



## Boeing Super Stearman IB75A

### MSFS 2020

**\* Compatible avec MSFS 2024\***

**\*voir index page 5**

## Manuel d'utilisation du pilote v4.0

### **Introduction**

Merci d'avoir acheté cette réplique virtuelle du **Boeing Super Stearman IB75A**. Le Boeing Stearman Model 75 est un biplan américain autrefois utilisé comme avion d'entraînement militaire, dont au moins 10 626 exemplaires ont été construits aux États-Unis dans les années 1930 et 1940. Stearman Aircraft est devenu une filiale de Boeing en 1934. Largement connu sous le nom de Stearman, Boeing Stearman ou **Kaydet**, il a servi d'avion d'entraînement principal pour les forces aériennes de l'armée des États-Unis, la marine des États-Unis (sous le nom de NS et N2S) et avec l'Aviation royale du Canada sous le nom de Kaydet tout au long de la Seconde Guerre mondiale. Après la fin du conflit, des milliers d'avions excédentaires ont été vendus sur le marché civil. Dans les années qui ont immédiatement suivi la guerre, ils sont devenus populaires en tant qu'épandeurs de cultures et avions de sport, ainsi que pour la voltige et la marche sur les ailes dans les spectacles aériens.

### **Usage d'après-guerre**

Après la Seconde Guerre mondiale, des milliers de PT-17 excédentaires ont été vendus aux enchères à des civils et à d'anciens pilotes militaires. Beaucoup ont été modifiés pour être épandages des cultures, avec une trémie pour les pesticides ou les engrais installée à la place du cockpit avant. L'équipement supplémentaire comprenait des pompes, des barres de pulvérisation et des buses montées sous les ailes inférieures. Une modification populaire approuvée pour augmenter la masse maximale au décollage et les performances de montée impliquait l'installation d'un moteur Pratt & Whitney R-985 Wasp Junior plus gros et d'une hélice à vitesse constante.

Cet add-on se veut être le plus fidèle de cet avion modifié après la guerre pour un usage acrobatique et assurer des présentations lors de meetings aériens.

Malgré les limitations imposées par le simulateur, certaines fonctionnalités de base qui ne sont pas présentes dans MSFS 2020 ont été mises en œuvre pour tenter de représenter au mieux cet avion emblématique.

### *Configuration système requise*

Microsoft Flight Simulator 2020

1,5 Go d'espace libre sur le disque dur

Cet add-on n'est pas compatible avec Flight Simulator X ou Prepar3D

### *Soutien*

Si vous rencontrez des problèmes lors de l'utilisation de cet avion, veuillez envoyer un e-mail à **goldenagesimulationstech@gmail.com**.

Essayez de décrire le problème du mieux que vous pouvez et d'inclure également le simulateur que vous utilisez et le système d'exploitation.

Les problèmes de téléchargement du paquet doivent être adressés au détaillant, car il est responsable de la livraison du téléchargement

## Installation

Cet avion est conçu pour le Flight Simulator 2020 de Microsoft (y compris la version Steam). Il n'est pas compatible avec Flight Simulator X ou Prepar3D de Lockheed Martin. L'installation est gérée par un programme d'installation qui tente de placer les fichiers dans le dossier Community. Confirmez l'emplacement de votre dossier Communauté avant de commencer l'installation.

Le dossier Community est l'endroit où tous les add-ons tiers doivent être installés.

Le dossier Communauté peut être difficile à trouver. L'emplacement dépendra de la version installée (MS Store ou Steam) ou si l'utilisateur a défini un emplacement personnalisé. Le programme d'installation tentera de trouver l'emplacement de votre dossier Community. S'il ne trouve pas le dossier Communauté, vous devrez accéder manuellement à votre dossier Communauté.

Par défaut, le dossier Communauté peut se trouver à l'un des emplacements suivants :

### Windows Store par défaut

C : \Users\ "username" \AppData\Local\Packages\  
Microsoft.FlightSimulator\_8wekyb3d8bbwe\LocalCache\Packages\Community

### Steam par défaut

C : \Users\ » username" \AppData\Local\Packages\  
Microsoft.FlightDashboard\_8wekyb3d8bbwe\LocalCache\Packages\Community ou C : \Users\ »  
username" \AppData\Roaming\Microsoft Flight Simulator\Packages  
\Communauté

Assurez-vous que le dernier dossier de l'emplacement d'installation est « Community ». Si vous l'installez accidentellement dans un emplacement incorrect, vous pouvez déplacer manuellement les dossiers installés dans le dossier « Community ». Il n'y a pas de liens vers les dossiers installés, donc les déplacer manuellement ne posera aucun problème.

## MSFS 2024 NOTAM

Cet avion est compatible avec MSFS 2024 en tant qu'avion « **Legacy** ». Cela signifie qu'il est conçu pour être utilisé en 2020 et qu'il fonctionne en 2024 avec les limitations suivantes. Je ne peux être utilisé qu'en mode de vol libre. Lors du chargement du vol, votre point de vue sera à l'extérieur de l'avion. Appuyez sur la touche Maj+C pour entrer dans le cockpit VC. À ce moment-là, le modèle partagera toutes les fonctions associées à la MSFS 2020. **Le support technique n'est pas disponible pour les problèmes rencontrés dans MSFS 2024.**

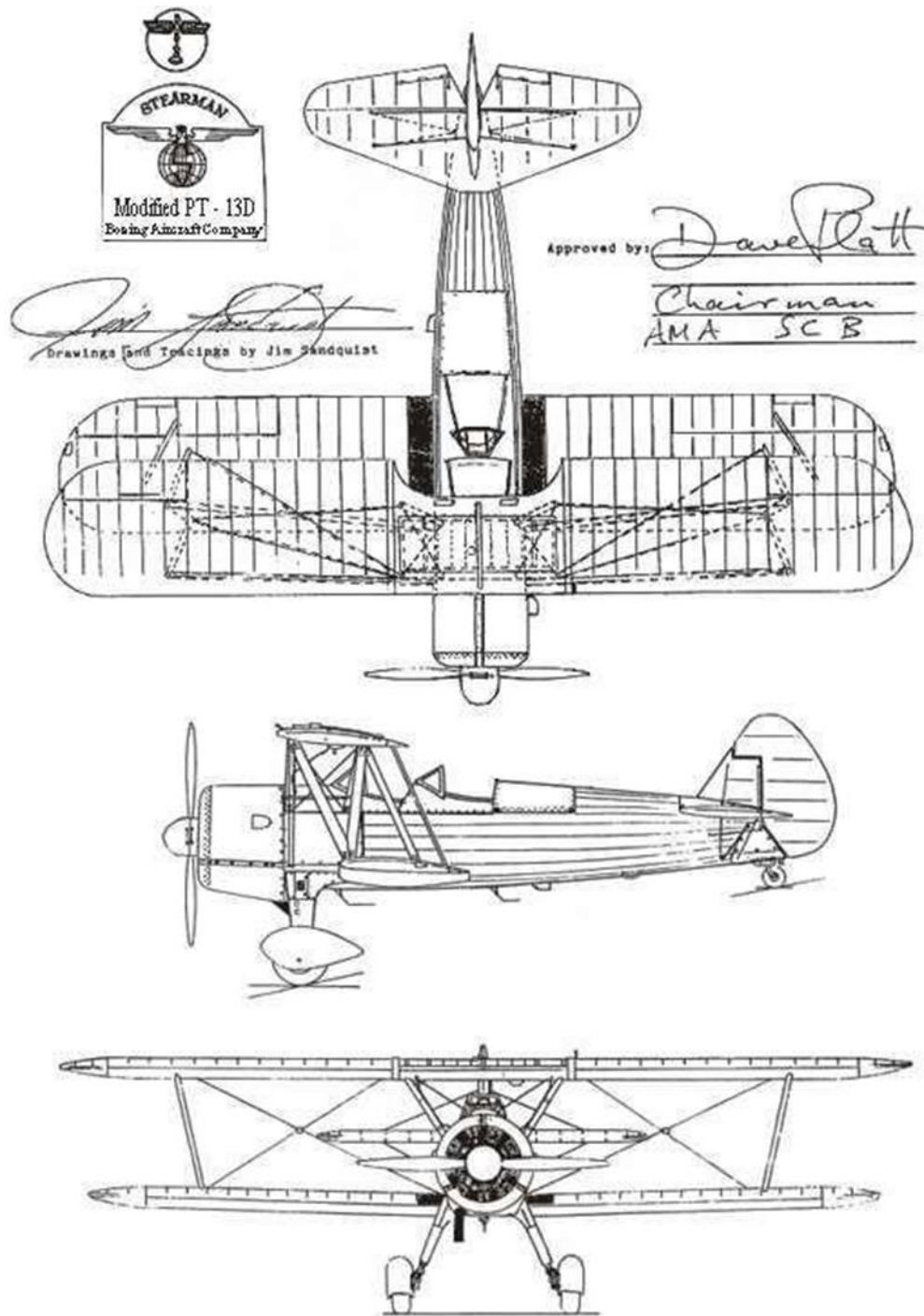
## Opérations de la console Xbox

Avant le vol, réglez « Afficher le curseur du point blanc dans Freelook » sur OFF à l'aide des **options générales – Accessibilité**. Cela garantit le bon fonctionnement de l'accélérateur à l'aide des boutons « A » et « B » de la manette de jeu pour gérer les paramètres de l'accélérateur. Le curseur du point blanc peut être réactivé dans le cockpit en appuyant sur le stick analogique de la manette de jeu GAUCHE, ce qui permet d'utiliser tous les autres éléments du cockpit.

Toutes les opérations de pré-vol : Walk Around : Ceci est géré à l'aide de l'option « Instruments » du menu de la caméra interne du cockpit. En faisant défiler vers le bas, les utilisateurs verront les 7 stations de pré-vol.

Si vous optez pour le « Quick Flight », veuillez consulter la page 8 pour un fonctionnement correct et notez que même si cela supprimera tous les security options, the engine must be properly warmed before flight as described on page 13

Le fait de ne pas assurer les niveaux de carburant/huile appropriés et la tension de la batterie >24 volts empêchera le démarrage du moteur. Les paramètres peuvent être réinitialisés comme décrit à la page 16





## INDEX

Introduction	2
Configuration système requise	2
Support	2
Installation Compatibilité MSFS 2020/MSFS 2024	3
Avatars Pilotes	3
Opérations de la console Xbox	3
Index	5
Sélection de l'avion	6
Aperçu rapide	7
L'EFB.	8
Interface de Gestion et de Maintenance de l'avion	9
Vidéo de démonstration : pré-vol, checklists et décollage	14
Données persistantes	17
Poids et centrage	19
Gestion du trim	20
Système d'alimentation en carburant	23
Pompe à carburant	23
Voyant d'avertissement de carburant	23
Système d'huile	24
Vue d'ensemble du système d'huile	25
Réservoir d'huile	25
Comment remplir les réservoirs d'huile	26
Consommation d'huile	26
Persistance de la quantité d'huile	27
Température de l'huile	27
Instruments pour faire fonctionner le système d'huile	28
Commutateur de dérivation d'huile	28
Fuites d'huile	28
Gestion des pertes de carburant	29
Système électrique	30
Alternateur / Générateur	30
Batterie	30
Ampèremètre	30
Réglages du moteur (régime et manomètres d'admission)	31
Mélange	32
Détonation	35
Usure du moteur	37
Domages du moteur	37
Températures de l'huile, des cylindres et du carburateur	38
Températures de culasse	38
CheckLists	39
Références	42

## Présentation

Ce complément logiciel n'est pas une simple évolution du précédent complément « Stearman PT-x & A75L300 », il s'agit d'un avion équipé d'un tout autre moteur : le fameux Pratt & Whitney R-985 Wasp.

L'avion est fourni en trois variantes :

- Standard
- Course
- Spectacle aérien avec « *Wing Walker* » et mât sur l'aile supérieure

Chaque avion peut être personnalisé à l'aide des différents appareils. Il se distingue notamment par la manière dont le moteur est simulé. En effet, beaucoup de code a été rajouté pour gérer des fonctions qui ne sont pas supportées par défaut par Asobo/Microsoft telles que :

- Systèmes complets de carburant et d'huile : réservoirs de remplissage, poids du carburant et de l'huile à bord affectant la masse de l'avion, consommations d'huile et de carburant, fuites d'huile,
  - Anticiper les paramètres du moteur, y compris l'usure et la dégradation des performances du moteur lorsqu'il est utilisé à la limite de ses capacités ou en dehors des plages de fonctionnement définies par le constructeur,
  - Défaillances de composants sur mesure,
  - Paramètres persistants pour que vous ayez une expérience la plus réaliste possible.
- Tous ces éléments contribuent à créer un complément plus immersif pour tenter de répondre aux attentes des utilisateurs.

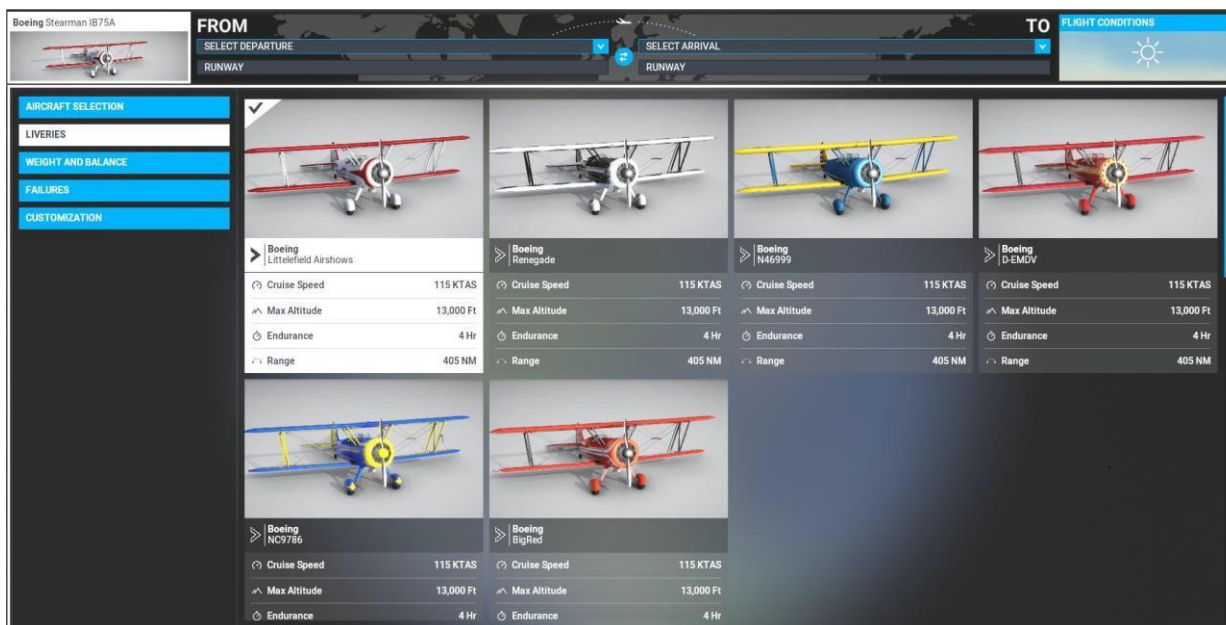
**-NOTAM -**

**Cet avion n'a qu'un seul mode de fonctionnement : le mode amélioré. Il n'y a pas de mode facile. Le non-respect des procédures et des listes de vérification entraîne des conséquences. Pour une expérience utilisateur optimale, consultez le Panel de Gestion et de Maintenance de l'avion avant de voler. Les détails se trouvent à la page 10 de ce document.**

## Sélection de l'avion

Le Super Stearman apparaîtra dans l'écran de sélection de l'avion sous « Boeing Aircraft Company » Stearman Model IB75A.

En cliquant sur l'onglet LIVRÉES, vous pourrez choisir parmi les différentes décorations.





## Aperçu rapide

### AVERTISSEMENT

Bien que le « Super Stearman » soit un avion simple à piloter, c'est aussi un avion très ancien (il a été produit entre 1930 et 1940), veuillez donc lire les conseils rapides suivants qui mettent en évidence certains points que vous devriez prendre en compte pour voler avec cette « vieille dame ».



Cockpit arrière virtuel Super

Cet avion peut être configuré de plusieurs manières :

### Utilisation des options

Plusieurs options et animations sont proposées à l'utilisateur à l'aide des caméras de base disponibles (en vue intérieure) et lors de l'inspection pré-vol à l'aide de l'interface du panneau de surveillance et de maintenance de l'avion. Les options sont sélectionnées à l'aide d'un clic gauche de la souris :

- Cacher ou afficher les capots de roue et de l'hélice,
- Cacher ou afficher le capot moteur,
- Cacher ou afficher les carénages des roues,
- Pouvoir afficher la jeune fille « Wing Walker » et le mat sur l'aile supérieure de l'avion,
- Faire le plein de carburant via un baril externe et sa pompe manuelle,
- Faire un complément d'huile pour le moteur.

L'avion peut être configuré de la manière suivante :

- Une version Standard avec deux cockpits avec/sans carénages de roues et capot moteur,
- Une version Racing avec un cockpit et son pare-brise profilé avec/sans carénages de roues et capot moteur,
- Une version Air Show avec un mât et une jeune fille « Wing Walker ».



## L'EFB

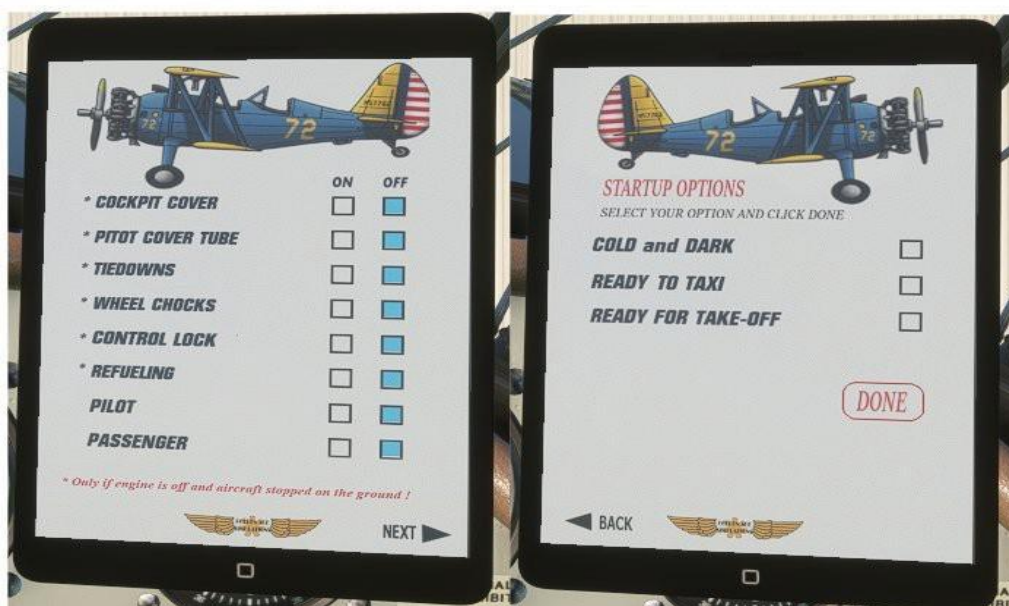
Une tablette peut être affichée en cliquant sur la carte de correction de la boussole sur le tableau de bord du cockpit arrière (voir la capture d'écran précédente ci-dessus).

La première page de la tablette peut être utilisée pour définir diverses préférences de l'utilisateur (affichage de certains éléments de sécurité et/ou pilote/copilote).

La deuxième page vous permet de préconfigurer certaines situations pour aider au démarrage du moteur (« *cold & dark* », prêt à stationner, prêt à décoller).

L'emplacement de cette tablette est fixe afin que vous ne puissiez pas la déplacer dans le cockpit.

En cliquant sur le bord (en bas qui correspond au bouton on/off) de la tablette, elle disparaît de l'écran.



### NOTAM :

a) Si l'interface de pré-vol se fige et refuse de permettre à l'utilisateur de cliquer sur « C », cliquez sur l'une des étapes numérotées et après être revenu sur « C » pour déverrouiller l'interface.

b) Lorsque le moteur tourne, vous ne devez pas utiliser le raccourci Y pour faire pivoter l'avion !! Lorsque le moteur tourne, de nombreux calculs supplémentaires sont effectués et l'opération Slew perturbe la variable TIME qui conduit à des calculs erronés dans le module de gestion avancée du moteur. Pour cette raison, il est conseillé d'utiliser cette fonction AVANT de démarrer le moteur mais absolument JAMAIS pendant son fonctionnement.

### Utilisation de l'interface du panneau de Gestion et de Maintenance de l'avion.

En plus de l'EFB, une interface disponible via la barre d'outils MSFS permet d'accéder à d'autres fonctions telles que :

- Être capable de consulter les « *checklists* » de l'avion,
- Sélectionner différentes options par clic de souris,
- Effectuer une visite pré-vol en passant par les points de passage prédéterminés pour tester les éléments mobiles des ailes et s'assurer de leur bon fonctionnement,
- Être capable de consulter les valeurs de certaines variables locales utilisées pour la gestion du complément logiciel.



Vous pouvez accéder à cette interface via cette icône au centre de la barre d'outils MSFS (en haut de l'écran)

1. *Contact : Présentation et plusieurs liens vers le site web et les supports,*
2. *Checklists : Pour accéder rapidement aux informations principales,*
3. *Visite Pré-vol :*
4. *Status : Valeurs de plusieurs paramètres pour gérer la santé et les dommages de l'avion.*

### Focus sur l'onglet Checklists :



**Focus sur l'onglet Pré-vol :**

Cette interface graphique utilise des raccourcis présentés autour d'une vue de dessus de l'avion pour accéder rapidement à des caméras préprogrammées et effectuer les vérifications nécessaires avant de démarrer l'avion. Sur le côté droit, les tableaux récapitulatifs sont mis à jour après chaque contrôle de vol et de sécurité : les éléments de sécurité, par ex., les cales, les attaches et la flamme de tube de Pitot ainsi que les carénages de roue, le capot moteur et le capot du moyeu de l'hélice peuvent être manipulés pendant la revue de pré-vol.

**ATTENTION : Avant l'inspection pré-vol, réglez TOUJOURS le VERROUILLAGE DES COMMANDES sur OFF afin de déverrouiller les commandes de vol.**

**Comment déverrouiller le levier de commande des surfaces de vol à l'aide du clavier ou du joystick :**  
 La variable (A : POSITION DU CROCHET DE QUEUE, Bool) peut être utilisée pour déverrouiller/verrouiller le levier de commande des surfaces de vol. En attribuant un raccourci clavier ou une touche de votre joystick à cette commande (position du crochet arrière), vous pouvez verrouiller/déverrouiller le levier rouge sur la console gauche du cockpit.





### **Concentrez-vous sur l'onglet État :**

Ce module de gestion enregistre l'état de l'avion toutes les secondes et les données sont actualisées sur une période de 10 secondes.

Cet onglet fournit à l'utilisateur les données collectées par le simulateur reflétant les éléments clés de performance. Il peut être surveillé en temps réel pendant le vol.

Boeing Super Stearman IB75A Littlefield Airshows	
Engine Wear :	0.131
Engine Health :	0.990
Engine Failed :	No
Super Charger Failed :	No
CHT Temperature :	83.6 Fahrenheit
Oil Pressure :	0.00 Psi
Oil Temperature :	14.8 Celsius
Oil tank :	6.00 Gallons
Oil By-pass :	Off
Main tank :	45.48 Gallons
Supply tank :	19.50 Gallons
Fuel Selector :	Off
Fuel Pump Status :	Off
Battery :	18.97 Volts
Alternator :	Off
Left Magneto :	Off
Right Magneto :	Off
Spark Plug Fouling :	Off

## Infobulles

Pour les baptêmes de l'air, **il est fortement recommandé** de valider dans les **Options Générales MSFS**, et plus précisément dans le menu **Interface Utilisateur** l'option « **Menu Infobulles** » afin de pouvoir afficher les bonnes informations nécessaires au démarrage du moteur : le nombre de brassages de pales d'hélice et le nombre d'amorçage en carburant à utiliser.

Ces messages prennent en compte tous les paramètres (température ambiante, moteur chaud ou froid), puis calculent et affichent en direct le nombre exact d'actions qui restent à effectuer dans chaque cas.

**En cas de non-respect des conditions requises :**

**Le fonctionnement « Pull Through » simule un verrouillage hydraulique, également connu sous le nom d'hydrolock ou de verrouillage hydrostatique, entraînant une défaillance catastrophique du moteur au démarrage**



Nombre de traits à appliquer sur l'apprêt :



Vous pouvez également accéder aux messages texte concernant les paramètres de l'huile (pression, température et CHT) en passant la souris sur le cadran associé (en bas à gauche).

**Le fait de ne pas laisser la température de l'huile moteur atteindre 40 degrés Celsius avant d'appliquer la pleine puissance endommagera le moteur et dégradera les performances, ce qui entraînera un atterrissage en catastrophe.**





### Principales conditions à observer lors de l'utilisation de cet avion

Par rapport à un avion de base fourni dans MSFS, dont le fonctionnement est simulé de manière simpliste, le Pratt & Whitney du « Super Stearman » prend en compte des paramètres supplémentaires pour le rendre plus proche de la réalité.

Par conséquent, son démarrage, son fonctionnement au sol et en vol et enfin son arrêt nécessitent des précautions particulières, des procédures spécifiques dont les autres avions n'ont pas besoin.

#### AVERTISSEMENT

**Si vous ne suivez pas ces procédures, vous risquez d'endommager le moteur et donc d'être contraint de redémarrer complètement le vol en passant par l'interface de la mappemonde de MSFS.**

1. En raison de son puissant moteur, le « Super Stearman » ne pourra pas être démarré à la main ; il a donc besoin de l'utilisation d'un démarreur électrique pour allumer le moteur. Cependant, avant l'activation, certaines procédures sont nécessaires pour démarrer le moteur sans risque de **casse** moteur :
  - Ce moteur dispose de 9 cylindres disposés en étoile. Lorsqu'elle n'est pas utilisée, l'huile de lubrification peut s'accumuler par gravité dans les cylindres inférieurs, donc avant chaque démarrage, il est donc nécessaire de s'assurer que cette huile est uniformément répartie dans tout le circuit de lubrification et d'éviter le verrouillage hydrostatique du cylindre.
2. Pour cela, la procédure de « **pull through** », qui consiste à faire tourner manuellement l'hélice autour de son axe une ou plusieurs fois, va mettre en mouvement les composants internes du moteur et la pompe à huile qui va donc répartir l'excès d'huile dans tout le moteur. Le nombre de tours nécessaires est fonction de deux paramètres : la température ambiante, qui est également celle de l'huile de lubrification, et la température du cylindre. Plus ces températures sont basses, plus vous devrez tourner l'hélice manuellement (**Note A Page 14**).
3. Si ce brassage n'est pas effectué, le moteur peut démarrer, mais en fonction de la quantité d'huile restante dans les chambres de combustion, une **compression excessive peut** se produire et entraîner une panne du moteur.
4. Le système d'alimentation en carburant doit être amorcé en fonction **de la température interne du moteur**, il est nécessaire de déverrouiller le levier « *primer* » et d'appuyer ensuite autant de fois que nécessaire sur la commande pour amorcer le circuit (**Note B, page 14**).
  - Si vous voulez **décoller plus rapidement**, l'utilisation des touches spécifiques **CTRL+E** démarrera automatiquement le moteur sans avoir besoin de suivre la procédure de démarrage complète.
  - L'utilisateur a également la possibilité via la deuxième page de la tablette de choisir une procédure « **Cold & Dark** ».

Après le démarrage, l'utilisateur doit attendre que la température de l'huile atteigne les 38°C ~ 40°C à l'aide de la manette des gaz pour ralentir entre 800 et 1000 tr/min. Si ce ralenti est inférieur, le moteur ne peut pas fonctionner en mode nominal et les bougies d'allumage peuvent s'encrasser, ce qui peut entraîner des pertes de puissance du moteur. L'interrupteur OIL BYPASS permet de couper le circuit amenant l'huile au radiateur ce qui permet un chauffage beaucoup plus rapide : **au sol pour passer de 15°C à 40°C à l'aide de cet interrupteur 30 s. à 1 min sont nécessaires.**

Lorsque vous travaillez sur des runways, n'augmentez pas excessivement le régime moteur.

Pour le décollage, il est conseillé de ne pas laisser l'aiguille du manifold en bordure de la zone rouge pendant plus d'une minute. Cela vous permet d'avoir toute la puissance nécessaire pour décoller. Si vous décollez en utilisant le **moteur dans la zone rouge, vous pouvez endommager votre moteur de manière irréparable.**

En vol, ne faites pas fonctionner le moteur tout en maintenant excessivement l'aiguille du compte-tours dans la zone rouge. Si cela se produit, le **moteur sera endommagé et risque de tomber complètement en panne.**

### Arrêt du moteur

La méthode recommandée pour arrêter le moteur est d'éteindre les deux magnétos. La commande de mélange placée en position de coupure ne désactive pas complètement l'alimentation en carburant donc le moteur peut continuer à fonctionner plus d'une minute pendant qu'il utilise le carburant restant dans les conduites de carburant.

### Notes techniques

Si la température du cylindre du moteur (CHT) est supérieure à la température ambiante **de plus de 50 unités**, le **moteur est considéré comme chaud** (il a déjà fonctionné auparavant et ne nécessite donc pas autant de soins pour un redémarrage).

#### Remarque A :

**Un moteur froid** nécessitera :

- 1, Rotation de l'hélice pour une température ambiante supérieure à 20°C,
- 2, Rotations de l'hélice pour une température ambiante comprise entre 20°C et 5°C,
- 5, Rotations de l'hélice pour une température ambiante inférieure à 5°C.

**Un moteur chaud** qui vient de tourner auparavant **ne nécessitera aucune rotation de l'hélice** car l'huile n'a pas eu le temps de stagner dans les cylindres inférieurs.

#### Remarque B :

**Un moteur froid** aura besoin **de 3 impulsions d'amorçage** du circuit de carburant.

**Un moteur chaud** aura besoin de **1 impulsion d'amorçage** du circuit de carburant.

[Vidéo de démonstration de la pré-vol, de la séquence de démarrage et du décollage](https://youtu.be/zPlQXYk9r60)  
<https://youtu.be/zPlQXYk9r60>

## Fonctionnalités avancées

La principale nouveauté du simulateur MSFS était son modèle graphique innovant qui a attiré beaucoup de monde. En revanche, l'aspect simulation physique malgré de nombreuses évolutions a en comparaison très peu évolué.

En faisant ce complément, nous avons voulu offrir à l'utilisateur un modèle plus immersif et attractif en augmentant le réalisme de la simulation.

Pour cela, nous avons essayé de compléter certains aspects fondamentaux non prévus par l'approfondissement de certains phénomènes physiques non abordés :

- La gestion du carburant étant déjà prise en compte, nous avons opté pour **une gestion similaire de l'huile moteur**. Cela permet, entre autres, d'avoir un ou plusieurs réservoirs d'huile qui peuvent être remplis, la quantité d'huile à bord de l'avion influence le poids total ; en fonction de la température de l'huile et du mode de fonctionnement du moteur (respect ou non des zones autorisées) cela peut entraîner des fuites dans le circuit de lubrification pouvant provoquer des pannes motrices.
- Les moteurs radiaux ont été largement utilisés pendant les 50 premières années de l'aviation, ils ont apporté de nombreux avantages mais aussi des contraintes dont la nécessité de brasser l'hélice à la main afin de forcer l'huile (qui se dépose dans les cylindres inférieurs pendant les périodes d'inutilisation) à être répartie dans tout le système de lubrification. Ces **opérations de brassage sont** modélisées.
- De même, **les opérations d'amorçage avant le démarrage du moteur et l'utilisation de la pompe de suralimentation** sont modélisées et codées pour augmenter le réalisme.
- **Les phénomènes de chaleur au niveau de l'huile moteur ou des culasses** étaient les sources les plus fréquentes de panne moteur, dans cette perspective un certain nombre de scripts ont été ajoutés pour simuler ces problèmes ce qui permet un plus grand réalisme de ce complément.
- Ce type de moteur refroidi par air nécessite une attention particulière au démarrage et durant la mise en température du moteur, un fonctionnement prolongé à bas régime calamine les bougies d'allumage et peut être **préjudiciable au moteur. C'est ce qu'on appelle l'encrassement des bougies d'allumage** et il a été simulé modélisé dans cet complément.
- Tous ces paramètres physiques qui évoluent au cours d'un vol s'accumulent au fil du temps et grâce à la fonction « persistance », se répercutent sur le prochain vol. Ainsi, deux paramètres importants qui reflètent l'usure et la santé du moteur ont été introduits pour caractériser la durée de vie du moteur.
- Le modèle est codé pour utiliser ce que nous appelons la « fonction de données persistantes ». Cela indique au simulateur de stocker un certain nombre de variables locales : l'usure du moteur, l'état, la consommation d'huile et de carburant et la charge de la batterie à la fin d'un vol, qui sont utilisées pour définir les paramètres de référence pour les vols suivants. Des variables supplémentaires sont utilisées pour cela : le nombre d'impulsion d'amorçage, le nombre de brassage nécessaires, l'état de la pompe de suralimentation pour aider pendant les opérations de décollage, les effets de la chaleur au niveau moteur (températures de l'huile moteur et des culasses des cylindres) et l'encrassement des bougies d'allumage

### *Réinitialisation des paramètres de gestion du moteur*

Dans certaines situations, il est possible de réinitialiser un certain nombre de paramètres à des valeurs nominales connues qui permettent aux scripts de fonctionner normalement.

Pour réinitialiser ces paramètres, il est **impératif** que : l'avion soit au sol et le moteur et la batterie soit coupée.

Processus de réinitialisation :

1. Ouvrir le « DATACASE » par un clic de souris en haut de cette boîte,
2. Activez pendant quelques secondes l'interrupteur « Reset switch » situé à l'intérieur de la boîte et à droite.

**Cette procédure ne s'applique pas à TOUS les paramètres**, dont certains ne sont pas adressables par l'utilisateur et calculés en mode automatique ; par exemple, si l'huile moteur atteint des températures extrêmes, il faudra un temps défini par MSFS (plusieurs minutes) pour revenir aux valeurs ambiantes et l'utilisateur ne pourra pas agir en conséquence.

Si l'action sur le commutateur de réinitialisation ne permet pas de réactiver l'avion en fonctionnement, il faudra :

1. Sortir du vol en cours,
2. Retournez à l'interface de MSFS avec la mappemonde et
3. Réinitialiser le vol.

**Dans le cas où l'interrupteur du cockpit n'efface pas les données enregistrées, une solution alternative peut être effectuée :**

1. Sortir du vol en cours,
2. Retournez à l'interface de MSFS avec la mappemonde et
3. Supprimer manuellement le fichier « state.cfg » qui sera re-crée lors du prochain chargement :

C : \Users\"username"\AppData\Local\Packages  
\Microsoft.FlightSimulator\_8wekyb3d8bbwe\ LocalCache\SimObjects  
\Avions\gaz-avion-stearman-ib75a\état.cfg

- **nom d'utilisateur** est l'étiquette de votre compte Windows
- **state.cfg** est un fichier ASCII dans lequel les données persistantes sont stockées.
- Si votre **CHEMIN D'INSTALLATION** est différent (D : \ ou X : \), vous devez adapter ce processus en fonction de votre répertoire d'installation.

## Données persistantes

Toutes les données persistantes sont stockées dans un fichier nommé **state.cfg** qui est stocké sur votre disque. L'utilisateur peut souhaiter rétablir l'avion à son état « sorti d'usine ». Pour ce faire, **l'utilisateur peut simplement supprimer ce fichier state.cfg**. Ce fichier sera recréé automatiquement au redémarrage de MSFS.

L'emplacement de ce fichier dépend de l'installation effectuée par l'utilisateur et le fournisseur du logiciel. Dans la grande majorité des cas, ce fichier se trouve :

```
STEAM: C:\Users\<USERNAME>\AppData\Roaming\Microsoft Flight
Simulator\SimObjects\<AIRCRAFT_NAME>\state.cfg

MS STORE:
C:\Users\<USERNAME>\AppData\Local\Packages\Microsoft.FlightSimulator_8wekyb3
d8bbwe\LocalCache\SimObjects\<AIRCRAFT_NAME>\state.cfg
```

### Carburant et huile persistantes

Les niveaux de carburant et d'huile sont des « *données persistantes* », c'est-à-dire qu'elles sont sauvegardées après un vol qui **s'est terminé normalement** et rechargées lors du prochain vol.

#### Un vol est considéré comme se terminant normalement lorsque :

1. l'atterrissage est OK,
2. le moteur est arrêté par l'utilisateur,
3. tous les interrupteurs sont éteints et
4. l'utilisateur revient sur la mappemonde !

**ATTENTION : N'utilisez pas l'icône « X » (Fermer la fenêtre) pour terminer le vol car les données ne seront pas enregistrées.**

#### NOTE DE SIMULATION DE VOL

Les niveaux persistants de carburant et d'huile ne seront chargés que quelques secondes après le chargement du vol.

Toutes les modifications apportées à la « masse et centrage » avant le vol seront écrasées par les paramètres persistants. Vous ne devez donc régler les quantités de carburant et d'huile qu'après le chargement effectif du vol.

### Consommation d'huile

Le réservoir d'huile **Pratt & Whitney R-985 AN3** contient un total de 8 gallons, dont 1,5 était réservé et nécessaire pour les opérations sur l'hélice à vitesse constante, de sorte que le niveau d'huile ne peut pas descendre en dessous de 1,5 gallons.

Ce moteur consomme environ **4,6 pintes/heure d'huile** (1,148 gallon/heure).

Le niveau d'huile peut être ajusté à l'aide de la fenêtre de carburant MSFS (voir page 12).

#### Avertissements :

Si le niveau d'huile descend en dessous de 50 %, attendez-vous à ce que la pression d'huile commence à baisser. Si le niveau d'huile descend en dessous de 20 %, le moteur tombera en panne.

### **Surchauffe du moteur**

Étant donné que les moteurs refroidis par air sont plus sensibles aux problèmes de refroidissement, l'utilisateur doit surveiller attentivement les températures des CHT et de l'huile lors :

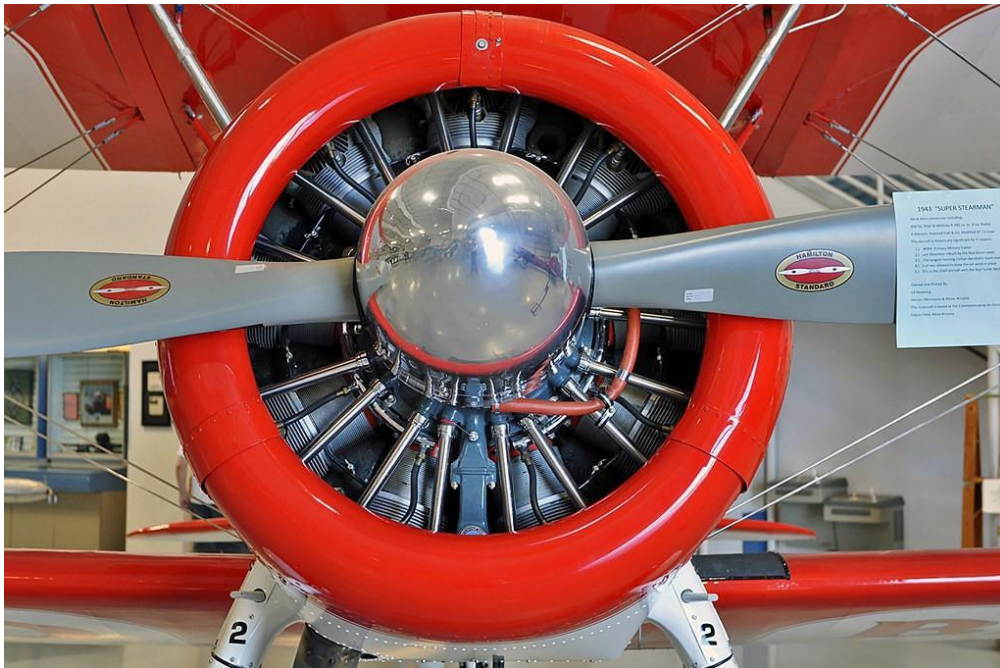
- des opérations de taxi et de décollages,
- du fonctionnement dans des environnements de chaleur extrême.
- à l'approche et à l'atterrissage.

Le fait de ne pas surveiller et d'éviter la surchauffe peut entraîner une panne du moteur, malgré la réputation de grande fiabilité du moteur.

### **Encrassement des bougies d'allumage**

Si le moteur fonctionne pendant 1 minute à moins de 1000 tr/min, le carbone commencera à s'accumuler sur les bougies d'allumage, ce qui entraînera rapidement l'arrêt du moteur.

Faire tourner le moteur entre 800 et 1000 tr/min brûlera l'accumulation de carbone.



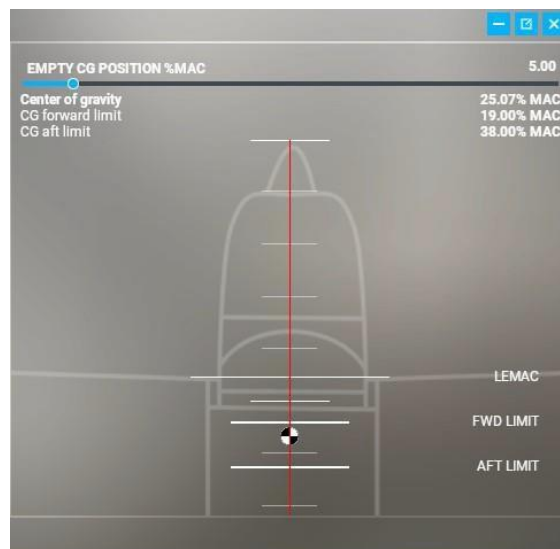


### Poids et centrage

Le poids et l'équilibre sont le point imaginaire où tout le poids est concentré. Pour fournir l'équilibre nécessaire entre la stabilité longitudinale et le contrôle de la gouverne de profondeur, le centre de gravité est généralement situé légèrement en avant du centre de poussée (portance).

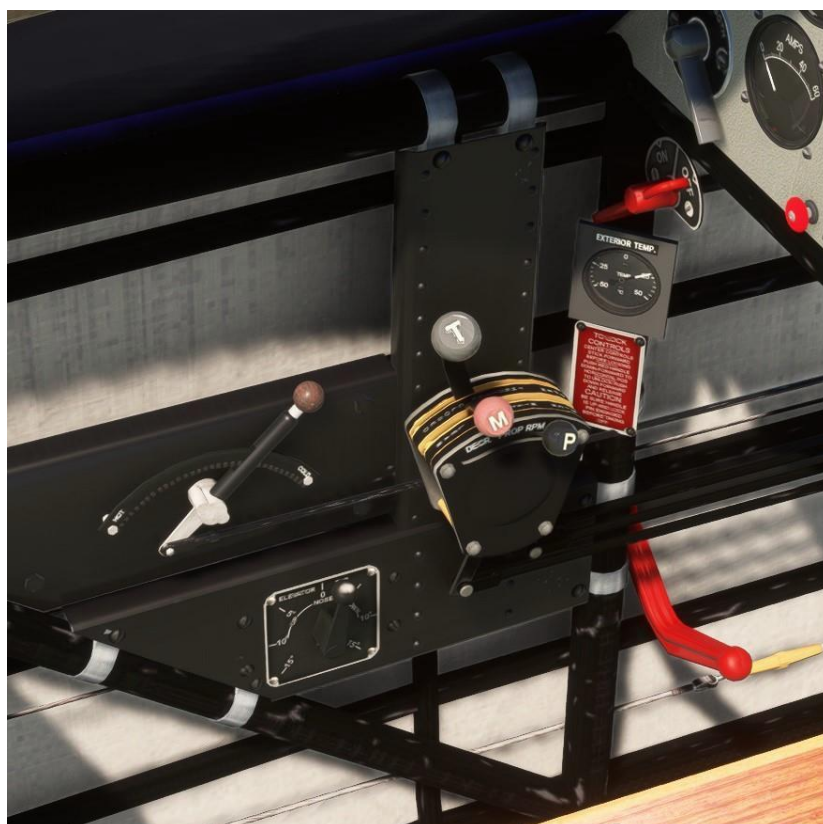
Avant de commencer un vol, il est conseillé de regarder le menu « masse et centrage » et de confirmer que le centre de gravité est dans les limites.

Évitez de positionner des charges lourdes dans le compartiment à bagages, car ils sont situés à l'arrière du centre de portance et affecteront la stabilité en tangage, ce qui pourrait entraîner une perte de contrôle de l'avion.



### Gestion de la commande de TRIM

Le compensateur de profondeur est situé sur le côté gauche du poste de pilotage, juste derrière les manettes « papillon/mélange/régime de l'hélice » et sous le levier du carburateur. La commande de trim est équipée d'un cadran qui indique en degrés le déplacement du trim par rapport à la gouverne de profondeur. La commande est déplacée vers l'arrière pour corriger un surpoids à l'avant et poussée vers l'avant pour corriger un surpoids à l'arrière.

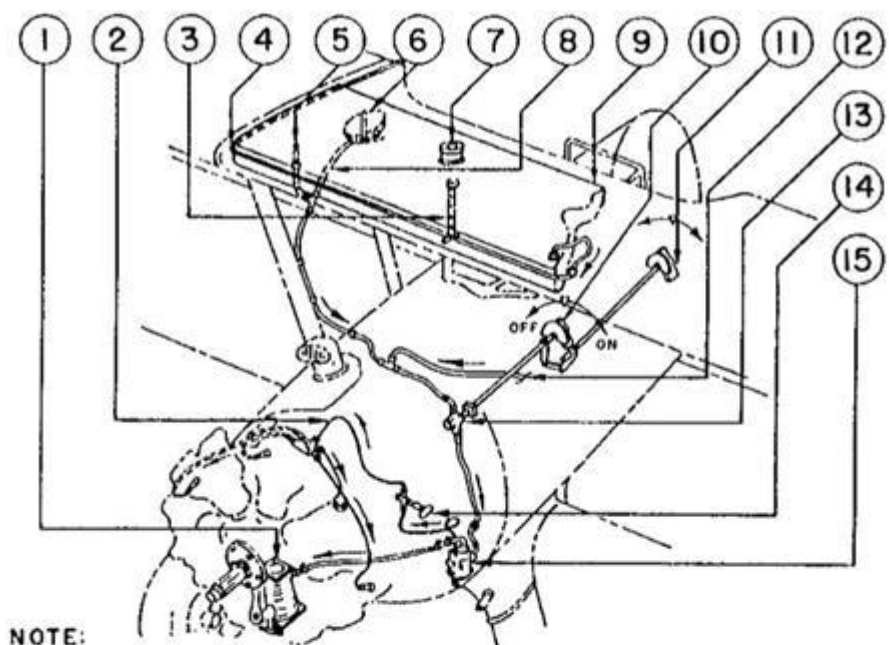


### Système d'alimentation en carburant

Le « mode de gestion avancé » fourni avec ce complément utilise désormais le « système de carburant » dit MODERN de MSFS2020. Cet avion a son réservoir principal de carburant, situé dans l'aile supérieure (schéma ci-dessous).

Ce réservoir est situé dans la section centrale de l'aile supérieure et a une capacité de 46 gallons américains (38,23 gallons imp.) avec un espace d'expansion de 1,4 gallons US (1-1/4 gallons imp.).

Le système de carburant est du type : « alimentation par gravité ». Dans les conversions d'avions d'après-guerre, les propriétaires de ces avions reconvertis pourvus de moteur de plus grande puissance comme Lycoming et Pratt & Whitney ont opté pour des réservoirs de plus grande capacité. Une modification approuvée par la FAA pour l'IB75A prévoit une capacité de 66 gallons en utilisant un réservoir complémentaire de 20 gallons aligné avec le réservoir central principal de l'aile de 46 gallons. Il y a une seule commande d'alimentation en carburant montée en dessous et à gauche du tableau de bord.



NOTE:

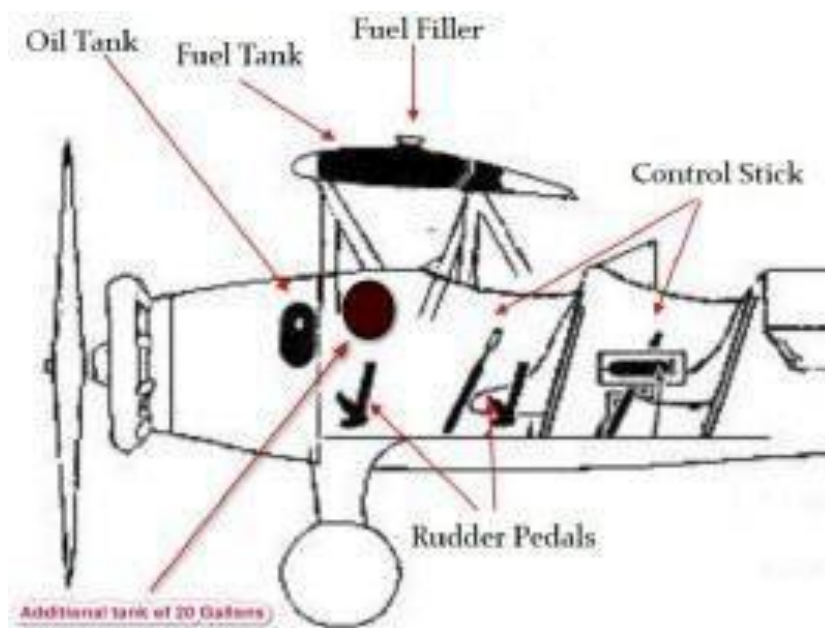
LEFT HAND SIDE OF FUEL TANK IDENTICAL WITH  
RIGHT HAND SIDE

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1. CARBURETOR               | 9. FUEL TANK-46 GALS.                     |
| 2. PRIMER LINE TO<br>ENGINE | 10. FUEL VALVE CON-<br>TROL FRONT COCKPIT |
| 3. FUEL GAGE                | 11. FUEL VALVE CON-<br>TROL REAR COCKPIT  |
| 4. VENT LINE                | 12. LINE FROM LEFT<br>OUTLET & SUMP       |
| 5. OUTLET LINE              | 13. FUEL VALVE                            |
| 6. SUMP                     | 14. PRIMER                                |
| 7. FILLER NECK              | 15. FUEL STRAINER                         |
| 8. FUEL LINE FROM<br>TANK   |   |

REFERENCE DRAWING A75NI-3100

Photo tirée du MANUEL DU PILOTE pour le modèle N2S-4

Sur la base d'une modification réelle (voire le nota) qui a reçu **l'approbation de la FAA**, un réservoir supplémentaire de 20 gallons a été rajouté. Ce réservoir était physiquement situé dans le fuselage devant le cockpit avant afin de ne pas modifier la « répartition de charge » de l'avion.



Nota :

Cette modification est basée sur le travail qui a été exécuté sur un vrai Stearman propulsé par un Jacobs de 275 CV et rapporté par notre expert en dynamique de vol GAS.

Le système de carburant était raccordé de telle sorte que l'avion était ravitaillé par le réservoir d'aile, le carburant étant alimenté par gravité dans le réservoir collecteur.

Lorsque le moteur fonctionne :

1. le carburant du réservoir d'aile s'écoule par gravité dans le réservoir additionnel,
2. puis il arrive à la pompe à carburant,
3. puis à la valve de carburant,
4. et enfin parvient au moteur.

La seule valve de sélection se trouvait entre le réservoir collecteur et le carburateur. Curieusement, la FAA a spécifiquement exigé qu'il **n'y ait pas** de jauge de quantité de carburant pour le réservoir collecteur.

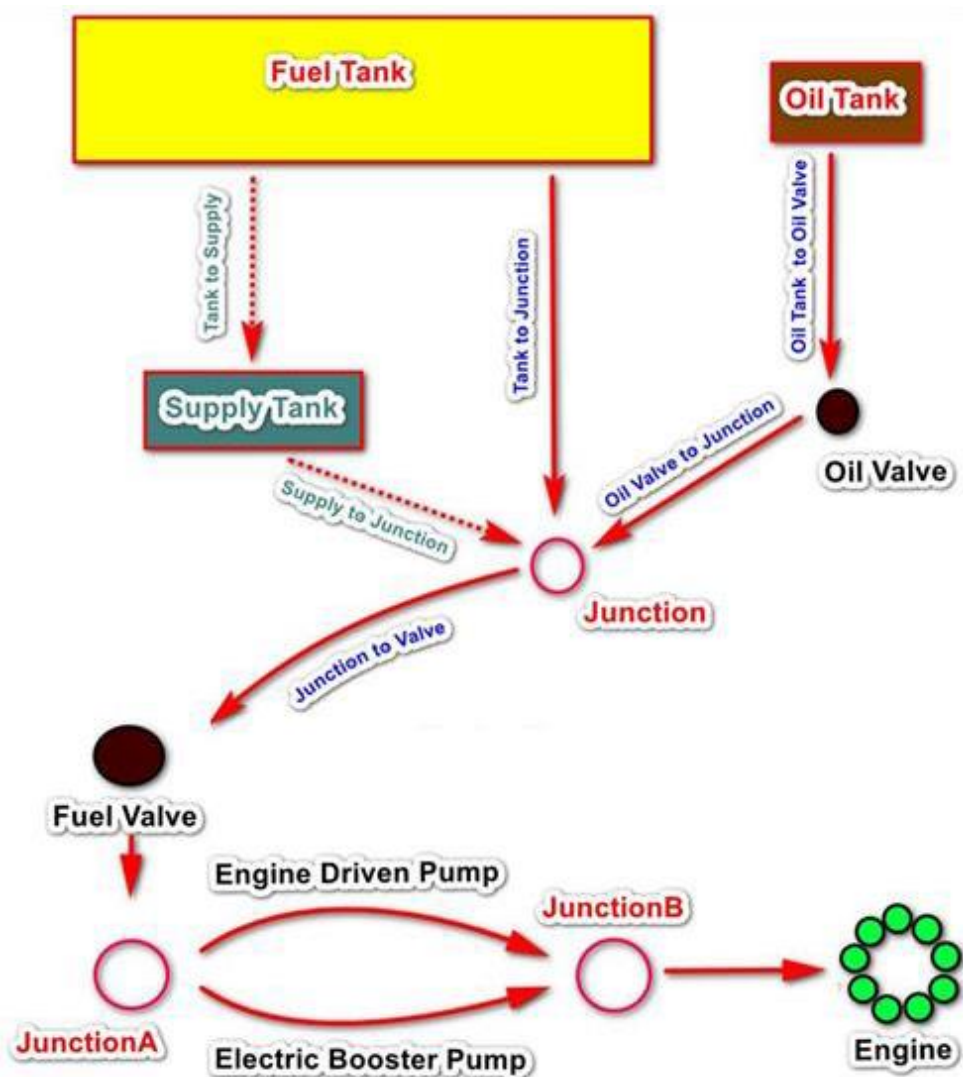
Au niveau « planification de vol » on sait que le réservoir principal sera vide à l'aide de la jauge au tableau de bord. Après quoi il reste entre 50 et 67 minutes de carburant, en fonction de la puissance que le pilote utilisera.

La bonne nouvelle est que cette adaptation étend la portée d'environ 115 miles ; la mauvaise nouvelle, c'est qu'il faut faire très attention à la façon dont le carburant est consommé, pour ne pas utiliser **TOUT** le carburant de réserve.

La réserve de carburant requise par la FAA est de 30 minutes pendant la journée et de 45 minutes la nuit, donc effectivement, **lorsque le réservoir principal indique qu'il est vide, on puise dans la réserve de carburant.**

## Réservoir d'approvisionnement

Afin de mettre en œuvre ce nouveau **réservoir d'alimentation**, voici le nouveau schéma de gestion du **système de carburant** :






## Pompes à carburant

Dans le « Super Stearman », la pompe à carburant est une **pompe entraînée par le moteur**.

**Important : Le moteur Pratt & Whitney R-985 nécessite une pression de carburant de 3 à 5 PSI pour la combustion.**

Le Super Stearman dispose d'un système de carburant inversé qui lui permet de voler à l'envers. Ce système comprend un réservoir collecteur, un clapet anti-retour et une pompe d'appoint de carburant

Source : Manuel Pratt & Whitney R-985

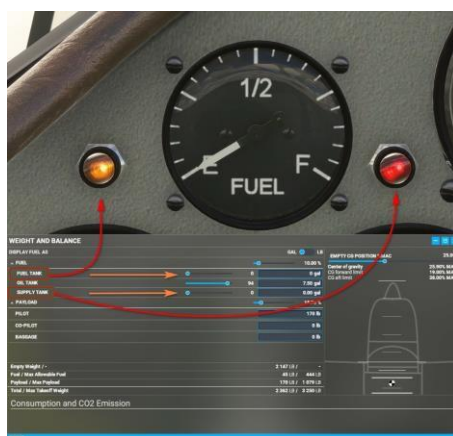
FUEL PRESSURE		
	2.25 psi	Minimum
	3 - 5 psi	Normal
	5 psi	Maximum

## Indicateur de quantité de carburant et voyants d'avertissement de carburant

Deux voyants sont allumés près de l'indicateur de carburant : Lorsque les réservoirs en service sont presque vides, en raison d'un manque de carburant ou d'une chute de pression (inférieure à 2,5 PSI), le voyant correspondant s'allume pour avertir le pilote qu'il doit trouver un lieu d'atterrissage approprié.

**La quantité de carburant par défaut est fixée à 55 % lorsque le vol défini par l'utilisateur est chargé dans le simulateur. Du carburant supplémentaire peut être ajouté via le menu de « Masse et Centrage » ou lors de la visite et de l'inspection avant le vol**

Un **voyant orange** (sur le côté gauche) qui s'allume lorsque le réservoir de carburant principal est vide (0,5 gallon)



une **lumière rouge** (sur le côté droit) qui indique que le volume dans le réservoir d'alimentation est inférieur à 1,5 gallons

## Astuce :

**Si les infobulles sont activées dans l'interface générale de MSFS, lorsque l'utilisateur laisse la souris au-dessus de ces LED, une infobulle apparaît qui indiquera le niveau de carburant resté dans le réservoir principal ou additionnel.**

- L'utilisation de la pompe électrique d'appoint de carburant est nécessaire pour le démarrage du moteur, les opérations au sol et l'atterrissage où les faibles réglages de ralenti pourraient entraîner l'arrêt du moteur si seule la pompe entraînée par le moteur était utilisée.
- Pendant le décollage, son utilisation est conseillée pour éviter l'arrêt du moteur dû à une défaillance de la pompe entraînée par le moteur.
- Cette pompe électrique de suralimentation est également utilisée lors de figures acrobatiques pour avoir une sécurité dans l'alimentation en carburant du moteur.
- Cette pompe peut également être utilisée de manière ponctuelle pour enrichir le mélange ce qui a pour conséquence un meilleur refroidissement des culasses, des éléments soumis à la chaleur et d'huile moteur.



## Système d'huile

Le SDK de MSFS calcule la température et la pression de l'huile après les calculs de fonctionnement du moteur et donc ces paramètres n'ont pas d'effet direct sur les performances. Avec ce nouveau système, l'huile est traitée comme un « élément physique » de l'avion, qui a un impact sur le comportement de l'avion, non seulement au niveau mécanique mais aussi sur la façon dont l'avion vole.

Afin d'utiliser ce complément logiciel de manière plus réaliste, un ensemble de scripts a été développé pour modéliser la consommation d'huile du moteur :

- La quantité d'huile est persistante entre les vols : vous devez vérifier et remplir le réservoir d'huile, au besoin, avant tout début de vol.
- L'emplacement et le volume du réservoir d'huile influent sur la masse et le centrage et donc doivent être pris en compte dans les calculs de centrage avant le vol.
- La température et la pression de l'huile sont prises en compte dans les calculs de fonctionnement du moteur (usure et pannes).
- La consommation d'huile a été configurée pour correspondre au mieux aux chiffres réels du moteur Pratt & Whitney, elle est calculée selon les plages de fonctionnement du moteur et influencée par l'usure du moteur.
- Les fuites d'huile sont modélisées.
- Pratiquement tous les instruments présents dans l'avion réel pour gérer le système de lubrification sont modélisés : les commutateurs « *oil bypass* » et « *oil shutoff* » sont modélisés via des codes XML.

### Vue d'ensemble du système d'huile.

Cette huile est utilisée pour la lubrification des moteurs et le fonctionnement de l'hélice. L'huile est fournie au moteur par gravité, puis elle retourne dans le réservoir d'huile en passant par le refroidisseur d'huile.

La quantité d'huile est configurée à l'aide du menu « *Weight and Balance* » (\*) sous le label « *Oil tank* », mais la modification de ce paramètre est verrouillée par le simulateur à la capacité maximale (7,5 gallons).

### Réservoir d'huile.

Le réservoir unique est situé entre le cockpit passager/copilote et le moteur. Ce réservoir a une capacité de 8 gallons avec 6,5 gallons pour le moteur et 1,5 gallons pour les opérations à hélice à vitesse constante.

### Quantité minimale d'huile : 4,7 gallons.

Selon Pratt & Whitney, le moteur R-985 nécessite 3,2 gallons d'huile pour fonctionner normalement. En ajoutant 1,5 gallons au fonctionnement de l'hélice, nous obtenons 4,7 gallons minimum. Si la quantité d'huile est inférieure à cette valeur, la pression d'huile commence à diminuer et le moteur commence à surchauffer. Cela entraîne l'usure prématurée du moteur et éventuellement une panne du moteur.

### Quantité maximale d'huile : 7,5 gallons.

Bien qu'il y ait de la place pour 3 gallons pour l'expansion dans le système d'huile, les vrais pilotes rapportent que la quantité d'huile ne devrait pas dépasser 7,5 gallons dans le réservoir d'huile. Une valeur plus importante peut entraîner une augmentation de la pression d'huile et par conséquent des fuites d'huile.



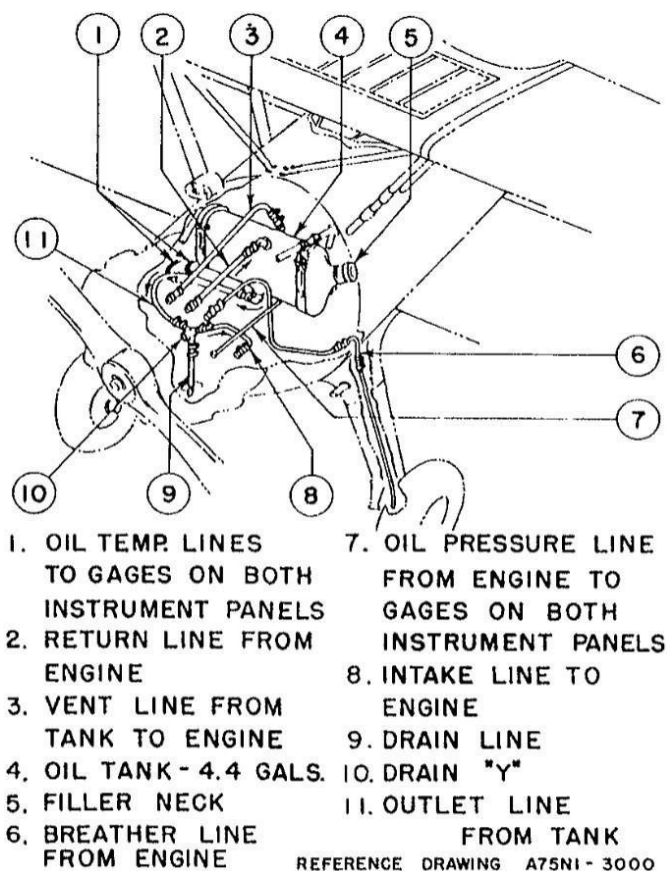


Photo tirée du MANUEL DU PILOTE pour le modèle N2S-4

### (\*) Important :

Pour vérifier la quantité d'huile, vous devez accéder à « *Weight and Balance* » via le menu de la tout en restant à l'intérieur du cockpit. L'accès à « *Weight and Balance* » via la « mappemonde » ne fonctionnera pas.

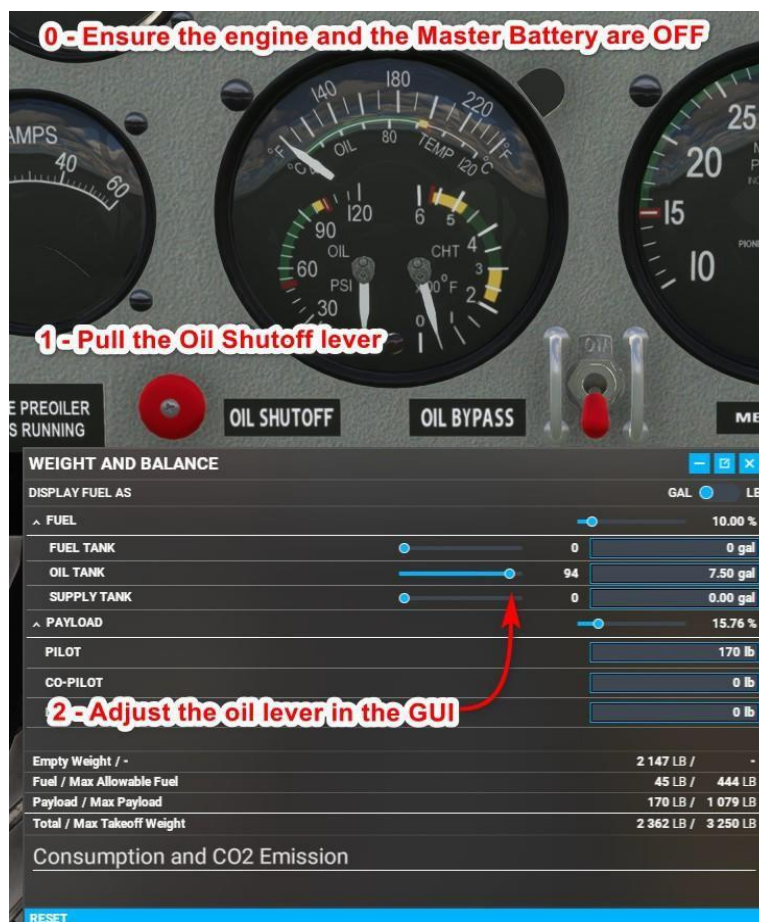
### Comment remplir les réservoirs d'huile

Comme dans l'aviation réelle, la vérification de la quantité d'huile doit faire partie de votre checklist avant le vol.

Pour réaliser un complément du niveau d'huile, le processus suivant est utilisé : (voir image page 26)

1. **Avec le moteur éteint, la batterie sur OFF et l'avion au sol,**
2. Tirez sur l'interrupteur « *Oil Shutoff* »,
3. Ajustez le curseur du réservoir d'huile à l'aide du menu « *Weight and Balance* »
4. Appuyez sur l'interrupteur « *Oil Shutoff* » après avoir réalisé le niveau souhaité.





### Consommation d'huile

Selon Pratt & Whitney, les moteurs R-985 utilisent environ 1,14 gallon d'huile par heure à la puissance maximale continue et environ 0,6 gallon à la puissance de croisière maximale. Pour tous les autres réglages de puissance, la consommation d'huile est proportionnelle à ces valeurs. Dans ce mode avancé de gestion du moteur, la consommation d'huile augmente avec l'usure du moteur.

SPECIFIC ENGINE FLIGHT CHART		ENGINE MODELS P & W R-985-AN-1 (SINGLE SPEED BLOWER) P & W R-985-AN-3 (SINGLE SPEED BLOWER)	
		MAX. PERMISSIBLE DIVING R. P. M. 2860	
		CONDITION	ALLOWABLE OIL CONSUMPTION
		"MAX. CONTINUOUS"	8.8 IMP. PT./HR. 5.3 U.S.QT./HR.
		"ECONOMICAL MAX."	4.0 IMP. PT./HR. 2.4 U.S.QT./HR.
		"MIN. SPECIFIC"	IMP. PT./HR. U.S.QT./HR.
		OIL GRADE:(S)	1120 (W) 1100
		FUEL OCTANE 91 - (SPEC. AN-VV-F-776)	
LOW MIXTURE	FUEL FLOW	MAXIMUM	MAXIMUM

Pour chaque 2 % d'usure du moteur, il y a une augmentation de 1 % de la consommation d'huile.

## Quantité d'huile persistante

Pour augmenter le facteur immersion, outre le fait que la consommation d'huile a été modélisée par des scripts supplémentaires, il est également possible de conserver la quantité de carburant et d'huile restantes à la fin d'un vol pour le vol suivant. Cette fonction mise à disposition par Asobo/Microsoft est désignée sous le terme « Persistance des données ». Cela signifie qu'au début du vol, les réservoirs d'huile de l'avion auront la même quantité d'huile qu'à la fin du vol précédent.

Mais cela ne peut être utilisé que si vous commencez votre vol à partir du parking et avec le moteur éteint. Si vous commencez votre vol sur une piste ou directement en vol, les réservoirs d'huile auront la quantité d'huile maximale correcte : 7,5 gallons. C'est pour les personnes qui veulent juste un vol rapide et ne veulent pas passer du temps à gérer des systèmes de moteur complexes.

A la fin du vol, si vous souhaitez que la quantité d'huile soit sauvegardée pour votre prochain vol vous devrez :

- Arrêter l'avion et garer votre avion,
- Arrêter proprement le moteur
- Éteindre la batterie,
- Revenir au menu principal via l'interface graphique de MSFS (sans cliquer sur l'icône X « fermer la fenêtre » des fenêtres MSFS).

Ce n'est que dans ces conditions que l'huile et le carburant seront sauvegardées.

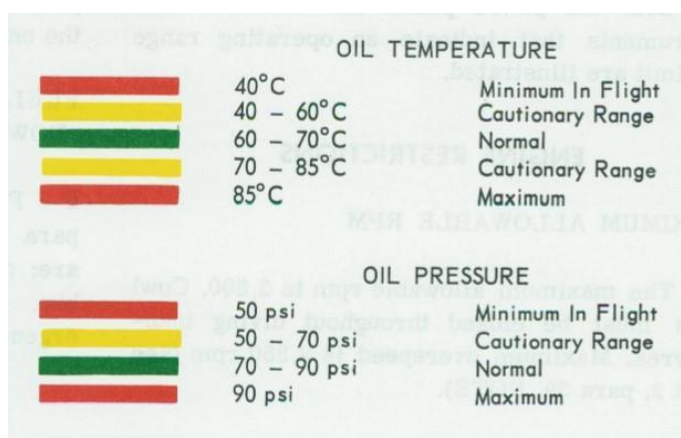
**Si ces conditions ne sont pas remplies, la quantité d'huile sauvegardée reviendra à celle qui était le volume au début du vol**

## Température de l'huile

Les moteurs à pistons radiaux sont très sensibles à la température de l'huile.

**Ne faites jamais fonctionner les moteurs avec un régime supérieur à 1100 tr/mn lorsque la température de l'huile est inférieure à 40 °C (ligne rouge sur la jauge d'huile).**

La viscosité de l'huile dépend de la température et en dessous de 40°C, l'huile n'a pas la viscosité correcte pour une bonne lubrification du moteur.



Source : Manuel Pratt & Whitney R-985



L'augmentation du régime au-dessus de 1100 tr/mn avec des températures d'huile inférieures à 40 °C augmentera l'usure du moteur et entraînera une augmentation rapide de la température des cylindres en raison d'une faible lubrification et l'aiguille du manifold oscillera énormément en raison d'une faible lubrification du moteur. : la puissance du moteur est compromise et une panne totale du moteur est possible

#### **Conseils :**

Si les « infobulles » sont validées dans l'interface générale de MSFS, lorsque l'utilisateur laisse la souris au-dessus des 3 jauges liées à la température de l'huile et des culasses, une « infobulle » apparaît qui indiquera les valeurs numériques de ces jauges (une « infobulle » pour chaque jauge).

#### **Instrumentation/commandes du système d'huile**

Deux commandes sont utilisées pour gérer le débit et la température de l'huile du système d'huile :

##### **Le commutateur « OIL BYPASS »**

Utilisez le commutateur « Oil Bypass » pour réchauffer la température de l'huile pendant le démarrage par temps froid. Utilisez-le avec prudence et surveillez de plus près les températures de l'huile.

Il est conseillé de couper ce commutateur lorsque la température de l'huile a atteint les valeurs requises. Les CHT (températures de tête des cylindres) doivent également être surveillées pour éviter la surchauffe. La température de l'huile ne sera jamais supérieure aux températures des CHT.

La vitesse à laquelle la température de l'huile augmente est proportionnelle à la différence de température entre la température des CHT et la température de l'huile. Cela signifie que le réchauffage de l'huile ralentit à mesure que la température de l'huile se rapproche de celles des CHT.

##### **Le commutateur « OIL SHUTOFF »**

Utilisé lors des mises à niveaux en huile ou lorsque l'avion est stationné, réduisant ainsi l'accumulation d'huile dans les cylindres inférieurs.



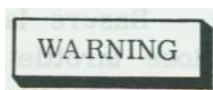
### **Perte d'huile**

Les pertes d'huile sont modélisées dans ce système, et elles sont le résultat d'un calcul de probabilité. La probabilité qu'une fuite d'huile se produise dépend de la combinaison de deux facteurs du moteur :

#### **Gestion du moteur durant le vol**

- Surcharge du moteur via une pression d'admission supérieure à 36,5 po/Hg
- Pression d'huile supérieure à 90 PSI
- Fonctionnement du moteur au-dessus de la puissance maximale continue, ce qui entraîne une augmentation de la température de l'huile et des CHT, et donc des fuites dues à des pressions élevées.
- Démarrage d'un moteur avec des températures extérieures inférieures au point de congélation (0 °C ou 32 °F). Le radiateur d'huile a des tuyaux de petit diamètre qui sont très sujets à l'obstruction en raison des particules de glace dans l'huile. Pour cette raison, si la température extérieure est inférieure au point de congélation, vous devez toujours mettre le commutateur « Oil Bypass » sur ON avant le démarrage du moteur et le maintenir jusqu'à ce que la température de l'huile dépasse 40°.

### **Usure du moteur**



#### **Gestion des pertes/fuites d'huile**

Lorsqu'une perte d'huile se produit, elle se poursuit jusqu'à ce que le réservoir d'huile soit complètement vide.

La quantité d'huile qui fuit est proportionnelle à la pression d'huile, de sorte que la réduction de la puissance du moteur permet de ralentir les fuites d'huile.

Lors d'une fuite d'huile, jusqu'à ce que la quantité d'huile dans le réservoir soit inférieure à 4,7 gallons, les moteurs continueront de fonctionner sans aucune dégradation de performances ni de changement de pression d'huile. Pour cette raison, si vous remarquez une diminution de la pression d'huile ou une augmentation de la température des CHT, cela signifie que l'huile est déjà en dessous du minimum : des actions rapides sont nécessaires.

#### **Atterrissez dès que possible.**

Si vous êtes en descente et que vous vous trouvez à moins de 10 à 20 minutes d'une piste valide, réduisez le réglage de la puissance du moteur afin de diminuer la pression d'huile dans le moteur et atterrissez dès que possible.

Si vous êtes loin d'une piste possible, coupez le moteur et cherchez un endroit approprié pour atterrir hors-piste.

## Système électrique

L'énergie électrique est fournie par un générateur de 28 volts 100 ampères entraîné par un moteur et complétée par une batterie de 24 volts.

### Alternateur / Générateur

L'alternateur a un interrupteur principal dans le cockpit. Il est situé sur le côté droit du cockpit arrière. Avec un moteur tournant au-dessus de 1200 tr/min, si l'aiguille de l'ampèremètre est en position zéro, cela signifie que le générateur est tombé en panne. Vous devrez effectuer une maintenance sur cet élément.

### Batterie

La tension de la batterie a une valeur persistante, ce qui signifie que sa tension est conservée à la fin du vol et est rétablie pour le vol suivant (si toutes les conditions nécessaires sont OK, bien sûr).

Avec des températures inférieures au point de congélation, il est normal d'observer ces comportements sur une batterie :

- La tension ne dépasse pas 24 volts
- Elle s'épuise plus rapidement avec le froid.
- Elle prend plus de temps à se recharger.

### Ampèremètre

Cet avion a un ampèremètre sur le côté gauche du panneau avant.

## Réglages du moteur (régime et manomètres d'admission)

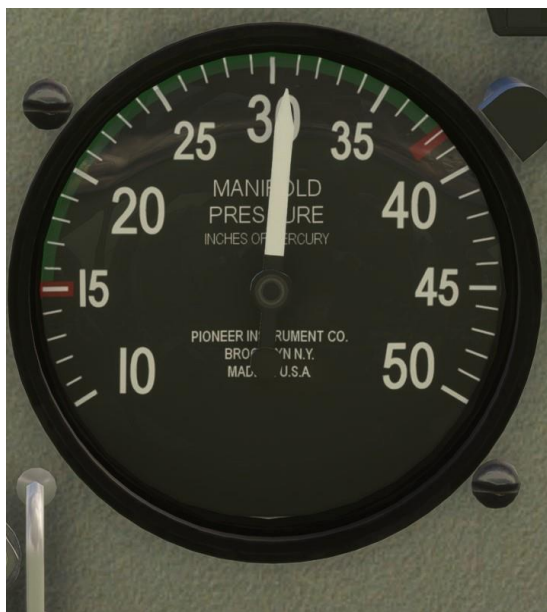
Même si vous utilisez les paramètres du moteur en dessous de la ligne rouge, il y a un temps limité pendant lequel vous pouvez utiliser des paramètres de puissance élevée. Ces deux paramètres sont modélisés dans ce mode avancé et les utiliser plus que nécessaire entraînerait une usure du moteur et des températures CHT élevées.

Puissance au décollage, **ligne rouge** (environ 1 minute).

Puissance de montée, **bande jaune** (environ 30 min). Les restrictions d'altitude sont également modélisées

<u>Take-OFF Power</u>	
Sea level	450 HP - 36.5 in Hg. at 2300 RPM - Limit one minute
<u>METO Power</u>	
Sea level	400 HP - 34.5 in Hg. at 2200 RPM
5000 ft.	400 HP - 33.5 in Hg. at 2200 RPM





### **Over-boost**

Bien que le moteur R-985 ait une pression d'admission de 36,5 inHg (ligne rouge dans la jauge MP), il peut fournir plus à basse altitude. Dans des conditions idéales, il peut fonctionner à plus de 41 in Hg pendant de très courtes périodes.

N'utilisez jamais plus de 36,5 inHg, c'est-à-dire à basse altitude en utilisant la pleine puissance.

Ce faisant, vous augmentez l'usure du moteur et la température des cylindres, l'utilisation d'une pression d'admission très élevés peut endommager ou même casser votre moteur en quelques secondes seulement.

## Mélange

Le carburant doit être mélangé à de l'air pour s'enflammer. Le rapport entre les deux ne doit pas être trop élevé surtout en carburant, sinon il ne s'enflammera pas et le carburant non brûlé inondera le moteur ; il ne devrait pas être trop pauvre ou contenir trop d'air car si il n'y a pas assez de carburant pour maintenir la combustion : le moteur s'arrêtera.

Pour ajuster le rapport air-carburant, il y a un levier de mélange sur le boîtier de commande à gauche du cockpit. La position avancée est la position RICH (riche), et la position LEAN (pauvre) est la position arrière. Régler le levier à fond vers l'arrière coupera l'alimentation en carburant du moteur, arrêtant ainsi la combustion.

Le mélange peut affecter trois paramètres principaux du moteur : la puissance de sortie, la consommation de carburant et les températures, à la fois EGT et CHT.

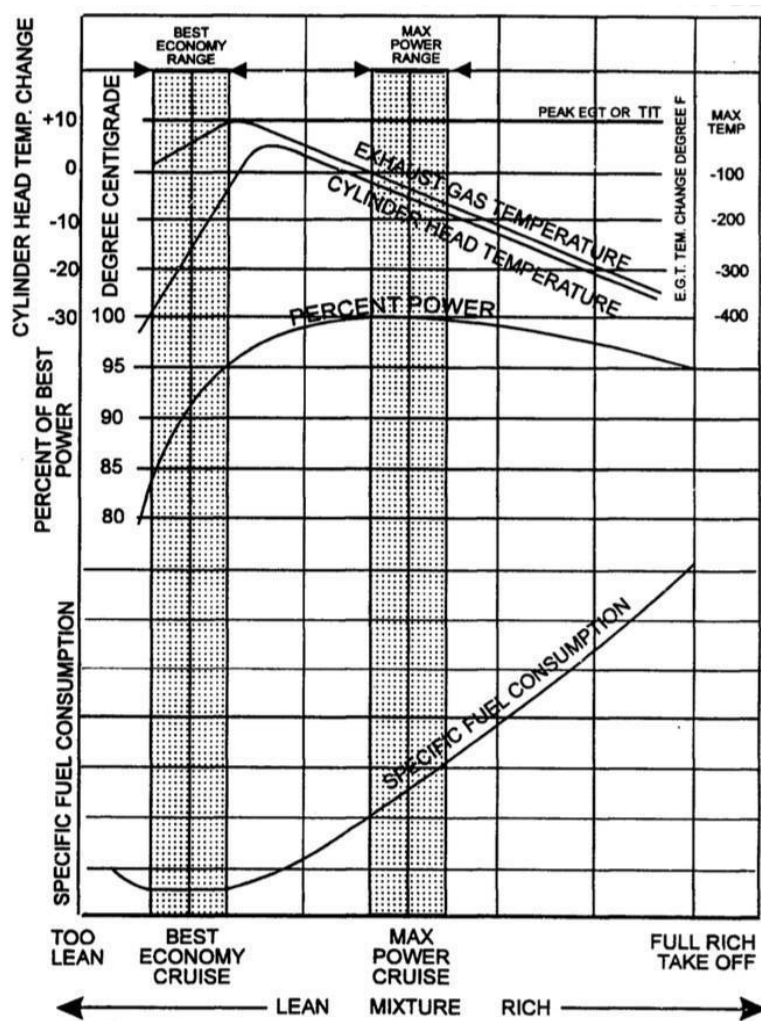
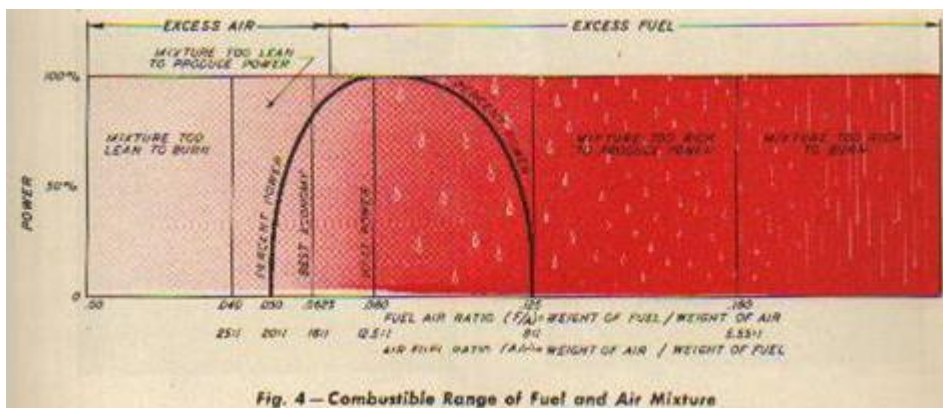


Figure 3-1. Representative Effect of Fuel/Air Ratio

Graphique générique montrant la relation entre le mélange, la consommation de carburant, la puissance et les températures sur les moteurs à pistons

## Puissance

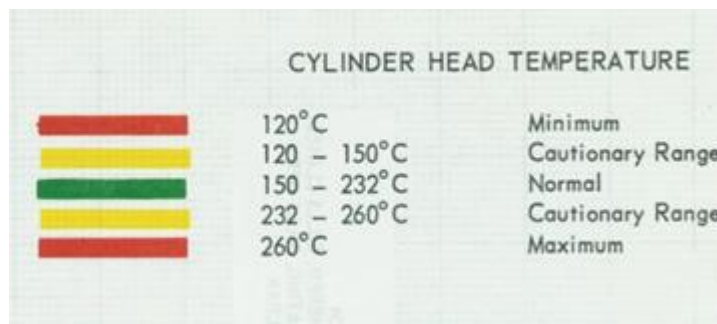
Les relations puissance-mélange sont documentées pour les moteurs radiaux Pratt & Whitney.



Source de l'image : « Le moteur d'avion et son fonctionnement », 1955 par Pratt & Whitney.

## Températures

**Température des têtes de cylindres ou CHT :** Le mélange est l'un des outils permettant de contrôler la température de la culasse des cylindres. Avec un mélange plein RICHE, l'excès de carburant dans les cylindres agira comme un liquide de refroidissement et, donc la température des cylindres sera plus basse. Il est conseillé d'utiliser plein RICHE lors de la montée initiale pour garder la température des CHT sous contrôle.



Source de l'image : Manuel Pratt & Whitney R-985

Un réglage pauvre, bien qu'avec moins de carburant, donnera également une température basse pour la combustion à l'intérieur de la chambre de combustion et, pour cette raison, diminuera également la température des CHT. Toutes les plages entre « FULL » (plein riche), « RICH » (riche) et « LEAN » (pauvre) suivront la courbe de la page précédente.

Source de l'image : « Le moteur d'avion et son fonctionnement », 1955 par Pratt & Whitney.

## Détonation

Dans des conditions normales, l'inflammation du carburant doit se produire de manière douce et progressive en partant des bougies d'allumage et en progressant dans la chambre de combustion jusqu'à s'éteindre en atteignant les parois du cylindre et la tête du piston de sorte que le mélange air-carburant aura été complètement brûlé.

La combustion s'effectue durant un temps d'environ 6 millisecondes ou 90° de rotation du vilebrequin.

Si le processus de combustion se déroule trop rapidement et que le pic de pression se produit trop tôt, il peut en résulter une pression excessive, une température excessive et des impulsions de pression instables connues sous le nom de phénomène de « détonation ».

### Causes de la détonation

Il y a plusieurs raisons pour lesquelles la détonation se produit. Bien que ces raisons soient séparées, leurs contributions peuvent se produire au même instant et augmenter le niveau de détonation. La détonation légère n'est pas très dangereuse. Elle peut se produire pendant une période de temps continue. Bien qu'il ne casse pas votre moteur, elle augmente son usure et réduit l'efficacité du moteur au niveau de la puissance produite.

Ce phénomène est parfaitement décrit dans le fichier PDF que vous pouvez trouver dans le dossier « Documentation » fourni avec ce complément.

Températures des CHT élevées. Les températures élevées à l'intérieur de la chambre des cylindres peuvent perturber l'allumage du carburant et entraîner aussi une détonation. Habituellement, seules des températures élevées peuvent contribuer à la détonation soit au-dessus de 260 °C ou 500 °F.

Rapport pression d'admission/RPM. Les pressions d'admission élevées nécessitent des vitesses de cylindres très élevées pour faire face à ces niveaux de pression. S'il y a une haute pression à l'intérieur des cylindres et que ceux-ci ne se déplacent pas assez vite, cela pourrait conduire à une détonation. Pour cette raison, lors du changement de puissance, le régime doit toujours rester au-dessus des MP. Lorsque vous réduisez la puissance, réduisez d'abord l'accélérateur puis le pas de l'hélice et lors de l'augmentation de la puissance, augmentez d'abord le régime avec le pas de l'hélice, puis augmentez l'accélérateur.

Appauvrissement excessif. Le carburant doit être mélangé à de l'air pour s'enflammer. Le rapport entre les deux ne doit pas :

- être trop élevé (excès de carburant), sinon il ne s'enflammera pas et inondera par conséquent le moteur de carburant non brûlé
- ne devrait pas être trop pauvre c'est à dire avec trop d'air car si il n'y a pas assez de carburant pour maintenir la combustion : le moteur s'arrêtera.

Mais avant que ce rapport de carburant extrêmement bas ne soit atteint, il y a un point où la combustion se produit toujours, mais pas comme elle le devrait, mais sous forme de détonation. En réalité, c'est la principale cause de dommages causés par la détonation dans les moteurs.

Des températures élevées du carburateur, supérieures à 15 °C ou à la ligne rouge entraînent également une détonation. Par temps chaud, il est possible que la température du carburateur soit supérieure à ce seuil, quoi qu'il arrive. Dans cette situation, évitez autant que possible les réglages de puissance élevée afin d'aider à réduire la détonation. D'autres facteurs contribuent à la détonation :

- La pression d'admission,
- L'usure du moteur.

### **Comment détecter la détonation et les conséquences de la détonation.**

Il existe quatre façons directes de détecter la détonation.

- CHT élevées.
- faible EGT.
- perte de puissance
- moteur qui tourne mal.

Malheureusement, avec un phénomène de légère détonation, le moteur ne montre aucun signe de difficulté et les autres symptômes sont pratiquement imperceptibles. Seule l'expérience du pilote, la connaissance de l'avion et des procédures correctes peuvent aider à éviter la détonation.

La bonne nouvelle est que la détonation légère n'endommage guère le moteur et n'entraîne aucun problème grave. Par contre, elle augmentera l'usure au fil du temps et diminuera son efficacité.

Une détonation modérée aggrave les symptômes et un fonctionnement irrégulier du moteur peut également être observé, de sorte qu'il sera plus évident que le carburant explose, mais en même temps aggraver l'usure, l'efficacité et, après un certain temps, peut entraîner des problèmes plus graves comme des dommages au moteur. Dans cette situation, des actions rapides sont nécessaires afin d'arrêter la détonation.

- Augmenter le mélange
- Réduisez la température du carburateur si possible.
- Réduire le régime / la pression d'admission.
- Réduire la pression d'admission.

### Détonation sévère

Cela entraîne un pré-allumage et possiblement une panne du moteur en quelques secondes. Ne laissez jamais le moteur atteindre des niveaux de détonation sévère.

### **Encrassement des bougies d'allumage**

Si le pilote effectue son pré-chauffage à moins de 1000 tr/min, cela conduit à encrasser les bougies au bout de 3 minutes. Pour éviter cela, il est conseillé de faire tourner le moteur au ralenti à plus de 1400 tr/min. Si les bougies d'allumage sont encrassées, le moteur peut s'arrêter.

Pour nettoyer les bougies encrassées, le pilote peut :

- Faire fonctionner le moteur pendant plus de 8 s à plus de 1400 tr/min
- Se déplacer à l'avant du moteur (en vue interne) et faire un « Scroll Down » avec la souris sur les cylindres afin de nettoyer les bougies.

Les bougies d'allumage encrassées peuvent entraîner une perte de puissance du moteur pouvant aller jusqu'à 60 %, ce qui nuit aux performances au décollage.

### **Notes finales sur la détonation**

La détonation s'aggrave également avec le temps. Le niveau de détonation légère peut conduire à une situation plus grave au fil du temps, même si les conditions préalables restent les mêmes.

Comme tous les autres calculs, la détonation est dynamique et calculée progressivement. Il n'y a pas d'état marche/arrêt. Tout est une conséquence directe des paramètres du moteur et de l'environnement et, par conséquent, leur calcul est également progressif.

Sa relation avec l'usure du moteur est également proportionnelle aux niveaux de détonation.

### **Usure du moteur**

- Chaque fois que vous utilisez un avion en dehors de ses plages normales de fonctionnement du moteur, vous augmentez l'usure du moteur.
- L'usure des moteurs est inévitable, même si vous faites tout correctement, il y a toujours une usure minime comme dans la vraie vie. Cette valeur continue augmente l'usure du moteur de 10% toutes les 100 heures de travail des moteurs.
- Plage d'usure du moteur de 100 % (moteur neuf) à 0 %
- À partir de 95 % et moins, il y a une perte de performance du moteur proportionnelle à la valeur d'usure.
- L'usure du moteur est persistante entre les vols, mais il faut l'enregistrer (encore expliquée).
- L'usure du moteur est irréversible : il n'y a rien d'autre que de réinitialiser qui puisse faire diminuer l'usure du moteur.

### **Dommmages au moteur**

- Les dommages au moteur ne sont pas persistants entre les vols.
- Vous ne pouvez pas observer les dommages au moteur d'une autre manière que la normale en utilisant les jauges et le comportement de l'avion (le moteur interne de MSFS ne le permet pas).
- Vous pouvez réinitialiser les dommages au moteur de la même manière que l'usure du moteur.
- Chaque système a ses propres dommages associés, comme le CHT, la pression du collecteur, etc. Vous pouvez endommager ou détruire un moteur avec presque aucune usure.
- Chaque fois que vous utilisez un moteur, vous l'usez également.
- Il existe 4 types de dommages au moteur simulés :
  1. Événements catastrophiques du moteur => arrêt irréparable du moteur
  2. Dommages partiels au moteur => perte de performance (irréversible)
  3. Diminution de la capacité de résistance à la plage de fonctionnement de surcharge.
  4. Fuites d'huile.



## Températures de l'huile et des cylindres

Les plages de températures dans lesquelles vous devez utiliser votre moteur sont définies dans ce tableau (manuel Pratt & Whitney R-985) :

<u>Oil temperature</u>		
Minimum allowable	40 °C	104 °F
Maximum allowable	93 °C	200 °F
<u>Cylinders temperatures</u>		
Minimum for Take-OFF	106 °C	225 °C
Maximum allowable	260 °C	500 °F
<u>Carburetor Mixture Thermometer</u>		
Icing Danger Region	-10° - 3°C	14° - 37 °F

### Températures de l'huile

En dessous de 38°C ~ 40°C, l'huile ne peut pas agir parfaitement et l'utilisation d'un moteur dans cette plage de valeurs équivaut à un moteur mal lubrifié donc des dommages.

Au-delà de 93 °C l'usure du moteur est accélérée : des températures très élevées, peuvent entraîner des événements catastrophiques pour le moteur.

### Températures des CHT :

L'utilisation d'un moteur avec des températures CHT (culasse) supérieures à 260 °C ou 500 °F peut entraîner une usure prématurée du moteur ou même des dommages au moteur.

**N'oubliez pas qu'à des températures très élevées, proches ou supérieures à la ligne rouge, des dommages ou des problèmes de moteur peuvent survenir en quelques secondes.**

Pour contrôler une température de culasse (CHT) élevée, un pilote peut effectuer l'une ou l'ensemble des opérations suivantes :

- Réduire la puissance (meilleure solution),
- Ajuster le mélange,
- Activez la pompe de suralimentation.

### Notes :

L'utilisation de la pompe de suralimentation provoque un enrichissement du mélange et permet ainsi de refroidir le moteur ; Cependant, il augmente également la consommation de carburant.



### Température du carburateur

Ces paramètres sont déterminés par les algorithmes d'Asobo/Microsoft. **Pour éviter le givrage du carburateur, activez le réchauffage du carburateur lorsque le régime est inférieur à 1500 tr/mn.**

## Checklists

### Avant le démarrage du moteur

Tous les réglages de la charge utile, du carburant, de l'huile et du fret doivent être effectués avec le menu de la « Toolbar » en étant en vue intérieure. Effectuer une inspection pré-vol.

- Vérifiez la quantité de carburant et faites le plein au besoin,
- Vérifiez la quantité d'huile et remplissez-la au besoin (arrêt de l'huile puis passage à la masse et au centrage),
- Vérifiez et ajustez le centre de gravité,
- Vérifiez que tous les interrupteurs sont éteints,
- Frein de stationnement serré,
- Verrouillage de la roulette de queue,
- Batterie allumée pour vérifier la tension de la batterie,
- Brassez l'hélice en fonction de la température ambiante.

### Démarrage du moteur

**Un amorçage du carburant est nécessaire avant le démarrage du moteur.**

- Leviers d'hélice et de mélange à fond vers l'avant (avec des aérodromes au-dessus de 5000 pieds, un mélange pauvre peut être exigé),
- Levier d'accélérateur à 20% vers l'avant,
- Sélecteur de réservoir ON,
- « Oil Bypass » - selon les besoins (mettre sur ON par temps froid et surveiller la température de l'huile après, éteindre lorsque la température de l'huile dépasse 40 ° C),
- Pompe de suralimentation de carburant activée,
- Magnétos ON,
- Amorcer en carburant selon les besoins : 0 ou 2 impulsions sur le bouton PRIMER en fonction de la température ambiante,
- Sélecteur de démarreur ON,
- Utilisez le levier d'accélérateur pour maintenir le régime entre 800 et 1000 tr/min,
- Allumez les feux de navigation.

### Pré-Chauffage du moteur

- Mélange pauvre jusqu'au régime maximal (conserver ce réglage pour les opérations au sol jusqu'à l'entrée sur la piste,
- Surveiller le régime moteur et l'ajuster, à l'aide de l'accélérateur, pour rester en dessous de 1000 jusqu'à ce que la température de l'huile soit égale à 38 ~ 40 ° C,
- Utilisez le commutateur « Oil Bypass » pour accélérer l'augmentation de la température de l'huile,
- Allumez le générateur du moteur, mais ils ne chargent pas la batterie en dessous de 1200 tr/min.
- **N'allumez aucun système électrique autre que celui requis (comme les lumières NAV) jusqu'à ce que notre générateur soit en ligne (cela épuiserait la charge de la batterie),**
- Ajuster le TRIM (compensateur de profondeur) en fonction du centre de gravité (3,1° conseillé),

## Taxi

- Augmentez le régime moteur à environ 1300 et vérifiez que le générateur est en ligne (l'ampèremètre s'anime).
- Ajustez le mélange au régime max.
- Mettre sur ON le commutateur d'instruments : AVIONICS.
- Mettre sur ON le transpondeur.
- Réglez toutes les fréquences, le GPS et tout instrument de navigation selon vos besoins.
- Mettre sur ON les feux de navigation
- Demander l'autorisation de taxi
- Freins de stationnement désactivés
- Déverrouillez la roulette de queue (en raison de la limitation MSFS 2020 sur la roue de stockage libre, vous pouvez utiliser le verrou de la roue de queue pendant le roulage pour garder l'avion centré).

**Astuce : Utilisation du verrou de queue. Le verrou de queue est enclenché pour le décollage et l'atterrissage. Déverrouillez au besoin pour circuler sur la piste d'atterrissage vers et depuis le parking.**

## Vérification pré-vol avant le décollage

- Moteur au ralenti. Vérifiez le régime moteur qui doit être de 800/1000 tr/min.
- Accélérer le moteur jusqu'au régime de préchauffage.
- Vérifiez les magnétos en les éteignant une par une. Il ne faut pas observer une chute de plus de 100 tr/min.
- Accélérer le moteur à 1950 tr/min, la jauge de pression d'admission doit indiquer la pression barométrique de votre aérodrome plus ou moins 1 pouce Hg.
- Vérifiez la température et la pression de l'huile au besoin
- Vérifiez la température des CHT
- Vérifiez le TRIM (compensateur de profondeur).
- Vérifiez le commutateur « Oil Bypass » - FERMÉ.
- Vérifiez que la pompe de suralimentation en carburant est activée.

## Décollage

- Vérifiez commutateur « Oil Bypass » - FERMÉ.
- Feux de navigation allumés.
- Roulette de queue bloquée
- TRIM (compensateur de profondeur) réglé
- Réchauffage du tube de Pitot sur ON
- Mélange riche (en dessous de 5000 pieds). Ajustez les pistes à des altitudes supérieures à 5000 pieds.
- Pas de l'hélice - FULL FOWARD.
- Avec vent de travers, ajustez le compensateur de gouvernail au besoin.
- Augmentez lentement l'accélérateur et ne dépassez pas la pression d'admission de 36,6.
- Jusqu'à ce que la queue soit relevée, utilisez la puissance différentielle ou les freins différentiels sur les orteils pour diriger.
- La roulette de queue doit se lever à environ 40 nœuds. Soyez prêt à réagir avec le gouvernail pour rester sur l'axe.
- Utilisez l'accélérateur pour effectuer votre rotation à environ 70 kn.
- Serrez les freins de roue pour arrêter la rotation de la roue.

## Montée

- Gardez Max. puissance jusqu'à ce que tous les obstacles soient éliminés.
- Éteindre la pompe de suralimentation en carburant au-dessus de 2000 pieds.
- Ajustez le compensateur de profondeur pour monter.
- Réduire à max. puissance continue ou puissance de montée.
- Gardez le mélange plein RICHE pour aider à une CHT élevée. Une fois que le CHT est contrôlé, vous pouvez commencer la procédure d'inclinaison si nécessaire.
- Continuez à ajuster pendant la montée.

## Croisière

- Pompe de suralimentation en carburant désactivée,
- Ajuster le mélange à la vitesse de croisière.
- Vérifiez la température de l'huile et du carburant et n'oubliez pas la pression.

## Descente

- Pompe de suralimentation de carburant activée,
- Ajuster le mélange à la descente. Étant donné que l'altitude diminue, il est préférable d'ajuster pour des **réglages plus riches afin d'éviter la détonation. En dessous de 5000 pieds, le réglage plein RICHE peut être utilisé.**
- Réglez la puissance sur la descente (veillez à éviter la survitesse).
- Lumières intérieures inutiles ÉTEINTES.

## Finale

- Vérifiez que le verrou de la roulette de queue est engagé
- Mélange **plein RICHE**.
- Pas de l'hélice - Haut régime, de 2000 à 2300 tr/min.
- Compensateur de profondeur pour une entrée de pas neutre au besoin.
- Réglez l'accélérateur pour 70 kt lors de la dernière étape de la « finale ».

## Atterrissage

- Pas d'hélice plein avant.
- Accélérateur - Ralenti au-dessus de la piste.
- Atterrissage/Touché des roues à 60 kt.

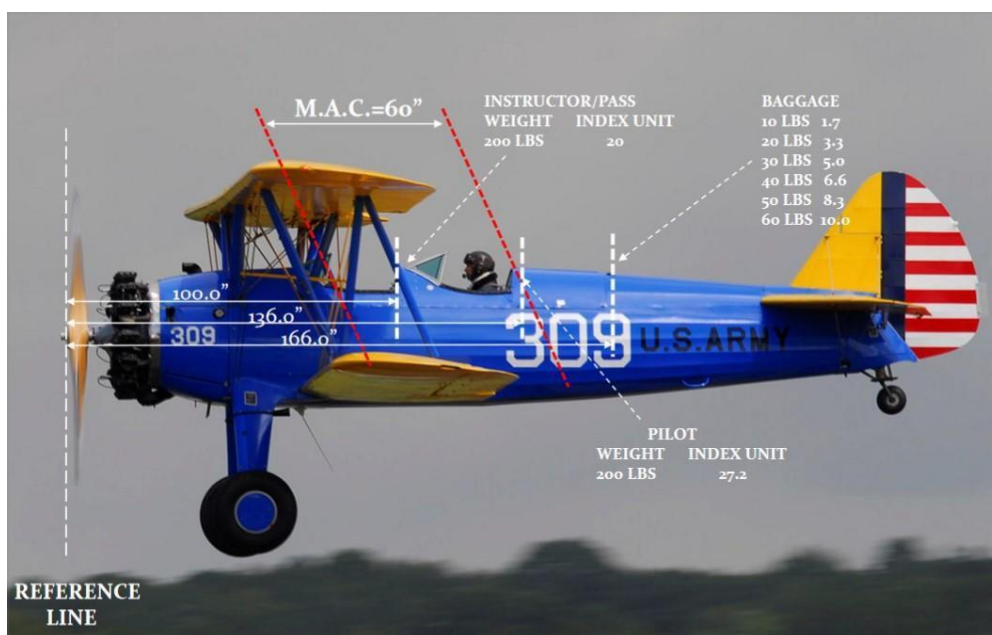
## Taxi

- Pompe de suralimentation de carburant désactivée,
- Roulette de queue déverrouillée.
- Mélange pauvre à max. RPM.
- Tube de chauffage Pitot OFF
- Feux de navigation allumés.

## Arrêt

- Serrages de frein de stationnement.
- Panneau lumineux OFF Instruments master OFF
- Radio COM2 et transpondeur OFF. Pompe à carburant OFF
- Moteur maintenu à plus de 1200 tr/min pendant 30 secondes à 1 minute.
- Vérifiez que les alternateurs sont hors ligne.
- Coupez le moteur avec le mélange. Magnétos désactivées
- Leviers d'accélérateur et de pas de l'hélice en arrière.
- Sélecteur de réservoir OFF
- Tous les voyants sont éteints
- Batterie éteinte (cela déclenchera la sauvegarde des « variables persistantes » pour le prochain vol, n'oubliez pas de quitter MSFS via l'interface graphique).

## Références



Super Stearman Model IB75N Consommation de carburant P&W R-985 AN1/3  
Pratt & Whitney-R985-Series-Aircraft-Engines-Operating-Instructions-March-1-1943.pdf

SECTION III SPECIFIC OPERATING INSTRUCTIONS											
ENGINE: R-985-25, -27, -AN1 and -AN-3						DATE:					
CONDITION		FUEL PRESSURE LB./IN. <sup>2</sup>	OIL PRESSURE LB./IN. <sup>2</sup>	OIL TEMP °C	COOLANT TEMP °C	MAX PERMISSIBLE ENGINE OVER SPEED: 2760 RPM					
DESIRED		3-4	75-90	50-70		MAX ALLOWABLE OIL CONSUMPTION AT:					
MAXIMUM			100	95		NORMAL RATED POWER _____ QT /HR					
MINIMUM			60			MAXIMUM CRUISING 4.6 QT /HR					
IDLING			15			MINIMUM SPECIFIC FUEL FLOW _____ QT /HR					
						FUEL GRADE 87 OCTANE					
⊕ OPERATING CONDITION	HORSE POWER	RPM	MANIF. PRESS. (IN. HG)	PRESSURE ALTITUDE (IN. FEET)	BLOWER CONTROL POSITION	USE LOW BLOWER BELOW	MIXTURE CONTROL POSITION	MIN. F/A RATIO	FUEL FLOW GAL/HR	MAX CYL HD TEMP °C	REMARKS
TAKE-OFF	450	2300	38.5				"Full Rich"	.092	50	260	5 Minute Limit
MILITARY RATED POWER											
⊙ NORMAL RATED POWER (100%)	450	2300	37.5	1000			"Full Rich"	.092	50	260	
MAX CRUISING (75%)	350	2000	33.0	3500			"Full Rich" to "Smooth" Operation	.084	31	235	
DESIRED CRUISE (67%)	330	2000	31.0	5000			"Best Power"	.075	27	235	
DESIRED CRUISE (60%)	310	1940	29.5	6000			"Best Power"	.073	23	235	
NOTE: The data on this chart are the result of dynamometer tests and are adaptable for flight purposes in the absence of the Pilot's Handbook of Operating Instructions.											
⊕ REFER TO T.O. NO. 00-10 FOR DEFINITION OF EACH OPERATING CONDITION    ⊙ MAXIMUM PERMISSIBLE CONTINUOUS HORSE POWER    REVISED 12-1-41											