

	AERO-CLUB DU CE AIRBUS-FRANCE TOULOUSE	
	CISOA-Commission Interne pour la Sécurité des Opérations Aériennes	
07/2012	Conseil Sécurité du mois	Page 1/4

Rédacteurs : Walter Grumelli / Jacques Loury

mise à jour du 25 août 2019

1.3Vs : le « talisman » du pilote !

Que traite ce conseil ?

La sécurité à bord d'un avion implique, entre autres, de rester dans le domaine de vol défini par son constructeur et de prendre une « marge de sécurité » vis-à-vis de ses limites.

Ce conseil introduit et développe le concept de **vitesse minimum d'évolution** et la justification de la règle de sécurité suivante :

À l'exception de situations de vol particulières¹, toujours maintenir une vitesse supérieure à 1,3 fois la vitesse de décrochage valable pour la configuration en usage et le facteur de charge subi.

Petit retour sur la théorie du vol !

Si nous devons énumérer les éléments qui caractérisent le vol d'un aéronef, nous mettrions en tête de liste l'**incidence** de l'aile (qui détermine les valeurs des coefficients de portance C_z et de traînée C_x), la force du **vent relatif** et le **facteur de charge** auxquels il est soumis.

L'influence mutuelle de ces éléments et leur contribution à la création et à l'équilibre des forces appliquées sur l'aéronef sont étudiées en Aérodynamique et en Mécanique du vol. De cette étude nous avons retenu que :

- le « phénomène de décrochage » se produit à grande incidence et entraîne la perte de contrôle de l'avion ;
- l'incidence varie lors d'une accélération ou décélération sur la trajectoire ainsi que dans les turbulences et prend, en vol stabilisé, diverses valeurs selon la vitesse, la configuration et l'inclinaison choisies ;
- un facteur de charge $\neq 1$ apparaît en virage ou lors d'un changement de trajectoire dans le plan vertical ;
- la « vitesse de décrochage », ou plus précisément la « vitesse minimum de sustentation V_s », a pour expression mathématique :

$$V_s = \sqrt{[2/\rho \cdot n \cdot P/S \cdot 1/C_{z_{max}}]}$$

Racine carrée du produit de deux fois l'inverse de la masse volumique de l'air ρ par le facteur de charge n , la charge alaire P/S et l'inverse du $C_{z_{max}}$ (dont la valeur dépend de la configuration de vol)

- les seuls énoncés du $C_{z_{max}}$ et du facteur de charge à ne pas dépasser déterminent la **vitesse** et l'**inclinaison** requises pour rester dans le domaine de vol.

¹ Exercices de « vol lent » et de rattrapage d'un décrochage, Rotation au décollage, atterrissage de précaution

Exemple du Robin DR42 : valeurs du facteur de charge et de la vitesse de décrochage (en km/h) [à 900 kg (masse maximum) au niveau de la mer et en atmosphère standard] à diverses inclinaisons, pour les configurations « croisière » et « atterrissage » :

Φ°	0°	5°	10°	15°	20°	30°	35°	45°	60°	70°	75°
n	1	1.01	1.02	1.03	1.06	1.15	1,22	1.41	2	2.92	3.80*
Lisse (croisière)	95	95	96	97	98	102	105	113	134	162	185
2ème cran (atterrissage)	85	85	86	86	88	91	94	101	120	157	166

*facteur de charge à ne pas dépasser

De la théorie à la pratique, il n'y a qu'un pas !

Les diverses phases et situations de vol amènent le pilote à effectuer des manœuvres sur des trajectoires et à des vitesses définies selon les procédures applicables.

Des actions appropriées sur les commandes et un choix adapté de paramètres de vol permettant à la fois de respecter diverses limitations techniques (résistance de la structure, efficacité aérodynamique, puissance utile, etc.) et de répondre aux besoins opérationnels de ces phases et situations (configuration, vitesse, maintien et changement de cap, d'altitude, etc.) contribuent à la sécurité du vol.

Exemples de phases et situations de vol :

- ✓ course au décollage, rotation de l'assiette et accélération jusqu'à la vitesse de montée ;
- ✓ finale avec ou sans rattrapage de vitesse, de plan et d'axe (trajectoire de descente rectiligne ou avec de très faibles inclinaisons) ;
- ✓ arrondi à l'atterrissage et décélération jusqu'au toucher des roues ;
- ✓ évolution à vitesse réduite en palier d'attente ou en configuration « décollage » pour la séparation avec l'avion qui précède (« régulation » en tour de piste) ;
- ✓ trajectoire avec un faible rayon de virage, donc à vitesse réduite et forte inclinaison (1/2 tour dans une vallée étroite, descente dans une "trouée" de la couche nuageuse) ;
- ✓ survol de lieux particuliers (site touristique, maison familiale ou des amis !!!, etc.) ;
- ✓ évitement d'un aéronef convergent ou rattrapage d'un « over shoot » lors de l'interception d'un axe (alignement en finale) ;
- ✓ remise de gaz (par exemple lors d'un rebond à l'atterrissage) ;
- ✓ circuit « basse hauteur » (lors d'une interruption volontaire du vol hors aérodrome, après une remise de gaz ou détection d'une alarme ou d'une panne mineure après décollage) ;
- ✓ évolutions lors d'un atterrissage « forcé ».

Les exemples ci-dessus illustrent quelques-unes des manœuvres pour lesquelles la **vitesse** et l'**inclinaison** sont deux paramètres essentiels, qui peuvent affecter grandement la sécurité du vol s'ils sont négligés ou inadaptés.

Garder un pied de pilote !

Le changement tout comme le maintien de la trajectoire et de la vitesse impliquent de virer, d'agir sur l'assiette et la puissance en gardant la symétrie, ceci ayant pour effet, continu ou momentané, de modifier l'**incidence** et de créer du **facteur de charge**.

A ces deux effets induits s'ajoutent des effets transitoires liés à l'inertie lors de mouvements autour des axes, et plus particulièrement les axes de tangage et de roulis, ainsi qu'aux variations du vent relatif lors d'un changement d'assiette ou d'un vol effectué en air agité.

Conseil Sécurité 07/2012	AERO-CLUB DU CE AIRBUS-FRANCE TOULOUSE - CISOA	Page 3/4
	1.3Vs : le « talisman » du pilote !	

Ces effets transitoires seront plus importants si la vitesse est relativement faible, par exemple au moment du décollage ou de l'atterrissage, en palier d'attente, à l'approche, en dernier virage ou en finale. Ils peuvent alors provoquer le déclenchement intempestif de l'alarme sonore signalant « l'approche du décrochage » : cette alarme sera un appel à ne pas agir trop fort ou trop vivement sur les commandes mais surtout à prendre d'avantage de marges, autrement dit un plus grand « pied de pilote » !

☞ *Qui n'a pas entendu sonner l'avertisseur de décrochage en maintenant l'altitude en virage ou en traversant une zone de turbulences ?*

Connaître l'incidence et le facteur de charge pour mieux les maîtriser : pas si simple !

En vol stabilisé et en air calme le pilote connaît et maîtrise le facteur de charge dû à l'inclinaison qu'il choisit et adopte l'assiette et la puissance qui conviennent pour que l'incidence prenne la valeur correspondante à la trajectoire et à la vitesse désirées.

Pour le confort de ses passagers il incline modérément et agit doucement sur les commandes, limitant ainsi l'augmentation de l'incidence et le facteur de charge subi.

Par contre le pilote ne connaît pas à priori le facteur de charge et les variations instantanées de l'incidence et de l'inclinaison qui seront provoqués aussi bien par sa manière de corriger les écarts (voire ses excès de correction) que par les effets transitoires indésirables ou imprévisibles, même s'il peut les minimiser en réagissant de manière appropriée.

Il en résulte que les effets transitoires combinés aux effets induits affectent la vitesse et dans la plupart des cas la rapprochent de la vitesse de décrochage.

☞ *Le déclenchement de l'alarme sonore n'est guère rassurant pour les passagers !*

En conséquence, pour toujours « être à bonne distance » du déclenchement de l'avertisseur de décrochage et réduire ainsi le risque de « décrocher » involontairement, un « coefficient de sécurité » suffisant doit être appliqué à la vitesse d'évolution.

L'instrument inventé par Raoul Badin ne nous indique pas tout !

Sur l'anémomètre sont marquées certaines plages et valeurs de vitesses représentatives des « limites du domaine de vol ».

Le marquage des valeurs de vitesses correspond à celles valables pour la masse maximum autorisée au décollage en l'absence de facteur de charge :

- V_{S0} vitesse de décrochage en configuration « atterrissage » (début de l'arc blanc) ;
- V_{S1} vitesse de décrochage en « croisière » (début de l'arc vert) ;
- V_{FE} vitesse maximum avec tous les volets sortis (fin de l'arc blanc) ;
- V_{NO} vitesse maximum en air agité (début de l'arc jaune) ;
- V_{NE} vitesse à ne jamais dépasser (marque rouge à la fin de l'arc jaune).

D'autres vitesses n'y sont pas marquées, notamment la vitesse de décrochage en configuration « décollage » et la **vitesse minimum d'évolution**.

Avoir en mémoire une référence de vitesse minimum d'évolution : quelle gageure !

L'application de la règle de sécurité énoncée en introduction, qui consiste à adopter une vitesse d'évolution supérieure ou égale à 1,3Vs, donne 30% de marge vis-à-vis de la vitesse au voisinage de laquelle les phénomènes liés au décrochage vont apparaître avec les conséquences que nous connaissons sur le pilotage de l'avion et sa trajectoire !

Dans le terme 1,3Vs la valeur de la « vitesse de décrochage » est celle valable au moment de la manœuvre !

Comme rappelé précédemment, de multiples éléments font varier à tout instant la « vitesse de décrochage », ce qui rend difficile la détermination de la valeur applicable du terme 1,3Vs.

La mémorisation des paramètres de pilotage, et en particulier de la vitesse minimum d'évolution, est facilitée par le recours à deux valeurs prédéfinies :

- 1) la Vs valable pour l'inclinaison nulle (V_s à $\Phi=0^\circ$), donc à facteur de charge =1 ;
- 2) l'inclinaison « standard » de 37° , valeur médiane des inclinaisons de 30° et 45° , à laquelle, en vol stabilisé, le facteur de charge est modéré.

A 37° d'inclinaison, le facteur de charge vaut 1,25 et multiplie la Vs valable pour l'inclinaison nulle par $\sqrt{1,25}$ soit 1.118, valeur devenant 1.45 par application du coefficient de sécurité 1,3.

Les valeurs d'inclinaison et de vitesse minimum d'évolution prises comme référence opérationnelle seront donc 37° et **1,45 Vs** à $\Phi=0^\circ$ pour la configuration en usage, sachant qu'il existe classiquement trois configurations : « croisière », « décollage », « atterrissage ». Chaque valeur correspondante de 1,45 Vs à $\Phi=0^\circ$ doit être mémorisée.

Pour des inclinaisons plus faibles ou plus fortes que 37° il conviendra de se référer aux valeurs des Vitesses minima d'évolution aux inclinaisons Φ° pour les diverses configurations en usage.

Exemple pour le Robin DR42 (vitesses en km/h - valeurs arrondies à la ½ dizaine)

Vs (décrochage) n = 1 TOW = 900kg	Configuration (position volets)	Décollage (Rotation) $\Phi^\circ = 0^\circ$	Vitesses minima d'évolution (1.3 Vs)							
			Finale*	Autres situations						
				$\leq 10^\circ$	15°	20°	30°	37°	45°	60°
95	Lisse	-	125	125	130	135	140	150	175	210
90	1er cran	100	120	120	120	125	130	140	165	200**
85	2ème cran	-	110	115	115	120	125	130	155	190**

*jamais < 1.2Vs $\Phi=0^\circ$ (114, 108, 102) si atterrissage de précaution par vent calme

**Supérieure à V_{FE}

Point d'attention : tous volets sortis et à forte inclinaison, si la vitesse minimum d'évolution ne peut pas être atteinte ou maintenue, par exemple lorsqu'en palier le moteur est à sa puissance maximum, évoluer en descente mais en veillant à ne pas dépasser les limites de vitesse, d'inclinaison et de facteur de charge !

Pour résumer :

- en ligne droite, adopter une vitesse minimum de 1,3 Vs à $\Phi=0^\circ$ pour la configuration en usage (en finale, ajouter le KVe si le vent au sol est > 10 kt) ;
- en virage, privilégier une inclinaison d'environ 37° . S'il faut virer à faible vitesse, se fixer comme limite basse 1,45 Vs à $\Phi=0^\circ$ pour la configuration en usage ;
- si une manœuvre exige d'incliner à plus de 37° , augmenter la vitesse au-delà de la vitesse minimum d'évolution correspondante à l'inclinaison choisie ;
- si une situation exige de réduire la vitesse d'évolution à une valeur inférieure à 1,45 Vs à $\Phi=0^\circ$ et de virer, adopter une inclinaison au maximum égale à celle qui correspond à la vitesse choisie.

Manœuvrons avec prudence !