

Avertissement !

**Ce support pédagogique est la propriété
intellectuelle de son concepteur, Air Evasion.**



Aucune duplication n'est autorisée.

**Ce cours ne peut être utilisé que
dans le cadre de la formation des élèves pilote d'Air
Evasion.**

Objectif de la leçon:

A l'issue de la leçon, vous pourrez:

- ✈️ Connaître les différentes vitesses aéronautiques**
- ✈️ Comprendre le fonctionnement du badin**
- ✈️ Comprendre les notions de vitesse dans les différentes phases de vol**

Nous allons aborder:

- **Généralités;**
- **L'anémomètre;**
- **Vitesse indiquée;**
- **Vitesse propre;**
- **Vitesse sol;**
- **Vitesses dans les différentes phases du vol;**
- **Questions QCM commentées.**

→ Généralités

- L'anémomètre ;
- Vitesse indiquée;
- Vitesse propre;
- Vitesse sol;
- Vitesses dans les différentes phases du vol;
- Questions QCM commentées.

Le badin, l'anémomètre de nos ULM, ainsi que la plupart de nos instruments sont calibrés en sur l'atmosphère type.

Comme nous n'évoluons jamais en atmosphère type, les indications de nos instruments sont toujours « à côté » des valeurs réelles à cause d'un certain nombre de facteurs:

- ✓ La pression atmosphérique.
- ✓ L'altitude.
- ✓ La température.
- ✓ L'humidité.

→ Généralités

→ **L'anémomètre ;**

→ Vitesse indiquée;

→ Vitesse propre;

→ Vitesse sol;

→ Vitesses dans les différentes phases du vol;

→ Questions QCM commentées.

L'anémomètre mesure des pressions. La vitesse obtenue grâce aux graduations, est la vitesse conventionnelle ou vitesse indiquée. Le contrôle de l'instrument s'effectue au décollage, avec indication et accélération: "badin actif"

Deux marges sont définies par les plages de couleur:

- par rapport au décrochage.
- par rapport à la résistance structurale de l'avion.

Il existe 3 arcs: blanc, vert et jaune, avec leurs limites respectives.



- L'arc blanc est la zone d'utilisation normale en configuration atterrissage, compris entre la VSO et la VFE
- L'arc vert est la zone d'utilisation normale, compris entre la VS1 et la VNO.
- L'arc jaune est une zone interdite en atmosphère turbulente, compris entre la VNO et la VNE.

→ Généralités

→ L'anémomètre ;

→ **Vitesse indiquée;**

→ Vitesse propre;

→ Vitesse sol;

→ Vitesses dans les différentes phases du vol;

→ Questions QCM commentées.

La vitesse indiquée (IAS = Indicated Air Speed) ou V_i est la vitesse directement indiquée par les instruments, elle découle directement de la pression dynamique mesurée par les sondes extérieures (Pitot).

Une sonde Pitot ne mesure donc pas une vitesse mais bien une pression !

Pour info:

Les vitesses de décrochage (V_s , V_{so})

Les vitesses de limitation de l'utilisation des volets (V_{le} , V_{fe})

sont TOUTES des vitesses indiquées, la sécurité découle donc directement de la vitesse indiquée.

→ Généralités

→ L'anémomètre ;

→ Vitesse indiquée;

→ **Vitesse propre;**

→ Vitesse sol;

→ Vitesses dans les différentes phases du vol;

→ Questions QCM commentées.

TRUE AIR SPEED (TAS)

VITESSE PROPRE

La TAS est la vitesse d'un avion par rapport à la masse d'air à l'intérieur de laquelle il se trouve quelle que soit sa densité.

La vitesse vraie/proprie est obtenue par calcul à partir de la vitesse indiquée, en fonction de l'altitude et de la température. Elle peut donc être calculée à partir de l'IAS.

La vitesse propre est la composante horizontale de la vitesse air, elle égale à la vitesse de l'écoulement de l'air autour de l'avion. Un avion en piqué vertical, a donc une vitesse propre = 0

Comment calculer sa vitesse propre ?

Tout d'abord, une chose très importante à savoir est que la règle qui va suivre est valable pour des altitudes allant jusqu'à 12000 pieds et des vitesses jusqu'à 180 kt (noeuds).

Ceci nous concerne donc certainement !!

Pour trouver la vitesse propre à partir de la vitesse indiquée (AIS) (V_i):

On ajoute 1% de la AIS (V_i) par écart de 5 ° C au-dessus de la température standard à l'altitude considérée. On retire 1% par écart de 5 ° C au-dessous.

On ajoute 1% de la AIS (V_i) par tranche de 600 pieds au-dessus de la surface à 1013.25 HPa. (Standard)

$V_p = AIS (V_i) + 1\% \text{ par } 600 \text{ ft } \pm 1\% \text{ tous les } 5^\circ \text{ de différence entre } T^\circ \text{ et } T \text{ std}$

TRUE AIR SPEED (TAS)

VITESSE PROPRE

Concernant le pilotage de l'avion, les vitesses vraie/propres et sol ne vous sont d'aucune utilité. Le comportement aérodynamique de l'avion, donc son pilotage, est déterminé uniquement par la pression de l'air "ressentie" par l'avion, donc par la vitesse indiquée, qui n'est mesurable pour l'instant que par des tubes pitot.

→ Généralités

→ L'anémomètre ;

→ Vitesse indiquée;

→ Vitesse propre;

→ **Vitesse sol;**

→ Vitesses dans les différentes phases du vol;

→ Questions QCM commentées.

La *Ground Speed (GS)* est la *TAS* corrigée de la vitesse du vent.

Elle est généralement affichée par le *GPS*.

Elle peut être calculée à partir de la *TAS* lorsque la direction et la force du vent sont connues.

GS= TAS +/- VENT

NB: La comparaison des vitesses vraie/proprie et sol permet de savoir si l'avion rencontre un vent de face ou arrière.

DIFFERENCE ENTRE

VITESSE AIR ET VITESSE SOL

En faisant abstraction de l'altitude et de la température de la masse d'air dans laquelle évolue l'engin dont la vitesse sera modifiée par la densité et la température de l'air !

Nous pouvons dire que :

La vitesse air est la vitesse enregistrée par l'engin dans cette masse d'air !

Si cette masse d'air par le vent avance dans le même sens que l'engin, les deux vitesses sont additionnées et deviennent : la vitesse sol = vitesse air + vitesse vent !

Alors que si la vitesse de cette masse va à l'opposé de l'engin qui avance contre le vent , cela devient:

VITESSE SOL= VITESSE AIR – VITESSE DU VENT

Pour faire plus simple, ceci est illustré par un observateur placé au bord d'un canal observant un même bateau qui remonte péniblement le courant alors qu'en trajet inverse il semble voler sur l'eau dont le courant représenterait alors : le vent dans l'air !

- Généralités
- L'anémomètre ;
- Vitesse indiquée;
- Vitesse propre;
- Vitesse sol;
- **Vitesse dans les différentes phases du vol;**
- Questions QCM commentées.

$V1$ = Vitesse de décision (ou vitesse critique).

Cela veut dire qu'avant $V1$, le pilote peut interrompre le décollage, après $V1$, le pilote doit décoller.

Vr = Vitesse de rotation = vitesse à laquelle le pilote tire sur le manche pour lever le nez de l'avion et décoller.

$G1 = 60$ Km/hr.

$V2$ = Vitesse de sécurité au décollage à atteindre en passant 35 ft au-dessus du niveau de la piste.

$G1 =$ palier d'accélération = 100 Km/hr.

V_a = Vitesse de manœuvre = vitesse maximale à laquelle les commandes de l'avion peuvent être actionnées au maximum.

V_{no} = Normal opération = vitesse normale de croisière.

$G1 = 160 \text{ Km/hr.}$

V_{ne} = Never exceed = vitesse à ne jamais dépasser.

$G1 = 200 \text{ Km/hr.}$

Pour info, en aéronautique il existe aussi:

V_{mo} = Maximum Operating Speed = Vitesse maximale de vol.

M_{mo} = Maximum Operating Mach = Vitesse maximale en Mach.

V_{fe} = Flaps Extended = vitesse maximale volets sortis.

$G1 = 110 \text{ Km/hr.}$

V_s = Stall = vitesse de décrochage.

$G1 = 60 \text{ Km/hr.}$

V_{ref} = Vitesse de référence = vitesse égale à 1,3 de V_{so} .

Pour info, en aéronautique il existe aussi:

V_{lo} = Landing Gear Operation = Vitesse maximale pour manœuvrer le train.

V_{le} = Landing Gear Extended = Vitesse maximale train sorti.

- la **vitesse** de décrochage augmente à cause d'une densité de l'air devenant de plus en plus faible

En résumé:

V_i = Vitesse indiquée

V_p = Vitesse Propre

V_{sol} = Vitesse Sol

V_{stall} = Vitesse de décrochage. (Vitesse instable)

V_{NE} = Vitesse à NE jamais dépasser

**V_{NO} = Vitesse à ne pas dépasser en atmosphère turbulent
(Vitesse maximale de croisière)**

**V_{FE} = Vitesse maximale volets sortis.
(volets = Fenêtres ouvertes)**

V_{s0} = Vitesse de décrochage volets sortis

V_{s1} = Vitesse de décrochage volets rentrés

K_t = Knot = Nœud. 1 Nœud = 1,85 km/h.

- Généralités
- L'anémomètre ;
- Vitesse indiquée;
- Vitesse propre;
- Vitesse sol;
- Vitesses dans les différentes phases du vol;
- Questions QCM commentées.

Quelques questions QCM pour s'entraîner !

1. La différence entre la vitesse indiquée et la vitesse propre dépend:

- a) du vent météorologique
- b) de la température et de l'altitude pression
- c) de l'installation anémométrique
- d) des performances de l'appareil

2. La vitesse vraie est la vitesse :

- a) Indiquée.
- b) De l'avion par rapport au sol.
- c) De l'avion par rapport à l'air.
- d) Lue sur l'anémomètre.

3. L'anémomètre indique :

- a) la vitesse indiquée
- b) la vitesse sol
- c) la vitesse propre
- d) la vitesse vraie (vitesse air)

4. Pour fonctionner, l'anémomètre type badin compare la pression totale par le tube pitot à :

- a) l'assiette.
- b) la pression statique.
- c) la pression dynamique.
- d) la pression dynamique au niveau de la mer.

Quelques questions QCM pour s'entraîner !

5. Votre avion décroche à 60 Km/h, quelle vitesse d'approche en finale adoptez-vous :
- a) 80 km/h
 - b) 90 km/h
 - c) 105 km/h
 - d) 160 km/h
6. Une vitesse propre de 150 Km/h et un vent effectif arrière de 20 Km/h, votre vitesse sol est de :
- a) 170 Km/h
 - b) 130 Km/h
 - c) 150 Km/h
 - d) 160 Km/h

Quelques questions QCM pour s'entraîner !

7. **Votre avion doit être utilisé dans le respect des ses limitations. Sa limite absolue de vitesse est:**
- a) la VNO
 - b) la VSE (vitesse de structure étendue)
 - c) la VLE (vitesse limite à ne pas dépasser)
 - d) la VNE (vitesse limite à ne jamais dépasser)
8. **Quel est le risque majeur lié au dépassement de la VNE :**
- a) destruction de la cellule, précédé du flutter
 - b) difficulté de manoeuvrer
 - c) décrochage dynamique
 - d) éclatement des pneus

Quelques questions QCM pour s'entraîner !

9. Qu'est-ce que la vitesse conventionnelle :

- a) vitesse indiquée
- b) vitesse lue sur le badin si l'installation était parfaite
- c) vitesse au sol
- d) vitesse type

10. Un ULM est équipé d'un anémomètre. Il vole à une altitude de 5000 ft. Sa vitesse propre:

- a) est égale à la vitesse indiquée
- b) ne peut être comparée à sa vitesse indiquée que si l'on connaît la vitesse du vent
- c) est supérieure à sa vitesse indiquée
- d) est inférieure à sa vitesse indiquée

Quelques questions QCM pour s'entraîner !

11. La vitesse à ne jamais dépasser (VNE) est une limite au-delà de laquelle:
- a) la structure ne pourrait pas supporter les efforts aérodynamiques
 - b) la vitesse de rotation du moteur serait trop élevée
 - c) les instruments de bord ne sont plus calibrés
 - d) la réglementation ULM n'est plus en vigueur

- 1 = B

Réponse commentée:

La vitesse conventionnelle (aussi appelée vitesse indiquée) est celle dispensée par l'instrument. La vitesse vraie (= vitesse propre) est la vitesse réelle de l'avion par rapport à l'air. Comme l'anémomètre est étalonné pour l'atmosphère standard, son indication n'est juste que lorsqu'il règne une pression de 1013,25 ha et une température de 15° C à son niveau. Pour obtenir la vitesse vraie de l'avion, on doit corriger en fonction de l'altitude et de la température.

- $2 = C$

Réponse commentée:

Aussi appelée Vitesse propre.

- 3 = A

Réponse commentée:

La vitesse vraie (autrement dite vitesse air ou vitesse propre) se déduit de la vitesse indiquée en appliquant une correction instrumentale, une correction de compressibilité (pour les vitesses élevées), une correction de température (écart par rapport à l'atmosphère standard) et surtout une correction d'altitude pression (environ 1% par 600 pieds).

- 4 = B

Réponse commentée:

La pression statique est mesurée par la prise statique, généralement placée sur le coté du fuselage. Le badin mesure la différence entre la pression totale et la pression statique, en déduit la pression dynamique et la traduit en vitesse.

- 5 = B

Réponse commentée:

En finale, il faut adopter une marge de 30% par rapport au décrochage.

$$60 \text{ Km/hr} \times 1,3 = 78$$

On arrondit à 80 km/h.

Attention, ce n'est pas une règle absolue. La vitesse du vent, notamment, peut imposer de majorer le Badin en finale !

- 6 = A

Réponse commentée:

Quand le vent vient de l'arrière, il s'ajoute à la vitesse propre pour donner la vitesse sol.

- 7 = D

Réponse commentée:

Pour rappel :

La VNO est la vitesse maximale de structure en croisière (velocity normal operating) ;

La VSE n'existe pas ;

La VLE est la vitesse limite train sorti (velocity landing gear extended) ;

La VNE signifie velocity never exceed.

- 8 = A

Réponse commentée:

Pour résumer, si vous dépassez la VNE (et que vous avez la chance de pouvoir revenir vous poser), l'aile de l'avion vaut le prix de la ferraille à la casse.

Le flutter est un phénomène de battement des gouvernes à haute vitesse qui peut aller jusqu'à la désintégration de la cellule.

Réponse commentée Question QCM 9

- 9 = A

Réponse commentée:

- 10 = C

Réponse commentée:

La vitesse vraie (autrement dite vitesse air ou vitesse propre) se déduit de la vitesse indiquée en appliquant une correction instrumentale, une correction de compressibilité (pour les vitesses élevées), une correction de température (écart par rapport à l'atmosphère standard) et surtout une correction d'altitude pression (environ 1% par 600 pieds).

Nous sommes à 5000 pieds donc: On ajoute 1% de la AIS (V_i) par tranche de 600 pieds au-dessus de la surface à 1013.25 HPa.

Formule:

$V_p = AIS (V_i) + 1\% \text{ par } 600 \text{ ft } \pm 1\% \text{ tous les } 5^\circ \text{ de différence entre } T^\circ \text{ et } T \text{ std}$

La vitesse propre est donc bien supérieure à la vitesse indiquée !

- 11 = A

Réponse commentée:

Le manuel d'utilisation de l'aéronef précise la VNE, ou vitesse à ne jamais dépasser (Never Exceed Velocity). Etablie par le constructeur, elle est relative à la résistance mécanique des composants de l'ULM. Au-delà de cette limite variable suivant les machines, la structure pourrait ne pas supporter les efforts aérodynamiques.

Dans le cas précis du G1 Spyl, la VNE est limitée à 200 Km/h.



