

COLD & DARK

La mise en route des moteurs Les principes

I. Généralités

Ce document concerne spécifiquement les liners (à 2 ou 4 turboréacteurs)

Pour mettre les moteurs en route, nous aurons besoin

- d'une source d'électricité,
- d'une source d'air comprimé
- d'un starter
- d'un injecteur de carburant

N.B. : abréviations couramment employées dans ce document :

- **2D** : cockpit standard (touche F10)
- **VC** : Virtual Cockpit (vue +- 3D, touche F9)
- **TDB** : tableau de bord
- **PA** : pilote automatique
- **FLT CTRL** : Flight Controlers

II. La source d'électricité

La première source disponible est la **batterie** (éventuellement les batteries). Nous verrons, dans les vidéos, où et comment l'allumer.

Il faut cependant savoir que la batterie ne doit pas être utilisée trop longtemps car la puissance nécessaire demande une recharge longue.

Dans certains cas, on peut bénéficier d'une **source externe** (groupe électrogène branché sur l'appareil). On parle alors de **GPU (Ground Power Unit)**, mais dans le simulateur, ces cas sont plutôt rares (sauf avec des paywares...). Si ce GPU est présent (et branché), on n'a pas besoin de la batterie.

III. L'alimentation électrique

A) La batterie

Nous venons d'évoquer son cas, elle fournit UNIQUEMENT de l'électricité. Mais ce n'est pas suffisant pour faire démarrer un turbo réacteur.

Il faut cependant savoir que la batterie ne doit pas être utilisée trop longtemps car la puissance nécessaire demande une recharge longue, le plus souvent à terre, donc incompatible avec des rotations trop fréquentes ou des circuits avec peu de temps pour les escales...

B) L'APU

Auxiliary Power Unit : Il s'agit d'un petit réacteur situé dans la queue de l'appareil. Il est alimenté par du carburant pompé automatiquement dans un des réservoirs de l'appareil.

Son fonctionnement fournira non seulement du courant électrique mais de l'air comprimé (Cf élément suivant)

Il faudra

- lancer son starter
- activer le générateur de l'APU (sur le plan électrique)
- sélectionner APU dans le volet des circuits de pressurisation et de ventilation (BLEED).

ATTENTION :

Dans certains cas, l'usage de l'APU est limité, voire interdit :

- pour des questions de **pollution**, le réacteur ne doit pas être allumé pendant plus de XX minutes (Voir les consignes spécifiques de l'aéroport)
- pour une question **d'espace restreint** à l'arrière de l'appareil (phénomène de JetHeat : chaleur du souffle du réacteur) soit par un bâtiment, soit par un autre appareil...
- Selon la taille de votre appareil, cet espace peut atteindre une cinquantaine de mètres voire plus).

IV. L'air comprimé

Un appareil a besoin d'air comprimé pour plusieurs raisons

- assurer la **ventilation** et la **pressurisation** de la cabine
- **lancer la rotation** des turbines moteurs.

Dans le jargon aéronautique, on parle de BLEEDING.

L'air comprimé fourni par l'APU va servir au démarrage du **premier** turbo réacteur.

Le lancement de la turbine nécessite toute la puissance de l'APU. Il faudra donc couper auparavant la ventilation (et la clim) de la cabine, le temps de lancer le premier moteur.

Ceci se fait automatiquement et est visible (de façon fugace) sur les volets de ventilation/pressurisation de l'overhead.

V. Le starter

Ce dispositif lance la **rotation** de la turbine grâce à l'injection de l'air comprimé

Il envoie en même temps un **train d'étincelles** dans la chambre de combustion.

Vous pourrez suivre le lancement en surveillant le **pourcentage de N2**. Lorsque celui-ci atteindra **20%**, vous pourrez injecter le carburant dans le turbo réacteur.

Ce starter est mis en ou hors service :

- par un commutateur rotatif situé à la base des manettes sur le pedestal
- ou par un sélecteur situé généralement au bas de l'overhead.
- Sur certains de nos freewares, ce commutateur n'est actif que sur le 2D ou sur le VC, plus rarement sur les deux.

VI. Circuits divers

A) Circuits Hydrauliques

Ils comportent une pompe électrique qui sert en quelque sorte d'amorce. Elle concerne le circuit "Blue"

Ils comportent également une pompe par moteur (green et yellow), il faut les mettre en service avant le démarrage mais elle ne seront effectives qu'une fois chaque moteur lancé (à suivre sur le Glass Panel).

B) Carburant

Pour alimenter les moteurs en carburant, l'appareil est équipé de pompes électriques qu'il faudra activer dès que le courant sera disponible.

Leurs interrupteurs se situent le plus souvent sur l'overhead du VC, le volet "fuel" est fréquemment omis dans les vues 2D.

Certains freewares gèrent automatiquement l'allumage et l'extinction des pompes. Leurs commutateurs seront donc inopérants.

C) ADIRS, FLT CTRL...

1) L'ADIRS

Air Data Inertial Reference System

C'est un ensemble de calculateurs qui vont utiliser les données des éléments inertiels de l'avion pour déterminer (entre autres) la position exacte (longitude et latitude), le cap et la vitesse de l'appareil (TRK/GS) la direction et la vitesse du vent.

2) Les FLT CTRL

Flight Controlers

Spécifiques aux Airbus (à partir des A300 / A310).

Ce sont des ordinateurs qui vont s'intercaler entre le joystick (qui a remplacé le "manche à balai" des appareils récents). C'est le principe du **Fly-By-Wire**

Selon les types d'appareil (A320 ou A330 et suivants) ils ont plusieurs composants :

- des **ELAC** (Elevator Aileron Computer),
- des **SEC** (Spoilers Elevator Computer)
- des **FAC** (Flight Augmentation Computers)

ou alors

- des **PRIM** (Flight Control Primary Computer)
- des **SEC** (Flight Control Secondary Computer)

Leurs commutateurs sont situés de part et d'autre de l'overhead.

Si aucun n'est en service, les commandes (joystick, rudders etc.) sont **inopérantes**.

Il y a trois modes de fonctionnement (appelés LAW) selon les FLT CTRLS qui sont en service.

3) DIRECT LAW

Dans ce mode, les mouvements du joystick sont transmis directement aux commandes de vol, sans contrôle particulier.

4) ALTERNATE LAW

Ce mode n'est implémenté ni dans FSX ni dans P3D...

5) NORMAL LAW

Les mouvements du joystick sont contrôlés par les ordinateurs :

- *Ground mode*
 - par exemple : engagement des reverses à l'atterrissage
- *Flight mode*
 - **Load Factor Protection** : conserve une accélération à 1g
 - **Pitch Attitude Protection** : empêche l'appareil de dépasser 30° en "nose up" et 15° en "nose down"

- **High Angle of Attack Protection**
protection contre STALL et WINDSHEAR.
ATTENTION : en cas de déclenchement, le P.A. est déconnecté.
- **High Speed Protection**
Ce contrôle s'enclenche en cas de vitesse trop élevée.
Il y a deux vitesses à prendre en considération à haute altitude :
 - VMO (Velocity Maximum Operational : Vitesse maximum opérationnelle)* en dessous de 31000 pieds
 - MMO (Mach Maximum Operational)* : Vitesse exprimée en Mach, au dessus de 31000 pieds.
 En cas de déclenchement, le PA est automatiquement déconnecté. Il ne pourra être remis en fonction qu'une fois les conditions de vitesse revenues en dessous des VMO/MMO et donc retour en NORMAL LAW.
- **Bank Angle Protection** limite l'inclinaison de l'avion en fonction de l'intensité du virage demandé au joystick :
 - commande de virage relâchée à plus de 33° : l'inclinaison est automatiquement ramenée à 33°
 - si le joystick est maintenu, l'angle maximum sera de 67°
 - si, en même temps, d'autres déclencheurs sont actifs (vitesse, angle d'attaque), l'inclinaison maximum ne sera plus que de 45°.
- **Low Energy Protection** se déclenche en Normal Law quand l'avion est entre 100 et 2000pieds avec les volets à 2 ou plus. L'alert vocale "Speed Speed Speed" avertit le pilote que la puissance est trop basse et qu'il faut remettre de la puissance aux manettes pour retrouver une assiette de vol correcte.
- **Flare mode** (mode arrondi à l'atterrissage)
ATTENTION : il ne s'agit pas d'un autoland qui va exécuter lui-même l'arrondi.
Ce flare mode est engagé lorsque le radioaltimètre atteint 100 pieds au-dessus du sol. A 50 pieds, il abaisse légèrement le nez de l'appareil incitant le pilote à "tirer sur le manche" pour effectuer un arrondi conventionnel.

VII. Démarrage des moteurs

Après ces explications et, en résumé, voici la procédure à suivre une fois que l'appareil est alimenté en électricité et en air comprimé.

A) Mode ignition

Basculer le commutateur rotatif en position **IGN START** (ignition).

Selon le cas, cette action pourra être réalisée depuis le **2D** ou depuis le **VC**.

B) Starters

Voir les vidéos spécifiques : les starters peuvent être

- soit des **boutons** situés sur l'overhead, à droite
- soit des **boutons** situés en bas des manettes de gaz

C) Injection du carburant

- Typiquement, il s'agit des **leviers** situés en dessous des manettes des gaz
- Vous pouvez les manœuvrer lorsque le pourcentage de la turbine N2 atteint 20%
- surveillez la température des gaz d'échappement et les vibrations (en particulier). *Si dans les 50 secondes, un problème surgit, rabaissez immédiatement le levier pour arrêter la mise en route.* (Surveillez éventuellement les alarmes d'incendie sur le moteur mis en cause).
Lorsque le moteur 1 est en route et les températures stabilisées, passez le sélecteur de BLEED depuis la position APU sur celle ENG (engines).
Vous pouvez aussi couper la pompe fuel du moteur 1 (si vous avez accès à un commutateur fonctionnel).
Vous pourrez alors lancer le moteur n°2 (avec les mêmes précautions que pour le 1^{er})

D) Allumage du Beacon

Nos moteurs sont en marche, il est temps d'allumer le BEACON pour informer les voisins que nos moteurs rejettent de l'air chaud par leurs tuyères...
Vous pouvez aussi allumer le Strobe...

VIII. Fin de la procédure

A) Mode FLT

Remettez le sélecteur de starter en mode FLT ou GRD (Flight ou Ground selon les modèles)

B) Arrêt de l'APU

Coupez son starter (ou sa pompe de carburant) selon les TDB.
Coupez son générateur.
En principe, le sélecteur Bleed devrait déjà être sur ENG.

C) Arrêt des pompes carburant

Les moteurs une fois en route, aspirent eux-même leur carburant depuis les réservoirs.
Vous pouvez par conséquent éteindre les pompes (en plus, cela fera moins de bruit dans le cockpit)...
Pensez aussi à fermer éventuellement le CROSS FEED.
Certaines implémentations des TDB gèrent les pompes et les coupent dès que le moteur est en route. Les commutateurs seront alors inopérants...

IX. Bons vols

Vous vous souvenez que, généralement, la mise en route des moteurs se fait pendant le push-back.

Ce qui signifie que vous avez déjà (entre autres actions) mis à jour votre plan de vol, renseigné les altitudes et les vitesses dans le VNAV de votre FMC, vérifié les portes et demandé votre clearance IFR après avoir interrogé l'ATIS.,,

"OK pour la mise en route", engagez le push-back et préparez votre mise en route.

La suite... est une autre histoire.

Bons vols, à bientôt pour un autre tuto (manuel ou vidéo).

X. Remarques finales :

Ce texte décrit le principe général, il y a évidemment des exceptions selon les préconisations du constructeur, les règlements locaux spécifiques à l'aéroport...

Les variations concernent par exemple l'ordre d'allumage des moteurs (2-droit en premier puis 1-gauche), l'extinction de l'APU avant l'entrée sur la piste de décollage ou après celle-ci...

Il vous appartiendra de consulter les documents fournis avec les appareils que vous piloterez pour "coller" le plus possible à la réalité ainsi que les cartes OACI.