





# Aéronefs

- Les vitesses des aéronefs
- Transpondeur

# Les vitesses des aéronefs

A partir du grade  et programme examen du grade  et supérieurs  
A partir du grade  et programme examen du grade  et supérieurs

---

## 1. Introduction

Dans cette fiche, nous détaillerons les différents types de vitesse et leur relation entre elles.

## 2. Les différents types de vitesse

### 2.1 Vitesse indiquée (Vi)

La vitesse indiquée (*Indicated Airspeed - IAS en anglais*) est la vitesse qui est indiquée sur l'anémomètre. Elle est la traduction de la pression dynamique (Pd).

La pression dynamique est la différence entre la pression totale (mesurée par une sonde ou un tube Pitot) et la pression statique (mesurée par une prise statique).

$$\text{Pression dynamique} = \text{Pression totale} - \text{Pression statique}$$

Lorsqu'un contrôleur vous assigne une vitesse, c'est une vitesse indiquée. Lorsqu'elle est exprimée en nœuds (kt), l'IAS est parfois notée "KIAS".

### 2.2 Vitesse propre/vraie (Vp)

La vitesse propre (*également appelée vitesse vraie, True Airspeed - TAS en anglais*) est la vitesse d'un avion par rapport à la masse d'air à l'intérieur de laquelle il se trouve.

Cette vitesse n'est pas mesurée mais elle est calculée (parfois automatiquement par les systèmes de bord) en fonction de la vitesse indiquée et de la position verticale de l'aéronef. Elle peut être également calculée mentalement par le pilote.

La vitesse propre permet de calculer la dérive et sert de base au calcul de la vitesse sol. Lorsqu'elle est exprimée en nœuds (kt), la TAS est parfois notée "KTAS".

## 2.3 Vitesse sol

La vitesse sol (*Ground speed - GS en anglais*) est le résultat de la vitesse propre corrigée de la vitesse du vent effectif (i.e. vent de face ou vent arrière).

Elle peut être affichée automatiquement par le récepteur GNSS ou le FMS ou peut être calculée par le pilote.

$$GS = TAS \pm \text{vent effectif}$$

La vitesse sol est la vitesse affichée sur l'écran radar des contrôleurs aériens.

## 2.4 Le nombre de Mach

Le nombre de Mach (*Mach number en anglais*) représente la vitesse propre par rapport à la vitesse du son. "Mach 1" représentant la vitesse du son.

Ce nombre de Mach dépend :

- de la TAS
- de la **vitesse locale du son (LSS : Local Speed of Sound)**

On peut approximer la LSS grâce à ce calcul :

$$LSS[kt] \approx 39\sqrt{T[^\circ K]}$$

Le nombre de Mach peut être calculé avec la formule suivante :

$$M = \frac{TAS[kt]}{LSS[kt]} \approx \frac{TAS}{39\sqrt{T[^\circ K]}}$$

T : Température extérieure, exprimée ici en degré Kelvin.

En pratique, le nombre de Mach est la vitesse de référence à haute altitude.

## 3. Relation IAS/TAS

Pour une IAS comprise entre 240 kt et 400 kt ainsi que pour un niveau de vol compris entre le FL050 et le FL250, on peut estimer la formule suivante :

$$TAS \approx IAS + \frac{FL}{2}$$

**Pour un aéronef stable au FL120 à 320 KIAS**

$$KTAS = 320 + (120/2) = 380 \text{ kt}$$

Pour une vitesse inférieure à 240 kt :

$$TAS \approx IAS + \left( 1,5\% \times IAS \times \frac{FL}{10} \right)$$

**Pour un aéronef stable au FL150 à 220 KIAS**

$$KTAS = 220 + ((1,5\% \times 220) \times 15) = 220 + (3.3 \times 15) = 270 \text{ kt}$$

Plus l'altitude est faible, plus l'IAS et la TAS sont des valeurs proches

“

La formule précise du calcul de la TAS est disponible [ici](#).

## 4. Autres vitesses (V-speed)

### 4.1 Décollage

- **V<sub>1</sub>** (*vitesse de décision*) : avant V<sub>1</sub>, le pilote peut interrompre le décollage, après V<sub>1</sub>, le pilote **doit** obligatoirement décoller ;
- **V<sub>r</sub>** (*vitesse de rotation*) : vitesse à laquelle le pilote tire sur le manche pour lever le nez de l'avion et décoller ;
- **V<sub>2</sub>** (*vitesse de sécurité au décollage*) : vitesse à atteindre en passant **35 ft** ou **15 ft** (piste mouillée) au dessus de la piste.

### 4.2 Croisière

- **V<sub>a</sub>** (*vitesse de manœuvre*) : vitesse maximale à laquelle les commandes de l'avion peuvent étre mises en butée (i.e. à la déflexion maximale) ;
- **V<sub>no</sub>** (*velocity normal operating*) : vitesse à ne pas dépasser en atmosphère turbulente ;

- $V_{ne}$  (*velocity **n**ever **e**xceed*) : vitesse à ne jamais dépasser ;
- $V_{mo}$  (*velocity **m**aximum **o**perating*) : vitesse maximale de vol exprimée en vitesse indiquée ;
- $M_{mo}$  (***m**ach **m**aximum **o**perating*) : vitesse maximale de vol exprimée en nombre de Mach.

## 4.3 Approche et atterrissage





- $V_{fe}$  (*velocity **f**laps **e**xtended*) : vitesse maximale avec les volets sortis ;
- $V_{lo}$  (*velocity **l**anding gear **o**peration*) : vitesse maximale pour sortir/rentre le train d'atterrissage ;
- $V_{le}$  (*velocity **l**anding gear **e**xtended*) : vitesse maximale avec le train d'atterrissage sorti ;
- $V_s$  (*velocity **s**tall*) : vitesse de décrochage ;
- $V_{so}$  (*velocity **s**tall **o**ut*) : vitesse de décrochage en configuration atterrissage ;
- $V_{s1}$  : vitesse de décrochage dans une configuration spécifique ;
- $V_{ref}$  (*velocity **r**eference*) : vitesse égale à  $1,3V_{so}$ , peut aussi être notée  $V_{at}$  (*velocity **a**t **t**hreshold*).

En général,  $V_{ref}$  est égale à  $1,3 \times V_{so}$ . Elle peut aussi être égale à  $1,23 \times V_{s1G}$ .  $V_{s1G}$  correspond à la vitesse de décrochage en ligne droite, à 1G, mesurée précisément lors des essais en vol, sans augmentation du facteur de charge par le pilote.

## 4.4 Régulation en approche

- **Vitesse minimale en lisse** : c'est la vitesse minimale en configuration lisse (i.e. train d'atterrissage, volets et bords de bord d'attaque rentrés).
- **Vitesse minimale d'approche** : c'est la vitesse minimale en configuration atterrissage

# Transpondeur

A partir du grade  et programme examen du grade  et supérieurs  
A partir du grade  et programme examen du grade  et supérieurs

---

## 1. Généralités

Un transpondeur est un équipement embarqué à bord d'un aéronef lui permettant d'être détecté par un radar secondaire de surveillance (SSR, Secondary Surveillance Radar), et ainsi être visualisé sur un écran radar.



Cette identification est établie dans le but de rendre les services de contrôle, d'information de vol et d'alerte selon la classe d'espace dans laquelle l'aéronef se trouve.

## 2. Le transpondeur

### 2.1 Transpondeur embarqué

Le transpondeur embarqué est un équipement se présentant sous la forme d'un boîtier permettant d'afficher un code à quatre chiffres et de plusieurs boutons permettant de sélectionner le mode désiré.



Le radar secondaire (SSR) permet comme le radar primaire de localiser les aéronefs en azimuth et en distance, mais avec des informations additionnelles non fournies par le radar primaire.

Le radar secondaire envoie une onde qui est réceptionnée par l'antenne transpondeur sur l'avion. Une onde est renvoyé au radar, permettant le transfert des informations liées à l'aéronef.



## 2.2 Les modes

Le transpondeur possède plusieurs « modes » de transmission des données.

- **Le mode A :**

Le transpondeur transmet une seule information au radar : son code transpondeur (quatre chiffres compris entre 0 et 7). Ce code et la position (gisement et distance par rapport à l'antenne située au sol) s'affichent sur l'écran radar du contrôleur (en plus du code transpondeur).

- **Le mode C :**

Ce mode permet de transmettre (en plus du code transpondeur en mode A) une information sur l'altitude pression (Zp) de l'aéronef, donc par rapport au calage standard (1013.25 Hpa).

- **Le mode S :**

Le mode S permet d'établir en plus une liaison de données dans laquelle peuvent être transmis l'immatriculation ou l'indicatif de l'avion, son altitude et d'autres données (vitesse...)

La liste des types de transpondeur est disponible dans la fiche dédiée aux plans de vol.

## 2.3 Obligations réglementaires

Lorsque l'aéronef est doté d'un équipement mode C en état de fonctionnement, l'aéronef doit utiliser ce mode en permanence, sauf consignes contraires des organismes de la circulation aérienne.

Le transpondeur mode C minimum est obligatoire pour évoluer dans les espaces aériens contrôlés (classe B, C et D)

Si un aéronef vole en VFR, et qu'un transpondeur est en état de fonctionnement à bord, il doit obligatoirement le mettre en marche à partir du moment où l'avion se déplace par ses propres moyens, jusqu'à son arrivée au point de stationnement.

Sur IVAO, du aux limitations du logiciel le pilote n'activera son transpondeur qu'au moment de pénétrer sur la piste. Le transpondeur sera en STANDBY pour toutes les manoeuvres au sol.

Le transpondeur mode S est obligatoire depuis le 31 mars 2007 en France pour tous les IFR.

Certains espaces aériens peuvent être désignés comme zones où l'utilisation du transpondeur est obligatoire. Ces zones sont nommées : TMZ (Transponder Mandatory Zone).

## 3. Phraséologie

Le contrôleur assigne un code transpondeur

“

« Air Citron 123, transpondeur 5401 »

Le pilote affiche le code assigné :

“

« Transpondeur 5401, Air Citron 123 »

Le contrôleur peut demander au pilote de presser le bouton IDENT (Single Pulse Identification)

“

« Air Citron 123, transpondeur IDENT »



Le pilote répond alors

“

« Transpondeur IDENT, Air Citron 123 »

Si le code observé est différent de celui assigné le contrôleur pourra demande la confirmation du code entré dans le boîtier du transpondeur.

## 4. Les codes du transpondeur à connaître

- Le code 2000 : Utilisé par les aéronefs évoluant en IFR en l'absence d'assignation d'un autre code transpondeur ;
- Le code 7000 : Utilisé par les aéronefs évoluant en VFR en l'absence d'assignation d'un autre code transpondeur ;
- Le code 7700 : Utilisé par les aéronefs en situation de détresse ;
- Le code 7600 : Utilisé lorsqu'une panne des moyens de radiocommunication est détectée ;
- Le code 7500 : utiliser pour signaler une intervention illicite (détournement).

Sur IVAO l'utilisation du code 7500 est interdite.