

*CHAPITRE*

2



***APPRENDRE A  
TOURNER***

Dans ce chapitre, vous apprendrez tout d'abord comment exécuter des virages classiques avant de passer à des manœuvres plus complexes à différentes vitesses.

## MISSION 3 : VIRAGE AVEC FACTEUR DE CHARGE MAXIMAL A LA VITESSE ANGULAIRE

L'objectif de cette mission est d'apprendre à manœuvrer l'avion lors d'un virage serré. Au combat, la maîtrise de ces manœuvres est extrêmement importante. Les avions de chasse tels que le F-16 Fighting Falcon sont conçus et construits avec une seule idée en tête : engager l'ennemi et l'abattre. Pour ce faire, vous devez être capable de tourner l'avion dans le ciel et de pointer vos canons et missiles sur l'ennemi. Inversement, vous devez pouvoir tourner votre avion de manière à éviter que l'ennemi ne dirige ses armes sur vous.

Dans les virages, vous devez prendre en compte deux facteurs très importants. Le premier concerne le taux de virage (mesuré en degrés par seconde), c'est-à-dire la vitesse à laquelle se déplace le nez de l'avion durant le virage. La prochaine fois que vous quitterez un périphérique, essayez de remarquer la vitesse à laquelle se déplace l'avant de la voiture par rapport au terrain qui vous entoure. C'est le taux de virage de la voiture. Le second facteur concerne le rayon de virage, c'est-à-dire l'angle auquel vous amorcéz un virage. Si nous reprenons notre exemple ci-dessus, lorsque vous empruntez une bretelle pour quitter une route, le rayon de virage que vous effectuez est calculé par rapport à la route. Dans un avion toutefois, vous ne tournez pas par rapport à une route. Le rayon de virage est calculé par rapport à vous, le pilote.

Le rayon de virage et le taux de virage sont, à leur tour, influencés par deux facteurs : la charge (g) et la vitesse. Le facteur de charge découle tout simplement de l'angle auquel l'avion prend un virage, angle qui, à son tour, dépend de la force avec laquelle vous tirez sur le manche. Plus vous tirez sur le manche, plus le facteur de charge que vous exercez sur l'avion augmente. Cette augmentation a souvent une incidence directe sur le rayon et le taux de virage. Le facteur de charge que vous pouvez exercer sur un chasseur est limité. Au-delà de cette limite, vous risquez de briser la structure de l'appareil ou de perdre connaissance (voile noir). La charge maximale que vous pouvez exercer sur un avion sans risquer de le briser est appelée G max. Dans les vieux chasseurs, les pilotes devaient faire attention à ne pas exercer trop de charge sur les avions. J'ai moi-même observé des moteurs de F-4 Phantom ayant perdu leurs boulons de fixation et venant percuter le compartiment réacteur suite au dépassement du facteur de charge maximal. Dans votre F-16, l'avion est automatiquement limité à 9 g (g max) par un limiteur g incorporé au système de commandes de vol.

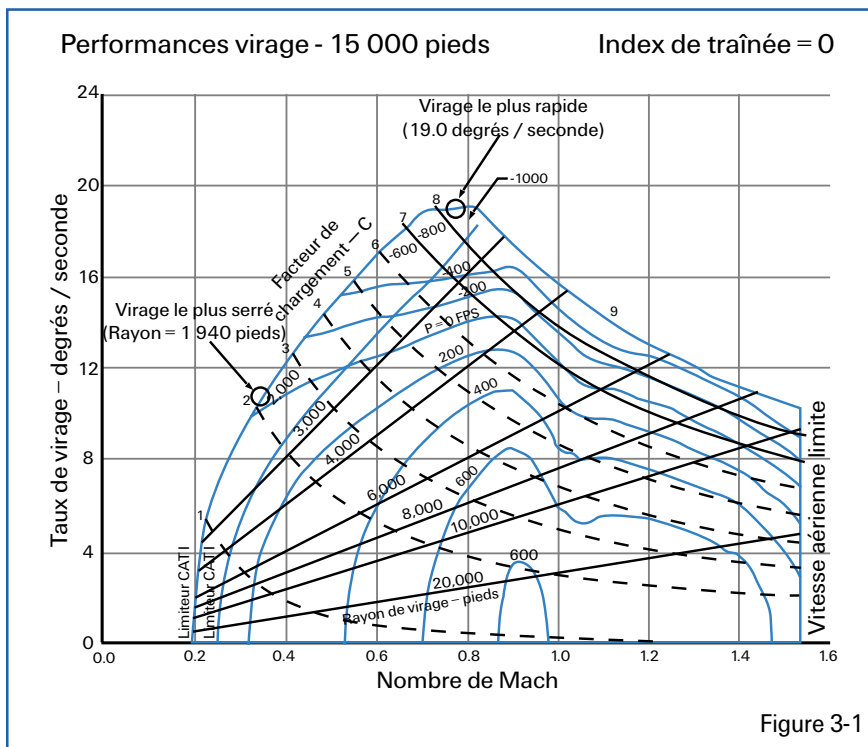
L'autre facteur qui influence le taux et le rayon de virage est la vitesse. Il existe une relation directe entre la vitesse et le facteur de charge. Le F-16 doit atteindre une vitesse optimale pour accomplir le virage le plus rapide (meilleur taux de virage) et le plus serré (plus petit rayon de virage). Cette vitesse est appelée vitesse angulaire. A partir de 330 nœuds, vous pouvez exercer un facteur de charge de 9 g sur votre F-16 (la limite structurelle de l'appareil). A moins de 330 nœuds, la quantité d'air circulant autour des ailes n'est pas suffisante pour permettre à l'avion d'atteindre 9 g. En revanche, au-delà de 330 nœuds, l'avion peut atteindre 9 g sans problèmes.



Simple comme bonjour, diriez-vous : pour atteindre la vitesse angulaire idéale, il suffit de voler à plus de 330 nœuds. Ceci n'est malheureusement pas vrai. A plus de 440 nœuds, vous pouvez atteindre 9 g, mais le rayon de virage augmente sensiblement tandis que le taux de virage diminue. En effet, à plus de 440 nœuds, les commandes de vol du jet ne vous permettent pas d'aller au-delà de la limite structurelle des 9 g. A cette vitesse, donc, l'avion ne pourra pas tourner correctement.

Pour le pilote, il est plus important de savoir qu'il existe une vitesse maximale à laquelle il pourra effectuer un virage idéal que de connaître le rapport taux de virage / rayon de virage. Cette vitesse est appelée vitesse angulaire. Elle se situe entre 330 et 440 nœuds.

Il me reste un dernier concept à aborder avant de poursuivre. Ce concept lié aux manœuvres est appelé énergie spécifique ou  $P_s$ .  $P_s$  désigne l'énergie ou la maniabilité potentielle d'un chasseur. *Falcon 4.0* a été mis au point à l'aide des courbes d'énergie spécifique du F-16. Ces courbes décrivent le degré de maniabilité du F-16 en termes de taux de virage, de rayon de virage et de g.



Le diagramme de l'énergie spécifique montre une série de lignes fluides qui représentent les différents états d'énergie spécifique du F-16 à une altitude de 15 000 pieds avec un indice de manœuvre de zéro. L'indice de manœuvre dépend de la charge extérieure qui pèse sur le jet. La ligne d'énergie spécifique zéro est la zone sur le diagramme dans laquelle le jet peut maintenir sa vitesse et son altitude pour un facteur de charge  $g$  spécifique. Les lignes  $P_s$  ayant des valeurs négatives représentent des conditions de vol dans lesquelles le jet perd soit de la vitesse, soit de l'altitude. Les lignes  $P_s$  ayant des valeurs positives représentent la zone dans laquelle l'avion peut gagner de l'altitude ou de la vitesse.

Les trois missions suivantes vous aideront à prendre un virage à la vitesse angulaire, à une vitesse supérieure et à une vitesse inférieure à la vitesse angulaire. Elles vous permettront également de voir ce qui risque de se passer si vous ne prenez pas un virage à la vitesse requise.

## VUE D'ENSEMBLE DE LA MISSION D'ENTRAÎNEMENT

Cette mission a pour objectif de vous entraîner à réaliser un virage avec un facteur de charge maximal à la vitesse angulaire. Vous remarquerez ainsi les effets qu'ont la vitesse et les facteurs de charge sur le taux et le rayon de virage. Pour des raisons pratiques, nous vous recommandons de désactiver l'option de voile noir lors de cette mission. Pour ce faire, sélectionnez « Pas de voile noir » dans l'écran de configuration de la simulation.

## CONDITIONS INITIALES

- ✦ Vitesse : 400 nœuds
- ✦ Altitude : 20 000 MSL (niveau moyen de la mer)
- ✦ Réglage manette des gaz : moyen
- ✦ Configuration : lisse (train d'atterrissage rentré, volets relevés et pas d'aérofreins)

## DESCRIPTION DE LA MISSION

Dans cette mission, votre avion vole à 400 nœuds (la vitesse angulaire requise étant comprise entre 330 et 440 nœuds). Pour réussir cette manœuvre, procédez comme suit :

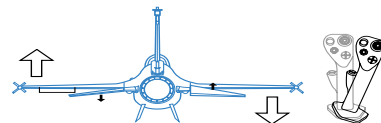
1. Chargez la mission d'entraînement « 03 Virage max à vitesse angulaire » depuis Engagement tactique.
2. Appuyez sur la touche **[1]** située en haut du clavier pour passer en mode VTH uniquement.
3. Pour enregistrer votre vol à l'aide de l'IMCA, appuyez sur **[F]**. Le mot « Recording » (enregistrement) devrait apparaître en rouge en haut de l'écran pour confirmer que l'enregistrement a commencé. L'enregistrement vous permettra de revoir le vol ultérieurement.
4. Volez tout droit pendant environ 10 secondes. Notez votre direction avant de virer.



5. Au bout de 10 secondes, enclenchez la postcombustion en poussant la manette des gaz à fond ou en appuyant sur **MAJ** . Votre objectif est de maintenir votre avion à la vitesse angulaire, à savoir entre 330 et 440 nœuds. Pour cela, vous risquez de devoir ralentir en relâchant le manche.

6. Faites un roulis et réglez les ailes sur un angle d'inclinaison compris entre  $75^\circ$  et  $85^\circ$ .

L'illustration 3-2 montre le mouvement du manche à balai et la réaction des ailes de l'appareil. Le mouvement latéral du manche contrôle le roulis de l'avion.



7. Pour exercer une charge maximale, tirez à fond sur le manche. Le mouvement avant et arrière du manche contrôle le tangage de l'avion, comme le montre l'illustration 3-3. Le tangage est équivalent au facteur de charge exercé sur l'avion. Vous remarquerez que vous ne pouvez exercer une charge maximale à 20 000 pieds tout en maintenant la vitesse angulaire. Si vous exercez un facteur de charge supérieur à 7 g dans ce virage, vous perdrez de la vitesse.

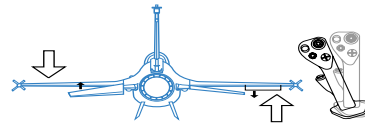


Figure 3-2

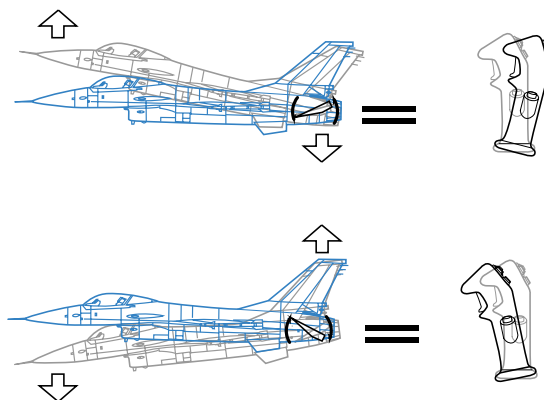


Figure 3-3

8. Continuez à tirer sur le manche dans le virage pour tenter de maintenir votre vitesse entre 330 et 440 nœuds jusqu'à ce que vous ayez rétabli votre direction initiale (vous exécuterez ainsi un virage complet à 360°).

Cette manœuvre étant enregistrée à l'avance, vous pouvez, en toute quiétude, faire appel à la VTH pour effectuer un virage à plat. L'illustration 3-4 montre le marqueur de trajectoire de vol et la ligne de niveau de la VTH ainsi que les échelles de vitesse et d'altitude.



Figure 3-4

9. Durant ce virage, tirez le marqueur de trajectoire de vol le long de la ligne de niveau de la VTH. Ce marqueur vous montre la direction de votre avion. Lorsque vous volez à plus de 300 nœuds, il est très proche du nez de l'appareil. Le contrôle du marqueur de trajectoire de vol de la VTH est assuré par le joystick.
10. Après avoir effectué un roulis de 75°–85°, vous pouvez déplacer le marqueur en tirant sur le manche. Si le marqueur se trouve sur la ligne de niveau de la VTH, l'avion volera en palier. Si vous le placez au-dessus ou au-dessous de la ligne, l'avion

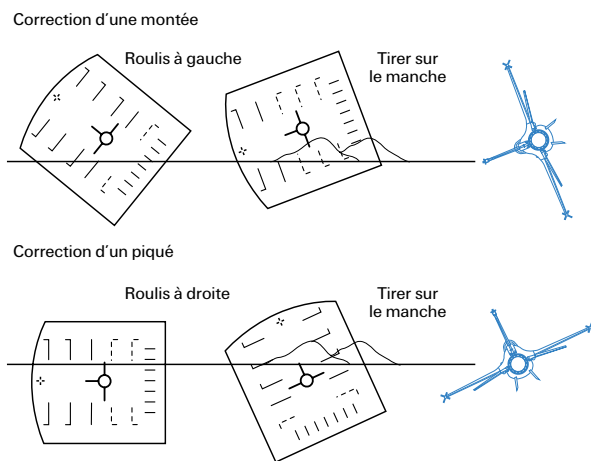


Figure 3-5



montera ou fera un piqué respectivement. L'illustration 3-5 vous explique comment manipuler le joystick pour réussir un virage à plat.

11. Appuyez sur **[F]** pour arrêter l'enregistrement sur l'IMCA.
12. Appuyez sur **ECHAP** puis sélectionnez « Terminer mission » pour mettre fin à la mission d'entraînement.

Une dernière remarque : dans cette mission d'entraînement, nous avons utilisé la VTH pour faire un virage à plat. N'oubliez pas, cependant, que dans des situations de combat, vous devrez vous concentrer entièrement sur l'ennemi et vous n'aurez pas le temps de corriger votre virage sur la VTH.

## COMPTE-RENDU DE L'IMCA

Sélectionnez IMCA dans le menu principal à gauche. Visionnez l'enregistrement de la mission que vous venez d'effectuer en cliquant sur le dernier enregistrement de la liste, puis sur le bouton Charger. Une fois l'enregistrement IMCA chargé, sélectionnez les options ci-après :

- ✦ Caméra : satellite
- ✦ Etiquettes : nom, vitesse, taux de virage et rayon de virage sélectionnés
- ✦ Terrain en fil de fer
- ✦ Traînée des ailes : maximale
- ✦ Taille des véhicules : x8

Démarrez la lecture de l'enregistrement en cliquant sur le bouton Lecture du magnétoscope. Utilisez les commandes d'affichage pour examiner le virage du dessus. La petite icône de F-16 verte vous permet de faire pivoter la vue. Utilisez les flèches situées au-dessous pour effectuer un zoom avant ou arrière.

Examinez le taux et le rayon de votre virage. Votre F-16 devrait mettre environ 25 secondes pour terminer un virage à 360°. Le rayon de virage est d'environ 3 500–4 500 pieds. Le but de cette mission est de tourner l'avion à la vitesse angulaire. Entraînez-vous donc à exécuter un virage sans perdre ou gagner plus de 2 000 pieds d'altitude.

## MISSION 4 : VIRAGE AVEC FACTEUR DE CHARGE MAXIMAL A UNE VITESSE LARGEMENT SUPERIEURE A LA VITESSE ANGULAIRE

L'objectif de cette mission est de voir ce qui se passe lorsque vous essayez de tourner l'avion à une vitesse trop élevée. Dans la mission 3, vous avez appris à tourner avec un facteur de charge maximal, à la vitesse angulaire. Cette fois-ci, vous prendrez un virage à 650 nœuds, c'est-à-dire à une vitesse largement supérieure à la vitesse angulaire du F-16, comprise entre 330 et



440 nœuds. Souvenez-vous que la vitesse angulaire est la vitesse à laquelle l'avion peut réussir le meilleur virage (le plus rapide et le plus serré).

## VUE D'ENSEMBLE DE LA MISSION D'ENTRAÎNEMENT

Au cours de cette mission, vous apprendrez à tourner avec un facteur de charge maximal à une vitesse largement supérieure à la vitesse angulaire. Vous verrez ce qui se passe lorsque vous essayez de prendre un virage à une vitesse trop élevée. A une telle vitesse, le taux de virage de l'avion diminue et le rayon de virage augmente sensiblement. La baisse du taux de virage réduit la maniabilité de l'appareil, alors que l'augmentation du rayon de virage permet à vos ennemis de suivre votre virage et de rester dans vos 6 heures.

## CONDITIONS INITIALES

- ✦ Vitesse : 650 nœuds
- ✦ Altitude : 20 000 MSL
- ✦ Réglage manette des gaz : moyen
- ✦ Configuration : lisse

## DESCRIPTION DE LA MISSION

Dans cette mission, le Falcon vole à 700 nœuds, bien au-delà de la vitesse angulaire maximale de 330–440 nœuds. Bien que vous preniez le virage à 9 g, vous remarquerez que votre rayon de virage augmente et que votre taux de virage diminue, à cause de l'excès de vitesse. Durant cette mission vous comprendrez pourquoi vous risquez d'être abattu si vous prenez un virage à une vitesse trop élevée (supérieure à la vitesse angulaire).

Ce virage est exécuté exactement de la même manière que dans la mission d'entraînement 3. Pour réussir cette manœuvre, procédez comme suit :

1. Chargez la mission d'entraînement « 04 Virage max au-dessus de la vitesse angulaire » depuis Engagement tactique.
2. Pour enregistrer votre vol à l'aide de l'IMCA, appuyez sur **[F]**.
3. Volez tout droit pendant environ 10 secondes. Notez votre direction avant de virer.
4. Faites un roulis et réglez les ailes sur un angle d'inclinaison compris entre 75° et 85°. L'illustration 3-2 montre le mouvement du manche à balai et la réaction des ailes de l'appareil. Le mouvement latéral du manche contrôle le roulis de l'avion.
5. Pour exercer une charge maximale, tirez à fond sur le manche. Le mouvement avant et arrière du manche contrôle le tangage de l'avion, comme le montre l'illustration 3-3. Le tangage est équivalent au facteur de charge exercé sur l'avion. L'illustration 4-1 montre le marqueur de trajectoire de vol et la ligne de niveau de la VTH ainsi que les échelles de vitesse et d'altitude.



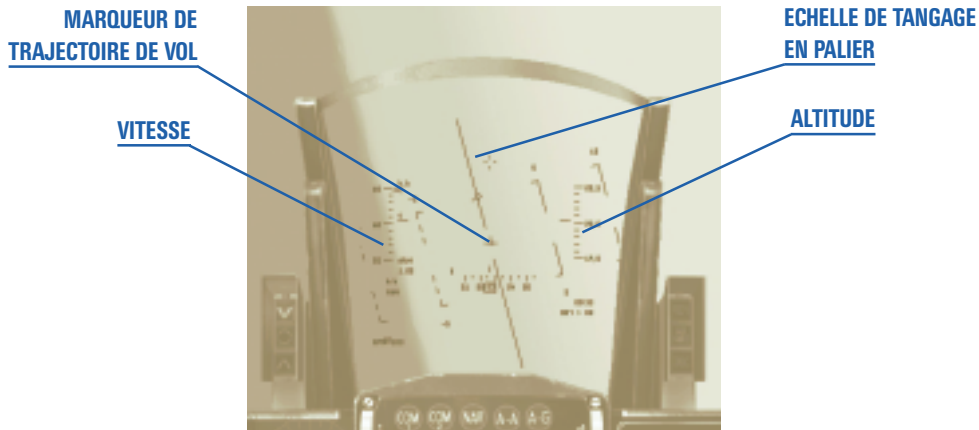


Figure 4-1

6. Durant ce virage, tirez le marqueur de trajectoire de vol et placez-le au-delà de la ligne de niveau de la VTH. Souvenez-vous que ce marqueur vous montre la direction de votre avion. Le contrôle du marqueur de trajectoire de vol de la VTH est assuré par le joystick.
7. Après avoir effectué un roulis de  $75^{\circ}$ - $85^{\circ}$ , vous pouvez déplacer le marqueur en tirant sur le manche. Si le marqueur se trouve sur la ligne de niveau de la VTH, l'avion volera en palier. Si vous le placez au-dessus ou au-dessous de la ligne, l'avion montera ou fera un piqué respectivement. L'illustration 3-5 vous explique comment manipuler le joystick pour corriger la montée ou la descente dans ce virage.
8. Appuyez sur **[F]** pour arrêter l'enregistrement sur l'IMCA.
9. Appuyez sur **ECHAP** puis sélectionnez « Terminer mission » pour mettre fin à la mission d'entraînement.

## COMPTE-RENDU DE L'IMCA

Sélectionnez IMCA dans le menu principal à gauche. Visionnez l'enregistrement de la mission que vous venez d'effectuer en cliquant sur le dernier enregistrement de la liste, puis sur le bouton Charger. Une fois l'enregistrement IMCA chargé, sélectionnez les options ci-après :

- ✦ Caméra : satellite
- ✦ Etiquettes : nom, vitesse, taux de virage et rayon de virage sélectionnés
- ✦ Terrain en fil de fer
- ✦ Traînée des ailes : maximale
- ✦ Taille des véhicules : x8

Utilisez les commandes d'affichage pour examiner le virage du dessus. Notez le taux et le rayon de votre virage. Votre F-16 devrait mettre environ 35 secondes pour terminer un virage à 360°. Le rayon de virage est d'environ 6 500–7 000 pieds. L'objectif de cette mission est de vous montrer ce qui se passe lorsque vous essayez de virer à une vitesse trop importante.

## MISSION 5 : VIRAGE AVEC FACTEUR DE CHARGE MAXIMAL A UNE VITESSE LARGEMENT INFÉRIEURE A LA VITESSE ANGULAIRE

Au cours de cette mission, vous verrez ce qui se passe lorsque vous essayez de tourner l'avion à une vitesse trop réduite. A cette vitesse, votre rayon de virage n'est pas très élevé, mais votre taux de virage est extrêmement restreint, ce qui vous empêche de pointer le nez de votre avion dans la bonne direction et de tirer sur les chasseurs ennemis.

### CONDITIONS INITIALES :

- ✦ Vitesse : 200 nœuds
- ✦ Altitude : 20 000 MSL
- ✦ Réglage manette des gaz : moyen
- ✦ Configuration : lisse

### DESCRIPTION DE LA MISSION

Au cours de cette mission, vous verrez ce qui se passe lorsque le F-16 vole à une vitesse largement inférieure à la vitesse angulaire minimale de 330 nœuds. A 200 nœuds, l'avion ne peut atteindre qu'une charge de 2,5 à 4 g, ce qui réduit son taux de virage. Le rayon de virage est faible en raison de votre vitesse réduite, mais l'avion met beaucoup plus longtemps pour tourner.

Ce virage est exécuté exactement de la même manière que dans les missions d'entraînement 3 et 4. Pour réussir cette manœuvre, procédez comme suit :

1. Chargez la mission d'entraînement « 05 Virage max au-dessous de la vitesse angulaire » depuis Engagement tactique.
2. Pour enregistrer votre vol à l'aide de l'IMCA, appuyez sur **[F]**.
3. Volez tout droit pendant environ 10 secondes. Notez votre direction avant de virer.
4. Enclenchez la postcombustion en poussant la manette des gaz à fond ou en appuyant sur **MAJ [ + ]**. A 200 nœuds et avec une postcombustion maximale, vous ne devez pas accélérer si vous volez en palier car vous êtes en dessous de la « courbe de puissance ». Dans ces conditions de vol, toute la poussée du jet est nécessaire pour continuer à voler en palier.
5. Faites un roulis et réglez les ailes sur un angle d'inclinaison compris entre 75° et 85°. L'illustration 3-2 montre le mouvement du manche à balai et la réaction des ailes de l'appareil. Le mouvement latéral du manche contrôle le roulis de l'avion.



6. Pour exercer une charge maximale, tirez à fond sur le manche. Le mouvement avant et arrière du manche contrôle le tangage de l'avion, comme le montre l'illustration 3-3. Le tangage est équivalent au facteur de charge exercé sur l'avion.

Cette manœuvre étant enregistrée à l'avance, vous pouvez, en toute quiétude, faire appel à la VTH pour effectuer un virage à plat. L'illustration 5-1 montre le marqueur de trajectoire de vol et la ligne de niveau de la VTH ainsi que les échelles de vitesse et d'altitude.

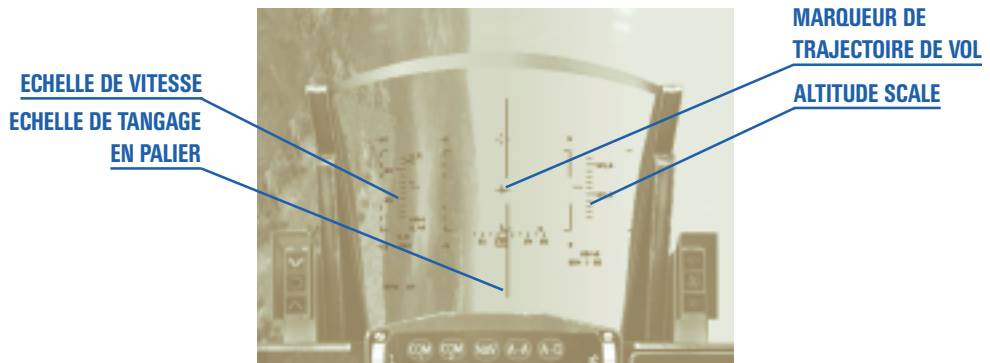


Figure 5-1

7. Durant ce virage, tirez le marqueur de trajectoire de vol le long de la ligne de niveau de la VTH. Après avoir effectué un roulis de  $75^{\circ}$ - $85^{\circ}$ , vous pouvez déplacer le marqueur en tirant sur le manche. L'illustration 3-5 vous explique comment manipuler le joystick pour corriger la montée ou la descente dans ce virage.
8. Appuyez sur **[F]** pour arrêter l'enregistrement sur l'IMCA.
9. Appuyez sur **ECHAP** puis sélectionnez « Terminer mission » pour mettre fin à la mission d'entraînement.

## COMPTE-RENDU DE L'IMCA

Sélectionnez IMCA dans le menu principal à gauche. Visionnez l'enregistrement de la mission que vous venez d'effectuer en cliquant sur le dernier enregistrement de la liste, puis sur le bouton Charger. Une fois l'enregistrement IMCA chargé, sélectionnez les options ci-après :

- ✦ Caméra : satellite
- ✦ Etiquettes : nom, vitesse, taux de virage et rayon de virage sélectionnés
- ✦ Terrain en fil de fer
- ✦ Traînée des ailes : maximale
- ✦ Taille des véhicules : x8

Utilisez les commandes d'affichage pour examiner le virage du dessus. A la fin de cette manœuvre, notez le rayon du cercle de virage et le temps que vous avez mis à effectuer un virage de  $360^\circ$ . Le rayon de virage est d'environ 2 500 pieds, mais à 200 nœuds, il est plus difficile de déplacer le nez de votre avion. En fait, à 200 nœuds, votre F-16 devrait mettre environ 40 secondes pour terminer un virage à  $360^\circ$ . Ce faible taux de virage pourrait vous coûter la vie. L'objectif de cette mission est de vous montrer ce qui se passe lorsque vous essayez de virer à une vitesse trop réduite.

## MISSION 6 : MANŒUVRE DE RETOURNEMENT A UNE ALTITUDE MINIMALE

La manœuvre de retournement vous permet de changer votre cap de  $180^\circ$ . tout en descendant à une altitude plus basse.

Manœuvre de retournement

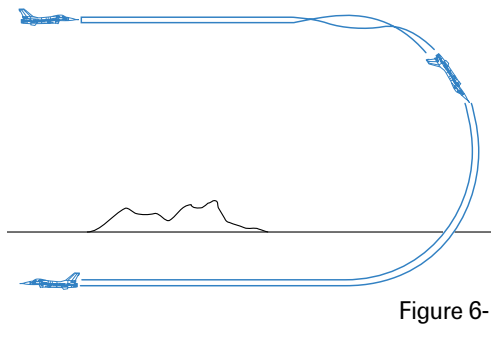


Figure 6-1

Durant les trois missions précédentes, vous avez appris à tourner l'avion sur un plan horizontal, c'est-à-dire au même niveau que l'horizon. La manœuvre de retournement fait partie d'une série de trois missions d'entraînement durant lesquelles vous apprendrez à tourner ou à manœuvrer l'avion sur un plan vertical. Le plan vertical s'étend au-dessus et au-dessous de l'altitude actuelle de l'avion.

Plan horizontal



Plan vertical

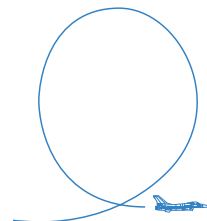
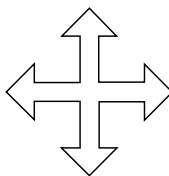


Figure 6-2

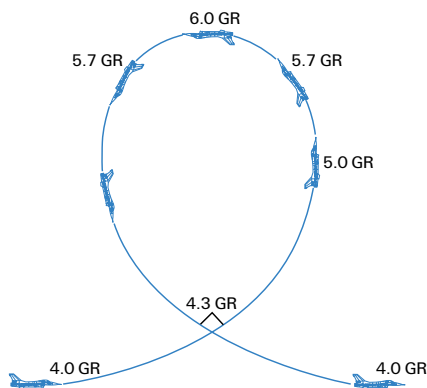


Figure 6-3

indiqué sur le compteur de g du cockpit. A ce stade, cependant, l'avion est en train de monter. La force g réelle ou force radiale n'est donc que de 4 g. Lorsque le nez de l'appareil monte ou descend de 90°. la force radiale atteint 5 g, soit le même facteur de charge.

Dans la figure 6-3, le facteur de charge du cockpit n'est pas égal à la force radiale lorsque vous manœuvrez à la verticale. N'oubliez pas qu'un avantage de 2° par seconde dans un virage est un atout déterminant. L'unité de facteur de charge supplémentaire que vous obtenez lorsque vous placez le nez de votre appareil sous l'horizon, au moment du virage, peut vous conférer un avantage d'au moins 2° par seconde. Généralement, 1 GR (force radiale) équivaut à 3-4° par seconde.

Le concept de la force radiale est encore plus clairement expliqué dans la figure 6-4, sur laquelle les cockpits des deux chasseurs sont soumis au même facteur de charge. Vous remarquerez que le chasseur dont le vecteur de portance se trouve sous l'horizon prend un virage plus serré (un vecteur de portance est une flèche imaginaire partant du sommet de l'avion et perpendiculaire aux ailes). Ce qui n'est pas évident, c'est que le nez du chasseur qui exécute un virage incliné vers le sol se déplace plus rapidement.

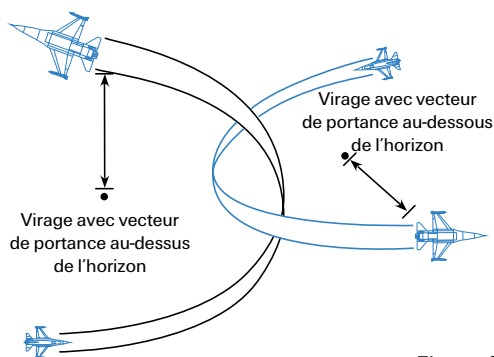


Figure 6-4

## VUE D'ENSEMBLE DE LA MISSION D'ENTRAÎNEMENT

Durant cette mission, vous apprendrez à exécuter une manœuvre de retournement à 7 000 pieds.

### CONDITIONS INITIALES

- ✦ Vitesse : 400 nœuds
- ✦ Altitude : 7 000 AGL (au-dessus du niveau du sol)
- ✦ Réglage manette des gaz : moyen
- ✦ Configuration : lisse

### DESCRIPTION DE LA MISSION

Cette manœuvre permet d'effectuer une descente rapide à basse altitude. Pour l'exécuter, procédez comme suit :

1. Chargez la mission d'entraînement « 06 manœuvre de retournement à altitude min » depuis Engagement tactique.
2. Pour enregistrer votre vol à l'aide de l'IMCA, appuyez sur **[F]**.
3. A 7 000 pieds, réglez la manette des gaz sur 400 nœuds. N'accélérez pas.
4. Faites un roulis sur le dos. La figure 6-5 montre cette position.



Figure 6-5



5. Pour exercer une charge maximale, tirez à fond sur le manche. Ensuite, poussez la manette des gaz légèrement vers le haut lors du piqué de manière à maintenir votre avion à 400 nœuds. Si votre vitesse est encore trop élevée, sortez les aérofreins en appuyant sur [B]. N'oubliez pas de les relever à nouveau une fois que vous aurez atteint la vitesse adéquate. La manœuvre se termine lorsque l'appareil se redresse complètement et se dirige dans le sens inverse, comme l'illustre la figure 6-6.
6. Appuyez sur [F] pour arrêter l'enregistrement sur l'IMCA.
7. Appuyez sur ECHAP puis sélectionnez « Terminer mission » pour mettre fin à la mission d'entraînement.



Figure 6-6

Vous pourrez exécuter cette manœuvre facilement si vous contrôlez votre vitesse. L'erreur la plus commune durant une manœuvre de retournement est celle qui consiste à diminuer le facteur de charge et à accélérer. Lorsque vous augmentez la vitesse, vous augmentez également le rayon de virage et vous risquez de vous écraser au sol.

La meilleure altitude à laquelle vous pouvez exécuter un retournement est 7 000 pieds (à une vitesse de 400 nœuds). Vous pouvez essayer à 5 000 pieds, mais dans ce cas, votre manœuvre doit être parfaite de bout en bout, sinon vous risquez de mordre la poussière. Après avoir réussi à exécuter la manœuvre à 7 000 pieds et à 400 nœuds, retournez à la mission d'entraînement, descendez à 5 000 pieds et essayez d'effectuer une manœuvre de retournement à cette altitude.

Vous pouvez également varier la vitesse à laquelle vous amorcez la manœuvre de retournement. Par exemple, vous devriez pouvoir exécuter cette manœuvre à 4 000 AGL et à 300 nœuds car votre rayon de virage est plus restreint à cette vitesse qu'à 400 nœuds.



## COMPTE-RENDU DE L'IMCA

Sélectionnez IMCA dans le menu principal à gauche. Visionnez l'enregistrement de la mission que vous venez d'effectuer en cliquant sur le dernier enregistrement de la liste, puis sur le bouton Charger. Une fois l'enregistrement IMCA chargé, sélectionnez les options ci-après :

- ✦ Caméra : isométrique
- ✦ Etiquettes : nom, vitesse et altitude
- ✦ Pôles d'altitude activés
- ✦ Traînée des ailes : maximale
- ✦ Taille des véhicules : x8

Utilisez les commandes d'affichage pour examiner le virage depuis un angle isométrique ou pour obtenir une vue de côté du jet.

## MISSION 7 : MANŒUVRE SUR LE DOS A GRANDE VITESSE

Lors de cette mission, vous apprendrez à exécuter une manœuvre sur le dos ou à la verticale. Cette mission d'entraînement et celle qui suit vous aideront à prendre confiance en vous et à mieux contrôler votre avion. Cette manœuvre, ou des variantes de cette manœuvre, sont souvent utilisées au combat. Il est donc important de noter votre vitesse au début et à la fin de la manœuvre, ainsi que l'altitude que vous gagnez durant son exécution.

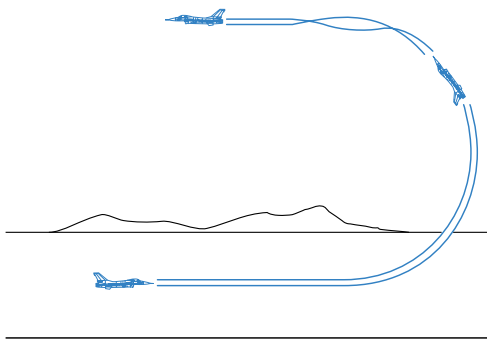


Figure 7-1

## VUE D'ENSEMBLE DE LA MISSION D'ENTRAÎNEMENT

Entraînement aux manœuvres sur le dos à grande vitesse.

## CONDITIONS INITIALES

- ✦ Vitesse : 400 nœuds
- ✦ Altitude : 20 000 MSL
- ✦ Réglage manette des gaz : moyen
- ✦ Configuration : lisse

## DESCRIPTION DE LA MISSION

Durant cette mission, vous exécuterez une manœuvre sur le dos au bout de laquelle vous vous retrouverez à une altitude plus élevée et volerez dans la direction opposée. Pour réussir cette manœuvre, vous devez voler à la verticale et prendre note de la vitesse et de l'altitude que vous gagnez. Une fois votre avion à la verticale, et en fonction de la vitesse à laquelle vous aviez entamé la manœuvre, vous aurez le choix entre plusieurs options. Lorsque vous volez à la verticale, essayez par exemple de faire une pirouette. La pirouette sert à manœuvrer l'avion par rapport à un adversaire. Après avoir placé l'avion à la verticale puis sur le dos, reprenez la mission et essayez à nouveau de faire une pirouette puis un roulis pour prendre une autre direction.

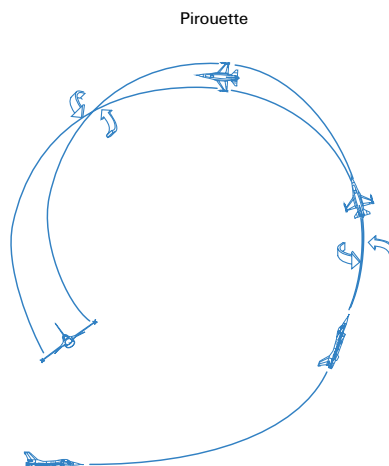


Figure 7-2

Pour exécuter la manœuvre de base :

1. Chargez la mission d'entraînement « 07 manœuvre sur le dos à grande vitesse » depuis Engagement tactique.
2. Pour enregistrer votre vol à l'aide de l'IMCA, appuyez sur **[F]**.
3. Effectuez une ressource ailes horizontales à 6 g.
4. Enclenchez la postcombustion au maximum.
5. Continuez à tirer sur le manche jusqu'à ce que votre jet se retrouve sur le dos, puis à la verticale et enfin, de nouveau à l'horizontale, comme sur la figure 7-3.



Figure 7-3

6. Lorsque l'avion s'apprête à se mettre sur le dos, au sommet de la manœuvre, diminuez le facteur de charge et coupez la postcombustion. Cette position est illustrée par la figure 7-4.



Figure 7-4

7. Ensuite, faites un roulis et notez votre vitesse et votre altitude. Vous devriez vous trouver à environ 26 000 pieds et voler à une vitesse de 200-250 nœuds.

Pour exécuter une pirouette durant la manœuvre sur le dos, procédez comme suit :

1. Effectuez une ressource ailes horizontales à 6 g.
2. Enclenchez la postcombustion au maximum.
3. Continuez à tirer sur le manche jusqu'à ce que votre jet se retrouve sur le dos, mais relâchez-le une fois à la verticale. La figure 7-5 illustre cette position, l'avion volant à la verticale vers le haut, à 90° par rapport à l'horizon.



Figure 7-5

4. Une fois l'avion à 90°, nez vers le haut, relâchez légèrement le manche à balai puis faites un roulis de 90°. Veillez à ne pas faire un roulis tout en tirant le manche. Consultez l'échelle de cap pour déterminer votre orientation. Votre jet devrait se trouver à un angle de 90° par rapport à la direction de départ. La pirouette est illustrée par la figure 7-6.

5. Votre avion devrait sortir de la manœuvre à une altitude plus élevée et à un angle de  $90^\circ$  par rapport à la direction de départ.
6. Appuyez sur **[F]** pour arrêter l'enregistrement sur l'IMCA.
7. Appuyez sur **ECHAP** puis sélectionnez « Terminer mission » pour mettre fin à la mission d'entraînement.

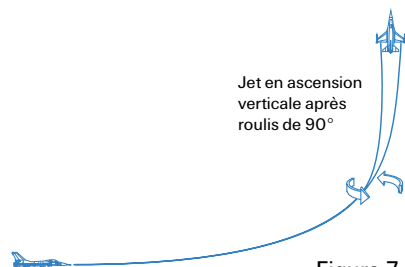


Figure 7-6

## COMPTE-RENDU DE L'IMCA

Sélectionnez IMCA dans le menu principal à gauche. Visionnez l'enregistrement de la mission que vous venez d'effectuer en cliquant sur le dernier enregistrement de la liste, puis sur le bouton Charger. Une fois l'enregistrement IMCA chargé, sélectionnez les options ci-après :

- ✦ Caméra : isométrique
- ✦ Etiquettes : nom, vitesse, cap et altitude sélectionnés
- ✦ Pôles d'altitude
- ✦ Traînée des ailes : maximale
- ✦ Taille des véhicules : x8

Utilisez les commandes d'affichage pour examiner le virage depuis un angle isométrique ou pour obtenir une vue de côté du jet. L'objectif de cette mission est de vous apprendre à manœuvrer le jet à la verticale à grande vitesse.

## MISSION 8 : MANŒUVRE SUR LE DOS A FAIBLE VITESSE ET DECROCHAGES

Durant cette mission, vous apprendrez à exécuter des manœuvres à la verticale à faible vitesse. Pour manœuvrer un jet, vous devez avoir atteint une vitesse suffisante. La maîtrise des manœuvres à faible vitesse est très importante dans les situations de combat réel.

Avec le F-16, les manœuvres à la verticale à faible vitesse sont très différentes de celles exécutées à grande vitesse, à cause du risque de super décrochage. Lorsque le F-16 subit un super décrochage, son nez est « suspendu » et le pilote perd le contrôle. La figure 8-1 montre le centre de gravité et le centre de portance d'un avion conventionnel. Cet avion est stable car le centre de portance est derrière le centre de gravité.

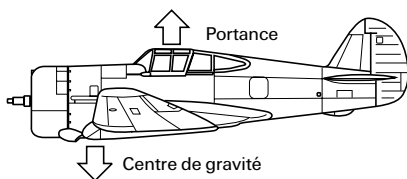


Figure 8-1

Cette stabilité provient du fait que l'avion est capable de retrouver son vol régulier après une manœuvre. Le F-16 possède ce qu'on appelle « une stabilité statique relaxée », c'est-à-dire qu'il est d'une conception presque instable. L'instabilité est importante. Plus un avion est instable, plus il est maniable. Grâce à sa stabilité statique relaxée, le F-16 ne retourne pas

automatiquement aux conditions de vol normales après avoir exécuté une manœuvre ou une diversion. Le système de commandes de vol du F-16 (FCS) empêche l'avion de perdre le contrôle en limitant certaines actions du pilote. Parfois (particulièrement à faible vitesse), le FCS ne permettra pas au pilote d'effectuer certaines commandes. Le FCS fonctionne tant que le pilote « assaille » un limiteur à la fois. « Assailler un limiteur » est une expression propre au F-16. Elle signifie simplement contrôler une entrée de commande ordonnant au limiteur d'un axe de vol donné de faire son travail et d'empêcher tout mouvement supplémentaire d'une commande de vol spécifique.

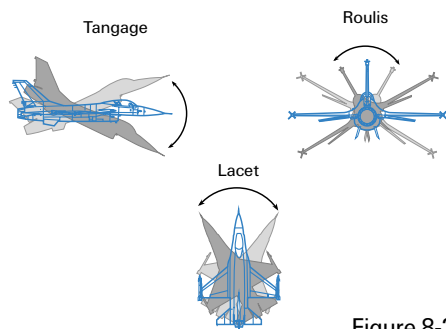


Figure 8-2

Un F-16 se déplace selon trois axes de vol : le tangage, le roulis et le lacet. Le tangage est un mouvement effectué autour de l'axe horizontal d'un avion en élevant ou en abaissant le nez de l'appareil. Le roulis est un mouvement effectué le long de l'axe longitudinal d'un avion. Lors d'un roulis, la ligne d'horizon se trouve devant vous. Le lacet est un mouvement effectué autour de l'axe vertical d'un avion.

En résumé, le FCS du F-16 ne fonctionne correctement que sur un axe à la fois. S'il « assaille » deux limiteurs en même temps, il risque de faire perdre au pilote le contrôle de l'avion, ce qui constitue un décrochage. Pour éviter ce type d'incident, adoptez un vol régulier à faible vitesse et manier votre manche à balai avec soin. Rappelez-vous que lors de votre première mission d'entraînement, vous avez effectué une manœuvre HART et que l'alarme de perte de vitesse du F-16 s'est déclenchée en raison d'une combinaison de tangage (position du nez par rapport à l'horizon) et de vitesse relative. Lorsque l'alarme retentit, soyez vigilant car vous risquez de perdre le contrôle du F-16. Si vous perdez le contrôle, vous risquez de décrocher. Dans ce type de situation, vous avez trois possibilités : le jet peut se rétablir de lui-même, il peut effectuer un super décrochage à la verticale ou un super décrochage sur le dos. A bord d'un F-16, le cas de figure le plus fréquent est le super décrochage.

Un super décrochage est une condition de vol dans laquelle le pilote ne peut plus diriger les gouvernes de l'appareil. Lors d'un décrochage, les commandes de vol prennent le contrôle de l'appareil et vous n'êtes plus qu'un simple passager. Malheureusement, leur action n'est pas d'une



grande efficacité. Lors d'un super décrochage, le jet fonce vers le sol en tournant sur lui-même, comme une feuille, avec un angle d'attaque bloqué à  $30^\circ$ . Si vous êtes suffisamment chanceux pour que votre super décrochage s'effectue à la verticale, les commandes de vol réduiront à zéro l'amplitude du lacet et le jet ne partira pas en vrille. En revanche, lors d'un super décrochage sur le dos, votre angle d'attaque sera bloqué sur  $-5^\circ$  et le jet partira en vrille.

Cette mission vous apprendra à manœuvrer à faible vitesse, à la verticale. Elle vous expliquera également comment sortir d'un super décrochage à la verticale et d'un super décrochage sur le dos.

## VUE D'ENSEMBLE DE LA MISSION D'ENTRAÎNEMENT

Entraînement aux manœuvres sur le dos à faible vitesse.

### CONDITIONS INITIALES

- ✦ Vitesse : 300 nœuds
- ✦ Altitude : 20 000 MSL
- ✦ Réglage manette des gaz : moyen
- ✦ Configuration : lisse

### DESCRIPTION DE LA MISSION

Cette mission testera la capacité de l'avion à manœuvrer à la verticale, à faible vitesse. Le pilote doit faire preuve de beaucoup d'adresse pour exécuter une telle manœuvre. Il n'est pas très difficile de faire monter ou descendre l'appareil à  $90^\circ$  par rapport à l'horizon. Toutefois, vous devriez faire attention lorsque vous faites une pirouette à faible vitesse.

Pour exécuter cette manœuvre, suivez les étapes ci-dessous :

1. Chargez la mission d'entraînement « 08 manœuvre sur le dos à faible vitesse » depuis Engagement tactique.
2. Pour enregistrer votre vol à l'aide de l'IMCA, appuyez sur **[F]**.
3. Effectuez une ressource ailes horizontales à 4 g.
4. Enclenchez la postcombustion au maximum.

5. Continuez à tirer sur le manche jusqu'à ce que le jet se retrouve sur le dos, puis à la verticale et enfin, de nouveau à  $10^\circ$  au-dessus de l'horizon comme le montre la figure 8-3.



Figure 8-3

6. Relâchez le manche. Cette position est illustrée par la figure 8-4.



Figure 8-4

7. Ensuite, faites un roulis et notez votre vitesse et votre altitude. Vous devriez vous trouver à environ 27 000-28 000 pieds et voler à une vitesse de 100–200 nœuds. Vous remarquerez que l'avion est difficile à contrôler en roulis et en tangage. Ce manque de contrôle s'explique par votre vitesse réduite. Faites un parallèle avec la mission précédente, dans laquelle vous avez atteint le même point mais à une vitesse supérieure.

Entraînez-vous ensuite à exécuter une pirouette. Cette manœuvre est difficile à réaliser à vitesse réduite mais vous y parviendrez avec un peu d'entraînement. Pour exécuter une pirouette durant la manœuvre sur le dos, procédez comme suit :

1. Effectuez une ressource ailes horizontales à 4 g.
2. Enclenchez la postcombustion au maximum.
3. Continuez à tirer sur le manche, puis arrêtez lorsque vous arrivez à la verticale. La figure 8-5 illustre cette position, l'avion volant à la verticale vers le haut, à  $90^\circ$  par rapport à l'horizon.
4. Une fois l'avion à  $90^\circ$ , relâchez légèrement le manche à balai, puis faites un roulis de  $90^\circ$ .

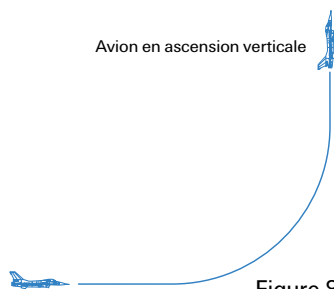


Figure 8-5





*Veillez à ne pas faire un roulis tout en tirant le manche.*

- Dirigez-vous ensuite vers l'horizon. La pirouette est illustrée par la figure 8-6.

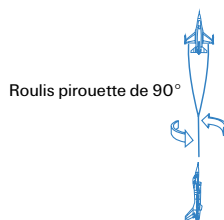


Figure 8-6

- Votre avion devrait sortir de la manœuvre à une altitude plus élevée et à un angle de  $90^\circ$  par rapport à la direction de départ.
- Appuyez sur **[F]** pour arrêter l'enregistrement sur l'IMCA.
- Appuyez sur **ECHAP** puis sélectionnez « Terminer mission » pour mettre fin à la mission d'entraînement.

Entraînez-vous à cette manœuvre jusqu'à ce que vous ayez maîtrisé la pirouette à la verticale, à vitesse réduite.

## SUPER DECROCHAGES

Que se passe-t-il en cas de super décrochage ? Cette section décrit comment procéder dans ce type de situation pour rétablir l'appareil. Mais avant d'aller plus loin, j'aimerais vous dire un mot sur les procédures auxquelles sont assujettis les pilotes de chasse. Chaque mois, je suis chargé de remplir de mémoire un formulaire décrivant les procédures à suivre en cas de situation critique. Il existe plusieurs situations d'urgence dans lesquelles un pilote de F-16 doit être capable d'exécuter rapidement les étapes d'une procédure mémorisée. Pour rafraîchir la mémoire des pilotes sur ces procédures, ils doivent les remettre par écrit chaque mois. Le super décrochage est l'une de ces situations critiques. Par conséquent, les procédures utilisées dans *Falcon 4.0* pour rétablir l'avion lors d'un super décrochage ne sont autres que celles inscrites sur ces fameux formulaires. J'ajouterai simplement des remarques spécifiques sur les commandes du jeu.

Pour apprendre comment sortir d'un super décrochage, je dois tout d'abord vous montrer comment provoquer délibérément cette situation. Pour ce faire, vous devez adopter une vitesse réduite, lever le nez de votre jet et « assaillir » les limiteurs. Levez tout d'abord le nez de votre jet à un angle de  $70^\circ$ – $90^\circ$  et réduisez votre vitesse. Attendez que l'alarme de perte de vitesse se déclenche, puis tirez à fond sur le manche en effectuant un roulis. Exécutez cette manœuvre aussi rapidement que possible. Vous êtes en situation de super décrochage lorsque l'avion semble voler


comme une feuille mais fond vers le sol comme une brique. Si vous ne parvenez plus à contrôler le jet et que vous vous demandez ce qui se passe, ne cherchez plus. Vous avez réussi votre super décrochage.

Si vous avez perdu tout contrôle du tangage et du roulis, que votre angle d'attaque est bloqué à 30° (super décrochage à la verticale) ou à -5° (super décrochage sur le dos), suivez les étapes ci-dessous :

## 1. Commandes : libérer


La première étape consiste simplement à libérer les commandes. En d'autres termes, lâchez le joystick. C'est la meilleure chose à faire pour donner à votre jet la possibilité de se rétablir de lui-même. Ne lâchez pas le manche lorsque l'alarme de perte de vitesse retentit. Relâchez-le seulement lorsque vous êtes certain d'être en situation de super décrochage.

## 2. Manette des gaz : ralenti


Cette étape est très simple. Appuyez sur **MAJ**  ou utilisez directement la manette des gaz pour ralentir.

Si le jet est sur le dos :

## 3. Gouvernail : direction opposée au lacet

Si votre super décrochage est à la verticale, passez à l'étape suivante. Les commandes de vol réduiront automatiquement l'ampleur du lacet. Si votre jet est sur le dos, réduisez à zéro l'ampleur du lacet en utilisant le gouvernail qui se trouve dans la direction opposée à la vrille ou au lacet. Si vous décrivez un lacet vers la gauche, utilisez le gouvernail de droite ou appuyez sur .

## 4. Interrupteur de surpassement de tangage manuel : surpassement

Vous devez activer l'interrupteur de surpassement de tangage manuel pour annuler (ou « surpasser ») les commandes de vol et reprendre le contrôle de l'appareil. Pour ce faire, appuyez sur .

## 5. Manche : cycle en phase

Cette étape de la procédure est la plus difficile car vous devez saisir de nouveau le manche et tenter de rétablir la position de l'avion. Vous devez vous « mettre en phase » avec l'oscillation du nez de l'avion et libérer le jet du super décrochage. Tirez sur le manche (ou poussez-le si vous êtes sur le dos) pour redresser le nez. Le nez restera un moment orienté vers le haut avant de piquer à nouveau. Dès qu'il commence à redescendre vers l'horizon, poussez (ou tirez si vous êtes sur le dos) pour orienter le nez vers le sol. Le nez va alors se redresser et vous devrez répéter la manœuvre au moins une fois. *Ne vous contentez pas de tirer ou de pousser sur le manche.* Ce n'est pas ainsi que vous parviendrez à sortir du super décrochage. Vous devez vous mettre en phase avec l'avion. Si vous poussez ou tirez le nez vers l'horizon et qu'il



se maintient dans cette position, vous aurez alors réussi à libérer le jet du super décrochage. Maintenez le nez de l'avion vers le bas jusqu'à ce que vous ayez atteint 200 nœuds. A 200 nœuds, redressez légèrement l'appareil. Si vous sortez d'un super décrochage sur le dos, ne faites pas un roulis à la verticale avant d'avoir atteint 200 nœuds.

## COMPTE-RENDU DE L'IMCA

Sélectionnez IMCA dans le menu principal à gauche. Visionnez l'enregistrement de la mission que vous venez d'effectuer en cliquant sur le dernier enregistrement de la liste, puis sur le bouton Charger. Une fois l'enregistrement IMCA chargé, sélectionnez les options ci-après :

- ✦ Caméra : isométrique
- ✦ Etiquettes : nom, vitesse et altitude sélectionnés
- ✦ Pôles d'altitude
- ✦ Traînée des ailes : maximale
- ✦ Taille des véhicules : x8

Utilisez les commandes d'affichage pour examiner l'avion de côté.

