

Laboratoire 4 – Familiarisation avec le MS Flight Simulator

Le but de cet laboratoire est la familiarisation avec l'utilisation du logiciel MS Flight Simulator – dans le but d'apprendre l'utilisation des instruments de bord d'un avion.

2 types de vol

- 1) Vols de jour -> *VFR* (Visual Flight Rules)
- 2) Vols de nuit -> *IFR* (Instrument Flight Rules)

Les instruments de pilotage et leur fonction et comment réagissent-ils pendant le vol ?

1. Instruments primaires de bord

Dans le groupe principal des 6 cadrans, on observe :

1.1 L'indicateur de vitesse-air (L'anémomètre)



L'instrument qui affiche la vitesse d'un appareil par rapport à l'air dans lequel il se déplace. Sur la plupart des appareils modernes, ils sont calibrés en nœuds ou en nombre de Mach.

IAS - Indicated Airspeed (nœuds) - correspond à la vitesse réelle de l'avion au niveau de la mer, avec une atmosphère standard affichant 15⁰ C et une pression de 1013,26 hPa (1 nœud = 1 852 km/h).

TAS - True Airspeed (noeuds) - correspond à l'IAS compensée par les facteurs de la température et de la pression atmosphérique.

Exemple de calcul: La valeur indiquée par l'anémomètre perd environ 2% de la vitesse réelle pour 1000 pieds d'altitude. Ajoutez 2% à la vitesse IAS affichée pour calculer la vitesse réelle TAS.

Prenons un exemple: Avec une IAS de 130 nœuds pour une altitude de 5000 pieds, on a le calcul suivant:

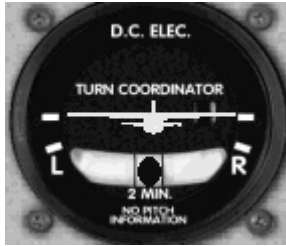
$2\% * 5 = 10\%$ et 10% de 130 nœuds = 13 nœuds

$TAS = IAS$ 130 nœuds + 13 nœuds = TAS 143 nœuds

$TAS \rightarrow IAS$ ou $IAS \rightarrow TAS$

- Options -> Préférences -> Instrument -> Afficher la vitesse relative
(*Display indicated airspeed*)

1.2 Le coordonnateur de virage



Le coordonnateur indique la cadence et la qualité d'exécution d'un virage, c'est-à-dire si l'appareil est en glissement, en dérapage ou en virage équilibré. Lorsque les ailes sont alignées avec les marques blanches, l'appareil effectue un virage à la cadence standard de $360^0/2 \text{ min} = 3^0/\text{s}$.

1.3 L'horizon artificiel



L'instrument qui permet de visualiser l'assiette et l'inclinaison d'un appareil par rapport à l'horizon – on peut remarquer si l'avion monte ou descend. Les pilotes utilisent cet instrument lorsque l'horizon réel n'est pas visible.

Les cadrans gyroscopiques des modèles Cessna de MS Flight Simulator 98, y compris les indicateurs de virage et de cap tournent sur leur axe grâce une pompe aspirante pneumatique, entraînée par le moteur. La dépression créée par cette pompe aspirante (*suction pump*) fait tourner le gyroscope à un régime suffisant. Le cadran *Suction* en haut à gauche du tableau de bord permet de surveiller la constance de la dépression créée par la pompe aspirante après allumage du moteur.

1.4 L'altimètre



L'indicateur qui affiche l'altitude actuelle d'un aéronef (1 pi = 0.305 m). Cet instrument est souvent étalonné pour indiquer l'altitude au-dessus du niveau moyen de la mer. La majorité des altimètres sont appelés altimètres barométriques car ils mesurent la baisse de pression atmosphérique à mesure que l'avion prend de l'altitude. C'est pour cette raison que l'altimètre doit être étalonné par rapport à la pression atmosphérique locale, afin de compenser les fluctuations régionales de pression qui rendraient les indications inexactes.

Affichage des différents types d'altitudes :

- Altitude affichée, barométrique, de densité, vraie, absolue, relative

Erreurs d'affichage de l'altitude

On suppose que la pression atmosphérique locale est de 1016 hPa

Environnement / Météo / Pression (*World / Weather / Pressure*) visible quand l'option de météo avancée est activée. L'avion vole à 3000 pi - on peut monter l'appareil très rapidement en appuyant sur la touche *Q*. En appuyant sur la touche *B*, on vérifie que la pression atmosphérique actuelle est réglée correctement dans l'altimètre.

On peut réduire la pression atmosphérique en activant la commande Météo (*Weather*). Click sur *OK* dans la boîte de dialogue -> On obtient une altitude de 2500 pi. La véritable altitude est obtenue seulement après le calage de l'altimètre par l'intermédiaire de la touche *B*.

1.5 L'indicateur de cap



L'indicateur de cap montre rapidement et avec précision toute modification apportée au cap que suit l'appareil. Parfois appelé « gyroscope directionnel ». Dans la mesure où il est entraîné par un gyroscope, il fournit une indication régulière et précise du cap ou des virages – indique la direction suivie et permet au pilote de garder le cap.

Le réglage au départ de compas magnétique se fait à l'aide du bouton *D*. Cet ajustement est nécessaire lorsqu'on a activé le commutateur correspondant dans la fenêtre Appareil / Paramètres de l'appareil / Taux de fiabilité / Dérive gyroscopique (*Reliability / Gyro Drift*).

1.6 Le variomètre (VSI)



Le variomètre (parfois appelé indicateur de vitesse ascensionnelle) indique la vitesse de montée ou de descente d'un appareil. Un variomètre est généralement étalonné en 100's de pi/min. On l'appelle également indicateur de vitesse ascensionnelle (RCI, rate of climb indicator) ou indicateur de vitesse verticale (VVI, vertical speed indicator). Les gros porteurs sont en principe équipés d'une version perfectionnée de cet instrument appelée indicateur de vitesse verticale instantanée (IVSI, instantaneous vertical speed indicator) qui réagit immédiatement aux changements d'altitude.

1 pi/min = 0.305/60 m/s

2. Autres instruments de bord

2.1 Manche à balai

Commande tubulaire présente sur certains aéronefs, située entre les genoux du pilote et permettant de contrôler les axes de roulis et de tangage de l'aéronef.

2.2 Manette des gaz

Dans le cockpit la commande qui détermine la puissance fournie par le moteur. Dans un moteur à pistons, la manette des gaz détermine en réalité la quantité d'air qui entre dans le carburateur ou le système d'induction. Le carburateur ou système de dosage du carburant mélange la quantité appropriée de carburant à l'air pour produire un mélange combustible. Lorsque la manette des gaz est complètement «ouverte» (pleins gaz), un maximum d'air pénètre dans le système de carburation pour fournir un maximum de puissance. Lorsque la manette des gaz est «fermée», seule une petite quantité d'air entre dans le système de carburation et le moteur fournit un minimum de puissance.

2.3 L'Indicateur du chercheur de direction automatique (ADF)

L'aiguille sur l'indicateur ADF pointe sur le radiophare non directionnel (NDB) ou sur l'émetteur radio AM sur lequel la radio ADF est accordée. Si vous volez avec l'aiguille pointant vers le nez de l'appareil, celui-ci arrivera directement au-dessus de l'émetteur au sol.

2.4 Le tachymètre (compte-tours du moteur)

Affiche la vitesse de rotation de l'hélice (ou celle du moteur si l'appareil est pourvu d'une hélice à pas fixe) en tours/minute. Vous pouvez modifier cette vitesse de rotation au moyen de la commande d'hélice (ou de la manette des gaz si l'appareil est pourvu d'une hélice à pas fixe). Déplacez la commande d'hélice ou appuyez sur les touches suivantes :

1. Faible vitesse de rotation : CTRL+F1
2. Réduire la vitesse de rotation par incréments : CTRL+F2
3. Augmenter la vitesse de rotation par incréments : CTRL+F3
4. Vitesse de rotation élevée : CTRL+F4

2.5 Les jauges du tableau de bord

2.5.1 Indicateur de température d'huile

Indique la température de l'huile dans le moteur. Le segment vert représente la plage de fonctionnement normale. Observez régulièrement cet instrument au cours du vol, et si la température augmente au-delà de la plage spécifiée, posez-vous immédiatement afin d'éviter d'endommager le moteur ou qu'il ne tombe en panne.

2.5.2 Jauge de pression d'admission

Cette jauge montre le réglage de la puissance sélectionnée au moyen de la manette des gaz. Elle mesure la pression de l'air dans le dispositif d'admission du moteur. Il s'agit de la jauge de puissance primaire des appareils équipés d'une hélice à vitesse constante. Lorsque le moteur est à l'arrêt, cet instrument indique la pression atmosphérique existante.

2.5.3 Jauge de quantité du réservoir de carburant gauche

Affiche la quantité de carburant qui reste encore dans le réservoir de l'aile gauche.

2.5.4 Jauge de température de culasse (CHT)

Utilisée pour contrôler la température des cylindres de moteurs à piston à refroidissement par air. La température de culasse et celle de l'huile donnent une indication des conditions de fonctionnement des moteurs à refroidissement par air ; elles doivent demeurer dans la zone verte de leurs jauges respectives.

2.6 Rangée du bas (de droite à gauche)

2.6.1 Levier volets et indicateur de position

Utilisé pour positionner les volets pour les configurations de décollage et d'atterrissage. L'indicateur affiche la position actuelle des volets. Cliquez sur ce levier ou appuyez sur F6 pour baisser les volets et sur F7 pour les relever.

2.6.2 Commande de richesse

Contrôle le ratio air/carburant dans le système d'admission du moteur. Pour que le moteur fonctionne au mieux, le mélange doit être appauvri lorsque l'appareil s'élève dans de l'air moins dense. Déplacez la commande ou appuyez sur les touches suivantes :

Très enrichi : CTRL+MAJ+F1

Enrichissement par incréments : CTRL+MAJ +F2

Appauvrissement par incréments : CTRL+MAJ +F3

Mélange coupé : CTRL+MAJ +F4

Voir la section Informations sur l'appareil de l'Aide pour les instructions relatives à l'appauvrissement du mélange pour cet appareil.

2.6.3 Commande d'hélice

Contrôle le paramétrage de la vitesse de rotation de l'hélice que l'on retrouve affichée sur le tachymètre. Déplacez la commande ou appuyez sur les touches suivantes :

Faible vitesse de rotation : CTRL+F1

Réduire la vitesse de rotation par incréments : CTRL+F2

Augmenter la vitesse de rotation par incréments : CTRL+F3

Vitesse de rotation élevée : CTRL+F4

Voir la section Informations sur l'appareil de l'Aide pour les instructions relatives au paramétrage de la vitesse de rotation de l'hélice pour cet appareil.

2.6.4 Commande des gaz

Elle contrôle indirectement la puissance du moteur. Lorsque cette manette est "ouverte" à fond, le moteur développe sa puissance maximale. Lorsqu'elle est "fermée", le moteur développe sa puissance minimale. Utilisez la commande des gaz de la manette de jeu, déplacez la commande ou appuyez sur les touches suivantes :

Fermeture des gaz : F1

Fermeture des gaz par incréments : F2

Ouverture des gaz par incréments : F3

Pleins gaz : F4

Voir la section Informations sur l'appareil de l'Aide pour les instructions relatives aux paramètres des gaz pour cet appareil.

2.6.5 Sélecteur de réservoir de carburant

Cliquez sur le sélecteur pour choisir quel réservoir ou combinaison de réservoirs de carburant sera utilisé à un moment donné.

2.6.6 Levier des volets de capots

Utilisé pour contrôler le flux d'air s'écoulant à travers le capotage du moteur, lequel contrôle à son tour la quantité de chaleur évacuée des cylindres du moteur. Déplacez ce levier pour ouvrir ou fermer les volets de capot. Consultez la section Information de cet appareil de l'Aide pour les modalités d'utilisation des volets de capot sur cet appareil.

2.6.7 Indicateur de position et compensateur de direction

Utilisé pour réduire la charge aérodynamique sur le gouvernail de direction afin de piloter l'appareil avec un minimum de pression sur le palonnier. Pointez l'appareil sur le cap requis avec les ailes à l'horizontale et appliquez la compensation de direction requise pour empêcher l'appareil de partir en lacet. Déplacez le bouton pour paramétrer la compensation de direction.

2.6.8 Compensateur de gouverne de profondeur et Indicateur de position

Utilisé pour réduire les charges aérodynamiques sur la gouverne de profondeur, de façon à piloter l'appareil sans avoir besoin d'exercer un effort continu sur les commandes. Utilisez la manette de jeu, le volant, ou le clavier pour positionner l'appareil dans l'attitude longitudinale désirée et appliquez la compensation nécessaire pour maintenir cette attitude. Faites glisser le levier du compensateur, ou bien :

Pour appliquer de la compensation de piqué, appuyez sur la touche 1 du pavé numérique ou sur le bouton A de la manette de jeu.

Pour appliquer de la compensation de cabré, appuyez sur la touche 7 du pavé numérique ou sur le bouton B de la manette de jeu.

2.6.9 Interrupteur principal des instruments

Cliquez sur cet interrupteur pour allumer ou éteindre les radios. Pour faire apparaître la planche radio, cliquez sur l'icône Afficher/Masquer la planche radio du panneau.

2.6.10 Interrupteur de réchauffage du Pitot

Active/désactive l'élément chauffant dans le tube de Pitot. Il est recommandé d'activer le réchauffage du Pitot durant un vol dans les nuages ou dans des précipitations et lorsque la température est proche de zéro degré Celsius. Si le tube de Pitot est obstrué par du givre, l'indicateur de vitesse-air ne pourra afficher des informations correctes.

2.6.11 Interrupteur du feu tournant à éclats

Cliquez sur cet interrupteur pour activer ou désactiver le feu tournant à éclats.

2.6.12 Interrupteur des feux de navigation

Cliquez sur cet interrupteur pour allumer ou éteindre les feux de navigation des extrémités d'aile, rouge (gauche ou bâbord) et vert (droit ou tribord).

2.6.13 Interrupteur des feux de navigation

Cliquez sur cet interrupteur pour allumer ou éteindre les feux de navigation des extrémités d'aile, rouge (gauche ou bâbord) et vert (droit ou tribord).

2.6.14 Interrupteur du phare de roulage au sol

Cliquez sur cet interrupteur pour allumer ou éteindre le phare de roulage.

2.6.15 Interrupteur du phare d'atterrissage

Cliquez sur cet interrupteur pour allumer ou éteindre les phares d'atterrissage.

2.6.16 Interrupteur de la pompe à carburant

Cliquez sur cet interrupteur pour activer/désactiver la pompe à carburant. Dans divers appareils, cette pompe est utilisée pour injection avant le démarrage du moteur, comme pompe de secours en cas de panne de la pompe à carburant actionnée par le moteur, ou comme alimentation supplémentaire associée à la pompe à carburant actionnée par le moteur. Consultez la *checklist* de cet appareil pour utiliser correctement la pompe d'appoint de carburant.

2.6.17 Interrupteur principal de l'alternateur/batterie

Cliquez sur cet interrupteur pour activer le système électrique de l'appareil.

2.6.18 Interrupteur de magnéto

Sélectionnez la magnéto droite, gauche ou les deux. Les magnétos fournissent l'énergie électrique à haute tension utilisée pour produire l'étincelle destinée à enflammer le mélange air-carburant.

2.6.19 Indicateur de vitesse de simulation

Affiche la vitesse de simulation actuelle. La vitesse normale est de 1X. La vitesse de simulation de Flight Simulator peut être accélérée jusqu'à 128 fois la vitesse normale ou ralentie jusqu'au ¼ de la vitesse normale. Cliquez sur les nombres pour augmenter ou diminuer la vitesse de simulation ou appuyez sur la touche R puis appuyez sur le – (trait d'union) pour diminuer la vitesse ou sur la touche = (signe égal) pour l'augmenter.

3. Exemple d'un vol à l'aide de MS Flight Simulator (Ref. 2)

3.1 Quels sont les actions du pilote ?

Pour démarrer, sur Flight Simulator, on pèse la touche F3 pour mettre les gaz ou encore F4 pour plein gaz. Lorsque le moteur est d'un bon régime, on lâche les freins pour avancer.

Lorsque l'indicateur de vitesse d'air est passé 60, on peut commencer la montée avec la commande 'Flèche bas'.

On vérifie le tangage de l'avion avec l'horizon artificiel et on peut rétablir l'horizon avec 'Flèche haut'.

Pour une rotation à gauche, c'est 'Flèche gauche'.

Pour une rotation à droite, c'est 'Flèche droite'.

On contre balance avec les flèches opposées au mouvement du roulis.

3.2 Comment l'avion réagit-il aux actions du pilote ?

Il y a presque toujours quelques secondes de temps qui s'écoule entre la commande du pilote et le mouvement de l'avion.

3.3 Description de la dynamique de l'avion pendant les différentes phases du vol

3.3.1 Mise en palier

Pour ma part, la mise en palier est difficile à obtenir car l'avion augmente toujours d'altitude et lorsque j'essaie de diminuer son ascension, elle cherche à descendre plus bas que l'assiette horizontale. Donc, l'avion est toujours en tangage (monte ou descend).

3.3.2 Mise en virage

De façon générale l'avion tourne bien d'un côté comme de l'autre. Toutefois, le tangage de l'avion est souvent ascendant lors des rotations. Lorsque la commande de rotation est donné, on doit donner une commande inverse pour ramener l'avion car le roulis augmente.

3.3.3 Décrochage

Dans mon cas, c'est principalement l'ascension de l'avion, où le tangage est dans un angle de monté trop prononcé. Ou encore lorsque l'angle d'inclinaison descendant est trop gros.

Si on fait une descente avec un angle prononcé, mais inférieure à celui du décrochage, il peut arriver une survitesse, ce qui peut amener au décrochage s'il est pas ramené suffisamment vite.

3.4 Instructions pour les régimes principales de vol

3.4.1 Introduction

Lorsqu'on crée un vol dans le MS Flight Simulator 98, on doit définir des paramètres de vol qui deviendront ensuite, lors de la simulation de vol, nos conditions de vol. Voici un aperçu des paramètres utilisés dans la simulation:

1. Le type et le modèle de l'appareil : *Cessna Skylane 182R RG*
2. Le nom de l'aéroport : *Montréal International (Dorval) piste 6L*
3. Les conditions météorologiques : *Ciel clairsemé, aucun vent*
4. Heure du vol : *15h00*

Conseils générés par le MS Flight Simulator 98, sous forme de *Check List*.

3.4.2 Tâches pour le décollage

- Vérifier les commandes de vol
- Lâcher les freins (.)
- Augmenter doucement les gaz à fond (F3)
- À environ 60 nœuds, tirez sur la manche et relâchez
- Ajuster l'angle d'inclinaison pour monter à 80-90 nœuds
- Rentrez le train d'atterrissage (G)

3.4.3 Tâches pour la croisière

- Stabilisez le vol en palier
- Réglez les gaz à environ 23 pouces de pression d'admission (F2 ou F3) et le régime de l'hélice à 2100-2400 tours/min (Ctrl-F2 ou Ctrl-F3)
- Ajustez la compensation de la gouverne de profondeur (touche 7 du clavier numérique pour baisser le nez, touche 1 du clavier numérique pour monter le nez).

3.4.4 Tâches pour la descente

- Réduisez les gaz à environ 15 pouces de pression d'admission (F2)
- Relâchez la pression sur la manche et l'appareil va descendre
- Pour redresser, augmenter les gaz jusqu'à la valeur de croisière (F3)

3.4.5 Tâches pour l'atterrissage

- Réglez les gaz à environ 15 pouces de pression d'admission (F2 ou F3)
- Vérifiez que le train d'atterrissage est sorti
- En dessous de 95 nœuds de vitesse relative, déployez les volets à 10⁰ (F7)
- Continuez à descendre. Réglez les volets à 20⁰-30⁰ (F7).
- Ajustez l'angle d'inclinaison pour conserver environ 65-75 nœuds
- Augmentez ou diminuez doucement les gaz (F2 ou F3)

3.5 Enregistrer et visionner un vol sur le MS Flight Simulator

3.5.1 Enregistrer

1. Options / Video du vol / Enregistrer / Esc
2. Titre / Enregistrer
3. Options / Video / Visionner

3.5.2 Visionner

D : FS / Video / *name_vol.vid*

3.6 Références

1. Manuel d'utilisation de MS Flight Simulator
2. Laboratoire 2 – par Ruel R., Boughalem, M.

3.7 Liste des commandes

<u>Commande</u>	<u>Touche</u>
<u>Ailerons (Roulis)</u>	
Gauche	4 (Pavé numérique)
Neutre	5 (Pavé numérique)
Droite	6 (Pavé numérique)
<u>Gouverne de profondeur (Tangage)</u>	
Cabrer	2 (Pavé numérique)
Piquer	8 (Pavé numérique)
Compensation vers le haut	1 (Pavé numérique)
Compensation vers le bas	7 (Pavé numérique)
<u>Gouverne de direction (Lacet)</u>	
Gauche	0 (Pavé numérique)
Neutre	5 (Pavé numérique)
Droite	Entrée (Pavé numérique)
<u>Gaz (Puissance) pour les avions</u>	
Augmenter	F3 ou 9 (Pavé numérique)
Réduire	F2 ou 3 (Pavé numérique)
Couper	F1
Pleins gaz	F4
<u>Volets</u>	
Sortie par incrémentation	F7
Rentrée par incrémentation	F6
Complètement rentrés	F5
Complètement sortis	F8
<u>Train d'atterrissage</u>	
Rentrer/Sortir le train d'atterrissage	G
<u>Freins</u>	
Freins de parking actifs	CTRL+ ; (point)
Freins de parking inactifs	(point)
Freins différentiels	F11 et F12