



Utilisation du radar

SU-27 / SU-33 / MIG-29

INDEX

1- Mode BVR : indications du HUD et du MFD.....	3
2- Utilisation et intérêt des fréquences radar (PRF).....	12
3- Recherche dans le plan vertical.....	14
4- Surface Equivalente Radar.....	20
5- Le mode TWS (T rack W hile S can).....	22
6- Le mode HOJ (H ome O n J amming).....	25
7- Le phénomène du lookdown.....	30
<i>Annexe</i>	33

Cette documentation a pour but de vous présenter de manière exhaustive le fonctionnement et l'utilisation des radars russes dans Lock On. Elle vous donnera également les quelques « tips » du mode BVR pour utiliser votre radar au mieux.

Avertissement habituel, cette documentation ne peut être utilisée que dans le cadre du simulateur LO : FC, et en aucun cas pour une utilisation réelle (même si on s'en rapproche assez).

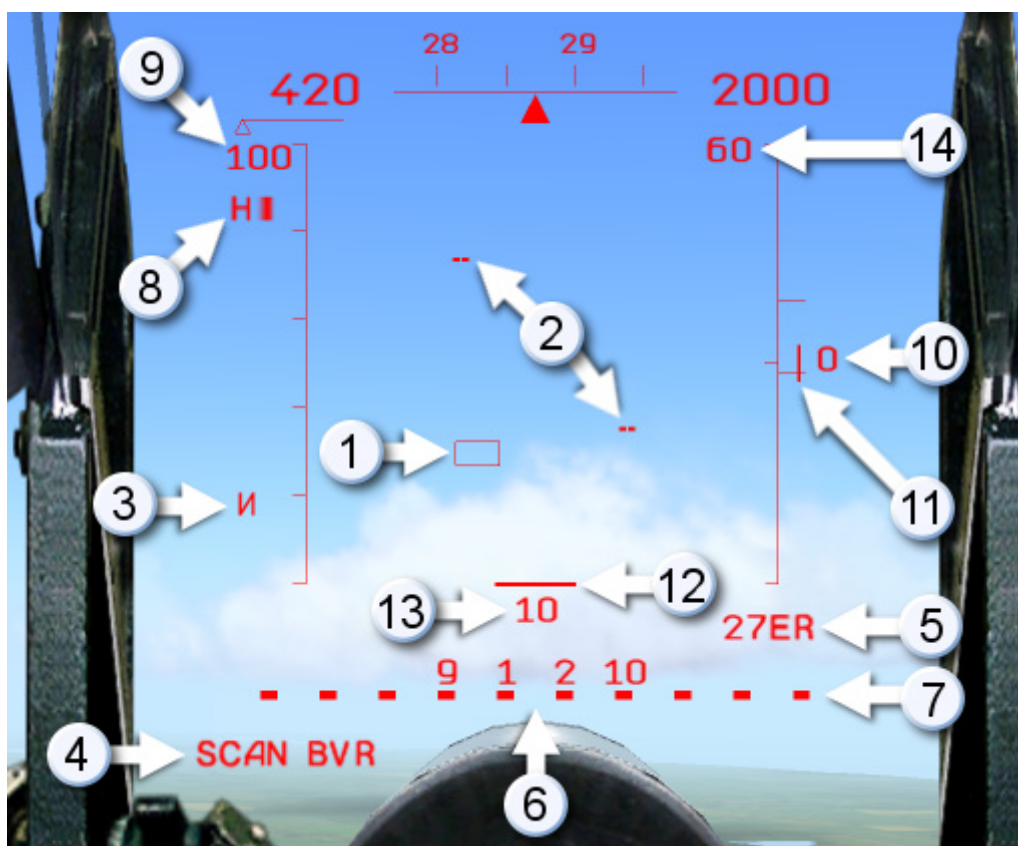
1- INDICATIONS DU HUD ET DU MFD

La totalité des informations essentiels à une utilisation correcte du radar sont reportées sur le HUD. L'avantage de ce design est qu'il vous permet de voir ce qui se passe à l'extérieur de votre avion et de suivre facilement une formation tout en utilisant votre radar. L'inconvénient est que bien évidemment, si le HUD est en panne, le radar devient inutilisable.

Le MFD quant à lui vous donne quelques informations supplémentaires qui vous permettent d'avoir une meilleure compréhension de la situation (**S**ituation **A**wareness ou **SA**. Rien à voir avec JCVD ;)

Mais la grande majorité du travail se fait à l'aide du HUD, d'autant plus que les informations disponibles sur le MFD ne sont complètes qu'en présence d'un radar de veille disposant d'une liaison **Datalink (AWACS ou EWR)**

HUD EN SCAN BVR (RECHERCHE)



- 1-** Désignateur de cible.
- 2-** Plots radar (cibles).
- 3-** Indique que le radar est en fonctionnement.
- 4-** Mode radar (**SCAN BVR**, **ATK BVR** ou **TWS BVR**).
Respectivement en cyrillique : ОБЗ ДВБ, ATK ДВБ, СНП ДВБ
- 5-** Missile sélectionné.
- 6-** Points d'emport qui possèdent le missile sélectionné (munitions).
- 7-** Tous les points d'emport occupés par une munition.
- 8-** Fréquence radar sélectionnée (**PRF**).
- 9-** Distance maximum d'affichage des contacts.
- 10-** Altitude de recherche spécifiée, en milliers de mètres.
- 11-** Angle vertical de l'antenne. Les deux repères indiquent les deux limites de débattement de l'antenne : **+60°/-10°**.
- 12-** Orientation en azimuth de l'antenne : gauche, centre ou droite.
- 13-** Distance de recherche spécifiée, en kilomètres.
- 14-** Ouverture en azimuth de l'antenne, fixe à **60°**.

Le **SCAN BVR** est le mode radar par défaut qui s'active dès que vous allumez votre radar en mode BVR. Il permet de **repérer** les contacts en vue de les engager. Vous remarquerez que les contacts détectés ne se reportent pas sur le MFD, car la **fréquence de rafraichissement** de ce mode (**0.5** hz) n'est pas suffisante pour déduire le cap d'un contact.

On peut connaître la **distance** d'un contact en se reportant sur l'échelle gauche du HUD. Le nombre (9) indique l'échelle utilisée (5, 10, 25, 50, 100, 200 ou 500 km), et cette échelle est graduée suivant la règle : **distance entre deux graduations = distance totale / 5**. Donc de 20km en 20km pour l'échelle 100.

On peut régler cette échelle avec l'axe « **échelle MFD** ». Les deux échelles (MFD et HUD) sont liées : 64 MFD = 50 HUD, 128 MFD = 100 HUD, etc.

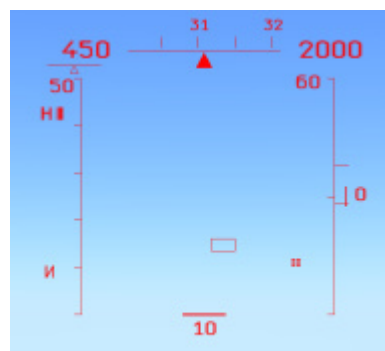
Pour verrouiller un contact il suffit de déplacer le désignateur de cible sur son plot radar et d'utiliser la commande « **verrouillage** ». Sur un contact en limite de portée, il se peut que le contact soit **détecté** mais impossible à **verrouiller** : la portée de verrouillage représente **5/6** de la portée de détection, c'est une constante.

Vous pouvez orienter l'antenne radar, vers le haut ou le bas (voir *3-Recherche dans le plan vertical*, pour plus de précisions), ainsi qu'en azimuth suivant trois directions :

- **gauche** (*par rapport au cap suivi par votre propre appareil*) : détection de cap-**60°** à cap-**0°**,
- **centre** : détection de cap-**30°** à cap+**30°**,
- **droite** : détection de cap+**0°** à cap+**60°**.

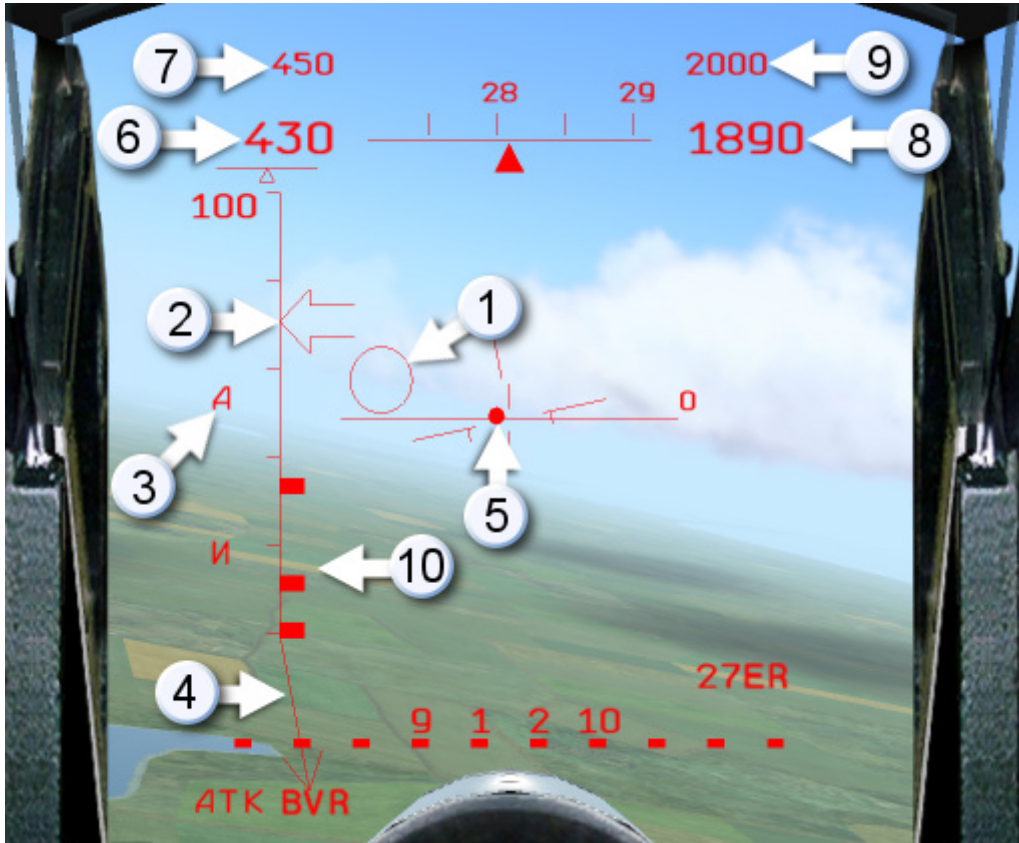
L'ouverture de l'antenne en azimuth est de **60°** et cette valeur ne peut pas être modifiée manuellement.

Les cibles **alliées** sont indiquées par un **double plot radar**. Vous pouvez les verrouiller, mais les tirs seront interdits. Attention, deux ennemis avec le **bon espacement** peuvent également apparaître comme un double plot ;)



Notez que ce mode ne permet pas de verrouillage automatique.

HUD EN ATK BVR (POURSUITE)

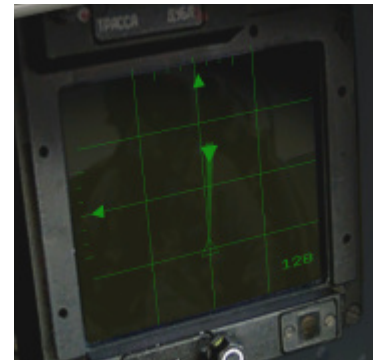


- 1-** Position réelle de la cible.
- 2-** Distance de la cible (ici en échelle **100**, donc distance = **70**km).
- 3-** Indicateur de système d'arme en mode poursuite.
- 4-** Aspect de la cible (= direction par rapport à votre appareil)
- 5-** Indicateur d'orientation de l'antenne radar.
- 6-** Votre vitesse.
- 7-** La vitesse de votre cible.
- 8-** Votre altitude.
- 9-** L'altitude de votre cible.
- 10-** DLZ (Dynamic Launch Zone)

Le mode de poursuite est utilisé automatiquement dès que vous verrouillez une cible depuis le mode **SCAN BVR** ou **TWS BVR**.

Notez que lorsque vous verrouillez une cible, toute l'émission radar se braque sur la cible suivant un faisceau très étroit et vous ne recevez plus aucune information des autres contacts (*voir 8- MFD, radars de veille et Datalink pour plus de précisions sur le maintien de la SA pendant la poursuite*). Cette méthode de poursuite s'appelle le STT, pour **Single Target Track** (Suivi de Cible Unique).

Le MFD affiche le contact verrouillé, mais cette information n'a **aucune** importance si vous n'êtes pas assisté par un Datalink vous permettant de suivre les autres contacts en évolution autour de votre propre appareil. Les seules informations utiles sont le débattement **horizontal** et **vertical** de l'antenne, indiqués sur le bord haut et le bord gauche du MFD.



L'indicateur d'orientation de l'antenne vous indique en permanence la position de votre antenne radar. Les limites de débattement en azimuth (**+60°** et **-60°**) sont indiquées par les bords du HUD. L'échelle de distance à la cible représente la limite à gauche, et la limite de droite est placée de façon symétrique.

Si l'indicateur s'approche trop des limites, votre antenne va atteindre la butée et vous perdrez votre verrouillage radar.
(méfiez-vous, la précision n'est pas parfaite et il vaut mieux se limiter à 50° lors d'un crank)

La **DLZ** (**Z**one de **T**ir **D**ynamique) est l'indicateur le plus important pour savoir à quel moment tirer votre missile. La marque grasse la plus haute représente la portée maximum de votre missile dans les paramètres de tir **actuels**. La marque centrale représente la **NEZ** (**N**o **E**scape **Z**one), en dessous la cible est toujours à portée missile même si elle décide de fuir. La marque la plus basse est la portée minimale, environ 500m à 1km, en dessous de laquelle un tir risquerait fortement d'endommager votre propre avion.

La **DLZ** est recalculée en permanence, en fonction de :

- **votre altitude**, *car le frottement de l'air est le facteur principal qui détermine la portée d'un missile,*
- **l'aspect de la cible** par rapport à vous,
- **votre aspect** par rapport à la cible, *car un missile qui doit virer dès le tir perd quelques kilomètres de portée)*
- et en fonction du **missile utilisé**.

Il faut savoir que l'altitude et la vitesse de la cible, qui sont pourtant deux paramètres très importants dans le calcul d'une DLZ, ne sont pas pris en compte !

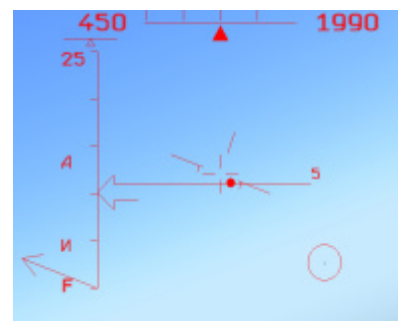
En lisant la DLZ, il faut **prévoir** les manoeuvres de la cible : une fois alertée du tir d'un de vos missiles, elle va très certainement partir en défensive. Il n'est donc pas utile de tirer dès la portée maximum sur une cible qui vient droit sur vous, car le moindre mouvement de la cible suffit à rendre votre missile trop court.

Si la cible devient parfaitement fuyante, la portée maximum et la **No Escape Zone** vont se confondre sur la DLZ. L'entrée dans la NEZ signifie que peu importe les manoeuvres de la cible, votre missile dispose dans tous les cas de l'énergie nécessaire pour l'atteindre.



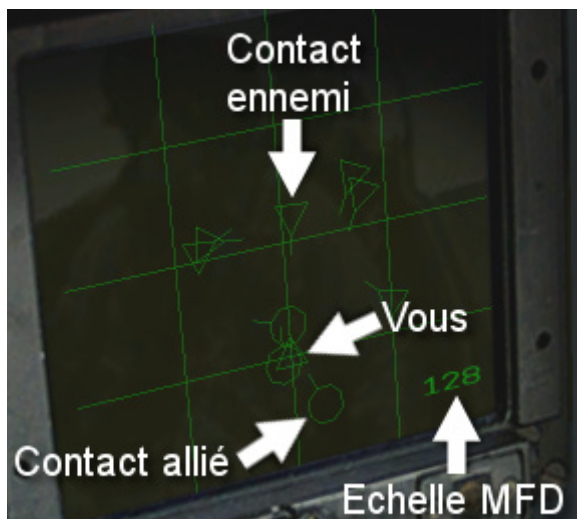
Et le tir dans tout ça ? Si la cible se trouve entre les limites maximum et minimum indiquées par la DLZ, le tir est autorisé et une indication « **LA** » (**L**aunch **A**uthorized, cyrillique : **ПР**) apparaît dans votre HUD. Il ne reste plus qu'à presser la gachette :)

L'indication « **F** » pour **F**riendly apparaît dans le HUD si vous verrouillez un allié (remplacé par un **C** en Cyrillique).



MFD AVEC DATALINK

Lorsqu'un radar de veille **AWACS** ou **EWR** est présent sur le théâtre d'opérations, les contacts qu'il détecte sont affichés sur votre MFD dès que vous sélectionnez un mode de combat, même sans allumer votre radar. Si vous verrouillez un contact, tous les autres contacts restent affichés. Attention tout de même, la fréquence de rafraichissement des données est liée à la rotation du radar de veille, et elle est plutôt médiocre (**0.1 hz**).



La présence d'un **Datalink** vous permet de garder une **SA** (**S**ituation **A**wareness) correcte même si vous verrouillez une cible. Mais gardez à l'idée que ce système a quand même **quelques limites** : les contacts **masqués par le relief** ne seront pas affichés, les contacts au delà de la **portée maximum** du radar de veille non plus, et le rafraichissement très lent interdit l'utilisation du Datalink pendant un combat rapproché. On peut aussi perdre des contacts qui se trouvent juste au dessus de l'EWR, ou juste en dessous de l'AWACS ;)

2- FRÉQUENCES RADAR (PRF)

Un radar **Pulse-Doppler** tel le **N-001** des **Su-27** et **Su-33**, ainsi que le **N-019** des **Mig-29**, utilise l'effet Doppler pour mesurer le déplacement des cibles. Une série d'impulsions radar est envoyée selon une certaine fréquence, et le déplacement de la cible est mesuré d'après la différence de phase entre les impulsions. Une cible en rapprochement va « compresser » le train d'impulsions (*décalage de la phase vers l'émetteur*), alors qu'une cible en éloignement va « espacer » le train d'ondes (*décalage de la phase à l'opposé de l'émetteur*).

Sans entrer plus dans les détails, la fréquence de répétition du radar (**PRF** pour **P**ulse **R**epeat **F**requency) permet de mieux repérer les cibles en fonction de leur **aspect** :

- une cible « **chaude** » (**AOT*** entre **180°** et **91°**) sera mieux détectée en fréquence **élevée**,
- une cible « **froide** » (**AOT*** entre **89°** et **0°**) sera mieux détectée en fréquence **moyenne**.

****AOT** : **A**ngle **O**f **T**ail, angle entre la queue de deux appareils. Deux avions face-à-face ont un AOT de **180°**, deux avions qui se suivent, un AOT de **0°**.*

Le radar russe vous donne le choix entre trois fréquences :

- **HI / ППС** pour la fréquence **élevée**,
- **MED / ЗПС** pour la fréquence **moyenne**,
- **ILV / АБТ** pour la fréquence « **entrelacée** ».

La fréquence **entrelacée** permet d'effectuer alternativement un balayage en fréquence **élevée** puis un balayage en fréquence **moyenne**. Le taux de rafraichissement est donc réduit de moitié et les cibles sont détectées plus tard. C'est la fréquence à utiliser si vous ne connaissez pas l'aspect des cibles. Elle donne de bons résultats pour tous les aspects de cible à **faible distance** (moins de **25km**), mais à plus longue portée il vaut mieux **choisir** entre fréquence **élevée** et fréquence **moyenne**.

Pour vous donner une idée générale, voilà quelques chiffres mesurés sur un engagement en Su-27 contre Su-27. Les meilleurs choix de fréquence radar sont indiqués en rouge ;)

<i>Détection / Lock (km)</i>	HI	MED	ILV
AOT 180° (Hot)	120 / 100	60 / 50	90 / 75
AOT 0° (Cold)	20 / 17	40 / 33	30 / 25
AOT 90° (Flanking)	65 / 54	65 / 54	65 / 54

*Remarquez la constante : distance de **lock** = 5/6 x distance de **détection***

Pour détecter et verrouiller ses cibles à une distance **optimale**, il faut donc impérativement utiliser la fréquence radar adaptée. Dans la plupart des cas, les cibles sont **hostiles** et vont dans votre direction, donc la fréquence **élevée** est la plus souvent utilisée. Sur une cible **fuyante**, vous n'aurez probablement une détection qu'en fréquence **moyenne**. Et dans tous les cas d'**urgence**, à faible distance mais au delà de la portée visuelle (entre **15km** et **25km**), la fréquence **entrelacée** donnera les meilleurs résultats, peu importe l'aspect de la cible.

3- RECHERCHE VERTICALE

Dans la **majorité** des cas, lors d'un engagement BVR, les cibles ne sont pas directement en face de vous, mais peuvent se trouver **au dessus** ou **en dessous** de vous. Votre radar balaye sur **60°** en **azimuth**, mais l'ouverture **verticale** est seulement de **10°**. Ce qui veut dire qu'un appareil qui se trouve à **6°** au dessus de vous ne sera pas visible pour votre radar si votre antenne reste pointée **droit sur l'horizon**. Vous ne verrez que les appareils qui se trouvent entre **+5°** et **-5°** par rapport à vous.

Pour rechercher les cibles dans le plan vertical, on ne peut pas agir directement sur l'élévation dans l'antenne (*comme c'était le cas en 1.02*), mais on doit choisir :

- une **distance de recherche**

(en **bas** du HUD, exprimée en **kilomètres**)

- une **altitude relative de recherche**

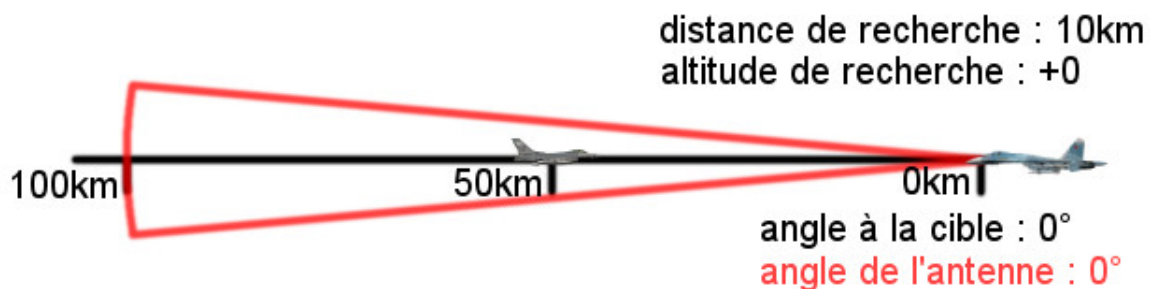
(à **droite** du HUD, exprimée en **milliers de mètres**).

Un bête calcul de tangente par le calculateur de bord, et l'antenne se place **automatiquement** à l'angle requis.

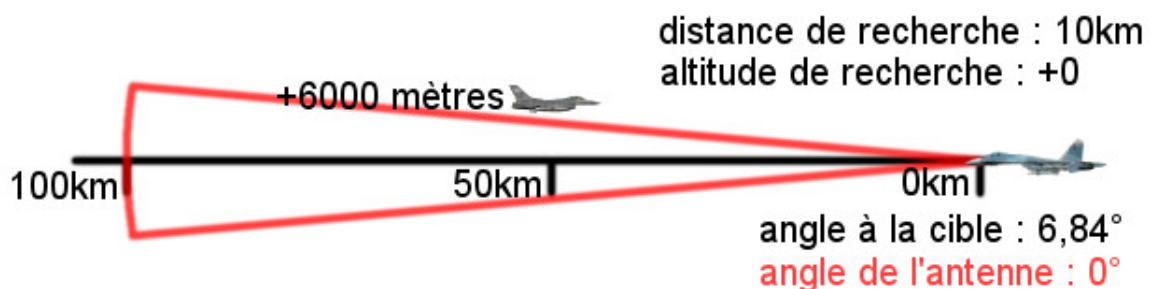
Gardez bien à l'idée que si vous spécifiez une distance de recherche de **100km** et une élévation de **+3000** mètres, vous ne verrez pas **uniquement** les cibles qui se trouvent à 100km et à +3000 mètres par rapport à vous, mais toutes les cibles se trouvant à l'intérieur des 10° du faisceau radar : vous capterez tous les contacts se trouvant entre **-5°** et **+5°** par rapport à l'angle d'élévation de votre antenne radar. **Ces réglages ne servent qu'à déterminer l'angle vertical de l'antenne radar.** Ils ne changent **en aucun cas** le **champ de vision** du radar en azimuth et en vertical (respectivement **60°** et **10°**).

A savoir : l'angle de l'antenne est toujours pris par rapport à votre horizon artificiel. Si vous montez ou descendez le nez de votre avion, cela n'a **aucune influence** sur l'angle de l'antenne. Le système corrige **automatiquement** les variations de tangage.

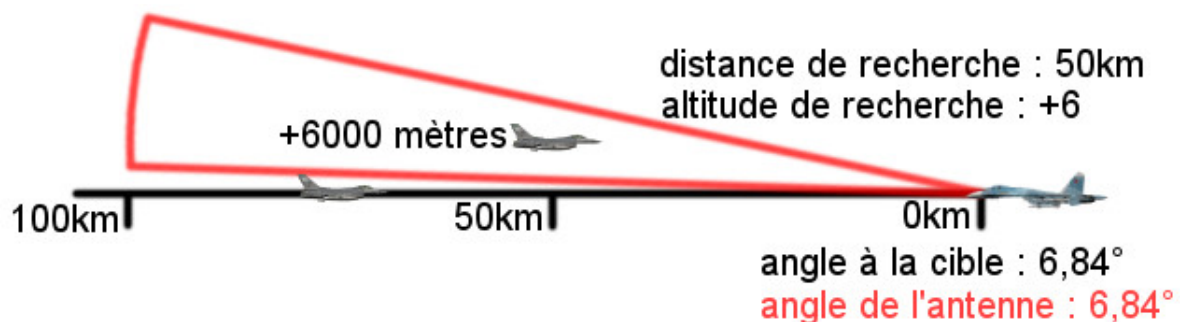
Quelques petits schémas pour illustrer le principe ;)



Cas 1 : vous ne réglez **aucun** paramètre et vous balayez droit devant vous selon un angle de **0°**. Un contact arrive à votre altitude, face à vous : vous l'avez au radar, peu importe sa distance, dès qu'il est à portée de détection. C'est le cas idéal.



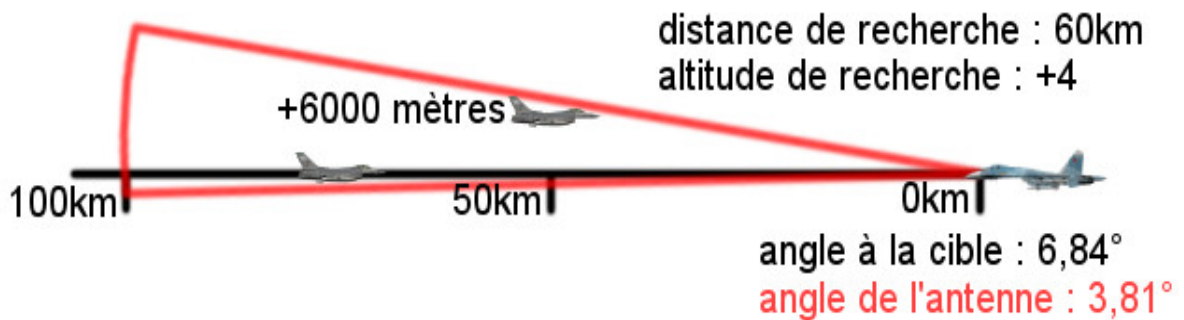
Cas 2 : vous balayez toujours à **0°** devant vous, mais maintenant le contact arrive **très haut** par rapport à vous. Son angle par rapport à celui de votre antenne est de **6,84°**, il est **1,84°** au dessus de la limite **supérieure** du faisceau (**+5°**), et il n'est pas visible pour votre radar.



Cas 3 : vous volez à **3000** mètres, le contrôleur vous donne la position du contact, il est à **50km** et à **9000** mètres. Vous réglez donc une distance de recherche de **50km**, et une élévation de **+6** (soit **+6000** mètres, l'altitude du contact moins votre altitude).

Votre antenne radar est braquée droit sur le contact qui se trouve maintenant **exactement au centre du faisceau radar** : vous le voyez sans aucun problème. Seulement, un deuxième contact est en train d'arriver à votre altitude.

L'élévation de l'antenne étant de **6,84°**, et l'angle du deuxième contact étant de **0°**, il se trouve **1,84°** sous la limite **inférieure** du faisceau radar (**-5°**). Du coup, vous ne voyez que le contact le plus haut des deux. *Dur métier ;)*



Cas 4 : partant de la situation précédente, un réglage plus fin de la distance de recherche **et** de l'élévation vous permet d'englober les **deux contacts** dans les **10°** du faisceau radar. Le contact du haut est à **6,84°** au dessus de vous, l'antenne pointe à **+3,91°**, la différence de **2,93°** est largement inférieure aux **5°** tolérés. Idem pour le contact du dessous (**-3,81°** de différence pour **-5°** tolérés).

On peut obtenir le même résultat en :

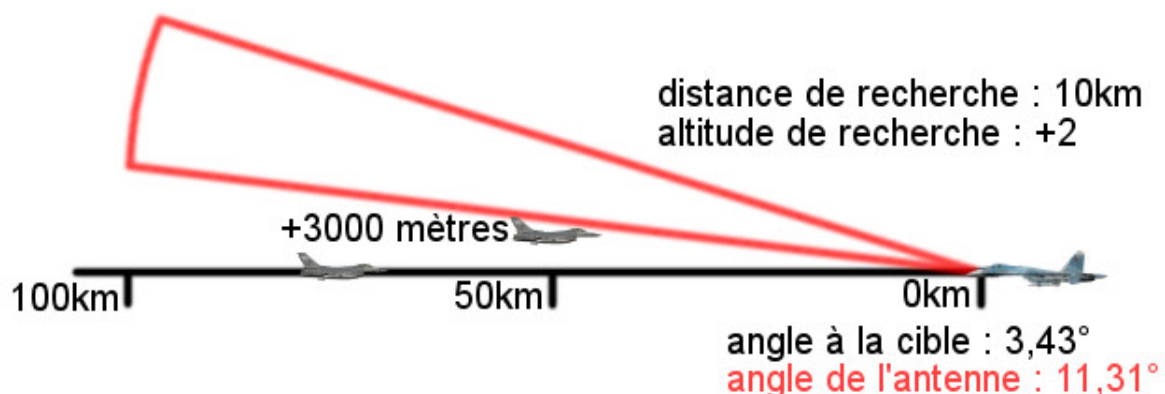
- **réduisant l'élévation** à **+3**, ce qui donne un angle de **3,43°**
- **augmentant la distance** à **100km**, ce qui donne aussi **3,43°**

Avec **10°** de **tolérance**, vous voyez qu'il est facile de trouver un **unique** adversaire. Tout le problème vient du fait que les **groupes d'adversaires** se présentent très rarement en grappe bien rangée, mais qu'ils tentent justement de se **séparer en altitude** pour vous compliquer la tâche. Trouver le bon réglage **distance / élévation** qui vous permet d'afficher la totalité des contacts requiert souvent de nombreux tâtonnements et ajustements ...

-> **CE QU'IL FAUT RETENIR :**

- plus vous employez une **distance** de recherche **importante**, plus le changement d'**élévation** aura une influence **réduite** sur l'angle de l'antenne. Vous aurez une **très bonne précision**, au risque de rater des contacts très proches, possédant un angle fort.
- à l'inverse, pour une **distance** de recherche **faible**, le changement d'**élévation** a des conséquences **radicales** sur l'angle de l'antenne. Vous risquez donc de trouver difficilement des contacts à **longue distance** en procédant de cette façon, mais les contacts **proches**, à fort angle, apparaîtront rapidement.

Illustration :



Sur cet exemple, l'**élévation** n'est que de +**2**, mais la **distance** de recherche est extrêmement faible : **10**km. En conséquence, l'angle de l'antenne est démesuré et **interdit toute recherche efficace en BVR**. Sur cet exemple, les deux contacts restent indétectés.

Pour une efficacité maximale en BVR, essayez donc de déterminer la **distance approximative** des contacts (80, 60, 50km ...) et de rechercher les contacts par variations successives de l'élévation.

Attention tout de même, le **temps de rafraichissement** en SCAN BVR est d'environ **deux secondes**. **Evitez donc de faire varier l'élévation de l'antenne trop rapidement**, sans quoi vous pourriez passer à côté d'un contact même avec des paramètres radar correctement choisis ;)

4- SURFACE EQUIVALENTE RADAR

Définition :

La **SER**, **S**urface **E**quivalente **R**adar, est exprimée en **m²**. C'est la capacité d'un objet à **réfléchir** des ondes radar vers leur émetteur.

Evidemment, plus la **SER** d'un avion est **élevée**, plus il est **visible** pour une antenne radar. La **SER** dépend de l'**aspect** de l'appareil par rapport à l'émetteur, de la **géométrie de sa structure** (des lignes cassées permettent de mieux disperser les ondes radar), ou encore des **matériaux** utilisés.

Voilà pour le côté scolaire. Dans Lock On c'est un peu plus simple : plus un avion est **gros**, plus sa SER est **élevée**. La seule exception est le **F-117 Nighthawk**, qui possède une SER réduite grâce à ses formes anguleuses et ses matériaux absorbants.



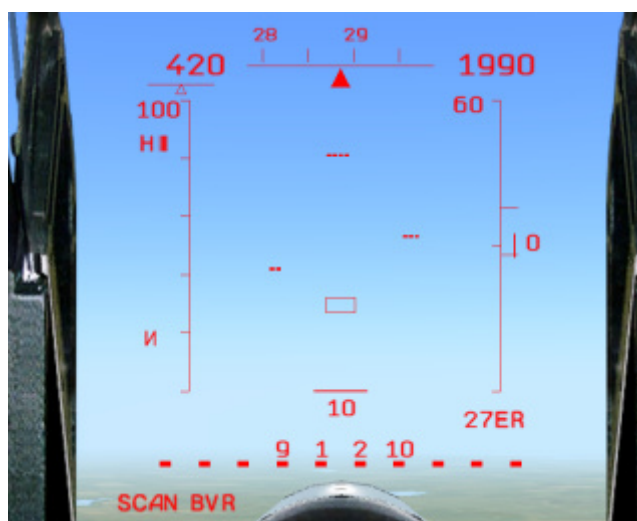
La SER a une influence directe sur la **portée de détection** et de **verrouillage** d'une cible, et sur la capacité à **maintenir un verrouillage stable**. Par exemple, un Su-27 ou un F-14 qui possèdent une SER élevée apparaissent dès **120km** en aspect « chaud », là où un Mig-23 n'apparaîtra pas avant **80km**. Les plus gros appareils, comme les AWACS ou les transports, apparaissent même au delà de **180km**.

La **taille des plots** affichés sur le HUD en recherche BVR représente la **puissance de l'écho radar**. Cette puissance est **directement liée** à la SER de la cible, et l'indication vous permet de savoir à qui vous avez à faire.

Plot	SER	Type d'appareil
1	Moins de 2m ²	Missiles
2	2 à 30 m ²	Chasseurs, chasseurs-bombardiers
3	30 à 60 m ²	Petits bombardiers, petits transports
4	Plus de 60m ²	Gros bombardiers, gros transports, AWACS, ravitailleurs

Tous les appareils qui peuvent être une **menace** pour vous (*donc tous les chasseurs*) possèdent une **SER** comprise entre **2m²** et **30m²**, ce qui veut dire que leur **plot radar** est d'une taille de 2.

Si vous attaquez un convoi de transports escortés par des chasseurs, cela vous permet de savoir qui vous devez engager en premier, en fonction de la tactique qui a été briefée.



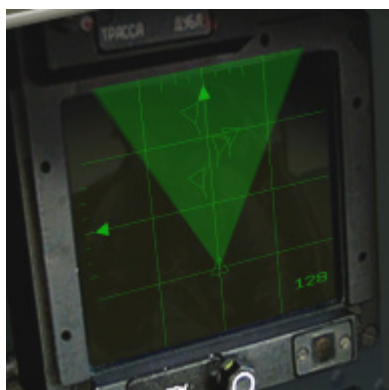
Exemple : *contacts multiples, SER variées. Le chasseur, qui est le seul à représenter une menace pour vous, est à gauche.*

5- LE MODE TRACK WHILE SCAN

Le principe du **Track While Scan (TWS)**, littéralement « **suivi pendant la recherche** », consiste à utiliser le radar selon deux méthodes en simultané :

- la **recherche** ou « **scan** », pour **repérer** les contacts
- le **suivi** ou « **track** », pour **connaître les paramètres de vol** des contacts préalablement repérés en scan.

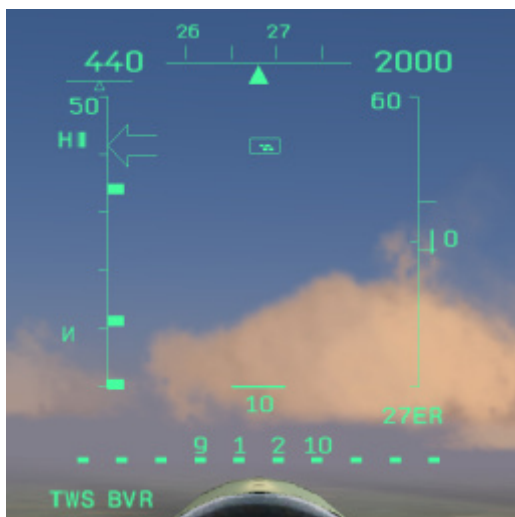
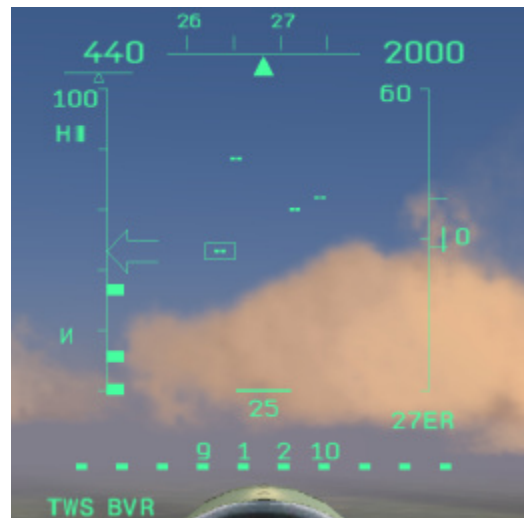
Le radar va donc d'abord balayer normalement en scan sur toute la surface du « pinceau radar » (**60° en azimuth, 10° en élévation**), puis envoyer un train d'impulsions vers **chaque contact repéré** pour connaître son **aspect** et sa **vitesse** en utilisant l'effet Doppler.



Ce mode de fonctionnement permet d'obtenir une **SA** beaucoup plus riche qu'en scan basique. Concrètement, dans Lock On, cela vous permet d'afficher les contacts sur le MFD à condition qu'ils soient dans le cône de détection (voir ci-contre), et de savoir à quel moment vous arrivez à portée de tir, sans verrouiller votre contact et sans perdre votre SA sur tous les autres contacts. En outre, la **fréquence de rafraîchissement** des contacts est bien meilleure (**~10hz**).

En ayant les **paramètres de vol** des contacts, le calculateur peut sans problème afficher la **DLZ** pour un contact précis, sans avoir besoin de **verrouillage**, et donc **sans l'avertir**.

Vous remarquerez qu'en **TWS BVR**, le désignateur de cible « **colle** » aux contacts. *Illustration ci-contre : le contact est **simplement désigné**, sans verrouillage, et vous avez sa distance et la DLZ affichée.*



Le comportement du désignateur de cible en **TWS BVR** est un autre avantage de ce mode. Contrairement au **SCAN BVR**, où le désignateur est **assez approximatif**, en **TWS BVR** il aura tendance à « **coller** » aux contacts si vous l'en approchez assez.

Dès qu'un contact est **désigné**, le désignateur de cible se **centre parfaitement** sur ce contact, ce qui vous permet de **choisir à coup sûr** un contact **précis** à l'intérieur d'un groupe **compact** (*voir ci-contre*).

Sachez aussi que ce mode possède une fonction de **verrouillage automatique**. Selon l'**aspect**, la **vitesse** et la **distance** des différents contacts, le calculateur détermine quel contact est le plus menaçant pour vous. Lorsque ce contact atteint la portée **efficace** du missile sélectionné (environ $\frac{3}{4}$ de la portée **maximum**), le verrouillage se fait **automatiquement**, et vous pouvez tirer.

Le gros défaut de ce système, c'est qu'il peut devenir une gêne si vous voulez surveiller des contacts **lointains** alors qu'un appareil **peu menaçant** se situe **plus près** de votre avion.

Il y a quand même trois limites importantes au mode TWS :

-> vous n'avez le choix qu'entre les fréquences radar **HI** et **MED**.

-> vous ne pouvez afficher que **10 contacts maximum**. Les contacts en plus sont « oubliés », car la vitesse de l'antenne est limitée. Vous les verrez par intermitence, sans pouvoir les verrouiller.

-> la présence de contre-mesures électroniques (**ECM**) provoque un « bug » du calculateur, qui ne peut pas interpréter correctement les informations reçues. En cas de **réception** d'un brouillage, le radar bascule **automatiquement** en mode **SCAN BVR**.

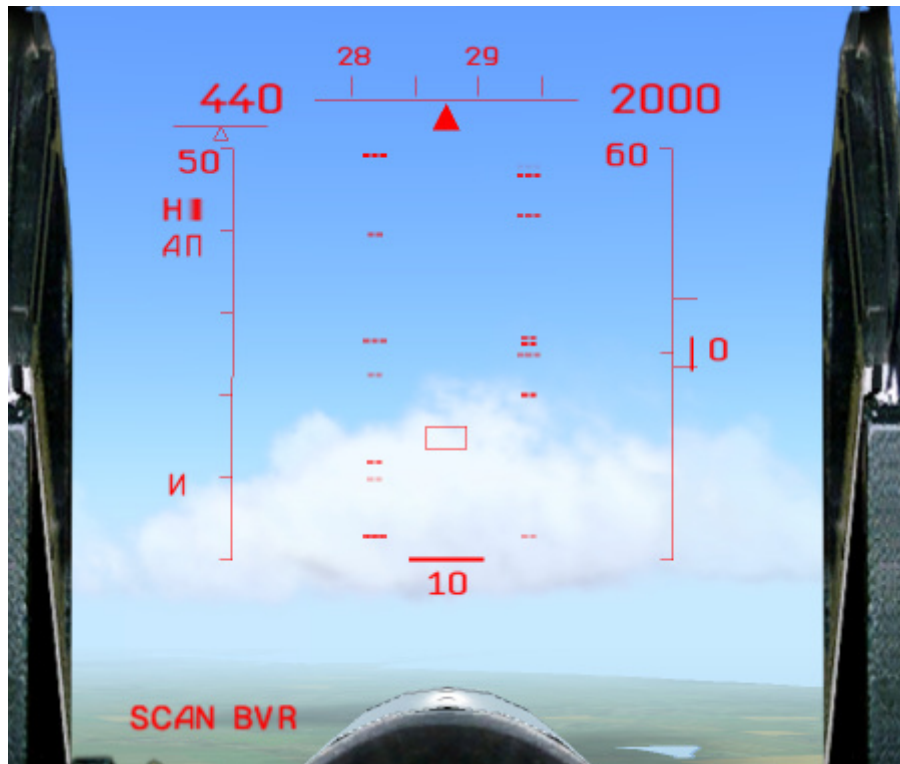
6- LE MODE HOME ON JAMMING

Le principe des contre-mesures électroniques (**ECM**) est de saturer le ciel d'**échos radar parasites** pour **brouiller** la réception de tous les appareils environnants. C'est la modélisation simpliste adoptée dans Lock On ; en réalité le sujet est plus complexe.

Pour calculer la **distance** d'un objet avec un radar, il suffit de mesurer le **temps écoulé** entre l'envoi et la réception d'une **impulsion radar**, et de multiplier cette valeur par la **vitesse** de l'onde, qui est connue (*c'est également la vitesse de la lumière*).

Si votre radar reçoit des échos qu'il n'a **jamais envoyés**, il sera totalement incapable d'en déterminer **le temps de parcours**, et donc la **distance**.

C'est exactement ce qui se produit dans Lock On : une **colonne de contacts cligotants** apparaît dans votre **HUD**. Autrement dit, vous détectez l'**émetteur du brouillage** comme s'il était à toutes les distances au même moment !



Voici une vue du **HUD** en mode **SCAN BVR**. En face de l'avion se trouvent deux appareils distincts, brouilleurs allumés. Remarquez le symbole **АП** en haut à gauche, qui indique que votre radar est en train de **recevoir** un brouillage.

Tous les contacts qui ne brouillent pas sont visibles **normalement**, sauf s'ils se cachent derrière un contact en train de brouiller.

Le **TWS BVR** ne peut être utilisé si votre radar reçoit un brouillage.

Sachez aussi qu'il est **totalelement impossible** de faire la distinction entre un brouillage **allié** et un brouillage **ennemi**.

Le **Home On Jamming (HOJ)** c'est littéralement le fait de guider un missile **sur un brouillage** verrouillé préalablement par votre radar.

Lorsque vous placez le désignateur sur une colonne d'ECM et que vous utilisez la commande « **verrouillage** », votre radar bascule en mode **ATK BVR**, mais il vous donne une **DLZ artificielle** qui dépend uniquement de votre **altitude** et de la **distance de recherche spécifiée** (*la même que celle utilisée pour une recherche dans le plan vertical*).

La **distance** et l'**aspect** de la cible étant inconnus, cette **DLZ ne vous donne pas le repère de portée maximum**, mais uniquement la **portée minimum** et la **NEZ (No Escape Zone)**.

Il faut donc régler la **distance de recherche** au **minimum (10km)** pour pouvoir déclencher un tir **HOJ**.



*Vue du HUD en mode **HOJ** : distance inconnue, **DLZ** artificielle.*

Le brouillage n'a pas une efficacité illimitée. **En dessous d'une certaine distance**, votre émission radar devient **plus puissante** que le brouillage émis par l'adversaire. Son brouillage est alors « **cassé** » et vous pouvez voir un contact « **clair** » :

- *si vous êtes en recherche*, un plot stable apparaît dans la colonne,
- *si vous êtes en poursuite*, la DLZ se complète et l'aspect apparaît.

Ce phénomène est désigné par le terme « **Burn-Through** », ou « **Burn** » pour faire court. Il intervient à **25km** de la cible, peu importe le type d'ECM employé par votre cible.

Le guidage d'un missile vers un contact dont on ne connaît **que la direction**, mais pas la distance, est **très imprécis**. En règle générale, **vous ne pourrez pas détruire un adversaire sans passer par le Burn-Through**, le missile finira le plus souvent à côté de sa cible. Une fois le contact devenu **clair**, votre missile se dirigera **aussi bien** que s'il n'y avait **pas de brouillage**.

Il faut savoir qu'un missile tiré en HOJ ne déclenchera **aucune alerte de tir** chez la cible, uniquement une **alerte de verrouillage**, et ce même chez l'IA. Le **R-77** déclenche une alerte de tir au moment où son propre radar embarqué « **burn** » la cible, à **5km de l'impact**. Le **R-27R/ER** ne déclenche **strictement aucune alerte** tant qu'il n'y a pas eu de **burn-through**.

Cela vous permet donc de laisser à la cible un **temps de réaction beaucoup plus court** ... à condition de **passer le burn avant l'impact**, sans quoi votre missile ratera très certainement sa cible. La distance qui donne les meilleurs résultats à ce petit jeu si vous vous trouvez à 4000 mètres d'altitude est de :

- **45km** sur un tir de **R-27R/ER**
- **35km** sur un tir de **R-77**

-> LA QUESTION LA PLUS IMPORTANTE EN HOJ EST DONC : ***À QUEL MOMENT FAUT-IL TIRER ?***

Vous avez **trois possibilités** :

- **utiliser votre SPO** pour estimer à quel moment la cible devient **réellement menaçante**, donc **proche** de vous,
- utiliser le **Datalink** pour connaître la **distance** de la cible,
- demander les informations au **contrôleur humain**, *s'il y en a un*.

Sachez enfin que les **missiles** disposent d'une capacité **HOJ passive** : s'ils sont tirés en HOJ, ils continueront à suivre la cible même si vous perdez votre propre verrouillage. Cette capacité n'est pas très intéressante pour les **R-27R/ER** qui auront une précision désastreuse et **rateront leur cible** quasiment à coup sûr, mais **elle est mortellement dangereuse** sur un tir de **R-77**, dont le radar embarqué pourra obtenir **son propre burn-through** à 5km de l'impact pour atteindre la cible avec une **précision suffisante**.

7- PHÉNOMÈNE DU LOOKDOWN

Le grand ennemi du radar aéroporté, c'est **le sol**. Quand un radar balaye vers le sol, une grande quantité d'**échos parasites** se réfléchissent sur le relief et sont **renvoyés vers l'émetteur**, « **noyant** » ainsi dans le « **bruit** » (*ground clutter*) l'écho des appareils qui auraient pu se trouver là.

Le **lookdown**, c'est le fait d'orienter l'antenne suffisamment **vers le sol** pour capter une quantité gênante de « **ground clutter** ».

Si les premiers radars conçus pour les chasseurs étaient quasiment incapables de détecter quoi que ce soit en lookdown, la génération suivante de radars dits « **lookdown, shootdown** », comme ceux du **Su-27**, **Su-33** et **Mig-29**, possède des performances bien supérieures dans ce domaine.

Le principe repose encore une fois sur l'**effet Doppler** : on filtre tous les échos qui **viennent du bas** et qui ne **bougent pas** .
(*autrement dit, tous ceux qui ont une vitesse de rapprochement égale à la vitesse à laquelle l'avion avance*).

Toutefois, le **bruit** du sol dégrade fortement les échos des objets « **intéressants** » pour le radar, ce qui se traduit dans Lock On par des performances radar réduites à 2/3 : un Su-27 face à vous en **lookup** sera détecté à **120km** et verrouillable à **100km**, alors qu'en **lookdown** il sera détecté à **80km** et verrouillable à **68km**.

Il est donc important une fois la cible **verrouillée** et le missile **tiré** de rester le plus possible en **lookup**, pour maintenir un **verrouillage stable**.

Pour cela il suffit d'avoir une **altitude légèrement inférieure** à celle de la cible pendant toute la durée de guidage du missile, pour maintenir un **verrouillage stable** dans la **grande majorité** des cas. Si vous restez en lookdown et que la cible part en défensive, vous la perdrez à coup sûr très rapidement.

Ce principe de fonctionnement a créé une nouvelle faille dans la détection radar, nommée le **beam**. Le principe du beam est de prendre un **angle de 90°** par rapport à l'adversaire et de se placer en **dessous** de lui. Le radar de votre adversaire prendra alors votre avion pour un **écho de sol** et vous serez « **filtré** » donc **invisible**.

Petit bonus pas très utile, juste pour votre culture personnelle ;)

La modélisation du radar dans Lock On prend en compte la **courbure de la terre**. La séparation entre lookup et lookdown est **très nette**, et elle apparaît si votre antenne radar dépasse un angle vertical défini par :

α = moitié de la tangente à la surface terrestre pour votre altitude

soit

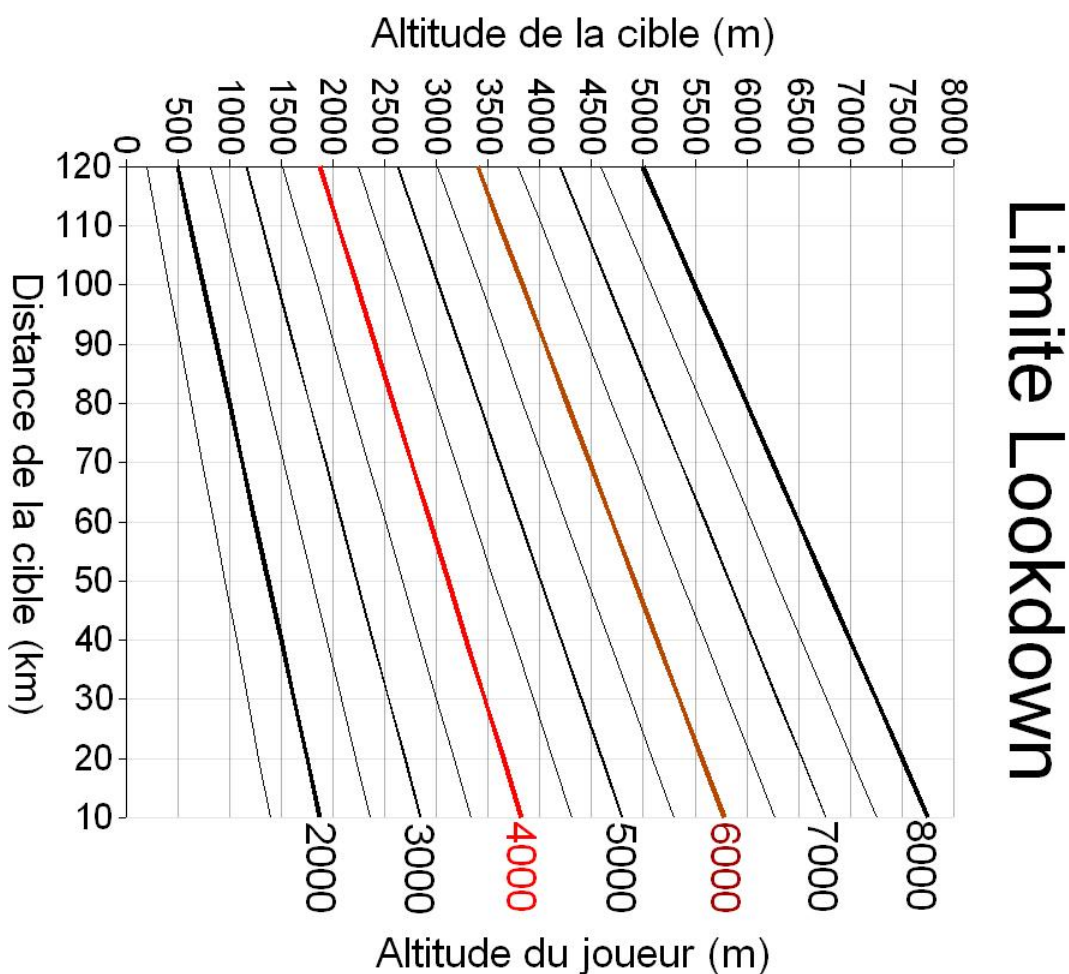
$\alpha = \frac{1}{2} \times \text{arc cosinus}(6378,14 / (6378,14 + \text{altitude en km}))$

avec 6378,14 = le rayon de la terre, et arc cosinus exprimé en degrés

Par exemple : à **2km** d'altitude, l'angle de la tangente à la surface terrestre est de **1,435°**, et votre radar passera en lookdown si votre antenne s'oriente à plus de **0,717** degrés vers le bas ...

... Eurêka, comme dirait l'autre ;)

Voici les courbes complètes, si par hasard vous êtes très curieux sur le sujet :



Références :

- manuel Lock On,
- wikipedia,
- quelques sites d'universités américaines,
- quelques pages trouvées aléatoirement sur google,
- la propagande commerciale de Sukhoi™ pour le Su-27 et de Boeing®© pour le F/A-18
- et surtout beaucoup, beaucoup de tests in-game. Rien ne remplace la pratique ;)



-- Document réalisé par Gilles « **Major Bug** » Denoueix dans le cadre de l'**EVAC** --
Diffusion libre à condition de ne pas remplacer la page de garde par une autre / la vôtre ;)
© 2006