



# AIR-SOL 3

---

TIR MAVERICK V1.0



## Table des matières

<b>Présentation du missile</b> .....	<b>3</b>
<b>Spécifications techniques</b> .....	<b>5</b>
<b>Les éléments de l'avionique du F-16 nécessaires</b> .....	<b>7</b>
Page Store Management System (SMS).....	7
Page Weapon (WPN).....	8
La visée tête haute .....	9
<b>Procédure de tir</b> .....	<b>10</b>
Armement des missiles .....	10
Tir d'un missile .....	10
<b>Exercices</b> .....	<b>14</b>
<b>Références</b> .....	<b>15</b>
<b>Quelques infos sur les charges creuses</b> .....	<b>15</b>

## PRESENTATION DU MISSILE

Le Maverick, nom de code AGM-65, est un missile Air-Sol (Air-Ground Missile) étudié pour les missions de type CAS (Close Air Support), Interdiction, et pour la suppression ponctuelle des défenses Sol-Air. Le gros avantage de ces missiles tient au fait que l'avion lanceur n'a pas besoin de conserver un verrouillage de la cible pendant que le missile est en vol. C'est un missile de classe "Stand-Off", ou "Fire and Forget" (tire et oublie). Ils sont donc particulièrement adaptés pour l'élimination des défenses antiaériennes, tout en restant en dehors de la zone dangereuse.

En service depuis août 1972, 86% des 1221 premiers missiles ont été droit au but; les 14% restants ont raté leur cible de 3 pieds (moins d'un mètre) en moyenne. Il s'agit donc d'une arme de grande précision qui se décline en plusieurs versions :

- A. Il s'agit de la toute première version de l'AGM-65. Elle est munie d'un guidage optique : une caméra située dans le nez du missile transmet au pilote de l'appareil l'image reçue par l'autodirecteur du missile. Ce dernier opère un verrouillage sur la base des éléments contrastés de l'image. Au moment du tir, le vol du missile est asservi aux déplacements de l'image, guidant le missile droit vers sa cible. Le missile transporte une charge creuse ("[shaped charge](#)") afin d'augmenter ses facultés à percer le blindage des chars et autres véhicules.
- B. La seconde version du maverick est une évolution de la précédente dans laquelle la caméra est dotée d'un système de grossissement permettant de doubler la taille de la cible. La version B autorise donc en particulier un verrouillage plus précis, et à plus longue distance.
- C. Cette version est restée expérimentale. Elle a été remplacée par la version E avant son passage en service actif.
- D. La quatrième évolution du maverick se base sur la version B, où la caméra optique est remplacée par un détecteur Infra-Rouge (I.R.) très sensible. L'auto-directeur du missile est donc sensible à la chaleur plutôt qu'aux couleurs. Cela fonctionne aussi bien avec la chaleur active (générée par un moteur, par exemple) qu'avec la chaleur passive (due au rayonnement solaire). Il s'agit donc d'une arme de grand choix, utilisable de jour comme de nuit, et par tous les temps. Il s'agit de la version la plus utilisée actuellement.
- E. Cette nouvelle version se base également sur la version B. Cette fois, un module de guidage LASER remplace la caméra optique, permettant un guidage de grande précision à longue distance. L'éclairage de la cible peut être fait par un avion (le lanceur ou un autre), un tank, ou un fantassin. Elle est également munie d'une charge explosive plus importante.

F. C'est la première version entièrement dédiée à une tâche particulière.

Commandé par la Navy, l'AGM-65F est prévu pour être monté sur le F-18 principalement. Basée sur la version D, la F se distingue par une charge explosive plus lourde, ainsi que par un guidage optimisé pour le suivi des cibles navales.

Les deux images situées à droite du texte sont des photos prises par l'US. Navy, à proximité du destroyer USS Bagley.

La première image (en haut) est prise à la limite de la portée visuelle du pilote.

La seconde image (en bas) a été prise à proximité immédiate du bâtiment.

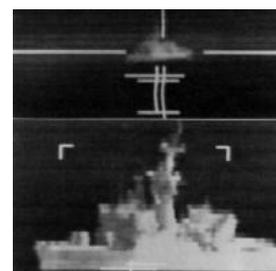


Image de l'US.Navy

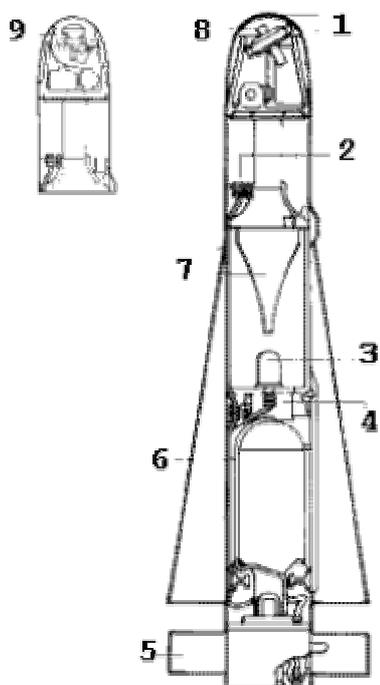
G. La dernière version opérationnelle du maverick est conçue sur la base de la version D. Cette fois, le missile est optimisé pour le suivi de cibles bien plus grosses qu'un char, cible privilégiée de la version D. La charge transportée est également plus lourde, protégée par une coque d'acier, et munie d'un retardateur. Par exemple, elle peut ainsi exploser à l'intérieur d'un bunker, après avoir traversé la paroi de béton armé grâce à sa grande vitesse au moment de l'impact.

D'autres versions sont en cours d'étude, principalement dans le but de recycler les AGM-65A dont la tête chercheuse montre de sérieuses défaillances au bout d'une dizaine d'années. ***Dans Falcon 4, seules les versions B, D, et G sont modélisées.***

## SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES



Image de l'US.Air Force

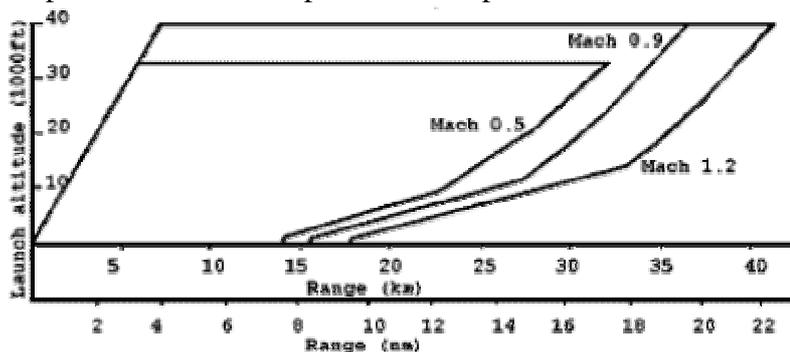


### Légende

1. Lentille de protection de l'autodirecteur
2. Electronique embarquée du missile
3. Détonateur de la charge explosive
4. Batterie électrique
5. Surfaces de contrôle permettant de guider le missile
6. Moteur / Propulseur du missile
7. Charge explosive du missile
8. Auto-directeur optique (AGM-65A/B)  
Auto-directeur I.R. (AGM-65D/F/G)

Image F-16.net

Portée : La portée du missile dépend beaucoup de l'attitude de l'avion lanceur :



Attention, les possibilités de verrouillage de la tête chercheuse du missile sont bien souvent très inférieures !

Exemple : AGM-65A, environ 3 nautiques)

Diamètre : 30,48 centimètres (1 pied)

Longueur 2,5 mètres (98 pouces)

:

Coût : Le coût augmente rapidement avec les versions :

- A. 48 000 \$
- B. 64 100 \$
- C. 110 000 \$
- D. 111 000 \$
- E. 101 000 \$
- F. inconnu
- 269 000 \$

Vitesse : environ 1150 Km/h

Explosifs Versions A/B/D : Charge creuse de 57 Kg (125 livres)

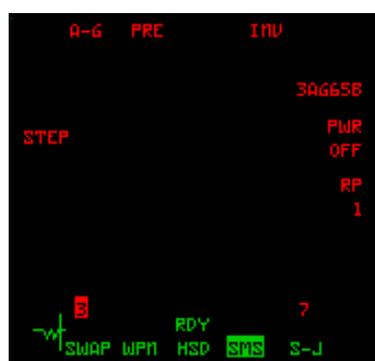
: Versions E/F/G : Charge perforante de 136 Kg (300 livres)

## LES ELEMENTS DE L'AVIONIQUE DU F-16 NECESSAIRES

La gestion des AGM-65 repose principalement sur 3 instruments de l'avionique : La visée tête haute (HUD), et les pages SMS et WPN des écrans multifonctions (MFD). Le fonctionnement général de l'avionique ne sera pas détaillé ici. Il est supposé acquis. De la même façon, l'acquisition de cibles au radar Air-Sol sera supposée acquise lors de la gestion du mode PRE.

Nous allons donc détailler successivement ces trois interfaces, et en particulier le rôle des divers OSB (On Screen Button) qui bordent les MFD.

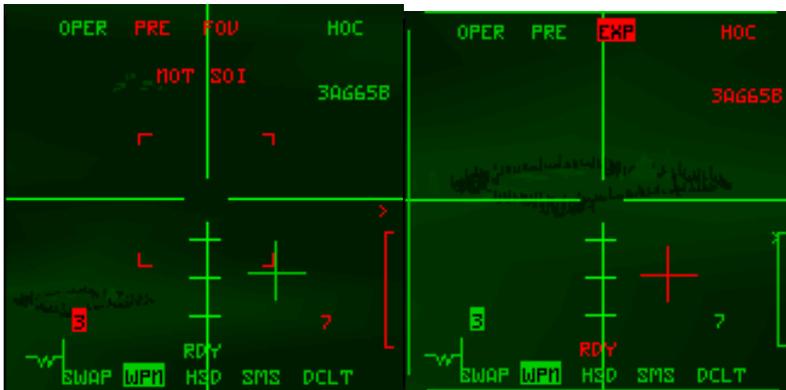
### PAGE STORE MANAGEMENT SYSTEM (SMS)



La page de gestion des stocks permet en particulier 3 opérations portant sur les mavericks : Leur sélection, leur activation, et le choix du missile actif parmi ceux embarqués. Nous allons maintenant détailler ces fonctions.

- OSB "A/G / GUN" : Sélection du type d'armement : Cet OSB permet de choisir d'utiliser soit le canon du F-16, soit l'un de ses missiles.
- OSB "INV" : Accès au schéma de chargement de l'avion. A partir de cette page, le pilote peut visualiser et choisir toutes les armes qu'il transporte.
- OSB "AGM-65B" : Sélection des mavericks : Chaque pression sur l'OSB indiquant l'arme active permet de sélectionner la catégorie d'armes suivante. Dans les [exercices](#), vous transportez des AGM-65B, et des AGM-65D. Des pressions successives sur cet OSB vous permettent donc de sélectionner l'une de ces deux catégories d'armes.
- OSB "PWR" : Par défaut, les mavericks sont transportés inertes. Avant de pouvoir les utiliser, il est donc nécessaire de les activer. Une pression sur cet OSB permet de mettre TOUS les missiles sous tension. Attention, cette manipulation peut nécessiter un peu de temps avant que les missiles ne soient utilisables. (Environ 5 secondes pour les AGM-65)
- OSB "RP" : Cet OSB permet normalement de sélectionner le nombre d'armes tirées simultanément. Cependant, il est impossible de lancer plusieurs mavericks en même temps. Cet OSB est donc inutile dans le cas qui nous intéresse.
- OSB "STEP" : Chaque pression sur cet OSB active le missile suivant au sein de la **même** catégorie. Cette manipulation permet donc de sélectionner chacun des missiles séparément. Par exemple, il est possible de choisir ainsi si le prochain missile partira de l'aile droite ou de la gauche. Il est aussi possible de retirer ainsi la lentille de protection de chaque missile afin de pouvoir les tirer en séquence rapide.

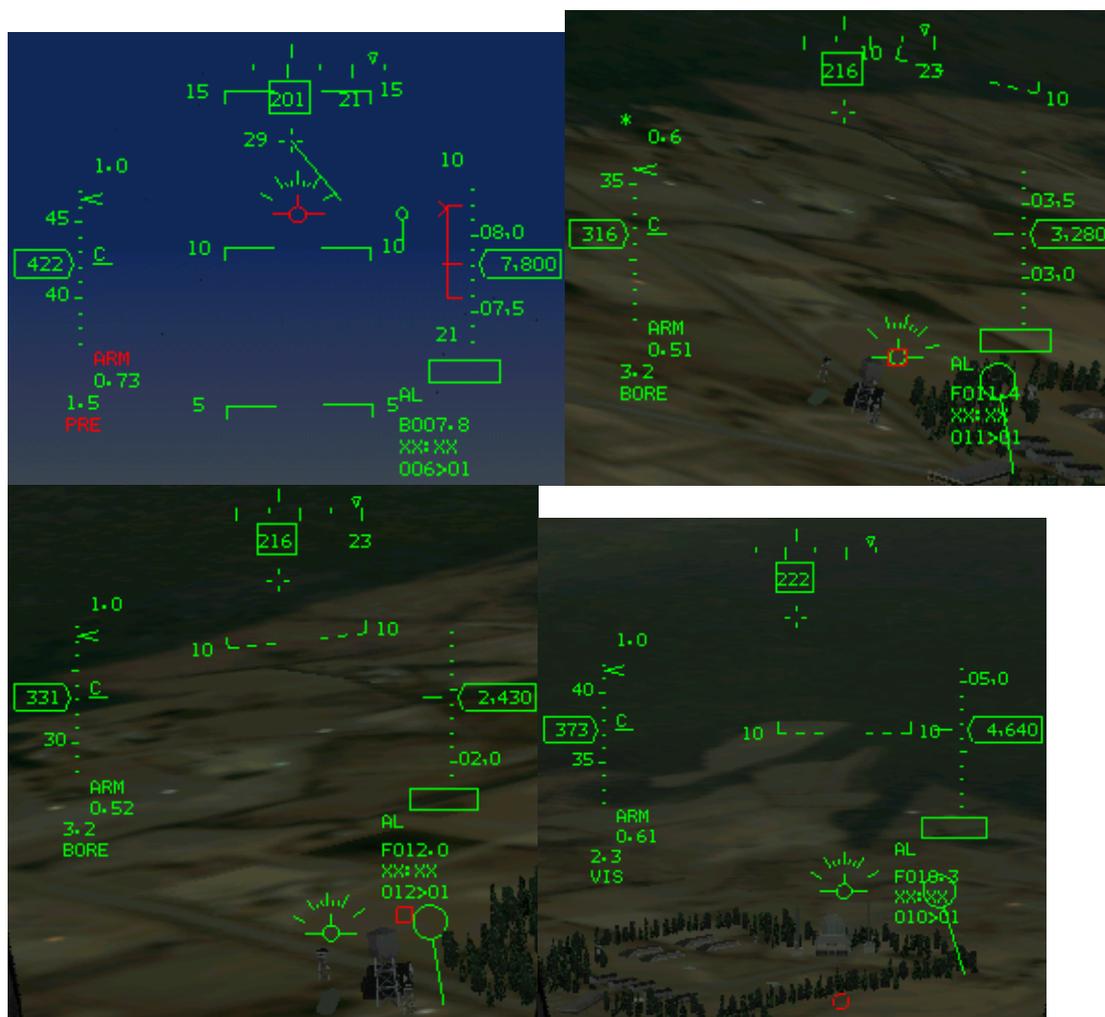
## PAGE WEAPON (WPN)



La page WPN permet d'interagir facilement avec le missile actif. Cette page affiche l'image perçue par l'auto-directeur du missile lorsqu'il est sous tension, et que la lentille de protection est retirée (uncage missile, u par défaut). Une fois retirée, la lentille ne peut être remise en place. Les éléments affichés sur cette page sont les suivants :

- OSB "PRE/VIS/BORE" : Sélection du mode de tir du maverick parmi les trois disponibles :
  - PRE : Désignation asservie au radar
  - VIS : Désignation visuelle
  - BORE : Désignation visuelle(?). *En théorie, ce mode n'est pas implanté dans Falcon 4 SP3. Cependant, il semble fonctionner mais présente peu de différence par rapport au mode VIS.*
- Grande croix : Réticule de visée. Il permet de visualiser le centre du MFD, zone sur laquelle l'auto-directeur du missile peut se verrouiller.
- OSB "FOV/EXP" : Zoom de l'image sur le MFD. L'affichage EXP est deux fois grossi par rapport à l'affichage FOV, grâce à un zoom optique. L'AGM-65A (non modélisé dans Falcon SP3) ne dispose donc pas de cette fonction.
- Crochet situé à droite du MFD : La Zone de Largage Dynamique. Elle est constituée de deux repères indiquant respectivement la portée maximale et minimale du missile, étant donnée l'attitude de vol du F-16. Un curseur ">" indique la situation actuelle, vis-à-vis du curseur de désignation.
- OSB "HOC/COH" : Sélection du mode de contraste. Les mavericks sont capables de verrouiller les contrastes positifs et négatifs. Lors de l'utilisation d'une tête I.R., cela correspond à verrouiller une cible chaude sur un fond froid (Hoc On Cold) ou une cible froide sur un fond chaud (Cold on Hot). Cette fonction n'est pas implantée dans Falcon 4 SP3.
- Crochets centraux : Affichés uniquement lorsque le zoom est inutilisé, ces crochets indiquent la portion d'image qui serait affichée avec le zoom actif.
- Petite croix : Position de l'auto-directeur. Cette croix indique l'angle de la caméra dans le nez du missile. Lorsque le missile n'est pas verrouillé, cet indicateur clignote. Lorsque la cible a été acquise par le missile, la croix est affichée normalement, jusqu'à ce que la caméra atteigne les limites physiques de son débattement. A ce moment, la croix clignote quelques secondes avant que le verrouillage ne soit perdu.

## LA VISÉE TÊTE HAUTE



La visée tête haute (VTH) ne présente aucune information nouvelle. Elle rappelle au pilote les données cruciales de son appareil, telles que la possibilité de tirer (ARM/SAFE), ou le mode du maverick (PRE/BORE/VIS). En fonction de ce mode, la VTH peut aussi afficher le curseur de désignation. Finalement, lorsque la cible est verrouillée, la VTH affiche la ZLD afin de permettre au pilote de tirer sans quitter l'horizon des yeux.

## PROCEDURE DE TIR

Le tir d'un maverick est d'une simplicité déconcertante. Tout se fait en deux phases : armement des missiles, et tir de chaque missile. La procédure est la même quelle que soit la version du missile, et quel que soit le mode de largage choisi (PRE/VIS/BORE).

### ARMEMENT DES MISSILES

- Verifier **Master Arm** ON
- Mode Principal **Air-Sol**
- Activer page **SMS**
- Sélectionner **AGM-65**
- Mettre **Power** ON : *Le gyroscope (65A/B) et le refroidissement (65D/G) s'activent*
- Activer page **WPN**
- Vérifier la disparition de l'indication **Not Timed Out** : *Le missile est prêt à tirer, gyroscope opérationnel et refroidissement effectué.*

### TIR D'UN MISSILE

La démarche sera illustrée par des images capturées durant une passe sur une "Army Corp Base", en utilisant successivement chacun des trois modes PRE, VIS, puis BORE. On peut noter un changement de cible pour le mode BORE, le radar ayant été atteint par le premier maverick avant la fin de la procédure.

Voici la configuration initiale :

Mode PRE	Mode VIS	Mode BORE

### 1. Stabilisation de l'autodirecteur par rapport au sol.

- Mode PRE : Verrouillage radar (designate-target, num-0 par défaut) : La procédure consiste en une acquisition d'objectif classique au radar.



Après verrouillage, le radar n'affiche plus que le contact sélectionné. L'image reste donc constante jusqu'à la fin de la procédure, et ne sera plus reportée ici. On peut constater que rien ne change au niveau de la VTH. On peut également remarquer que le contact visuel n'est pas nécessaire pour le moment.

- Mode VIS/BORE : Verrouillage visuel (designate-target, num-0 par défaut) : Le pilote doit amener le marqueur de plan de vol à proximité de la cible avant de désigner la cible. Les commandes du curseur radar peuvent être utilisées pour créer un décalage entre le curseur et le marqueur de plan de vol.



On peut constater une différence entre les modes VIS et BORE : Après stabilisation, le curseur affiché par le mode VIS devient rond, alors qu'il reste carré dans le mode BORE.

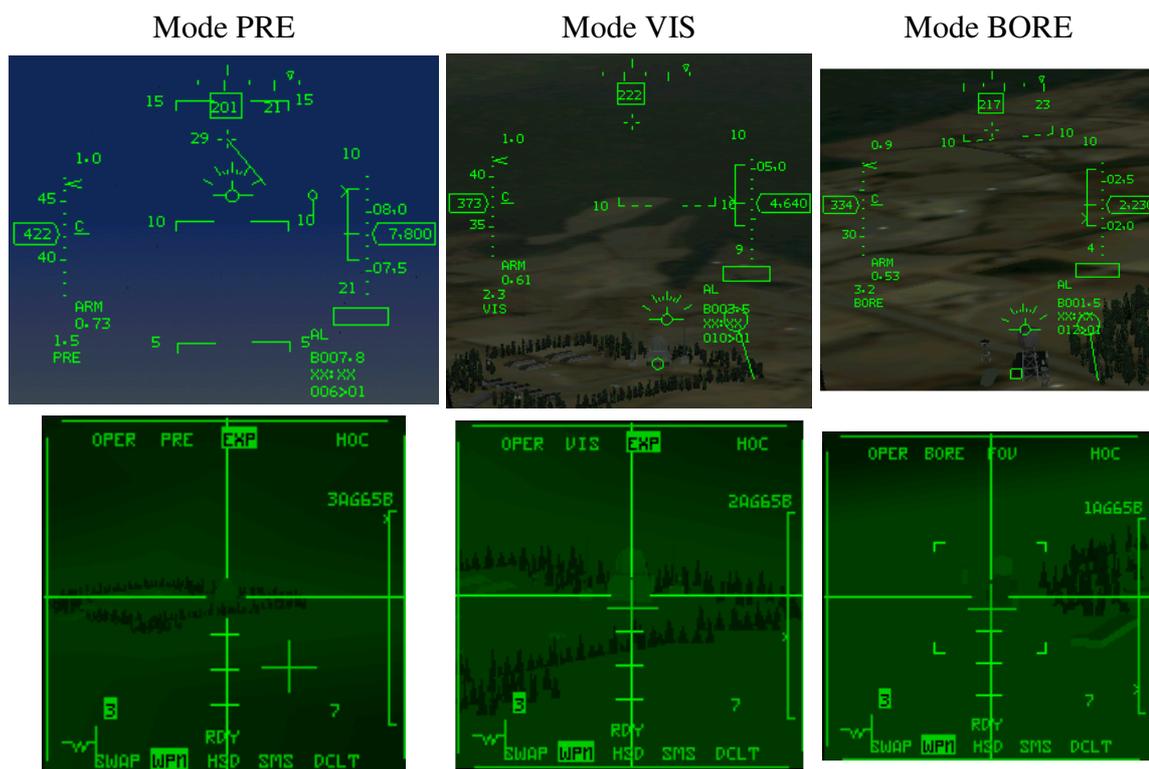
Après désignation, quelque soit le mode choisi, le curseur est stabilisé par rapport au sol, quelque soient les mouvements de l'avion. Le SOI (Sensor Of Interest) passe à l'écran WPN pour l'étape suivante.

2. Verrouillage du missile. L'auto-directeur du missile étant stabilisé, il reste à acquérir la cible exacte du missile. Cette sélection est faite grâce à l'image renvoyée par la caméra du missile.
  - Retirer la lentille de protection (uncage missile, u par défaut) *si besoin (pas d'image)*



On peut noter que les trois affichages sont rigoureusement équivalents, à l'exception de l'indication du mode choisi pour le missile. L'indicateur de position de l'auto-directeur clignote. (L'image BORE a été capturée au moment où la croix est éteinte !)

- Sur le MFD, page WPN : Centrer la cible dans l'image affichée
- Verrouiller : designate-target, num-0 par défaut. *La zone de largage dynamique apparaît dans la VTH (le HUD)*



- On peut remarquer que la position de l'auto-directeur dépend directement de l'attitude de l'avion. Dans le mode PRE, la cible a été verrouillée alors que l'avion volait en légère montée. L'auto-directeur du missile pointe donc vers le bas, alors qu'il est presque centré dans les modes VIS et BORE. En mode PRE, on peut également noter l'apparition d'un repère de largage CCRP (ici situé en bas à droite) alors qu'il n'a pas une importance majeure, le missile étant guidé.



3. Vérifier la portée du tir. Le crochet doit se situer entre le repère supérieur et le repère inférieur.
4. Tir du missile. (pickle, espace par défaut)
  - Le missile quitte sa rampe
  - Annoncer "Rifle !"
  - *L'image affichée est celle du prochain missile, pas celle du missile en vol !*
  - *Le missile suivant est sélectionné*
  - *Son autodirecteur est déjà stabilisé (retour direct au point 2)*

Le déverrouillage d'une cible (return to search, num-. par défaut) recule d'un cran dans la procédure :

- On passe de "cible verrouillée" (point 3&4) à "auto-directeur stabilisé" (point 2)
- On passe de "auto-directeur stabilisé" (point 2) à "auto-directeur non stabilisé" (point 1)

Note du rédacteur : Je n'ai pas trouvé d'indications sur le mode ou l'autonomie du refroidissement des auto-directeurs I.R., je suppose donc qu'il s'agit d'un module Pelletier (comme l'AIM-9P) et non d'une cartouche de gaz (comme l'AIM-9M). Cela laisserait donc une autonomie presque infinie des missiles refroidis.

## EXERCICES

Les missions entraînement au maverick (météo excellente) et entraînement au maverick 2 (météo déchaînée) commencent sur la piste de Mandumi. Vous et votre ailier êtes équipés de 3 AGM-65B, 3 AGM-65D, et d'un brouilleur ALQ-131. Le plan de vol contient 8 points de passage disposant d'un rôle propre à chacun :

1. Décollage. Conditions particulières : il fait nuit.
2. Regroupement des 2 ailiers, orientation et choix de la cible.
3. Première cible : Un ensemble de tanks présentant un risque minime.
4. Seconde cible : Deux bataillons SA-2 et SA-3. Ce sont des missiles radar peu véloces et faciles à éviter.
5. Troisième cible : Un bataillon de KS-19. Attention, danger à toute altitude.
6. Dernière cible : Un ensemble de bateaux, 2 pétroliers et 2 cargos sont sur zone. Aucun danger.
7. Séparation de la formation et contact de la tour de contrôle.
8. Atterrissage, de jour.

La vocation de ces exercices est de tester l'utilisation des AGM-65 contre des cibles diverses, dans des conditions nocturnes et diurnes. Vous pouvez en particulier tester les capacités "Stand-Off" du maverick contre divers types de DCA, de même que le tir en rafale sur les cibles faciles offertes par les points 3 et 6.

## RÉFÉRENCES

- [F-16.net](#)
- [FAS Military Analysis Network](#)
- [The U.S. Air Force Online Encyclopedia](#)
- [The U.S. Navy Fact File](#)
- [The U.S. Marine Fact File](#)
- [Directory of U.S. Military Rockets and Missiles](#)

## QUELQUES INFOS SUR LES CHARGES CREUSES

- [Très bonne explication du principe. \(PowerPoint, In English of course\)](#)

[Quelques illustrations de l'explosion. \(Plusieurs simulations\)](#)

*par Yang*