

# Critères de qualité ULM et LSA

Ewald Hunsinger

Site : [www.HKW-aero.fr](http://www.HKW-aero.fr)    Contact : [contact@hkw-aero.fr](mailto:contact@hkw-aero.fr)

6.8.2009    Indice A7 le 8.8.2009

***« Critères de qualité à destination des acheteurs d'aéronefs de loisir. Il s'agit de permettre aux acheteurs de faire les choix les plus pertinents ».***

Dans cet exposé, nous faisons constamment référence à plus de 200 aéronefs de type ULM et LSA référencés dans le catalogue « MONDIAL DE L'AVIATION 2009/2010 ».

# Quels sont les critères de qualité en aviation ?

## 1- La qualité de transport $Q_T$

$Q_T$  est définie par la « fraction de masse à emporter » : Masse emportée / masse maxi au décollage =  $M_E/M_D$

L'analyse de  $M_E/M_D$  des +200 ULM ou LSA nous donne une moyenne et un écart type de  $0,43 \pm 0,05$ . Considérons que la limite de qualité se situe à  $0,43 + 0,05 = 0,48$  (moyenne + écart type) : 17% des appareils se situent au dessus, 83% des appareils se situent en dessous de cette limite. Ces derniers appareils sont donc trop lourds.

## 2- La qualité aérodynamique QA

$Q_A$  est caractérisé par la surface de traînée parasite  $S.C_x$  (m<sup>2</sup>) calculée à partir des performances en croisière données par le catalogue.

$$\mathbf{S.C_{x_0} \equiv SMT.C_{fe}}$$

$C_{x_0}$  =  $C_x$  à incidence nulle référencé à  $S$  = surface alaire

$C_{fe}$  = coefficient équivalent plaque plane

$C_{fe}$  de l'appareil « quasi parfait », par exemple le NEMESIS, est égal à 0,003. C'est-à-dire que le  $C_{fe}$  du NEMESIS se rapproche d'une plaque plane à incidence nulle ! Le  $C_{fe}$  de cet appareil nous sert de référence.

Critères de qualité  $Q_A$  avec une SMT de 40m<sup>2</sup> (surface courante pour les ULM et LSA) :

$Q_A$ exceptionnelle	$S.Cx_0 \leq 0,15\text{m}^2$ ( $\equiv \text{SMT}.C_{fe}=40.0,00375$ )
$Q_A$ bonne	$0,15 < S.Cx_0 \leq 0,18\text{m}^2$ ( $\equiv \text{SMT}.C_{fe}=40.0,0045$ )
$Q_A$ acceptable mais correctible	$0,18 < S.Cx_0 \leq 0,24\text{m}^2$ ( $\equiv \text{SMT}.C_{fe}=40.0,0060$ )
$Q_A$ déficiente	$0,24 < S.Cx_0$

Comment se situent les +200 appareils par rapport à ces critères de qualité ?

$Q_A$ exceptionnelle	0%
$Q_A$ bonne	2%
$Q_A$ acceptable mais correctible	6%
$Q_A$ déficiente	92%

## Résumons

83% des ULM et LSA ont une qualité de transport  $Q_T = M_E/M_D$  trop faible

92% des ULM et LSA ont une traînée parasite supérieure au double de ce qu'il est possible de faire.

Rajoutons que cette traînée parasite double entraîne une surconsommation d'environ 40.000 litres (4T) à 60.000 litres (2T) de carburant au terme de 5.000 heures de vol...

## Conséquence

Les constructeurs compensent ces déficiences aérodynamiques et massiques en sur motorisant leurs appareils. En plus du surcoût lié à cette sur motorisation, ceci entraîne une surconsommation de carburant regrettable parce que totalement évitable.

Rajoutons que cette dérive inutile des coûts s'est aggravée au fil des années passées.

## Et qu'en est-il de la pratique aéronautique ?

En extrapolant les tendances de la pratique aéronautique de ces dernières décennies (source FFA), nous obtenons :

Années	Heures de vol...
2022	Heures de vol en instruction = 0 (plus d'élèves pilotes)
2031	Heures de vol jeunes pilotes = 0
2032	Heures de vol total = 0
2030	Nombre de licence = 0

## Corrélation

La disparition progressive de la pratique aéronautique trouve sa source pour l'essentiel dans l'envolée des coûts d'utilisation des aéronefs.

Les causes de cette envolée des coûts sont ici identifiées : déficiences aérodynamiques et massiques.

## Et pourtant...

Il est simple de supprimer ces causes. Voir notamment les documents :

- objectifs et philosophie du projet ;
- comment atteindre nos objectifs ?
- le vol à très faible puissance ;
- design, technologies, performances...

## Recommandations aux acheteurs d'ULM et LSA. Avant d'acheter, évaluez...

1- Déterminez le  $S.Cx0 \equiv SMT.Cfe$  en procédant comme suit :

$$SMT.Cfe = \left[ Pd.Rhi - \left( \frac{Md.g.n}{b} \right)^2 \cdot \frac{2}{\rho.v.\pi.e} \right] / \frac{1}{2} \rho.v^3$$

## Données, par exemple

$P_d =$ puissance à 75% (W)	$80cv \times 0,75 \times 736 = 44160 \text{ W}$
$R_{hi} =$ rendement hélice installée	0,8 (Hypothèse simplificatrice)
$M_d =$ masse maxi au décollage (kg)	472,5 kg
$g =$ accélération terrestre ( $m/s^2$ )	9,81 $m/s^2$
$n =$ facteur de charge = 1 en croisière	1
$b =$ envergure (m)	10 m
$\rho =$ masse volumique de l'air ( $kg/m^3$ )	1,2 $kg/m^3$ (500 m)
$v =$ vitesse correspondante à $P_d$ et $\rho$ (m/s)	$180km/h/3,6 = 50 \text{ m/s}$
Fiabilité des données : voir annexe 1	
$e =$ coefficient d'OSSWALD	0,8 (Hypothèse simplificatrice)

Ce qui nous donne  $S.Cx_0 \equiv SMT.C_{fe} = 0,4330 \text{ m}^2 \Rightarrow$

$C_{fe} = 0,011$  avec une SMT de  $40m^2$

Comment se situe  $S.Cx_0 \equiv SMT.Cfe = 0,4330 \text{ m}^2$  dans le tableau ci-dessous ?

Critères de qualité  $Q_A$  avec une SMT de  $40\text{m}^2$  (surface courante ULM et LSA) :

$Q_A$ exceptionnelle	$S.Cx_0 \leq 0,15\text{m}^2 (\equiv SMT.Cfe=40.0,00375)$
$Q_A$ bonne	$0,15 < S.Cx_0 \leq 0,18\text{m}^2 (\equiv SMT.Cfe=40.0,0045)$
$Q_A$ acceptable mais correctible	$0,18 < S.Cx_0 \leq 0,24\text{m}^2 (\equiv SMT.Cfe=40.0,0060)$
$Q_A$ déficiente	$0,24 < S.Cx_0$

**2- Évaluez la « fraction de masse à emporter » :**

Masse emportée / masse maxi au décollage =  $M_E/M_D$

$M_E/M_D$  est-il  $\geq 0,48$  ?