

MANUEL
DE
CONNAISSANCES THEORIQUES
&
ÉLEMENTS DE SECURITE

Conception : Patrick PARIS
Entraîneur National de l'Équipe
de France de Voltige Unlimited

SOMMAIRE

REMARQUE IMPORTANTE	Page _ 3_
CONNAISSANCES THÉORIQUES	
- L'AVION	Page _ 4_
- LE PILOTAGE	Page _ 6_
- LA VOLTIGE	Page _ 8_
PERFECTIONNEMENT - LISTE D'ITEMS	Page _ 10_
VOLTIGE POSITIVE - LISTE D'ITEMS	Page _ 13_
VOLTIGE INVERSÉE - LISTE D'ITEMS	Page _ 15_
ÉLÉMENTS DE SÉCURITÉ	Page _ 17_
- POINT CLÉ 1 et POINT CLÉ 2	Page _ 18_
- RISQUE DE FIGEMENT	Page _ 19_
ERREURS COURANTES & LEURS CONSÉQUENCES	Page _ 21_
- VOLTIGE POSITIVE	Page _ 21_
- VOLTIGE NÉGATIVE	Page _ 28_
AUTRES MEDIAS	Page _ 34_

REMARQUE IMPORTANTE

La pratique de la voltige aérienne est liée à de nombreux facteurs et caractéristiques comme :

- Le type d'avion
- Le niveau de compétence du pilote
- La condition physique (âge, objectifs)
- La météorologie (hauteur des nuages, visibilité, vent, turbulences, changement de temps)
- L'environnement (topographie, type d'axe vertical piste ou en campagne, nuisance sonore)
- Le mode de formation (stage, ou séances espacées dans le temps)
- Etc. ...

Il est donc essentiel d'actualiser ses connaissances et ses compétences dès que l'un de ces paramètres change et particulièrement, lors d'un changement d'avion. Le pilote réétudiera alors impérativement la liste des briefings et exercices en vol adaptés à son nouvel appareil.

Une attention particulière sera portée lors de la transition d'un avion équipé d'une aile « bois » à un autre, équipé d'une aile « carbone » en insistant sur l'efficacité des gouvernes ainsi que le taux de mise en roulis, la vitesse de roulis et leurs conséquences, le comportement dans les différentes vrilles et figures dites « gyroscopiques ».

CONNAISSANCES THEORIQUES

A étudier au début de l'apprentissage de la voltige, et lors de tout changement de type d'avion

A) L'AVION

1. ÉTUDE DU MANUEL DE VOL DE L'AVION UTILISÉ

- Noter la consommation en voltige et le fonctionnement du système carburant (transfert) ainsi que la capacité des réservoirs.
- Les équipements et les particularités d'un avion de voltige certifié.
- Le programme de maintenance de l'avion utilisé (voir chapitre C) §2).
- La « visite pré-vol » > points particuliers : bouchon d'essence, masselottes ou palettes d'ailerons, points d'accrochage des gouvernes, états de surface et/ou criques de revêtements, câbles de direction, verrière, sangles, réglage et fonctionnement du système de blocage du siège etc... (voir le POH).
- Vérifier la position de l'indicateur du trim dans l'avion en rapport avec le trim sur la profondeur
- Toujours purger les différents réservoirs et systèmes du circuit carburant (avec un système permettant de différencier visuellement l'eau et l'essence).
- S'assurer que le compartiment bagages est totalement vide.
- Attention ! au sol, si les commandes ont été bloquées (afin que les gouvernes ne flottent pas dans le vent) elles doivent être parfaitement libérées (place pilote ET passager) avant l'installation du pilote dans l'avion.
- Procédures et précautions si l'avion doit rester en extérieur > freins, commandes bloquées et bâche verrière, caches prises statiques et dynamiques.

2. ÉQUIPEMENT DE VOL **très recommandé** > combinaison Nomex, chaussures montantes, gants, lunettes ou casque, protections auditives.

3. ÉTUDE INSTALLATION A BORD > HARNAIS ET CEINTURE DE SECURITE PILOTE et brêlage si besoin de la place passager si vol solo (ou du passager le cas échéant), toute poche avion ou pilote impérativement fermée.

- Connaître les endroits où l'on peut marcher sur l'aile (marche pied) et dans la cabine (attention aux commandes), ainsi que ceux sur lesquels on peut s'appuyer lors de l'installation sans endommager l'avion.

- Réglage et blocage sièges et câbles (ou pédales) de direction, propreté cabine (sable, herbe, graviers, insectes, objets divers), sac à vomis (présence, accès, utilisation).
- Étude procédure et exercice d'évacuation au sol.

4. UTILISATION DU PARACHUTE OBLIGATOIRE

- Étude du domaine d'utilisation du parachute (notion de durée de vie et nécessité d'entretien, pliage, stockage). > Étude de la procédure d'utilisation du parachute.
- Étude de l'utilisation du parachute avion, procédure, domaine d'utilisation, etc. ...

5. ÉTUDE DU DOMAINE DE VOL DE L'AVION UTILISÉ > notion de VA, VNE, et VD, impact des turbulences sur la cellule (augmentation du nombre de G), relation entre inclinaison ou taux de tangage et accélérations, étude masse maximale et centrage en catégorie A.

- Étude des conséquences en cas de non-respect des limitations > notion de vieillissement de la cellule selon les cycles de contraintes imposées (Apparition possible mais non systématique de criques de revêtement).
- Étude des conséquences mécaniques en cas d'atterrissage dur quand le longeron de l'aile, ou la cellule supporte le train d'atterrissage.
- Notion de FLUTTER et de ses conséquences, procédure de sortie (si c'est encore possible avant la désintégration de la cellule).
- Utilisation et gestion du moteur + toutes les limitations incluant l'hélice pas fixe ou variable.

B) LE PILOTAGE

1. ÉTUDE DES FICHES DE SECURITE (à partir de la page 17)

2. ÉTUDE DES PROCEDURES D'URGENCE DE L'AVION UTILISE

- Étude atterrissage d'urgence au trim de profondeur (en cas de rupture de commande de profondeur).
- Remise en route en vol au démarreur ou si la batterie est HS, par augmentation de vitesse (connaître l'altitude perdue).
- Conduite à tenir en cas de fumée ou feu en vol, ou au sol.
- Différents cas et procédures d'évacuation en vol (et éventuellement au sol).
- Conduite à tenir en vol, puis au sol en cas de dépassement accidentel du domaine de vol (G's), de survitesse ou surrégime.

3. ÉTUDE DES EFFETS PHYSIOLOGIQUES SUR L'ORGANISME HUMAIN

Les accélérations, positives, négatives, latérales peuvent avoir comme conséquences :

- Nausées (sac à vomis, position, état, utilisation).
- Désorientation spatiale.
- Apparition de voile gris, voile noir.
- Perte de connaissance G-LOC (étude de la différence entre voile noir et G-LOC).
- Problèmes cervicaux... (passage en accélération positive après « vol dos » prolongé). Il est important de :
 - ↳ les détecter, les éviter (contraction des muscles abdominaux, blocage de la respiration pendant la figure, pas de mouvement brusque de la tête),
 - ↳ les faire disparaître par un relâchement de profondeur si possible.
- A cause de facteurs comme entre autres, des mouvements brusques de la tête, des angles importants entre la tête et la colonne vertébrale, beaucoup de G négatifs (mais pas uniquement les G négatifs), un entraînement intensif (ou pas) générant de la fatigue, la déshydratation, des vertiges ou des problèmes d'équilibre peuvent apparaître chez certains pilotes. Un arrêt immédiat de toute figure de voltige ou toute manœuvre, impliquant des G ou des inclinaisons supérieures à quelques degrés peut parfois permettre de stabiliser l'équilibre. C'est une situation très stressante et qui peut, selon le cas, **devenir très dangereuse**.
 - ↳ Documentez-vous sur ce sujet d'une grande importance dans des publications médicales et auprès de médecins spécialisés.

***Il est primordial de rester conscient et parfaitement attaché à bord
afin de garder la maîtrise de l'avion (importance du brélage)***

!!! Ce paragraphe 3 est donc vital !!!

- Notions de pratique sportive utile à la voltige et des sports incompatibles ; d'hygiène de vie (alimentation, repos, sommeil).
- Vérification de l'aptitude physique et psychologique préalable à l'exercice de cette discipline ; liste des médicaments interdits par l'Agence Mondiale Antidopage (AMA et l'AFLD).

C) LA VOLTIGE

1. ÉTUDE DE LA REGLEMENTATION AERONAUTIQUE SPECIFIQUE

- Notion d'axe permanent ou temporaire (étude du NOTAM).
- Étude particulière des restrictions locales associées à l'axe utilisé (aux axes utilisés) lors de la progression.

2. NOTIONS DE VISITES REGLEMENTAIRES D'ENTRETIEN

- Enseignement du compte-rendu en cas de dépassement de facteur de charge, atterrissage dur ou survitesse/surrégime.

3. ÉTUDE DE L'UTILISATION PRATIQUE D'UN AXE

- Altitude plancher/plafond.
- Distance maximum par rapport au centre de l'axe.
- Fréquence radio et code transpondeur sur l'axe (si nécessaire).

4. NOTION DE CONTROLE INSTRUCTEUR OU ENTRAINEUR AU SOL (compétences, vocabulaire, conseils, consignes).

- Pour les vols solos, l'instructeur définira le contenu exact du vol et s'assurera que le pilote en instruction maîtrise les situations d'urgence par des exercices réguliers de pannes dont : la panne moteur (pendant la vrille ou le pivot du renversement par exemple), ainsi que par la révision régulière de la procédure d'évacuation en vol.
- En cas de voile noir ou G-LOC différentes études montrent que c'est l'audition qui est le premier sens qui redevient « actif », il est donc primordial que le coach continue à parler au pilote même, si le pilote ne réagit pas encore.

5. L'ESPRIT DE COMPETITION PREMATURE

- Attention à la tendance à voler bas pour « se montrer » aux juges ou aux éventuels spectateurs.
- Influence des représentations.
- Parce que le pilote qui débute peut avoir vu des vols très dynamiques effectués par des pilotes très expérimentés, il peut lui-même être tenté d'imiter ce style de pilotage très incisif alors qu'il ne maîtrise pas encore la précision.

RAPPEL :

L'ordre de ces 7 PRIORITES doit toujours rester présent dans la progression

- 1/** Exécuter les bonnes figures dans le bon ordre (ce qui veut dire : pas de zéro !).
- 2/** Être le plus précis possible dans la réalisation de ces figures.
- 3/** Présenter les figures au bon endroit dans le box de façon équilibrée Gauche/Droite ainsi qu'en distance par rapport aux juges.
- 4/** Jolter progressivement toutes actions sur les commandes (particulièrement profondeur et ailerons en début d'action et surtout, à l'arrêt de l'action).

5/ Resserrer petit à petit le cadre.

6/ Gérer progressivement l'impact du vent de face/ travers/ arrière, et intégrer la notion de « perspective » c'est-à-dire : voler haut quand on est loin des juges et descendre progressivement en sécurité quand on s'en rapproche, ainsi que toutes les mini corrections de tendances positif/négatif, de 45° fort ou faible selon le vent, la VI et la position par rapport aux juges . S'approprier la translation latérale dans le box pendant les déclenchés, et des légères corrections de trajectoires pour « naviguer » dans le box.

7/ En appliquant cette méthode progressive, au fil des vols (c'est à dire : dès ses répétitions au sol) le pilote augmentera sa capacité à « supporter » une charge de travail (charge mentale) de plus en plus importante, ce qui est justement l'apanage des pilotes très expérimentés.

La compétition nécessite entre autres d'être ouvert à de nombreuses prises de décisions dont une éventuelle reprise d'altitude ou celle d'interrompre une manœuvre ! (L'instructeur veillera à ce que l'élève développe cette flexibilité d'esprit dès le début de la progression).

6. INFLUENCES

- De la température.
- De l'altitude – densité.
- De l'humidité.
- Des turbulences sur le vol.

7. DANGER DES NUAGES > Quoi faire et quand ? - Distance par rapport aux nuages.

Mauvaise visibilité modifiant l'horizon et ses conséquences sur l'orientation spatiale pendant les figures.

8. NOTION DE GESTION D'ENERGIE, DE VITESSE ET D'ALTITUDE

Cette dernière étant toujours la meilleure sécurité sous réserve du respect du domaine de vol avion.

- Importance de connaître ses propres limites pour chaque figure ou programme.

9. FIGURES NOUVELLES

> Ne pas en essayer sans formation préalable avec un instructeur compétent

!!! Les figures « faciles » peuvent cacher des pièges !!!

PERFECTIONNEMENT

LISTE D'ITEMS

Préalables à la voltige

A réviser ou à étudier sur l'avion de la progression voltige



Les rappels d'aérodynamique sont très utiles dès le début de la progression d'autant qu'ils serviront tout au long de celle-ci.

_ITEM -OPF AU SOL :

Rappels d'aérodynamique Révisions théoriques de :

- ↳ Forces en jeu sur l'avion en palier, en montée, descente, en virage ; Effets moteur ; Effets des commandes (roulis induit, lacet inverse et la coordination des commandes) ; Décrochage symétrique ou dissymétrique ; Décrochage en virage symétrique et dissymétrique ; Vrille ventre, dos, normale, plate, spirale ; Portance dans différentes configurations ; Atterrissage vent de travers sur avion à train classique.
- ↳ Ainsi que les risques de dissymétrie notamment en dernier virage et leurs conséquences.

_ITEM -1 PF EN VOL :

Adaptation éventuelle au train classique.

_ITEM -2PF :

Effets des commandes profondeur, ailerons, direction vol ventre et vol dos : lacet inverse, roulis induit.

_ITEM -3PF :

Couple moteur et effet de souffle en palier à vitesse de croisière puis en vol lent, en montée 45° et en verticale.

_ITEM -4PF :

Compensation avion.

_ITEM -5PF :

- Assiette vol ventre et dos à différentes vitesses.
- Relation capot moteur ou arceau verrière ou scotch sur verrière par rapport à l'horizon (POINT CLE 1).
- Réglage moteur aux différentes vitesses.

_ITEM _6PF :

Efficacité des gouvernes ainsi que l'effort associé

- ↪ En fonction de la vitesse.
- ↪ Avec et sans gaz.

_ITEM -7PF :

Vol lent ventre et dos.

_ITEM -8PF :

- Symétrie du vol à différentes vitesses.
- Glissades et dérapages.

_ITEM -9PF :

Virages engagés.

_ITEM -10PF :

Décrochage palier VRH ventre et dos > Incidence, portance, traînée, décrochage, vrilles

- ↪ À vitesse mini : *symétrique, *dissymétrique.
- ↪ Dynamique : *symétrique, *dissymétrique.

_ITEM -11PF :

Virages glissés et dérapés, ainsi que décrochages dans ces configurations.

_ITEM -12PF :

- Relation cadence//vitesse.
- Effort sur les commandes par rapport au facteur de charge, donc à l'incidence.
- Positionnement avion sur trajectoire.
- Neutralisation de l'action au manche pour que l'avion soit vraiment stabilisé.

_ITEM -14PF :

Prise d'axe et de vitesse à différentes altitudes (paramètres en interaction vitesse/ altitude/ puissance moteur).

> **Actions vitales** avant évolution, surveillance du ciel.

_ITEM -15PF :

Encadrement à différentes vitesses, altitudes et positions par rapport à la piste (ou à l'axe).

_ITEM -16PF :

8 paresseux, tonneau barriqué, sortie de position inusuelle dont le « virage engagé ».

NOTA BENE

- ↵ **Chaque vol** fait l'objet au sol, d'un briefing en fonction du programme prévu par l'instructeur puis en vol, d'une ou plusieurs démonstrations avec rappel des POINTS CLES, d'essais de l'item de la part de l'élève guidé par la voix de l'instructeur puis, observé par l'instructeur et enfin, d'un débriefing au retour du vol.
- ↵ **Chaque briefing** est composé de théorie, de démonstrations à l'aide d'une maquette, de l'explication des erreurs courantes, ainsi que des petites astuces utiles connues de l'instructeur et enfin, de la rubrique sécurité avec rappels des points clés (altitude vitesse, G, etc. ...).
- ↵ **Tous les items ou parties d'items** comportant du vol dos pourront être étudiés lors du début de la progression voltige à l'initiative de l'instructeur.

VOLTIGE POSITIVE

LISTE D'ITEMS

L'instructeur et l'élève doivent vérifier que la masse maxi en catégorie A et le centrage sont dans les limites avant chaque vol. L'instructeur doit briefer l'élève sur les limitations du domaine de vol pour les figures prévues. Il doit également rappeler à l'élève la nécessité de piloter doucement.

_ITEM -1Vp

Effets des commandes sur le dos, mise dos/sortie dos.

_ITEM -2VP

Tonneau lent à gauche et à droite (G & D)

_ITEM -3VP

Boucle.

_ITEM -4VP

Vrilles ventre G & D.

_ITEM -5Vp

Renversement.

_ITEM -6Vp

Rétablissement tombé sous 45°.

_ITEM -7Vp

Retournement sous 45°.

_ITEM -8Vp

Virages dos G & D.

_ITEM -9Vp

Tonneaux déclenchés G & D.

_ITEM -10Vp

Rétablissement droit (possibilité de déclenché involontaire).

_ITEM -11Vp

Différentes entrées de vrille (classique, accidentelle : en renversement, en « marche positive » avec sortie palier ventre, en déclenché).

_ITEM -12Vp

Vrilles ventre « voltige » G & D >1 tour ; 1t 1/4; 1t 1/2; 1t 3/4; 2 tours.

↳ Insister sur la procédure de sortie spécifique à chaque vrille « voltige », et ATTENTION car, parfois différentes du manuel de vol pour les vrilles « compétition ».

_ITEM -13VP

Tonneaux à 4 facettes > travail avec la direction.

_ITEM -14Vp

Vrille plate ventre > effet des ailerons, effet du moteur.

_ITEM -15Vp

- Vrille ventre piquée.
- Vrille ventre se transformant en spirale.

_ITEM -16Vp

- Tonneau départ dos.
- Tonneau sortie dos.
- Tonneaux enchaînés G & D.

_Item -17Vp

Vrilles dos G & D.

NOTA BENE

- ↳ **Dès que possible** : enchaînement de plusieurs figures avec alternance des rotations gauche/droite, en contrôlant l'altitude minimale et le volume d'évolution.
- ↳ **L'instructeur insistera sur** : le respect du domaine de vol, contrôle de la vitesse d'entrée, de sortie, et du régime moteur, du facteur de charge, des critères de jugement des figures.

VOLTIGE INVERSEE

LISTE D'ITEMS

L'instructeur et l'élève doivent vérifier que la masse maxi en catégorie A et le centrage, sont dans les limites avant chaque vol. L'instructeur doit briefer l'élève sur les limitations du domaine de vol (particulièrement du vol inversé) pour les figures prévues. Il doit également, rappeler à l'élève la nécessité de piloter sagement.

_ITEM -1Vi

- Tonneaux à facettes (2; 4; 8) G & D.
- Tonneaux opposés en palier.

_ITEM -2Vi

Tonneaux déclenchés positifs sur différentes trajectoires, type « compétition » G & D.

_Item -3Vi

Avalanche.

_Item -4Vi

Rotations verticales montantes G & D.

_Item -5Vi

Renversement sortie dos.

_Item -6Vi

Passage par l'avant.

_Item -7Vi

Boucle dos

_Item -8Vi

Retournement vertical tiré/poussé.

_Item -9Vi

Rétablissement tombé sous 45° départ dos.

_Item -10Vi

Retournement inversé sous 45°.

_Item -11Vi

Rotations verticales descendantes G & D (après renversement) - sortie ventre puis - sortie dos.

_Item -12Vi

Renversement départ dos.

_Item -13Vi

Tonneaux en virage (intérieur, extérieur) G & D.

_Item -14Vi

Déclenchés négatifs G & D.

_Item -15Vi

Cloches positives et négatives (suivant l'avion utilisé).

_Item -16Vi

- Vrilles dos « Voltige » G & D.
- Vrille ventre départ dos et vrille dos départ ventre (même si elles ne sont plus au catalogue FAI).

_Item -17V

Vrille plate dos (suivant l'avion utilisé).

NOTA BENE

- ↪ **Dès que possible** : enchaînement de plusieurs figures avec alternance des rotations gauche/droite, en contrôlant l'altitude minimale, le volume d'évolution et les effets du vent.
- ↪ **L'instructeur insistera sur** : respect du domaine de vol, contrôle de la vitesse d'entrée, de sortie et, du régime moteur, du facteur de charge, des critères (de jugement) des figures et sur la souplesse du pilotage.

ÉLÉMENTS DE SECURITE

2 POINTS CLES & LE RISQUE DE FIGEMENT

**Ces 3 éléments doivent rester présents
dans l'esprit de tout pilote**
dès le début de sa progression vol puis,
tout au long de sa carrière de voltigeur et de compétiteur.



LA GENESE DU RAPPEL DE CES TROIS ELEMENTS DE SECURITE :

L'observation d'un certain nombre d'accidents en voltige (en basse altitude, mais pas que) a montré que, ces points non vérifiés ou non respectés (inclus LE FIGEMENT ne permettant pas de prendre la décision d'interrompre la figure) avaient entraîné des conséquences souvent fatales.



La voltige et les démonstrations aériennes impliquent une certaine dose de risques commune à tous les sports mécaniques de haut niveau. Un respect impératif de ces POINTS CLES 1 et 2 et, la prise en compte du RISQUE DE FIGEMENT, permettront de réduire drastiquement ces causes d'accidents.

DEUX POINTS CLÉS

&

LE RISQUE DE FIGEMENT

POINT CLÉ 1

POUR TOUTE FIGURE HORIZONTALE

↳ **La visualisation** de la hauteur du capot moteur/arceau de verrière/scotch verrière par rapport à l'horizon est le POINT CLE 1.

En effet, la situation peut devenir rapidement délicate voire dangereuse si le nez de l'avion, matérialisé par la hauteur du capot moteur/horizon, ou l'arceau verrière (vol dos en Cap 10 par ex) ou le scotch verrière/horizon tombe sous l'horizon à « grande vitesse » alors que plus la vitesse sera faible, plus ces repères devront monter au-dessus de l'horizon (incidence plus importante = assiette plus importante pour garder le palier).

Il est donc primordial

- 1 ___ > d'avoir une visualisation très précise de ce repère.
- 2 ___ > de savoir quoi faire pour le garder au-dessus de l'horizon ou à minima sur l'horizon.
- 3 ___ > de savoir quoi faire pour sortir immédiatement de la situation si le repère passe sous l'horizon.

POINT CLÉ 2

POUR TOUTE FIGURE DANS LE PLAN VERTICAL

En plus de la vérification des paramètres vitesse/altitude/puissance affichées (et disponibles) de départ de figure

↳ **La vérification du couple** altitude/vitesse au sommet de la figure est le POINT CLE 2 qui détermine si la figure peut être terminée normalement ou interrompue.

Il est donc essentiel de :

- 1 ___ > Connaître les paramètres POINTS CLES au sommet de la figure.
- 2 ___ > Les checker.
- 3 ___ > Savoir quoi faire et réagir immédiatement si on se retrouve en-deçà ou au-delà des paramètres POINTS CLES (selon le cas).

Pour des avions avec un gros ou très gros volume d'évolution, chacun définira ses POINTS CLES au sommet de la figure mais aussi, à la verticale montante ET, à la verticale descendante.

LE RISQUE DE FIGEMENT

Une des réactions observées en cas de stress est « LE FIGEMENT » = le cerveau peut se bloquer sur la volonté de continuer une figure plutôt que de changer de process interne d'action ne sachant pas du tout quoi faire, ou ayant peur de se tromper entre plusieurs options.

En voltige et tout particulièrement en compétition, l'instructeur enseigne au pilote l'ensemble de la figure à accomplir pour obtenir une bonne note.

- ↳ Si, lors d'une figure, les POINTS CLES ne sont pas « assurés », **le pilote doit immédiatement sortir de ce process mental** d'aller jusqu'au bout de l'action et être, assez « ouvert » pour changer de stratégie et appliquer de suite la procédure de sortie d'urgence de cette figure. **Il doit instantanément l'interrompre**, sachant qu'il est moins coûteux d'interrompre une figure et d'avoir un zéro que de mettre sa **vie en danger**.

La tendance à se figer est d'autant plus active que le stress augmente par exemple, lorsque le pilote se trouve près du sol, et qu'il réalise que les POINTS CLES ne sont pas respectés.

- ↳ L'instructeur devra beaucoup sensibiliser son élève sur cette nécessité vitale d'interrompre immédiatement une figure en appliquant une procédure « d'urgence » genre sortie de piqué ou de cabré ou arrêt de vrille immédiat, dès que les paramètres clés ne sont plus présents ou que l'avion, a un comportement inhabituel (comme dans une vrille).

NB : Ce phénomène de « RISQUE DE FIGEMENT » s'applique bien sûr dans bien d'autres domaines que la voltige.

!!! Essentiel > Sortir du « figement » !!!

Pour résumer ce paragraphe :

- Connaître parfaitement les POINTS CLES pour chaque figure et le type d'avion sur lequel on vole.
- Éviter au maximum d'aller au-delà (ou en-deçà selon le cas) en étant vigilant en amont.
- Reconnaître instantanément si on est au-delà (ou en-deçà selon le cas).
- Savoir en sortir en interrompant immédiatement la figure pour effectuer une sortie d'urgence.
- Conscientiser d'autant plus le risque de FIGEMENT, que la charge de travail est élevée (manque d'expérience, faible niveau de compétences, basse altitude, airshow, compétition, etc. ...)



Dans les paragraphes suivants lorsque vous lisez ceci :

POINTS CLES :

.....

.....

 *Assurez-vous de remplir l'espace en pointillé avec l'aide de votre instructeur voltige*



ERREURS COURANTES

&

LEURS CONSÉQUENCES

Veillez noter que vous pouvez avoir accès à un grand nombre de démonstrations d'erreurs communes (depuis les figures de base jusqu'aux figures Unlimited et Freestyle) dans les sub-videos de l'application Academy of Aerobatics (www.facebook.com/academyofaerobatics et <http://www.academy-of-aerobatics.com/>).

A) VOLTIGE POSITIVE

Une attention particulière devra être consacrée à la surveillance du ciel avant toute exécution de figure ou série de figures.

Soyez attentif au risque de voile gris ou noir/ G-LOC lors de toute ressource, spécialement en cas d'augmentation de vitesse non maîtrisée, ainsi qu'à l'augmentation des efforts aux commandes (profondeur et autres), aux survitesse/surrégime et aux dépassements de G's.

VIRAGE ENGAGE, SPIRALE :

- Perte importante et rapide d'altitude avec risque de dépassement vitesse, régime moteur, accélération.
- Augmentation des efforts aux commandes, risque de voile gris ou noir/ G-LOC.
- Appliquer immédiatement la procédure de sortie de piqué.

MISE DOS, SORTIE DOS :

- Perte d'altitude si assiette vol dos (position capot/horizon) trop faible > manque de pression avant sur le manche ; si le nez est trop bas pratiquer une sortie de piqué.
- Dépassement possible de la VA lors du braquage maxi des ailerons.

POINTS CLES :

.....

.....

TONNEAU LENT G & D :

- Même remarque que MISE DOS.
- Désorientation spatiale si roulis trop important ou mauvais horizon/visibilité.

POINTS CLES :
.....
.....

BOUCLE POSITIVE :

- Dépassement facteur de charge maxi au début et à la fin (Attention aux turbulences, et au souffle en fin de figure).
- Décrochage symétrique ou dissymétrique si cadence trop élevée quelle que soit la vitesse et donc l'attitude de l'avion.
- Dépassement régime moteur et vitesse si pas assez de cadence en fin de boucle, associé à une perte d'altitude.

POINTS CLES :
.....
.....

VRILLE VENTRE :

- Manque d'attention sur l'altitude et l'attitude de départ.
- Pas de surveillance de l'espace aérien sous l'avion d'où risque de collision. !!! En vol très lent, l'avion n'est plus manœuvrable instantanément pour pouvoir faire rapidement un évitement.
- Pas d'étude du centrage avant l'exercice pouvant entraîner des délais voire même une impossibilité de sortie.
- Difficulté de reconnaissance du sens en vrille stabilisée.
- Difficulté de déterminer la position exacte des commandes pendant la vrille, et pendant la sortie.
- Manque de patience en sortie de vrille avec les commandes braquées dans une certaine position incitant à déplacer celles-ci et pouvant entraîner une augmentation du délai de sortie, voire une impossibilité de sortir.
- Mauvaise position des commandes (ailerons) pendant la vrille, d'où vrille plate, ou profondeur, d'où vrille piquée ou spirale.
- Gaz non réduits à fond modifiant le comportement de la vrille dès le début de celle-ci (aplatissement plus ou moins important).
- Vrille secondaire en sortie si manche ramené en arrière trop tôt et/ou trop brutalement alors que le pilote a encore la direction opposée à la première vrille braquée.
- Spirale possible si la profondeur et la direction ne sont pas en butée.

- Difficulté de compter les tours d'où perte d'altitude plus importante que prévue.
- Arrêt possible du moteur si ralenti faible > **Appliquer immédiatement la procédure de sortie.**

POINTS CLES :

.....

.....

RENVERSEMENT :

- Ressources avant et après : même remarque que pour la BOUCLE.
- Départ en vrille plate ventre si manche trop en arrière (par erreur), direction à fond et ailerons opposés et si les commandes sont maintenues braquées (par crispation), phénomène aggravé par plein gaz.
- Absence check altitude pendant le pivot.
- Départ en vrille dos si manche trop en avant, direction à fond et ailerons opposés et si commandes maintenues braquées (par crispation).
- Départ en cloche si l'aile côté pivot est trop haute pendant la montée verticale.

POINTS CLES :

.....

.....

RETABLISSEMENT TOMBE SOUS 45° :

- Ressources : voir BOUCLE.
- Stabilisation de trajectoire 45° : importante pour ne pas laisser augmenter l'assiette, sinon augmentation rapide de la vitesse et du régime, perte d'altitude voire, dépassement du domaine de vol (nombre de G).

POINTS CLES :

.....

.....

RETOURNEMENT SOUS 45° :

- Prise et stabilisation de la pente à 45° très importante, de même que vitesse de départ de figure et moment de début de 1/2 rotation, sinon vitesse excessive après le demi-tonneau et risque de dépassement vitesse, régime et nombre de G dans la partie descendante de la figure et très importante perte d'altitude avec le risque de voile gris ou noir/ G-LOC.
- Importante perte d'altitude possible.

- Risque de décrochage dos si le pilote utilise trop de débattement de manche avant pour remonter le nez de l'avion après la demi-rotation.
- Toujours envisager l'interruption de figure au sommet.

POINTS CLES :

.....

.....

VIRAGE DOS :

- Perte d'altitude et entrée possible en virage dos engagé en cas de non-maintien de l'assiette avion durant tout le virage, sachant que plus l'inclinaison augmente, plus l'incidence doit augmenter pour récupérer de la portance comme dans un virage ventre. Si le nez est trop bas appliquer la sortie de piqué, attention risque de voile gris/noir pendant la ressource.

POINTS CLES :

.....

.....

TONNEAU DECLENCHE POSITIF :

- Contrôle très rigoureux de la vitesse d'entrée.
- Perte d'altitude si le déclenché se transforme en vrille lorsque le pilote garde la profondeur trop en arrière.
- Virage engagé.
- Perte d'altitude.
- Risque de ruade si le pilote pousse trop en avant le manche pour accélérer le déclenché.

POINTS CLES :

.....

.....

RETABLISSEMENT DROIT :

- Décrochage possible en fin de demi-boucle si le pilote cadence trop dans le but d'avoir plus de vitesse pour la rotation.
- Déclenché possible vers la fin du demi-tonneau à faible vitesse avec ailerons et direction du même côté et profondeur arrière (dans le but d'avoir l'assiette correspondant au vol à très faible vitesse à la fin de la figure).
- Départ possible en vrille si le déclenché précédent n'est pas maîtrisé.
- En cas d'utilisation du pied droit (pour contrer le lacet inverse) et de demi-tonneau à gauche, risque de déclenché négatif surtout si le nez est bas et que le pilote pousse sur le manche pour le remonter.

POINTS CLES :

.....

.....

VRILLE VENTRE VOLTIGE :

- Toutes les remarques de la VRILLE VENTRE.
- + Pour 1 tour :
 - ↳ à gauche, départ possible en vrille dos (ou déclenché négatif) si, lors de la sortie, le manche est repoussé très brutalement et très loin en avant avec la direction à droite (et les ailerons à gauche si le pilote a fini sa vrille aux ailerons).
- + Pour 1 tour^{1/4} :
 - ↳ confusion possible à la direction car là, il faut contrer au pied pendant un très court instant avec direction opposée puis, revenir très tôt à la direction dans le même sens qu'au départ.
- Forte dissymétrie dans la ressource si le pilote ne ramène pas la bille au milieu progressivement et très tôt avant la ressource.
- Arrêt possible du moteur > **Appliquer la procédure de sortie immédiatement.**

POINTS CLES :
.....
.....

TONNEAU 4 FACETTES :

- Mêmes remarques que le TONNEAU normal.
- Vigilance sur la VA.
- Plus de risques de perte d'altitude car le nez de l'avion tombe quand l'avion est maintenu sur la tranche dès la première facette donc, l'assiette vol/dos peut être trop faible au moment de la deuxième facette ce qui empire, encore, à la troisième facette.

POINTS CLES :
.....
.....

VRILLE VENTRE PLAT :

- Toutes les remarques de la VRILLE VENTRE.
- + Application extrêmement stricte de la procédure de sortie adaptée à chaque avion par exemple > gaz réduits impératif sur certains types d'avion sinon, pas de sortie possible.
- Désorientation possible après quelques tours et risque de crispation sur les commandes (figement).
- Perte d'altitude importante à cause du nombre de tours et du temps nécessaire à la sortie.
- L'avion étant installé en vrille plate, son inertie fait que la sortie prendra toujours plus de temps qu'une vrille normale, d'où nécessité de plus de patience > il faut attendre de voir l'effet du positionnement des commandes sous réserve d'être sûr que leurs positions soient conformes au manuel de vol pour la sortie.

- Vrille inversée en sortie si le manche est maintenu trop en arrière avec direction opposée à la première vrille.
- Arrêt moteur possible si ralenti trop faible > **Appliquer la procédure de sortie immédiatement.**
- Augmentation de la vitesse et facteur de charge en cas de vrille qui se transforme en spirale.

POINTS CLES :

.....

.....

TONNEAU DEPART DOS ENCHAINE :

- Toutes les remarques associées aux TONNEAUX normaux.
- Perte d'altitude si position du nez non maîtrisée (capot par rapport à l'horizon) dès le départ et pendant toute la figure, d'où risque de survitesse, sur régime.

Points CLES :

.....

.....

VRILLE DOS :

- S'assurer du parfait brélage y compris la sangle vol dos/sécurité.
- Chercher le meilleur endroit en fonction du pilote pour regarder vers le sol : soit en direction du capot moteur, soit la tête en arrière, le regard très vertical par rapport au sol.
- Manque d'attention sur l'altitude et l'attitude de départ.
- Pas de surveillance de l'espace aérien sous l'avion d'où risque de collision. !! en vol très lent, l'avion n'est plus manœuvrable instantanément pour pouvoir faire rapidement un évitement. Pas d'étude du centrage avant l'exercice pouvant entraîner des délais voire même, une impossibilité de sortie.
- Difficulté de reconnaissance du sens en vrille stabilisée.
- Difficulté de déterminer la position exacte des commandes pendant la vrille, et pendant la sortie.
- Manque de patience en sortie de vrille avec les commandes braquées dans une certaine position incitant à déplacer celles-ci et pouvant entraîner une augmentation du délai de sortie, voire une impossibilité de sortir.
- Mauvaise position des commandes (ailerons) pendant la vrille d'où vrille plate, ou profondeur d'où vrille piquée ou spirale.
- Gaz non réduits à fond modifiant le comportement de la vrille dès le début de celle-ci (aplatissement plus ou moins important).
- Vrille secondaire en sortie si manche ramené en arrière trop tôt et/ou trop brutalement, alors que le pilote a encore la direction opposée à la première vrille braquée.
- Spirale possible si les commandes ne sont pas en butée.

- Difficulté de compter les tours d'où perte d'altitude plus importante que prévue.
- Arrêt possible du moteur si ralenti faible > **Appliquer la procédure de sortie immédiatement.**
- Et risque de voile gris ou noir/ G-LOC pendant la ressource positive.

POINTS CLES :

.....

.....

NOTA BENE

↪ **Pour toutes les autres figures** ou compositions de figures :
Se reporter aux figures de base desquelles elles proviennent

B) VOLTIGE NÉGATIVE

Une attention particulière devra être consacrée à la surveillance du ciel avant toute exécution de figure ou série de figures.

Soyez attentif au risque de voile gris ou noir/ G-LOC lors de toute ressource positive, spécialement lors du retour en positif après une figure ou série de figures en négatif.

TONNEAU DECLENCHE POSITIF SUR PLUSIEURS TRAJECTOIRES TYPE COMPETITION :

- Mêmes remarques que précédemment.
- + Difficulté d'orientation si le déclenché est trop brutal, et/ou entretenu.
- Utiliser la direction opposée pour l'arrêt du déclenché, plus éventuellement la même direction qu'au départ ($1/2$; $1\frac{1}{2}$; $1\frac{1}{4}$).
- Intégrer l'augmentation de vitesse lors des déclenchés descendants
- Passage possible en ruade négative selon l'avion si le manche est amené trop en avant en cours de déclenché.
- Possibilité de départ en ruade à l'arrêt d'un demi déclenché si le pilote pousse très fort au lieu de tirer sur le manche.

POINTS CLES :

.....

.....

ROTATION VERTICALE MONTANTE :

- Partie de boucle : voir BOUCLE.
- Surveiller la VA en fonction de l'avion au début de la rotation.

POINTS CLES :

.....

.....

AVALANCHE :

- Mêmes remarques que pour la BOUCLE.
- + Mêmes remarques pour le déclenché, soit un risque de départ en vrille.

POINTS CLES :

.....

.....

RENVERSEMENT SORTIE DOS :

- S'assurer du brêlage le plus serré possible sur les deux harnais (normal et sangle vol dos).
- Insister sur la surveillance du ciel.

- Contrôle Rigoureux de la vitesse avant de pousser > Risque de décrochage en cas de brutalité sur le manche avant.
- Risque de dépassement facteur de charge, vitesse et régime en cas de mauvais dosage de l'action sur la profondeur.
- + NB : bien étudier le domaine de vol de l'avion : Rapport vitesse/nombre de G.
- Perte d'altitude beaucoup plus importante qu'en cas de sortie ventre à cause de la différence du rayon de ressource dû aux facteur de charge moins élevé en ressource négative.
- Garder une marge de facteur de charge dans l'éventualité de turbulence en fin de ressource.
- Intégrer le fait que puisque VI augmente, les efforts sur les commandes augmentent aussi (encore plus proportionnellement parlant), et les accélérations aussi si l'on garde le manche au même endroit.

POINTS CLES :

.....

.....

PASSAGE PAR L'AVANT :

- Mêmes remarques que précédemment c'est à dire celles pour le « RENVERSEMENT SORTIE DOS ».
- Les risques (dépassement VI, G, régime) sont encore plus grands si le premier quart de boucle est mal négocié.
- Perte d'altitude et d'énergie importantes même si la figure est bien négociée.

POINTS CLES :

.....

.....

BOUCLE DOS MONTANTE :

- Mêmes remarques que les deux exercices précédents.
- Surveillance du ciel avant d'exécuter la figure.
- + Intégrer le fait que dans un premier temps, les accélérations vont diminuer à partir d'environ 60° de cabré dos, puis elle vont ré-augmenter rapidement à partir de 60° de piqué et même chose pour les efforts aux commandes.
- Importante perte d'altitude et d'énergie

POINTS CLES :

.....

.....

RETOURNEMENT VERTICAL TIRE :

- Mêmes remarques que pour ROTATIONS VERTICALES.
- Risque de décrochage/déclenché très mou au sommet de la figure en cas de brutalité à la profondeur.

- Mauvaise cloche ou gamelle, Tenir les commandes très fermement pour éviter tout endommagement (+ voir rubrique CLOCHE).

POINTS CLES :

.....

.....

RETOURNEMENT VERTICAL POUSSE :

- Mêmes remarques que pour ROTATIONS VERTICALES
- En cas de rotation verticale lorsque le pilote va pousser, s'il ne met pas assez (parfois à fond) de direction pour contrer les effets moteur, le nez de l'avion va dévier (à gauche pour un Lycoming) à cause du couple gyroscopique, et s'incliner.
- Mauvaise cloche ou gamelle, tenir les commandes très fermement pour éviter tout endommagement (+ voir rubrique CLOCHE).

POINTS CLES :

.....

.....

RETABLISSEMENT TOMBE SOUS 45° :

- Maintien de la trajectoire sinon risque d'augmentation de pente, donc vitesse, régime et accélérations.
- Perte d'altitude importante.

POINTS CLES :

.....

.....

RETOURNEMENT SOUS 45° NEGATIF :

- Si mauvaise prise du 45°, ou affaissement de celui-ci pendant la 1/2 rotation, ou 1/2 rotation trop tôt, ou vitesse trop forte en début de figure, l'avion aura trop de vitesse au sommet de la figure avant le passage par l'avant = risque dépassement vitesse, régime, accélération et augmentation des efforts sur les commandes > toujours envisager l'arrêt de la figure au sommet.
- Perte d'altitude importante.

POINTS CLES :

.....

.....

ROTATION VERTICALE DESCENDANTE APRES RENVERSEMENT SORTIE VENTRE OU DOS

- Dépassement vitesse, facteurs de charge, régime, et augmentation des efforts aux commandes.
- Très importante perte d'altitude.

POINTS CLES :
.....

RENVERSEMENT NEGATIF DEPART DOS :

- Mauvaise cloche ou gamelle si le renversement n'est pas assez « assuré » au départ avec l'aile côté pivotement positionnée légèrement basse.

POINTS CLES :
.....
.....

TONNEAU EN VIRAGE INTERIEUR :

- Décrochage, voire même déclenché si le nez de l'avion est maintenu trop haut au-dessus de l'horizon accompagné d'un débattement excessif de la profondeur.

POINTS CLES :
.....
.....

TONNEAU EN VIRAGE EXTERIEUR :

- Perte d'altitude importante, augmentation vitesse, régime > envisager la sortie de piqué.
- Risque de virage engagé.

POINTS CLES :
.....
.....

DECLENCHE NEGATIF :

- Check du harnais et sangle de sécurité, attention à la tête (casque qui peut endommager la verrière).
- Contrôle très rigoureux de la vitesse d'entrée.
- Risque de vrille dos.
- Risque de virage dos engagé.
- Perte d'altitude.
- Désorientation spatiale.

POINTS CLES :
.....
.....

CLOCHE POSITIVE OU NEGATIVE :

- Vérifier sur manuel de vol si elle est autorisée.
- Endommagement de l'avion si les commandes ne sont pas positionnées et maintenues à l'endroit approprié. (Les butées des commandes peuvent casser ou la direction et la profondeur de l'avion peuvent s'entrechoquer selon l'avion).
- Importante perte d'altitude.
- Arrêt moteur possible, surveillance altitude.

POINTS CLES :
.....
.....

VRILLE DOS COMPETITION :

- Mêmes remarques que pour LA VRILLE DOS.
- + pour 1tour > risque de déclenché positif vertical descendant en sortie si le pilote est trop brutal avec son manche arrière.
- + pour 1tour $\frac{1}{4}$ > risque de déclenché positif à l'arrêt.
- + forte dissymétrie dans la ressource et risque de voile gris ou noir pendant la ressource.

POINTS CLES :
.....
.....

VRILLE DOS PLAT :

- Vérifier dans le manuel de vol si elle est autorisée.
- Mêmes remarques que pour la VRILLE DOS.
- Importante perte d'altitude.
- Désorientation possible.
- Inertie de sortie après plusieurs tours, donc patience !!!
- Et risque de voile gris ou noir/ G-LOC pendant la ressource.

POINTS CLES :
.....
.....

NOTA BENE

- ↪ **Pour toutes les autres figures** ou compositions de figures :
Se reporter aux figures de base desquelles elles proviennent (Exemple : bouclette, trombone et chaussette : extrême vigilance sur la vitesse si la figure comporte un déclenché).
- ↪ **Pour les Boucles avec facettes** (carrée, diamant, etc...) :
Extrême vigilance sur le facteur de charge.
- ↪ **Pour les boucles vers le bas avec facettes**
Attention au déclenché possible (donc à grande vitesse).

POINTS CLES :

.....

AUTRES MEDIAS

Pour rester connecté sur cette thématique

↵ www.facebook.com/academyofaerobatics

↵ <http://www.academy-of-aerobatics.com/>

« Academy of Aerobatics » (AoA) est une application qui rassemble des briefings vidéo pour vous aider à explorer le monde de la voltige aérienne.

En balayant, des figures de bases jusqu'au manœuvres du libre intégral, cette application vous permet de devenir un pilote, meilleur et plus « sécuritaire »

ET

↵ <https://www.facebook.com/aerosafetyfirst>

↵ <http://www.aero-safetyfirst.com/>

« Aero Safety First » est une application vidéo qui rassemble des démonstrations d'exercices avec sous-titres.

Vous serez mentalement immergé dans différentes situations exactement, comme avec un simulateur de vol.

L'application vous permet de vous approprier les manœuvres avec les références visuelles et les mouvements de commandes comme si vous étiez à bord de l'avion.

L'immense avantage des vidéos est, que vous pouvez les visionner autant de fois que vous en avez envie, et progresser à mesure.

✈ Edition Française – Avril 2020 ✈