

Académie de Vol Militaire

Coursus F-16 (Falcon 4.0 BMS) :

Tenue de formation

(version 3.0)



Versions successives du document

Version	Date de mise en ligne	Version du logiciel lors de la mise en ligne
Version 3.0	24 juillet 2022	BMS 4.36 U1

Sommaire

Introduction	5
Rassemblement	6
Par différence de vitesse :.....	6
Par différence de vitesse et de trajectoire :	7
Par différence de trajectoire :	9
Conseils pour le rassemblement :	11
Virages & Energie - définitions utiles :	13
Patrouille serrée (Fingertips)	14
Définition.....	14
Position :	15
Pilotage.....	16
Ecartement et visualisation de la LOS (Ligne Of Sight : Ligne de vue).....	18
Changement d'aile	20
Avantages de la PS	21
Inconvénients de la PS	21
Décollage PS	22
Atterrissage PS	23
Persienne.....	25
Remarque relative au matériel utilisé en simulation :	26
Progression :	26
Formation de Manœuvre Offensive	27
Définition FMO	27
FMO de transit (Wedge).....	27
FMO de combat (Fighting Wing)	28
Justification de la FMO :	29
Position en vol rectiligne stabilisé :	29
Pilotage.....	29
Pilotage en FMO résumé :	32
Avantages de la FMO	33
Inconvénients de la FMO	33
Progression :	33
Formation de Manœuvre Défensive	34

Définition.....	34
Position en vol	34
Justification	34
Pilotage.....	35
Surveillance du ciel	40
Avantages de la FMD.....	41
Inconvénients de la FMD	41
Progression :.....	41
Angles de vue	42
Angles de vue vers l'avant : Azimuts et pentes	42
Angles de vue vers l'arrière : Azimuts	42
Autres formations à 2 avions :	43
Formations à 4 avions :.....	44
Container - Offset Container	44
Arrowhead	44
Wedge	45
Fluid four.....	45
Ligne (Spread four).....	46

Introduction

Ce document décrit les 3 principales formations de patrouille utilisées en aviation militaire :

- Patrouille Serrée (PS)
- Formation de Manœuvre Offensive (FMO)
- Formation de Manœuvre Défensive (FMD)

Chacune de ces formations est importante pour le pilote virtuel, que ce soit en combat, pendant les phases de transit ou pour le ravitaillement en vol. Il est donc primordial de distinguer et de connaître ces trois types de formation. Leurs principes sont à la base de toutes les autres formations en patrouille (que ce soit à 2 ou 4 avions).

Pour être à l'aise en patrouille, il faut beaucoup d'entraînement. Il n'est donc pas inhabituel que le premier vol "patrouille" à l'AVM ne soit pas validé du premier coup.

Pendant toute la progression la plupart des vols se font en patrouille, il faut donc sans cesse se perfectionner. Il faudra, à terme, être capable de tenir correctement la formation, tout en réalisant d'autres tâches (surveillance du ciel, navigation, suivi de la mission, utilisation du système d'arme). Par conséquent, les exigences ne seront pas les mêmes pour un débutant et pour un pilote opérationnel.

Au départ, on simplifiera l'apprentissage en se concentrant sur la tenue de formation. L'objectif est d'assimiler les bases du vol en Patrouille Serrée ainsi que de la Formation de Manœuvre Offensive. L'élève devra comprendre et appliquer les principes essentiels, en sécurité pour les pilotes virtuels et leurs appareils.

Plus tard, on cherchera à atteindre un meilleur niveau de maîtrise. Cela sera facilitée par l'accumulation de la pratique. L'objectif sera de maîtriser les différents types de formations en fin de niveau III (3.5 Pilote Opérationnel - PO).



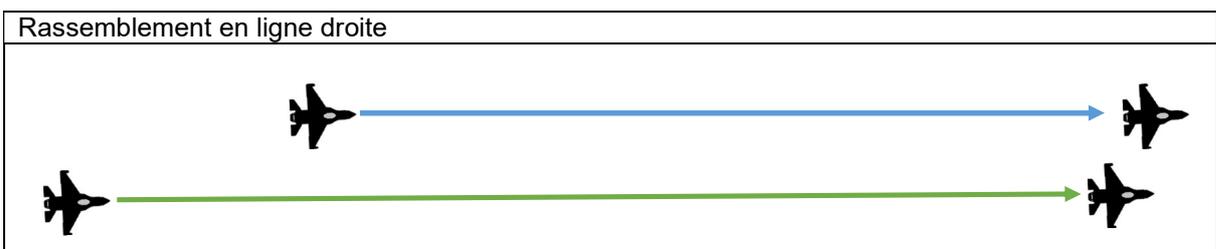
Rassemblement

Première étape du vol en formation, il faut rassembler les avions de la patrouille. Lors de l'apprentissage, le leader guide l'élève pour rassembler la patrouille en sécurité (ou il réalise lui-même le rassemblement sur l'élève avant d'échanger les rôles).

Le rassemblement est habituellement réalisé sur ordre du leader, et comme pour la tenue de formation, c'est généralement l'ailier qui manœuvre. L'ailier peut, et doit, demander des manœuvres au leader si nécessaire.

Dans la mesure du possible, les phases prévues de rassemblement sont préparées en amont de la mission et briefées. Il existe plusieurs moyens de rassembler une patrouille légère (2 avions).

Par différence de vitesse :



L'ailier est légèrement éloigné en secteur arrière, avec le visuel sur le leader.

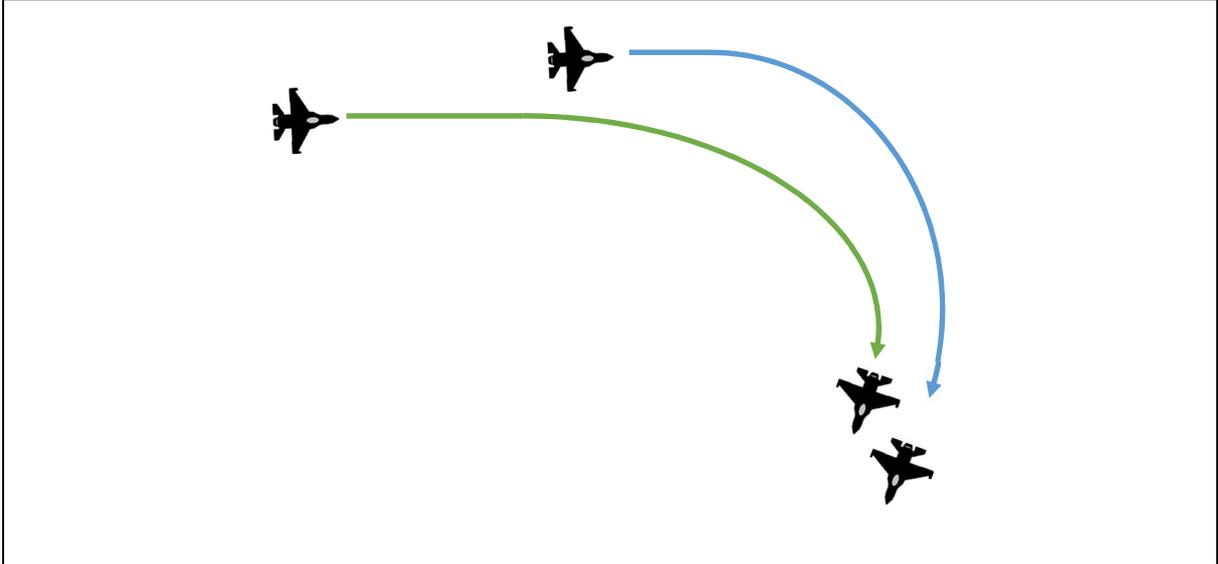
Le leader poursuit et maintient cap, vitesse, altitude

L'ailier affiche une vitesse rapprochement de +50 à +100 KCAS par rapport au leader afin de le rattraper. En arrivant en position l'ailier réduit progressivement, jusqu'à annuler complètement la vitesse de rapprochement une fois en place.

L'ailier peut demander "des tours" afin que le leader ralentisse et facilite le gain de vitesse de rapprochement. Ceci n'est toutefois pas toujours possible, notamment en zone hostile et en fonction des menaces.

Par différence de vitesse et de trajectoire :

Rassemblement en virage



L'ailier est éloigné en secteur arrière, avec le visuel sur le leader

Le leader se met en virage, habituellement en palier avec environ 30° à 45° d'inclinaison.

L'ailier coupe l'intérieur du virage (avec une vitesse d'environ +50 kts par rapport à celle du leader) pour réduire l'écart.

En arrivant en place, l'ailier réduit les gaz et se stabilise en place, à la même vitesse que le leader

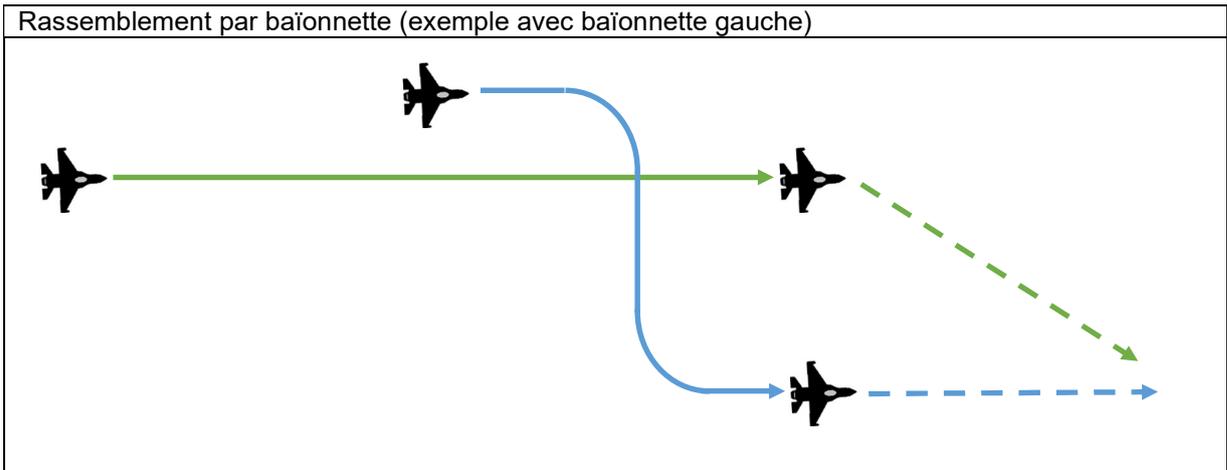
Position au début du rassemblement :



Position en cours de manœuvre :



Par différence de trajectoire :



L'ailier est loin en secteur arrière, avec le visuel sur le leader. Il demande une baïonnette droite ou gauche : **"baïonnette droite/gauche"** (**shackle left/right**)

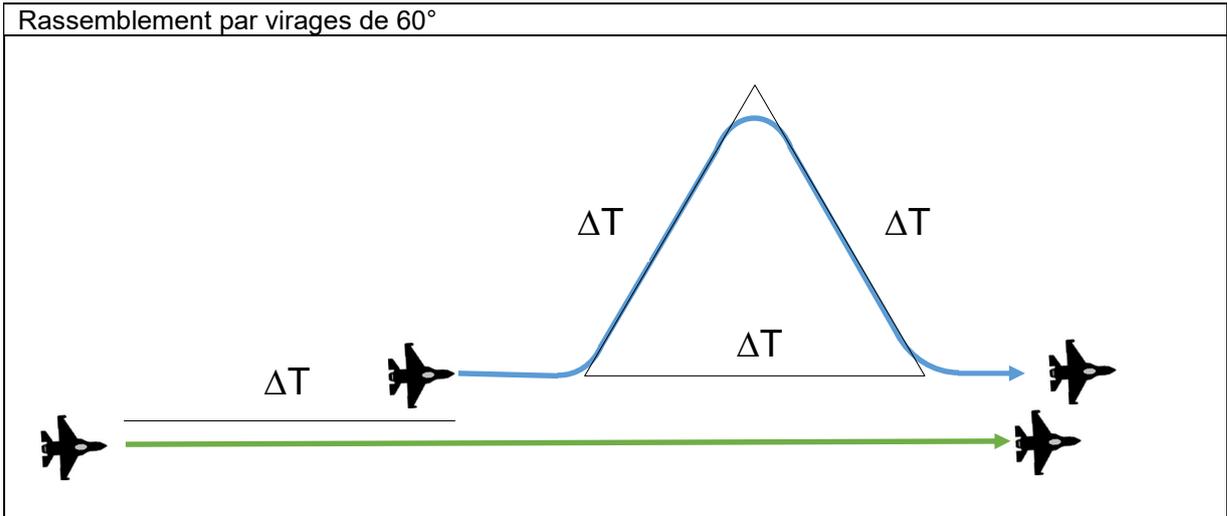
Le leader vire de 90° du côté demandé

L'ailier continue au cap initial

Lorsque le rapprochement est suffisant, il demande le renversement : **"reverse"** (**reverse**)

Le leader vire de 90° et reprend le cap initial (les avions doivent se retrouver sensiblement de front)

Eventuellement, les appareils convergent ensuite progressivement pour réduire la séparation latérale



Le temps de vol (ΔT) séparant les avions est connu (après une formation en trail ou un décollage "snake" par exemple) et les vitesses sont identiques. L'ailier est loin en secteur arrière, avec ou sans le visuel sur le leader. A vitesse constante, le leader ouvre de 60° pendant ΔT puis referme de 120° pendant ΔT avant de reprendre le cap initial. Il annule ainsi le retard de l'ailier qui doit reprendre le visuel et finir de rassembler. Si le visuel n'est pas acquis au cours de la manœuvre, on veillera à assurer l'anticollision avant la fin de la manœuvre (différence d'altitude, ou contact radar par exemple).

Conseils pour le rassemblement :

Pour la patrouille :

Prendre le visuel au plus tôt

Les aides pour reprendre le visuel :

- FCR (si possible, ne pas rester locké sur le leader, ou annoncer le "tied" si la conservation du lock est nécessaire)
- Datalink
- TACAN Air-Air
- Communications. Notamment, une fois qu'un appareil a repris le visuel, donner les indications en relatif pour l'autre appareil (par exemple : "je suis dans tes 2h, bas, proche")

Le rassemblement doit être rapide (s'entraîner sera la clé de la rapidité)

Ne pas accepter de doute dans la conduite du rassemblement (assurer la sécurité avant tout !) : prévoir et communiquer

Eviter les trajectoires convergentes pouvant mener à une collision

Pour rassembler une patrouille de 4 avions :

- Chaque avion rassemble dans l'ordre. On prendra soin dans ce cas à conserver le visuel sur tous les appareils précédents de la patrouille.
- On rassemble chaque élément séparément puis on rassemble les 2 éléments ensembles.

Conseils pour l'ailier :

Demander sa vitesse au leader si besoin (ainsi qu'un cap ou/et une altitude). Cela permet d'ajuster au mieux la vitesse de rapprochement (et la trajectoire initiale).

Demander au leader de la marge au gaz si besoin ("des tours"). De manière générale, on n'utilise pas la postcombustion pour rattraper plus vite (la consommation de fuel serait rapidement trop importante).

Demander une manœuvre au leader si besoin (baïonnette, virage...).

Conseils pour le leader :

Pour ne pas trop réduire la vitesse, si l'ailier est loin derrière, réaliser des virages successifs pour augmenter la distance parcourue sans réduire la vitesse (S dans le plan). La conservation du potentiel de maniabilité est nécessaire, surtout si des menaces sont supposées ou présentes (survol de zone hostile par exemple).

Respecter le rassemblement prévu au briefing, sinon communiquer au plus tôt. Rester souple et prévisible dans les changements de trajectoires et de régime moteur (et annoncer si besoin).

Sécurité

Quelle que soit la formation, éviter une collision est prioritaire sur la tenue de formation !

(Ainsi que le contrôle de l'appareil, et la surveillance du niveau de carburant.)

Évitement

Il faudra réaliser un évitement si la vitesse de rapprochement est trop élevée ou que les trajectoires sont convergentes (à faible distance).

Pour éviter : croiser, dessous, et derrière.

Réduire et sortir les AF si nécessaire.

Annoncer l'évitement et/ou le dépassement (overshoot).

L'ailier est habituellement aux ordres du leader pour revenir en place.

Virages & Energie - définitions utiles :

Virage en marge de manœuvre :

C'est un virage à altitude constante, effectué à puissance maximum (Buster ou Gate), à vitesse constante (donc sans dégradation d'énergie).

Ce virage maximise le taux de virage entretenu. Cela optimise les évolutions dans un volume réduit (manœuvre optimale en combat).

Pilotage :

Cadencer progressivement (tirer sur le manche lentement et progressivement) en affichant plein gaz.

Doser l'action à la profondeur afin de conserver la vitesse de départ, en recherchant à l'aide du gauchissement (roulis) l'inclinaison permettant de maintenir l'altitude.

Pour arrêter le virage, dégauchir en rendant la main. Réduire assez rapidement au régime de départ pour ne pas dépasser la vitesse de départ.

Virage en limite de manœuvre :

C'est un virage à altitude constante effectué à puissance maximum (Buster ou Gate), aux limites de l'avion, en facteur de charge et/ou incidence maximum.

Ce virage maximise le taux de virage instantané. Cela permet un changement de direction le plus rapide possible (manœuvre d'évasive par exemple) au détriment de l'énergie.

Pilotage :

Cadencer franchement (tirer progressivement, rapidement et fortement sur le manche) en affichant plein gaz.

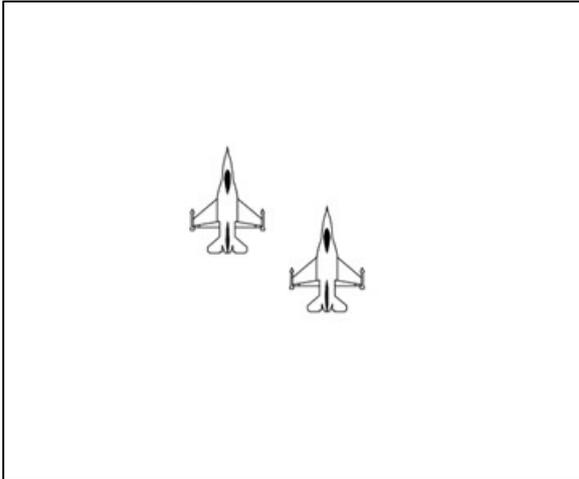
Maintenir l'action à la profondeur pour obtenir l'incidence ou le facteur de charge maximum. Comme précédemment maintenir l'altitude au gauchissement (modifier l'angle de roulis permettant de maintenir l'altitude).

Pour arrêter le virage, dégauchir en rendant la main. Réduire si nécessaire.

Patrouille serrée (Fingertips)



Définition



Position rapprochée permettant à l'ailier de suivre parfaitement un avion guide.



Position :

Etagement nul

Retrait travers dérive

Ecartement d'environ 2 m entre les saumons d'ailes

La patrouille serrée est dite "lâche" lorsque les distances en retrait et écartement sont légèrement augmentées.



Pilotage

Étagement : l'étagement est nul. L'ailier doit être dans le plan de l'aile de l'avion du leader. La position dans l'axe vertical se tient avec la profondeur.

Retrait : le cockpit de l'ailier doit être travers de la dérive de l'avion leader. Le retrait se tient aux gaz (il est très difficile d'être aussi avancé avec le champ de vision réduit d'un écran, on est plutôt "travers tuyère" en pratique).

Ecartement : les saumons d'ailes sont environ à 2 m d'écart latéral. La position sur l'axe latéral se tient au gauchissement.

Le pilotage se fait visuellement par lecture du déplacement relatif. Les paramètres sont inutiles ! Il ne doit pas y avoir de déplacement relatif :

En patrouille serrée, il n'y a qu'une place : en place !

Ça implique que l'ailier n'est jamais vraiment en place, et qu'il devra continuellement corriger pour y rester.

Le pilotage consiste à réagir au déplacement relatif pour corriger toute variation par une correction contraire annulant le déplacement relatif. Le but sera de réduire au maximum l'amplitude des oscillations autour de cette position idéale théorique.

Quel que soit les évolutions, la même place doit être maintenue. Ça veut dire que l'ailier "monte" sur l'aile s'il est à l'extérieur du virage. Et "descend" s'il est à l'intérieur. C'est l'étagement qui sert de référence, et non pas le plan de manœuvre.

Exemple en virage en palier, ailier à l'intérieur :

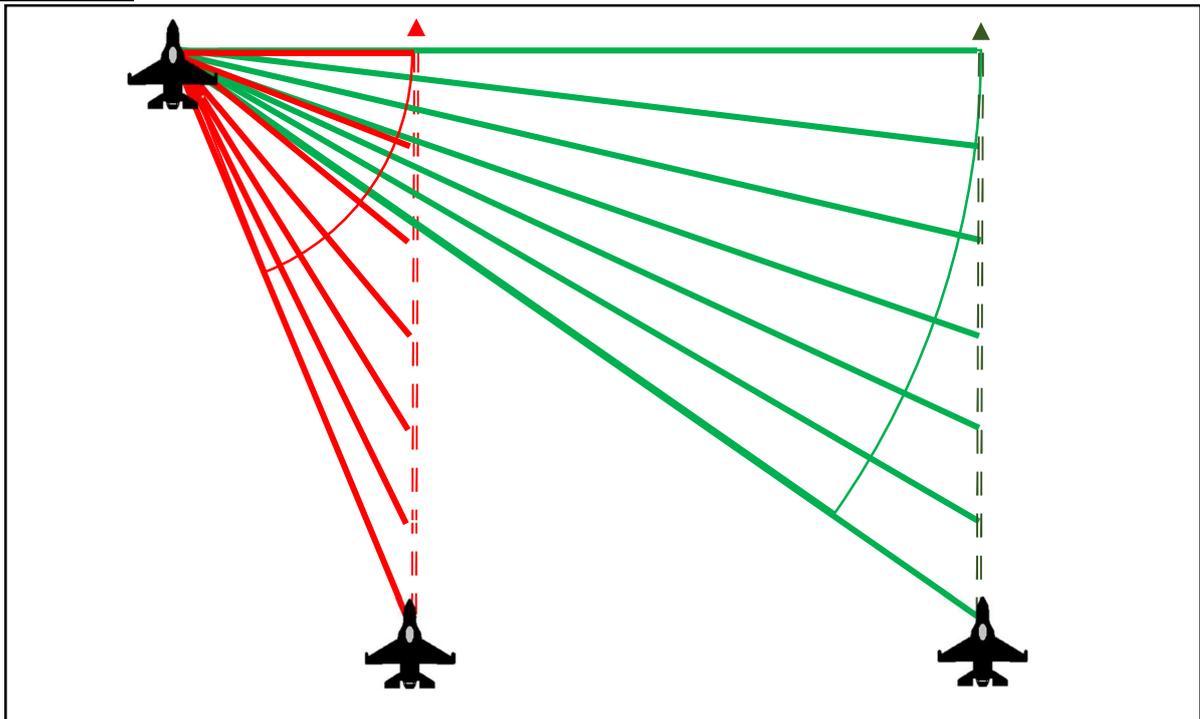


Il faut évidemment se placer correctement dans les 3 dimensions mais on prendra soin de se placer une dimension après l'autre (notamment pendant l'apprentissage) : étagement en premier, puis retrait, et enfin écartement.

Cet ordre n'est pas dû au hasard. L'étagement nul doit être assuré en premier car rester dans le plan des ailes de l'avion leader permet d'éviter les pertes de visuel (le risque est élevé de perdre le visuel dans le cas d'un étagement trop positif).

L'écartement initial permet de mieux visualiser la vitesse de rapprochement (par la visualisation de la variation de l'angle de la ligne de vue) et facilitera la correction du retrait : ainsi le retrait s'établit en second et l'écartement en dernier.

Ecartement et visualisation de la LOS (Ligne Of Sight : Ligne de vue)



Ce schéma permet de visualiser la variation de LOS à vitesse relative constante, avec un écartement faible (en rouge) ou un écartement plus élevé (en vert).

Dans le cas d'un faible écartement, la variation d'angle de la LOS est très faible au début du rapprochement, puis devient grande au dernier moment juste avant le passage de la ligne des 3h.

Dans le cas un écartement élevé, la variation de LOS est presque constante tout au long du rapprochement et permet d'anticiper facilement le dépassement.

Conseils pour l'ailier :

Une fois le rassemblement réalisé, ne pas regarder les paramètres (si besoin, on pourra couper le HUD et l'HMCS lors des entrainements).

Garder une vue d'ensemble, et corriger dès qu'il y a un écart : être très réactif, mais très souple (faire des petites corrections).

Si l'appareil oscille (PIO = Pilot Induced Oscillation), se détendre ! Par exemple en bougeant les doigts de pieds. Doser l'amplitude des corrections en fonction de l'écart à combler et de la vitesse de rapprochement. Si le "pompage" est très important, réduire, reculer, stabiliser, puis se replacer.

En virage, penser qu'il va falloir compenser la différence de trajectoire aux gaz suivant la position intérieure ou extérieure au virage : ajouter des gaz à l'extérieur, réduire à l'intérieur.

Anticiper les manœuvres du leader (surtout au gaz) et s'accrocher, ne pas renoncer, ne rien lâcher, "se battre" pour rester en place !

Conseils pour le leader :

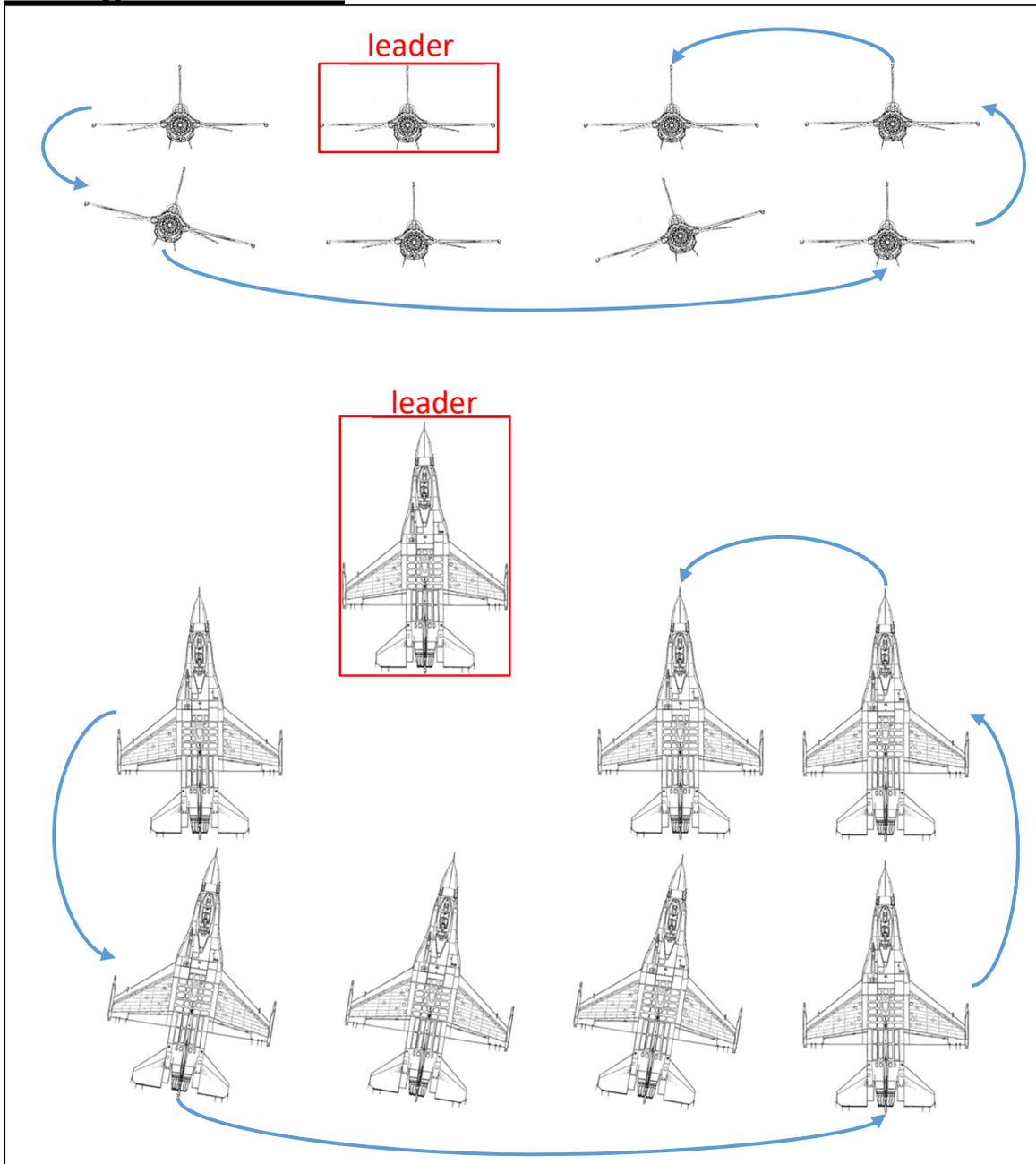
Anticiper les trajectoires (car il ne sera pas possible de manœuvrer rapidement pour rattraper une erreur).

Ne jamais faire de manœuvres brusque, rester souple et progressif.

Il est possible de prendre un fort facteur de charge ou de fortes inclinaisons, mais il faut aller les chercher très progressivement (et également relâcher progressivement en fin de manœuvre).

Annoncer les changements de configuration pour que l'ailier les réalise simultanément (sortie et rentrée du train, des aérofreins...) : avec un ordre préparatoire suivi d'un ordre exécutoire (par exemple : "pour sortir le train... top !"). Cela permet à l'ailier de mettre la main sur la commande adéquate, puis de l'activer simultanément.

Changement d'aile



Description de la manœuvre pour l'ailier :

Réduire très légèrement, prendre du retrait et un étagement négatif de l'ordre d'une demie à une envergure par rapport au leader.

Maintenir le retrait.

Croiser par une action douce en gauchissement.

Augmenter légèrement les gaz pour compenser la manœuvre.

Une fois le croisement effectué, stabiliser la trajectoire en position de PS lâche.

Puis annuler l'étagement, puis diminuer le retrait et enfin terminer la manœuvre par la diminution de l'écartement.

Avantages de la PS



Permet de traverser une couche nuageuse en conservant le visuel

Vol de nuit (conservation du visuel)

Accélère le trafic en arrivé/départ terrain (tant que la cohésion est maintenu, l'élément peut être considéré comme une unique entité par le contrôle).

Permet le ravitaillement en vol (même manière de piloter par déplacement relatif, mais avec des repères différents)

Permet de guider un avion endommagé jusqu'au touché (dans ce cas, l'avion guide réalise une remise de gaz alors que l'avion endommagé se pose)

Démonstration acrobatique ou le plaisir de tenir une formation plaisante à regarder

Exercice de pilotage : aisance et technicité

Inconvénients de la PS

L'ailier ne fait rien d'autre que tenir la formation. Il ne peut ni surveiller les systèmes, ni le ciel. Les seules actions possibles sont un changement de calage altimétrique, un changement de fréquence radio... (ou toute autre manipulation dans la limite où elle est réalisable en moins de quelques secondes).

La patrouille serrée n'a d'intérêt tactique et n'est jamais utilisée en mission de combat (sauf éventuellement pour tromper un radar dans des conditions particulières).



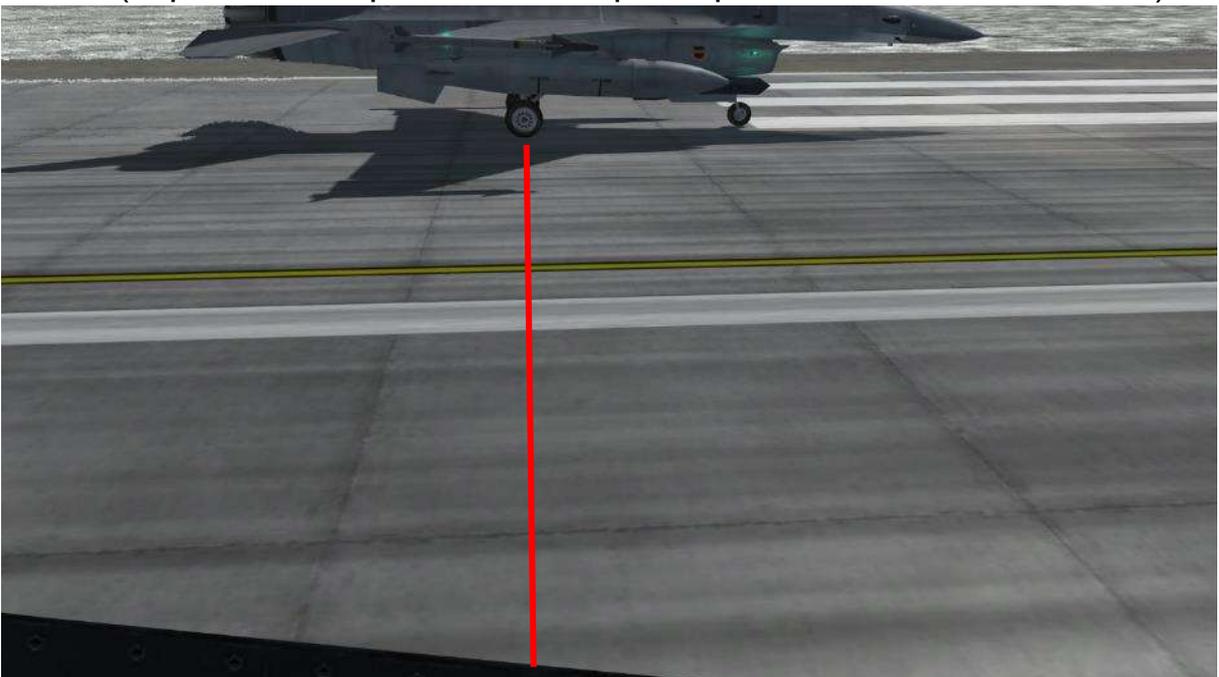
Décollage PS

Justification : fluidité du trafic, éviter la phase de rassemblement, conservation du visuel

Exécution :

Leader aligné au centre de sa 1/2 bande

Ailier aligné au centre de sa 1/2 bande. Tête alignée avec le train principal du leader (la position est plus avancée que la position de retrait de la PS)



Dernières vérifications de la cabine par les pilotes

Run up des deux avions

Une fois prêt, lâché des freins simultanément (soit sur signe de tête du leader, soit annoncé à la radio)

La rotation s'effectue à imitation

L'ailier prend un étagement positif dès que l'avion est en l'air

La rentrée du train se fait simultanément (sur ordre du leader)

La coupure de la PC se fait simultanément (sur ordre du leader)

Une fois le train rentré et la PC coupée, l'ailier peut prendre les repères de PS (attention à ne pas converger directement sur le leader)

Si un avion doit annuler la procédure de décollage, il annonce et réalise son interruption de décollage. L'autre avion décolle normalement.

Limitations :

Pour des raisons de sécurité, on ne décolle pas en PS :

- de nuit
- avec une composante de vent de travers supérieure à 10 kts
- sur piste inondée ou verglacée
- en configuration dissymétrique
- avec des charges externes actives (sauf missiles A/A, AGM, roquettes)

Atterrissage PS

Justification : fluidité du trafic, conservation du visuel, panne

Exécution :

L'ailier prend un étagement légèrement positif

Sortie du train sur ordre

Sortie des AF sur ordre (et tout changement de configuration se fait simultanément sur ordre)

A l'entrée de la piste, le leader "lâche" son ailier ("**2 à toi**" / "**on your own**")

L'ailier ajuste son alignement sur sa demi-bande, se pose et réduit avec un léger retard.

L'ailier annonce son freinage

Si l'ailier double : l'annoncer et ne plus s'occuper du leader

Si atterrissage au break, l'ailier doit être côté extérieur du virage

Limitations :

L'atterrissage en PS sera trop dangereux, et donc proscrit dans les cas suivants :

- de nuit
- avec une composante de vent de travers supérieure à 10 kts
- sur piste inondée ou verglacée
- avec des charges externes actives (sauf missiles A/A, AGM, roquettes)
- longueur de piste \leq 8000 ft et largeur de piste \leq 125 ft

Sécurité :

En dessous de 1500 ft/sol, l'ailier prend un étagement légèrement positif pour assurer sa sécurité par rapport au sol.

Dès qu'une perte de visuel est constatée :

Annoncer ! ("**lost visual**" / "**perte de visuel**")

Réaliser les manœuvres anti-abordage appropriées :

- En montée ou en palier stabilisé, l'ailier :

Stabilise son altitude pour stopper sa montée

Réduit sa vitesse pour augmenter son retrait

Ouvre de 10° au cap à l'opposé de son leader

- En descente, l'ailier :

Stabilise son altitude pour stopper sa descente

- En virage :

Le pilote à l'extérieur (leader ou équipier)

Arrête son virage

Stabilise son altitude

Le pilote à l'intérieur (leader ou équipier)

Poursuit et serre son virage

Pour assurer la déconfliction, on pourra annoncer les altitudes si nécessaire. Il faudra chercher à reprendre le visuel sans tarder. Enfin, la communication sera la clé de la sécurité d'une part, et de la reprise de la cohérence de la patrouille d'autre part.

Persienne



Pour les arrivées PS en échelon, on peut virer en persienne (ailier à l'extérieur). Au lieu de rester dans le plan des ailes du leader, les avions restent sur le même plan horizontal. L'ailier prends une inclinaison identique et suit en gardant son leader sur l'horizon.

Etagement : avion du leader sur l'horizon

Retrait : visualiser la position relative de la tuyère du leader

Ecartement : conserver le même écartement (attention, les ailes n'étant pas dans le même plan, la visualisation est plus difficile)

Conseils pour l'ailier : rester souple et incliner à imitation, augmenter les gaz pendant le virage, visualiser et conserver l'écartement pendant le virage.

La persienne est surtout utile pour les arrivées en échelon à 4 avions. Le leader veillera à ce que la patrouille soit en échelon du côté opposé du virage à réaliser.

Remarque relative au matériel utilisé en simulation :

Même avec un matériel de "pilotage de la vue" (type "Track IR" ou autre "Head Track") et un joystick haut de gamme, piloter une position de PS reste un grand challenge en simulation de vol. Il ne faudra pas hésiter à maintenir une position plus lâche si le matériel utilisé n'apporte pas la haute précision demandée par cet exercice.

Progression :

Niveau 1 :

Appliquer le principe de pilotage du déplacement relatif.

Être relativement stable en PS lâche dans des évolutions très souples, annoncées.

Niveau 3 :

Maitriser la PS

Maitriser le ravitaillement en vol.

Formation de Manœuvre Offensive

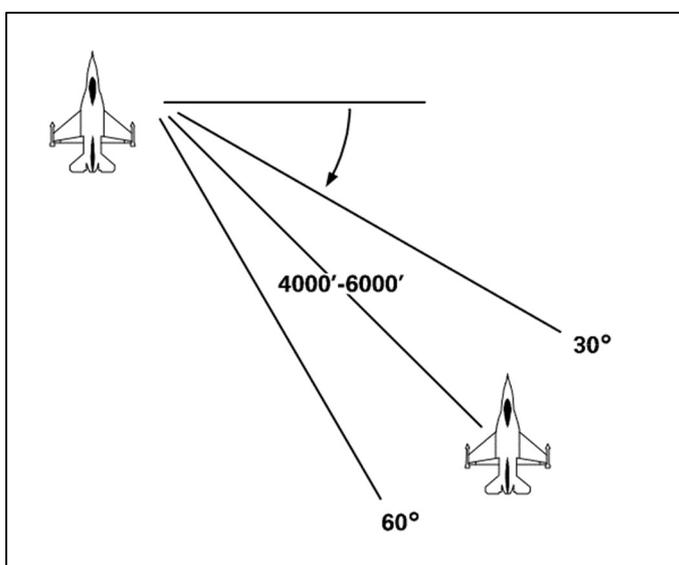
Définition FMO

L'ailier peut par sa position surveiller le ciel, être vu par son leader, et par ses manœuvres est en mesure de suivre le leader dans toutes ces évolutions en assurant la sécurité de la patrouille.

FMO de transit (Wedge)



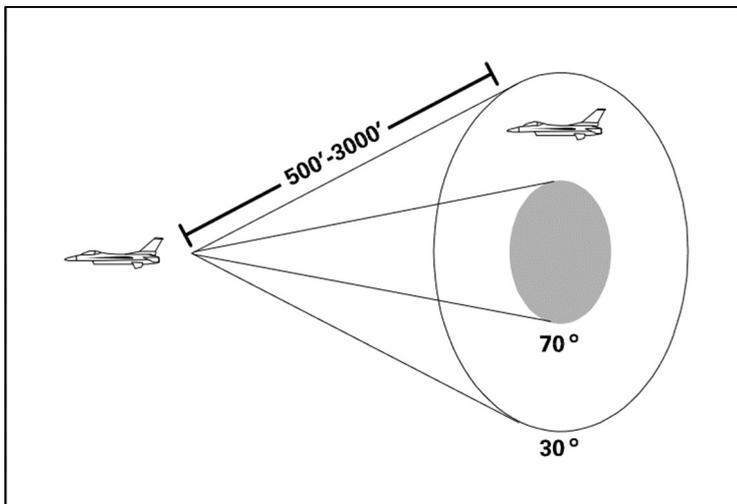
Utilisée pour les phases de transit, d'approche, de navigation. La distance est plus grande entre les appareils, les évolutions sont souples, en marge de manœuvre.



FMO de combat (Fighting Wing)



Utilisée pour assurer l'appui feu si nécessaire. La distance est plus faible, les évolutions peuvent être rapides et en limite de manœuvre.



Justification de la FMO :

Faciliter la recherche de l'objectif vers l'avant

Assurer une protection vers l'arrière

Fournir l'appui feu

Garantir la sécurité et la cohésion de la patrouille (souplesse et rapidité de manœuvre)

Assurer que l'aillier tienne sa place dans la formation en limite de manœuvre

Position en vol rectiligne stabilisé :

Etagement négatif (une envergure)

Retrait et écartement : leader à 45° (droite ou gauche) à une distance de 500 ft à 6000 ft

L'angle peut être entre 30° et 60°

L'aillier se place à droite ou à gauche, à l'opposé de la menace afin de faciliter la conservation du visuel sur le leader et la surveillance simultanée de la menace.

Par menace, on entend : tout élément extérieur à la patrouille nécessitant une surveillance visuelle (position du soleil, autres appareils en vols, base aérienne, site SAM, présence hostile...) Si plusieurs menaces sont présentes, celle jugée la plus dangereuse sera privilégiée.

Pilotage

Puissance fixe (et identique pour leader et aillier)

Vitesse identique

L'aillier pilote une position angulaire par rapport au leader (sans toucher aux gaz) par le pilotage de trajectoire relative

La séparation en distance correspond à un temps de vol (et va donc varier en même temps que la vitesse : plus lent, les avions sont plus prêts ; plus rapide, ils sont plus loin)

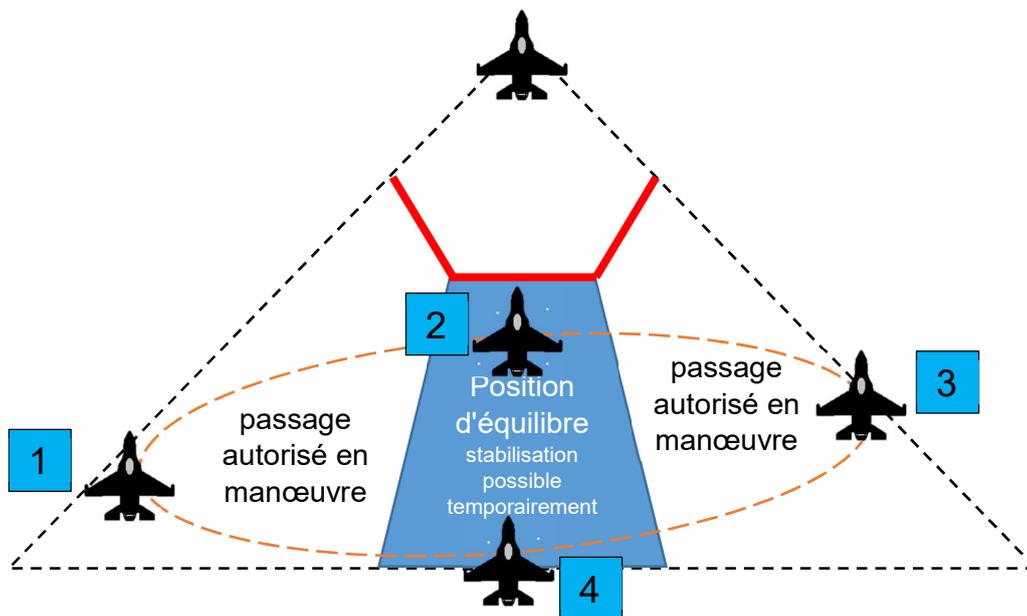
Le plan de manœuvre de l'aillier est parallèle et inférieur d'une envergure à celui du leader

L'aillier doit manœuvrer à imitation, conserver son fuselage parallèle à celui du leader (action sur la profondeur) pour conserver la même énergie. Et, dans un premier temps, incliner à imitation.

Puis l'aillier doit viser l'intérieur des trajectoires en changeant légèrement l'inclinaison.

Pour conserver la bonne énergie, visualiser les trajectoires : trop intérieur, l'aillier dégrade plus que le leader et se rapproche, trop extérieur sa trajectoire est plus longue, il s'éloigne.

Pour rester en place en virage l'ailier peut passer par les positions relatives suivantes :



Position 1 : en place, après avoir incliné à imitation, l'ailier incline vers le leader pour couper la trajectoire (tout en gardant le fuselage strictement parallèle)

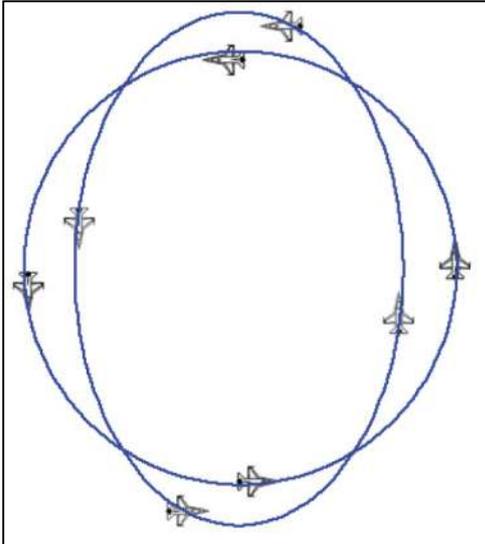
Position 2 : L'ailier passe en position d'équilibre dans les 6h du leader

Position 3 : l'ailier arrive en place sur l'autre aile

Position 4 : l'ailier doit revenir doucement pour ne pas se laisser distancer et c'est à après avoir croisé de nouveau par la position d'équilibre que la distance diminuera

Position 1 : retour en place

Exemple de trajectoires - leader en cercle dans le plan :



Dès que les évolutions sont serrées, l'ailier doit viser une position arrière (60° arrière au lieu de 45°) puis glisser en position d'équilibre si besoin.
Pour un virage en limite de manœuvre, la seule possibilité de suivre le leader est de suivre la même trajectoire depuis la position d'équilibre : les fuselages sont parallèles, les ailes sont parallèles, les trajectoires sont identiques, l'étagement est d'une envergure.

Position d'équilibre :



L'ailier doit revenir en place dès que les évolutions sont terminées (toujours penser : si le leader stabilise, est-ce que je peux revenir en place ? si non : corriger).

Ne pas être ni trop prêt, ni trop loin. Pour juger, se poser la question suivante : si le leader vire en limite de manœuvre, est-ce que je peux rejoindre la position d'équilibre et suivre ? Si la réponse est négative, la position n'est pas bonne : se replacer.

Pilotage en FMO résumé :

- fuselages parallèles
- ailes parallèles (ou presque, les corrections en inclinaison doivent être de faible amplitudes)
- étagement du plan de manœuvre (ne pas creuser à l'intérieur des trajectoires, ne pas monter à l'extérieur)
- la distance est équivalente à un temps de vol (lent = proche ; rapide = éloigné) et reste constant

Sécurité :

Garder une trajectoire inférieure (étagement entre les plans de manœuvre) afin de faciliter la conservation du visuel et afin d'assurer une déconfliction des trajectoires.

Ne jamais masquer le leader

Annoncer toute perte de visuel

Annoncer toute situation conflictuelle (trajectoires convergentes)

Ne jamais être trop avancé (LOS à 60° d'azimut maximum)

En basse altitude : plan de manœuvre supérieur. Si nécessaire, en virage le leader devra réajuster les gaz pour laisser de la marge à l'ailier (réduire de quelques % rpm).

Conseils pour l'ailier :

Pilotage à imitation

Viser l'intérieur des trajectoires dès le début des manœuvres

Être toujours prêt à suivre une manœuvre (même en limite de manœuvre)

Être toujours prêt à revenir en place (après une manœuvre)

Ne pas "creuser" les trajectoires

Ne pas rester dans les 6h du leader

Conseils pour le leader :

Même à puissance maxi (BUSTER ou GATE) laisser 2 à 3% de marge aux gaz à l'ailier.

Avantages de la FMO

Facilite l'appui feu et l'emploi des armes

Cohésion de patrouille, quelles que soient les manœuvres et les évolutions

Hors manœuvre serrée, ne demande pas beaucoup de ressources pour rester en place : permet l'utilisation pleinement opérationnelle des 2 avions

Les 6h du leader sont couvertes par l'aillier

Consommation de fuel identique pour les deux avions

Un avion de l'élément est en avant, et peut donc s'engager en premier

Inconvénients de la FMO

Les 6h de l'aillier sont peu couvertes visuellement par le leader.

Progression :

Niveau 1 :

Appliquer le principe de pilotage des trajectoires relatives en sécurité.

Etre stable en FMO de transit et lors de manœuvres souples, ou plus franche mais annoncées.

Revenir en place après des évolutions.

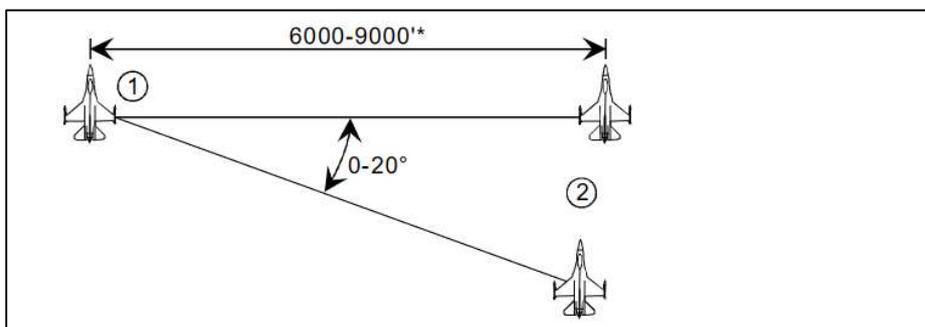
Niveau 3 :

Maitriser la FMO dans toutes les phases de vol, même en limite de manœuvre.

Formation de Manœuvre Défensive

Définition

Formation de front assurant la protection mutuelle optimale par croisement des vues. Cette formation se tient à deux : l'ailier et le leader vont devoir manœuvrer pour conserver la formation.



Position en vol

Les avions sont de front, dans un secteur de +/- 10° par le travers du leader à une distance entre 1 NM et 1,5 NM

L'étagement est nul en TBA ou en transit contrôlé. L'étagement peut être important en moyenne ou haute altitude (± 5000 ft).

Justification

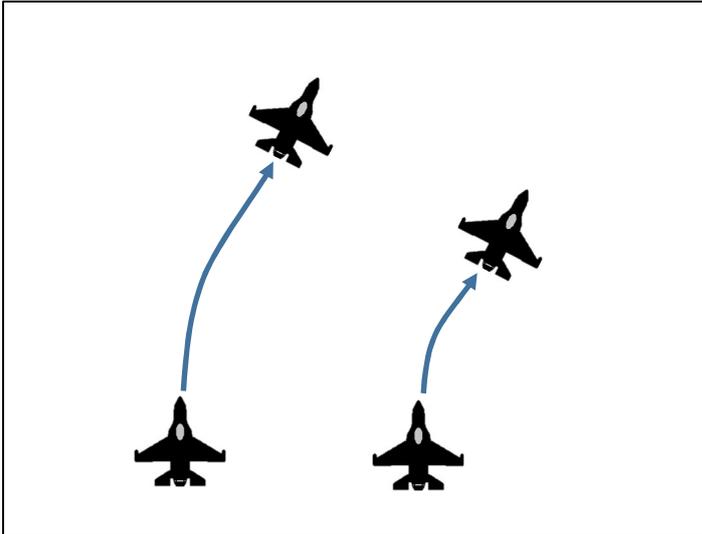
Surveillance du ciel et protection mutuelle

Ecartement de la patrouille rendant plus difficile l'acquisition visuelle par un hostile

Pilotage

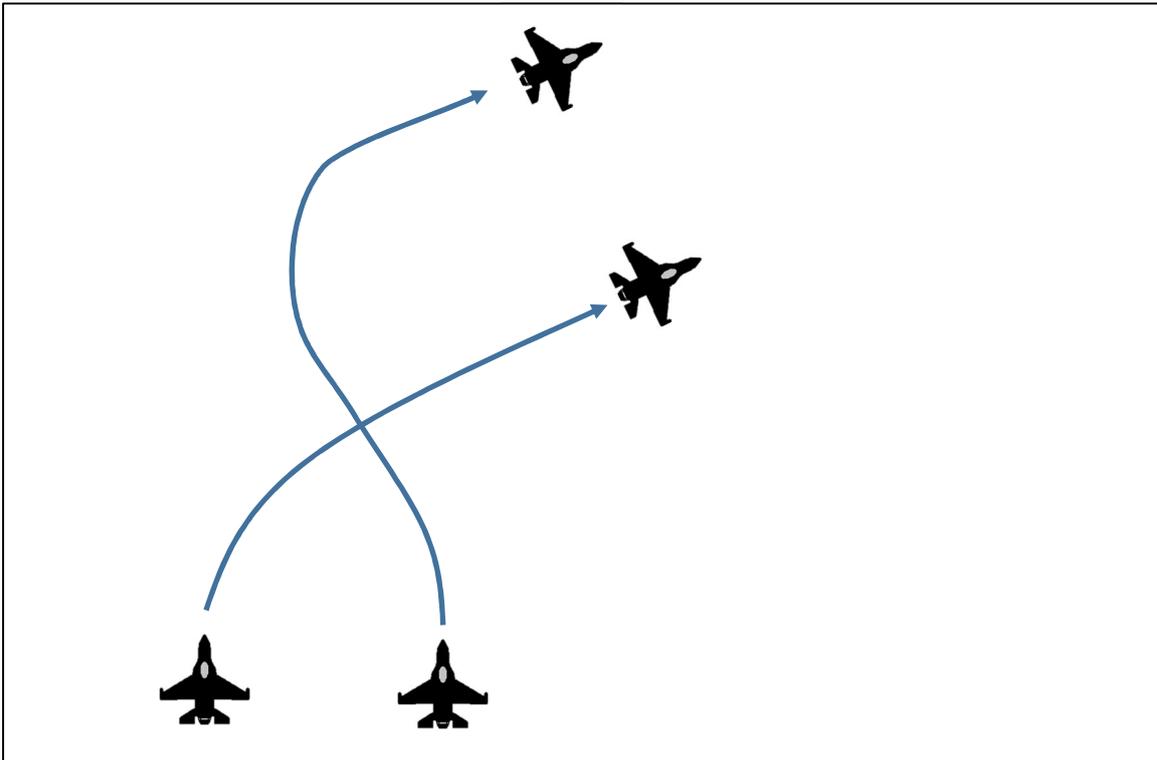
En ligne droite le leader pilote des paramètres : vitesse, cap, altitude
L'ailier tient sa place en tenant le même cap, la même vitesse en jouant sur le régime moteur, l'attitude ou la géométrie.
Les virages sont habituellement faits en marge de manœuvre.

Virage < 30° (check turn)



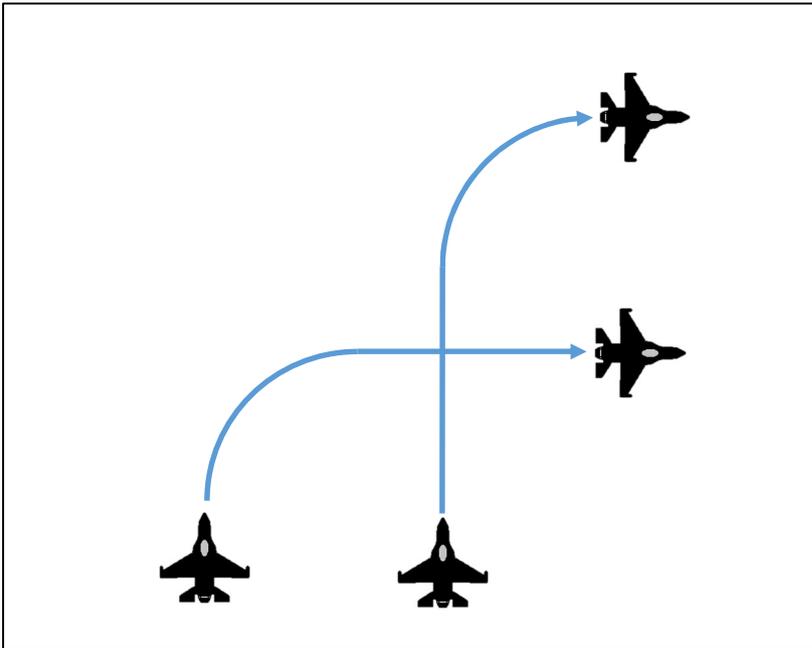
Les 2 avions déclenchent le virage en même temps, sans changement d'aile.
Le pilote intérieur réduit les gaz, le pilote extérieur augmente les gaz. Si besoin, le pilote intérieur effectue un S dans le plan pour augmenter sa distance parcourue.

30° < Virage < 90° (delayed 45°)



Le pilote intérieur vire initialement vers l'extérieur pour croiser et retrouver la géométrie du virage à 90° (voir plus loin). Dès qu'il estime le bon moment, il inverse vers le cap prévu.

Virage de 90° (Delayed 90°)

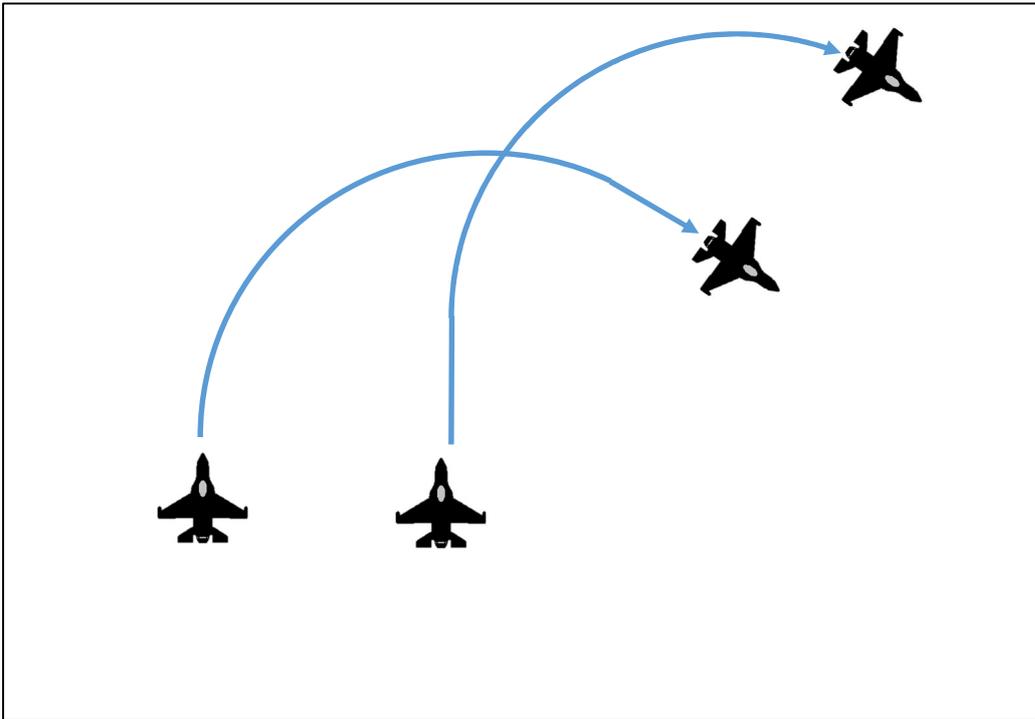


L'avion extérieur vire en premier.

L'avion intérieur vire lorsque l'autre avion pointe vers lui (attendre un peu si le virage est en limite de manœuvre ou lors d'un écartement important).

L'autre repère est de virer lorsque l'avion extérieur arrive, avant croisement, sous un azimut de 30° à 60° arrière. La valeur est fonction de l'écartement et du taux de virage.

90° < Virage < 150°



L'avion extérieur vire en premier.

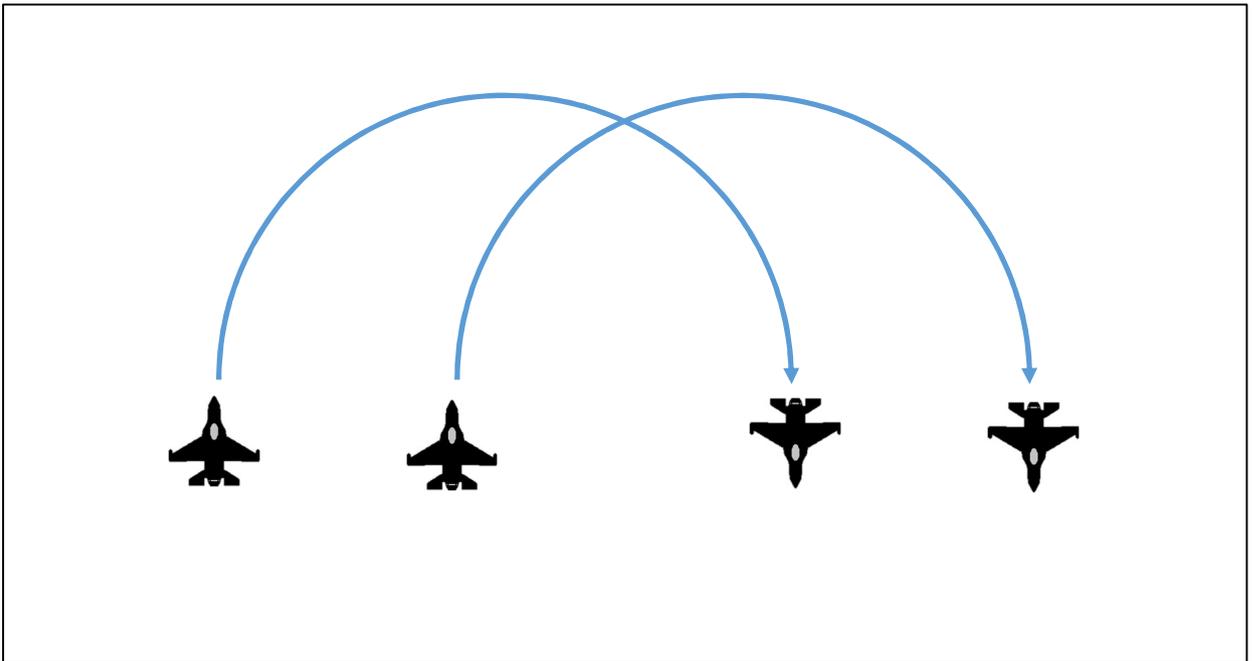
Le pilote intérieur déclenche son virage avant que l'autre avion pointe sur lui.

150° < Virage < 180°

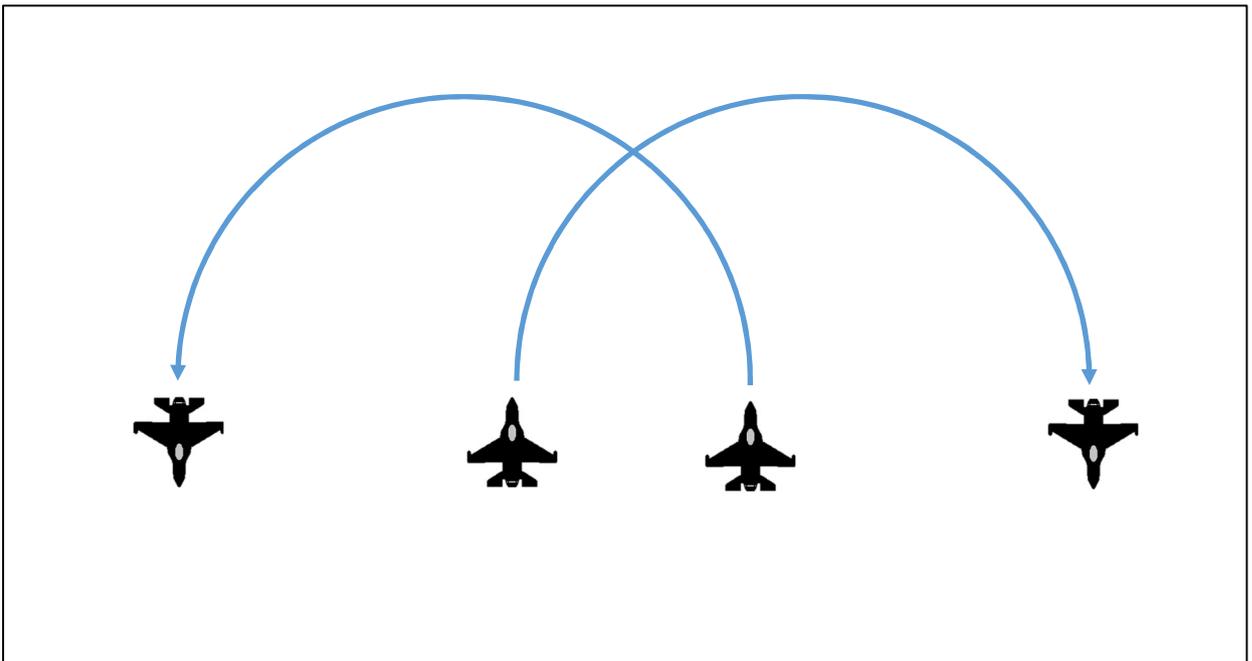
Idem que les virages de 180° mais l'avion extérieur vire en premier.

Le pilote intérieur déclenche son virage avec un léger retard (bien avant que l'autre avion pointe sur lui).

Virage de 180°

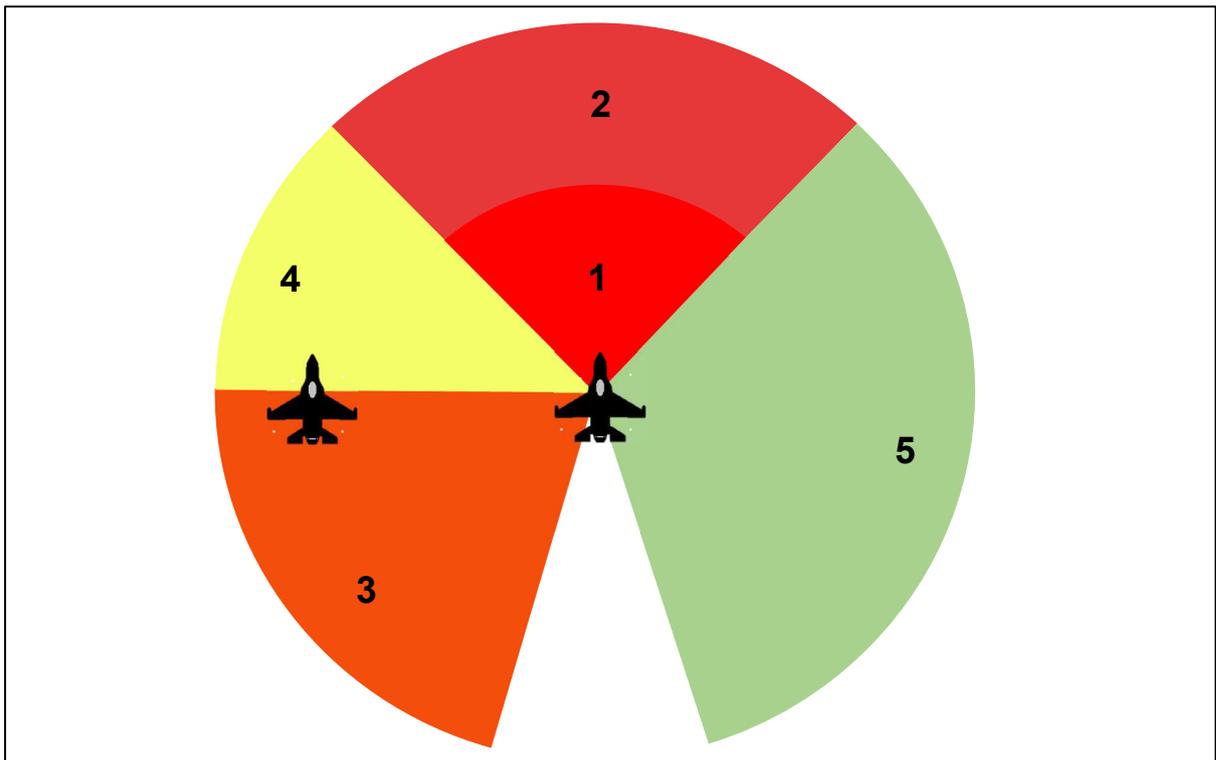


Hook turn : virage simultané dans le même sens (l'extérieur est responsable de la tenue de formation pendant les premiers 120°, l'intérieur ensuite)



Cross turn : virage simultané l'un vers l'autre (l'écartement est souvent augmenté en fin de virage)

Surveillance du ciel



En

ligne droite, en plus de son secteur avant (zone 1 et 2), chaque membre de la patrouille surveille plus particulièrement l'intérieur de la formation (zone 3 et 4) en regardant le plus arrière possible pour limiter l'angle mort et couvrir les 6h de l'équipier (zone 3).

En virage, celui qui vire surveille l'intérieur de son virage, l'autre l'extérieur. Plus l'écartement est grand, plus la surveillance des 6h est grande mais moins le support mutuel entre les avions est efficace (distance importante => délai important). Il faut donc tenir compte de la performance des avions (vitesse, altitude, régime moteur, configuration...) pour choisir l'écartement.

Avantages de la FMD

Surveillance du ciel par croisement des vues

Bonne protection mutuelle

Surveillance aisée et efficace des 6h de la patrouille

Ecartement de la patrouille rendant plus difficile l'acquisition visuelle par un hostile

Inconvénients de la FMD

Pilotage des paramètres

Progression :

Apprentissage : (pas de requis minimum au niveau 1)

Tenir une FMD en ligne droite

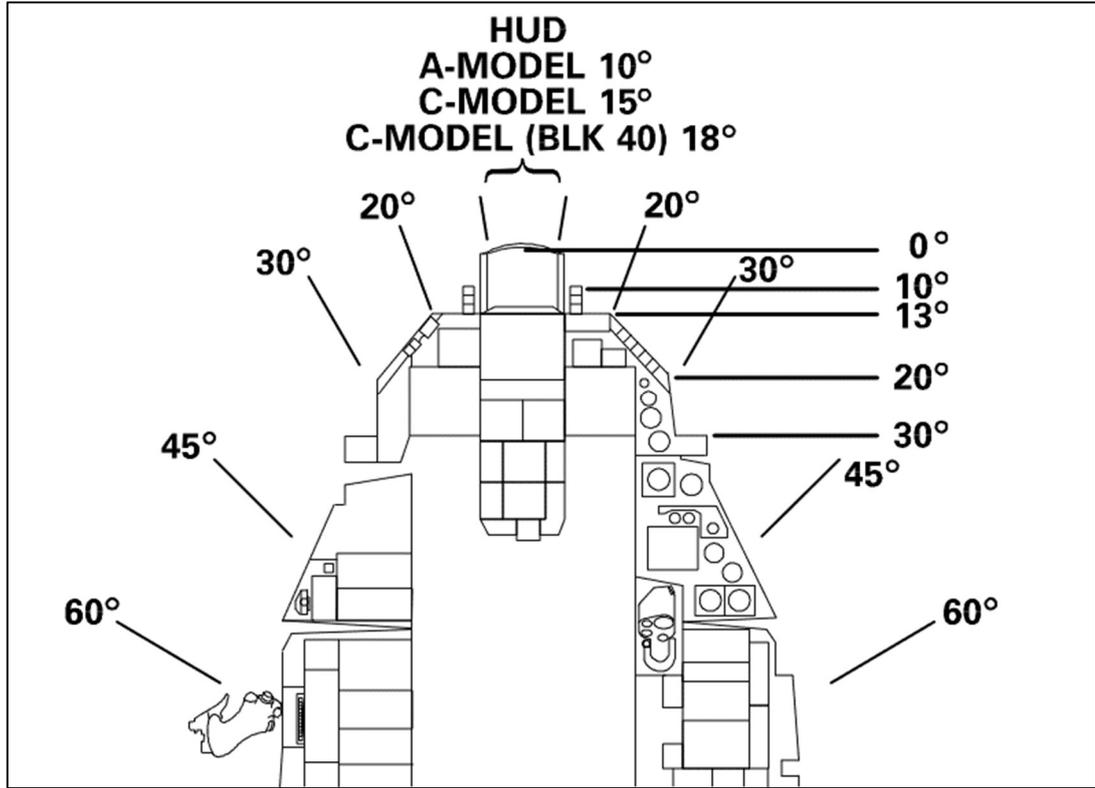
Réaliser des virages de 90° et 180° en marge de manœuvre

Niveau 3 :

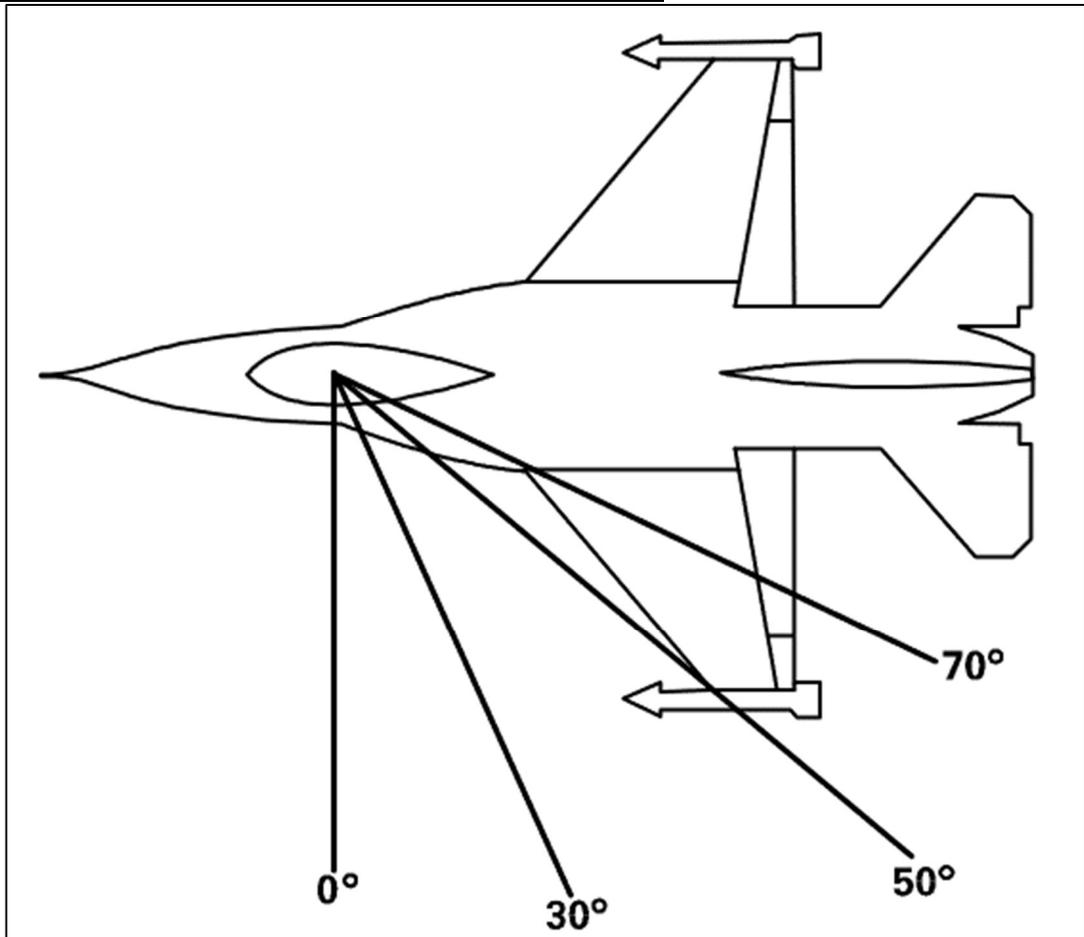
Maitrise de la FMD dans toutes les phases de vol

Angles de vue

Angles de vue vers l'avant : Azimuts et pentes

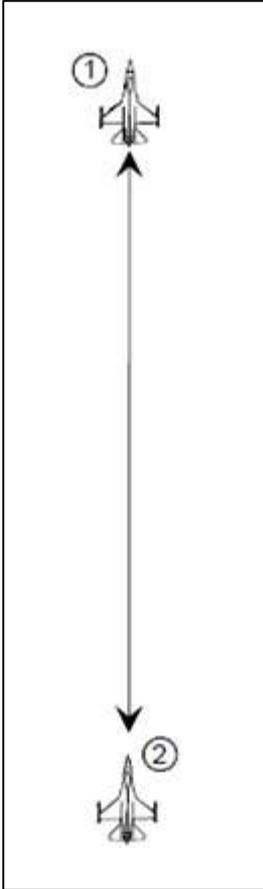


Angles de vue vers l'arrière : Azimuts



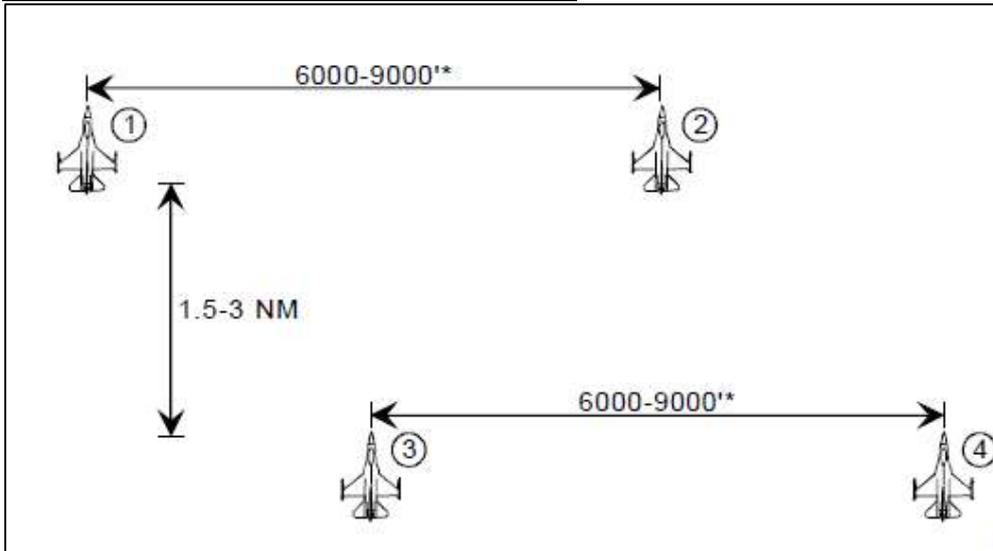
Autres formations à 2 avions :

Trail



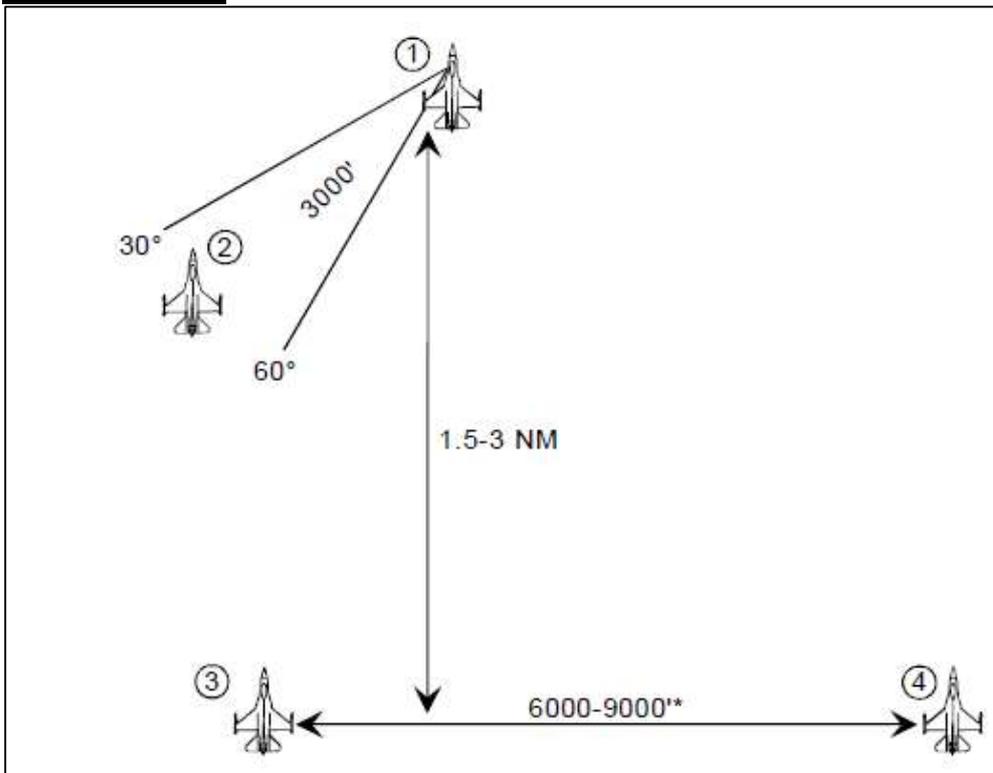
Formations à 4 avions :

Container - Offset Container



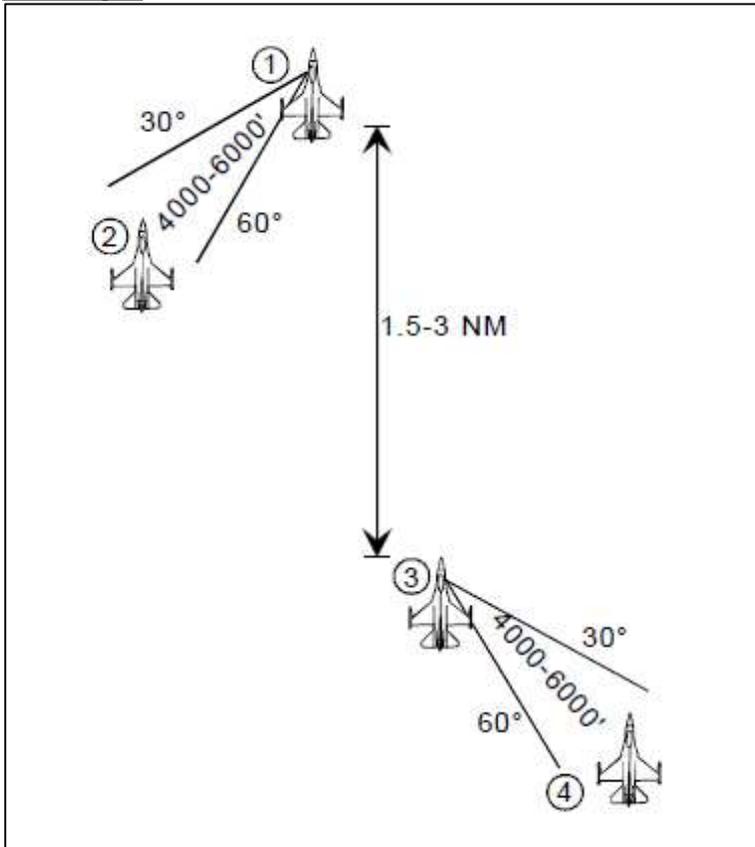
* les positions peuvent être modifiées dans une enveloppe de 4 000 à 12 000 ft par le leader

Arrowhead



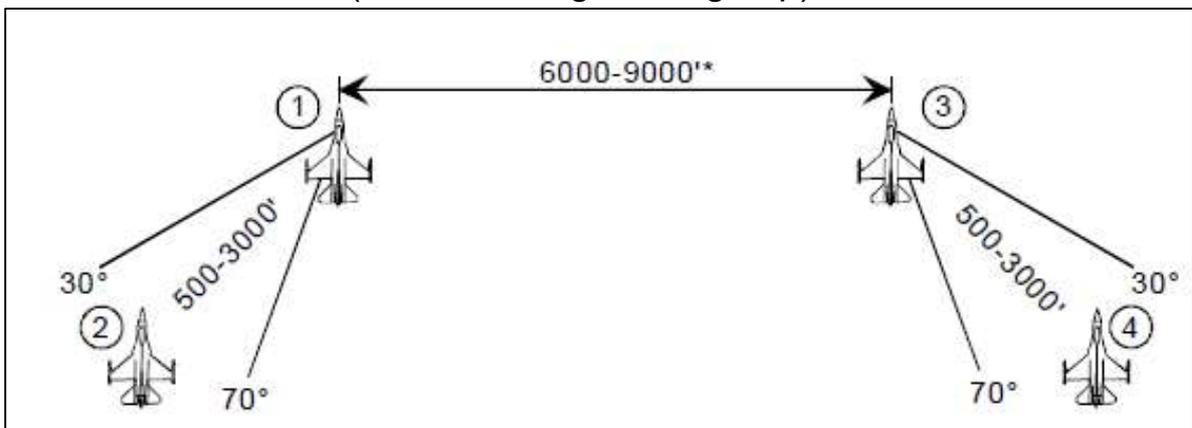
* les positions peuvent être modifiées dans une enveloppe de 4 000 à 12 000 ft par le leader

Wedge



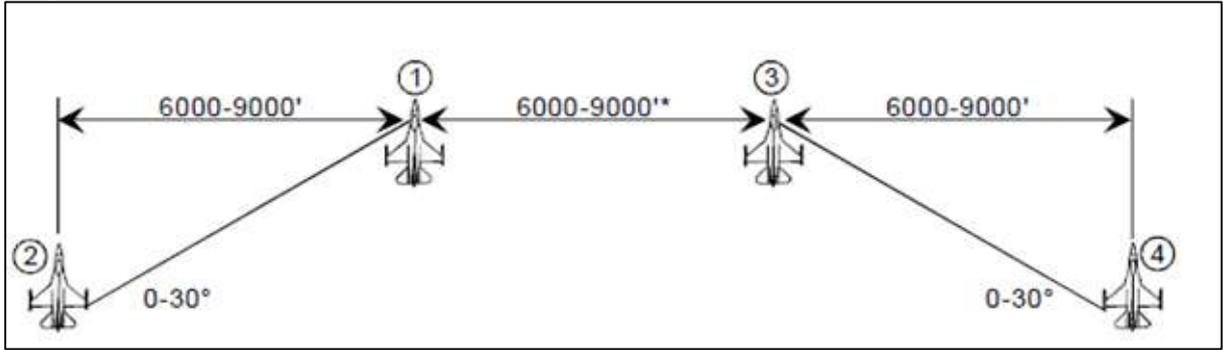
Fluid four

#2 & #4 FMO ou PS (#2 & #4 wedge or fingertip)



* les positions peuvent être modifiées dans une enveloppe de 4 000 à 12 000 ft par le leader

Ligne (Spread four)



* les positions peuvent être modifiées dans une enveloppe de 4 000 à 12 000 ft par le leader