

CHAPITRE 8

CONNAISSANCES DE BASE

Le combat aérien est une tâche compliquée; les pilotes militaires suivent des années de formation et d'entraînement avant d'avoir la possibilité de combattre pour leur pays. Le combat aérien simulé n'est pas aussi compliqué, mais une bonne compréhension des bases du vol et du combat aérien est requise pour s'assurer de la victoire.

8.001 Vitesse indiquée et vitesse vraie

Toutes les vitesses ne sont pas égales. La densité de l'air à basse altitude augmente la portance de l'aile et freine le mouvement de l'avion. La fine couche d'air en haute altitude réduit la portance de l'aile mais laisse l'avion se mouvoir plus facilement. Résultat, un avion se déplaçant à une vitesse constante de 350 noeuds (Kts) a des performances et des caractéristiques de vol différentes au niveau de la mer et à une altitude de 40000 ft. Cette vitesse est appelée 'vitesse vraie' (TAS: true airspeed).

La plupart des nouveaux avions ajuste l'affichage de la vitesse en prenant en compte l'altitude. Cette 'vitesse indiquée' (IAS: indicated airspeed) est celle qui serait obtenue au niveau de la mer. Par exemple, un avion volant à 350 Kts IAS à 5000' a les mêmes performances qu'en volant à 350 knots à 45'000 feet; bien que sa vitesse vraie (TAS) soit plus rapide à haute altitude. L'affichage de la « vitesse indiquée » (IAS) réduit la part de travail du pilote, minimisant les calculs de performance à mémoriser.

Certaines anémomètres affichent la 'vitesse vraie' (TAS); d'autres, la 'vitesse indiquée' (IAS). Vous devez toujours contrôler les informations de l'indicateur de vitesse avant chaque décollage.

8.002 Vecteur vitesse

Le vecteur vitesse est un indicateur extrêmement important, affiché sur le HUD de la plupart des chasseurs. Le vecteur vitesse indique la trajectoire de l'avion aux paramètres actuels. Par exemple, chaque fois que vous changez de trajectoire, l'inertie de l'avion fait que vous continuez dans la même direction jusqu'à ce que la force de vos moteurs dépasse la force d'inertie et établisse une nouvelle direction. Les avions tels que le MiG-29 ou Su-27 sont connus pour leurs fortes possibilités d'AOA, qui leur permettent d'avoir le nez pointant dans une direction tandis que l'avion vole dans une direction différente (dans une certaine mesure). Dans ce cas, le vecteur vitesse indique dans quelle direction va l'avion.

Le vecteur vitesse est très utile durant l'atterrissage. S'il vise avant la piste, c'est là que vous ferez un trou!

8.003 Angle d'attaque

Lorsque le vecteur vitesse n'est pas aligné dans l'axe de l'appareil, l'angle entre le flux d'air et l'axe de roulis (axe le plus long de l'avion) est appelé 'angle d'attaque' (AOA). Chaque fois que le pilote change d'assiette, (par un cabrer ou un piquer), l'AOA change. En vol en palier, réduire la puissance sans descendre oblige à augmenter l'AOA, parce que la réduction de la poussée réduit la portance, il faut alors compenser en relevant le nez de l'avion. Si on garde la même assiette, donc la même AOA, l'avion commence à descendre.

L'AOA et la vitesse ont un impact sur la portance (G-positif) générée par les ailes. Généralement, si l'aile ne décroche pas, l'augmentation d'AOA augmentera la portance. De même, plus de vitesse avec une AOA constante augmentera la portance. Malheureusement, ceci augmentera aussi la traînée générée par l'aile, donc l'avion commencera à ralentir doucement (à poussée constante). Perdre de la vitesse diminue la traînée et la portance, permettant de refaire une accélération.

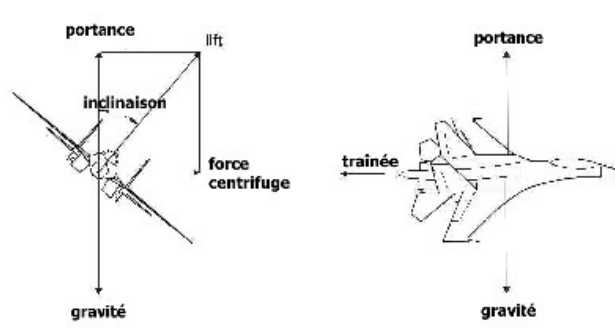
Un décrochage peut se produire à n'importe quelle altitude, vitesse ou assiette.

Augmenter l'AOA perturbe l'écoulement de l'air sur l'extrados de l'aile. Il arrive un moment où, l'AOA étant trop forte, l'aile décroche. Durant le décrochage, la réduction de l'écoulement de l'air (et sa turbulence) sur l'extrados de l'aile réduit sévèrement la quantité de portance produite. Un décrochage peut se produire à n'importe quelle altitude, vitesse ou assiette simplement en augmentant trop fortement l'AOA (cas typique d'une trop forte action au manche en ressource: l'avion, au lieu de remonter, continue tout droit). Un décrochage peut avoir des conséquences désastreuses en combat tournoyant, comme expliqué ci-dessous dans la section « Montée, taux de virage et rayon de virage ». Apprenez à éviter les décrochages en combat tournoyant. Si l'appareil glisse durant un décrochage, l'avion devient incontrôlable et dans la plupart des cas, part en vrille; certains avions sont enclins à d'autres types de vrilles, de tangages ou culbutes. Durant un décrochage, le pilote n'a plus le contrôle de l'avion et doit se focaliser sur la récupération de l'avion. Pour rétablir une vrille, réduire les gaz et appliquer du palonnier du côté opposé à la direction de la vrille. Souvent, pousser le manche vers l'avant aide aussi. Maintenir les commandes dans cette position jusqu'à ce que l'avion sorte de vrille et réponde de nouveau. Il est courant de perdre plusieurs milliers de pieds durant une vrille.

Pour rétablir une vrille: réduire la puissance moteur, appliquer du palonnier du côté opposé à la direction de la vrille. Pousser le manche vers l'avant. Maintenir jusqu'à ce que l'avion sorte de vrille.

8.004 Portance, taux et rayon taux de virage

Le vecteur de portance (la direction des G-positifs générés par les ailes) est perpendiculaire aux ailes. Tant que la portance est égale à la gravité, l'avion maintient son altitude. Incliner l'avion réduit la quantité de portance directement opposée à la gravité. Les performances de l'avion sont généralement décrites en termes de 'taux de virages' et 'rayon de virage', les deux dépendant de la vitesse de l'avion et de la portance ou des G-positifs produits. Le taux de virage mesure la vitesse à laquelle le nez de l'avion tourne autour d'un cercle, mesuré en degré par seconde ($^{\circ}/s$) (si l'avion pouvait tourner à plat sur lui-même, ce serait cette vitesse de rotation). Un fort taux de roulis signifie que l'avion peut faire un virage de 360° très rapidement. Le rayon de virage, comme le nom l'indique, mesure la taille du cercle décrit par l'avion. Le chasseur idéal possède à la fois un faible rayon de virage et un fort taux. (en clair, il parcourt très vite un tout petit cercle, virant 'dans un mouchoir de poche').



8.005 Corner speed (vitesse de meilleur virage)

L'augmentation de charge alaire (G) augmente les taux et rayon de virage. Augmenter la vitesse dégrade à la fois le taux et le rayon de virage. Souvenez-vous qu'augmenter la vitesse augmente la portance, donc on a un problème: plus on va vite, moins on peut virer, mais trop ralentir diminue trop la portance, on ne peut plus virer non plus. La solution est de maintenir la vitesse qui permet le meilleur compromis, apportant taux de virage, rayon de virage et portance.

La 'corner speed' (traduction française: vitesse de meilleur virage, pas pratique, on garde le terme anglais). La corner speed, donc, est la conjugaison des meilleurs taux et rayon de virage. Ce n'est pas nécessairement la vitesse du meilleur taux de virage ou du meilleur rayon de virage, c'est celle qui permet une valeur acceptable pour ces deux paramètres en même temps. Chaque avion, fonction de ses performances, configuration... a la sienne, généralement entre 300 et 400 noeuds.

Essayez de maintenir votre corner speed en combat tournoyant. Voler plus vite ou moins vite dégradera vos performances en virage, et l'autre aura le dessus sur vous.

8.006 Comparaisons entre virages soutenus et virages instantanés

La performance décrite par le virage instantané le plus fort d'un avion est celle qu'il réalise en y perdant toute son énergie. Généralement à la vitesse la plus faible générant quand même la meilleure portance, ce virage bref, aux G maximums, se paye par une énorme traînée qui ralentit fortement l'avion, lequel perd aussi sa portance.

Virer trop serré dégrade la vitesse et le taux de virage.

La performance décrite par un virage soutenu est celle qui permet aux moteurs de combler la perte de portance, l'avion restant équilibré dans son virage. Les taux sont bien loin de ceux d'un virage instantané, mais on peut le maintenir longtemps, en fait jusqu'à la panne sèche...

8.007 Gestion de l'énergie

La clé du combat rapproché est la gestion de l'énergie. Elle se présente sous deux formes: l'énergie cinétique (vitesse) et l'énergie potentielle (altitude). Comme on l'a vu, il faut de la vitesse pour produire de la portance, et la portance est nécessaire à un bon virage. Les moteurs ont une poussée limitée, cependant, et l'augmentation de traînée ralentit l'avion. Le but de la gestion d'énergie est de permettre un virage à corner speed à n'importe quel moment du combat.

Virer trop souvent ou trop fort gaspille l'énergie

Représentez-vous l'avion achetant ses manoeuvres avec de l'argent. Comme pour l'argent, il manque toujours de l'énergie. Une gestion attentive est nécessaire pour être sûr qu'il y a assez d'énergie pour 'acheter' la manoeuvre à effectuer. Dépenser trop d'énergie dans des virages serrés non nécessaires gaspille l'énergie. Et c'est comme l'argent, une fois dépensé, il n'y en a plus.

La vitesse, ou énergie cinétique, est la monnaie qui permet de créer instantanément de la portance et acheter les manoeuvres. L'altitude, énergie potentielle, est votre compte en banque, pouvant rapidement transformé en monnaie, en passant en piquer l'avion transforme rapidement l'altitude en vitesse.

Oubliez de gérer votre énergie, et vous serez rapidement à court de vitesse, d'altitude et d'idées!

En vol, la gestion d'énergie requiert de faire attention aux manoeuvres. Ne faites pas de virages à fort taux sans nécessité. Ne gaspillez pas l'altitude par des piquer inutiles. En combat tournoyant, maintenez votre corner speed. Si la vitesse chute trop, soulagez, rendez la main à votre avion, ce qui signifie lâchez la pression sur le manche, ce qui réduit l'AOA, qui réduira la charge, qui réduira la traînée et aidera les moteurs à maintenir la vitesse.

Laissez la main en réduisant les G ce qui diminuera la charge, la traînée, et permettra à l'avion d'accélérer.

CHAPITRE 9

FORMATION INITIALE

L'action de combat dure très peu du temps. La plus grande part du temps de vol sert aux phases de décollage, navigation vers la zone, retour, atterrissage.

Si vous vous perdez en allant vers la cible ou lors du retour, votre carrière de pilote de chasse risque d'être très courte.

9.001 Navigation avec le plateau de route (HSI)

Les jets modernes affichent dans le HUD d'excellentes aides à la navigation. Mais que se passe-t-il si celui-ci est en panne? Le plateau de route (HSI: horizontal situation display) fournit une solution de secours complète. Les HSI Russe et US diffèrent, mais donnent les mêmes informations:

- une aiguille pointant vers le prochain point tournant (WPT: waypoint)
- la distance restante vers ce point
- le cap actuellement suivi
- sur les avions US: une aiguille mesure la déviation entre la route à suivre et celle suivie
- sur les avions Russes: les aiguilles de l'ILS sont au centre, et une aiguille pointe vers la route prévue.

Le pointeur vers le prochain WPT indique la route directe pour le rejoindre depuis la position actuelle. Cependant, la navigation programmée avait peut-être prévu de contourner certaines zones où vous attendent SAM, et autres canons ennemis. Vous avez donc intérêt à rejoindre la route prévue, en utilisant d'abord les indications de déviation de route pour revenir dessus, et ensuite suivre le pointeur.

9.002 Atterrissages

C'est l'atterrissage qui distingue les bons pilotes des autres, car c'est la phase la plus critique du vol.

Le secret d'un bon atterrissage réside dans l'approche.

Au cours de l'approche, maintenez une AOA constante jusqu'au cabrer final pour le toucher des roues. L'index d'AOA, généralement situé près du HUD, présente une représentation graphique de votre incidence. Si le chevron haut s'allume, vous êtes trop

lent, donc trop cabré, l'AOA est trop forte. Si le chevron bas s'allume, vous êtes trop rapide, avec une assiette à plat, l'AOA est trop faible. Le 'donut' au centre (le cercle) confirme la bonne AOA.

Faites des corrections au manche douce et très petites.

Pendant l'approche, les actions aux commandes sont inversées. Normalement, les gaz servent à contrôler la vitesse, et le changement d'altitude se fait au manche. En approche, votre vitesse est constante, maintenue avec l'assiette (l'AOA), par des actions au manche. C'est avec les gaz que vous maintiendrez le plan de descente, faisant varier le taux de chute. Donc, commencez par établir la bonne AOA. Puis, si l'avion va trop vite, réduisez encore l'assiette: celà va réduire la vitesse, mais l'avion va avoir tendance à monter (dans un premier temps); inversement, si l'avion ralentit trop, poussez sur le manche, pour réaccélérer, mais l'avion va descendre plus vite. Dans le même temps, il faut donc compenser avec les gaz pour maintenir le plan.

Une aide précieuse consiste à placer le vecteur vitesse en bout de piste (pas en entrée). Puis ajustez la vitesse. Si vous maintenez les deux paramètres, l'avion pose tout seul. Il faut toujours être à la bonne vitesse, donc la bonne AOA, en approche. Voici les vitesses d'approche pour des avions à vide (donc légers):

Avion (lisse)	Vitesse d'approche finale	Vitesse au toucher
Su-25	280 km/h	210 km/h
Su-27	300 km/h	250 km/h
MiG-29A	280 km/h	235 km/h
F-15	125 Kts	115 Kts
A-10	120 Kts	110 Kts

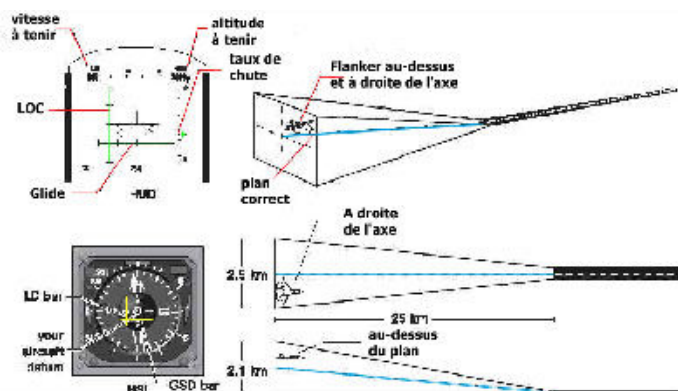
Si les volets volets ne sortent pas, augmenter la vitesse de 10Kts ou 15km/h. Si vous êtes chargé, augmentez la vitesse autant que nécessaire pour maintenir l'AOA

Dirigez-vous toujours vers le centre de la piste. Comme on dit, 'le trait blanc est pour le pilote, le reste pour les passagers'.

9.003 ILS: instrument landing system: atterrissage aux instruments

Les deux camps utilisent le même système d'atterrissage aux instruments (ILS). Il s'agit de deux aiguilles, qui permettent le maintien du plan de descente, sur le bon axe. La barre horizontale permet le maintien du plan, c'est le glideslope (glide). La barre verticale permet le maintien de l'axe d'approche, c'est le localizer (loc). Bien sûr, dès que vous déviez, l'aiguille

correspondante dévie aussi. Pour revenir sur l'axe ou le plan, il faut virer du côté de l'aiguille. Si l'aiguille du loc est à droite, virez à droite. Si le glide est bas, augmentez votre taux de chute. Attention: il faut de très petites corrections. Plus vous approchez du seuil de piste, plus les aiguilles sont sensibles.



9.004 Vent de travers

Les approches par vent de travers sont encore un peu plus compliquées. Le vent pousse l'avion hors de l'axe. Pour compenser, il faut mettre 'du nez dans le vent', c'est-à-dire virer un peu dans la direction d'où il vient pour compenser la dérive. Vous allez faire votre approche 'en crabe', mais les aiguilles de l'ILS ne le verront pas, elles indiquent votre trajectoire qui est correcte. Juste avant le toucher, remettre l'avion bien dans l'axe de piste, ailes à plat.

Une autre technique consiste à maintenir l'avion dans l'axe, mais mettre du pied dans le vent. Mettre du palonnier du côté du vent incline l'avion vers celui-ci, compensant la dérive. Vous faites l'approche non plus en crabe et 'à plat', mais dans l'axe et incliné. Ça peut être très inconfortable, voire carrément impossible si le vent latéral est trop fort.

Ne pas atterrir par vent latéral supérieur à 30 Kts

LES BASES DU COMBAT AERIEN

Considérations stratégiques et tactiques

La technologie moderne a complètement le champs de bataille, en moins d'un siècle. Les avions, en particulier, sont passés de la bicyclette volante au jet de combat en quelques décennies. Les industriels et les militaires aiment vanter la puissance de leurs montures, mais citent rarement leurs points faibles en public. En conséquence, les gens se font une opinion sur tel ou tel avion, alors que celui-ci est loin des performances imaginées.

La première raison pour laquelle les pilotes de simulateurs se font descendre est qu'ils n'utilisent pas leur appareil de la bonne manière. N'oubliez pas que l'ennemi a fait les mêmes progrès techniques que vous, en défense aérienne comme en appareils. Il est vrai que les jets actuels sont incomparablement plus puissants et performants que ceux de la dernière guerre mondiale, mais en même temps, la défense aérienne est aussi plus précise, plus puissante, efficace sur de bien plus longues portées. En bref, le champs de bataille n'a jamais été aussi dangereux que maintenant.

Compréhension des défenses adverses

Les défenses ennemies, spécialement les missiles sol-air et l'artillerie anti-aérienne, font partie intégrante du champs de bataille. Les liaisons de données numériques font que tous les sites communiquent et échangent leurs informations. Les pilotes doivent avoir une profonde connaissance (et respect) de ces systèmes, sous peine de se retrouver rapidement au bout de leur parachute, leur radio de survie leur couinant aux oreilles.

AAA: artillerie anti-aérienne

En général, l'artillerie anti-aérienne est efficace contre les cibles à basse altitude, elle sert à protéger les troupes en mouvement. Beaucoup d'armées possèdent plusieurs sortes de systèmes mobiles équipés de radar et systèmes de contrôle de tir, permettant un feu efficace même par mauvaises conditions météorologiques. A l'inverse, l'artillerie des navires sert à beaucoup de choses, et la défense contre avions n'est qu'une de leurs multiples fonctions.

Un obus anti-aérien est composé d'une charge explosive, d'une fusée d'impact et d'une fusée 'à temps', qui fait exploser l'obus après un temps de vol donné. Les cibles sont le plus souvent atteintes par les éclats produits par l'explosion de l'obus.

Les systèmes terrestres, comme le ZSU-23-4 Shilka (prononcer 'shil-ka') emploient des affûts à tubes multiples, sont tous terrains, et ont une cadence de tir élevée. Equipés de leur propre radar de tir, ces batteries autonomes ont souvent des visées infra-rouge et optiques, en plus du radar.

Pour atteindre les cibles volant à basse altitude, les navires utilisent des canons à usage général, aussi bien contre d'autres navires, les défenses côtières ou les avions. On peut diviser cette artillerie en trois catégories, les gros calibres (100 à 130mm), les calibres moyens (57 à 76mm) et les petits calibres (20 à 40mm). Tous ces canons ont un fort niveau d'automatisme pour la visée, le chargement et le tir. Les petits calibres anti-aériens automatiques sont très efficaces contre les avions à basse altitude et les missiles de croisière. Du fait que les missiles ont une portée minimum d'emploi (au-dessous de laquelle la cible est trop près pour être atteinte), l'artillerie AAA des navires a un fort pouvoir à courte distance. A la cadence de 1000 coups/mn, ils créent un mur d'acier pratiquement infranchissable. Les canons de 30mm ont une portée pratique de 5000m, mais la distance est moins importante que la densité du feu ainsi réalisé.

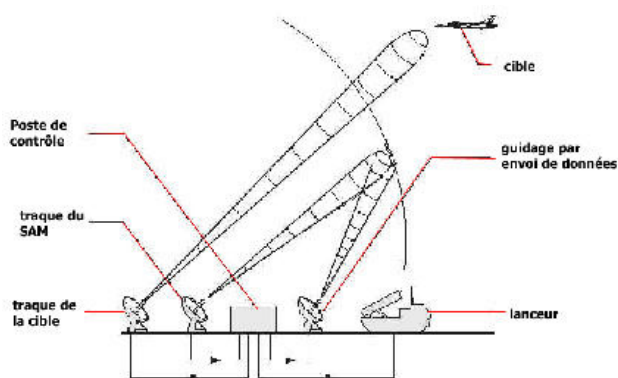
Missiles sol-air

Les missiles sol-air forment l'épine dorsale de la défense aérienne, intégrant tous les capteurs et tous les lanceurs dans un même réseau de données. Les missiles portables, (MANPADS: man portable air defense systems), ne sont pas là pour la figuration non plus.

Les éléments principaux d'un SAM (forme, guidage, fusée, tête militaire et moteur) sont semblables à ceux des missiles air-air. Certains comportent en plus des déflecteurs de jet pour augmenter leur manoeuvrabilité.

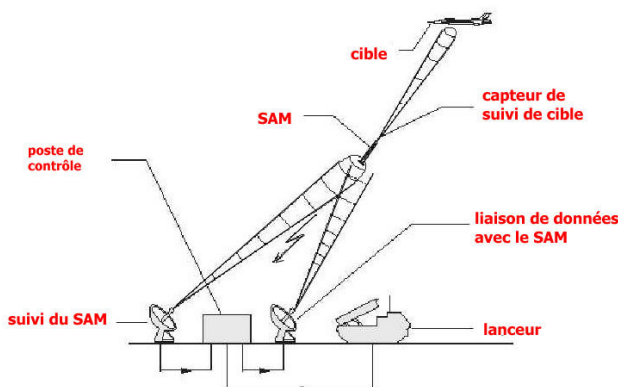
La trajectoire d'un SAM, de même que la conception d'un pilote automatique, est soumise aux méthodes de guidage employées. Le pilote automatique lui-même, ou aidé par une station au sol, recalculé en permanence les positions relatives du missile et de la cible, fournissant aux commandes de vol les ordres appropriés. Les moyens de guidage des SAM peuvent être rangés en:

commandé, guidage semi-actif, homing et combiné.



Guidage par commandes

Ce système est une radio-commande classique. Pendant son vol, le missile reçoit les ordres du sol, qui suit les trajectoires des deux mobiles et donne au missile les corrections de trajectoire. Quand un SAM est guidé par le sol, c'est celle-ci qui calcule les trajectoires. Elle encode ses instructions et les transmet par radio (qui est susceptible de brouillage). L'équipement de bord du missile décode les ordres et les transmet aux gouvernes. Ce genre de guidage est utilisé à courte et moyenne portée

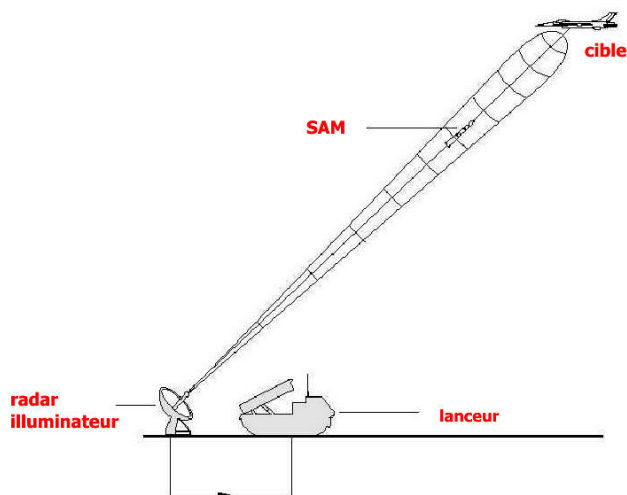


(par exemple SA-15 et SA-8), car la précision diminue avec l'augmentation de distance. Si le SAM est capable de suivre détecter la cible, il mesure les paramètres, les envoie au sol par radio. Le sol connaît les coordonnées du SAM et ceux de l'avion, et renvoie un ordre de correction au SAM. Les SAM à longue portée, comme le S-300 (SA-10B Grumble) utilisent ce système pendant la croisière.

Guidage semi-actif

Ce guidage ressemble un peu au précédent, mais fonctionne différemment. Le radar au sol maintient son faisceau sur la cible, et le missile se débrouille pour rester centré sur ce faisceau, sans ordre venant du sol. Ce système fonctionne par toutes conditions d'éclairage et météorologiques.

L'inconvénient de la méthode est que le SAM doit manoeuvrer en permanence pour rester dans le faisceau, qui lui-même se déplace avec l'avion (d'autant plus que cet avion essaye d'échapper). A l'approche de la cible, le missile est en virage constant. L'utilisation de deux radars au sol, l'un pour suivre l'avion et l'autre pour guider le missile, permet une trajectoire plus harmonieuse. Les missiles de ce type ont un temps de réaction bien plus court que les missiles commandés par radio.



Homing

Le système de guidage le plus efficace contre une cible manoeuvrante est le homing, car le missile détecte la cible et la poursuit de lui-même. La station au sol ne guide pas le missile.

En homing actif, le SAM illumine la cible et se dirige vers l'écho en retour. En homing semi-actif, la station au sol illumine la cible, et le SAM se guide sur la réflexion des signaux. En homing passif, le SAM utilise les émissions de chaleur ou de lumière de la cible pour rallier dessus.

En général, le fonctionnement est le suivant: tant que le SAM est sur la rampe, il reçoit les informations sur la cible et sa tête est dirigée vers elle. Une fois en vol, il mesure l'écart avec les données initiales et se dirige de lui-même vers la cible.

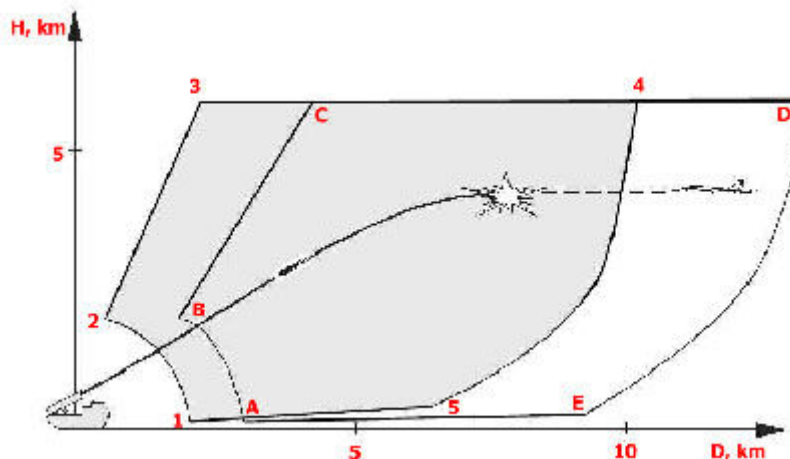
Guidage combiné

Comme le titre l'indique, certains SAM utilisent plusieurs moyens de guidage. C'est le cas du Kub (SA-6A Gainful). Ce système emploie une radio-commande dans la phase initiale, puis un homing en fin de trajectoire vers la cible, augmentant la précision considérablement.

Enveloppe de tir des SAM

À l'instar des missiles air-air, les SAM ont un domaine d'emploi spécifique. Tirer une cible qui se trouve au cœur du domaine assure un coup au but. L'enveloppe de tir varie en fonction de la distance, de la vitesse, de l'altitude et de l'angle d'aspect de la cible. Le diagramme montre que dans la surface délimitée par 1, 2, 3, 4 et 5 le missile peut être tiré. Notez que l'enveloppe de tir se déplace si l'avion est en rapprochement, pour devenir la surface a, b, c, d, e. Dans ce cas, le missile peut être tiré de plus loin, car l'avion fait une partie du chemin. Si le missile est tiré tardivement, (une fois que la cible a traversé la ligne abc), l'avion sera hors de l'enveloppe avant que le missile n'arrive.

Le coin supérieur droit de la courbe définit les limites énergétiques du SAM et de la qualité de son guidage. Cette limite en altitude et distance est calculée en fonction d'une certaine vitesse de la



cible, puisque la trajectoire de collision dépend des paramètres de celle-ci. La portée pratique du SAM dépend aussi de la faculté à repérer la cible, chacune d'elles ayant une surface équivalente radar, en fonction de sa forme, son envergure, ses matériaux. Si une cible ne peut être détectée que bien à l'intérieur de l'enveloppe de vol du missile, cela réduit d'autant la portée de ce dernier. Les SAM sont classés suivant leur portée:

- longue portée (> 100 km)
- moyenne portée (20 à 100 km)
- moyenne et courte portée (10 à 20 km)
- courte portée (< 10 km)

La limite basse de l'enveloppe de tir dépend de la capacité du radar à détecter les avions en basse altitude et de la capacité du SAM à voler bas sans percuter le sol. De plus, la fusée de proximité ne doit pas confondre le sol et la cible et exploser trop tôt. Plusieurs facteurs, comme la courbure de la terre, la réflexion des ondes sur le sol, les échos terrestres, limitent les possibilités de détection à basse altitude. La courbure de la terre limite la visée basse pour les SAM à moyenne et longue portée. En effet, l'antenne radar est au sol, et la limite basse de son faisceau est de 20m à 20km, et 150 m à 50km. Elle varie comme le carré de la distance. Cela veut dire qu'il est impossible de voir un avion volant à moins de 150m à 50km. Baisser encore le faisceau ne sert à rien, car les échos du sol brouillent alors complètement l'image.

De plus, à basse altitude, il est difficile pour le radar de séparer les cibles et les objets tels que les tours, les grues, les objets en mouvement. L'intensité de l'écho dépend de la forme, la matière, la surface de chacun d'eux. Ces échos parasites conduisent à des erreurs de calcul angulaire et de distance, réduisant la qualité du guidage, et même amenant à perdre le contact.

Pour orienter le SAM, la plupart des lanceurs ont une rampe mobile en direction et

élévation, comme des tourelles. Orienter le SAM avant son lancement évite d'avoir à commencer le vol par un virage, et donc permet de tirer de plus près. Certains SAM sont lancés verticalement, permettant ensuite un vol dans n'importe quelle direction.

La 'toile' de la défense

Les forces modernes relient leurs radars de surveillance avancés avec les radars de tir, par liaison numérique. Cela permet qu'un radar de recherche alimente en informations tous les autres utilisateurs de son réseau. En conséquence, un lanceur de SAM n'a plus besoin d'être au pied de son radar. Il peut être n'importe où, et particulièrement déjà en-dessous de vous alors que le radar de détection vous semble encore bien loin.

Utiliser les différents radars présents pour se 'repasser' le missile en vol devient une pratique courante. Aucun radar ne reste assez longtemps sur place pour que vous montiez un raid contre lui, et les relèvements sur votre RWR bougent constamment. Vous n'avez plus qu'à acquérir le SAM en visuel si vous voulez pouvoir l'éviter. Vous êtes tombé dans une véritable toile d'araignée anti-aérienne, le mieux est de vous échapper le plus vite possible.

Contrer les défenses ennemies

Pénétrer le maillage des défenses adverses est difficile. Les suggestions suivantes vont vous aider à surgir, tirer, et rentrer vivant à la maison.

Ne vous faites pas tirer

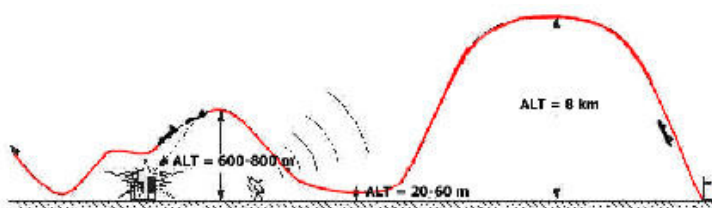
Cela semble évident, mais le meilleur moyen d'éviter un missile est qu'il ne quitte pas sa rampe de lancement. Les pilotes de chasse ont une aura de chevalier parcourant les cieux à la recherche d'un bon duel. Mais la réalité du jour est qu'ils sont plutôt comme des chats. Tueurs efficaces et puissants, ils commencent par s'approcher en silence et sans être vus avant d'espérer sauter sur la proie. Évitez les concentrations de défense ennemies autant que faire se peut. Préparez votre route en fonction des points faibles connus ou en passant par des zones déjà fortement matraquées.

D'autre part, ne sortez pas du plan de vol prévu. D'autres avions et forces au sol ont durement préparé votre couloir de pénétration. Si vous en sortez, vous vous jetez dans les mailles des SAMs c'est généralement fatal. Ceci est une faute très souvent commise par les pilotes de simulateurs.

Suppression des défenses aériennes adverses

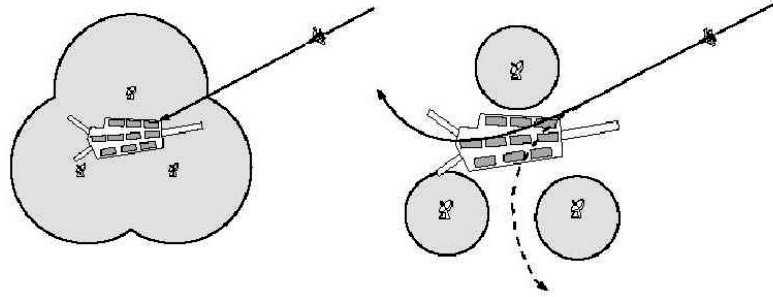
Le Su-27, à la forte envergure, n'est pas particulièrement furtif. Son pilote doit donc être malin et masquer sa présence à l'ennemi. Peut-être que la meilleure façon d'éviter les tirs ennemis est de tirer le premier. Cela veut dire détecter l'autre très tôt, s'approcher discrètement, tirer et se sauver à toute vitesse. En lançant un missile 'tir et oublie' comme le Kh-31p, le site SAM visé est obligé de couper son émission radar s'il veut survivre.

En termes de tactique air-sol, les raids doivent être accompagnés d'escorte SEAD (les wild weasel): au moins deux avions équipés en armes anti-radar.



Une telle arrivée brutale sur le terrain ne sera pas toujours possible. Il peut se faire qu'il n'y ait pas assez d'avions disponibles, que l'ennemi ait détruit les radars avancés amis.

Dans ce cas, utiliser le masque du terrain est le meilleur choix. Cela implique de voler à 30m/sol, utilisant toutes les collines et les vallées pour progresser discrètement. Tous les systèmes de



détection se servent d'une visée directe, et ne peuvent voir à travers le terrain. Un tel vol en rase-mottes est très efficace, mais aussi très dangereux. Le moindre écart de trajectoire ou d'attention, et c'est le crash. Autour des sites importants, l'ennemi n'aura pas oublié de positionner des armes AAA sur les routes les plus probables de pénétration en TBA, augmentant vos risques. Ce genre de vol n'échappera pas à la vue des AWACS modernes, mais vous aurez au moins évité la plupart des SAM et AAA.

Contre les canons anti-aériens (AAA)

Les batteries AAA ne peuvent généralement pas engager des cibles au-dessus de 1500m de hauteur. Ça ne veut pas dire qu'il faut voler à 1501m pour être tranquille! L'ennemi placera souvent ses pièces sur les collines ou les crêtes, augmentant leur portée verticale. Le meilleur moyen de les éviter est de monter au-dessus de leur enveloppe. Attention, ces AAA sont mortels, s'ils se dévoilent soudain devant vous:

- ne soyez pas prévisible. Toute trajectoire erratique aidera à faire décrocher leur radar de tir
- ne gaspillez pas votre énergie. Rappelez-vous: chaque virage serré vous fait perdre de la vitesse. Evoluez, mais ne ralentissez pas
- ne volez pas en virages stabilisés. Gigotez dans tous les sens tout en vous éloignant du site AAA. Et le pire, ne virez pas au-dessus.

Si vous n'êtes pas loin de son plafond, grimpez pleine PC. Ça vous posera deux problèmes, quand même: d'abord, vous allez être une cible resplendissante (comme un phare), ensuite en montant vous augmentez vos chances d'être détecté par d'autres radar ou avions.

Echapper aux missiles

Les missiles sont des opposants à la dent dure. Ils vont 2 à 3 fois plus vite que vous et peuvent encaisser 3 à 4 fois plus de G. De plus, ils sont très petits et difficiles à acquérir visuellement. Echapper à un missile dépend de plusieurs facteurs, comme le fait de le voir très tôt, ou le fait qu'il soit en limite de son enveloppe de tir. En fonction des circonstances, vous pouvez essayer plusieurs manoeuvres. Mais choisissez la mauvaise, et le missile vous suivra le restant de votre courte vie de pilote de simulateur. Heureusement (pour vous), les missiles obéissent aux mêmes lois aérodynamiques que l'avion qu'ils poursuivent. Bien qu'ils aient plus de puissance disponible, ils perdent aussi de la vitesse en virage, et leur rayon et taux de virage dépend aussi de leur énergie restante. Le but est donc de les obliger à virer jusqu'à ce qu'ils n'aient plus l'énergie de vous rattraper.

Alertes de lancement

Les alertes de départ missile peuvent venir de différentes sources. Ce peut être votre ailier qui a vu le départ et le signale par radio. Ce peut être votre RWR indiquant que vous êtes illuminé. Dans la plupart des cas, cependant, la meilleure information sur un missile en route vers vous vient de vos propres yeux. En territoire hostile, surveillez constamment le ciel et le sol, car des nuages de fumée indiquent un départ, et de longues traînées suivent la plupart des missiles dans leur combustion. Rappelez-vous qu'une fois la combustion terminée, le missile devient invisible, la détection précoce est donc primordiale. Les missiles à longue portée commencent par monter très haut, pour ensuite plonger vers la cible, surveillez donc les traînées irisées à haute altitude qui semblent se courber vers vous!

La connaissance est le pouvoir

Votre première arme est votre connaissance des possibilités de l'ennemi et de sa position. Par exemple, un AMRAAM américain a une portée de 45km à 5000m. Vous avez fait un balayage radar et êtes sûr que les seuls avions 'en vue' sont deux F-15 à 40km. Soudain, vous voyez la fumée de missiles en route vers vous. Comme vous savez qu'ils ont été tirés près de leur portée maximum, vous allez probablement pouvoir les semer. Faites un virage de 180° à la corner speed, puis soulagez à 1G et accélérez pleine PC en piquer à 30/45°.

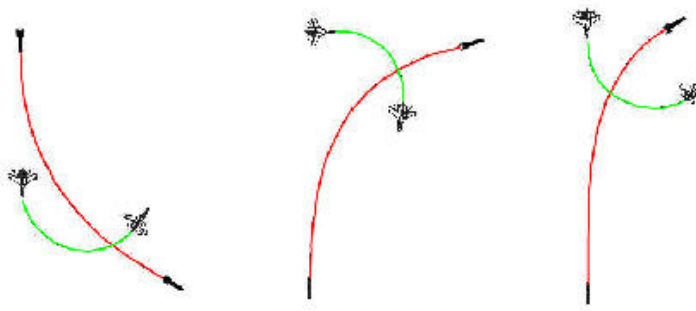
Le succès dépend d'abord de la vitesse à laquelle l'avion peut tourner (un chasseur lisse peut tirer 9G, mais un avion d'assaut chargé est limité à 5G), et de sa capacité d'accélération en sortie de virage. Si vous êtes au courant du départ missile assez tôt, vous avez une bonne chance de le semer. Si vous le percevez tardivement ou si le lanceur retient son tir jusqu'à être bien dans l'enveloppe de tir, cette méthode échouera.

Suivre l'aspect d'un missile

Les missiles modernes volent plutôt en prédiction de trajectoire qu'en poursuite pure. Cela veut dire que chaque fois que la cible change de trajectoire, le missile change la sienne. Un missile en poursuite lead (prédiction de trajectoire) va essayer de maintenir un angle constant vers la cible, vous allez donc le voir garder la même position sur votre verrière. Un missile en poursuite pure va au contraire sembler glisser vers l'arrière. De manière générale, si le missile semble en position stationnaire tout en grossissant, c'est qu'il vous tient bien. Si le missile semble se déplacer rapidement sur votre verrière, il va probablement vous manquer..... ou alors il vise quelqu'un d'autre.

Si un missile semble stationnaire sur votre verrière, tout en grossissant, il est pour vous. S'il se déplace rapidement sur votre verrière, il ne vous aura certainement pas.

Du fait que le missile, comme l'avion, perd de l'énergie en manoeuvrant, vous allez essayer de le faire virer le plus possible. Plus vous manoeuvrez, plus le missile doit s'ajuster et 'se fatiguer'. Cela l'oblige à virer constamment, perdant son énergie.



Commencez par le 'latéraliser', le 'traverser' (mots nouveaux). Il faut virer à corner

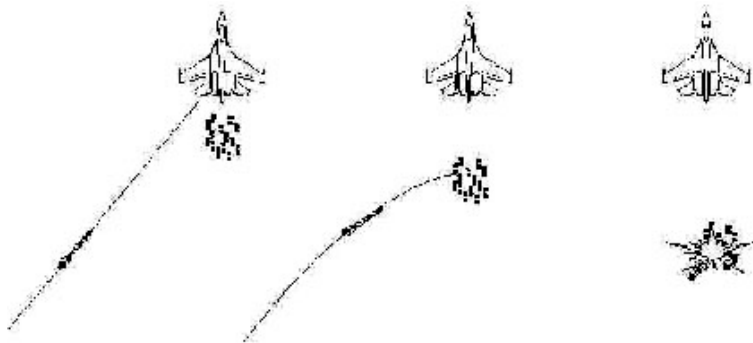
speed vers lui, et le placer en bout d'aile, exactement par votre travers, sur la ligne des 3h/9h. Une fois en bout d'aile, garder juste assez de virage pour le maintenir dans cette position. Le missile a un champs de vision limité, comme le faisceau d'une lampe-torche. Si vous maintenez un virage à 9G exactement au centre de ce faisceau, le missile va faire un trou dans votre avion.

Pour éviter çà, il faut se placer juste au bord du faisceau, la limite mécanique de vision du missile, en traversant ce champs de vision le plus vite possible. Vous l'obligez alors à faire une correction maximum. Dans le meilleur des cas, vous sortez de son champs de vision, dans le pire des cas il perd son énergie à vue d'oeil. Un deuxième avantage de cette position en bout d'aile est que votre sortie réacteur est masquée pour un capteur infra-rouge. Un radar Doppler aura aussi quelques problèmes.... de toutes façons, souvenez-vous que c'est le missile, que vous 'latéralisez', pas le lanceur.

Comme pour notre lampe de poche, le champs de vision du missile s'élargit avec la distance. Donc, à longue distance, ne serrez pas trop votre virage. Quand le missile se rapproche, augmentez la charge autant que nécessaire pour le maintenir en bout d'aile.

Si le missile semble avancer, vous virez trop et vous installez au centre de sa vision.

Si le missile ne corrige pas constamment son vol une fois que vous l'avez placé en bout d'aile, c'est qu'il est branché sur quelqu'un d'autre.



Pendant que vous y êtes,

n'oubliez pas de distribuer paillettes et fusées (chaff, flares) pendant le virage, surtout si le missile se rapproche. Si vous larguez trop tôt, le missile ne sera pas trompé. Chaque appui sur la touche 'Q' éjecte une fusée (contre les senseurs infra-rouges) et des paillettes (contre les radars) depuis le conteneur APP-50 situé à l'arrière. Le système largue les deux, car le pilote sait rarement quel type de tête chercheuse se rapproche. Ces leurres peuvent sembler plus attractifs au missile s'ils sont au centre de son champs de vision. Les missiles modernes sont cependant assez intelligents pour faire la différence entre un machin qui perd rapidement de la vitesse et votre avion qui continue.

Voler tout droit et casser la trajectoire à la dernière seconde avant l'impact du missile ne vous sauvera probablement pas. Quand le missile réalise qu'il va dépasser la cible, il explose et (fonction de son rayon d'expansion) va sérieusement abîmer votre avion. Au contraire, faites bouger le missile et donner lui généreusement paillettes et fusées pour s'occuper.

Ne volez pas dans vos propres leurres. Quoique qu'ils vont dériver, ils restent relativement stationnaires par rapport à votre vitesse. Si vous faites un virage complet, vous allez repasser dedans. Puisque vous essayez de semer le missile, mettez le plus de distance possible entre les leurres et vous. Si possible, coupez la PC. Les fusées en paraîtront d'autant plus brillantes au missile.

Contre-mesures

Les contre-mesures actives, appelées ECM (electronic counter measures) servent à semer la confusion en présentant au récepteur radar du missile de fausses informations. Elles essaient d'envoyer un signal, sur la bonne fréquence, qui va masquer l'écho de votre avion. Si le radar récepteur se rapproche trop, il arrivera un moment où le retour de son signal sera plus fort que celui émis par l'ECM.

Les ECM n'envoient pas les missiles se promener dans le grand bleu du ciel. En fait, ils augmentent la distance entre l'avion et le missile au moment de son explosion. Par ses faux signaux, l'ECM fait croire au missile qu'il est plus près de la cible qu'en réalité. En manipulant les fréquences en écho, les ECM créent une fausse dérive Doppler, qui perturbe le missile.

En conséquence, nous comprenons que l'équipement ECM doit être spécialisé. Il ne peut pas 'arroser' sur un large spectre de fréquences, il doit plutôt être programmé en fonction des signaux susceptibles d'être rencontrés au cours d'une mission donnée. Les ECM dépendent donc des renseignements recueillis précédemment, qui permettront de contrer une menace connue. Ils faudra plusieurs pods ECM s'il y a de multiples dangers à traiter ou à redouter.

Les contre-mesures ECM ont un inconvénient: elles annoncent votre présence à tout le monde autour. Imaginez quelqu'un, dans une salle de réunion, qui commencerait à crier. Ces cris empêchent les autres de communiquer entre eux, mais tout le monde se retourne vers le crieur. De même, les ECM saturent l'environnement mais vous ne passez pas inaperçu.

Le Flanker emporte en interne une unité ECM contre les radars aéroportés et terrestres. Le statut du système est indiqué par l'AG sur la planche de bord. L'avion peut aussi emporter un pod Sorbtsiya-S (très similaire à l'AN/ALQ-135 US), qui occupe deux points d'emport en bouts d'ailes. Il peut détecter et reconnaître la source du signal et brouiller sa fréquence. Si le radar ennemi fait silence, le système ECM se tait également dans l'instant.

La totale

En général, une action isolée (manoeuvre, ou leurres, ou ECM) n'est pas suffisante pour contrer à 100% un missile en route vers vous. La combinaison appropriée de manoeuvres, de largages de leurres au bon moment et de brouillage présente quand même au missile une formidable barrière à franchir. La clé de la survie est la détection précoce. Plus vous le voyez tôt, plus vous avez de temps pour vous en débarrasser.

Tactiques air-air

Le Su-27 a été conçu comme un avion de supériorité aérienne. En dépit de l'ajout de possibilités air-sol (surtout sur le Su-33), la mission air-air reste primordiale pour le Flanker. Le but principal d'une interception n'est pas de laisser la situation se dégrader au point d'en venir au combat rapproché. Spécialement pour le Flanker, il faut engager l'ennemi au plus loin, avant qu'il ne contre-attaque. Idéalement, l'avion adverse est détruit, mais l'obliger à annuler sa mission est souvent suffisant. En termes militaires, c'est une 'mission kill' (on a tué la mission).

A la recherche de cibles

Le Su-27 emporte un radar puissant, mais qui ne peut traquer d'une cible à la fois. Le Su-33 peut donner des solutions de tir sur deux cibles en même temps. Idéalement, les missions d'interception à longue distance devraient inclure un AWACS. Les données

AWACS étant transmises par liaison numérique au Flanker, celui-ci voit les ennemis sur son MFD sans allumer le radar. De ce fait, les chances de le repérer sont réduites (souvenez-vous qu'un ennemi peut recevoir vos signaux radar deux fois plus loin que vous ne pouvez le détecter). Utilisez l'AWACS pour tendre une embuscade à l'ennemi. Si l'AWACS n'est pas disponible, il faudra que les avions de la mission s'éclaircissent eux-mêmes. Gardant en mémoire les limitations de votre cône radar, il faudra répartir les secteurs de recherche entre les appareils. Deux avions volant aile dans aile en verront moins que s'ils sont écartés. La séparation horizontale augmente la largeur scrutée, et la séparation verticale augmente la hauteur.

Une large séparation latérale et verticale complique la tâche de la formation adverse. Les chasseurs ennemis ont eux aussi des limitations de cône de recherche. Par une séparation importante, plusieurs avions peuvent rester indétectés. Ceux-ci peuvent alors manoeuvrer pour tomber sur le flanc ou l'arrière de l'ennemi, pendant que celui-ci se focalise sur les seuls avions détectés.

Si vous devez conduire vous-même votre recherche à longue distance, n'oubliez pas que la surface équivalente radar d'un appareil détermine la distance de détection. Les bombardiers seront vus de bien plus loin que les avions tactiques. Le sol masquera généralement les avions à basse altitude, qui ne seront acquis que tardivement.

Manoeuvres

Quoi que le but soit de tirer les missiles à longue distance, le combat tournoyant est souvent inévitable.

Le combat tournoyant n'est pas un jeu d'échec. On ne fait pas telle manoeuvre pour contrer telle autre. Le combat aérien est fluide, dynamique, fait de constantes évolutions et changements. Plutôt que penser "il engage un split-S, donc je fais un yoyo haut", pensez à pointer le nez de votre avion le plus rapidement possible face à lui, de manière à pouvoir tirer. La manoeuvre appropriée vient alors d'elle-même.

Le break (virage serré)

La manoeuvre de base est un virage serré. Le pilote vire le plus possible, aux G maximums, pour augmenter l'angle d'aspect qu'il présente et ruiner la solution de tir du poursuivant. D'une manière générale, un break est un virage à charge maximum. En tant qu'attaquant, si l'autre exécute un break, vous serez certainement amené à faire un yoyo haut pour ne pas le dépasser (overshoot).

Yoyo haut

Un yoyo haut utilise une trajectoire relativement courte hors du plan de manoeuvre de l'avion suivi, pour réduire le taux de rapprochement et l'angle d'aspect de la cible. Le yoyo haut est réalisé par un tonneau montant légèrement au-dessus de la cible, maintenu un moment, puis redescende en poussant le nez de l'avion vers la cible. Le yoyo haut augmente la distance et réduit l'angle d'aspect, permettant de récupérer une solution de tir. Le temps à passer en montée au-dessus du plan d'évolution de la cible avant de redescendre vers elle détermine la hauteur du yoyo. D'une manière générale, il vaut mieux faire plusieurs petits yoyo et s'éloigner lentement, plutôt qu'une seule manoeuvre risquant d'être trop importante.

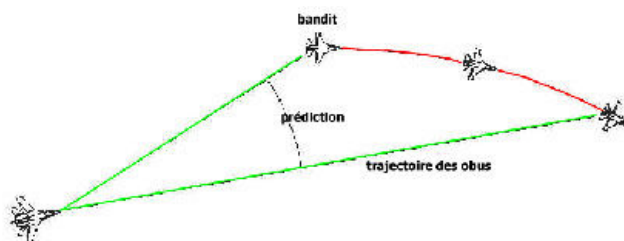
Si un adversaire derrière vous exécute un yoyo haut, surveillez attentivement le nez de son avion. Votre éloignement l'aide à trouver une position de tir. Quand son nez monte,

réduisez votre virage et accélérez, augmentant votre énergie. Quand son nez redescend et pointe vers vous, serrez le virage. Conservez votre énergie quand il ne vous vise pas, dépensez-la quand il pointe vers vous.

Tir canon air-air

Tirer depuis une plateforme mouvante sur une autre plateforme en manoeuvre évasive est tout sauf de la routine. D'abord, les obus mettent un temps fou à quitter le tube et à parcourir l'espace jusqu'à la cible, et plus elle est loin et plus il faudra de temps. Ensuite, pendant ce temps il ne vous aura pas attendu, et sera parti quand les obus arriveront. Donc le tireur doit prévoir, anticiper sur la cible, tirer là où elle sera quand les obus arriveront pour la découper. Pendant ce temps, la gravité aura agi sur les obus, les ramenant vers la terre. Plus ils vont loin et lentement, plus les obus tombent. Le tireur doit en tenir compte.

Et puis le tireur est aussi en mouvement. A la chasse de sa cible, il est certainement en virage. La trace des obus semble donc se courber vers l'extérieur du virage, car eux vont tout droit. Si tout se passe bien, le tireur voit vise devant la cible, tire et voit les traçantes décrire une courbe en interception avec la cible.



A partir de ce scénario, nous voyons que la distance à la cible est le paramètre le plus important en tir air-air. Plus la cible est loin, plus les obus doivent voyager. Le tireur doit alors anticiper d'autant plus, et en tenant compte de la gravité. Les pilotes de la dernière guerre (qui ne bénéficiaient pas de missiles guidés) disaient: ne pas tirer tant que l'ennemi ne bouche pas l'horizon. Plus vous êtes près, plus vous avez de chances de faire mouche.

Le tir canon air-air se résume en trois étapes:

- 1- suivez les ailes de la cible
- 2- précédez
- 3- tirez

Tir en poursuite contre tir instinctif

Un tir en poursuite se produit après une approche méthodique et relativement lente de la cible, suivie d'une position de tir stabilisée. Le tir instinctif, au contraire, profite d'un instant où l'ennemi passe dans le viseur, souvent de manière imprévue. Pas de temps pour y réfléchir, le tir instinctif a quelques chances de réussir s'il est réalisé à temps. Le tir d'opportunité est basé sur les réflexes, le tir en poursuite demande plus de finesse. Vous devez être dans le même plan d'évolution que la cible. Cela se définit par deux vecteurs: le vecteur vitesse (dans l'axe vers l'avant) et la portance (perpendiculaire aux ailes).

Un bon tireur, même s'il dispose d'un HUD moderne et d'un témoin de tir, doit quand même conduire une bonne prédiction de trajectoire, et manoeuvrer son avion au plus près de la cible augmentera grandement ses chances de succès.

Comment se placer sur le même plan d'évolution que la cible? En surveillant ses ailes. Mettez les vôtres parallèles, puis amenez assez d'avance dans la visée, sur la trajectoire, et la cible devrait entrer dans le flot de vos traçantes.