS (F-15) et RWR (A-10)

Il est à noter que les symboles et les repères peuvent être combinés. Par exemple : le repère d'une nouvelle menace (le demi-cercle supérieur) avec le repère d'un lancement de missile détecté (le cercle clignotant). Par conséquent, un cercle avec la partie inférieure clignotante sera affiché.

Le symbole du type et de la classe radar peut fournir des informations détaillées sur le type de système d'arme attaquant. Dans le tableau ci-dessous, vous pouvez trouver les symboles TEWS et RWR et leurs types de radar correspondants.

## Radars aéroportés

Plate-forme	Symbole RWS
MiG-23	23
MiG-29, Su-27/33	29
MiG-31	31
Su-30	30
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

## Radars navals

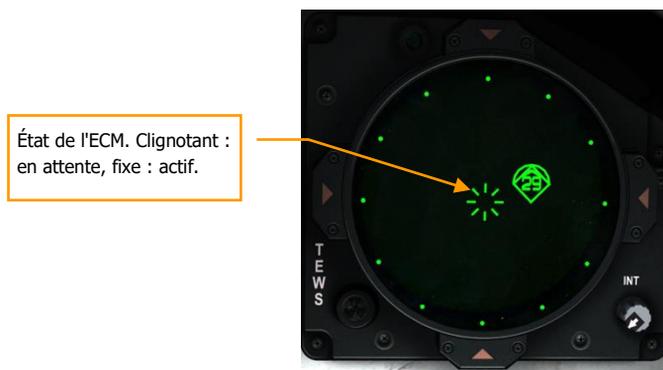
Plate-forme	Systèmes SAM	Symbole RWS
Frégates classe Albatros, Grisha V	SAM «Osa-M» (SA-N-4 Gecko)	Puissance
Porte avion Kuznetsov	SAM «Kinzhal» (SA-N-9 Gauntlet) AAA «Kortik» (SA-N-11 Grison)	SW
Frégates classe Rezky, Krivak II	SAM «Osa-M» (SA-N-4 Gecko)	TP
Croiseur classe Moskva, Slava	SAM S-300F «Fort» (SA-N-6 Grumble) SAM «Osa-M» (SA-N-4 Gecko)	T2
Frégate classe Neustrashimy, Jastreb	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
CG-47 Ticonderoga	SM-2 Standard Missile	SM

## Radars terrestres

Systèmes 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
Radar Roland	Giraffe	GR
Radar de recherche et de poursuite Patriot	Patriot	P
Gepard	Gepard	GP
radar de recherche Hawk	I-HAWK PAR	HA
radar de poursuite Hawk	I-HAWK HPI	H
Vulcan	M-163	VU
Radar S-125 P-19	SA-3 Flat Face B	FF
S-125 SNR	SA-3 Low Blow	LB

## Indication ECM du TEWS

Le fonctionnement de l'ECM s'affiche au centre de l'écran TEWS comme un X ouvert.



9-6 : Indication ECM du TEWS



10

---

COMMUNICATIONS RADIO  
ET MESSAGES

# COMMUNICATIONS RADIO ET MESSAGES

Dans les premiers temps du combat aérien, les communications entre pilotes étaient difficiles et souvent impossibles. En l'absence de radios, les premiers pilotes étaient limités aux signes de mains. La coordination entre pilotes, en particulier pendant un combat tournoyant, était généralement impossible.

Bien que l'électronique moderne ait grandement amélioré les capacités de communications, ces dernières font encore face à certaines limitations frustrantes. Il peut y avoir des douzaines, voire même des centaines de combattants utilisant une fréquence radio donnée. Quand tous ces gens essayent de parler en même temps au plus fort de la bataille, les communications qui en résultent sont le plus souvent brouillées, coupées et incompréhensibles. Par conséquent, les pilotes s'obligent à une discipline radio stricte pour chaque message, se conformant à un indicatif, une directive et un descriptif. L'indicatif indique à qui le message est adressé et de qui il émane, la directive contient une instruction brève pour le destinataire et le descriptif spécifie des informations complémentaires, par exemple :

## **Chevy 22, Chevy 21, hard right, bandits low 4 o'clock**

Ce message a été envoyé par le n°1 du vol Chevy vers le n°2 du vol Chevy. Chevy 21 a demandé à Chevy 22 d'exécuter un virage sec à droite. La partie descriptive de ce message en explique la raison... il y a deux ennemis dans les 4 heures bas de la position de Chevy 22.

LES MESSAGES RADIOS DOIVENT ETRE BREFS ET CONCIS

Il y a trois types de communications vocales dans le jeu :

- Les commandes radio que le joueur émet vers les autres appareils,
- Les messages radio envoyés vers le joueur par d'autres appareils, contrôleurs au sol... etc.
- Les messages vocaux et alertes sonores de l'appareil du joueur en lui-même.

## Commandes radio

Le tableau suivant décrit les types de messages que le joueur peut envoyer et liste les raccourcis clavier requis pour envoyer chacun d'eux. En fonction du type de commande, cela demandera de deux à trois appuis de touches pour émettre le message souhaité. Il existe également des raccourcis permettant d'envoyer des messages complexes par un simple appui de touche.

- Destinataire - Cette colonne indique à qui le message est adressé, au vol entier, à un ailier spécifique, au contrôleur AWACS / GCI ou au contrôleur aérien.
- Commande - La commande indique le type de message que vous souhaitez envoyer (comme une commande d'engagement ou de formation, etc.)

Sous-commande - Dans certains cas, la sous-commande spécifie le type exact de commande (comme «engagez ma cible» ou «Formation line abreast»)

Comme indiqué dans le tableau ci dessous, en fonction du type de commande, cela peut demander deux à trois appuis de touche pour générer le message désiré. Par exemple, pour commander à l'ailier n°3 d'engager la cible du joueur, appuyez sur F3, F1, F1.

#### Commandes Générées par le Joueur

Destinataire	Commande	Sous-Commande	Définition de la commande	Réponse(s) à la commande
Vol ou ailier	Engager...	Ma cible	Le joueur demande aux ailiers d'attaquer la cible verrouillée par un capteur (radar ou EOS) ou au padlock. Quand la cible est détruite, les ailiers retourneront en formation.	Si l'ailier est en mesure d'effectuer la commande, il répondra « <b>(x) Copy</b> », « <b>(x) Roger</b> » ou « <b>(x) Affirm</b> », avec (x) le membre du vol. Si l'ailier n'est pas en mesure d'effectuer la commande, il répondra « <b>(x) Negative</b> » ou « <b>(x) Unable</b> », avec (x) comme membre du vol.
		Mon ennemi	Le joueur demande aux ailiers d'attaquer l'appareil ennemi qui l'attaque.	Si l'ailier est en mesure d'effectuer la commande, il répondra « <b>(x) Copy</b> », « <b>(x) Roger</b> » ou « <b>(x) Affirm</b> », avec (x) le membre du vol. Si l'ailier n'est pas en mesure d'effectuer la commande, il répondra « <b>(x) Negative</b> » ou « <b>(x) Unable</b> », avec (x) comme membre du vol.
		Bandits	Le joueur demande aux ailiers de quitter la formation et d'engager les bandits (appareils ennemis) à portée de capteur. Quand la cible est détruite, les ailiers retourneront en formation.	Si l'ailier est en mesure d'effectuer la commande, il répondra « <b>(x) Engaging bandit</b> », où (x) est le membre du vol. Si l'ailier n'est pas en mesure d'effectuer la commande, il répondra, « <b>(x) Negative</b> » ou « <b>(x) Unable</b> », avec (x) comme membre du vol.

	Défenses anti aériennes	Le joueur demande aux ailiers de quitter la formation et d'attaquer toute défense anti aérienne qu'ils pourront détecter. Quand la cible est détruite, les ailiers retourneront en formation.	Si l'ailier est en mesure d'effectuer la commande, il répondra « <b>(x) Attacking air defenses</b> », où (x) est le membre du vol. Si l'ailier n'est pas en mesure d'effectuer la commande, il répondra, « <b>(x) Negative</b> » ou « <b>(x) Unable</b> », avec (x) comme membre du vol.
	Cibles au sol	Le joueur demande aux ailiers de quitter la formation et d'attaquer les cibles ennemies au sol. Les cibles au sol valides incluent toute structure ou véhicule assigné comme ennemi dans l'éditeur de mission. Quand la cible est détruite, les ailiers retourneront en formation.	Si l'ailier est en mesure d'effectuer la commande, il répondra « <b>(x) Attacking target</b> », où (x) est le membre du vol. Si l'ailier n'est pas en mesure d'effectuer la commande, il répondra, « <b>(x) Negative</b> », ou « <b>(x) Unable</b> », avec (x) comme membre du vol.
	Cibles navales	Le joueur demande aux ailiers de quitter la formation et d'attaquer toute cible ennemie navale à portée de capteur. Quand la cible est détruite, les ailiers retourneront en formation.	Si l'ailier est en mesure d'effectuer la commande, il répondra « <b>(x) Attacking ship</b> », où (x) est le membre du vol. Si l'ailier n'est pas en mesure d'effectuer la commande, il répondra, « <b>(x) Negative</b> » ou « <b>(x) Unable</b> », avec (x) comme membre du vol.
	Mission et rejoindre	Le joueur demande aux ailiers de quitter la formation et d'attaquer l'objectif de la mission tel qu'identifié dans l'éditeur de mission. Une fois complété, l'ailier rejoindra la formation.	Si l'ailier est en mesure d'effectuer la commande, il répondra « <b>(x) Attacking Primary</b> », où (x) est le membre du vol. Si l'ailier n'est pas en mesure d'effectuer la commande, il répondra, « <b>(x) Negative</b> » ou « <b>(x) Unable</b> », avec (x) comme membre du vol.

		Mission et RTB	Le joueur demande aux ailiers de quitter la formation et d'attaquer l'objectif de la mission tel qu'identifié dans l'éditeur de mission. Une fois complété, l'ailier retournera à la base.	Si l'ailier est en mesure d'effectuer la commande, il répondra « <b>(x) Attacking Primary</b> », où (x) est le membre du vol. Si l'ailier n'est pas en mesure d'effectuer la commande, il répondra, « <b>(x) Negative</b> » ou « <b>(x) Unable</b> », avec (x) comme membre du vol.
Vol ou ailier	Aller à...	Return To Base (Retour à la base)	Les ailiers quitteront la formation et iront atterrir à l'aéroport de destination. Si aucun aéroport n'est désigné, ils iront atterrir sur l'aéroport le plus proche.	Si l'ailier est en mesure d'effectuer la commande, il répondra « <b>(x) Copy</b> », « <b>(x) Roger</b> » ou « <b>(x) Affirm</b> », avec (x) le membre du vol. Si l'ailier n'est pas en mesure d'effectuer la commande, il répondra « <b>(x) Negative</b> » ou « <b>(x) Unable</b> », avec (x) comme membre du vol.
		Route	Les ailiers quitteront la formation et continueront leur route selon le plan de l'éditeur de mission.	Si l'ailier est en mesure d'effectuer la commande, il répondra « <b>(x) Copy</b> », « <b>(x) Roger</b> » ou « <b>(x) Affirm</b> », avec (x) le membre du vol. Si l'ailier n'est pas en mesure d'effectuer la commande, il répondra « <b>(x) Negative</b> » ou « <b>(x) Unable</b> », avec (x) comme membre du vol.
		Maintenir position	Les ailiers quitteront la formation et voleront autour du point de navigation courant.	Si l'ailier est en mesure d'effectuer la commande, il répondra « <b>(x) Copy</b> », « <b>(x) Roger</b> » ou « <b>(x) Affirm</b> », avec (x) le membre du vol. Si l'ailier n'est pas en mesure d'effectuer la commande, il répondra « <b>(x) Negative</b> » ou « <b>(x) Unable</b> », avec (x) comme membre du vol.
Vol ou ailier	ECM...	On	Le joueur demande aux ailiers d'activer leur ECM.	L'ailier répondra « <b>(x) Music On</b> », avec (x) comme membre du vol.
		Off	Le joueur demande aux ailiers de désactiver leur ECM.	L'ailier répondra « <b>(x) Music Off</b> », avec (x) comme membre du vol.

Vol ou ailier	Fumigène	On	Le joueur demande aux ailiers d'activer leurs fumigènes.	L'ailier désactivera son fumigène et répondra « <b>(x) Copy</b> », « <b>(x) Roger</b> » ou « <b>(x) Affirm</b> », avec (x) comme membre du vol.
		Off	Le joueur demande aux ailiers de désactiver leurs fumigènes.	L'ailier désactivera son fumigène et répondra « <b>(x) Copy</b> », « <b>(x) Roger</b> » ou « <b>(x) Affirm</b> », avec (x) comme membre du vol.
Vol ou ailier	Couvrez moi		Le joueur demande aux ailiers d'attaquer l'appareil qui est le plus proche de l'appareil du joueur.	L'ailier répondra « <b>(x) Copy</b> », « <b>(x) Roger</b> » ou « <b>(x) Affirm</b> », avec (x) comme membre du vol.
Vol ou ailier	Larguer armes		Le joueur demande aux ailiers de larguer leurs armes.	Si l'ailier est en mesure d'effectuer la commande, il répondra « <b>(x) Copy</b> », « <b>(x) Roger</b> » ou « <b>(x) Affirm</b> », avec (x) le membre du vol. Si l'ailier n'est pas en mesure d'effectuer la commande, il répondra « <b>(x) Negative</b> » ou « <b>(x) Unable</b> », avec (x) comme membre du vol.
Vol	Prendre la formation	Rejoindre la formation	Les ailiers cesseront leur tâche courante et rejoindront la formation avec le joueur.	Si l'ailier est en mesure d'effectuer la commande, il répondra « <b>(x) Copy rejoint</b> », où (x) est le membre du vol. Si l'ailier n'est pas en mesure d'effectuer la commande, il répondra, « <b>(x) Negative</b> » ou « <b>(x) Unable</b> », avec (x) comme membre du vol.
		Line Abreast	Ordonne aux ailiers d'adopter la formation Line Abreast.	Si l'ailier est en mesure d'effectuer la commande, il répondra « <b>(x) Copy</b> », « <b>(x) Roger</b> » ou « <b>(x) Affirm</b> », avec (x) le membre du vol. Si l'ailier n'est pas en mesure d'effectuer

		Trail	Le joueur est l'appareil de tête et l'appareil deux 0,5 Nm derrière le joueur. L'appareil trois est 0,5 Nm derrière l'appareil deux et l'appareil quatre est 0,5 Nm derrière l'appareil trois.	la commande, il répondra « <b>(x) Negative</b> » ou « <b>(x) Unable</b> », avec (x) comme membre du vol.
		Échelon	Formation standard	
		Formation rapprochée	Le joueur demande que la formation ou les ailiers diminuent la séparation entre appareils.	
		Relâcher formation	Le joueur demande que la formation ou les ailiers augmentent la séparation des appareils.	
AWACS	Indicatif AWACS	Request BOGEY DOPE	Le joueur demande le cap, la distance, l'altitude et l'aspect de l'appareil ennemi le plus proche.	Si l'AWACS/GCI a un contact avec l'appareil ennemi alors : « <b>(a), (b), bandits bearing (x)(x) for (y)(y)(y). (c) (d),</b> » où (a) représente l'indicatif du joueur, (b) est l'indicatif de l'AWACS, (x) (x) est le cap vers la menace en degrés, (y)(y)(y) est la distance à la cible en miles si l'AWACS est occidental ou en kilomètres si l'AWACS est Russe, (c) est l'altitude du contact et (d) est l'aspect du contact. Si l'AWAC S/GCI n'a pas de contact avec l'appareil ennemi alors : « <b>(a), (b), clean,</b> » où (a) est l'indicatif du joueur et (b) est l'indicatif de l'AWACS. Si l'appareil ennemi est à moins de 5 miles du joueur alors : « <b>(a), (b), merged</b> » où (a) est l'indicatif du joueur et (b) est l'indicatif de l'AWACS.

		Vector to Home Plate	Le joueur demande le cap et la distance à l'aéroport ami le plus proche.	« <b>(a), (b), Home bearing (x)(x) for (y)(y)(y)</b> ,» où (a) est l'indicatif du joueur, (b) est l'indicatif de l'AWACS, (x)(x) est le cap vers l'aéroport en degrés, et (y)(y)(y) est la distance en miles ou en kilomètres selon si l'AWACS est Américain ou Russe.
		Vector to Tanker	Le joueur demande le cap et la distance vers l'avion ravitailleur ami le plus proche.	« <b>(a), (b), Tanker bearing (x)(x) for (y)(y)(y)</b> ,» où (a) est l'indicatif du joueur, (b) est l'indicatif de l'AWACS, (x)(x) est le cap vers l'avion ravitailleur en degrés, et (y)(y)(y) est la distance en miles ou en kilomètres selon si l'AWACS est Américain ou Russe. Si aucun avion ravitailleur est présent dans la mission, alors : « <b>(a), (b), No tanker available</b> »
		Request PICTURE	Le joueur demande le cap, la distance l'altitude et l'aspect de tous les appareils ennemis dans la zone.	Si l'AWAC S/GCI a un contact avec l'appareil ennemi alors : « <b>(a), (b), bandits bearing (x)(x) for (y)(y)(y). (c) (d)</b> ,» où (a) représente l'indicatif du joueur, (b) est l'indicatif de l'AWACS, (x) (x) est le cap vers la menace en degrés, (y)(y)(y) est la distance de la cible en nm si l'AWACS est occidental ou en km si l'AWACS est Russe, (c) est l'altitude du contact et (d) est l'aspect du contact. Si l'AWACS/GCI n'a de contact avec aucun appareil ennemi: « <b>(a), (b), clean</b> »
ATC - Tour	Indicatif de l'aéroport	Request Taxi to Runway	Le joueur demande la permission de rouler vers la piste.	L'ATC répondra « <b>(a), Tower, Cleared to taxi to runway (x)(x)</b> ,» où (a) est l'indicatif du joueur et (x)(x) est le QFU de la piste (orientation magnétique)

		Request Takeoff	Le joueur demande l'autorisation à la tour de décoller.	Si aucun appareil ne décolle de la piste et/ou aucun appareil est en finale sur cette piste, alors l'ATC répondra : « <b>(a), Tower, You are cleared for takeoff,</b> » où (a) est l'indicatif du joueur.
		Inbound	Le joueur demande la permission d'atterrir sur la base amie la plus proche.	« <b>(a), (b), fly heading (x)(x), QFE, runway (y) to pattern altitude</b> » où (a) est l'indicatif du joueur, (b) est l'indicatif de la base, (x)(x) est le cap et distance, QFE est un Q-code Field Elevation, (y) le QFU.
Equipe au sol		Rearm...	Le joueur demande à l'équipe au sol de réarmer l'appareil en fonction de la sélection du chargement.	L'équipe au sol répond : « <b>Copy</b> ». Une fois réarmé, il informe : « <b>Rearming complete</b> ».
		Refuel...	Le joueur demande à l'équipe au sol de remettre du carburant.	
		Request Repair	Le joueur demande à l'équipe au sol de réparer l'appareil	Les réparations sont effectuées au bout de 3 minutes.
Autres	D'autres messages peuvent être spécifiés par le créateur de la mission au travers des déclencheurs.			

## Messages Radio

Les communications sont un processus à deux sens; les rapports envoyés par les autres appareils sont aussi importants que les rapports envoyés par le joueur. De tels rapports décrivent la tâche accomplie ou à accomplir par l'ailier. Ils peuvent aussi avertir le joueur, donner une désignation de cible et fournir des caps aux différents objets et bases aériennes. Le tableau suivant contient une liste complète des rapports possibles.

- Émetteur - l'unité envoyant le rapport - ailier, AWACS, tour, etc.
- Évènement - Action correspondante à reporter.
- Rapport radio - Le message qui est entendu par le joueur.

## Messages Radio

Émetteur	Evènement	Rapport radio
Ailier	Commence le décollage	« <b>(x), rolling,</b> » où (x) est la position dans le vol de l'ailier.
	Train rentré après décollage	« <b>(x), wheels up,</b> » où (x) est la position dans le vol de l'ailier.
	Touché et endommagé par le tir ennemi	« <b>(x) I'm hit,</b> » ou « <b>(x) I've taken damage,</b> » où (x) est le membre du vol. Exemple : «Two, I've taken damage.»
	Est prêt à s'éjecter de l'appareil	« <b>(x) Ejecting,</b> » or « <b>(x) I'm punching out,</b> » où (x) est un membre US du vol. Exemple : «Three, I'm punching out.» « <b>(x) Bailing out,</b> » ou « <b>(x) I'm bailing out,</b> » où (x) est un membre du vol Russe. Exemple : «Three, I'm bailing out.»
	Retourne à la base suite à des dommages trop importants	« <b>(x) R T B,</b> » ou « <b>(x) Returning to base,</b> » où (x) est un membre du vol. Exemple : «Four, R T B.»
	Tir de missile air air.	« <b>Fox from (x),</b> » de la part d'un appareil Américain « <b>Missile away from (x),</b> » de la part d'un appareil Russe, où (x) est le membre du vol. Exemple : «Fox from two»
	Tir du canon interne	« <b>Guns, Guns from (x),</b> » où (x) est le membre du vol. Exemple : «Guns, Guns from three.»
	Illuminé par un radar aéroporté ennemi	« <b>(x), Spike, (y) o'clock,</b> » où (x) est le membre du vol et (y) est un nombre de un à douze. Exemple : «Two, spike three o'clock.»
	Illuminé par un radar sol	« <b>(x) Mud Spike, (y) o'clock,</b> » où (x) est le membre du vol et (y) est un nombre de un à douze. Exemple : «Two, mud spike three o'clock.»
	Missile sol air tiré sur un ailier	« <b>(x) Sam launch, (y) o'clock,</b> » où (x) est un membre du vol et (y) est un nombre entre un et douze. Exemple : «Two, Sam launch three o'clock.»
	Missile air air tiré sur un ailier	« <b>(x) Missile launch, (y) o'clock,</b> » où (x) est un membre du vol et (y) est un nombre entre un et douze. Exemple : «Two, Missile launch three o'clock.»
	Contact visuel sur un appareil ennemi	« <b>(x) Tally bandit, (y) o'clock,</b> » où (x) est un membre du vol et (y) est un nombre entre un et onze ou nez. Exemple : «Two, Tally bandit three o'clock.»
Effectue une manœuvre défensive contre une menace	« <b>(x) Engaged defensive,</b> » où (x) est le membre du vol. Exemple : «Two, Engaged defensive.»	

	Appareil ennemi descendu	« <b>(x) Splash one,</b> » « <b>(x) Bandit destroyed,</b> » ou « <b>(x) Good kill, good kill,</b> » où (x) est le membre du vol. Exemple : «Two, Splash my bandit.»
	Structure sol ou véhicule sol ou navire détruit	« <b>(x) Target destroyed,</b> » or « <b>(x) Good hits,</b> » où (x) est le membre du vol. Exemple : «Two, Target destroyed.»
	L'ailier à repéré un appareil ennemi et souhaite l'attaquer	« <b>(x) Request permission to attack,</b> » où (x) est le membre du vol. Exemple : «Two, Request permission to attack.»
	Bombe conventionnelle ou bombe à fragmentation larguée	« <b>(x) Bombs gone,</b> » où (x) est le membre du vol. Exemple : «Two, Bombs gone.»
	Missile air sol tiré	« <b>(x) Missile away,</b> » où (x) est le membre du vol. Exemple : «Two, Missile away.»
	Roquettes air sol non guidées tirées	« <b>(x) Rockets gone,</b> » où (x) est le membre du vol. Exemple : «Two, Rockets gone.»
	En route pour attaquer une cible une fois le point IP passé	« <b>(x) Running in</b> » or « <b>(x) In hot,</b> » où (x) est le membre du vol. Exemple : «Two, Running in.»
	Appareil ennemi détecté sur le radar	« <b>(a) Contact bearing (x)(x) for (y)(y)(y)</b> » où (a) est le membre du vol, (x) est le cap en degrés et (y) est la distance en miles pour les appareils US et en kilomètres pour les appareils Russes. Exemple : «Three, Contact bearing one eight for zero five zero.»
	A atteint un statut de carburant pour lequel l'appareil doit retourner à la base sous peine d'être à court de carburant	« <b>(x) Bingo fuel,</b> » où (x) est un membre du vol US. Exemple : « <b>Two, Bingo fuel.</b> » «(x) Low fuel,» où (x) est un membre du vol Russe. Exemple : «Two, Low fuel.»
	Plus aucun armement restant à bord de l'appareil ailier.	« <b>(x) Winchester,</b> » quand l'ailier est US et (x) est le membre du vol. « <b>(x) Out of weapons,</b> » quand l'ailier est Russe et (x) est le membre du vol.
	Appareil ennemi derrière l'appareil du joueur.	« <b>Lead, check six</b> »
	L'appareil du joueur est sur le point d'exploser ou de se crasher.	« <b>Lead, bail out</b> »
Tour	Le joueur est arrêté après avoir atterri sur	« <b>(x), Tower, taxi to parking area,</b> » où (x) est l'indicatif de l'appareil. Exemple : «Hawk one one, Tower, taxi to

la piste.	parking area.»
Le joueur a atteint le point d'approche et est passé sous contrôle de la tour. La piste est libre pour l'atterrissage.	« <b>(x), Tower, cleared to land runway (y)(y),</b> » où (x) est l'indicatif de l'appareil et (y) est le QFU de la piste sur laquelle l'appareil est supposé atterrir. Exemple : «Hawk one one, Tower. cleared to land runway two seven.»
La joueur a atteint le point d'approche et a été transféré sous le contrôle de la tour. Néanmoins, un appareil est déjà dans le circuit.	« <b>(x), Tower, orbit for spacing,</b> » où (x) est l'indicatif de l'appareil. Exemple : «Falcon one one, Tower, orbit for spacing.»
Le joueur est au dessus du glide à l'atterrissage	« <b>(x), Tower, you are above glide path,</b> » où (x) est l'indicatif de l'appareil. Exemple «Eagle one one, Tower, you are above glide path.»
Le joueur est au dessous du glide pendant l'atterrissage	« <b>(x), Tower, you are below glide path,</b> » où (x) est l'indicatif de l'appareil. Exemple «Eagle one one, Tower, you are below glide path.»
Le joueur est sur le glide pendant l'atterrissage	« <b>(x), Tower, you are on glide path,</b> » où (x) est l'indicatif de l'appareil. Exemple «Eagle one one, Tower, you are on glide path.»

## Message Vocaux et Alertes

La technologie informatique a révolutionné l'avion de combat, les jets modernes s'auto diagnostiquent et fournissent des indications, des alertes et même des instructions au pilote. À l'époque où les femmes ne pouvaient devenir pilotes de combat, les ingénieurs décidèrent qu'une voix de femme serait immédiatement remarquée au milieu de la clameur des voix masculines inondant les ondes

- Déclencheur du message - Évènement poussant Betty à annoncer le message
- Message - Phrase exacte prononcée par Betty

### Messages du Système Vocal d'Annonces

Déclencheur message	Message
Le moteur droit est en feu	«Engine fire right»
Le moteur gauche est en feu	«Engine fire left»

Le système de commandes de vol est endommagé ou détruit	«Flight controls»
Le train d'atterrissage est déployé à plus de 250 nœuds	«Gear down»
Le train d'atterrissage n'est pas déployé et le joueur est en finale	«Gear up»
L'appareil a juste assez de carburant pour atteindre la base amie la plus proche	«Bingo fuel»
Carburant restant à 1500 livres/litres	«Fuel 1500»
Carburant restant à 800 livres/litres	«Fuel 800»
Carburant restant à 500 livres/litres	«Fuel 500»
Le système de commande automatique n'est pas fonctionnel	«ACS failure»
Panne du système de navigation	«NCS failure»
L'ECM n'est pas fonctionnel	«ECM failure»
Le système de commande de vol hydraulique n'est pas fonctionnel	«Hydraulics failure»
Le système d'alerte de lancement missile (MLWS) n'est pas fonctionnel	«MLWS failure»
Panne du système avionique	«Systems failure»
L'EOS n'est pas fonctionnel	«EOS failure»
Le radar n'est pas fonctionnel	«Radar failure»
L'ADI dans le cockpit ne fonctionne pas.	«Attitude indicator failure»
Dommages aux systèmes de l'appareil hors feu ou systèmes de commande de vol.	«Warning, warning»
L'appareil a atteint ou dépassé l'incidence maximale.	«Maximum angle of attack»
L'appareil a atteint ou dépassé son niveau d'accélération G maximal.	«Maximum G»
L'appareil a atteint ou dépassé sa vitesse maximale ou sa vitesse de décrochage.	«Critical speed»
Un missile ennemi se dirige vers l'appareil du joueur, est à moins de 15 km, de face et à une altitude inférieure à celle du joueur.	«Missile, 12 o'clock low»
Un missile ennemi se dirige vers l'appareil du joueur, est à moins de 15 km, de face et à une altitude supérieure à celle du joueur.	«Missile, 12 o'clock high»
Un missile ennemi se dirige vers l'appareil du joueur, est à moins de 15 km, à l'arrière et à une altitude inférieure à celle du joueur.	«Missile, 6 o'clock low»
Un missile ennemi se dirige vers l'appareil du joueur, est à moins de 15 km, à l'arrière et à une altitude supérieure à celle du joueur.	«Missile, 6 o'clock high»
Un missile ennemi se dirige vers l'appareil du joueur, est à moins de 15 km, à la droite et à une altitude inférieure à celle du joueur.	«Missile, 3 o'clock low»
Un missile ennemi se dirige vers l'appareil du joueur, est à moins de 15 km, à la droite et à une altitude supérieure à celle du joueur.	«Missile, 3 o'clock high»
Un missile ennemi se dirige vers l'appareil du joueur, est à moins de 15 km, à la gauche et à une altitude inférieure à celle du joueur.	«Missile, 9 o'clock low»
Un missile ennemi se dirige vers l'appareil du joueur, est à moins de 15 km, à la gauche et à une altitude supérieure à celle du joueur.	«Missile, 9 o'clock high»



11

ENTRAÎNEMENT  
THÉORIQUE

## ENTRAÎNEMENT THÉORIQUE

Être efficace en combat aérien n'est pas chose facile. Les pilotes de chasse de tous les pays s'entraînent pendant de nombreuses années afin d'obtenir les compétences nécessaires pour tirer le maximum de performances de leur avion. Bien qu'il soit impossible de modéliser chaque aspect de l'entraînement aérien, il est néanmoins important de comprendre certains principes du combat aérien.

### Vitesse Indiquée (IAS) et Vitesse Vraie (TAS)

En règle générale, la densité de l'air augmente lorsque l'altitude décroît. Une atmosphère plus dense contribue à une plus grande force de portance, mais la composante de traînée augmente également. L'air moins dense à haute altitude réduit la portance de l'avion, mais la traînée diminue. Ceci permet de plus hautes vitesses à haute altitude. Un avion volant à 700 km/h a des caractéristiques de vol différentes lorsqu'il vole à 1000 km/h. La vitesse réelle à laquelle un avion se déplace dans la masse d'air est appelée Vitesse Vraie ou Propre (TAS=True Air Speed). La TAS est une vitesse compensée en fonction de la pression de l'air et de sa densité. En relation avec la TAS, la Vitesse Sol (GS=Ground Speed) est la vitesse réelle de l'avion par rapport au sol. Elle est égale à la TAS plus ou moins le vent effectif.

La plupart des avions modernes possèdent des indicateurs de vitesse tenant compte de la densité de l'air et des variations d'humidité aux différentes altitudes. Lorsque ces variations ne sont pas prises en compte, la vitesse de l'avion est appelée Vitesse Indiquée (IAS=Indicated Air Speed). Pour les pilotes, l'IAS est la base déterminant les capacités de manœuvre de l'avion, elle est généralement affichée dans la VTH.

LE BADIN AFFICHE LA VITESSE INDIQUEE DE L'AVION.

### Vecteur Vitesse

Le vecteur d'énergie totale est un équipement courant sur les VTH occidentales, il est également appelé Flight Path Marker (FPM). Le vecteur d'énergie totale indique la trajectoire de vol effective de l'aéronef, qui peut ne pas correspondre avec la direction dans laquelle pointe actuellement le nez de l'avion. Dans les faits, si vous placez le vecteur d'énergie totale sur un point au sol, l'avion volera directement vers ce point. Cet indicateur est un outil très important pour les pilotes et peut être utilisé pour les manœuvres de combat comme pour les procédures d'approche. Un avion moderne très maniable comme le F-15C peut voler à de très fortes incidences (Angle of Attack ou AoA), l'avion vole alors vers une direction tandis que son axe longitudinal en indique une autre. NB : Le Su-27 n'affiche pas de vecteur vitesse.

## Incidencemètre (AoA)

Comme expliqué ci-dessus, le vecteur vitesse peut ne pas coïncider avec l'axe longitudinal de l'avion. L'angle entre la projection du vecteur vitesse de l'avion et son axe longitudinal est appelé incidence. Lorsque le pilote tire sur le manche il augmente généralement l'incidence. Si, lors d'un vol rectiligne horizontal, le pilote réduit la poussée des moteurs, l'avion commence à perdre de l'altitude. Pour rester en palier, on doit tirer sur le manche et ainsi augmenter l'incidence.

Incidence et IAS sont liées aux caractéristiques aérodynamiques de l'avion. Lorsque l'incidence de l'avion est augmentée jusqu'à des valeurs critiques, sa portance augmente également. L'augmentation de la vitesse indiquée à incidence constante augmente aussi la portance. Cependant, la traînée induite augmente également avec l'accroissement de l'incidence et de la vitesse. Il faut garder cela à l'esprit ou l'avion peut sortir du domaine de vol contrôlé. Par exemple, l'avion peut décrocher si le pilote dépasse les limites d'incidence. Les limitations figurent toujours sur l'incidencemètre.

DES MANŒUVRES ABRUPTES, SOUS FORT FACTEUR DE CHARGE ET A FORTE INCIDENCE PEUVENT PROVOQUER LE DECROCHAGE DE L'APPAREIL

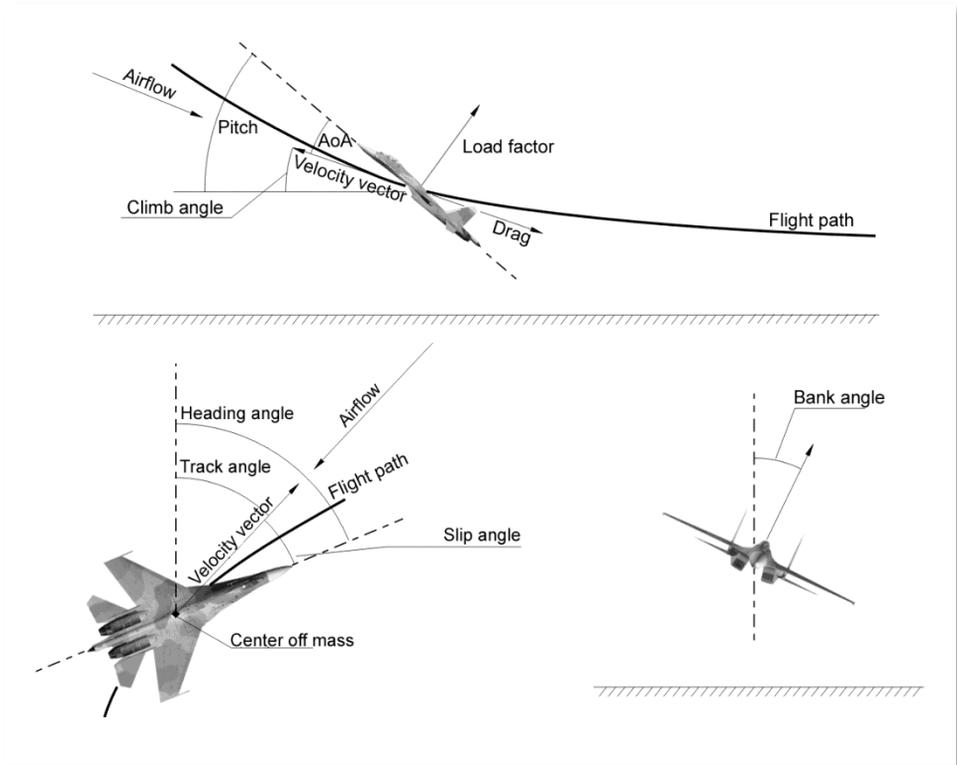
Lorsque l'incidence de l'avion atteint des valeurs critiques, l'écoulement des filets d'air devient irrégulier sur les ailes et elles cessent de générer de la portance. Un écoulement asymétrique des flux d'air entre l'aile gauche et la droite peut induire un mouvement de côté (Iacet) et faire décrocher l'avion. Le décrochage peut apparaître lorsque le pilote dépasse les valeurs d'incidence permises. Il est en particulier dangereux de décrocher en combat, en vrille non contrôlée vous êtes une cible facile pour l'ennemi.

En vrille, l'avion tourne autour de son axe vertical tout en perdant de l'altitude. Certains types d'appareils peuvent également osciller en tangage et en roulis. Une fois en vrille, le pilote doit concentrer toute son attention sur la récupération de son avion. Il existe plusieurs méthodes pour récupérer une vrille sur différents types d'appareils. En règle générale on réduit la poussée, on actionne la pédale du palonnier dans le sens opposé à celui de la vrille, et on maintient le manche en avant. Il faut maintenir ainsi les commandes de vol jusqu'à ce que l'avion arrête de tourner et redevienne contrôlable avec le nez vers le bas. Après l'avoir récupéré, placez à nouveau l'avion en vol en palier, mais en faisant attention de ne pas repartir en vrille. La perte d'altitude durant une vrille peut atteindre plusieurs centaines de mètres.

POUR RECUPERER UNE VRILLE : REDUISEZ LA POUSSEE, ACTIONNEZ LA PEDALE DU PALONNIER EN SENS OPPOSE A CELUI DE LA VRILLE ET PUSSEZ LE MANCHE. MAINTENEZ LES COMMANDES DANS CETTE POSITION JUSQU'A CE QUE LA VRILLE S'ARRETE.

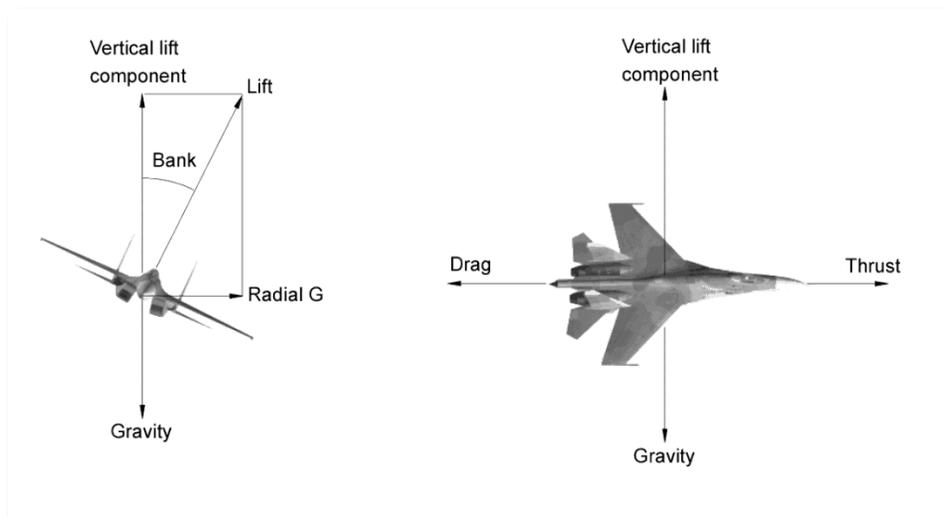
## Taux et Rayon de Virage

Le vecteur de portance aérodynamique est orienté de manière oblique par rapport au vecteur vitesse. Tant que la force de gravité est contrée par la force de portance, l'avion maintient un vol en palier. Lorsque le roulis de l'avion change, la projection de la portance sur le plan vertical diminue.



### 11-1 : Forces aérodynamiques sur l'avion

Le niveau de portance disponible influe sur les caractéristiques de manœuvrabilité de l'avion. Les indicateurs principaux de la manœuvrabilité d'un avion sont le taux maximal et le rayon de virage dans le plan horizontal. Ces valeurs dépendent de la vitesse, de l'altitude et des caractéristiques de portance de l'avion. Le taux de virage est mesuré en degrés par seconde. Plus il est élevé et plus l'avion peut changer rapidement de direction. Pour maximiser l'efficacité de votre avion, vous devez faire la distinction entre vitesse soutenue de virage (sans ralentissement) et vitesse instantanée de virage (avec ralentissement). Selon ces critères, le meilleur appareil sera caractérisé par un petit rayon et un grand taux de virage sur une large gamme d'altitudes et de vitesses.



11-2 : Forces agissant lors des manœuvres d'un avion

## Taux de Virage

Lorsque le facteur de charge augmente : le taux de virage augmente et le rayon de virage diminue. Il existe un équilibre optimal pour lequel on a le taux de virage maximal avec le plus petit rayon de virage possible.

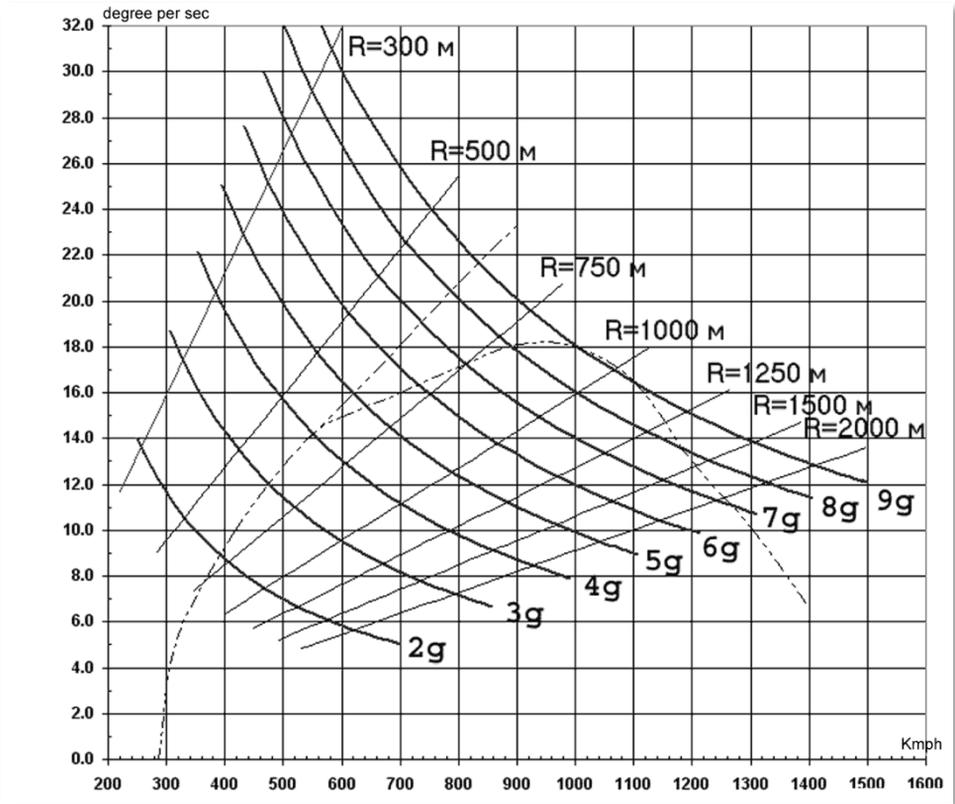
IL EXISTE UN EQUILIBRE OPTIMAL POUR LEQUEL ON A LE TAUX DE VIRAGE MAXIMAL AVEC LE PLUS PETIT RAYON DE VIRAGE POSSIBLE.

EN COMBAT TOURNOYANT (DOGFIGHT) VOUS DEVEZ RESTER AU PLUS PRES DE CETTE VITESSE

Le diagramme ci-dessous montre la relation entre le taux de virage et la KIAS (Knots Indicated AirSpeed) pour un chasseur moderne en mode postcombustion. La vitesse figure sur l'axe des X et les degrés par seconde sur l'axe des Y. La courbe ressemblant à une niche de chien («dog house») illustre la performance en virage de l'avion. Les autres lignes représentent le facteur de charge (G-load) et le rayon de virage. Un tel diagramme est souvent appelé courbe «dog house» ou diagramme EM (Énergie et Manœuvrabilité). Bien que le taux de virage à 950 km/h présente une valeur maximale (18.2 degrés par seconde), la vitesse pour obtenir un rayon de virage plus petit se situe vers 850-900 km/h. Pour d'autres avions cette vitesse variera. Pour des chasseurs classiques, les «corner speeds» vont de 600 à 1000 km/h.

VOTRE VITESSE ET VOTRE ALTITUDE SONT DES ELEMENTS CRITIQUES DANS LA DETERMINATION DES PERFORMANCES EN VIRAGE DE VOTRE AVION. APPRENEZ VOTRE «CORNER SPEED» ET CELLES DE VOS ENNEMIS.

Par exemple : en effectuant un virage soutenu à 900 km/h, le pilote peut, si nécessaire, tirer le facteur de charge maximal pour augmenter le taux de virage à 20 degrés par seconde un court laps de temps. Ceci diminue simultanément le rayon de virage. Ce faisant, l'avion ralentira à cause du fort facteur de charge. En initiant un virage à facteur de charge soutenu, le taux de virage augmentera jusqu'à 22 degrés par seconde avec une diminution significative du rayon de virage. En maintenant l'incidence proche du maximum vous pouvez tenir ce rayon de virage et maintenir un taux de virage soutenu avec une vitesse constante de 600 km/h. L'utilisation de cette manœuvre vous aidera à obtenir un avantage de positionnement ou à dégager un bandit de vos six heures.



11-3 : Courbe typique («dog house») de relation taux de virage/KIAS de chasseurs modernes

## Virages Soutenus et Virages Instantanés

Un virage instantané se caractérise par un fort taux de virage avec perte de vitesse durant la manœuvre. La perte de vitesse est due à l'importante traînée générée par le fort facteur de charge et

la forte incidence. Ces paramètres peuvent fréquemment atteindre leurs valeurs maximales autorisées dans un virage instantané «aux limites». Bien, que cela ralentisse votre avion c'est la manière la plus rapide de placer votre nez vers la cible. Vous risquez de vous retrouver dans un «trou d'énergie» après une telle manœuvre.

EN GENERAL LES VIRAGES INSTANTANES ENGENDRENT UNE IMPORTANTE PERTE DE VITESSE.

Lors d'un virage soutenu, la traînée et le facteur de charge sont contrebalancés par la poussée moteur. Le taux de virage d'un virage soutenu est plus faible que celui d'un virage instantané mais il n'engendre pas de perte de vitesse. En théorie, un avion peut ainsi effectuer un virage soutenu jusqu'à ce qu'il n'ait plus de carburant.

## Contrôle de l'Énergie

En combat aérien, le pilote doit surveiller l'énergie de son avion. L'énergie totale de l'avion peut être représentée comme la somme de son énergie potentielle et de son énergie cinétique. L'énergie potentielle dépend de l'altitude de l'avion, et l'énergie cinétique est déterminée par sa vitesse. Parce que la puissance des moteurs est limitée, voler à de fortes incidences annulera la poussée, et l'avion perdra de l'énergie. Pour éviter cela en combat, le pilote doit maintenir son enveloppe de vol en manœuvrant son avion pour le maintenir simultanément au taux de virage soutenu maximal et au rayon de virage minimal.

TROP DE VIRAGE SERRES AVEC PERTE D'ALTITUDE LAISSERONT L'AVION AVEC PEU D'ENERGIE.

Imaginez que l'énergie équivaut à de «l'argent» utilisé pour «acheter» des manœuvres. Considérez qu'il y a une rentrée d'argent constante (tant que les moteurs fonctionnent). Un contrôle optimal nécessite une dépense raisonnée de «l'argent» nécessaire à l'achat de manœuvres. Effectuer des manœuvres sous facteur de charge engendre une perte de vitesse, ainsi les réserves de la «banque» diminuent. Dans ce cas, vous direz que le prix à payer pour un petit taux de virage était trop élevé. A présent, vous avez peu d'argent à la banque et vous devenez une cible facile pour un ennemi plein aux as.

C'est pourquoi, en dehors d'une nécessité critique, vous devriez éviter des manœuvres sous facteur de charge qui se soldent par une perte de vitesse. Vous devriez également essayer de maintenir une haute altitude et ne pas la perdre sans de bonnes raisons (c'est également de l'argent dans votre banque d'énergie). En combat rapproché, essayez de maintenir une vitesse qui maximise votre taux de virage soutenu tout en minimisant votre rayon de virage. Si votre vitesse diminue de manière significative, vous devez réduire votre incidence en poussant le manche en avant et en «soulageant» votre avion. Cela vous permettra de reprendre rapidement de la vitesse. Toutefois, prenez le temps de faire cela prudemment ou vous donnerez une cible facile à votre ennemi.

SI VOUS PERDEZ LE CONTROLE DE LA GESTION D'ENERGIE DE VOTRE AVION, VOUS VOUS RETROUVerez RAPIDEMENT AVEC PEU DE VITESSE ET D'ALTITUDE.



12

---

ÉCOLE  
DE PILOTAGE

# ÉCOLE DE PILOTAGE

Au cours d'une mission, la majorité du temps de vol est occupé par le décollage, le suivi du plan de vol, la recherche la cible, le retour à la base et l'atterrissage. Le combat réel avec l'ennemi représente généralement une petite fraction du temps total de la mission.

SI VOUS NE PARVENEZ PAS A TROUVER LA CIBLE OU A REVENIR A LA BASE, VOTRE CARRIERE DE PILOTE SERA BIENTOT TERMINEE

## Utilisation de l'Indicateur de Situation Horizontale (HSI)

Pour de nombreux avions modernes, les informations de navigation sont présentées sur le HUD. Que fera le pilote si le HUD tombe en panne ? Le HSI indique une grande partie des informations de navigation qui sont fournies sur le HUD, parfois même davantage. Les indicateurs HSI russes et américains fonctionnent de la même façon et assurent les fonctions suivantes :

- Parcours vers le point de navigation suivant (aiguille et lecture numérique)
- Distance du prochain point de navigation
- Cap courant
- Barres d'écart de parcours et d'altitude

Le parcours vers le point de navigation sélectionné est indiqué par rapport à l'emplacement courant de l'avion. Les points de navigation sont automatiquement configurés avant le vol et peuvent être utilisés pour atteindre l'objectif par le meilleur itinéraire.

## Atterrissage

L'atterrissage est l'un des éléments du vol le plus difficile et potentiellement dangereux. Les pilotes débutants et hautement qualifiés diffèrent par leurs compétences en atterrissage.

POUR UN BON ATERRISSAGE, ALIGNEZ-VOUS DES LE DEBUT DE L'APPROCHE

L'approche d'atterrissage est effectuée à une incidence donnée. Votre incidence actuelle peut être visualisée sur l'incidence-mètre du cockpit. Si l'avion est équipé d'un indexeur d'incidence, vous pouvez effectuer les approches d'atterrissage en gardant un œil sur cet indicateur. Si l'index supérieur est allumé, cela signifie que l'avion vole avec trop d'incidence ou que la vitesse est trop basse. Si c'est l'inférieur qui est allumé, cela signifie que l'avion vole avec une incidence trop faible ou que la vitesse est trop élevée. Si l'index central est allumé, cela signifie que tous les paramètres d'approche d'atterrissage sont corrects.

LORS DE L'ATERRISSAGE, UTILISEZ DES MOUVEMENTS DE COMMANDE DOUX ET PETITS ET RAPPELEZ-VOUS QUE LES MOUVEMENTS DES COMMANDES PEUVENT AVOIR UN IMPACT RETARDE SUR LE VOL DE VOTRE AVION. ANTICIPEZ LES MOUVEMENTS DE VOTRE AVION.

Pendant l'approche d'atterrissage, vous devez maintenir l'incidence appropriée. Si la vitesse est trop élevée, vous devez tirer un peu le manche de commande. Cela réduira la vitesse de vol à la valeur appropriée. Dans le cas contraire, vous devez pousser un peu le manche de commande, cela augmentera la vitesse. Si votre altitude diminue trop rapidement, augmentez la poussée du moteur en poussant la manette des gaz vers l'avant. Si l'altitude est trop élevée, vous devez diminuer les gaz en tirant la manette vers l'arrière.

Sur le HUD, certains avions comportent un variomètre, il peut être utilisé pour assurer un touché doux. Le vecteur vitesse de l'avion peut également être utilisé pour confirmer que le point de contact est en début de piste.

Dans le tableau ci-dessous, vous trouverez les vitesses d'approche d'atterrissage et les vitesses de touché.

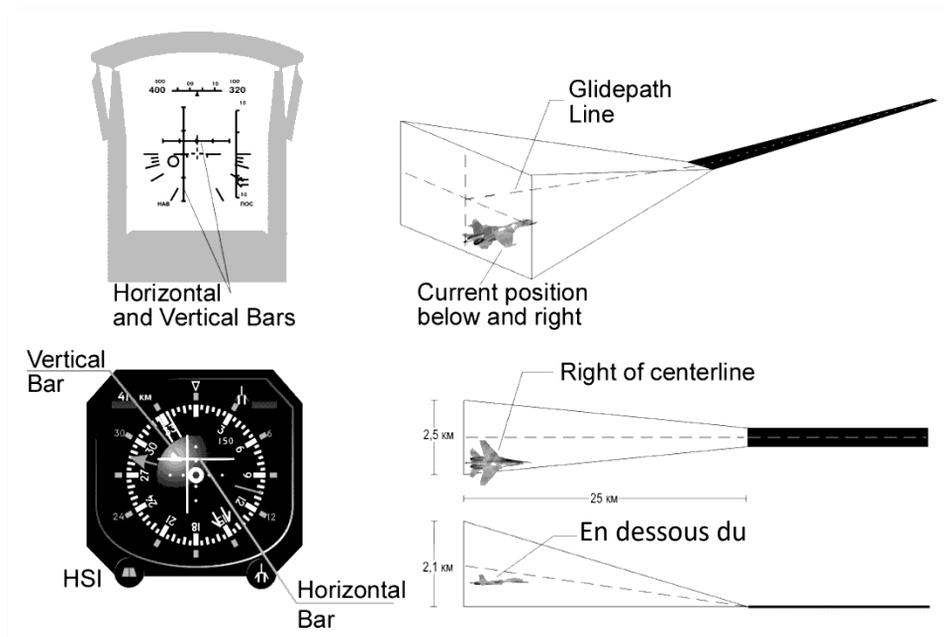
Appareil	Vitesse d'approche d'atterrissage	Vitesse de touché de piste
Su-25	280 km/h	235 km/h
Su-27	300 km/h	250 km/h
MIg-29A	280 km/h	235 km/h
F-15	175 knots	120 knots
A-10	150 knots	110 knots

SI LES VOLETS SONT RETRACTES, VOUS DEVEZ AUGMENTER LA VITESSE INDIQUEE D'ENVIRON 10 NŒUDS / 20 KM/H. S'IL Y A DES CHARGES EXTERNES OU UNE QUANTITE CONSIDERABLE DE CARBURANT, VOUS DEVEZ AUGMENTER VOTRE VITESSE INDIQUEE POUR OBTENIR L'INCIDENCE SOUHAITEE.

Vous devez toujours effectuer l'approche d'atterrissage le long de l'axe longitudinal de la piste.

## Système d'Atterrissage aux Instruments (IIS)

Les avions russes et américains sont équipés d'un système d'atterrissage aux instruments. Les barres de direction sont utilisées pour indiquer un écart par rapport au plan de descente et à l'alignement de la piste. La barre horizontale montre l'écart de trajectoire de vol de l'avion par rapport au plan de descente approprié. La barre verticale (également appelée le localiseur) indique l'écart de trajectoire de l'avion par rapport à l'alignement requis. Le plan de vol prévu devra aligner l'appareil sur l'axe longitudinal de la piste. Un centrage de ces deux barres pour former une croix indique que l'avion vole sur la trajectoire correcte le long du signal de guidage vers le début de l'axe de piste.



12-1 : Système d'atterrissage aux instruments

## Atterrissage par Vent de Travers

L'atterrissage dans un vent traversier est plus difficile que l'atterrissage sans vent. Il dévie l'avion par rapport à l'axe longitudinal de la piste. Par conséquent, il est nécessaire de compenser la dérive de l'appareil à l'aide des gouvernes pendant l'approche d'atterrissage. L'atterrissage dans de telles conditions requiert une grande attention du pilote et des mouvements bien coordonnés du manche et du palonnier.

ÉVITER LES ATTERRISSAGES PAR VENT ARRIERE. IL AUGMENTE CONSIDERABLEMENT LA VITESSE D'ATTERRISSAGE ET PEUT CONDUIRE A UN DEPASSEMENT DE LONGUEUR DE PISTE

## Description des Modèles Dynamiques de Vol Avancés des Su-25 et Su-25T

Un modèle de dynamique de vol avancé a été créé pour les Su-25 et Su-25T. Cette section décrit quelques-unes des caractéristiques remarquables du modèle de vol avancé.

La dynamique de l'appareil est calculée sur la même base que les équations physiques décrivant les mouvements de translation et de rotation d'un corps solide subissant l'influence de forces et de moments externes, quelle que soit la nature de leurs origines.

- Les mouvements linéaires et angulaires ont l'air plus naturels grâce à la modélisation correcte des propriétés inertielles de l'appareil.
- Les transitions en douceur entre les différents modes de vol sans changement brusque des vitesses de rotation et d'attitude (par exemple : après une glissade sur la queue ou un atterrissage avec touché sur une roue).
- Effet gyroscopique lors de la rotation de l'appareil pris en compte.
- L'effet asymétrique des forces externes est pris en compte, ainsi que l'effet des forces externes ne passant pas par le centre de gravité (par exemple : poussée du moteur, forces du parachute de freinage). Ces forces sont correctement modélisées dans tous les modes de vol et produisent un moment de rotation adéquat.

Le centre de gravité peut changer de position le long l'axe de vitesse du système.

- La modélisation du centre de masse latéral et longitudinal a été introduite. Il peut changer en fonction du chargement en carburant et munitions.
- Le chargement asymétrique d'armes et de réservoirs externes de carburant, influant sur les caractéristiques du contrôle latéral (en fonction de la vitesse air, de la surcharge... etc.) est également modélisé.

En calculant les caractéristiques aérodynamiques, l'appareil est représenté par une combinaison d'éléments de cellule (fuselage, panneau supérieur de l'aile, stabilisateur... etc.). Des calculs séparés pour la performance aérodynamique de chacun de ces composants sont effectués pour la totalité des angles possibles d'incidence et de dérapage (incluant les angles super critiques), la pression dynamique locale et le nombre de Mach. Et prenant également en compte le changement et le niveau de dégât des surfaces de contrôle et des différents éléments de la cellule.

- Les propriétés aérodynamiques sont modélisées avec précision sur l'ensemble des possibles angles d'incidence et de descente.
- L'efficacité du contrôle latéral, son degré et sa stabilité dépendent maintenant de l'angle d'incidence et du centre de gravité longitudinal et latéral.
- L'effet d'autorotation de l'aile lors d'un virage à fort angle d'incidence est modélisé.
- Les interactions cinématiques, aérodynamiques et inertielles des canaux longitudinaux, diédraux et latéraux (lacet induit pendant un virage, roulis induit lors de l'action sur le palonnier, etc.).

- L'angle de plané possible est déterminé par l'effort du pilote et la position de l'appareil.
- Quand un élément de l'appareil est détruit, le mouvement de ce dernier est modélisé de façon naturelle. L'aérodynamique du composant endommagé peut être partiellement ou totalement retirée des calculs aérodynamiques de l'appareil.
- Le modèle de vol garantit une implémentation réaliste des décrochages (basculement des ailes et oscillation simultanée de la trajectoire).
- Différentes caractéristiques de vibrations aérodynamiques en fonction de mode de vol ont été introduites. Cela apparaît suite à un chargement inadapté, un angle d'incidence trop élevé, le nombre de Mach, etc.

Les réacteurs sont représentés par un modèle complexe des composants principaux: compresseur, chambre de combustion, turbine et générateur de démarrage.

- Le régime moteur au ralenti dépend de la vitesse (déterminée par l'altitude, le nombre de Mach) et des conditions météorologiques (pression et température).
- La survitesse du régime moteur est modélisée.
- Le réglage du régime du moteur et son contrôle dépendent de la vitesse de rotation.
- La température des gaz d'éjection est dépendante du mode de fonctionnement du moteur, du mode de vol et des conditions météorologiques.
- La consommation de carburant est dépendante de façon non linéaire du mode de fonctionnement du moteur et du mode de vol.
- La dynamique des paramètres de fonctionnement du moteur (vitesse et température des gaz) pendant sa mise en route et son extinction sont précisément modélisés. Le mode d'autorotation du moteur dû au flux d'air entrant, son calage en cas de mise en route avec une position incorrecte de la manette des gaz (accompagné par une augmentation continue de la température), le redémarrage moteur et le redémarrage en vol.

Le modèle du système hydraulique gauche et droit inclut les modèles des sources et des consommateurs de pression hydraulique.

- Chaque système hydraulique alimente son propre groupe d'utilisateurs de pression hydraulique (train d'atterrissage, ailerons, volets, becs de bords d'attaque, stabilisateurs ajustables, orientation de la roulette de nez, système de freinage... etc.).
- La pression dans les systèmes gauche et droit dépend de l'équilibre entre le débit de la pompe hydraulique et la consommation du fluide par les utilisateurs de la pression (servocommandes, actionneurs... etc.). Le débit des pompes hydrauliques dépend respectivement de la vitesse des moteurs gauche et droit et la consommation du fluide hydraulique dépend de l'intensité du travail à fournir.
- La panne totale ou partielle des actionneurs lorsque la pression chute dans un ou les deux systèmes hydrauliques sont toutes deux modélisées.

Le système de commande inclut les modèles des composants primaires : mécanismes de trim et effets de trim, servocommandes hydrauliques du canal de roulis et amortisseur de lacet.

- Les modèles de trim de tangage, de lacet et de roulis sont tous basés sur des logiques différentes. En particulier, l'influence du trim de tangage est dépendante de la vitesse de vol. L'utilisation du tab de trim dépend de la puissance disponible dans le système électrique de l'appareil.
- En cas d'une chute de pression du circuit hydraulique gauche, les commandes en latéral se dégradent avec l'augmentation de la vitesse indiquée. Les commandes en longitudinal ne dépendent pas du circuit hydraulique gauche.
- La vitesse de déplacement des surfaces hyper-sustentatrices et des stabilisateurs ajustables dépendent de la pression hydraulique.
- L'extension d'un dispositif d'augmentation de portance pour une configuration plus manœuvrable à une vitesse indiquée élevée peut amener d'abord à un blocage partiel, puis total de l'actionneur hydraulique. Cela provoque des dommages aux canalisations, une fuite de fluide hydraulique et une chute de pression du système hydraulique
- La sortie du train d'atterrissage à une vitesse indiquée élevée peut, dans un premier temps, amener à un blocage partiel puis total de l'actionneur. Cela causera des dégâts aux canalisations, une fuite de liquide hydraulique et une chute de pression.

#### Procédure de démarrage à froid depuis le parking

1. Mettre en route l'unité de puissance auxiliaire (APU) en utilisant les touches **[MajD - L]** et confirmer que toutes les indications des instruments du tableau de bord et du HUD fonctionnent normalement.
2. Positionner la manette des gaz sur la position ralenti (idle).
3. Démarrer les deux moteurs avec les touches **[MajD - Début]**, ou séquentiellement le moteur droit avec les touches **[CtrlD - Début]** puis le moteur gauche avec les touches **[AltD - Début]**.
4. Vérifier que les aubes des compresseurs du moteur sur le tachymètre et le nombre de tour du moteur se stabilisent à 33%.
5. Vérifier la température des gaz de la turbine sur l'indicateur des gaz d'échappement. Elle doit se situer à environ 440 degrés.

Si vous démarrez un moteur avec la manette des gaz dans une position autre que IDLE, le moteur sera noyé par le carburant et maintenu dans une position intermédiaire. Une augmentation de température incontrôlée peut en résulter et conduire à un feu moteur.

Dans cette situation, arrêtez immédiatement le ou les moteurs avec les touches **[MajD - Fin]**. Une fois le moteur complètement arrêté, attendre une à cinq minutes afin de laisser refroidir le moteur, puis essayez de répéter la procédure de démarrage.

Pour accélérer la procédure de démarrage moteur il est également possible d'effectuer un rallumage du moteur. Pour cela, attendre que le second étage du moteur atteigne un régime d'au moins 16% puis pousser la manette des gaz en position maximale.

#### Démarrage automatique du moteur en vol

Si le moteur cesse de fonctionner (flame out) en vol, vous pouvez effectuer un redémarrage automatique. Pour cela, la vitesse air doit être supérieure à 150 km/h, mettre la manette des gaz sur

la position IDLE puis augmenter jusqu'à la poussée maximale et enfin revenir à la position IDLE. Si toutes les conditions sont réunies, le moteur commencera son processus de redémarrage.

Un redémarrage en vol est possible seulement quand la vitesse de rotation du moteur est supérieure à 12%.

## Considérations Particulières pour Piloter le Su-25 et le Su-25T

### Roulage

Les virages au sol doivent être effectués à une vitesse de 5 à 10 km/h afin d'éviter à l'appareil de basculer sur l'aile ou d'endommager le pneumatique de la roulette de nez.

### Décollage

Les freins de roues maintiendront l'appareil à l'arrêt tant que le régime moteur est inférieur à 80%. En augmentant la poussée moteur pour le décollage, relâcher les freins de roues quand le régime atteint les 70-75%, puis augmenter la poussée à la puissance militaire maximale lorsque l'appareil commence à rouler pour le décollage. Une fois la vitesse de 160-180 km/h atteinte, à une masse au décollage normale, ou 200-220 km/h à la masse maximale de décollage, tirer le manche aux 2/3 de sa course pour lever le nez pour décoller. La bonne incidence de décollage peut être prise en plaçant l'extrémité des deux tubes pitot approximativement au niveau de l'horizon. L'appareil décollera presque immédiatement dès que vous lèverez le nez à la bonne incidence. S'il ne porte pas de charges externes, elle aura tendance à augmenter dynamiquement, ce qui peut être contré en poussant le manche avec précaution.

Rentrer le train à 10m au dessus du sol, puis les volets quand la vitesse air approche les 320-340 km/h à une altitude supérieure à 150 m. Lors de la rentrée des trains, il se peut que la pression hydraulique chute dans le système hydraulique secondaire, activant la lampe d'alarme «ГИДРО 2» («HYDRO-2»).

### Décollage par Vent de Travers

Une des caractéristiques particulières du Su-25/25T est la faiblesse de la voie et de l'empattement de son train d'atterrissage, ce qui rend les atterrissages par vent de travers particulièrement difficiles. Néanmoins, l'appareil peut être maintenu stable au roulage jusqu'à des vents de travers de 11-14 m/s, à condition que la piste soit sèche. Lors du roulage par vent de travers, l'appareil aura tendance à s'incliner avec le vent, ce qui peut être corrigé en inclinant le manche en sens opposé au vent. Il aura aussi tendance à tourner dans le vent, ce qui peut être corrigé par de légères commandes au palonnier en direction opposée.

## Atterrissage

Lors de l'approche, le train doit être abaissé à une vitesse air inférieure à 400 km/h. Lors de l'extension des volets, l'appareil aura tendance à remonter. L'équilibre de l'appareil dans les configurations atterrissage / décollage est pratiquement identique à celui de la configuration normale de vol. Si l'appareil est déséquilibré sur son axe longitudinal ou transversal en configuration d'atterrissage, les trains ou les volets peuvent ne pas avoir été complètement abaissés ou asymétriquement. Dans ce cas, rentrer les volets pour atterrir en configuration lisse. Toutes les vitesses d'approche et d'atterrissage doivent être majorées de 40 à 60 km/h.

Une gestion prudente de la vitesse est nécessaire lors de l'approche finale pour atterrir correctement. Réduisez la vitesse à 290-310 km / h en mettant l'avion en configuration décollage / atterrissage au début de votre approche finale. Réduisez la vitesse à 260-280 km / h au passage de la balise de marqueur intérieur. Commencez à arrondir lorsque vous approchez de la piste, à environ 5-8 m d'altitude, 250-270 km/h et 100 m avant le seuil de piste. Après l'alignement final à environ 1 m au dessus du sol, réduisez la poussée au ralenti et à mesure que l'avion ralentit, augmentez l'incidence en maintenant le manche en arrière de sorte que le bout des tubes de Pitot s'alignent avec l'horizon. Le toucher devrait se faire à 220-240 km/h. Continuez à abaisser la roue avant en poussant prudemment le manche, larguez le parachute de freinage et activez les freins de roues. Maintenez l'axe de piste par des commandes souples au palonnier. Si l'appareil tourne au freinage, relâchez les freins, corrigez le cap et réactivez les freins. Si l'avion risque de sortir de la piste à plus de 50 km/h, rentrer les trains, ouvrir la verrière et effectuer une coupure moteurs d'urgence.

## Atterrissage par Vent de Travers

Lors d'un atterrissage par vent de travers, estimez un angle de dérapage par rapport au seuil de piste de façon que l'approche puisse être faite sans roulis ni lacet. Lors de l'arrondi juste avant l'atterrissage, éliminer l'angle de dérapage pour aligner l'avion avec la piste et mettre le manche dans le vent. Cela garantira que le toucher des roues soit effectué sans dérapage et que la tendance au roulis pendant le roulage sur la piste soit corrigée. Une fois que le train principal est en contact avec le sol, relâchez les pédales pour bien et rapidement centrer la roue avant, mais abaisser prudemment le nez pour poser la roue avant. Une fois stabilisé le long de l'axe de piste, activez les freins de roues. Dans un vent de travers de plus de 4 à 5 m/s, le parachute de freinage n'est pas utilisé car il rendrait pratiquement impossible le maintien de l'aéronef sur l'axe. Si l'avion tourne au freinage, relâchez les freins, corrigez le cap et réactivez les freins.

## Erreurs Communes à l'Atterrissage

### Sortie de piste (dans l'axe)

Une sortie de piste dans l'axe survient lorsque la vitesse a mal été gérée et que l'approche a été trop rapide ou si le point de toucher a été mal calculé. Cela arrive souvent si l'arrondi est effectué trop tard, par exemple au dessus de la piste au lieu d'avant. Une sortie de piste importante peut être dangereuse et l'atterrissage doit être interrompu (remise de gaz / «go around»).

## Atterrissage Trop Court

Un atterrissage trop court arrivera si la vitesse d'approche est trop basse, l'arrondi débuté trop tôt ou l'appareil passe sous le plan de descente (glide) en finale. Pour corriger, augmenter la poussée pour obtenir la vitesse d'approche optimale et que l'appareil revienne sur le plan de descente correct.

## Arrondi Trop Haut

Un arrondi trop haut se produira si son altitude de début est mal évaluée ou si le manche est trop tiré pendant son exécution. Pour l'éviter, maintenez le manche stable pour laisser l'avion descendre à l'altitude d'arrondi appropriée, puis tirez le manche pour effectuer un arrondi correct. S'il est trop haut, l'avion risque de perdre de la vitesse et de décrocher au dessus de la piste, entraînant un toucher brutal et des vitesses verticales endommageant la cellule.

## Décrochages et Vrilles

Si la vitesse air chute trop en vol horizontal, l'appareil va décrocher sans entrer en vrille. Il commencera une descente à plat tout en oscillant en lacet et roulis. Si le manche est tiré pendant le décrochage, les oscillations peuvent augmenter en roulis jusqu'au retournement, l'appareil basculant violemment sur un côté. Pour compenser cela et contrer le décrochage, pousser le manche.

Lorsqu'on vole ou qu'on manœuvre normalement, une vrille ne peut être déclenchée qu'intentionnellement. Dans ces configurations, la vrille peut être rattrapée en plaçant le manche en position neutre. Pour accélérer sa récupération, la technique standard est de pousser le manche et de contrer la rotation au palonnier en sens opposé.

En configuration d'atterrissage/décollage, une vrille peut être déclenchée involontairement si l'incidence dépasse la limite critique, particulièrement si le centre de gravité de l'appareil est en arrière du centre de portance. Le centre de gravité d'un Su-25 est en arrière du centre de portance lorsque les munitions du canon ont été tirées et est toujours arrière sur un Su-25T. Une vrille dans cette configuration est pratiquement impossible à récupérer.



13

---

**BASES DES OPÉRATIONS  
DE COMBAT**

# BASES DES OPÉRATIONS DE COMBAT

Les tactiques modernes de combat aérien ont été révolutionnées en moins d'un siècle. Les petits chasseurs à hélice des décennies passées ont évolués vers les chasseurs modernes d'aujourd'hui.

La principale raison pour laquelle les pilotes virtuels s'écrasent ou sont souvent tués est due à l'incohérence entre une situation de combat et les armes qu'ils utilisent. Les avions d'aujourd'hui sont beaucoup plus puissants que leurs frères de la seconde guerre mondiale. Cependant, la puissance de feu ennemie est beaucoup plus précise et mortelle maintenant, et elle peut engager des cibles à des distances beaucoup plus grandes. Bref, le champ de bataille est devenu plus dangereux qu'il ne l'était auparavant.

## Tactiques de Combat Aérien

Les chasseurs modernes comme les Su-27, MiG-29 et F-15C ont été conçus pour obtenir la supériorité aérienne sur le champ de bataille. Bien qu'ils puissent emporter un nombre limité d'armes air-sol, le combat aérien est leur tâche prioritaire. Pendant le combat aérien, il est préférable de détruire l'ennemi à longue distance et ne s'engager dans le combat à vue que si nécessaire. Avec l'avènement du R-73 russe et la visée de casque, c'est particulièrement vrai pour les avions occidentaux. Pour les intercepteurs tels que le Su-27 et le F-15C, il est important de commencer un engagement à longue distance, avant que l'ennemi n'approche avec ses armes. Dans l'idéal, l'avion ennemi sera endommagé ou détruit et ne pourra pas mener à bien sa mission. Il est souvent plus important d'empêcher l'ennemi d'accomplir sa mission que de détruire réellement l'avion ennemi.

## Recherche de Cible

Les chasseurs modernes ont souvent des radars puissants capables de détecter des cibles à longue distance. En plus du radar embarqué, il est également utile de disposer d'un appareil aéroporté d'alerte et de contrôle (AWACS) ou de stations radar terrestres de contrôle avancé (GCI) capables de surveiller l'espace aérien et de guider les ressources amies contre les forces ennemies. En utilisant l'AWACS et le GCI, il est possible de mener des missions discrètes en entrant dans l'espace aérien ennemi avec le radar embarqué en veille (sans émission d'énergie pouvant être détectée) diminuant la possibilité d'être repéré par l'adversaire (vos émissions sont détectées deux fois plus loin que votre portée radar). De plus, pour une attaque discrète, les avions russes peuvent utiliser les systèmesIRST indétectables par les systèmes d'alerte radar. Si un appareil ennemi utilise des systèmes de brouillage, vous pouvez utiliser l'AWACS ou le GCI pour avoir les informations de distance.

Si un AWACS ou un GCI n'est pas disponible, le chasseur devra utiliser ses propres capteurs pendant la mission. Lorsqu'il y a plusieurs appareils dans un vol, le leader du vol peut ordonner une formation «en ligne» pour augmenter l'espace aérien couvert par les radars du vol.

Les pilotes doivent être conscients que la distance de détection dépend de la surface équivalente radar (SER) d'une cible. La règle simple est que plus la SER est grande, plus la distance de détection radar est grande. La SER n'a aucun effet sur les capteurs autres que radar tels l'IRST. Par exemple : un Su-27 volant en haute altitude peut détecter un bombardier stratégique avec une SER de 70 à 100 mètres carrés à une distance de 130 à 180 km. Un chasseur moderne avec une SER de 3 m<sup>2</sup> ne peut

être détecté qu'à 80 - 100 km. À basse altitude, les plages de détection sont réduites de manière significative en raison des échos au sol des lobes latéraux reçus par l'antenne. Ce bruit oblige le radar à diminuer le gain et donc sa sensibilité. Par exemple : un Su-27 volant à 200 m a une distance de détection maximale de seulement 35 à 40 km contre les cibles à SER élevées et de 20 à 25 km pour celles à SER faible. Cette même restriction s'applique à la détection de cibles à des altitudes inférieures à la vôtre. Dans cette situation de «regard vers le bas», la sensibilité radar est réduite du fait de la réflexion excessive du sol. La conclusion est la suivante : le combat aérien à longue distance est sévèrement restreint à basse altitude et les performances des armes et des radars sont considérablement réduites. Le meilleur profil d'engagement est de voler au-dessus de 3000 m avec la cible légèrement au-dessus de vous avec un angle d'aspect élevé.

## Combat Hors de Portée Visuelle (BVR)

Vous avez détecté un avion ennemi et êtes prêt à l'attaquer avec des missiles à moyenne ou longue portée. Cependant, l'ennemi a les mêmes intentions et est équipé de missiles similaires aux vôtres. Dans une telle situation, la victoire n'est pas évidente et dépend en grande partie de plusieurs facteurs tels que le maintien d'un verrouillage stable de la cible et la portée maximale du missile. Lorsque ces facteurs sont égaux, les adversaires ont la même chance de victoire. Afin de prendre le dessus, il faut utiliser la tactique BVR.

La manœuvre la plus courante est appelée le virage tactique. Elle consiste à lancer un missile à longue portée, puis à se détourner de la cible tout en la gardant à la limite externe du cardan du radar. Bien que vous conserviez le verrouillage radar sur la cible et soutenez le missile lancé, la vitesse de rapprochement diminue. Avec une vitesse de rapprochement faible, l'ordinateur ennemi de commande de tir peut retarder l'autorisation de lancement ou le pilote attendre d'atteindre la Rpi. Lorsque vous et l'ennemi tirez en même temps, un virage tactique amènera le missile ennemi à voler sur une trajectoire moins efficace et plus longue et à utiliser plus d'énergie. S'il parvient quand même à vous accrocher, une manœuvre à haut facteur de charge devrait facilement vaincre un missile avec peu d'énergie.

## Manœuvres

Si vous et votre ennemi survivez à la joute BVR et entrez dans la zone de combat à vue (WVR), le «dogfight» classique s'ensuivra souvent.

LE COMBAT AERIEN RAPPROCHE N'EST PAS UN JEU D'ECHECS. UN PILOTE NE PENSE PAS : «IL FAIT UNE BOUCLE ET JE DOIS TOURNER». IL S'AGIT D'UN ENVIRONNEMENT FLEXIBLE, DYNAMIQUE ET EN CONSTANTE EVOLUTION. UN PILOTE ESTIME OU IL DEVRAIT ETRE AFIN D'UTILISER SES ARMES ET ESSAIE D'ETRE A PORTEE DE TIR AVANT SON ADVERSAIRE.

## Virage de combat

Le virage de combat est l'une des manœuvres fondamentales. Le pilote effectue un virage à 180 degrés tout en montant. Le but est d'accumuler de l'énergie pour la manœuvre suivante. Cette manœuvre doit être effectuée à la puissance MIL, voire avec la PC, pour l'accomplir rapidement et sans perte significative de vitesse.

Si vous êtes dans une position offensive avec un avantage de vitesse et que l'ennemi effectue une manœuvre défensive (comme un break), vous pouvez effectuer une manœuvre «Hi Yo-Yo» qui conservera votre position offensive et votre énergie.

## Manœuvre «Hi Yo-Yo»

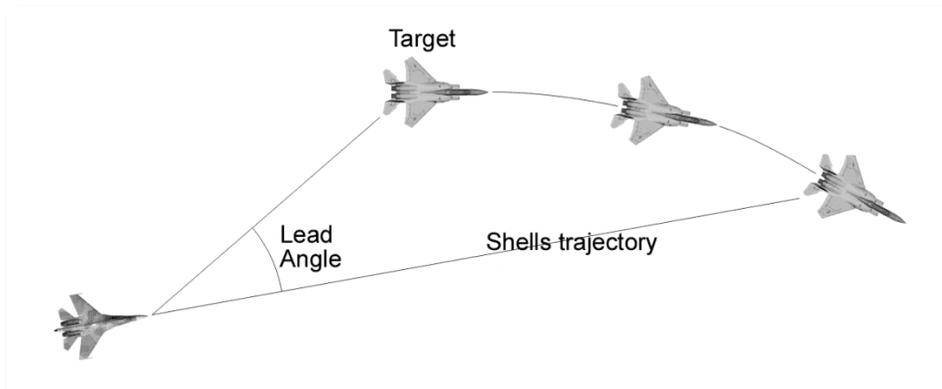
La manœuvre «Hi Yo-Yo» est semblable à un virage de combat. Effectuez d'abord une montée perpendiculaire à la trajectoire de vol de la cible. Pendant cette manœuvre, qui doit être accomplie un peu en arrière et plus haut que la cible, il est important de ne pas la perdre de vue. Lorsque vous êtes au dessus de la cible, basculez dans le même plan de manœuvre qu'elle. Cela vous place avec à la fois un avantage de position et d'énergie. D'une manière générale, l'exécution d'une série de petites manœuvres «Hi Yo-Yo» est préférable à l'exécution d'une seule grande. Faites attention au pilote ennemi qui reconnaît cette manœuvre et vire vers vous ce qui peut alors se transformer en un combat en «ciseaux».

## Manœuvre Défensive en Ciseaux

Si l'ennemi vous approche par l'arrière et est sur le point de tirer, vous devez agir immédiatement. Une des manœuvres les plus efficaces qui peut rapidement transformer l'attaquant en attaqué est appelé «ciseaux». Son principe est simple, utiliser l'avantage en vitesse de l'ennemi pour tourner vers lui et l'entraîner dans une série de virages et de croisements. Celui avec le taux de virage le plus élevé et la plus grande capacité de manœuvre à basse vitesse se retrouvera derrière l'autre.

## Utilisation du Canon en Combat Aérien

Utiliser le canon d'un appareil en mouvement contre un autre avion en déplacement n'est pas une tâche facile. Tout d'abord, le nombre d'obus à bord et la portée de l'arme sont assez limités. Lors d'un combat, un ennemi manœuvre constamment et il est très difficile pour le pilote d'estimer quand tirer. Les pilotes de la Seconde Guerre mondiale devaient calculer ce point «à vue» et estimer quand les obus tirés et l'avion ennemi convergeraient. En conséquence, il était très difficile pour un pilote d'anticiper la trajectoire des deux avions pour calculer rapidement de tête le bon angle de tir.



### 13-1 : Canon utilisé en combat aérien

Pendant ce temps, l'avion attaquant est également en mouvement constant et vole le long d'une trajectoire curviligne. De l'intérieur de l'avion, la trajectoire de l'obus semble être «courbée», alors qu'en fait, ils volent en ligne droite. Si tout se déroule comme prévu, le pilote vise avec l'angle de tir approprié, ouvre le feu, surveille la ligne «courbée» des obus et corrige le tir.

Sur la base de ce qui précède, nous pouvons conclure que pour toucher un autre avion avec le canon sa distance est l'un des facteurs les plus importants. Plus la cible est loin, plus longtemps les obus volent et plus ils sont affectés par la traînée et la gravité. Donc, le pilote doit envisager un angle de tir plus grand pour les obus à plus grande distance. À cause de cette difficulté, de nombreux pilotes de la première guerre mondiale n'ouvraient le feu que lorsque la distance leur permettait de voir le visage du pilote ennemi. Cela minimisait l'effet de la traînée et de la gravité sur leurs projectiles. Plus la distance de la cible est faible, plus la possibilité de toucher est grande. L'angle de tir correct devient de plus en plus difficile à estimer à mesure que la distance de la cible augmente.

Dans un avion moderne, les pilotes sont maintenant capables de connaître le point de visée correct grâce au système de contrôle de tir qui le calcule en continu. Pour calculer le point de visée il est nécessaire de connaître la distance de la cible. Cette information est fournie au WCS par un télémètre radar ou laser. En tenant compte des paramètres de déplacement relatif des deux appareils, le point de visée est calculé et indiqué sur le HUD sous la forme d'un viseur. Le pilote manœuvre alors l'avion pour placer le viseur sur la cible et tire au canon. Les viseurs russe et américain semblent différents, mais leur fonctionnement est en grande partie identique.

Dans les situations où il est impossible d'obtenir la distance de la cible en raison d'un dysfonctionnement du radar ou d'ECM, d'autres systèmes de pointage d'armes sont disponibles comme «l'entonnoir» qui indique la trajectoire balistique des obus. Le centre de l'entonnoir est la trajectoire de vol des projectiles, les deux lignes extérieures indiquent l'envergure de la cible (également appelée «base cible»).

Pour viser avec l'entonnoir, vous devez y placer la cible et avoir les extrémités de ses ailes qui touchent les lignes latérales. Si la visée est faite correctement contre une cible de la taille d'un chasseur, les obus l'atteindront. L'entonnoir n'est pas aussi précis contre les cibles d'aspect élevé en raison des valeurs de rotation angulaire. De même, viser des cibles qui manœuvrent avec une vitesse angulaire variable et / ou qui changent rapidement de direction est difficile.

Une attaque au canon suppose une approche relativement régulière de la cible, une position de tir maintenue puis l'ouverture du feu. D'autre part, des tirs instantanés d'opportunité sont possibles lorsque l'avion ennemi apparaît face à vous, de façon inattendue, à portée de vos armes. Il est nécessaire de saisir ce moment et de tirer dès que la cible est «prise» dans le viseur.

Quand vous manœuvrez sous de forts facteurs de charge, le viseur est habituellement situé au bord inférieur de votre HUD et il est difficile de viser dans ces conditions. Dans ce cas pilotez à l'intérieur du plan de manœuvre de la cible, diminuez votre facteur de charge et tirez de courtes rafales avant que la cible n'entre dans votre viseur. Cela permettra à votre rafale de la balayer.

La précision au canon demande beaucoup de compétences et surtout beaucoup de pratique. Essayer de rester dans le plan de manœuvre de votre cible permet une poursuite régulière pour tirer. Il existe deux vecteurs de manœuvre, le vecteur longitudinal et le vecteur de portance. Bien qu'un bon tireur puisse toucher des cibles dans les deux plans et dans la combinaison de ceux-ci, une cible ne manœuvrant pas ou le faisant dans un seul plan peut être une cible facile. Évitez de le faire ou vous pourriez à votre tour vous retrouver dans le viseur de quelqu'un d'autre.

Pour mieux suivre le plan de manœuvre de votre cible, essayez d'avoir les mêmes valeurs de roulis et de tangage. Vous pouvez obtenir un pourcentage de succès élevé en manœuvrant derrière l'ennemi et en vous adaptant à ses manœuvres. Si vous ajoutez à cela la prédiction de sa trajectoire, la cible sera bientôt dans votre viseur.

## Tactiques d'Utilisation des Missiles Air-Air

Les bons pilotes de combat savent quels missiles utiliser pour le combat à vue et ceux à utiliser au-delà de la portée visuelle. L'emploi de ces systèmes de missiles est décrit en détail dans le chapitre correspondant, de même que la référence à différents types d'avions.

Avant qu'un missile radar puisse être lancé, il est généralement nécessaire d'établir un verrouillage radar et de sélectionner le meilleur missile en fonction de la distance de la cible. Pour un avion russe, le lancement est impossible tant que la commande WCS «Launch Authorized» n'est pas affichée. Lorsqu'il est donné, le WCS calcule s'il est sûr de lancer le missile et si le missile a une forte probabilité de détruire. Toutefois, en cas d'urgence, cette autorisation peut être surpassée. Le F-15 peut, lui, lancer ses missiles à tout moment. Cependant, pour informer les pilotes de la probabilité de détruire, il y a trois repères : la distance de lancement minimale autorisée (Rmin), la distance de lancement maximale sur cible manœuvrante (Rtr) et la distance de lancement maximale sur cible non manœuvrante (Rpi).

Le lancement d'un missile à longue distance diminue la probabilité de frappe. Plus la distance à parcourir par le missile est faible, plus la possibilité de frappe est élevée.

Lorsqu'on arrive à distance visuelle des ennemis, le pilote doit s'efforcer de garder une bonne connaissance de la situation et ne jamais perdre la trace de ce qui se passe autour de lui. Ne perdez jamais l'ennemi de vue, surtout quand vous êtes sur la défensive. Rappelez-vous que les systèmes d'alerte ne vous informent pas du lancement de missile guidé par infrarouge. Vous pouvez donc soudain avoir un missile dans votre tuyère sans avertissement. À ce titre, il est souvent préférable d'utiliser des leurres préventivement lors d'un combat d'avions chargés d'armes infrarouges. La seule manière de détecter le lancement d'un missile infrarouge sont vos propres yeux ou l'avertissement d'un ailier. Dans l'arène d'un combat à vue, scrutez en permanence l'extérieur et recherchez-y la fumée du moteur d'un missile se dirigeant vers vous. Rappelez-vous également que vos moteurs sont des aimants pour les autodirecteurs infrarouges. Pour réduire votre vulnérabilité, évitez autant que possible la postcombustion. Pendant le combat, n'utilisez la PC que lorsque l'ennemi ne peut pas tirer sur vous. Si un missile à guidage infrarouge vous menace, réduisez les gaz à la puissance mil, larguez des leurres IR, et effectuez un virage à fort G lorsque le missile se rapproche. Pour un meilleur résultat, larguez 2 ou 3 leurres toutes les secondes jusqu'à ce que le missile ait manqué.

## Défense Anti-Aérienne

La défense aérienne comprend les systèmes de missiles sol-air (SAM) et l'artillerie antiaérienne (AAA), et fait partie intégrante du champ de bataille moderne. Lorsqu'ils sont reliés à un réseau de radar d'alerte avancée (EWR), ces systèmes d'armes assurent la défense d'installations de grande valeur et de forces terrestres. Un pilote bien préparé doit connaître exhaustivement ces armes et comprendre leurs forces et leurs faiblesses.

## Artillerie Anti-Aérienne (AAA)

L'AAA est une arme efficace lorsqu'elle est utilisée contre les cibles à basse altitude. De nombreuses forces armées ont adopté des systèmes antiaériens automoteurs multi canons (SPAAG), dirigés par un radar de commande de tir assurant une capacité d'engagement tous temps et généralement plus

précis que la commande manuelle. Contrairement aux systèmes d'AAA terrestre, l'AAA navale assure d'autres fonctions que la défense contre les avions ennemis.

Un obus d'AAA se compose d'une ogive, d'un détonateur à impact, et souvent d'un détonateur retardé déclenchant à un moment prédéterminé après le tir. Certains systèmes ont même des détonateurs de proximité miniaturisés déclenchant une petite ogive lorsque l'obus passe près d'une cible. La plupart des cibles touchées par l'AAA sont endommagées ou détruites par les éclats de la charge militaire.

Les systèmes terrestres tels que le ZSU-23-4 «Shilka» sont à plusieurs canons, ont une cadence de tir élevée et sont mobiles. Équipés de leur propre radar, les systèmes SPAAG utilisent souvent des capteurs multiples de détection pour localiser et suivre leur cible, Ex : IR, radar et optiques. De ce fait, casser le verrouillage radar d'une commande de tir SPAAG n'assure pas la sécurité.

Pour détruire une cible à basse altitude, de nombreux navires utilisent des canons polyvalents qui peuvent être utilisés contre les navires ennemis, les aéronefs et les missiles de croisière antinavires. L'artillerie navale est divisée en trois catégories de calibres : gros (100 - 130 mm), moyens (57 - 76 mm) et petits (20 - 40 mm). Tous ces canons utilisent des commandes hautement automatisées de tir et de rechargement. Les canons de petit calibre (20 - 40 mm) sont les plus efficaces contre les avions à basse altitude et les missiles de croisière. L'AAA de petit calibre est généralement la dernière défense des navires. Ces armes peuvent tirer jusqu'à 6 000 coups par minute, créant, jusqu'à 5.000 mètres, un «rideau» de feu entre le navire ciblé et l'ennemi.

## Systèmes de Missiles Surface / Air (SAM)

Les systèmes SAM forment la base d'un système intégré de défense aérienne (IADS), et chaque unité SAM fournit ses données d'acquisition et de ciblage au réseau. Les systèmes portables de défense anti aérienne à courte portée (MANPADS) sont généralement indépendamment et habituellement affectés à des unités mécanisées.

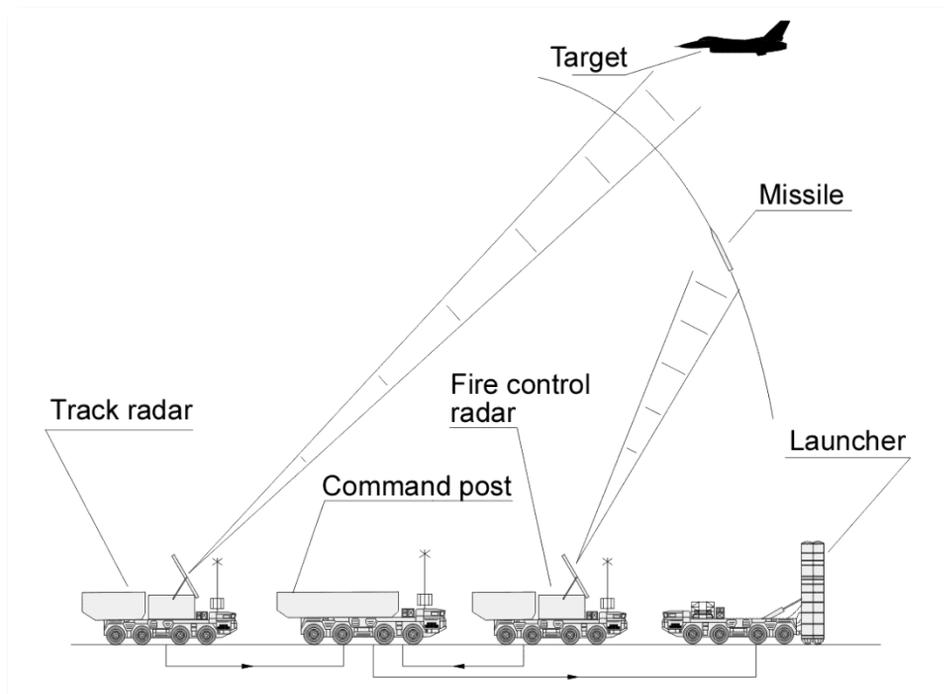
Les missiles de défense aérienne se composent des éléments suivants : autodirecteur, détonateur, ogive et moteur fusée. Les ailes et les gouvernes sont montées sur le corps du missile.

Pendant le vol, le missile est dirigé par le système de guidage. L'autodirecteur utilise soit les données de sa propre antenne, soit celles d'un radar de commande de tir au sol. Le guidage des missiles peut être : commandé, semi-actif, actif, passif ou combiné.

### Commande de Guidage

Le guidage commandé peut être comparé à d'anciennes méthodes de guidage à distance. Pendant le vol du missile, la cible et le missile sont tous deux suivis du sol par le radar de commande de tir ou par l'équipement à bord du missile.

Lorsqu'un missile est lancé en mode guidage commandé, toutes les informations de calcul de la trajectoire de vol sont traitées par la station au sol et des commandes de direction sont envoyées au missile pour assurer une trajectoire d'interception. Lorsque le missile atteint le point d'interception, le radar transmet des informations codées au missile par un canal radio protégé contre le brouillage. Lors du décodage du signal, l'équipement embarqué du missile envoie les ordres aux actionneurs.

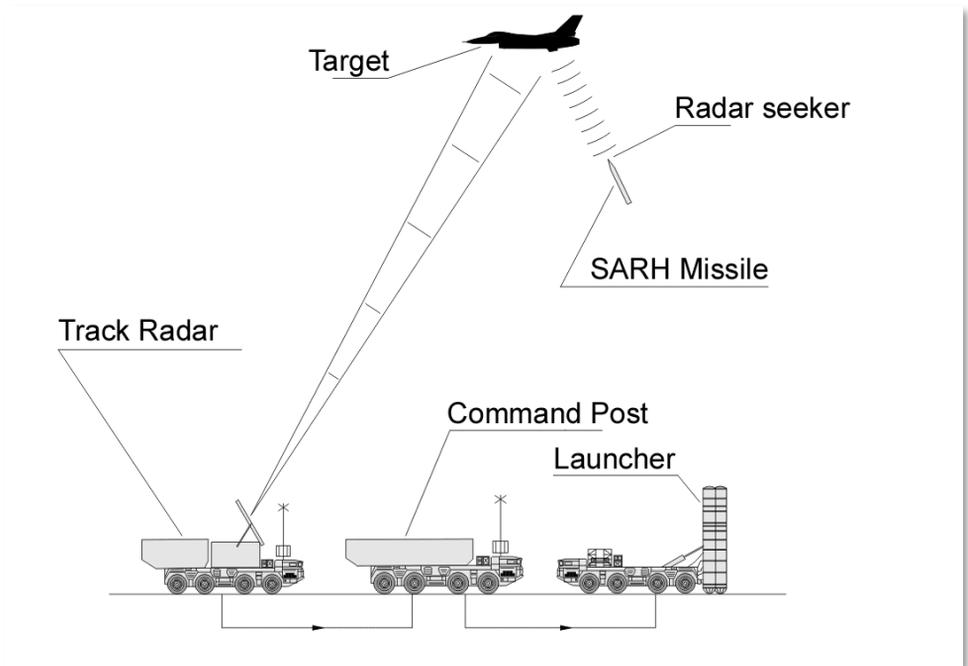


### 13-2 : Guidage commandé

Les coordonnées du missile et de la cible sont suivies par le radar de commande de tir. Quand elles sont identiques, la station de commande transmet un ordre de détonation de l'ogive au missile. Ce type de système de guidage est utilisé à la fois dans les systèmes plus anciens comme le C-75 (SA-2) et dans les plus récents comme le SA-19 «Tunguska» et le SA-15 «Tor».

### Guidage Semi Actif

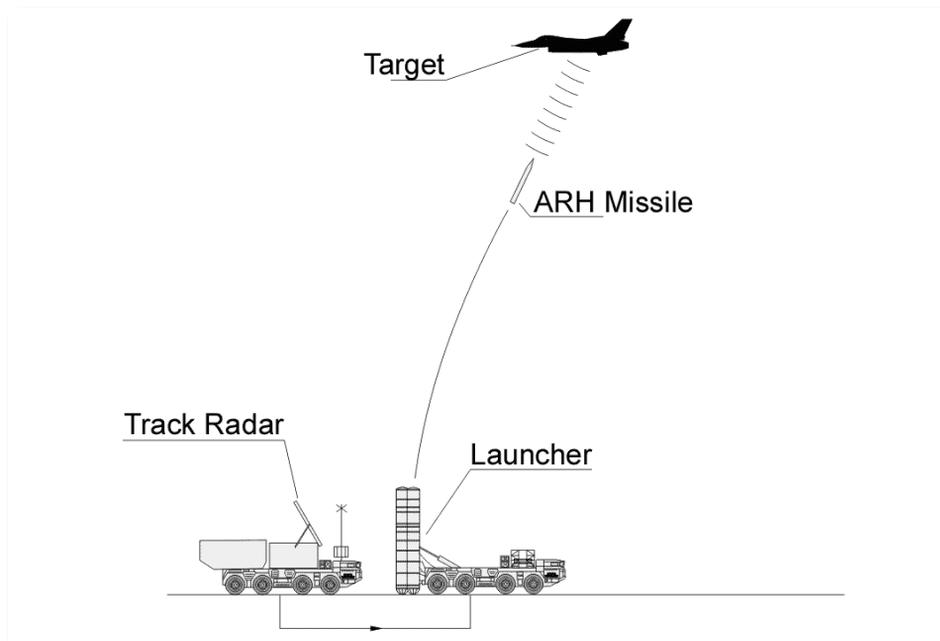
Le guidage semi-actif est basé sur le fait que le missile se dirige vers la cible grâce à l'énergie radar qu'elle réfléchit vers l'antenne du missile. La source de cette énergie radar est le radar de commande de tir du système SAM. Toutes les commandes des gouvernes sont calculées à bord du missile. Cette méthode de guidage est semblable à celle des missiles air-air qui utilisent le même système. Pour obtenir un guidage réussi vers la cible, le radar d'illumination doit suivre la cible pendant la durée du vol du missile. Si le radar perd le verrouillage, le missile s'autodétruit. L'inconvénient de cette méthode est que l'efficacité diminue dans un environnement ECM dense.



### 13-3 : Guidage semi-actif

#### Guidage Actif

La différence avec le guidage semi-actif est que l'autodirecteur a non seulement une fonction de réception, mais également d'émission qui éclaire les cibles, c'est-à-dire qu'il éclaire lui même la cible qu'il poursuit et se guide de manière autonome.



#### 13-4 : Guidage actif

Cette méthode présente le grand avantage de ne pas nécessiter que le système SAM illumine la cible avec son radar, comme pour le guidage semi-actif, mais plutôt d'utiliser celui du missile. Les systèmes actifs sont également sensibles au brouillage important.

#### Guidage Passif

Cette méthode est la plus souvent utilisée avec les systèmes à guidage infrarouge. Le missile se verrouille sur la signature thermique de la cible avant d'être tiré et se dirige ensuite vers elle par le verrouillage infrarouge. Un tel système permet une attaque passive qui n'avertit pas l'ennemi, une piste radar n'est pas nécessaire. Les inconvénients sont des performances réduites en conditions météorologiques défavorables comme le brouillard, les nuages et les précipitations, le verrouillage peut souvent être cassé par des leurres, et la portée de verrouillage de la cible est souvent beaucoup moins grande qu'avec les systèmes guidés par radar. Les systèmes infrarouges sont souvent à courte portée et réservés aux unités terrestres ou aux MANPADS.

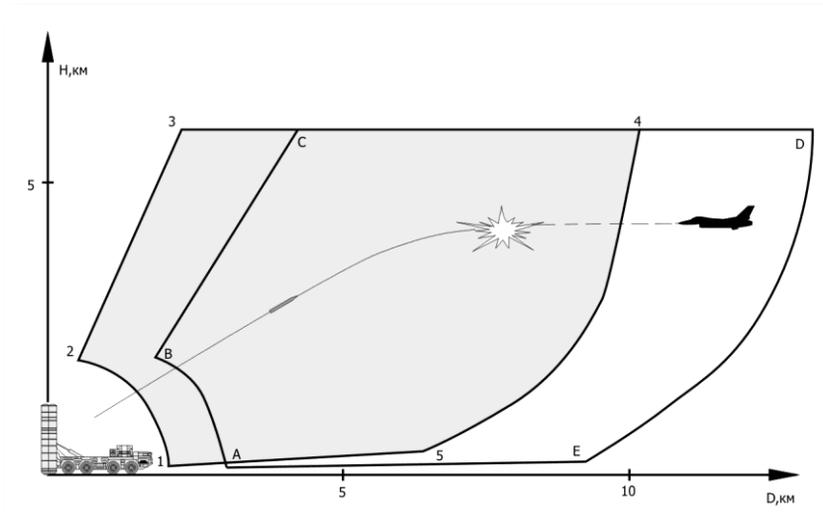
#### Guidage Combiné

Comme on peut le deviner au nom, certains missiles combinent les méthodes de guidage pour augmenter leur efficacité. Le S-300 est un exemple de système avec guidage combiné. Il utilise le guidage commandé pendant la phase initiale du vol et passe ensuite au guidage semi-actif lorsque le missile atteint la partie terminale du vol. Cela permet une grande précision à longue distance.

Pendant le guidage des missiles vers la cible, les données cibles sont aussi transmises du missile au radar de tir, la trajectoire du missile est ensuite ajustée en fonction de la méthode piste via missile (TVM). Combinées à son propre système de guidage inertiel, les commandes radio de correction de la commande de tir au sol sont également utilisées pour guider le missile. Un tel principe de guidage assure une grande efficacité en environnement de brouillage intensif et réduit significativement la détection du missile.

## Zone d'Engagement des SAM

Comme les missiles air-air, les missiles SAM ont une zone d'engagement limitée.



### 13-5 : Zone typique d'engagement des SAM

La zone d'engagement optimale des cibles est généralement située au centre de la zone d'utilisation de l'arme (WEZ). Comme les missiles air-air, la WEZ dépend de la distance, de l'altitude et de l'angle d'aspect de la cible. Dans ce diagramme WEZ, les zones indiquées «1-2-3-4-5» sont les zones d'engagement possibles. Celles indiquées «a-b-c-d-e» reflètent la WEZ d'une cible volant vers le SAM, comme vous le constatez, cela augmente considérablement la portée du SAM. Chaque système SAM a une «zone morte» indiquée par la courbe 1-2-3 ou a-b-c du diagramme. La taille de cette zone dépend du type de SAM, les modernes ont des «zones mortes» plus petites. L'altitude de la WEZ est indiquée par 3-4 (a-b) et la distance par 4-5 (d-e). Elles dépendent principalement de caractéristiques énergétiques du missile et du type de guidage. Cette limite indique le point d'interception maximal en altitude et en portée. La WEZ d'un SAM dépendra également de la vitesse, de l'altitude et du cap de la cible.

La distance maximale d'acquisition et de verrouillage est déterminée par la section radar (RCS) de la cible, sa distance et son altitude.

Les SAM sont généralement classés par portée :

- Longue portée (>100 km)
- Moyenne portée (20-100 km)
- Moyenne et courte portée (10-20 km)
- Courte portée (<10 km)

La limite inférieure de la WEZ dépend de la capacité du radar SAM à détecter et à suivre les cibles à basse altitude et la capacité du missile à les intercepter, le détonateur de proximité pouvant faire exploser la charge prématurément.

De nombreux facteurs tels que le masquage du terrain, le retour des ondes radar dans l'antenne et le bruit au sol limitent la capacité des radars à détecter les aéronefs à basse altitude. Si l'antenne radar est située au niveau du sol, l'horizon radio est de 20 m à une distance de 20 km et de 150 m à 50 km. Pour mieux détecter les appareils à basse altitude, certains systèmes SAM montent les radars sur des mâts.

Même avec les radars surélevés, il leur est assez difficile de détecter les cibles dans l'environnement de bruits naturels du sol et des objets placés dessus, tels que les bâtiments, les véhicules en mouvement, etc. Ces bruits peuvent entraîner des erreurs dans les données angulaires et de distance cible. Ces erreurs peuvent avoir une influence néfaste sur le suivi des cibles et conduire à l'abandon d'une piste.

Afin de guider un missile SAM vers un point d'interception de cible, la plupart des systèmes de missiles antiaériens était équipés d'un balayage mécanique horizontal (azimut) et vertical (élévation). Ces systèmes sont des radars de recherche en azimut et en élévation séparés. En revanche, les systèmes modernes utilisent une antenne à balayage électronique qui scanne électroniquement au lieu de mécaniquement (antennes tournantes et basculantes). Ils sont capables de détecter des cibles sur un vaste secteur et sont souvent utilisés avec des systèmes de lancement vertical (VLS) permettant un engagement sur 360 degrés.

## Interception Contrôlée depuis le Sol

Les systèmes IADS modernes relient les radars d'alerte avancée et les radars de commande de tir en réseau d'interception commandé du sol (GCI). Cela permet à un radar de recherche ou de suivi d'utiliser les données provenant d'autres radars du même réseau. Un lanceur peut non seulement utiliser les radars locaux, mais aussi recevoir les données de radars situés ailleurs. Cela peut conduire à une situation où vous détectez un radar en dehors de sa WEZ associé, mais que vous avez un en dessous de vous et bien dans sa WEZ. Cela peut présenter une situation très dangereuse avec peu de temps pour réagir à la menace. Afin d'accomplir votre mission et retourner à la base, il est vital que vous vous familiarisiez avec les emplacements planifiées des menaces avant de décoller.

## Pénétration des Défenses Aériennes Ennemies

Pénétrer un IADS est une tâche très difficile. Les recommandations suivantes vous aideront à atteindre votre point d'attaque initial, à détecter et à détruire votre cible et à rentrer chez vous.

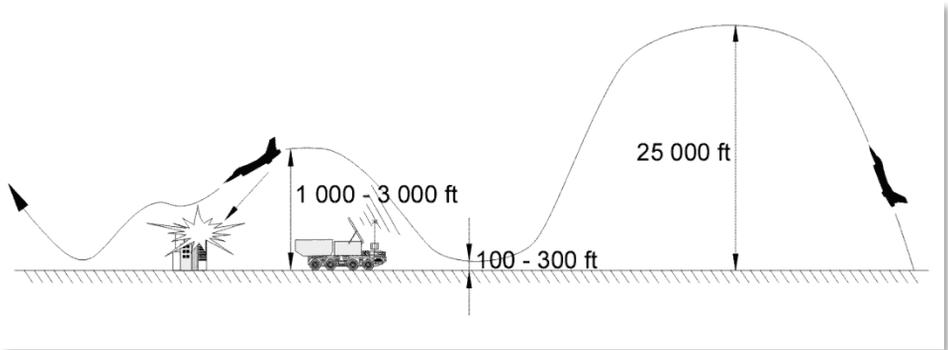
### Ne Vous Faites Pas Tirer Dessus....

Cela semble évident, mais la meilleure façon d'éviter d'être abattu est d'empêcher les missiles ennemis d'être lancés sur vous. Les pilotes de chasse sont souvent représentés comme des

chevaliers modernes du ciel, cherchant à trouver un duel. Cependant, dans la réalité, ils ressemblent davantage aux assassins préférant garder le silence, prendre tout avantage et tuer les victimes sans méfiance. Vous devriez essayer d'éviter les zones de défense ennemies concentrées chaque fois que possible et planifier des itinéraires en dehors de la couverture IADS connue. Lorsqu'on mène des missions d'attaque, il est sage de planifier un vol dédié pour neutraliser les défenses aériennes ennemies et permettre aux avions d'attaque d'atteindre leurs cibles sans dommages. Cependant, de telles mesures peuvent être impuissantes à détruire tous les petits systèmes SAM mobiles.

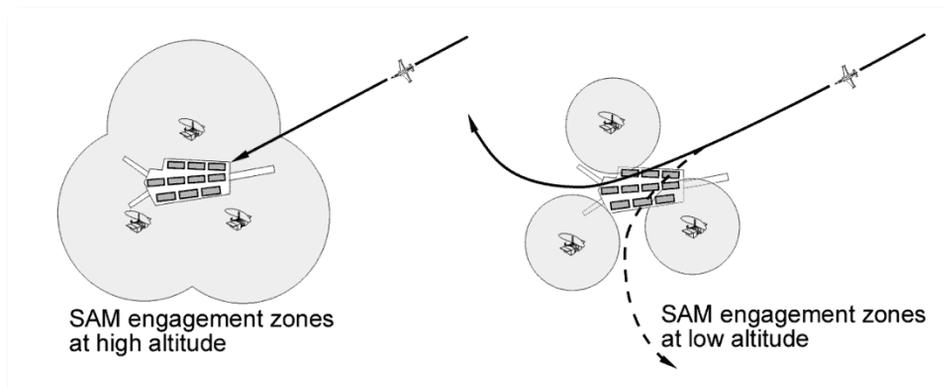
## Suppression des Défenses Anti-aériennes Ennemies (SEAD)

Les avions tactiques modernes, à l'exception de ceux conçus avec la technologie «furtive», sont facilement détectés par les radars de défense aérienne. C'est pourquoi les pilotes doivent employer des tactiques spéciales pour vaincre cette menace. L'un des moyens les plus efficaces pour la neutraliser est de la détruire avec le système d'arme approprié, un missile anti-rayonnement. Pour cela, vous devez d'abord acquérir la cible, lancer votre arme puis sortir rapidement de la zone de menace. Cependant, si le radar ennemi détecte le missile antiradar (ARM) que vous avez lancé, il peut prendre des mesures pour déjouer votre attaque en éteignant son radar ou même en abattant votre missile avec les siens.



### 13-6 : Profil de vol SEAD

La meilleure façon d'éviter d'être ciblé et attaqué par des systèmes de défense antiaérienne est de voler à très basse altitude, c'est particulièrement vrai pour les radars d'alerte avancée (EWR). Ce vol ne devrait pas dépasser 30 m au-dessus du sol. Lorsque le relief du terrain, comme des collines et des montagnes sont présentes, vous devriez les utiliser en les plaçant entre vous et les systèmes menaçants. C'est ce qu'on appelle le masquage par le terrain et ce peut être très utile même contre les systèmes SAM les plus meurtriers. Tous les systèmes de détection tactique reposent sur la ligne de visée entre le capteur et la cible, laser, radar, optique et IR ne peuvent pas traverser les montagnes et autres obstacles. Voler à une altitude ultra-basse peut être très efficace pour déjouer les menaces de défense antiaérienne, mais ce peut également être un moyen très efficace pour vous écraser au sol. À grande vitesse et à basse altitude, une petite erreur peut conduire à la tragédie. Vous devez toujours surveiller l'artillerie antiaérienne de petit calibre qui peut vous créer de gros problèmes à basse altitude. Alors que le vol à basse altitude peut vous protéger contre les SAM en raison du masquage du terrain et de l'horizon radar, il ne vous protégera pas contre un site AAA survolé ou un AWACS opérant à haute altitude.



13-7 : Zones d'engagement des SAM à haute et basse altitude

## Artillerie Antiaérienne (AAA)

L'AAA est généralement inefficace à des altitudes supérieures à 1500m, cela ne signifie pas qu'elle soit inefficace à 1501m. Les forces ennemies déploieront souvent l'AAA en hauteur, augmentant ainsi la composante d'altitude de leur WEZ. Si vous découvrez soudainement un arc de tir AAA vers vous, rappelez-vous ces règles :

- Manœuvrez ! Cela doit se faire sur deux plans, car cela crée une cible plus complexe pour l'ordinateur balistique du système antiaérien. Il sera plus difficile de calculer le point d'interception correct pour son tir.
- Ne perdez pas beaucoup d'énergie et ne ralentissez pas. Un avion lent est un avion mort et vous voulez sortir du WEZ de l'AAA aussi vite que possible. Un mauvais coup de chance peut être tout ce qu'il faut.

Si vous volez proche de 1500m, vous pouvez grimper rapidement et sortir de la WEZ de l'AAA. Cela, cependant, peut vous placer au cœur de la WEZ d'un système SAM.

## Évitement de Missile

Les missiles sont une menace mortelle et difficile à vaincre. Ils sont beaucoup plus rapides que les avions, peuvent soutenir trois à quatre fois plus de G et sont assez difficiles à voir. Une défense réussie contre un missile dépend de nombreux facteurs tels que la détection en temps opportun, la distance au missile, son type, sa vitesse et son altitude. Selon les circonstances, vous pouvez utiliser des contre-mesures et effectuer des manœuvres anti-missiles.

Heureusement (pour l'avion cible), les missiles sont affectés par les mêmes lois physiques que les avions. Quand la combustion du moteur du missile est terminée, il ne vole plus que sur l'énergie accumulée pendant son accélération. Lorsque l'avion cible manœuvre, le missile doit également manœuvrer et cette dépense d'énergie réduit considérablement sa vitesse. À mesure qu'elle décroît,

les surfaces de contrôle deviennent moins efficaces et finissent par être incapables de générer les G nécessaires pour intercepter la cible.

## Alerte de Lancement

L'alerte du lancement d'un missile radar vient du RWS. Dans certains cas, un ailier peut remarquer un lancement et faire un appel radio d'avertissement. Ces informations sont particulièrement utiles lorsque c'est un missile infrarouge car votre RWS ne le détectera pas. Dans ce cas, le message d'un ailier peut être le seul avertissement donné. Dans tous les cas, vous devez essayer de détecter visuellement le tracé de la fumée d'un missile pour savoir quand déclencher votre manœuvre défensive correctement. Lorsque vous êtes sur le territoire ennemi, vous devez constamment surveiller l'espace aérien autour de vous pour détecter la fumée du moteur d'un missile. Notez que certains missiles, comme l'AIM-120, utilisent un moteur sans fumée.

N'oubliez pas qu'il n'y aura plus de trace de fumée quand le moteur aura brûlé. Ainsi, le dépistage précoce est crucial. Les missiles air-air à longue et moyenne portée utilisent une trajectoire de vol «loft» lorsqu'ils sont tirés à grande distance. Cela leur donne une trajectoire de vol en arc qui augmente leur portée. Soyez particulièrement attentif aux traînées en arc à l'horizon.

## Le Pouvoir de la Connaissance

Votre principale arme pour améliorer votre situation est la connaissance des systèmes d'armes ennemis et la façon de les utiliser. Par exemple : un missile air / air de moyenne portée a une portée nominale de 30 km à une altitude de 5000 m. Sur votre radar et RWS vous détectez un avion ennemi à 30 km et vous entendez l'avertissement de lancement. Vous comprenez qu'un missile a été lancé à sa portée maximale pour cette altitude, et pour cette raison, vous pourrez peut-être y échapper. Tournez à 180 degrés, enclenchez la postcombustion et éloignez vous. Votre succès dépend de la vitesse à laquelle vous tournerez sous un maximum de G (l'avion peut encaisser jusqu'à 9 G et 5 G à pleine charge) et à quelle vitesse vous accélérerez après le demi-tour. Si vous avez reçu un avertissement de lancement assez tôt, vous avez de bonnes chances d'échapper au missile. Si vous avez détecté le missile trop tard, ou si l'ennemi a attendu jusqu'à ce que vous soyez dans la plage Rpi, cette tactique peut ne pas fonctionner.

## Moyens de Guerre Électronique

Les systèmes de contre-mesures électroniques (ECM) sont principalement conçus pour interférer avec les systèmes radar. Ils sont divisés en deux types généraux, les brouilleurs à bruit qui sont généralement montés sur des avions de guerre électronique dédiés et les brouilleurs de leurrage d'autoprotection qui sont montés en pods externes ou installés à l'intérieur sur les avions tactiques. Le brouillage d'autoprotection consiste à échantillonner le signal du radar de menace et à envoyer en retour un signal modifié pour fournir des données incorrectes à l'opérateur radar ennemi. Les brouilleurs de leurrage ne sont généralement actifs que lorsque l'avion cible est illuminé par un radar. Il y a plusieurs types de brouillage de leurrage pouvant fausser la distance, la vitesse, les échos de sol et beaucoup d'autres signaux.

Les brouilleurs à bruit saturent une zone avec un brouillage qui couvre une large gamme de fréquences ou un brouillage focalisé sur une plage plus réduite. Un tel brouillage est souvent utilisé pour masquer un groupe plus important d'avions et est effectué de manière préventive. Le résultat est que le radar ennemi est incapable de verrouiller un avion. Il ne voit que le signal du brouilleur en provenance de l'azimut de celui-ci. Le radar ne peut déduire ni la distance ni l'altitude du brouilleur.

L'envoi de faux signal de retour dans l'antenne du radar peut faire croire que l'avion est à des distances différentes de ce qu'il est réellement.

Cependant, au fur et à mesure que la distance entre le radar et le brouilleur diminue, le rapport entre le bon et le mauvais signal s'inverse permettant à l'opérateur radar de surmonter le brouillage. C'est ce que l'on appelle couramment «burn through».

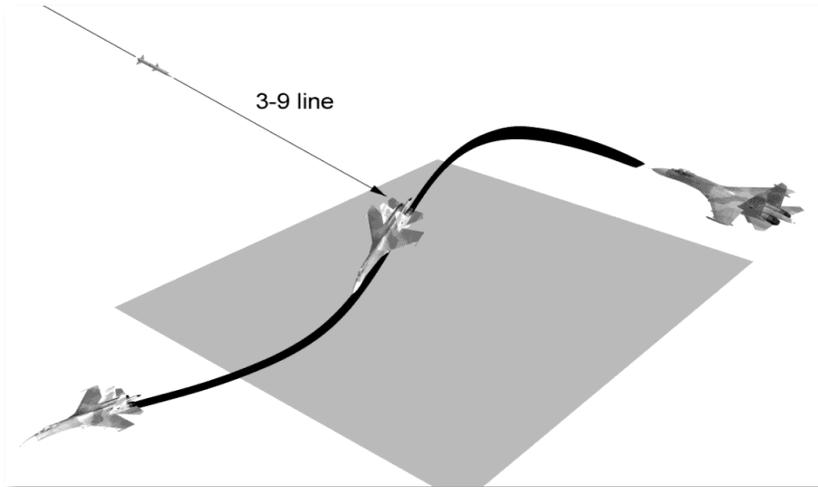
Les systèmes ECM ont une grande lacune, en émettant, ils révèlent leur présence aux avions ennemis dans la zone. Imaginez une personne hurlant à pleins poumons lors d'une réunion. Le volume de bruit force les autres à garder le silence, mais il attire également l'attention sur la personne qui crie. Il en va de même pour les brouilleurs. Ils peuvent éliminer la menace actuelle, mais également attirer l'attention de l'ennemi. Les missiles air-air modernes comme le R-77, l'AIM-7 et l'AIM-120 ont la capacité de se verrouiller sur le signal de brouillage et d'intercepter son point d'origine. Cependant, ces indications ne sont pas très précises et le missile a une trajectoire de vol moins efficace.

Parmi les avions volants dans le jeu, seuls deux appareils ont des systèmes ECM embarqués, le MiG-29S et le F-15C. Le MiG-29A n'a pas la capacité de transporter d'ECM. Les autres appareils peuvent être équipés d'ECM en pods montés à l'extérieur. Pour activer l'ECM, appuyez sur la touche [E].

## Manœuvre d'Évitement de Missile

Les manœuvres d'évitement de missiles sont divisées en deux types, casser le verrouillage radar et manœuvrer le missile.

Si on vous a lancé un missile guidé radar, la première chose à essayer est de casser le verrouillage radar. Sans verrouillage, le missile sera balistique. La façon la plus simple est d'activer votre système ECM s'il existe sur votre avion. L'ECM tentera de bloquer le radar ennemi et peut provoquer la perte du verrouillage. Rappelez-vous cependant que les missiles modernes peuvent intercepter les sources de brouillage. En réalité, sa probabilité de tuer est nettement inférieure à celle d'un tir guidé par radar car il n'a pas la donnée sur la distance de la cible et ne peut donc pas calculer une trajectoire de vol efficace. Malheureusement, l'ECM n'est pas la panacée lorsqu'elle est à moins de 25 km d'un radar car l'ennemi peut recevoir suffisamment d'énergie réfléchi par la cible pour obtenir un verrouillage valide. Dans ce cas, ou si vous n'avez pas ECM, vous pouvez essayer de casser le verrouillage par une autre méthode.



### 13-8 : Manœuvre d'évitement de missile

Les radars Doppler à impulsions modernes, avec tous leurs avantages, ont un sérieux inconvénient, ils ont des difficultés à repérer les cibles qui volent perpendiculairement à leur faisceau. Si la cible est également à une altitude inférieure et force le radar à regarder en bas, le suivi peut être très problématique. Cette zone est appelée l'entaille d'encombrement en look down. En conséquence, pour briser un verrouillage radar, on doit le placer à 3 ou 9 heures et descendre en dessous de son altitude.

LA MANŒUVRE OPTIMALE D'ÉVITEMENT DE MISSILE CONSISTE À CASSER LE VERROUILLAGE RADAR EN DESCENDANT EN VIRAGE SERRE JUSQU'À CE QUE L'ENNEMI SOIT SITUÉ SUR VOTRE LIGNE 3-9 TOUT EN ACTIVANT L'ECM ET EN LARGUANT DES LEURRES EM.

Si l'alerte cesse sur votre RWS, cela signifie que le radar a perdu le verrouillage et est incapable de supporter le missile. À ce stade, vous pouvez passer à l'offensive ou utiliser le masquage du terrain et d'autres moyens pour empêcher le radar de vous verrouiller à nouveau.

Si le missile a un autodirecteur radar il peut continuer l'interception.

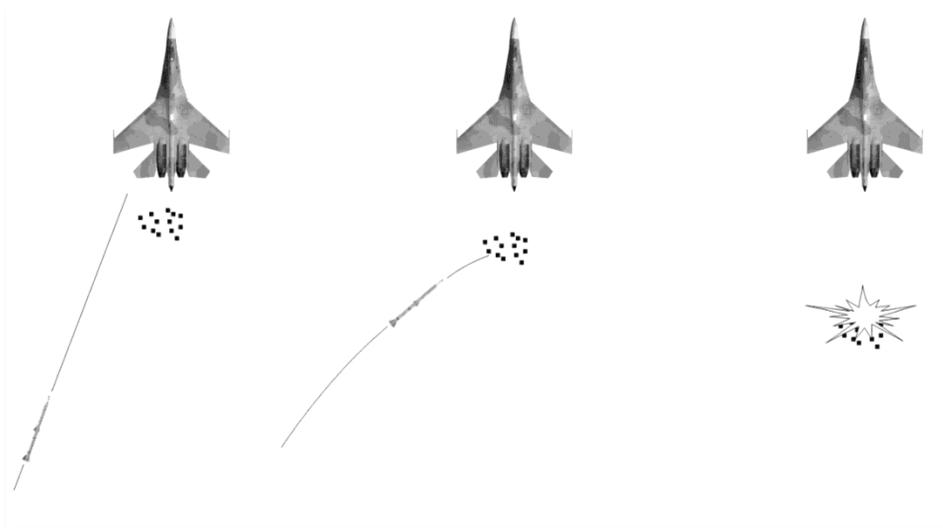
Il convient de noter que cette méthode ne s'applique qu'aux radars aéroportés. Les radars SAM fonctionnent différemment et ont la capacité de suivre les cibles «dans le beam» (perpendiculairement à la ligne de visée des radars), mais avec certaines limites.

Un autre ensemble de manœuvres d'évitement existent. Les missiles modernes calculent le point d'interception par rapport à la cible. Cela signifie que chaque fois que la cible change de direction, le missile doit également le faire. Le missile tentera de suivre une trajectoire optimale pour atteindre sa cible. Cette méthode de navigation est appelée navigation proportionnelle (Pro Nav). Si vous voyez un missile avec un angle constant par rapport à vous, c'est-à-dire que sa position visible sur votre verrière ne change pas, c'est un signe certain que le missile vous suit vers son point d'interception calculé. Dans cette situation, vous devez prendre des mesures défensives comme l'activation de

l'ECM ou le largage de leurres EM et IR. Si le missile se dirige alors derrière vous, cela signifie qu'il a probablement perdu le verrouillage ou a été attiré par une contre-mesure.

Les missiles, comme les avions, ont besoin d'énergie pour effectuer des manœuvres et chaque manœuvre épuise de l'énergie. Vous comme un missile perdrez plus de vitesse et d'énergie en augmentant le facteur de charge lors d'une manœuvre. Plus votre manœuvre sera agressive plus le missile devra augmenter son facteur de charge pour corriger sa trajectoire pour vous intercepter.

Il ya quelques éléments supplémentaires à garder à l'esprit. Plus l'altitude est basse, plus la densité de l'air est grande. En conséquence, le missile va perdre de la vitesse et de la portée beaucoup plus rapidement lorsque vous volez bas. Quand un missile vole vers vous, adoptez une trajectoire perpendiculaire à la sienne en larguant des leurres EM et IR. Pendant cette manœuvre, essayez de rester près de la «corner speed» de votre avion. Si le missile continue à vous suivre, effectuez une manœuvre de dernière chance. Lorsque le missile se trouve à environ 1 à 2 km de vous (en fonction de sa vitesse), effectuez virage nez bas au facteur de charge maximum à l'intérieur de la trajectoire du missile. Pour que cela fonctionne, deux éléments doivent être en votre faveur. Premièrement, le missile doit être faible en énergie et incapable de générer une manœuvre à haut facteur de charge, deuxièmement, l'autodirecteur du missiles, comme n'importe quel dispositif mécanique, a une vitesse limitée en orientation et un angle maximum de déflexion auquel il peut détecter des cibles. Si vous effectuez un virage assez radical, il peut être incapable de suivre votre avion.



### 13-9 : Attirer le missile avec des leurres radars et infrarouges

Vous devrez utiliser tous les moyens à votre disposition pour «détruire» le missile tiré vers vous, y compris le brouillage actif et passif en combinaison avec la manœuvre d'évitement de missiles. La clé de la survie est cependant la détection précoce du lancement. Toutefois, quelle que soit la rapidité avec laquelle la menace est détectée et les contre-mesures que vous employez, il n'y a aucune garantie que le missile vous manquera, surtout quand plusieurs sont lancés vers vous de directions différentes.



14

---

TIR  
DES ARMES

## TIR DES ARMES

Chacun des avions pilotable dans le jeu a un système unique de commande d'armes (WCS), et l'interface entre pilote et WCS diffèrent considérablement entre les avions américains et russes. Cette section fournit des instructions sur les étapes nécessaires pour réussir le tir de nombreux types d'armes.

Pour employer un armement, le pilote doit suivre les étapes ci-dessous :

- Détecter la cible
- Verrouiller ou désigner la cible
- Utiliser l'armement

## MiG-29A, MiG-29S, Su-27 et Su-33

Les procédures de tir des armes pour les MiG-29, Su-27 et Su-33 sont très similaires. Vous trouverez ci-dessous les descriptions des procédures nécessaires pour utiliser les armes air-air, en commençant par les armes à longue portée et en terminant par celles à courte portée.

### Combat à Longue Portée

#### Engagement de missiles à longue portée avec le radar comme capteur actif

Selon le type de mission, de cible et l'environnement de brouillage, vous pouvez utiliser deux modes d'acquisition radar principaux **SCAN** et **TWS** pour le tir de missiles à longue portée. Le mode **TWS** fournit des informations plus détaillées sur les cibles, permet d'afficher une image de la situation tactique sur l'écran principal (HDD) et de verrouiller les cibles en mode automatisé. Cependant, il ne peut pas être utilisé pour détecter des cibles dans un environnement ECM intense ni pour détecter simultanément des cibles à angle d'aspect haut et bas. Dans ces situations, il est préférable d'utiliser le mode **SCAN**. Pour rechercher des cibles d'aspect haut et bas, utilisez le sous-mode **AUTO**. Son utilisation entraîne toutefois une réduction de 25% de la plage de détection par rapport aux sous-modes **HI (PPS)** et **MED (ZPS)**. Si vous connaissez déjà l'angle d'aspect cible, il est recommandé d'entrer le sous-mode approprié avec la touche **[MajD - I]**.

L'acquisition, le verrouillage et le tir d'un missile s'effectuent selon les étapes suivantes :

##### Étape 1

Pour rechercher des cibles à grande distance, sélectionnez le mode longue portée **[2]**, activez le radar avec la touche **[I]** et réglez l'échelle de distance appropriée sur le HUD et le HDD en km avec les touches **[+]** et **[-]**. Si la situation le permet, vous pouvez choisir d'entrer en mode TWS en appuyant sur la touche **[AltD - I]**. Sélectionnez le meilleur missile en fonction de la distance et de la cible en cyclant par la touche **[D]** et confirmez la sélection sur le HUD.

##### Étape 2

Orienter la zone de balayage radar en azimut dans la direction de la cible. Sur les chasseurs russes, la zone de balayage en azimut a trois positions : centrale  $\pm 30$  degrés, gauche  $-60 - 0$  degrés et à droite  $0 - +60$  degrés. Si la cible est hors de la zone centrale de  $\pm 30$  degrés, il faut déplacer la zone de balayage vers la gauche ou la droite avec les touches **[MajD - ,]** ou **[MajD - /]**.

##### Étape 3

Orientez la zone de balayage en direction de la cible. Il existe deux manières de le faire.

La première méthode consiste à définir l'élévation de la zone en fonction des coordonnées distance et élévation. Pour ce faire, vous devez d'abord connaître la distance de la cible en kilomètres (fournie par l'AWACS ou un GCI), puis vous pouvez la rentrer sur le HUD par les touches **[CtrlD - +]** et **[CtrlD - -]**. Pour entrer l'élévation de la cible par rapport à vous, utilisez les touches **[MajD - ;]** et **[MajD - .]**. Ceci centrera la zone de détection sur la cible.

La seconde méthode est d'utiliser le repère d'élévation sur l'axe vertical à gauche du HUD. La commande de ce réglage peut être assignée à un axe du joystick. Le réglage de l'élévation de la zone de détection correspondra à la lecture sur la VTH.

#### Étape 4

Après avoir orienté la zone de balayage en direction de la cible, vous devrez peut-être attendre jusqu'à six secondes avant que la cible ne soit détectée, le temps pour le radar d'effectuer plusieurs cycles de balayage. Une fois que le radar a détecté une cible, un repère de contact s'affiche sur le HUD et le HDD (Visualisation Tête Basse, VTB) si le mode TWS est actif. Les avions qui renvoient un signal IFF d'ami sont repérés en double. Les avions hostiles sont repérés par une seule marque. Sur le HDD, les contacts amis ont un repère circulaire et les hostiles un repère triangulaire. Le nombre de tirets sur le repère représente la taille RCS de la cible. Généralement, plus le repère du contact est grand, plus le contact est important.

#### Étape 5

Une fois la cible détectée, l'étape suivante est le verrouillage.

Pour ce faire, placez l'alidade (TDC = Target Designation Cursor) sur le contact et appuyez sur la touche **[Entrée]**. Si la distance, la SER et le brouillage le permettent, la cible sera verrouillée et repérée par un cercle. Le radar passera alors en mode STT.

En mode **TWS**, placez le TDC près du contact par les touches **[,], [;], [.]**, **[/]**, et il se positionnera automatiquement sur le repère cible. Cela indique que le radar suit maintenant ce contact particulier et reçoit des données supplémentaires sur le contact. Pour verrouiller et passer en STT, appuyez sur la touche **[Entrée]**. Si un verrouillage STT est tenté à plus de 85% de la portée maximale du missile sélectionné, il ne se fera pas. Cependant, une fois à 85% ou moins, un verrouillage automatique en STT aura lieu.

#### Étape 6

Une fois en mode STT et la distance de la cible à 85% ou moins de la portée maximale du missile sélectionné, le message LA - «Lancement autorisé» apparaîtra sur le HUD. À cet instant, vous pouvez lancer le missile en appuyant sur le bouton de tir de votre manette de jeu ou en appuyant sur la touche **[Espace]**.

Il faut mentionner que le lancement à portée de tir maximale sur des cibles manœuvrantes n'est pas très efficace parce qu'elles peuvent éviter le missile en effectuant de simples manœuvres évasives. Si la situation le permet, attendre que la plage Rpi soit atteinte, cela augmentera grandement votre probabilité de détruire. Toutefois, le tir à, ou au-delà de la portée maximale avec surpassement de tir, peut être utilisé pour mettre l'ennemi sur la défensive plus tôt.

Concernant l'utilisation des missiles SARH (R-27R, R-27ER), il faut maintenir un verrouillage STT sur la cible pendant toute la durée du vol du missile. Si la cible casse le verrouillage, et que vous êtes en mesure de le réacquérir rapidement, le missile continuera de se guider sur la cible. Cependant, le R-77 avec son autodirecteur actif ne nécessite pas de verrouillage STT pendant tout son vol. Une fois à moins de 12 à 15 km de la cible, l'autodirecteur actif prend en charge l'interception et le support de l'avion de lancement n'est plus nécessaire.

POUR UTILISER DES MISSILES SARH, LE VERROUILLAGE DE LA CIBLE EN MODE STT EST NECESSAIRE PENDANT TOUTE LA DUREE DU VOL DE MISSILE. AVEC DES MISSILES ACTIFS, ILS CONTINUERONT L'INTERCEPTION AUTOMATIQUEMENT UNE FOIS QU'ILS SONT A MOINS DE 15 KM DE LA CIBLE.

## Engagement de Missiles à Longue Portée avec l'IRST comme Capteur Actif

L'utilisation du système infrarouge de recherche et de suivi (IRST) tirer des missiles à longue portée permet des attaques discrètes. L'IRST est insensible au brouillage actif, mais il a une portée de détection de cible beaucoup plus faible que le radar. Les R-27ET, R-27T, R-73 et R-60 peuvent tous être utilisés avec l'IRST.

L'IRST travaille dans le spectre infrarouge et détecte les cibles par leur contraste thermique. La partie la plus «chaude» d'un aéronef est le moteur qui expulse des gaz chauds réchauffant les parties métalliques environnantes du fuselage. C'est pourquoi la détection infrarouge est plus efficace à l'arrière de l'avion qu'à l'avant.

Etant donné que l'IRST ne fournit aucune information de distances, les données de ciblage sur le HUD sont présentées sous forme d'azimut à l'horizontale et d'élévation cible à la verticale.

L'interrogateur IFF ne fonctionnant pas avec l'IRST, soyez absolument sûr que la cible est un avion ennemi avant d'attaquer.

L'acquisition, le verrouillage et le tir d'un missile s'effectuent selon les étapes suivantes :

### Étape 1

Afin de chercher des cibles à longue distance, sélectionner le mode longue portée [2], activez l'IRST avec la touche [O] et sélectionnez la distance appropriée en km sur la VTH et la VTB avec [+] et [-]. Sélectionnez ensuite le missile le mieux adapté à la cible et à la distance avec la touche [D] et confirmez la sélection sur la VTH.

### Étape 2

Orienter la zone de balayage radar en azimut dans la direction de la cible. Sur les chasseurs russes, la zone de balayage en azimut a trois positions : centrale  $\pm 30$  degrés, gauche  $-60 - 0$  degrés et à droite  $0 - +60$  degrés. Si la cible est hors de la zone centrale de  $\pm 30$  degrés, il faut déplacer la zone de balayage vers la gauche ou la droite avec les touches [MajD - ,] ou [MajD - /].

### Étape 3

Orientez l'élévation de la zone de détection de l'IRST en direction de la cible

Pour cela, déplacez la zone de détection vers le haut ou le bas, selon l'altitude relative présumée de la cible avec les touches [MajD - ;] ou [MajD - .]. Les indications d'élévation sont affichées le long du côté gauche de la VTH. La manière optimale pour rechercher des cibles est de parcourir l'axe vertical par petits incréments.

### Étape 4

Après avoir orienté la zone de détection en direction de la cible, laissez l'IRST effectuer sa recherche pendant quatre à six secondes à chaque incrément; cela permet à l'IRST d'explorer correctement cette portion de ciel. Le nombre de tirets composant le symbole de la cible sur la VTH correspond à la taille de la signature infrarouge. Généralement, un grand avion présente une plus grande signature infrarouge, à l'exception d'un avion en postcombustion.

### Étape 5

Une fois la cible détectée, l'étape suivante est le verrouillage.

Pour cela, placez le TDC sur le contact et pressez la touche [Entrée]. Si la distance de la cible et sa signature thermique le permettent, l'IRST enclenchera un verrouillage STT. La cible sera marquée par un cercle sur la VTH.

### Étape 6

Une fois en mode STT et la distance de la cible à 85% ou moins de la portée maximale du missile sélectionné, le message LA - «Lancement autorisé» apparaîtra sur le HUD. À cet instant, vous pouvez lancer le missile en appuyant sur le bouton de tir de votre manette de jeu ou en appuyant sur la touche [Espace].

Il est à noter qu'un tir missile depuis sa portée maximale sur une cible manœuvrante n'est pas très efficace car la cible peut l'éviter en effectuant une manœuvre simple d'évitement de missile. Dans la mesure du possible, attendez d'atteindre la portée Rtr, cela augmentera fortement votre probabilité de destruction.

Les missiles à autodirecteur IR sont «fire-and-forget» (Tire et Oublie) et ne requièrent pas d'aide supplémentaire de l'avion qui les a tirés. Une fois le missile lancé, le pilote peut immédiatement engager un autre objectif.

LES MISSILES A MOYENNE PORTEE R-27T/ET DOIVENT AVOIR LEUR AUTODIRECTEUR INFRAROUGE VERROUILLE SUR LA CIBLE AVANT D'ETRE TIRES. CES SYSTEMES SONT GUIDES IR PENDANT TOUT LEUR VOL ET NE REQUIERENT PAS L'UTILISATION D'UN SYSTEME DE LIAISON DE DONNEES.

## Combat Rapproché

Le combat aérien rapproché (CAC : Close air combat) est un combat où l'ennemi est à distance visuelle. Cela génère des combats rapides, avec des virages serrés où chaque adversaire cherche un avantage qui lui permettra de tirer le premier.

Les distances de CAC sont généralement limitées par les distances de détection et d'engagement du système de ciblage dans ce mode, cela équivaut à environ 10 km.

En CAC, des missiles hautement manœuvrants comme le R-73 sont généralement utilisés. Ils possèdent des autodirecteurs IR ayant de grands angles de détection, optimisés pour engager des cibles manœuvrant sous fort facteur de charge. Ces missiles sont souvent utilisés en conjonction avec les canons.

Différents modes de ciblage utilisés en CAC sont décrits ci-dessous :

### Combat Rapproché – Mode Balayage Vertical BEPT (VS : Vertical Scan Mode)

Le mode de balayage vertical est sans doute le plus pratique et le plus utile lors de manœuvres de combat sous fort facteur de charge. Dans ce sous-mode, le radar et l'IRST balayent une zone de trois degrés de large sur -10 à +50 degrés verticalement. Deux lignes verticales sont affichées sur la VTH pour illustrer les limites de balayage en azimut. Lorsque vous poursuivez une cible manœuvrante mais qui se maintient au dessus de la VTH sur la même ligne de foi, le mode BEPT vous permet de la verrouiller sans «tirer» trop de G pour la placer sur la VTH.

Les étapes de verrouillage et de tir sont les suivantes :

### Étape 1

Lorsque la cible est visuellement détectée, activez le mode BEPT (VS) en pressant la touche [3]. Le capteur IRST s'activera automatiquement, permettant d'attaquer sans allumer de capteurs actifs. Si vous sélectionnez un missile à autodirecteur radar, vous devez activer manuellement le radar en appuyant sur la touche [I]. Sélectionnez le missile désiré en cyclant la touche [D] ou choisissez le canon interne en pressant la touche [C]. L'arme active sera affichée sur la VTH.

### Étape 2

Manœuvrez votre appareil de manière à placer la cible entre les deux lignes verticales de la VTH. Notez que la zone de détection effective s'étend au dessus des deux lignes de la VTH. Ainsi, il est possible de verrouiller des cibles situées bien au-delà du haut de la VTH.

Avec la cible dans la zone de balayage et le capteur actif, la cible sera automatiquement verrouillée. Une fois verrouillé, l'IRST ou le radar passeront automatiquement en verrouillage STT. Si le canon interne est sélectionné, le mode de visée LCOS sera actif.

### Étape 3

Une fois en mode STT et la distance de la cible à 85% ou moins de la portée maximale du missile sélectionné, le message LA - «Lancement autorisé» apparaîtra sur le HUD. À cet instant, vous pouvez lancer le missile en appuyant sur le bouton de tir de votre manette de jeu ou en appuyant sur la touche [Espace].

Si le mode canon LCOS est actif, vous devez placer le réticule du canon sur la cible et appuyer sur le bouton de tir de votre manette de jeu ou sur la touche [Espace].

Pour augmenter la probabilité de destruction, essayez de minimiser l'écart de visée en volant sur une trajectoire de collision avec la cible avant de tirer le missile. Ceci réduira le facteur de charge que le missile devra «tirer» à son départ.

LES SYSTEMES DE DETECTION PASSIVE DE CIBLE COMME L'IRST ALERTENT MOINS LES ENNEMIS, AJOUTANT AINSI L'EFFET DE SURPRISE

## Combat rapproché – Mode STROB (BORE)

Le mode BORE est comparable au mode VS, à la différence que le capteur recherche le long de l'axe longitudinal de l'avion (sur un cône de 2,5 degrés) et non pas le long d'un couloir vertical, et que vous devez verrouiller manuellement la cible. La zone de détection est affichée sur la VTH comme un réticule de 2,5 degrés qui peut être déplacé avec les touches [;], [,], [-], [/].

Les étapes de verrouillage et de tir sont les suivantes :

### Étape 1

Une fois la cible visuellement repérée, activez le mode **BORE** en pressant la touche [4]. Le capteur IRST s'activera automatiquement, ce qui vous permet d'effectuer une attaque sans capteur actif. Si vous voulez utiliser un missile à autodirecteur radar semi-actif (SARH : Semi-Active Radar Homing) vous devrez activer manuellement le radar en pressant la touche [I]. Sélectionnez le missile désiré en cyclant la touche [D] ou le canon interne en pressant la touche [C]. L'arme active sera affichée sur la VTH.

## Étape 2

En manœuvrant votre appareil ou en utilisant les touches [;], [,], [.] , [/], placez le réticule BORE sur la cible. Une fois la cible dans le viseur, vous devez la verrouiller manuellement en appuyant sur la touche [Entrée]. Une fois le verrouillage effectif, le mode STT sera automatiquement sélectionné. Si le canon interne est sélectionné, le viseur LCOS sera affiché dans la VTH

## Étape 3

Une fois en mode STT et la distance de la cible à 85% ou moins de la portée maximale du missile sélectionné, le message LA - «Lancement autorisé» apparaîtra sur le HUD. À cet instant, vous pouvez lancer le missile en appuyant sur le bouton de tir de votre manette de jeu ou en appuyant sur la touche [Espace].

Si le mode canon LCOS est actif, vous devez placer le réticule du canon sur la cible et appuyer sur le bouton de tir de votre manette de jeu ou sur la touche [Espace].

Pour augmenter la probabilité de destruction, essayez de minimiser l'écart de visée en volant sur une trajectoire de collision avec la cible avant de tirer le missile. Ceci réduira le facteur de charge que le missile devra «tirer» à son départ.

## Close Air Combat – Mode Shlem (Casque)

C'est un mode de combat rapproché à part. Avec le système de visée monté sur casque Schel-3UM (HMCS : Helmet-Mounted Cueing System), un pilote peut commander le système de visée de l'avion en tournant sa tête, et diriger son armement vers une cible placée dans son réticule monocle. Par ce moyen, le pilote peut verrouiller les capteurs et l'armement sur la cible désignée. Le réticule n'est pas juste un symbole qui est réfléchi sur la VTH, mais il est toujours affiché au centre de l'écran. Ce mode est utilisé en combat aérien rapproché pour verrouiller et engager des cibles à de forts angles de dépointage.

Les étapes de verrouillage et de tir sont les suivantes :

### Étape 1

Lorsque la cible est visuellement détectée, activez le mode **SHLEM** en appuyant sur la touche [5]. Le capteur IRST s'activera automatiquement, permettant d'attaquer sans allumer de capteurs actifs. Si vous sélectionnez un missile à autodirecteur radar, vous devez activer manuellement le radar en appuyant sur la touche [I]. Sélectionnez le missile désiré en cyclant la touche [D] ou choisissez le canon interne en pressant la touche [C]. L'arme active sera affichée sur la VTH.

### Étape 2

En déplaçant votre vue à l'aide du pavé numérique, vous pouvez placer le réticule HMCS sur une cible et appuyer sur la touche [Entrée]. Une autre façon de le faire est de d'abord verrouiller la vue sur la cible avec la touche [NumPadSuppr] puis activer le mode SHLEM et appuyer sur [Entrée]. Après avoir verrouillé la cible, le mode STT s'initialise automatiquement. Si le canon interne est sélectionné, le viseur LCOS s'affiche sur la VTH

### Étape 3

En fonction de la forme du réticule vous pouvez déterminer trois conditions :

Le réticule est attaché à la cible - vous avez un bon verrouillage cible mais n'êtes pas encore prêt à tirer un missile.

Le réticule est attaché à la cible et clignote à une fréquence de 2 Hz – le tir est autorisé. Cela signifie que les conditions de tir sont remplies. Le symbole «LA» s'affiche sur la VTH et vous pouvez tirer le missile en appuyant sur le bouton tir de votre manette de jeu ou sur la touche [Espace] de votre clavier.

Si le réticule affiche un «X», cela indique que le verrouillage et le tir ne sont pas possibles. Ceci apparaît lorsque le réticule du HMCS est au delà des angles de désignation autorisés.

Si le mode canon LCOS est actif, vous devez placer le réticule du canon sur la cible et appuyer sur le bouton de tir de votre manette de jeu ou sur la touche [Espace].

Pour augmenter la probabilité de destruction, essayez de minimiser l'écart de visée en volant sur une trajectoire de collision avec la cible avant de tirer le missile. Ceci réduira le facteur de charge que le missile devra «tirer» à son départ.

## Mode Fi0 (Longitudinal)

Le mode longitudinal est un mode de secours en cas de défaillance du WCS. Ce mode s'utilise avec les missiles infrarouges (R-27T, R-27ET, R-73) qui permettent un verrouillage de la cible sans l'aide du WCS de l'avion. Dans ce mode, le verrouillage n'est effectué que par l'autodirecteur du missile, qui a une zone de détection d'environ deux degrés sur l'axe longitudinal. Pour qu'il verrouille la cible, elle doit entrer dans la zone de détection de l'autodirecteur situé au centre du symbole de l'avion sur la VTH.

Les étapes de verrouillage et de tir sont les suivantes :

### Étape 1

Lorsque vous détectez visuellement une cible aérienne, activez le mode longitudinal en appuyant sur la touche [6]. Si le système WCS est endommagé et qu'il n'y a pas d'indication sur la VTH, basculez en mode SETKA (Réticule). Sélectionnez le missile désiré en cyclant la touche [D] ou le canon interne en pressant la touche [C]. L'arme active sera affichée sur la VTH

### Étape 2

Manceuvrez l'avion afin de positionner le centre du symbole de l'avion de la VTH sur la cible choisie. Lorsque celle-ci est dans le champ de vision du capteur, le signal «Launch Authorized» s'affichera.

### Étape 3

Vous devrez déterminer visuellement la distance de la cible et si elle est inférieure à la distance maximale de tir du missile, tirez en appuyant sur le bouton tir de votre manette de jeu ou sur la touche [Espace] de votre clavier.

Notez que la notification d'autorisation de tir ne garantit pas que la cible soit à portée. Si ce n'est pas le cas, il y a de fortes probabilités que le missile n'ait pas assez d'énergie pour l'atteindre. C'est pourquoi il vous faudra juger à vue de sa distance et de son aspect.

## Armements Air / Sol

Le MiG-29, le Su-27 et le Su-33 peuvent emporter un nombre limité de types d'armes air-sol. Cet arsenal inclut les bombes et les roquettes non guidées.

### Bombes Lisses Polyvalentes

Cette catégorie de bombe inclut les bombes non guidées FAB-100, FAB-250 et FAB-500. Elles ont un faible coefficient de traînée et une trajectoire aplatie. Cela vous permet généralement de lancer une bombe sur une cible pendant qu'elle est toujours visible.

#### Étape 1

Identifiez visuellement la cible.

#### Étape 2

Sélectionnez le mode air-sol en pressant la touche [7].

#### Étape 3

Lorsque le réticule de visée CCIP (Calcul Continu du Point d'Impact) commence à bouger depuis le bas de la VTH, placez-le sur la cible et pressez le bouton de largage de votre joystick ou la touche [Espace] lorsque «LA» apparaît sur la VTH.

LES BOMBES PEUVENT ETRE LARGUEES APRES L'APPARITION DU SYMBOLE LA SUR LA VTH. UN PIQUE STABLE VERS LA CIBLE ASSURE UN BON LARGAGE. ESSAYEZ D'EVITER LES CHANGEMENTS DE ROULIS, TANGAGE, LACET ET VITESSE SIGNIFICATIFS PENDANT LA PASSE DE BOMBARDEMENT. DE TELLES VARIATIONS DE COMMANDES REDUISENT LA PRECISION.

### Bombes Freinées Polyvalentes

Cette catégorie de bombe comprend les bombes avec une traînée aérodynamique élevée comme les PB-250, ODAB-500, différents types de conteneurs KMGU-2 et les bombes perforantes à béton BetAB. Elles ont un coefficient de traînée élevé et leur trajectoire incurvée complique significativement la visée des cibles visibles.

Il est recommandé d'utiliser le mode de calcul continu de point de largage (CCRP) pour employer ce type de bombe. Pour les larguer, suivez les étapes suivantes :

#### Étape 1

Identifiez visuellement la cible.

#### Étape 2

Sélectionnez le mode air-sol en pressant la touche [7]

#### Étape 3

Placez le réticule CCRP sur la cible désirée puis appuyez et maintenez le bouton de tir de votre manette de jeu ou la touche [Espace] de votre clavier. Le WCS commencera alors le calcul du point de largage, et un symbole en losange apparaîtra sur la VTH représentant le point visé. Sur le haut de la VTH un cercle de direction s'affichera. Manœuvrez l'avion pour que le symbole de la «queue» de

l'avion soit sur le centre de ce cercle. L'échelle de distance sur le côté droit de la VTH devient une échelle de temps avant largage graduée en secondes. La flèche indiquant le temps avant largage n'apparaîtra que 10 secondes avant le largage de la bombe. Afin d'effectuer un bombardement précis il est nécessaire de minimiser les corrections de roulis et de lacet. Lorsque le temps arrive à zéro les bombes sont automatiquement larguées et vous pouvez relâcher la détente.

#### Étape 4

Appuyez sur le bouton de tir de votre joystick ou sur la touche **[Espace]** de votre clavier.

### Roquettes et Canon Interne.

Les roquettes comprennent toutes les munitions à moteur fusée qui ne sont pas équipés de système de guidage. Cela inclut les S-5 dans le panier à roquette UB-32, les S-8 dans leur panier B-8, les S-13 dans l'UB-13, les S-24 et S-25. Le canon interne est le GSh-301 de 30-mm alimenté par 150 obus.

#### Étape 1

Identifiez visuellement la cible.

#### Étape 2

Sélectionnez le mode air-sol en appuyant sur la touche **[7]** et en cyclant avec la touche **[D]** pour choisir la roquette. Ou sélectionnez le canon comme armement actif avec **[C]**. Vérifiez sur la VTH que l'armement correct est sélectionné. Effectuez un léger piqué vers la cible.

#### Étape 3

Quand le point de visée est sur la cible et que les conditions de tir sont satisfaites, le message «LA» apparaîtra sur la VTH. Tirer les roquettes ou au canon en appuyant sur le bouton de tir de votre manette de jeu ou sur la touche **[Espace]** de votre clavier.

LES ROQUETTES NE PEUVENT ETRE TIREES QUE QUAND LE SIGNAL «LA» APPARAÎT SUR LA VTH. AVANT DE TIRER, ASSUREZ-VOUS D'ETRE EN PIQUE FAIBLE AVEC DES DEVIATIONS MINIMALES EN TANGAGE, LACET ET ROULIS. DE TELLES DEVIATIONS PEUVENT PRODUIRE DES PASSES ROQUETTES IMPRECISES.

## Su-25

Le Su-25 est conçu pour frapper des cibles terrestres, mais il n'est pas équipé de radar. Pour déterminer la distance de la cible et l'illuminer pour les missiles guidés par laser, il dispose du télémètre laser / désignateur de cible «Klen-PS». Les capacités de combat air-air du Su-25 sont assez limitées.

## Armement Air / Air

### Missiles Courte Portée R-60

#### Étape 1

Sélectionnez le mode air-air en utilisant la touche [6]. Dans tous les cas, le mode de visée longitudinale sera activé, c'est le seul mode air / air du Su-25.

#### Étape 2

Manceuvrez l'appareil pour placer le centre du symbole de l'appareil de la VTH sur la cible. Quand l'autodirecteur est à portée de verrouillage, la visée se déplacera sur la cible, la lampe jaune d'autorisation de tir clignotera et le signal audio de verrouillage retentira. La portée de verrouillage dépend grandement de la signature infrarouge de la cible. La signature maximale pour un appareil est obtenue lorsque ce dernier vole à haute altitude, pleine postcombustion, et que vous vous trouvez derrière lui. Notez que les hélicoptères ont une signature IR faible et qu'ils risquent d'être difficiles à verrouiller. Quand l'autodirecteur arrive à se verrouiller et que le message «LA» apparaît sur la VTH, cela signifie uniquement que la cible a été verrouillée, pas qu'elle est à portée de tir. Tirer un missile trop tôt peut conduire à un raté car le missile n'a pas l'énergie suffisante pour intercepter la cible. Il est recommandé de ne tirer votre missile que lorsque vous distinguez la silhouette de la cible ou qu'elle se trouve à 2 km.

#### Étape 3

Appuyez sur le bouton de tir de votre manette de jeu ou sur la touche [Espace] pour tirer le missile. Il est de type «tire et oublie» et ne nécessite aucun autre support de la part de l'appareil tireur.

### Canon Interne et Nacelles Canon : Utilisation Contre des Cibles Aériennes

Le canon interne et les nacelles canon sont généralement utilisés contre des cibles au sol mais peuvent l'être contre des cibles aériennes avec une précision limitée.

#### Étape 1

Identifiez visuellement la cible.

#### Étape 2

Sélectionnez le mode air / air par la touche [6]. Pour choisir le canon interne ou les nacelles canon appuyez sur [C]. Sur le collimateur de visée (ASP-17) le réticule de visée apparaît. Le viseur fixe peut aussi être affiché en appuyant sur la touche [8].

### Étape 3

Manœuvrez votre avion en direction de la cible, visez et appuyez sur la détente de votre manette de jeu ou sur la touche **[Espace]** pour faire feu.

La portée efficace des canons est généralement inférieure à 800 mètres. Estimer la visuellement avant d'ouvrir le feu.

## Armements Air / Sol

Pour le Su-25, les modes de largage d'armes air-sol sont plutôt basiques. Nous examinerons les différents types d'armes non guidées et leurs procédures d'emploi ci-dessous.

### Bombes Non Guidées à Faible Trainée

Cette catégorie de bombe inclut les bombes non guidées FAB-100, FAB-250 et FAB-500. Elles ont un faible coefficient de traînée et une trajectoire aplatie. Cela vous permet généralement de lancer une bombe sur une cible pendant qu'elle est toujours visible.

#### Étape 1

Identifiez visuellement la cible.

#### Étape 2

Activez le mode air-sol en appuyant sur la touche **[7]**. Sélectionner l'arme à larguer sur le panneau de contrôle des armes en utilisant la touche **[D]**. La taille de la salve peut être sélectionnée sur le panneau par les touches **[CtrlG - Espace]** et l'intervalle de largage par la touche **[V]**.

#### Étape 3

Activez le télémètre laser / indicateur de cible par la touche **[MajD - O]**, la lampe verte s'allume. En piquant sans roulis, maintenez votre vitesse entre 500 et 600 km/h.

#### Étape 4

Lorsque le repère de visée commence à se déplacer vers le haut de la VTH, pilotez pour le placer sur la cible. Lorsque qu'il indique le bon point d'impact en dessous et que la bombe peut être larguée, la lampe orange s'allume. Pour lâcher une bombe, appuyez sur le bouton de tir de votre manette de jeu ou sur la touche **[Espace]**. Si une salve de bombes a été prévue, maintenez le bouton de tir enfoncé jusqu'à ce que le largage soit terminé.

#### Étape 5

Éteindre le télémètre laser en appuyant sur la touche **[MajD - O]**. Rappelez-vous qu'il a une durée d'émission continue limitée de l'ordre d'une minute. Après cela, il a besoin de refroidir sans quoi il risque d'être endommagé. Pendant le refroidissement, la lampe verte clignote à 2 Hz. Quand le laser est suffisamment refroidi, la lampe s'éteint. Le temps de refroidissement est pratiquement égal au temps de fonctionnement, et il dépend des conditions de température environnantes.

### Bombes non guidées à haute traînée

Cette catégorie de bombe comprend les bombes avec une traînée aérodynamique élevée comme les PB-250, ODAB-500, différents types de conteneurs KMGU-2 et les bombes perforantes à béton

BetAB. Elles ont un coefficient de traînée élevé et leur trajectoire incurvée complique significativement la visée des cibles visibles.

Il est recommandé d'utiliser le mode de calcul continu de point de largage (CCRP) pour employer ce type de bombe. Pour les larguer, suivez les étapes suivantes :

#### Étape 1

Identifiez visuellement la cible.

#### Étape 2

Activez le mode air-sol en appuyant sur la touche [7]. Sélectionnez l'arme à larguer sur le panneau de contrôle des armes en utilisant la touche [D]. La taille de la salve peut être sélectionnée sur le panneau par les touches [CtrlG - Espace] et l'intervalle de largage par la touche [V].

#### Étape 3

Activez le télémètre laser / indicateur de cible en appuyant sur la touche [MajD - O], la lampe verte s'allume. Pilotez l'appareil pour placer le repère de visée sur la cible désirée et appuyez sur le bouton de tir de votre manette de jeu ou sur la touche [Espace] de votre clavier. Le WCS calcule alors le point de largage. Vous devez alors piloter l'avion en vol en palier sans aucune inclinaison. Le roulis doit être contrôlé par l'index en triangle indiquant le roulis sur le viseur. L'échelle circulaire dans ce mode indique le temps avant largage. Lorsqu'elle atteint zéro, la ou les bombes seront libérées automatiquement.

#### Étape 4

Relâcher le bouton de tir quand le largage est terminé. Éteignez le télémètre laser / désignateur de cible en pressant la touche [MajD - O].

## Roquettes, Canon Interne et Nacelles Canon

#### Étape 1

Identifiez visuellement la cible.

#### Étape 2

Passer en mode air-sol en appuyant sur la touche [7]. Sélectionnez les roquettes en cyclant avec la touche [D] ou les canons internes ou en nacelles avec la touche [C]. Le panneau de contrôle des armes reflète les changements et l'état de l'arme. Activer le télémètre laser / indicateur de cible en appuyant sur la touche [MajD - O], la lampe verte s'allume. Pendant le piqué à plat, piloter l'avion pour placer le repère de visée sur la cible.

#### Étape 3

Lorsque toutes les conditions de tir sont remplies, la lampe orange s'allume, appuyez sur le bouton de tir de votre manette de jeu ou sur la touche [Espace] de votre clavier pour tirer.

#### Étape 5

Éteindre le télémètre laser/désignateur de cible en pressant la touche [MajD - O].

LES ROQUETTES NE PEUVENT ETRE TIREES QUE LORSQUE TOUTES LES CONDITIONS SONT REMPLIES (LORSQUE LE TEMOIN ORANGE S'ALLUME). AVANT DE TIRER, ENTREZ EN PIQUE A PLAT ET PLACEZ LE REPERE DE VISEE SUR LA CIBLE. LE ROULIS, LE TANGAGE ET LE LACET PEUVENT AFFECTER NEGATIVEMENT LA DISPERSION DES IMPACTS

## Missiles Air / Sol Kh-25ML, Kh-29L, et S-25I

### Étape 1

Identifiez visuellement la cible.

### Étape 2

Passez en mode air-sol en appuyant sur la touche [7]. Sélectionnez les missiles guidés en cyclant avec la touche [D]. L'état et l'arme sélectionnée sont indiqués sur le panneau de commande des armes. Activer le télémètre laser / indicateur de cible en appuyant sur la touche [MajD - O], la lampe verte s'allume. Déplacer le repère de guidage sur la cible avec les touches [;], [,], [·], [/]. Une fois sur la cible, appuyez sur la touche [Entrée]. Le télémètre / indicateur de cible sera maintenant stabilisé au sol sur le point sélectionné (pas nécessairement la cible). Vous pouvez ensuite affiner le point d'impact en déplaçant le repère sur la cible ou le déplacer vers une cible proche.

### Étape 3

Si les conditions de tir sont respectées, la lampe orange s'allume et vous pouvez lancer le missile en appuyant sur le bouton de tir de votre manette de jeu ou sur la touche [Espace]. Pendant le vol du missile, vous pouvez déplacer le repère de guidage. Le missile tentera d'impacter à cet endroit. Ainsi, vous devrez déplacer continuellement le point de guidage si la cible est en mouvement. Souvenez-vous de ne pas déplacer le repère de guidage trop rapidement ou le missile ne pourra pas maintenir le verrouillage sur le point désigné.

### Étape 4

Éteindre le télémètre laser / désignateur de cible en appuyant sur la touche [MajD - O] quand l'attaque est terminée pour le laisser refroidir.

LA MANŒUVRABILITE DU MISSILE S-25L EST TRES LIMITEE ET IL NE DOIT ETRE LANCEE QU'A PARTIR D'UN PIQUE A PLAT, COMME POUR UNE ATTAQUE A LA ROQUETTE

## Su-25T

Le Su-25T est l'appareil tactique d'attaque idéal pour l'armée de l'air russe. Il peut frapper des cibles mobiles de petite taille avec une grande précision, par tous les temps, de jour comme de nuit.

Le Su-25T est équipé du système de visée TV I-251 «Shkval», combiné avec le laser «Prichal» pour la désignation de cible et la télémétrie. Pour les opérations de nuit, il peut être équipé avec le système de visée TV basse luminosité (LLTV) «Mercury».

Pour son autodéfense, le Su-25T peut porter les missiles courte portée R-73 et R-60.

## Armement Air / Air

### Missiles courte portée R-73 et R-60

Le Su-25T peut porter les missiles air-air courte portée R-73 et R-60 en mode de visée longitudinale. Quand ce mode est activé, l'autodirecteur du missile balaie une zone de 2 degrés dirigée vers l'avant, dans l'axe longitudinal de l'appareil. Pour verrouiller une cible, elle doit entrer dans ce champ de vision de l'autodirecteur représenté par le centre du symbole de l'appareil sur la VTH.

Les procédures de verrouillage de cible et de tir sont les suivantes :

#### Étape 1

Sélectionnez le mode air-air en utilisant la touche [6]. Dans tous les cas, le mode de visée longitudinal sera activé.

#### Étape 2

Manœuvrez l'appareil pour placer le centre du symbole de l'appareil de la VTH sur la cible. Quand l'autodirecteur est à portée de verrouillage, la visée se déplacera sur la cible, la lampe jaune d'autorisation de tir clignotera et le signal audio de verrouillage retentira. La portée de verrouillage dépend grandement de la signature infrarouge de la cible. La signature maximale pour un appareil est obtenue lorsque ce dernier vole à haute altitude, pleine PC, et que vous vous trouvez derrière lui. Notez que les hélicoptères ont une signature IR faible et qu'ils risquent d'être difficiles à verrouiller. Quand l'autodirecteur arrive à se verrouiller et que le message «LA» apparaît sur la VTH, cela signifie uniquement que la cible a été verrouillée, pas qu'elle est à portée de tir. Tirer un missile trop tôt peut conduire à un raté car le missile n'a pas l'énergie suffisante pour intercepter la cible. Il est recommandé de ne tirer votre missile que lorsque vous distinguez la silhouette de la cible ou qu'elle se trouve à 2 km.

#### Étape 3

Appuyez sur le bouton de tir de votre manette de jeu ou sur la touche [Espace] pour tirer le missile. Il est de type «tire et oublie» et ne nécessite aucun autre support de la part de l'appareil tireur.

## Canon Interne et Pods Canon : Utilisation Contre des Cibles Aériennes

Le canon interne et les pods canon peuvent être utilisés contre des cibles aériennes, mais ont une précision limitée.

### Étape 1

Identifiez visuellement la cible.

### Étape 2

Sélectionnez le mode air-air en appuyant sur la touche [6]. Sélectionner le canon interne ou les nacelles canon en appuyant sur la touche [C]. Une fois en mode canon, l'entonnoir apparaît sur la VTH - il représente graphiquement la trajectoire des obus par rapport à l'envergure de la cible. En appuyant sur [AltD - -] et [AltD - +], vous pouvez régler cette envergure (également appelée «base cible») en mètres. Le réglage de l'envergure de cible est indiqué en haut de la VTH.

### Étape 3

Manœuvrez l'appareil pour placer la cible à l'intérieur de l'entonnoir avec l'extrémité des ailes touchant les limites de ce dernier. Appuyer sur le bouton tir de votre manette de jeu ou sur la barre [Espace] de votre clavier pour tirer.

La portée efficace de tir est généralement inférieure à 800 mètres. Pour une meilleure précision, essayez de manœuvrer dans le même plan que la cible. L'entonnoir est le plus précis lorsqu'il est utilisé depuis l'arrière de la cible.

## Armements Air / Sol

Le Su-25T peut emporter une grande variété d'armes, incluant les bombes non guidées, les distributeurs de sous-munitions, les roquettes non guidées, les missiles à guidage TV, laser et à suivi de faisceau laser, les bombes à guidage TV et les nacelles canon.

### Bombes Non Guidées à Faible Trainée

Cette catégorie de bombe inclut les bombes non guidées FAB-100, FAB-250 et FAB-500. Elles possèdent un faible coefficient de trainée et ont une trajectoire aplatie. Cela permet de larguer une bombe sur une cible alors qu'elle est encore visible.

#### Étape 1

Identifiez visuellement la cible.

#### Étape 2

Activez le mode air-sol en appuyant sur la touche [7]. Sélectionnez l'arme à larguer sur le panneau de contrôle des armes en utilisant la touche [D]. La taille de la salve peut être sélectionnée sur le panneau par les touches [CtrlG - Espace] et l'intervalle de largage par la touche [V].

#### Étape 3

Lorsque le repère de visée commence à se déplacer vers le haut de la VTH, pilotez pour le placer sur la cible. Lorsque qu'il indique le bon point d'impact en dessous et que la bombe peut être larguée, la lampe orange s'allume. Pour lâcher une bombe, appuyez sur le bouton de tir de votre manette de jeu

ou sur la touche **[Espace]**. Si une salve de bombes a été prévue, maintenez le bouton de tir enfoncé jusqu'à ce que le largage soit terminé.

LES BOMBES PEUVENT ETRE LARGUEES QUAND LE MESSAGE «LA» APPARAÎT SUR LA VTH. AVANT LE LARGAGE DE BOMBE, ENTRER DANS UN PIQUE A PLAT JUSTE AU DESSUS DE LA CIBLE. TOUT ECART EN ROULIS, TANGAGE OU LACET, AINSI QUE DES CHANGEMENTS SIGNIFICATIFS DE VITESSE, CONDUIRONT A DES IMPACTS DE BOMBE IMPRECIS.

## Bombes Non Guidées à Haute Trainée

Cette catégorie de bombes inclut des bombes à trainée élevée, comme les divers types de RBK, les conteneurs KMGU-2 et celles à pénétration de béton BetAB. Leur grande trainée leur donne une trajectoire courbe qui complique significativement le ciblage des cibles visibles.

Il est recommandé d'utiliser le mode de calcul continu de point de largage (CCRP) pour employer ce type de bombe. Pour les larguer, suivez les étapes suivantes :

### Étape 1

Identifiez visuellement la cible.

### Étape 2

Sélectionnez le mode air-sol en pressant la touche **[7]**.

### Étape 3

Placez le réticule CCRP sur la cible désirée puis appuyer et maintenez le bouton de tir de votre manette de jeu ou la touche **[Espace]** de votre clavier. Le WCS commencera alors le calcul du point de largage, et un symbole en losange apparaîtra sur la VTH représentant le point visé. Sur le haut de la VTH un cercle de direction s'affichera. Manœuvrez l'avion pour que le symbole de la «queue» de l'avion soit sur le centre de ce cercle. L'échelle de distance sur le côté droit de la VTH devient une échelle de temps avant largage graduée en secondes. La flèche indiquant le temps avant largage n'apparaîtra que 10 secondes avant le largage de la bombe. Afin d'effectuer un bombardement précis il est nécessaire de minimiser les corrections de roulis et de lacet. Lorsque le temps arrive à zéro les bombes sont automatiquement larguées et vous pouvez relâcher la détente.

### Étape 4

Appuyer sur la détente de la manette de jeu ou la barre **[Espace]**

## Bombardement Assisté par Visée TV

Les bombes non guidées peuvent être utilisées en conjonction avec le système de visée «Shkval» ou le système de visée TV basse luminosité «Mercury».

Le largage des bombes en utilisant ces capteurs se fait comme suit :

### Étape 1

Sélectionnez le mode air-sol en appuyant sur la touche **[7]**. Sélectionnez la bombe désirée en appuyant sur la touche **[D]**. Confirmez la bombe sélectionnée sur la VTH. Pour détecter et identifier les cibles, vous devez allumer le système de visée TV «Shkval» en appuyant sur la touche **[O]**, ou le système «Mercury» en appuyant sur **[CtrlD - O]**. Recherchez la cible en déplaçant la zone de

balayage par les touches [;], [,], [.), [/.]. Lors de l'acquisition de la cible, stabilisez le capteur au sol en appuyant sur [Enter]. Pour une identification sûre de la cible vous pouvez changer le niveau de zoom du capteur en appuyant sur [+ ] et [-].

### Étape 2

Placez le cadre d'acquisition sur la cible. Manœuvrez l'appareil dans sa direction et allumez le laser de désignation / télémétrie en appuyant sur la touche [MajD - O].

### Étape 3

Appuyez sur le bouton de tir de votre manette de jeu ou la touche [Espace] de votre clavier. Le WCS commencera alors le calcul du point de largage, et un symbole en losange apparaîtra sur la VTH représentant le point visé. Sur le haut de la VTH un cercle de direction s'affichera. Manœuvrez l'avion pour que le symbole de la «queue» de l'avion soit sur le centre de ce cercle. L'échelle de distance sur le côté droit de la VTH devient une échelle de temps avant largage graduée en secondes. La flèche indiquant le temps avant largage n'apparaîtra que 10 secondes avant le largage de la bombe. Afin d'effectuer un bombardement précis il est nécessaire de minimiser les corrections de roulis et de lacet. Lorsque le temps arrive à zéro les bombes sont automatiquement larguées et vous pouvez relâcher la détente.

### Étape 4

Éteindre le télémètre laser en appuyant sur la touche [MajD - O]. Rappelez-vous qu'il a une durée d'émission continue limitée de l'ordre d'une minute. Après cela, il a besoin de refroidir sans quoi il risque d'être endommagé. Pendant le refroidissement, la lampe verte clignote à 2 Hz. Quand le laser est suffisamment refroidi, la lampe s'éteint. Le temps de refroidissement est pratiquement égal au temps de fonctionnement et dépend des conditions de température environnantes.

Le distributeur de sous munitions KMGU-2 diffère des autres bombes dans le sens où le point de visée doit être décalé de la cible pour laisser le temps aux portes du container de s'ouvrir.

## Roquettes et Canon Interne.

Les roquettes comprennent toutes les munitions à moteur fusée qui ne sont pas équipés de système de guidage. Cela inclut les S-5 dans le panier à roquette UB-32, les S-8 dans leur panier B-8, les S-13 dans l'UB-13, les S-24 et S-25. Le canon interne est le GSh-301 de 30-mm alimenté par 150 obus.

### Étape 1

Identifiez visuellement la cible.

### Étape 2

Sélectionnez le mode air sol en appuyant sur la touche [7] et faire défiler avec la touche [D] jusqu'à ce que la roquette de votre choix soit sélectionnée. Vous pouvez également appuyer sur [C] pour activer le canon. Confirmez que l'arme sélectionnée sur la VTH est correcte. Manœuvrez en piqué sur la cible.

### Étape 3

Quand le point de visée est sur la cible et que les conditions de tir sont satisfaites, le message «LA» apparaîtra sur la VTH. Tirer les roquettes ou au canon en appuyant sur le bouton de tir de votre manette de jeu ou sur la touche [Espace] de votre clavier.

## Nacelles Canons

Le Su-25T peut emporter des nacelles canon SPPU-22-1 qui peuvent opérer à angle de dépression nul, fixe ou programmé (suivi de point).

Du fait que le mode à angle de dépression nul ne diffère pas du canon interne, nous expliquerons seulement les deux autres modes : dépression fixe et programmée.

LE MODE DE DEPRESSION FIXE EST UTILISE LORS DES TIRS EN VOL HORIZONTAL LE LONG D'UN ALIGNEMENT DE CIBLES.

### Étape 1

Identifiez visuellement la cible.

### Étape 2

Passez en mode air sol en appuyant sur la touche [7]. Sélectionnez le mode canon en appuyant sur la touche [C].

Sélectionnez les nacelles canon en appuyant sur la touche [CtrlD - Espace] et confirmez la sélection de l'arme sur la VTH et le WC, Deux nacelles seront sélectionnés. Réglez l'inclinaison canon sur FIX et le commutateur de rafale sur PO2.

Si l'avion emporte quatre nacelles canons, appuyez à nouveau sur [CtrlD - Espace]. Réglez l'inclinaison canon sur FIX et le commutateur de rafale sur PO2.

### Étape 3

En utilisant les touches [AltD - -] et [AltD - +], modifiez l'angle de dépression en déplaçant la marque de visée le long de l'axe vertical de la VTH.

### Étape 4

Alignez votre trajectoire de vol sur la cible et maintenir le vol en palier. Quand la marque de visée sur la VTHD se superpose à la cible, appuyer sur le bouton de tir de votre manette de jeu ou sur la touche [Espace] de votre clavier pour tirer.

Pendant le tir, vous pouvez utiliser le palonnier pour couvrir une zone plus étendue avec vos tirs. Notez que toute variation en roulis peut conduire à une déviation importante des obus.

LE MODE PROGRAMME EST UTILISE POUR DES ATTAQUES DE PRECISION SUR DES CIBLES LEGEREMENT BLINDEES.

### Étape 1

Identifiez visuellement la cible.

### Étape 2

Passez en mode air sol en appuyant sur la touche [7]. Sélectionnez le mode canon en appuyant sur la touche [C].

Sélectionnez les nacelles canon en appuyant sur la touche [CtrlD - Espace] et confirmez la sélection de l'arme sur la VTH et le WC, Deux nacelles seront sélectionnés. Réglez l'inclinaison canon sur FIX et le commutateur de rafale sur PO2.

Si l'avion emporte quatre nacelles canons, appuyez à nouveau sur [CtrlG - Espace]. Réglez l'inclinaison canon sur FIX et le commutateur de rafale sur PO2.

### Étape 3

En utilisant les touches [AltD - -] et [AltD - +], modifiez l'angle de dépression en déplaçant la marque de visée le long de l'axe vertical de la VTH.

### Étape 4

Allumez le télémètre laser en appuyant sur la touche [MajD - O] et l'interrupteur de mode intervalle / nacelle canon sur PROGR.

### Étape 5

Dans un piqué à plat, placer le point de visée sur la cible et, quand le message «LA» apparaît, ouvrir le feu en appuyant sur le bouton de largage de l'arme de votre joystick ou en pressant la touche [Espace] de votre clavier. Éviter les changements en tangage, roulis ou lacet pour une meilleure précision.

### Étape 6

Éteindre le télémètre laser/désignateur de cible en pressant la touche [MajD - O].

## Missiles et Bombes à Guidage TV

Le Su-25T peut emporter les bombes KAB-500Kr et le missile Kh-29T équipés de l'autodirecteur optique «Tubus». Ces armes permettent des attaques du type «tire et oublie» ne demandant pas à l'appareil de continuer à illuminer la cible une fois l'arme tirée. Ces armes auto guidées sont conçues pour détruire des centres de commandement enterrés, des centres de contrôle, des abris en béton renforcé et autres cibles bien protégées. Le missile Kh-29T peut aussi être utilisé pour détruire des navires.

La limitation la plus importante des armes à guidage TV est leur incapacité à être utilisées la nuit ou par mauvaises conditions météorologiques.

La procédure de largage de ces armes est la suivante :

### Étape 1

Sélectionnez le mode air-sol en appuyant sur la touche [7]. Sélectionnez la bombe désirée en appuyant sur la touche [D]. Confirmez la bombe sélectionnée sur la VTH. Pour détecter et identifier les cibles, vous devez allumer le système de visée TV «Shkval» en appuyant sur la touche [O], ou le système «Mercury» en appuyant sur [CtrlD - O]. Recherchez la cible en déplaçant la zone de balayage par les touches [J], [I], [L], [K]. Lors de l'acquisition de la cible, stabilisez le capteur au sol en appuyant sur [Enter]. Pour une identification sûre de la cible vous pouvez changer le niveau de zoom du capteur en appuyant sur [+] et [-].

### Étape 2

Pour verrouiller une cible, vous devez manuellement définir une taille de cible spécifique (connue sous le nom de «base cible»). Par défaut, la taille de cible spécifique est de 10 mètres. Il est recommandé de suivre les valeurs de base des cibles suivantes :

- Infanterie et petites structures – 5 m.

- Voitures et véhicules blindés – 10 m.
- Avions tactiques et hélicoptères – 20 m.
- Avions de transport et bombardier stratégiques – 30–60 m.
- Immeubles – 20–60 m.
- Navires – 60 m.

Le système de visée «Shkval» se verrouillera sur l'objet le plus proche de la fenêtre d'acquisition qui a des dimensions à la taille de la cible. Si un objet incorrect est verrouillé, déplacez la fenêtre d'acquisition sur la cible correcte en utilisant les touches [;], [,], [.] , [/].

Quand la cible est verrouillée, un message de suivi automatique «AC» apparaît sur le moniteur TV

### Étape 3

La distance de la cible est indiquée par l'échelle de portée affichée sur la VTH. Quand la portée de tir maximale est atteinte et qu'un message «LA» apparaît, tirez l'arme en appuyant sur le bouton de tir sur votre manette de jeu ou en appuyant sur la touche [Espace] de votre clavier.

Après le largage/tir, vous pouvez immédiatement commencer une autre tâche.

Notez qu'il est impossible de tirer une arme à guidage TV dans de mauvaises conditions de visibilité et la nuit, elles ne fonctionnent que dans le spectre de lumière visible et sont influencées par les limitations associées aux systèmes TV de jour. Pour verrouiller une cible, cette dernière doit être éclairée par une source de lumière naturelle ou artificielle.

## Missiles à Désignation Laser

Le Su-25T peut utiliser les missiles à guidage laser Kh-29L et Kh-25ML. Le Kh-29L et Kh-25ML sont conçus pour détruire des centres de commandement enterrés, des centres de contrôle, des abris en béton renforcés et des structures, des positions d'artillerie anti aérienne, de l'artillerie et d'autres cibles protégées.

La procédure de largage de ces armes est la suivante :

### Étape 1

Sélectionnez le mode air-sol en appuyant sur la touche [7]. Sélectionner l'arme choisie en appuyant sur la touche [D], confirmez la par la VTH. Pour détecter et identifier les cibles, vous devez allumer le système de visée TV «Shkval» en appuyant sur la touche [O], ou le système «Mercury» en appuyant sur [CtrlID - O]. Recherchez la cible en déplaçant la zone de balayage par les touches [;], [,], [.] , [/]. Lors de l'acquisition de la cible, stabilisez le capteur au sol en appuyant sur [Enter]. Pour une identification sûre de la cible vous pouvez changer le niveau de zoom du capteur en appuyant sur [+ ] et [-].

### Étape 2

Pour verrouiller une cible, vous devez manuellement définir une taille de cible spécifique (connue sous le nom de «base cible»). Par défaut, la taille de cible spécifique est de 10 mètres. Il est recommandé de suivre les valeurs de base des cibles suivantes :

- Infanterie et petites structures – 5 m.

- Voitures et véhicules blindés – 10 m.
- Avions tactiques et hélicoptères – 20 m.
- Avions de transport et bombardier stratégiques – 30–60 m.
- Immeubles – 20–60 m.
- Navires – 60 m.

Le système de visée «Shkval» se verrouillera sur l'objet le plus proche de la fenêtre d'acquisition qui a des dimensions à la taille de la cible. Si un objet incorrect est verrouillé, déplacez la fenêtre d'acquisition sur la cible correcte en utilisant les touches [;], [,], [.;], [/].

Quand la cible est verrouillée, un message de suivi automatique «AC» apparaît sur le moniteur TV

### Étape 3

Allumez le télémètre laser en pressant la touche [MajD - O]. La distance à la cible est indiquée sur l'échelle de portée affichée sur la VTH.

Quand la portée de tir maximale est atteinte et que le message «LA» apparaît, tirez l'arme en appuyant sur le bouton de largage de l'arme de votre joystick ou en pressant la touche [Espace] de votre clavier.

### Étape 4

Vérifiez si le missile a détruit la cible. Dans le cas contraire et si la distance le permet, tirez-en un autre. Souvenez-vous que vous le verrouillage de la cible doit être maintenu pendant tout le temps de vol du missile. S'il est interrompu avant que le missile n'atteigne sa cible, ce dernier la manquera certainement. Quand la cible est verrouillée, limitez vos manœuvres pour éviter que la cible se retrouve en dehors des limites de débattement du système de visée «Shkval».

### Étape 5

Éteindre le télémètre laser en appuyant sur la touche [MajD - O]. Rappelez-vous qu'il a une durée d'émission continue limitée de l'ordre d'une minute. Après cela, il a besoin de refroidir sans quoi il risque d'être endommagé. Pendant le refroidissement, la lampe verte clignote à 2 Hz. Quand le laser est suffisamment refroidi, la lampe s'éteint. Le temps de refroidissement est pratiquement égal au temps de fonctionnement et dépend des conditions de température environnantes.

Le «Vikhr» a des capacités limitées d'engagement contre les cibles aériennes lentes comme des hélicoptères et des appareils lents. L'engagement des cibles aériennes suit la même procédure que celle décrite précédemment ; Néanmoins, la portée contre une cible aérienne, spécialement dans une trajectoire de poursuite, diminue de façon significative. Utilisez le «Vikhr» contre des cibles aériennes à des distances inférieures à 3-5 km, en fonction de sa vitesse et de son angle d'aspect.

## Missiles à Guidage par Suivi de Faisceau Laser

Le Su-25T peut utiliser le missile à suivi de faisceau laser «Vikhr». Le «Vikhr» est un missile spécialisé anti tank (ATGM) spécifié pour détruire les unités mobiles blindées.

La procédure de largage de ces armes est la suivante :

**Étape 1**

Sélectionnez le mode air-sol en appuyant sur la touche [7]. Choisissez les ATGM en appuyant sur la touche [D], confirmez par la VTH. Pour détecter et identifier les cibles, vous devez allumer le système de visée TV «Shkval» en appuyant sur la touche [O], ou le système «Mercury» en appuyant sur [CtrlD - O]. Recherchez la cible en déplaçant la zone de balayage par les touches [;], [,], [., [/. Lors de l'acquisition de la cible, stabilisez le capteur au sol en appuyant sur [Enter]. Pour une identification sûre de la cible vous pouvez changer le niveau de zoom du capteur en appuyant sur [+] et [-].

**Étape 2**

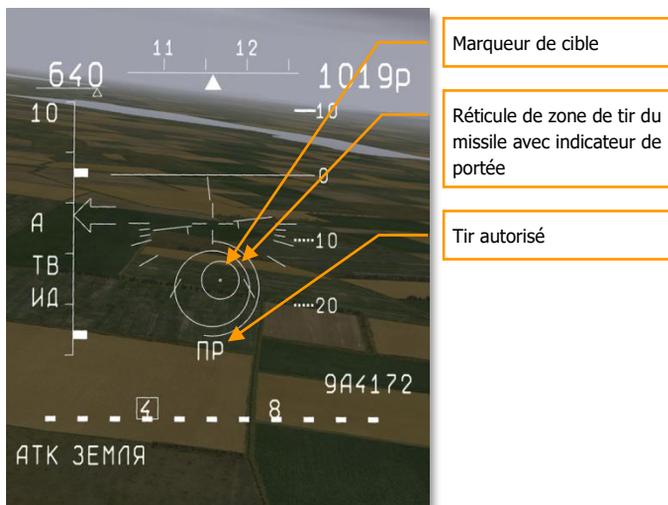
Pour verrouiller une cible, vous devez manuellement définir une taille de cible spécifique (connue sous le nom de «base cible»). Par défaut, la taille de cible spécifique est définie à 10m pour des cibles blindées.

Le système de visée «Shkval» se verrouillera sur l'objet le plus proche de la fenêtre d'acquisition qui a des dimensions à la taille de la cible. Si un objet incorrect est verrouillé, déplacez la fenêtre d'acquisition sur la cible correcte en utilisant les touches [;], [,], [., [/].

Quand la cible est verrouillée, un message de suivi automatique «AC» apparaît sur le moniteur TV

**Étape 3**

Allumez le télémètre laser en pressant la touche [MajD - O]. La distance à la cible est indiquée sur l'échelle de portée affichée sur la VTH.

**13-1 : Tir des ATGM**

Une fois la portée de tir maximale atteinte, manœuvrez l'appareil afin de positionner le marqueur de cible dans le réticule de zone de tir du missile. Une fois la visée effectuée, le symbole de la ligne de visée de la cible sera à l'intérieur du réticule de la zone de tir du missile.

Quand le message «LA» apparaît, larguez l'arme en appuyant sur le bouton de largage de l'arme de votre joystick ou en pressant la touche **[Espace]** de votre clavier.

#### Étape 4

Vérifiez si le missile a détruit la cible. Dans le cas contraire et si la distance le permet, tirez en un autre. Souvenez-vous que vous le verrouillage de la cible doit être maintenu pendant tout le temps de vol du missile. S'il est interrompu avant que le missile n'atteigne sa cible, ce dernier la manquera certainement.

Quand la cible est verrouillée, limitez vos manœuvres pour éviter que la cible se retrouve en dehors des limites de débattement du système de visée «Shkval». Éviter une vitesse angulaire élevée qui peut causer la perte du faisceau de guidage laser par le missile.

#### Étape 5

Éteindre le télémètre laser en appuyant sur la touche **[MajD - O]**. Rappelez-vous qu'il a une durée d'émission continue limitée de l'ordre d'une minute. Après cela, il a besoin de refroidir sans quoi il risque d'être endommagé. Pendant le refroidissement, la lampe verte clignote à 2 Hz. Quand le laser est suffisamment refroidi, la lampe s'éteint. Le temps de refroidissement est pratiquement égal au temps de fonctionnement et dépend des conditions de température environnantes.

Le «Vikhr» a des capacités limitées d'engagement contre les cibles aériennes lentes comme des hélicoptères et des appareils lents. L'engagement des cibles aériennes suit la même procédure que celle décrite précédemment ; Néanmoins, la portée contre une cible aérienne, spécialement dans une trajectoire de poursuite, diminue de façon significative. Utilisez le «Vikhr» contre des cibles aériennes à des distances inférieures à 3-5 km, en fonction de sa vitesse et de son angle d'aspect.

## Tir des Missiles Antiradar

Le Su-25T peut utiliser les missiles anti radiation Kh-25MPU et Kh-58 contre les radars au sol. Pour cibler ces armes, la nacelle de ciblage d'émetteur L-081 «Fantasmagoria» est emportée sous le ventre de l'appareil. Elle détecte les émissions électromagnétiques des radars de défense anti aérienne et dirige le missile sur les cibles désignées.

Le processus d'acquisition et de verrouillage est le suivant :

#### Étape 1

Sélectionnez le mode air sol en appuyant sur la touche **[7]**. Pour sélectionner le missile souhaité, faire défiler en utilisant la touche **[D]**. Confirmer l'arme sélectionnée sur la VTH.

#### Étape 2

Une fois un menace détectée au RWS, manœuvrez l'appareil de façon à voler vers l'émetteur de la menace et activer le pod du système de visée d'émetteur (ETS) en appuyant sur la touche **[I]**. L'ETS va détecter l'émetteur radar et le marqueur et index de la menace sera affiché sur le HUD.

Les types de menace et repères associés sont listés dans le tableau ci-dessous.

#### Étape 3

Déplacez le TDC sur le repère de la cible sur la VTH par les touches **[;], [,], [.]**, **[/]** puis appuyez sur la touche **[Entrée]** pour verrouiller la cible. Notez la distance sur l'échelle de portée de la VTH.

Quand la portée maximale de tir est atteinte et que le message «LA» apparaît, vous pouvez tirer le missile.

Les missiles anti-rayonnement (ARM) sont des armes «tire et oublie» et ne demandent pas à l'appareil un quelconque support une fois tirés. Une fois le missile lancé, vous pouvez vous occuper d'une autre tâche.

Pour survivre sur un champ de bataille moderne, vous devez connaître les différents systèmes SAM, leur niveau de danger, et attaquer le plus dangereux en premier. Par exemple : les systèmes SA-10C (S-300) ou Patriot sont les plus dangereux par rapport aux autres systèmes SAM et doivent être détruits à longue distance avec le Kh-58 ARM.

SAM ou Bateau	Désignation du radar	Repère HUD
Patriot	AN/MPQ-53	P
Hawk amélioré	AN/MPQ-50	H50
Hawk amélioré	AN/MPQ-46	H46
Roland	Radar de recherche Roland	G
Roland	Roland	R
SR 64N6E SA-10 S-300PS	Big Bird	BB
SR 5N66M SA-10 S-300PS	Clam Shell	CS
TR 30N6 SA-10 S-300PS	Flap Lid	FL
SR 9S18M1 SA-11 Buk	9S18M1	S11
STR 9S91 SA-6 Kub	1S91	SA6
9A33 SA-8 Osa	9A33	SA8
9A331 SA-15 Tor	9A331	S15
2S6 SA-19 Tunguska	2S6	S19
SR P-19 SA-3	Flat Face	FLF
TR SNR-125 SA-3	SNR-125	SA3
USS «Carl Vinson»	Sea Sparrow	SS
CG «Ticonderoga»	SM2	SM2
FFG «Oliver H. Perry»	SM2	SM2
Croiseur «Admiral Kuznetsov»	SA-N-9 Gauntlet	SN9
Frégate «Neustrashimy»	SA-N-9 Gauntlet	SN9
Complexe de missile «Moskva»	SA-N-6 Grumble	SN6

Bateau «Albatros»	SA-N-4	SA8
Croiseur «Rezky»	SA-N-4	SA8

## F-15C

Le F-15C est un chasseur «pur» optimisé pour la supériorité aérienne. Bien qu'il ait des capacités limitées d'utilisation d'armes air-sol, les escadrons de F-15C d'aujourd'hui ne s'entraînent pas avec ces armes et ne seront pas utilisés au combat.

### Armement Air / Air

#### AIM-120 AMRAAM

##### Étape 1

Désignez la cible avec le radar [1] en mode LRS [2] ou en sous-mode TWS [CtrlD - 1].

##### Étape 2

Placez le TDC sur le contact radar avec les touches [;], [,], [./], [/] et appuyez sur la touche [Enter] pour verrouiller la cible, le radar bascule automatiquement en mode STT.

En mode TWS il est possible de désigner jusqu'à 4 cibles simultanément. La première est la PDT et toutes les suivantes des SDT.

En combat à vue, le mode VISUAL [6] peut être utilisé.

##### Étape 3

Utilisez la zone de lancement dynamique (DLZ) sur le HUD et l'affichage de situation verticale (VSD) pour déterminer quand la cible est à portée (en mode VISUAL il n'y a pas de repères sur le VSD).

Lorsque la cible est dans la plage Rtr et que le repère de tir est affiché, appuyez sur le bouton de largage de votre joystick ou sur la touche [AltD - Espace] de votre clavier.

L'AIM-120 PEUT ÊTRE UTILISÉ EN MODE STT ET TWS. LE MODE TWS VOUS PERMET D'ENGAGER PLUSIEURS CIBLES SIMULTANÉMENT.

#### AIM-7 Sparrow

##### Étape 1

Désignez la cible avec le radar [1] en mode LRS [2] ou en sous-mode TWS [CtrlD - 1].

##### Étape 2

Placez le TDC sur le contact radar avec les touches [;], [,], [./], [/] et appuyez une fois sur la touche [Enter] en mode LRS ou deux fois en mode TWS pour verrouiller la cible, le radar bascule automatiquement en mode STT.

En combat à vue, le mode FLOOD [6] peut être utilisé et ne nécessite pas de verrouillage radar.

##### Étape 3

Utilisez la zone de lancement dynamique (DLZ) sur le HUD et l'affichage de situation verticale (VSD) pour déterminer quand la cible est à portée (en mode FLOOD il n'y a pas de repères sur le VSD).

Lorsque la cible est dans la plage Rtr et que le repère de tir est affiché, appuyez sur le bouton de largage de votre joystick ou sur la touche [AltD - Espace] de votre clavier.

POUR UTILISER L'AIM-7, LE RADAR DOIT ETRE EN MODE STT. EN COMBAT RAPPROCHE EN MODE FLOOD, LA CIBLE DOIT ETRE MAINTENU DANS LE RETICULE DURANT TOUT LE TEMPS DE VOL DU MISSILE.

## AIM-9 Sidewinder

### Étape 1

Désignez la cible au radar [1] en mode LRS [2] ou sous-mode TWS [CtrlD - I]. En combat rapproché, utilisez les modes de balayage VS [3] ou BORE [4].

### Étape 2

Placez le TDC sur le contact radar avec les touches [;], [,], [-], [/] et appuyez sur la touche [Enter] pour verrouiller la cible, le radar bascule automatiquement en mode STT.

En mode VS, manœuvrez l'avion pour placer la cible dans ou au-dessus des lignes verticales sur le HUD.

En mode BORE, manœuvrez l'avion pour placer la cible dans le réticule sur le HUD.

En mode ligne de visée, placez la cible dans le champ de vision de l'autodirecteur représenté par le réticule sur le HUD [6].

### Étape 3

Utilisez la zone de lancement dynamique sur le HUD et le VSD pour surveiller la distance de la cible. Notez que le mode ligne de visée ne fournit aucune information de distance de la cible. Une tonalité aiguë sera émise lorsque l'autodirecteur sera verrouillé sur la cible.

Lorsque la cible est dans la plage Rtr et que le repère de tir est affiché, appuyez sur le bouton de largage de votre joystick ou sur la touche [AltD - Espace] de votre clavier.

LE RADAR ET LE MODE LIGNE DE VISEE PEUVENT ETRE UTILISES POUR DESIGNER UNE CIBLE A L'AIM-9, CEPENDANT, UN VERROUILLAGE VALIDE DE L'AUTODIRECTEUR EST NECESSAIRE POUR QUE LE MISSILE PUISSE SUIVRE LA CIBLE. ATTENDRE LA TONALITE AIGUÉ AVANT LE LANCEMENT.

## Canon M-61

### Étape 1

Désignez la cible avec le radar [1] dans LRS [2] ou le sous-mode TWS [CtrlD - I]. En mode de combat rapproché, utilisez les modes de balayage VS [3] ou BORE [4]. Vous pouvez sélectionner le mode automatique du canon.

### Étape 2

En mode VS, manœuvrez l'avion pour placer la cible dans ou au-dessus des lignes verticales sur le HUD.

En mode BORE, manœuvrez l'avion pour placer la cible dans le réticule sur le HUD.

En mode ligne de visée, placez la cible dans le champ de vision de l'autodirecteur représenté par le réticule sur le HUD [6].

En mode canon automatique, placez le réticule fixe du canon sur la cible.

### Étape 3

Si ce n'est pas déjà fait, choisissez le canon en appuyant sur la touche [C], cela active le viseur GDS et place le radar en mode STT.

Lorsque la cible est dans le viseur GDS, faites feu en appuyant sur la détente sur votre joystick, ou appuyez sur la touche [Espace] de votre clavier.

Le canon peut être utilisé sans verrouillage radar, mais est beaucoup moins précis.

# A-10A

## Armement Air / Air

Le A-10A a des capacités limitées en combat air-air. S'il y est obligé, le missile à courte portée AIM-9 et le canon interne GAU-8A sont disponibles.

### AIM-9 Sidewinder

Il n'y a pas de radar sur le A-10A, il doit donc acquérir ses cibles aériennes visuellement. Le verrouillage de cible ne peut être fait qu'en mode BORE via l'autodirecteur infrarouge de l'AIM-9.

#### Étape 1

Identifiez visuellement la cible.

#### Étape 2

En mode BORE, manœuvrez l'avion pour placer la cible dans le réticule de l'autodirecteur de l'AIM-9 sur la VTH

#### Étape 3

Attendez que l'autodirecteur du missile se verrouille, indiqué par le ton aigu. La plage de verrouillage dépend de la signature IR de la cible et peut varier de 0,1 à 10 milles. Lorsque la cible est entourée par le réticule et que la tonalité de verrouillage valide retentit, tirez le missile en appuyant sur le bouton de tir de votre manette de jeu ou sur la touche **[AltD - Espace]** de votre clavier.

MAINTENIR UN VERROUILLAGE AIM-9 STABLE AVANT LE TIR.

## Utilisation du canon interne en mode air-air

#### Étape 1

Identifiez visuellement la cible.

#### Étape 2

Sélectionnez le mode air-air par la touche **[6]**. L'entonnoir canon et le réticule de l'autodirecteur AIM-9 seront visibles sur la VTH.

#### Étape 3

Manœuvrez l'appareil pour placer la cible à l'intérieur de l'entonnoir avec l'extrémité des ailes touchant ses limites. Appuyez sur le bouton tir de votre manette de jeu ou sur la barre **[Espace]** de votre clavier pour tirer.

La portée efficace de tir est généralement inférieure à 800 mètres. Pour une meilleure précision, essayez de manœuvrer dans le même plan que la cible. L'entonnoir est le plus précis lorsqu'il est utilisé depuis l'arrière de la cible.

## Armements Air / Sol

Le A-10A est conçu pour frapper les cibles au sol avec précision, y compris les blindés mobiles. Son arsenal comprend les bombes à usage général, les missiles AGM-65 Maverick, les roquettes et le canon GAU-8A Avenger de 30 mm.

### Bombardement en Mode CCIP

L'A-10A peut transporter plusieurs types de bombes à chute libre, y compris les bombes à usage général Mk-82 et Mk-84 et la bombe à sous munitions MK20 «Rockeye».

#### Étape 1

Identifiez visuellement la cible.

#### Étape 2

Sélectionnez le mode air-sol en appuyant sur la touche [7]. Sélectionnez le type de bombe par la touche [D]. Confirmez le type de bombe choisie sur la VTH et sur le WCP. Entrez en piqué à plat vers un point un peu au-delà de la cible.

#### Étape 3

Lorsque le repère CCIP est sur la cible, larguez la (les) bombe(s) en appuyant sur la touche de largage de votre manette de jeu ou sur la touche [AltD - Espace] de votre clavier.

AVANT LE LARGAGE, ENTREZ EN PIQUE A PLAT VERS UN POINT UN PEU AU-DELA DE VOTRE CIBLE. TOUT ECART DANS LES MOUVEMENTS DE ROULIS, DE TANGAGE OU DE LACET ET LES CHANGEMENTS SIGNIFICATIFS DE VITESSE ENTRAINERONT DES ERREURS D'IMPACTS DE LA BOMBE

### Bombardement en Mode CCRP

#### Étape 1

Identifiez visuellement la cible.

#### Étape 2

Sélectionnez le mode air-sol en appuyant sur la touche [7]. Sélectionnez le type de bombe par la touche [D]. Confirmez le type de bombe choisie sur la VTH et sur le WCP.

#### Étape 3

Placez le cercle en pointillé sur la cible par les touches [;], [.,] [,], [/.]. Appuyez sur la touche [Enter] pour verrouiller ce point au sol. Le TDC apparaît sur la zone cible désignée.

#### Étape 4

Sélectionnez le mode CCRP en appuyant sur la touche [O] et le TDC sera placé en haut du HUD. Alignez le TDC avec la ligne de chute de la bombe et laissez le descendre sur la ligne de chute de la bombe. Lorsqu'il atteint le repère de la bombe, la ou les bombes seront larguées automatiquement.

Plus le TDC est proche de la ligne de chute de la bombe, plus votre passe de bombardement sera précise.

### Étape 5

Couper le mode CCRP en appuyant sur la touche [O].

## Roquettes et Canon GAU-8A

### Étape 1

Identifiez visuellement la cible.

### Étape 2

Sélectionnez le mode air-sol en appuyant sur la touche [7]. Choisissez les roquettes avec la touche [D] ou le canon avec la touche [C]. Vérifiez sur la VTH que l'armement correct est sélectionné. Effectuez un léger piqué à plat vers la cible.

### Étape 3

Lorsque la cible se trouve sous le repère de visée roquette ou canon, tirez en appuyant sur le bouton de tir de votre manette de jeu ou sur la touche [Espace] de votre clavier.

Le A-10A peut utiliser le canon dans n'importe quel sous-mode air-sol. Une petite croix de visée est située au sommet de la VTH. À une distance supérieure à 2,5 milles, cette croix est rayée par un symbole «X». À une distance inférieure à 2,5 milles, la distance du sol est affichée sous la croix.

## Missiles AGM-65

### Étape 1

Identifiez visuellement la zone cible. Sélectionnez le mode air-sol en appuyant sur la touche [7]. Sélectionnez l'AGM-65K ou l'AGM-65D en cyclant avec la touche [D]. L'image vue par l'autodirecteur du missile apparaît sur le moniteur TV.

### Étape 2

Placez le réticule de visée de la VTH sur la zone cible et appuyez sur la touche [Entrée]. L'autodirecteur du missile se stabilisera alors sur ce point au sol. À l'aide du Mon.TV, vous pouvez affiner votre ciblage et placer le point de centrage de l'autodirecteur du missile sur la cible. Sur l'AGM-65D, l'autodirecteur a deux niveaux de grossissement, 3x et 6x. Vous pouvez basculer entre ces deux niveaux par la touche [+]. Une fois que l'autodirecteur détecte un contraste suffisant entre la cible et son arrière-plan, il va «capturer» la cible et la verrouiller. Si une cible incorrecte a été verrouillée, vous pouvez déplacer le point de visée par les touches [;], [,], [-], [/].

### Étape 3

Maintenez la cible verrouillée dans les limites du cardan de l'autodirecteur,  $\pm 30$  degrés par rapport à l'axe longitudinal de l'avion. Tirez le missile lorsque la cible entre dans la plage de lancement autorisée et que la croix de ciblage commence à clignoter.

L'AUTODIRECTEUR DE L'AGM-65 DOIT SE VERROUILLER SUR UNE CIBLE AVANT LE LANCEMENT POUR L'ATTEINDRE.



15

---

SUPPLÉMENTS

# SUPPLÉMENTS

## Liste d'acronymes

AAA	Anti-Aircraft Artillery (Artillerie antiaérienne)
AC	Alternating Current (Courant Alternatif)
ADF	Automatic Direction Finder (Indicateur Automatique de Direction)
ADI	Horizon Artificiel
AF	Airfield (Aérodrome)
AGL	Above Ground Level (Au dessus du Niveau du Sol)
AH	Attack Helicopter (Hélicoptère d'Attaque)
ALT	Altitude
AMMS	Advanced Moving Map System (Système Avancé de Carte Mobile)
AOA	Angle Of Attack (Angle d'Attaque = Incidence)
AP	Autopilot (Pilote Automatique)
AP	Armor Piercing (Anti Blindage)
APU	Auxiliary Power Unit (Générateur Électrique Auxiliaire)
ASL	Above Sea Level (Au dessus du Niveau moyen de la Mer)
ATC	Air Traffic Control (Contrôle du Trafic Aérien)
ATGM	Anti-Tank Guided Missile (Missile Guidé Antichar)
BIT	Built In Test (Autotest)
BP	Battle Position (Position de Combat)
CAM	Course Aerial (Trajectoire Air)
CAS	Calibrated Air Speed (Vitesse Calibrée)
CDU	Central Distribution Unit (Unité de Distribution Centrale)
CDM	Course Doppler
CG	Center of Gravity (Centre de Gravité)

DC	Direct Current (Courant Continu)
DCS	Digital Combat Simulator
DH	Desired Heading (Cap désiré)
DR	Drift Angle (Angle de Dérapage)
DST	Distance
DT	Desired Track (Route désirée)
DTA	Desired Track Angle (Angle de Route Désiré)
EDP	Engine Dust Protectors (Protections Anti Poussière de Moteur)
EEG	Electronic Engine Governor (Commande Électronique de Moteur)
EGT	Exhaust Gas Temperature (Température des Gaz d'Échappement)
EO	Electro Optical (Électro-Optique)
ETA	Estimated Time of Arrival (HEA : Heure Estimée d'Arrivée)
ETP	Estimated Touchdown Point (Point Estimé de Toucher)
FAC	Forward Air Controller (Contrôleur Aérien Avancé)
FARP	Forward Arming and Refueling Point (Point de Réarmement et de Ravitaillement Avancé)
FEBA	Forward Edge of Battle (Ligne de Front)
FOV	Field Of View (Champ de Vision)
FPL	Flight Plan (Plan de Vol)
FSK	Function Select Key (Touche de Sélection de Fonction)
GG	Gas Generator (Générateur de Gaz)
GNSS	Global Navigation Satellite System (Système de Navigation Globale par Satellite)
GS	Ground Speed (Vitesse Sol)
HDD	Head Down Display (Visualisateur Tête Basse)
HDG	Cap
HE	High Explosive (Hautement Explosif)
HMS	Helmet Mounted Sight (Viseur de Casque)

IDN	Indicateur de Situation Horizontale
VTH	Head Up Display (VTH: Visualisation Tête Haute)
IAF	Initial Approach Fix (Repère d'Approche Initiale)
IAS	Indicated Air Speed (Vitesse Indiquée)
IDM	Inertial Doppler (Doppler Inertiel)
IDS	Information Display System (Système d'Affichage des Informations)
IFF	Identify Friend or Foe (Indentification Ami ou Ennemi)
IFR	Instrument Flight Rules (Règles de Vol aux Instruments)
IFV	Infantry Fighting Vehicle (Véhicule de Combat d'Infanterie)
INU	Inertial Navigation Unit (Unité de Navigation Inertielle)
IWP	Initial Waypoint (Point Initial de Navigation)
LAT	Latitude
LLT	Linear Lead Turn
LONG	Longitude
LWR	Laser Warning Receiver (Récepteur d'Alerte Laser)
LWS	Laser Warning System (Système d'Alerte Laser)
MANPADS	Man-Portable Air Defense System (Système de Défense Antiaérienne Portatif)
ME	Éditeur de Mission
MILS	Abréviation de milliradian, unité de réglage des anciens systèmes de visée bombe/canon, exprimée en mils. Une mesure d'angle : 1 degré = 17,45 mils.
MRB	Magnetic NDB Bearing (Direction Magnétique NDB)
MWL	Master Warning Light (Voyant d'Alerte Principal)
NATO / OTAN	North Atlantic Treaty Organization (Organisation du Traité de l'Atlantique Nord)
NDB	Non Directional Beacon (Balise Non Directionnelle)
NVG	Night Vision Goggles (Jumelles de Vision Nocturne)

OEI	One Engine Inoperative (Un Moteur Inopérant)
PT	Free Turbine (Turbine Libre)
PNK	En Russe «ПНК» : Système de Vol et de Navigation
PrPNK	En Russe «ПрПНК» : Système de Ciblage, Vol et Navigation
RAIM	Receiver Autonomous Integrity Monitoring (Autosurveillance de l'Intégrité du Récepteur)
RALT	Altitude radar
RB	Radio Bearing (Direction Radioélectrique)
RMI	Radio Magnetic Indicator (Indicateur Radio-Magnétique)
RPM	Revolutions Per Minute (Tours Par Minute)
ROF	Rate Of Fire (Cadence de Tir)
RTB	Return To Base (Retour à la base)
SAI	Stand-by Attitude Indicator (Horizon Artificiel de Secours)
SAM	Surface-to-Air Missile (Missile Sol-Air)
STP	Steerpoint (Point de Virage)
TAS	Vitesse vraie
TCA	True Track Angle (Incidence Vraie)
TH	True Heading (Cap Vrai)
TOW	Takeoff Weight (Masse au Décollage)
TP	Target Point (Point Cible)
TV	Télévision
TVM	Télévision Monitor (Moniteur TV)
UHF	Ultra High Frequency (Ultra Haute Fréquence)
UTC	Coordinated Universal Time (Temps Coordonné Universel)
VHF	Very High Frequency (Très Haute Fréquence)

---

VFR	Visual Flight Rules (Règles de Vol à Vue)
VMU	Voice Message Unit (Unité de Synthèse Vocale)
VNAV	Vertical Navigation (Navigation Verticale)
VOR	VHF Omnidirectional Range (VHF à Portée Omnidirectionnelle)
VVI	Variomètre
WCS	Weapon Control System (Système de Contrôle de l'Armement)
WPT	Point de Navigation
XTE	Cross Track Error (Erreur latérale de route)

## Développeurs

### Équipe Eagle Dynamics

#### Gestion

Nick Grey	Directeur de projet, Directeur de The Fighter Collection
Igor Tishin	Responsable développement du projet, directeur d'Eagle Dynamics, Russie
Andrey Chizh	Producteur, Assistant de développement et gestionnaire de l'assurance qualité, documentation technique
Alexander Babichev	Gestionnaire de projets
Matt «Wags» Wagner	Producteur, documentation technique, conception de jeu
Jim «JimMack» MacKonochie	Producteur
Eugene «EvilBivol-1» Bivol	Producteur associé, gestionnaire communauté

#### Programmeurs

Dmitry Baikov	Système, multijoueurs
Ilya Belov	GUI, carte, commandes
Maxim Zelensky	AC, AI AC, dynamique de vol, modèle de dégâts
Ilya «Dmut» Levoshevich	Véhicules AI, navires, déclencheurs, installeur
Alexander Oikin	Avionique
Evgeny Pod'yachev	Plugins, système de construction
Alexey Smirnov	Effets, graphismes
Konstantin Stepanovich	Avionique, AI AC, armes, radio
Oleg «Olgerd» Tischenko	Avionique

Vladimir Feofanov  
Sergey «Klen» Chernov

Modèles de vol des appareils IA  
Missiles

## Concepteurs

Yury «SuperVasya» Bratukhin  
Alexander «Skylark» Drannikov  
Vlad «Stavr» Kuprin  
Stanislav «Acgaen» Kolesnikov  
Eugene «GK» Khizhnyak

AC, véhicules, armes  
GUI, AC  
Cockpit  
Cockpit, AC, armes  
AC, véhicules

## Assurance qualité

Valery «USSR\_Rik» Khomenok  
Sergey «Foreman» Gusakov

Chef testeur  
Testeur

## Support scientifique

Dmitry «Yo-Yo» Moskalenko

Modèles mathématiques de la dynamique, des systèmes et de la balistique

## IT et Support Client

Alexander «Tez» Sobol  
Dmitry Moshkov  
Ekaterina Perederko  
Konstantin «Const» Borovik

Support clients, WEB, forum  
Administrateur système et réseau  
Administrateur système et réseau, Web  
Administrateur système et réseau, Web, Forum

## Missions et Campagnes

Matt Wagner  
Eugene «EvilBivol-1» Bivol  
Roman «Dr.lex» Podvoisky  
Oleg «Dzen» Fedorenko

## Entraînement

Matt Wagner - enregistrements, voix enregistrées et vidéo

Andrey «AndreyA» Afinogenov - enregistrements

Alexander «PilotMi-8» Podvoisky - vidéo

## Équipe de testeurs

Alexander «asd1234» Amelin

Alexander «BillyCrusher» Bilievsky

Alexandr «karlsen» Kudrin

Anthony «Blaze» Echavarria

Chris «Ells228» Ellis

Christopher «Mustang» Wood

Daniel «EtherealN» Agorander

Darrell «AlphaOneSix» Swoap

Dmitry «Laivynas» Koseliov

Ed «Manawar» Green

Erich «ViperVJG73» Schwarz

Evan «Headspace» Hanau

Gavin «159th\_Viper» Torr

Gennadij «Marks» Tagiltsev

George «GGTharos» Lianeris

Grayson «graywo1fg» Frohberg

James «Eddie» Knight

Jeff «Grimes» Szorc

Jesus «mvsgas» Gastonrivera

John «Speed» Tatarchuk

Jon Espen «Panzertard» Carlsen

Kiko «ESA\_Mistr@L» Becerra

Matthew «44th\_Rooster» Sartin

Nick «BlueRidgeDX» Landolfi  
Nikolay «AGM» Borisov  
Paul «paulrkii» Kempton  
Peter «Weta43» McAllister  
Phil «Druid» Phillips  
Roberto Seoane «Vibora» Penas  
Stephen «Nate--IRL—» Barrett  
Steve «Steve Davies» Davies  
Steve «joyride» Tuttle  
Timothy «WarriorX» Westmore  
Vadim «zetetic» Vyveritsa  
Valera «dragony» Manasyan  
Vladimir «\_Foxbat\_» Anguladze  
Vladimir «lester» Ivanov  
Werner «derelor» Siedenburg  
Zachary «Luckybob9» Sesar  
Andrea «FCS\_Heater» Papaleo

## Traduction Française

Clément «Azrayen» Bakès  
Gaëtan «Cameleon33» Delaporte  
Guillaume «BadCRC» Gaillet  
Quentin «Quent» Guesdon  
Maxime «Boulling» Ivain  
Jean-Christophe «Jo\_le\_trembleur» Jourdan  
Marc «Marsupilami» Michault  
Bruno «caramel» Pelfort  
Erwan «Erforce» Quelmé