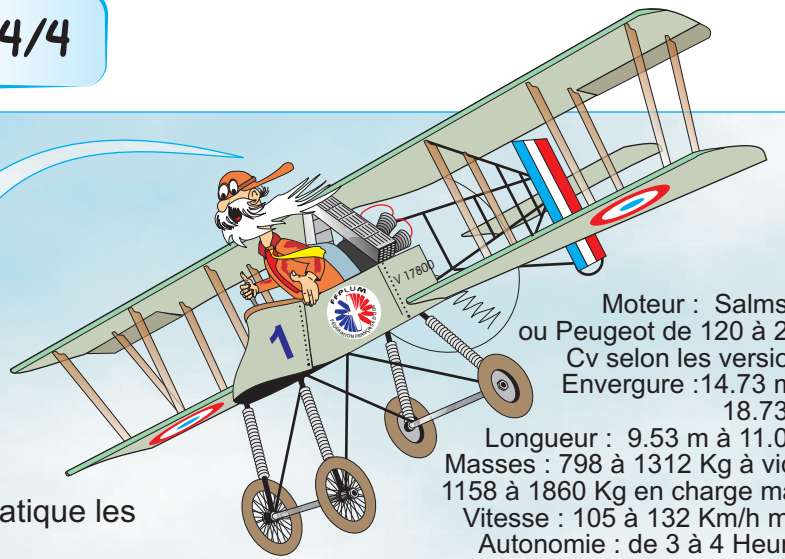


1

En 15 sur mon Voisin type LAS... ça allait mais dès la seconde guerre mondiale, les aérodynamiciens ont vite constaté que les anémomètres équipés de **venturi**, **étalonnés selon la loi de BERNOULLI** donnaient des indications fausses lorsque la vitesse augmente.... en effet l'air est **compressible** dès les basses vitesses. En plongeant dans les calculs ils découvrent que le **Comte de SAINT VENANT** ingénieur des Ponts et Chaussées avait déjà tout trouvé en 1823 !



Moteur : Salmson ou Peugeot de 120 à 220 Cv selon les versions
 Envergure : 14.73 m à 18.73 m
 Longueur : 9.53 m à 11.0 m
 Masses : 798 à 1312 Kg à vide, 1158 à 1860 Kg en charge max.
 Vitesse : 105 à 132 Km/h max
 Autonomie : de 3 à 4 Heures
 Plafond : 3500 à 4300 m

La fameuse loi, de **SAINT VENANT**, dont nous passerons les détails.... corrige automatiquement les erreurs de compressibilité tant que la vitesse est **sub-sonique**. Comme l'ULM n'est pas (pour l'instant) super-sonique... ! il suffit d'équiper nos machines avec des anémomètres étalonnés selon la loi de **SAINT VENANT**.

✓ pour les ULM lents les anémomètres à tube de VENTURI peuvent être installés.... sans perdre de vue que, dès 100 à 120 Km/h, les indications sont déjà légèrement fausses.

✓ pour les ULM plus rapides **il faudra installer** un anémomètre **étalonné** selon la loi de **SAINT VENANT**. Deux possibilités de sondes s'offrent alors:
 - soit une sonde complète de type PITOT qui comprend une prise STATIQUE et une prise DYNAMIQUE
 - soit une sonde dynamique seule, et dans ce cas il faut installer une (ou mieux) 2 prises statiques.

2

ATTENTION

- Par convention OACI, les anémomètres sont étalonnés selon la loi de ST VENANT et indiquent une **VITESSE CONVENTIONNELLE VC** et non pas une vitesse corrigée...(comme beaucoup le pensent !).
- L'étalonnage est réalisé au **niveau de la mer** (*** ISA - MSL : 1013,25 hPa 15 ° C masse volumique de l'air $\rho_0 = 1,225 \text{ kg/m}^3$)

DONC

- si le vol a lieu au niveau mer
 - si l'erreur de prise statique est nulle
 - si la P atmosphérique = 1013,25 hPa et la température = 15 ° C
 - si la vitesse est inférieure à 250 kt... souvent le cas en ULM !
- alors dans ce cas bien particulier**
IAS... Vi en français = VC = TAS ... Vv en français
Formidable ce qui est lu correspond à la réalité !

SINON 2 CORRECTIONS OBLIGATOIRES

La densité de l'air diminue avec l'altitude.... donc:
Vv = Vi +1% de Vi, par tranche de 600 ft (ou 200 m) à partir de la surface 1013 Hpa

La densité de l'air dépend de la température... donc :
Vv = Vi +1% de Vi pour 5° au-dessus de la température ISA
Vv = Vi - 1% de Vi pour 5° au-dessous de la température ISA

*** ISA (International Standard Atmosphere)

Pour se souvenir ...la phrase qui va bien:
PLUS HAUT ou PLUS CHAUD=PLUS VITE

Une formule rapide: **Correction en % = $\frac{\text{FL} + \text{température}}{5} - 3$**

3

Quelques exemples

Un ULM équipé d'un anémomètre sans erreur instrumentale vole à une altitude de 5000 ft. Les conditions atmosphériques sont celle de l'atmosphère type en conditions standards.

sa Vitesse propre:

- A: est égale à sa vitesse indiquée
- B: est supérieure à sa vitesse indiquée
- C: est inférieure à sa vitesse indiquée
- D: ne peut être comparée à sa vitesse indiquée

Que si l'on connaît la vitesse du vent.

Réponse: B Réviser le point N° 2 .. Corrections obligatoires !

Avec votre ULM vous allez atterrir sur une plate-forme située à 2000 mètres le vent est nul.

La VS0 en basses couches est de 70 km/h
 La ** VOA sera donc de $70 \times 1,3 = 91 \text{ km/h}$
 Appliquez vous une correction de densité ?
RÉPONSE: NON

La vitesse indiquée de décrochage VS0 est indépendante de l'altitude c'est une caractéristique aérodynamique lue sur l'anémomètre.

PAR CONTRE ATTENTION

La vitesse vraie sera plus élevée à 2000 m
 \Rightarrow correction 10% (10 tranches de 200 m)
 $\Rightarrow 91+9,1=100,1 \text{ km}$

Alors pensez aux rochers en bout de piste... ne les égratignez pas !

** Vitesse Optimum d'Approche (V.O.A.)
 Vitesse de Référence Vref ou encore VAT

Au FL 60 avec un QNH 1013,2 Hpa la vitesse indiquée est de 70 kt. et la température indiquée de 9 °C?

On supposera que l'erreur de prise statique est nulle....donc $V_c = V_i$

La correction de Vitesse AIR est donc: $6000/600 = 10\%$ de V_i soit **7 kt**

Température type au FL 60... c'est la température au sol moins la décroissance thermique calculée sur 6000 ft ce qui donne $T_{ISA} = 15^\circ\text{C} - 2^\circ \times (6000/1000) = 15-12 = +3^\circ\text{C}$ ***

Ecart de température: Température indiquée - Ttype = $9-3 = +6^\circ\text{C}$ on a donc: $6/5 = 1,2\%$ de 70 kt = **0,84 kt**

VITESSE AIR = 70+7+0,84 = 78 kt.

*** Rappel: décroissance $2^\circ/1000 \text{ ft}$ ou $6,5^\circ/1000 \text{ m}$

Avec la formule rapide $\frac{60 + 9}{5} - 3 = 10,8\%$

4

Un exemple légèrement plus complexe..... avec un petit calcul d'altimétrie !

Altitude du vol = 3500 ft QNH = 990 hPa température extérieure = 12°

-1- Correction due à la pression: il faut calculer Zp.... pour appliquer la formule rapide décrite précédemment !

$Z_p = Z_{QNH} + 28 \times (1013 - 990)$

$Z_p = 3500 + 28 \times 23 = 3500 + 644 = 4144 \text{ ft}$

$4144/600 = 6,9$ tranches de 600 ft arrondissons à 7 ce qui fait +7 %

-2- Correction de température:

- calcul de la θ standard à l'altitude de vol $3500/1000 = 3,5$ tranches de 2° donc 7° de diminution par rapport à la θ sol de 15° ce qui donne $15-7 = 8^\circ \text{ISA}$

La température extérieure est de 12° donc elle est $\text{ISA} + 4$

Ce qui donne une correction très faible égale à $4/5$ de 1% arrondissons à 1% !

La correction globale est donc: $7\% + 1\% = 8\%$

Avec la formule rapide $\frac{41,44 + 12}{5} - 3 = 7,68\%$

