

ATM REDUCED

BOEING 737 NG

<https://boredaviator.com>

Ces notes détaillent les méthodes de réduction de poussée au décollage et en montée sur les Boeing 737, expliquant leurs principes, leurs avantages (prolongation de la durée de vie moteur, économies, fiabilité accrue) et leurs restrictions, ainsi que les modes de poussée en montée et les options d'augmentation de poussée.

Introduction : Pourquoi Réduire la Poussée ?

Réduire la poussée des moteurs au décollage n'est pas idéal en termes de performance brute, mais offre des avantages significatifs pour la maintenance et l'économie.

Avantages

- **Prolongation de la durée de vie des moteurs** : Permet de prolonger la durée de vie des moteurs de milliers de cycles.
- **Fiabilité accrue** : Améliore la fiabilité des opérations aériennes.
- **Économies pour l'opérateur** : Génère des économies importantes.
- **Réduction de l'EGT** : Abaisse l'EGT (Exhaust Gas Temperature) d'environ **3,5°C** par degré de température supposée (ATM).
- **Réduction du bruit** : Diminue le niveau sonore des moteurs.
- **Moteurs CFM56-7 (Boeing 737 NG) / CFM56-3 (Classics)** : Conçus pour une puissance nominale constante à **ISA+15°C (30°C)**. La poussée diminue au-delà de cette température en raison de la moindre densité de l'air.
- **Légalité** : Respecte pleinement les exigences réglementaires avec des marges de sécurité.

Méthode 1 : Assumed Temperature Method (ATM)

Également appelée « Flex » (Airbus/Fokker), « Graduation », « Reduced Take-off Thrust (RTOT) » ou « Factored Take-off Thrust (FTOT) ».

Principe

Saisir une température supposée supérieure à la température extérieure réelle (OAT) dans le FMC (Flight Management Computer), simulant une densité d'air plus faible et réduisant ainsi la poussée.

Exemple

- OAT de 20°C, saisie de 50°C -> N1 s'établit à 85% au lieu de 95%.

Flexibilité

- Ne limite pas les vitesses minimales de contrôle (VMCG, VMCA), qui sont calculées sur la pleine poussée nominale.
- Possibilité d'avancer les manettes à tout moment pour retrouver la pleine poussée (full rated).

Calcul

Utilisation de l'application Boeing OPT (Onboard Performance Tool) sur iPad.

- Exemple de données OPT : Aéroport CYUL, piste 24L, piste WET good, vents 230/23, Température 15°C, Altimètre 29.92, Poids 70 000kg, CG 18%, ZFW 58 000kg.
- Résultat OPT : FULL (92.3 N1) vs ATM (41°C, 88.8 N1). Les vitesses et la sélection des volets peuvent varier.
- Plage de température ATM : Typiquement entre **30 et 55°C**
- (QRH : 16 à 75°C, **avec réduction max de 25%**).

Implémentation

- **Boeing NG** : Entrée dans la page N1 LIMIT avec l'OAT réelle.
- **Classics (300/400/500)** : Entrée dans la page TAKEOFF REF 1/2 sous SEL TEMP.

Restrictions

- **Interdite sur pistes contaminées (eau stagnante, slush, neige, glace) en raison du risque de glissade imprévisible.**
- **Interdite en cas de cisaillement de vent ou d'inversion de température suspectés (utiliser pleine poussée nominale).**
- **Interdite sans données approuvées, avec anti-skid défaillant ou reverser inopérant.**
- **Nécessite une légère augmentation de back pressure lors de la rotation et de la montée initiale.**

Méthode 2 : Fixed Derate

Une réduction de poussée au décollage certifiée et fixe, limitant la puissance maximale disponible de manière contrôlée.

Principe

Réduction "verrouillée" à un pourcentage prédéfini.

- **TO-1** : Réduction de **10%**.
- **TO-2** : Réduction de **20%**.

Fonctionnement Technique

- **Intégré (Permanent)** : Modifications matérielles en usine ou lors d'une maintenance majeure (calculateur moteur EEC, HMU, pompe à carburant, logiciel). La pleine poussée originale (ex: 26 000 lbs) n'est plus accessible sans ces modifications.
- **Temporaire (T/O De-rate)** : Disponible via le FMC, sans changements matériels. Peut être annulée en vol en poussant les manettes à fond (certains opérateurs l'interdisent pour standardisation).

Limitations Opérationnelles

- Les vitesses de décollage (V1, VR, V2) et les vitesses minimales de contrôle (VMCG, VMCA) sont recalculées sur cette poussée réduite, rendant le derate une limite opérationnelle stricte.
- Avancer les manettes au-delà n'est autorisé qu'en cas de cisaillement de vent (windshear) ou, après V1, pour une accélération supplémentaire nécessaire.

Sélection

- Accéder au CDU du FMC avant le décollage.
- **NG** : Page N1 LIMIT.
- **Classics** : Page TAKEOFF REF 2/2.
- Sélectionner TO-1 ou TO-2. Le FMC calcule et affiche les N1 cibles réduits sur l'EICAS.
- Exemple : Pleine poussée de 95% N1 pourrait tomber à 85% pour TO-1.
- OPT : Modifier le RTG de 26K à 24K (TO-1) ou 22K (TO-2).

Avantages

- Augmente le poids au décollage (TOW), surtout sur pistes courtes ou contaminées.
- Abaisse la VMCG grâce à une asymétrie réduite. Peut permettre jusqu'à 5 tonnes supplémentaires de TOW sur piste avec slush ou eau stagnante.
- Autorisé sur pistes mouillées, glacées ou contaminées (contrairement à l'ATM).
- Attention : Lors d'une panne moteur au décollage, rester au rating sélectionné pour éviter une perte de contrôle directionnel.

Méthode 3 : La Combinaison (Double Derate)

Fusionne la flexibilité de l'ATM et la robustesse du Fixed Derate pour une optimisation maximale.

Principe

Appliquer un fixed derate certifié (TO-1/TO-2, 10-20% de réduction N1) puis superposer l'ATM pour une réduction supplémentaire basée sur une température supposée élevée.

Résultat

- Poussée effective pouvant descendre à 55% de la pleine puissance (ex: TO-2 à 20% de réduction, suivi d'une ATM à 25% de moins).
- Abaisse l'EGT de 70 à 100°C.

- Prolonge la vie des moteurs de plus de 10 000 cycles supplémentaires.
- Génère des économies annuelles de centaines de milliers de dollars par appareil.

Procédure

Appliquer d'abord le fixed derate (base certifiée "verrouillée"), puis l'ATM.

Attention (manettes des gaz)

Boeing recommande de ne pas avancer les manettes au-delà du Derated Thrust (Fixed Derate) car sa limite n'est pas affichée. Si une procédure opérateur le permet, augmenter seulement jusqu'à cette limite.

Sécurité et Consommation

Sécurité

- La procédure intègre un facteur de sécurité.
- Les calculs sont faits pour la température supposée, mais le moteur fonctionne à OAT réelle (plus froide), fournissant une poussée supérieure à celle prévue.
- En cas de panne moteur, la poussée peut être augmentée jusqu'à la limite de température ambiante.

Consommation de Carburant

- Augmente avec la poussée réduite.
- Explication : Montée plus longue pour atteindre l'altitude de croisière économique.
- Les moteurs sont moins efficaces lorsqu'ils ne fonctionnent pas à pleine poussée.

Réduction de Poussée en Montée (CLB / CLB-1 / CLB-2)

Après un décollage à poussée réduite, la poussée en montée est également réduite puis augmentée progressivement jusqu'à la pleine poussée en montée à environ 15 000 pieds.

- **CLB-1** : Environ 10% de réduction de puissance (**3% N1**).
- **CLB-2** : Réduction supplémentaire de 10% (réduction totale d'environ **6% N1**).
- Coupure CLB-1/CLB-2 : Environ 45°C, selon le derate au décollage (TO-1 ou TO-2).

Utilisation

- Réduire le bruit ou la consommation de carburant.
- Peuvent être pré-armés avant le départ ou sélectionnés manuellement en montée.

Poussée Supplémentaire au Décollage (Take-off Bump Thrust)

Permet d'augmenter la poussée au décollage au-delà du réglage maximal normal.

Principe

Utilise une capacité de poussée de réserve (5 à 10% de puissance en plus).

Utilisation

Situations d'urgence ou particulières uniquement.

Non Autorisé

Non autorisé en combinaison avec l'ATM.

Conséquences

- Augmente l'EGT de 20 à 40°C.
- Réduit le temps entre les révisions moteurs.
- Doit être archivé dans le logbook.

Sélection

Page N1 LIMIT. (Option non disponible chez AirInuit).

Résumé et Points Clés

- **ATM** : Un "petit mensonge légal" au moteur (fausse haute température pour réduire l'EGT).
- **Interdit** sur pistes contaminées, avec eau stagnante, slush, neige, glace.
- **Contrôle de poussée** : Avancer manuellement en mode THR HLD jusqu'à full rated sans hésiter.
- **Sécurité** : L'air réel plus froid fournit une poussée excédentaire. En EFATO (Engine Failure After Takeoff), maintenir la poussée réduite sauf si l'asymétrie l'exige.
- **Fixed Derate** : Réduction certifiée et structurée.
- **Préférable** sur pistes contaminées car il abaisse la VMCG, permettant un TOW supérieur.
- **Contrôle de poussée** : Limité aux besoins bilatéraux (ex: windshear, post-V1).
- **Double Derate** : Combinaison des deux pour des économies maximales, mais exige une double vigilance en cas d'EFATO.

En planifiant un décollage, il est crucial de comprendre la différence entre l'**Assumed Temperature et le Derated Thrust** pour une gestion optimale et sécuritaire de la poussée.