

INTRODUCTION

Pour être certifié un avion doit satisfaire à des règles en europe regroupées dans les **JAR (Joint Aviation requirements)**.

Les **JAR** sont donc des règles Européennes de **certification**. En exploitation des règles supplémentaires doivent être respectées par l'exploitant. Elles sont regroupées dans les **JAR-OPS**.

Ces notes ne concerne que les avions équipés au plus de 9 sièges passagers (non compris le ou les sièges pilotes) et de masse inférieure ou égale à 5 700 kg (12 500 lb).

Ces avion sont classés dans les catégories normale, utilitaire et acrobatique. Les règles qu'ils doivent satisfaire pour leur certification font l'objet des **JAR 23**. Les avions de la catégorie transport étant certifiés JAR 25.

Note : Ce ne sont pas directement le JAR-OPS qui s'appliquent. Chaque état membre de JAA établit son règlement. En France, c'est le **Règlement du Transport Aérien** qui reprend les Jar-OPS (arrêté du 12 mai 1997, OPS 1).

CATÉGORIES D'AVIONS

Les avions certifiés JAR 23 sont classés en différentes catégories :

- Ceux pouvant transporter au plus 9 passagers (en plus du pilote) et de masse maxi certifiée au décollage inférieure ou égale à 5,7 tonnes (12 500 lb), classés dans les catégories **normale, utilitaire** et/ou **acrobatique**.
- Les avion bimoteurs à hélice pouvant transporter au plus 19 passagers (en plus du pilote) et de masse maxi certifiée au décollage inférieure ou égale à 8,6 tonnes (19 000 lb), classés dans la catégorie **commuteurs**.

Limitations :

- *Catégorie normale (normal category) :*
 - *Toutes les manœuvres liées à un vol normal.*
 - *Les décrochages (sauf en ressource).*
 - *Les huit paresseux, chandelles, virages serrés (inclinaison $\leq 60^\circ$).*

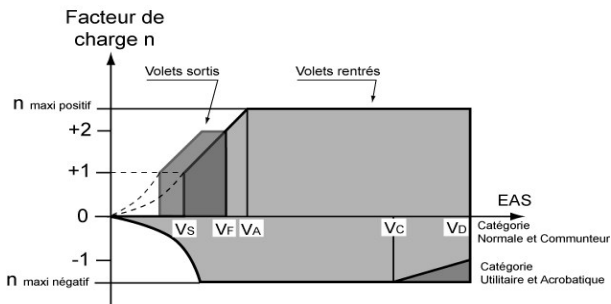
- *Catégorie utilitaire (utility category) :*
 - *En plus des manœuvres liées à la catégorie normal.*
 - *Les vrilles (si approuvées pour le type d'avion).*
 - *Les huit paresseux, chandelles, virages serrés (inclinaison $>60^\circ$ mais ne dépasse pas 90°).*

- *Catégorie acrobatique (acrobatic category) :*
 - *Utilisation acrobatique sans restriction.*

- *Catégorie « commuter » (commuter category) :*
 - *Toutes les manœuvres liées à un vol normal. Les décrochages (sauf décrochage brusque).*
 - *Aux virages serrés (inclinaison $\leq 60^\circ$).*

Enveloppe de manoeuvre :

Elle correspond aux facteurs de charges limites positifs et négatifs dus aux manœuvres.



Les valeurs limites pour les facteurs de charge maximaux positifs et négatifs dépendent de la catégorie de l'avion.

Catégorie		n maxi positif	n maxi négatif
Masse > 5,7 t	Commuter	$n_1 \leq n \text{ maxi positif} \leq + 3,8$	$0,4 \times n \text{ maxi positif}$
	Normale	$n_1 \leq n \text{ maxi positif} \leq + 3,8$	$0,4 \times n \text{ maxi positif}$
Masse ≤ 5,7 t	Utilitaire	$n \text{ maxi positif} \geq + 4,4$	$0,4 \times n \text{ maxi positif}$
	Acrobatique	$n \text{ maxi positif} \geq + 6,0$	$0,5 \times n \text{ maxi positif}$

Note : pour la catégorie commuter et normale, la valeur minimale n_1 du facteur de charge maximum positif dépend de la masse avion.

Enveloppe en rafales :

Elle correspond aux facteurs de charges limites positifs et négatifs dus aux rafales de vent.

Enveloppe de vol :

Elle correspond à la combinaison de l'enveloppe de manœuvre et de l'enveloppe de rafale.

Les vitesses qui apparaissent sur l'enveloppe de vol sont appelées « vitesses de calcul », elles sont à prendre en compte pour le calcul de la structure.

- V_A : Vitesse de calcul de manœuvre.
- V_B : Vitesse de calcul à la rafale maximale.
- V_C : Vitesse de calcul en croisière.
- V_D : Vitesse de calcul en piqué.
- V_F : Vitesse de calcul volets sortis.

DÉFINITIONS

Les règles de ce chapitre s'appliquent aux avions à hélice monomoteurs, approuvés pour 9 passagers maximum et dont la masse maximale au décollage est égale ou inférieure à 5,7 t (12 500 lb).

Termes généraux :

Configuration maximale approuvée en sièges passagers : capacité maximale en sièges passagers d'un avion particulier, à l'exclusion des sièges pilotes ou des sièges du poste de pilotage et des sièges des membre d'équipage, approuvée par les services compétents et incluse au manuel d'exploitation.

Masse au décollage : masse de l'avion au décollage comprenant l'ensemble des éléments et personnes transportées dès le début du roulement au décollage.

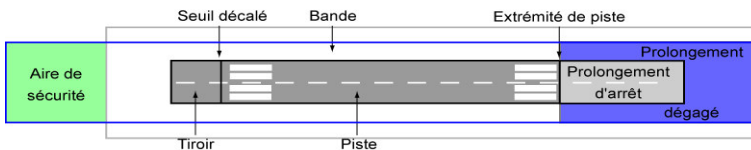
Piste contaminée : lorsque plus de 25 % de la surface de la piste est recouverte par :

- Une pellicule d'eau de plus de 3 mm, de la neige fondue ou poudreuse en quantité équivalente à plus de 3 mm d'eau.
- De la neige tassée de manière à former une masse solide, qui se détache par plaque si on tente de l'enlever.
- De la glace y compris de la glace mouillée.

Piste mouillée : lorsque la surface de la piste est couverte d'eau ou équivalent, en épaisseur moindre que celle pour une piste contaminée ou lorsque l'humidité en surface suffit à la rendre réfléchissante, mais ne comportant pas de nappes d'eau stagnante.

Piste humide : lorsque sa surface n'est pas sèche, mais que l'humidité en surface ne lui confère pas un aspect brillant.

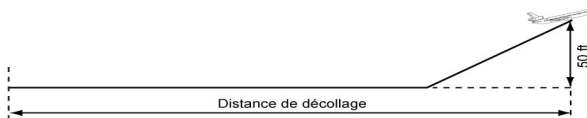
Piste sèche : une piste ni mouillée ni contaminée.



Distances :

Distance de roulement au décollage : distance parcourue par l'avion depuis le début du décollage jusqu'au moment où les roues quittent le sol.

Distance de décollage : distance parcourue par l'avion depuis le début du décollage jusqu'à ce qu'il atteigne une hauteur de 50 ft au dessus de la surface de décollage.



Distance d'atterrissage : distance nécessaire à l'atterrissage, à partir du point où l'avion est à une hauteur de 50 ft au dessus de l'air d'atterrissage, jusqu'à l'arrêt complet.



Longueur d'accélération-arrêt utilisable (ASDA : accelerate stop distance available) : longueur de roulement au décollage utilisable, à laquelle s'ajoute éventuellement le prolongement arrêté.

Longueur de décollage utilisable (TODA : take off distance available) : longueur de roulement au décollage utilisable, à laquelle s'ajoute éventuellement le prolongement dégagé utilisable.

Longueur de roulement au décollage utilisable (TORA : take off run available) : longueur de piste déclarée utilisable par l'autorité appropriée et adaptée au roulage au sol de l'avion en phase de décollage.

Longueur d'atterrissage utilisable (LDA : landing distance available) : longueur de piste déclarée utilisable par l'autorité appropriée et adaptée au roulage au sol d'un avion lors de l'atterrissage.

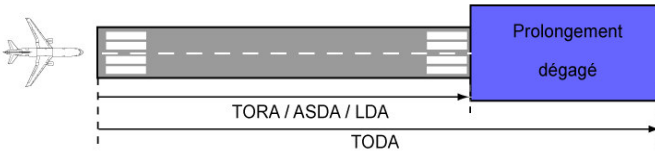
Exemple :

La piste ne comporte ni prolongement d'arrêt, ni prolongement dégagé, les seuils étant eux-mêmes situés aux extrémités de la piste.

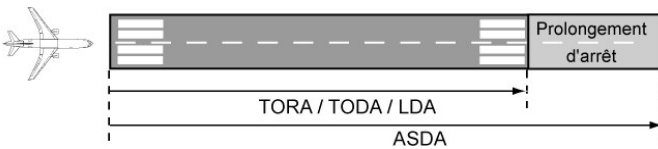
Les 4 distances déclarées ont alors la même valeur.



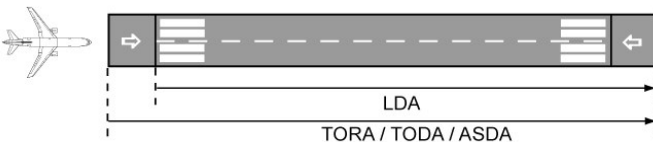
La piste comporte seulement un prolongement dégagé. La TODA inclut alors le prolongement dégagé.



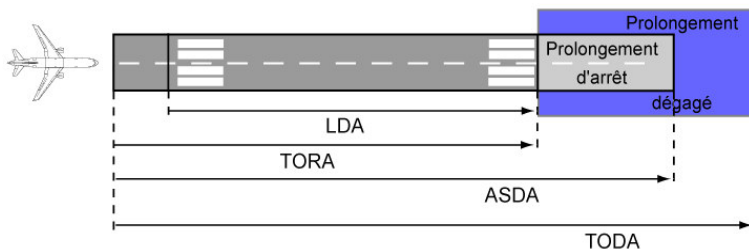
La piste comporte seulement un prolongement d'arrêt. La ASDA inclut alors le prolongement d'arrêt.



La piste comprend un seuil décalé à chaque seuil de piste. La LDA exclut la partie avant le seuil décalé (appelée tiroir).



La piste comporte un seuil décalé, un prolongement d'arrêt et un prolongement dégagé.



Vitesses :

V_R : vitesse de rotation. Pour les avions monomoteur, V_R ne doit pas être inférieure à V_{SI} .

V_{REF} : vitesse de référence à l'atterrissage.

V_S : vitesse de décrochage ou vitesse minimale stabilisée en vol à laquelle l'avion est contrôlable.

V_{S0} : vitesse de décrochage ou vitesse minimale stabilisée en vol à laquelle l'avion est contrôlable en configuration atterrissage.

V_{SI} : vitesse de décrochage ou vitesse minimale stabilisée en vol à laquelle l'avion est contrôlable dans une configuration spécifique.

DÉCOLLAGE AVIONS MONOMOTEUR

La masse au décollage ne doit pas excéder la masse maximale au décollage spécifiée dans le manuel de vol compte tenu de l'altitude pression et la température de l'aérodrome de décollage.

Distance de décollage :

La distance de décollage sans facteurs, spécifiée dans le manuel de vol, ne doit pas être inférieure à :

- *La longueur de roulement au décollage utilisable (TORA) doit être au moins multipliée par 1,25.*

Ou

- *Dans le cas où un prolongement occasionnellement roulant ou un prolongement dégagé est utilisable :*
 - *la longueur de roulement utilisable (TORA) et;*
 - *multipliée par 1,15 (TODA = TORA + prolongement dégagé utilisable) et;*
 - *multipliée par 1,3 (ASDA = TORA + prolongement arrêt).*

Les éléments suivants doivent être pris en compte :

- *La masse de l'avion au début de roulement au décollage.*
- *L'altitude pression de l'aérodrome.*
- *La température ambiante à l'aérodrome.*
- *L'état et le type de surface de la piste.*
- *La pente de la piste dans le sens du décollage.*
- *Pas plus de 50 % de la composante de vent de face transmise, ni moins de 150 % de la composante de vent arrière transmise.*

Exemple : Distance de décollage est de 500 m

TORA doit être au moins de : $500 \times 1,25 = 625 \text{ m}$

Ou :

TORA doit être de 500 m et,

TODA (TORA + Prolongement dégagé utilisable) doit être au moins de $500 \times 1,15 = 575 \text{ m et,}$

ASDA (TORA + prolongement arrêt) doit être au moins de $500 \times 1,3 = 650 \text{ m.}$

MONTÉE

Pente de montée certifiée :

La pente de montée après décollage, au niveau de la mer, des avions monomoteurs à pistons est au moins de 8,3 % (règlement de certification JAR 23), avec :

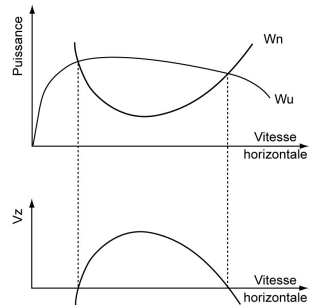
- Le moteur à la puissance maximale continue
- Le train rentré (s'il est rétractable)
- Les volets en configuration décollage.

La vitesse de montée est au moins égale à $1,2 V_{S1}$

Puissance en montée :

Lorsque la courbe W_u est au dessus de W_n , le surplus de puissance que peut fournir le moteur par rapport à la puissance nécessaire en palier permet l'avion de monter.

La vitesse verticale est d'autant plus élevée que la différence entre W_u et W_n est grande.

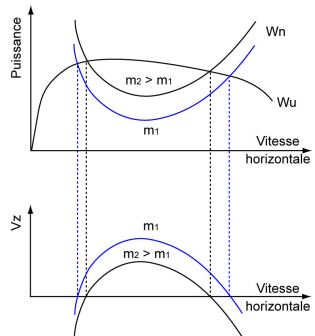


Effet de la masse avion :

Pour une altitude et une température donnée, plus la masse de l'avion est élevée, plus la puissance au vol augmente.

La courbe W_n se décale vers le haut, alors que la courbe W_u reste inchangée.

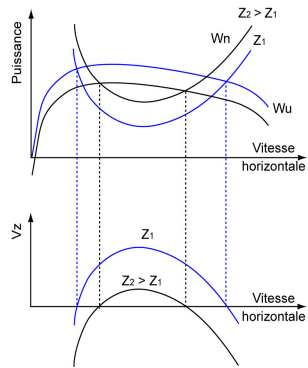
Les vitesses ascensionnelles que l'on peut obtenir vont donc diminuer.



Effet de la densité de l'air :

Lorsque la densité de l'air diminue, c'est à dire lorsque soit l'altitude pression, soit la température, soit les deux augmentent, la puissance nécessaire au vol augmente et la puissance maximale que peut fournir le moteur diminue.

Les deux effets se conjuguent pour faire diminuer les vitesses ascensionnelles que l'on peut obtenir.

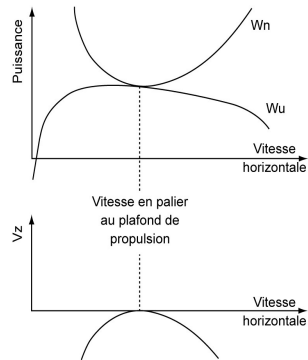


Plafond de propulsion :

Pour une certaine valeur de l'altitude densité, les deux courbes se touchent en un seul point.

Seul le vol en palier est possible à la vitesse correspondante.

Cette altitude densité correspond au plafond de propulsion de l'avion.



Cette vitesse est obtenue pour l'angle d'incidence pour lequel le rapport $\frac{C_x}{C_z^{3/2}}$ est minimal.

Avion équipé d'un GTR : Plafond de propulsion à l'incidence α_2 de T_n min ou de f max.

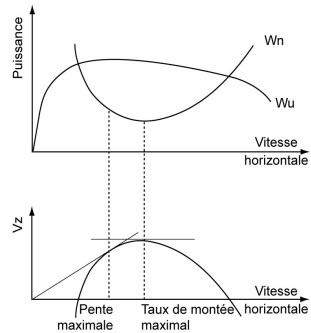
Plafond de propulsion à l'incidence α_3 de W_n min.

Vitesse ascensionnelle maximale :

Cette vitesse est obtenue lorsque l'écart entre la puissance utile et la puissance nécessaire au vol en palier est maximal, le point correspond au plafond de propulsion

L'incidence à adopter pour obtenir une vitesse ascensionnelle maximale est donc l'incidence pour

laquelle le rapport $\frac{C_x}{C_z^{3/2}}$ est minimal.



Vitesse ascensionnelle maximale :

La pente de montée maximale est obtenue lorsque le rapport V_z / V_p est maximal (par vent nul). Sur la courbe représentant V_z en fonction de V_p , ce point est celui où la tangente à la courbe passe par l'origine.

CROISIÈRE

Site d'atterrissage forcé :

Un exploitant doit s'assurer que l'avion, compte tenu des conditions météorologiques prévues pour le vol en cas de panne du moteur, peut atteindre un site permettant un atterrissage forcé dans de bonnes conditions.

Un monomoteur doit rester suffisamment près des côtes pour pouvoir rejoindre la terre ferme en vol plané en cas de panne moteur.

Distance franchissable maximale (Maxi Range) :

La distance franchissable est maximale lorsque la consommation distance C_d est minimale.

La consommation distance C_d est minimale lorsque la traînée F_x est minimale, donc quand la finesse f est maximale.

En résumé, la distance franchissable maximale (maxi range) est obtenue, pour un avion équipé d'un moteur à pistons, en volant à l'altitude de rétablissement et à l'incidence de f_{max} .

Temps de vol maximal :

Le temps de vol maximal est obtenu lorsque la consommation horaire Ch est minimale. Elle est minimale lorsque Wu est minimale, c'est à dire pour un vol stabilisé en palier, lorsque la puissance nécessaire est minimale.

Le temps de vol maximal, ou l'endurance maximale, est obtenu en volant à l'incidence de $\frac{C_x}{C_z^{1/2}}$ minimal et à l'altitude minimale.

C'est ce régime de vol qu'il faut adopter en attente.

ATTERRISSAGE

Masse à l'atterrissage :

Elle ne doit pas excéder la masse maximale à l'atterrissage spécifiée compte tenu de la température sur l'aérodrome de destination et sur tout autre aérodrome de décollage.

Distance d'atterrissage sur piste sèche :

La masse de l'avion doit permettre d'effectuer un atterrissage avec arrêt complet de l'avion depuis une hauteur de passage au seuil de 50 ft, dans les 70 % de la distance d'atterrissage utilisable.

Exemple : Si la LDA est de 800 m, la distance d'atterrissage déterminée à partir du manuel de vol, pour la masse à l'atterrissage et les conditions du jour, ne doit pas être supérieure à $800 \times 0,70 = 560$ m.

Distance d'atterrissage sur piste mouillée :

La longueur d'atterrissage requise doit être multipliée par un facteur de 1,15.

Exemple : Si la distance d'atterrissage calculée est de 560 m, la longueur d'atterrissage piste sèche sera de $560 / 0,70 = 800$ m, et piste mouillée sera de $800 \times 1,15 = 920$ m.

MULTIMOTEURS À HÉLICES

Les règles de ce chapitre s'appliquent aux avions à hélice multimoteurs, approuvés pour 9 passagers maximum et dont la masse maximale au décollage est égale ou inférieure à 5,7 t (12 500 lb).

Vitesses :

V_1 : vitesse de décision au décollage.

V_2 : vitesse de sécurité au décollage.

V_{MC} : vitesse minimum de contrôle avec le moteur critique en panne.

V_{REF} : vitesse de référence à l'atterrissage.

V_Y : vitesse de meilleur taux de montée.

Distance de décollage :

Les règles pour les multimoteurs JAR 23 sont les mêmes que celle pour les monomoteurs.

La distance de décollage sans facteurs, spécifiée dans le manuel de vol, ne doit pas être inférieure à :

- *La longueur de roulement au décollage utilisable (TORA) doit être au moins : multipliée par 1,25.*

Ou

- *Dans le cas où un prolongement occasionnellement roulant ou un prolongement dégagé est utilisable :*

- *la longueur de roulement utilisable (TORA) et;*
- *multipliée par 1,15 (TODA = TORA + prolongement dégagé utilisable) et;*
- *multipliée par 1,3 (ASDA = TORA + prolongement arrêté).*

Les éléments suivants doivent être pris en compte :

- *La masse de l'avion au début de roulement au décollage.*
- *L'altitude pression de l'aérodrome.*
- *La température ambiante à l'aérodrome.*
- *L'état et le type de surface de la piste.*
- *La pente de la piste dans le sens du décollage.*
- *Pas plus de 50 % de la composante de vent de face transmise, ni moins de 150 % de la composante de vent arrière transmise.*

Franchissement des obstacles au décollage :

La trajectoire au décollage doit passer tous les obstacles avec une marge verticale d'au moins 50 ft ou une marge horizontale d'au moins $90\text{ m} + 0,125 \times D$, D étant la distance horizontale parcourue par l'avion depuis l'extrémité de la longueur de décollage utilisable.

On doit prendre en compte les éléments suivants :

- *hauteur < 50 ft pas d'inclinaison. Ensuite 15° maxi.*

Trajectoire de décollage :

Commence à la hauteur de 50 ft et se termine à 1500 ft.

Si la trajectoire de vol ne nécessite pas un changement de trajectoire de supérieur à 15°, ne pas prendre en compte les obstacles situés à plus de :

- *300 m (navigation à vue)*
- *600 m dans les autres conditions.*

Si la trajectoire de vol nécessite un changement de trajectoire supérieur à 15°, ne pas prendre en compte les obstacles situés à plus de :

- *600 m (navigation à vue)*

- 900 m dans les autres conditions.

Montée après décollage :

Tous moteurs en fonctionnement :

- Pente de montée après décollage : 4% minimum.
- Train d'atterrissage sorti (sauf si il est rétractable en moins de 7 s).
- Volets en position décollage.
- Vitesse de montée au moins égale à la plus élevée des deux valeurs : 1,1 V_{mc} et 1,2 V_{S1}

Un moteur en panne :

Pente de montée stabilisée à 400 ft et positive avec :

- Hélice en position de traînée minimale.
- Moteur restant à la puissance de décollage.
- Train d'atterrissage rentré.
- Volets en position décollage.
- Vitesse de montée égale à la vitesse atteinte en passant 50 ft.

Pente de montée stabilisée ne doit pas être inférieur à 0,75 % à 1500 ft :

- Hélice en position de traînée minimale.
- Moteur restant ne dépassant pas la puissance maximale continue.
- Train d'atterrissage rentré.
- Volets en position décollage.
- Vitesse de montée au moins égale à 1,2 V_{S1}

Montée en remise de gaz :

Tous moteurs en fonctionnement :

Pente de montée stabilisée doit être au minimum de 2,5 % avec :

- Une puissance n'excédant pas la puissance délivrée 8 s après le début de la mise en puissance en partant de la position ralenti vol.
- Train d'atterrissage sorti.
- Volets en position atterrissage.
- Vitesse de montée égale à V_{REF}

Un moteur en panne :

Pente de montée stabilisée ne doit pas être inférieure à 0,75 % à 1500 ft :

- Hélice en position de traînée minimale.
- Moteur restant ne dépassant pas la puissance maximale continue.
- Train d'atterrissage rentré.
- Volets rentrés.
- Vitesse de montée au moins égale à $1,2 V_{S1}$

Atterrissage :

Les règles pour les multimoteurs JAR 23 sont les mêmes que celle pour les monomoteurs.