



Vol VFR « on top »: ne pas se faire piéger!



14^{ème} séminaire du Pilote Privé Avion et ULM
Marjorie THARY – 25 janvier 2020, ENAC Toulouse

Sommaire

- + Un incident riche d'enseignements
- + VFR « on top »: ce que l'on peut, ce que l'on risque
- + Pour une navigation VFR « on top » en sécurité
- + Se poser les bonnes questions...
- + Monter « on top » sans rentrer dans la couche
- + La panne moteur en VFR « on top »
- + Redescendre
- + Le passage involontaire en IMC: que faire?

Un incident riche d'enseignements

Vol VFR « on top »: ne pas se faire piéger!



The poster is titled "SÉCURITÉ DES VOLS" with the FFA logo and a warning triangle icon. It features the REXFFA logo and text: "L'APPLICATION DE RETOUR D'EXPÉRIENCE À L'USAGE DES PILOTES ET DES AÉRO-CLUBS", "CONTRIBUEZ À L'AMÉLIORATION DE LA SÉCURITÉ AU SEIN DE VOTRE AÉRO-CLUB !", and the website "www.rexffa.fr" over an image of hands holding a paper airplane. It includes instructions for "Aéro-clubs" and "Pilotes" to request access or connection links, and mentions the "COMMISSION PRÉVENTION ET SÉCURITÉ". A small footer note states: "REXFFA est développé en partenariat avec:  éditeur des solutions Aeroquest®".

FFA SÉCURITÉ DES VOLS

★ REXFFA ★
L'APPLICATION DE RETOUR D'EXPÉRIENCE
À L'USAGE DES PILOTES ET DES AÉRO-CLUBS

CONTRIBUEZ À L'AMÉLIORATION DE LA SÉCURITÉ
AU SEIN DE VOTRE AÉRO-CLUB !

www.rexffa.fr

Aéro-clubs,
demandez vos identifiants d'accès à votre
correspondant régional prévention sécurité.

Pilotes,
demandez au correspondant sécurité de votre
aéro-club le lien de connexion.

COMMISSION PRÉVENTION ET SÉCURITÉ

REXFFA est développé en partenariat avec:  éditeur des solutions Aeroquest®

REX FFA EP285KDMOI « Passage inopiné en IMC lors d'une montée on-top »

- + Evènement du 03/02/2019:
 - ◆ DR400/140, 2 pilotes (brevetée + FI) + 1 passager (pilote breveté)
 - ◆ Vol LFDJ à LFBT: décollage de LFDJ sous une couche soudée, CAVOK à LFBT



Synthèse pédagogique du REX FFA

- + L'appareil évoluait en Espace aérien contrôlé Classe E, en contact radio avec le SIV. La prévision de nébulosité dans le secteur d'évolution était BKN.
- + Le passage en IMC résulte d'une conscience erronée de la situation vis à vis de la performance de montée et des conditions météorologiques environnantes ainsi que de manœuvres inadaptées.
- + La nébulosité observée en vol par l'équipage est estimée SCT. La décision de monter au-dessus de la couche est prise en considérant que la trouée choisie est suffisamment large pour y parvenir en VMC.
- + L'appréciation en vol des distances aux nuages ou de la taille des trouées est généralement imprécise, ce qui implique de prendre des marges suffisantes.
- + L'épaisseur d'une couche nuageuse est très difficile, voire impossible à déterminer en vol par une simple observation.



VFR « on top »: ce que l'on peut faire, ce que l'on risque

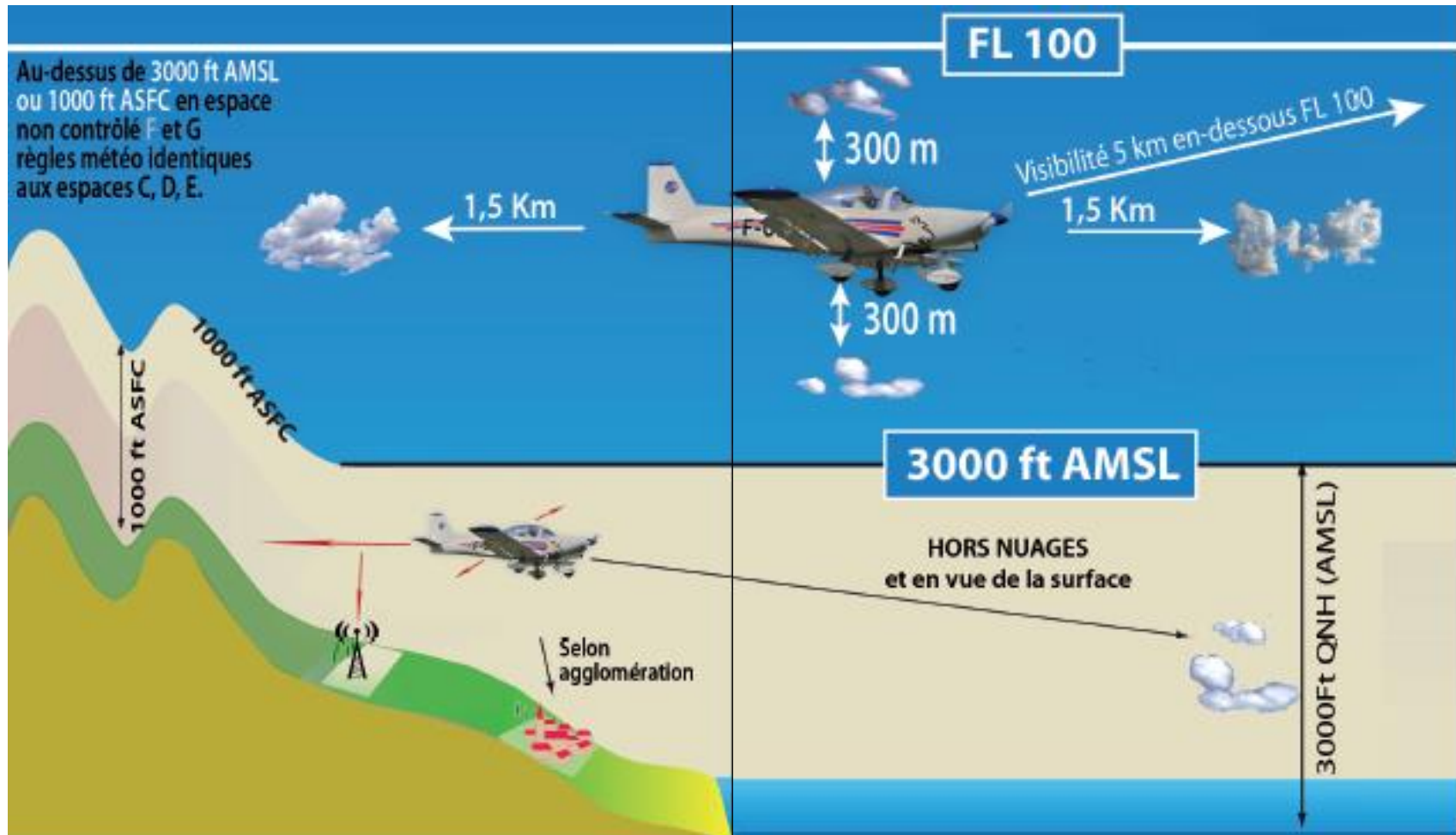
Vol VFR « on top »: ne pas se faire piéger!

Pourquoi monter « on top » en VFR?

- + Rejoindre une destination en passant au dessus de couches nuageuses (stratiformes) barrant la route
- + Bénéficier d'un vol plus calme
- + Garder une altitude de sécurité confortable
- + Assurer un bon contact radio et radar (exemple: traversée maritime)
- + Navigation plus directe en altitude car permettant de s'affranchir de certaines contraintes de contournement présentes en basse altitude



Réglementation: minima VMC pour vol VFR



Réglementation: minima VMC pour vol VFR



Classes d'espace Aérien	F, G	
	A B C D E	Au-dessus du plus haut des 2 niveaux: 3000 ft AMSL ou 1000 ft ASFC
Distance par rapport aux nuages	1 500 mètres horizontalement 300 mètres (1 000 ft) verticalement	Hors des nuages et en vue de la surface
Visibilité en vol	5 km au-dessous du FL 100 (ou 10 000 ft si l'altitude de transition est supérieure à 10 000 ft) 8 km à/et au-dessus du FL 100 (ou 10 000 ft si l'altitude de transition est supérieure à 10 000 ft)	si $V_i \leq 140$ Kt 1 1 500 m (800 m pour les hélicoptères) si $V_i > 140$ Kt 5 Km dérogation : - plus de 15 Km d'un terrain : 30 secondes de vol - arrivées / départs : 30 secondes de vol

NON

Réglementation: équipement minimal requis pour VFR « on top »



Obligatoire en VFR
(espace aérien contrôlé ET
non contrôlé)

Non obligatoire MAIS
INDISPENSABLE en
VFR on top

Non obligatoire mais
recommandé en VFR
on-top

Les risques d'un vol « on top »

+ La perte de références visuelles:

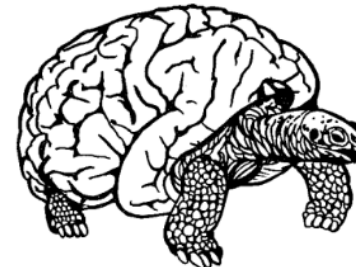
- ◆ Une des principales causes de perte de contrôle en vol
- ◆ 1ère cause d'accident mortel en aviation légère
- ◆ VMC à maintenir dans toutes les phases du vol:
 - A la montée: ne pas entrer dans la couche
 - En palier: garder une distance suffisante aux nuages
 - A la descente: être certain d'avoir un ciel suffisamment dégagé



+ Que faire si panne moteur?

+ Les effets sournois du vol en altitude (danger d'hypoxie pour tout vol prolongé au dessus de 6000 ft):

- ◆ Symptômes insidieux
- ◆ Diminution perfos intellectuelles et cognitives
- ◆ Baisse de vigilance
- ◆ Erreur d'appréciation de la situation, euphorie





Pour une navigation VFR « on top » en sécurité

Vol VFR « on top »: ne pas se faire piéger!

Etudier minutieusement le dossier MTO

- + Extension horizontale et verticale de la couche
 - ◆ Aeroweb: prévisions modèle maille fine, images satellite, coupe verticale sur le trajet
 - ◆ Prévisionniste
- + MTO à destination, sur terrain de déroutement et partout où disponible au long de la route:
 - ◆ Aeroweb: METAR, TAF
 - ◆ Appel clubs et/ou services aéronautiques locaux (TWR, AFIS)
 - ◆ Webcams

Attention: OVC mais également BKN sont des plafonds
Interdit de passer « on top » via trouées d'une couche BKN



**PILOTES, PRÉPAREZ
CORRECTEMENT VOS VOLS !**



**TOUTE OMISSION DANS LA
PRÉPARATION DU VOL EST
PRÉJUDICIABLE À LA SÉCURITÉ**

FFA COMMISSION FORMATION

Préparer rigoureusement la navigation

- + Identification classes d'espaces empruntés
- + Envisager des itinéraires de contournement (plan B)
- + Baliser la route (vers destination ET dégagement) avec NAVAIDS (VOR, NDB, GPS)
- + Prévoir une trajectoire de sauvegarde réalisable à l'estime (cap/montre) en cas de panne des NAVAIDS
- + Envisager le cas de panne radio: changement de route, AD de dégagement possibles, retour point de départ
- + Envisager le cas de panne moteur: il est totalement déconseillé de passer « on top » sur une couche soudée sans que sa base ne soit au moins 1000, voire 2000 ft au dessus du sol (selon nature terrain)



**PILOTES, PRÉPAREZ
CORRECTEMENT VOS VOLS !**

LES 10 COMMANDEMENTS DE LA PRÉPAVOL	
1 - PILOTE (IMSAFE).....	✓
2 - DOCUMENTS AVION.....	✓
3 - INFO AÉRO (NOTAM, SUP AIP, AZBA).....	✓
4 - MÉTÉO.....	✓
5 - PERFS AVION (DEP, DEST, DEGT).....	✓
6 - DEVIS DE MASSE / CENTRAGE.....	✓
7 - CARBURANT.....	✓
8 - VISITE PRÉVOL.....	✓
9 - IDENTIFICATION DES MENACES (TEM).....	✓
10 - LOG DE NAV (AVEC PLAN B).....	✓

**TOUTE OMISSION DANS LA
PRÉPARATION DU VOL EST
PRÉJUDICIABLE À LA SÉCURITÉ**



COMMISSION FORMATION

S'assurer d'avoir les équipements bord adaptés



S'assurer d'avoir les équipements bord adaptés

- + Un horizon artificiel:
 - ◆ Non imposé par la réglementation pour entreprendre un vol VFR
 - ◆ Mais indispensable en cas de perte involontaire de références visuelles
- + Moyen de radiocommunication (VHF)
- + Au moins un équipement de radionavigation (VOR, ADF ou Récepteur GNSS)

Organiser et dérouler le vol avec méthode

- + Rigueur dans le tenue du log de navigation pour permettre un changement de route maîtrisé
- + Gestion consciencieuse du carburant
- + Suivi de l'évolution MTO:
 - ◆ Observation du ciel
 - ◆ Ecoute VOLMET
 - ◆ Ecoute ATIS ou demande aux organismes de la circulation aérienne (SIV, ATC, AFIS)
- + Ne pas raser la couche:
 - ◆ Respect des minimas VMC
 - ◆ Permet de mieux visualiser les trouées
- + Se poser en permanence les bonnes questions...

[illegible]



Se poser les bonnes questions...

Naviguer en VFR « on-top » en sécurité

Peut-on monter « on top »?



Probablement

Peut-on monter « on top »?



Peut-être...

Peut-on monter « on top »?



Ca va être compliqué...

Peut-on redescendre?



Pas de stress

Peut-on toujours redescendre?



Je continue? Je change de route?
Je fais demi-tour?



Suis-je vraiment en sécurité?
Que faire si panne moteur?



Suis-je vraiment en sécurité?

Pas trop près de la couche?



Je ne suis pas dans la couche
mais suis-je toujours en VMC?



Et là?





Deymo



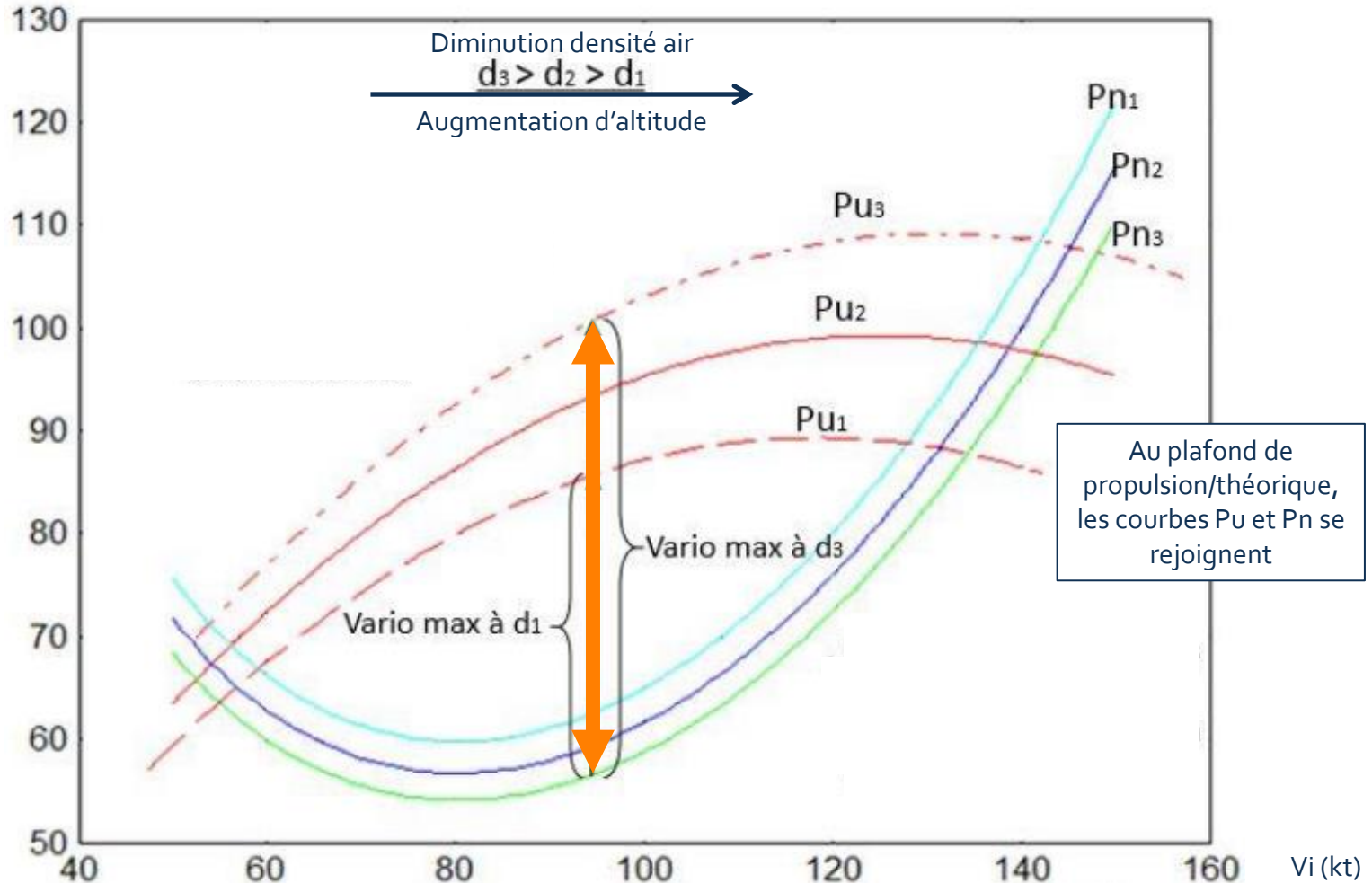
Monter « on top » sans rentrer dans la couche

Naviguer en VFR « on-top » en sécurité

Dégradation de Vz avec l'altitude

THEORY
INTO
PRACTICE

Puissance
(kW)



Dégradation de performance de montée (V_z) avec l'altitude

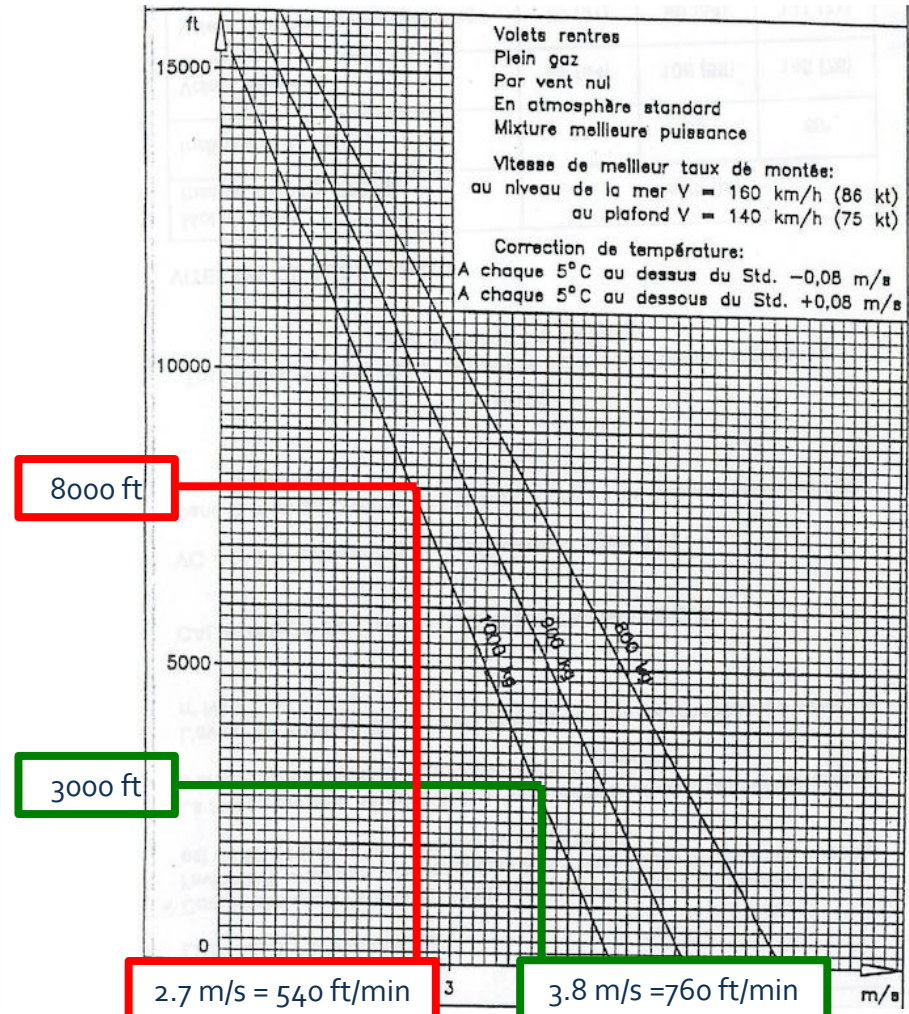
THEORY
INTO
PRACTICE



MANUEL DE VOL

DR 400

Avions Pierre Robin



Dégradation de performance de montée (Vz) avec l'altitude

THEORY
INTO
PRACTICE

MANUEL DE VOL DR 400/140 B

Décollage par vent de travers

- Volets (1^{er} cran) position décollage
- Pilerons dans le vent
- Décoller à une vitesse légèrement supérieure à la vitesse indiquée pour un décollage normal.
- Minuer la dérive de façon classique (inclinaison maximale près du sol: 15°)

Vent de travers démontré (22 kt) 40 km/h

MONTÉE

Montée normale (volets rentrés)

Prendre la vitesse de montée 160 km/h (86 kt) 140 km/h (75 kt) au plafond.

Au dessus de 5000 ft, régler la mixture.

Montée à pente maximale

La meilleure pente de trajectoire est obtenue à 130 km/h (70 kt), volets en position décollage (1^{er} cran), ou avec les volets rentrés.

NOTE

Ce type de montée ne doit être utilisé qu'exceptionnellement (mauvais refroidissement du moteur).

CRUISE

Pour les régimes et les performances de croisière, se reporter à la section 5.

MANUEL DE VOL DR 400/140 B

Utilisation de la commande de mixture

Maintenir la commande de mixture sur "plein riche", lors du décollage et de la montée.

Dans certaines conditions (décollage sur terrain à haute altitude, montée prolongée au delà de 5000 ft), ce réglage peut s'avérer trop riche et se traduit alors par un fonctionnement irrégulier du moteur, ou par perte de puissance.

Dans ces cas, ajuster la mixture de manière à retrouver un cycle moteur régulier et non pour la recherche de l'économie.

Règlage de la mixture en croisière après stabilisation:

Abaisser progressivement la manette de mixture jusqu'à observer une légère diminution de régime; repousser alors légèrement la manette vers le haut pour rétablir le régime et un fonctionnement régulier du moteur.

NOTE

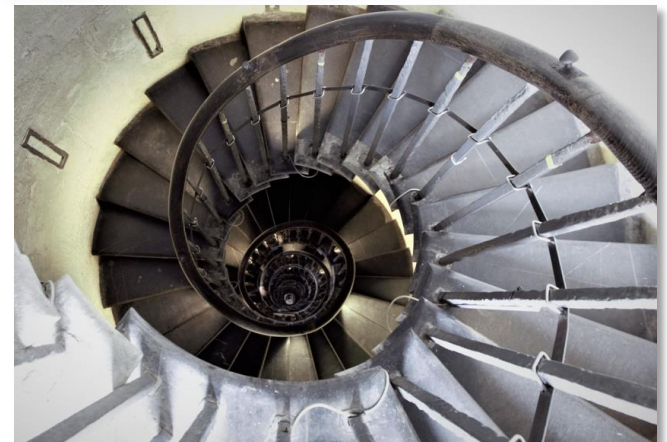
Prendre soin de ne pas appauvrir excessivement le mélange, afin d'éviter une surchauffe du moteur.

ENRICHIR TOUJOURS LE MELANGE AVANT UNE AUGMENTATION DE PUISSANCE.

Plafond pratique: Vz = 0.5 m/s

La montée en spirale

- + L'appréciation en vol des distances aux nuages ou de la taille des trouées est généralement imprécise, ce qui implique de prendre des marges suffisantes.
- + Les performances de montée se dégradent avec l'altitude.
- + La montée en virage (spirale) permet de contenir la trajectoire dans un volume mieux maîtrisé qu'en ligne droite.
- + Mais attention à ses pièges!



Effet de l'altitude sur le rayon de virage



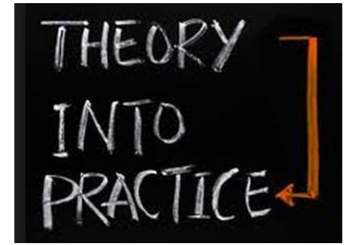
- + Relation entre rayon de virage, vitesse vraie et inclinaison (Φ):

$$\text{Rayon}_{(m)} = \frac{V_{(kt)}^2}{40 \operatorname{tg} \Phi^\circ}$$

- + Vitesse vraie = Vitesse indiquée +1% par tranche de 600 ft
 - ⇒ Entre AMSL et 12000 ft, pour une même vitesse indiquée, la vitesse vraie augmente de 20% et le rayon de virage de 44%
- + Rayon encore accru si la température est supérieure à ISA:
Vitesse vraie = Vitesse indiquée +1% par +5°C d'écart à l'ISA

Avec la prise d'altitude, pour une vitesse indiquée et une inclinaison maintenues, le rayon de virage augmente

Effet de l'altitude sur la vitesse de décrochage



- + Eviter la perte de contrôle de sa machine impose de la maintenir dans le domaine de vol défini par son constructeur (vitesse et facteur de charge en particulier)
- + Il est préférable d'ajouter une marge vis-à-vis des limites de ce domaine de vol pour palier aux effets transitoires pouvant survenir: 30%
- + Paramètres dont résulte la vitesse de décrochage: $V_s = \sqrt{[2/\rho \cdot n \cdot P/S \cdot 1/C_{z_{max}}]}$
 - ◆ Masse volumique de l'air: diminue avec l'altitude
 - ◆ Charge alaire P/S ($P = mg$): invariant
 - ◆ Facteur de charge: $n = 1 / \cos \varnothing$ (pour une inclinaison $\varnothing$)
 - ◆ $C_{z_{max}}$: dépend de la configuration de l'avion
- + La vitesse de décrochage augmente avec l'altitude => plus l'altitude augmente, plus l'avertisseur de décrochage sonne tôt (pour une V_i élevée)

A l'exception de situations particulières, toujours maintenir une vitesse supérieure à $1.3 V_s$ (de la configuration choisie et de l'inclinaison adoptée)

Comment réduire le rayon de virage en sécurité?



- + Augmenter l'inclinaison
- + Si nécessaire, réduire la vitesse et sortir les volets
- + Veiller à toujours garder $V_i > 1.3 V_s$ (V_s de l'inclinaison choisie!)

Inclinaison (°)	10	20	30	37	45	53	60	61
Vs1 (kt)	54	56	58	60	64	70	76	78
1.3 Vs1 (kt)	70	72	75	79	78	84	99	101
Rayon (m)	699	360	246	205	152	133	142	141

CAS (kt)
Diamond
DA20

Flaps Cruise									
Inclinaison (°)	0	10	20	30	37	45	53	60	61
Vs1 (kt)	54	54	56	58	60	64	70	76	78
1.3 Vs1 (kt)	70	71	72	75	78	84	90	99	101
1,45 Vs1 (kt)	78	79	81	84	88	93	101	111	112
1,55 Vs0 (kt)	84	84	86	90	94	100	108	118	120

1.3 Vs
53°
max

1.45 Vs
61°
max

MAIS
moins de
30% de
marge en
virage

30% de
marge
jusqu'à
Ø = 37°

Flaps T/O									
Inclinaison (°)	0	10	20	30	37	45	53	60	61
Vs1 (kt)	50	50	52	54	56	59	65	71	72
1.3 Vs1 (kt)	65	65	67	70	73	78	85	92	93
1,45 Vs1 (kt)	73	73	75	78	81	86	94		
1,55 Vs0 (kt)	78	78	80	83	87	92			

Flaps L/D									
Inclinaison (°)	0	10	20	30	37	45	53	60	61
Vs0 (kt)	45	45	46	48	50	54	59	64	65
1.3 Vs1 (kt)	59	59	60	63	65	70	77		
1,45 Vs1 (kt)	65	66	67	70	73	78			
1,55 Vs0 (kt)	70	70	72	75	78				

VITESSE D'ÉVOLUTION ET MARGES DE SÉCURITÉ



30°



37° MAX !!



61° DECROCHAGE

1,45 VITESSE DE DÉCROCHAGE



10°



20° MAX !!



53° DECROCHAGE

1,30 VITESSE DE DÉCROCHAGE

SI LE MAX NE SUFFIT PAS : **DÉCISION !!**





La panne moteur en VFR « on top »

Vol VFR « on top »: ne pas se faire piéger!

La panne moteur: 2 cas à différencier



- + Panne de carburant:
 - ◆ Plus du tout de carburant à bord: résultat d'une mauvaise planification => évitable par une préparation méticuleuse
 - ◆ Mauvaise sélection de réservoir: résultat d'une mauvaise gestion ou d'une méconnaissance de l'avion => gérable par acquisition des bons automatismes (changement de réservoir)
- + Panne du moteur lui-même: perte de puissance partielle ou totale due à un dysfonctionnement ou une avarie (fuite)
 - ◆ Données ECCAIRS BEA de 2009 à 2018: en 10 ans, au moins 290 pertes de puissance moteur (122 avion et 92 ULM multiaxes)
 - ◆ Mortelles 1/10 en ULM et 1/15 en avion
 - ◆ 35% au décollage et 35% en croisière, mais 2 fois plus critique (mortelle) au décollage
 - ◆ Perte de contrôle consécutive à une perte de puissance: mortelle une fois sur 2
 - ◆ Atterrissages forcés consécutifs à une panne moteur (déclarée): seulement 3% ont des conséquences fatales

Points clef: préparation, entraînement aux actions de sauvegarde et maintien de la machine dans son domaine de vol

La panne moteur en VFR

« on top »: que faire?

- + S'assurer qu'il ne s'agit pas d'une mauvaise gestion de réservoir:
 - ◆ Mixture plein riche
 - ◆ Pompe carburant sur Marche
 - ◆ Vérification du sélecteur de réservoir
- + Si présence de trouées: descente adaptée afin de maintenir VMC ou a minima la vue du sol (descente Z-Z si nécessaire)
- + Si le passage dans la couche est inévitable:
 - ◆ Prise de cap
 - ◆ Assiette 0°
 - ◆ Trim Vi à une vitesse légèrement supérieure à finesse max:
 - ◆ (Marge supplémentaire pour maintien machine dans domaine de vol)
 - ◆ (Minimisation de la durée dans la couche)
 - ◆ Excédent d'énergie cinétique transférable en énergie potentielle pour une manœuvre éventuelle d'évitement d'obstacle à la sortie de couche
 - ◆ MAYDAY





Redescendre

Vol VFR « on top »: ne pas se faire piéger!

Ça se dégage à destination: le cas nominal



Le cas dégradé: redescendre par une trouée



Solution BANZAÏ :
Vitesse élevée, vario fort
Pas de maîtrise de la trajectoire en cas d'imprévu !



Solution conseillée : Descente « Z-Z »
Configuration d'attente ou d'atterrissage,
Vitesse et vario contrôlés
On peut réagir en cas d'imprévu !

Descente « Z-Z »: description

+ Objectif:

- ◆ Descendre dans un volume réduit => avec un rayon de virage le plus faible possible
- ◆ ET NON PAS descendre le plus vite possible

+ Comment?

- ◆ Par adoption d'une faible vitesse et d'une grande inclinaison
- ◆ La V_z n'est que subie (et non pilotée)

Manoeuvre de dernier recours : si on respecte la distance aux nuages, il n'est pas nécessaire de la faire à de très fortes inclinaisons et des vitesses « faibles ».

Il est préférable de s'y être formé au préalable.

Descente « Z-Z »: la procédure

- + Réduire complètement la puissance (ne pas oublier la réchauffe carburateur!)
- + Configurer les pleins volets (position atterrissage) dès que $V_i < V_{fe}$
- + Pré-afficher sur l'horizon artificiel une assiette d'environ 10° à piquer
- + Trim pour $V_i = 1.55 V_{so}$ (pour $\emptyset = 0^\circ$) = $1.3 V_{so}$ (pour $\emptyset = 45^\circ$)
- + Inclinaison à 45° ($\emptyset$)
- + On pilote V_i et $\emptyset$ en spirale descendante



Le passage involontaire en IMC: que faire?

Naviguer en VFR « on-top » en sécurité



Causes possibles de passage involontaire en IMC en vol VFR

- + Mauvaise gestion des priorités
- + Conscience erronée de la situation due à une mauvaise interprétation de la situation MTO et de son évolution
- + Sur-confiance pilote
- + Pression personnelle ou extérieure introduisant un biais dans la prise de décision du pilote

Pour gérer ce risque, le pilote a besoin de stratégie l'aidant à éviter le passage en IMC, mais également de méthode l'aidant à gérer en sécurité ce cas de figure.

Les risques d'un passage en IMC

- + Augmentation de la charge de travail diminuant la capacité à gérer d'autres imprévus
- + Risque de devoir gérer le stress d'un passager
- + Risque de givre
- + Risque de perte de contrôle en raison du stress et des illusions sensorielles
- + Risque de collision: obstacle, relief ou aéronef





Sécurité des Vols

N°6 - Septembre 2009

En VFR, voler en IMC = DANGER !

Si vous perdez les références visuelles :

 Portez immédiatement votre regard sur l'horizon artificiel

 Exécutez un demi-tour avec une inclinaison de 15° au maximum, sans monter ni descendre

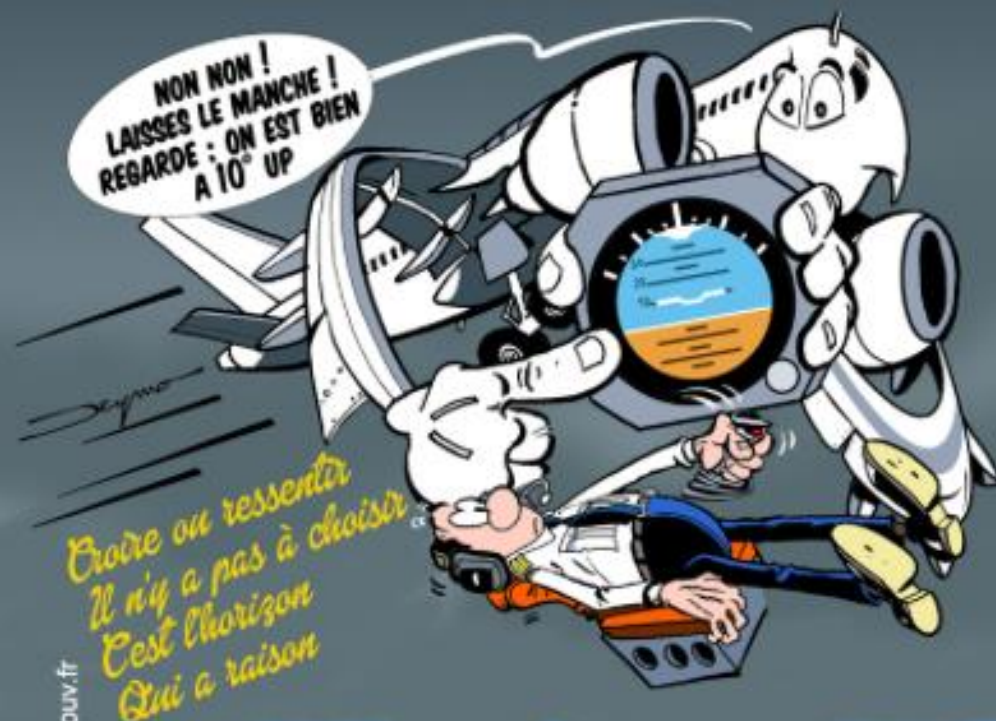
 Si possible, signalez votre situation à un contrôleur

 Entraînez-vous régulièrement à la pratique du VSV avec un instructeur



COMMISSION SÉCURITÉ

illusions sensorielles





Les actions de sauvegarde face à la perte des références visuelles

de DSAC



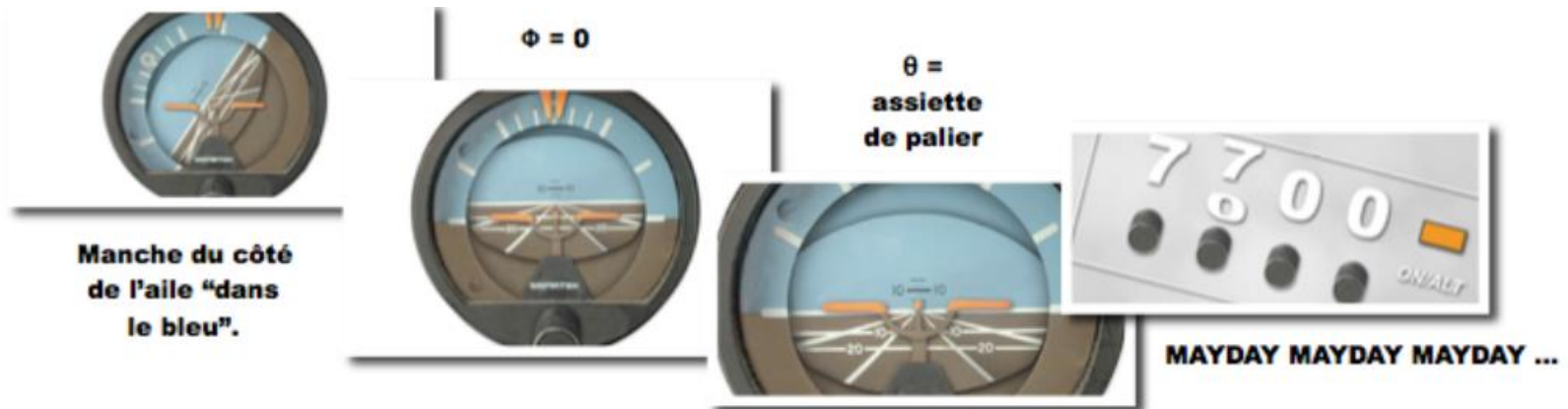
01:35

video

<https://www.securitedesvols.aero/productions/les-phases-de-vol/en-route/croisiere/im-avion>

Actions de sauvegarde

- + Se concentrer sur les instruments (horizon artificiel principalement)
 - + Ne faire confiance qu'à leurs indications!
 - + (Ne pas se contracter sur les commandes)
- + Inclinaison nulle, assiette palier, bille au centre, puis quand situation stabilisée, message MAYDAY (sur fréquence active ou 121.5 MHz)
- + Possibilité d'envisager un demi tour par virage à taux standard ($\dot{\theta} = 15^\circ$ max)



La perte de références visuelles en vol VFR est bel et bien une situation de détresse de nature à vous mettre en danger ainsi que les autres aéronefs qui évolueraient dans le même espace



Des
questions?

Sources documentaires

+ ACAT CISOA, Conseils Sécurité:

- ◆ Conseil sécurité Le vol VFR « on top »: ça ne s'improvise pas http://www.acat-toulouse.org/uploads/media_items/le-vol-vfr-on-top-cela-ne-s-improvise-pas.original.pdf
- ◆ Conseil sécurité 1.3 Vs: le « talisman » du pilote! http://www.acat-toulouse.org/uploads/media_items/1-3-vs-le-talisman-du-pilote.original.pdf
- ◆ Survol des régions montagneuses http://www.acat-toulouse.org/uploads/media_items/le-survol-des-regions-montagneuses.original.pdf
- ◆ Conseil sécurité Les dangers surnois d'un vol prolongé en altitude http://www.acat-toulouse.org/uploads/media_items/les-dangers-surnois-d-un-vol-prolonge-en-altitude.original.pdf

+ E-learning Institut Jean-Mermoz: 7.2-4 Performances montée et croisière

+ Inadvertent VFR Flight Into IMC: https://www.skybrary.aero/index.php/Inadvertent_VFR_Flight_Into_IMC

+ Rapport d'enquête BEA sur accident Extra 200 F-GPIT: Passage en IMC sans instrument adapté https://www.bea.aero/uploads/tx_elydbrapports/BEA2016-0106_.pdf

+ Articles CNFAS:

- ◆ La perte de références visuelles: <https://www.securitedesvols.aero/productions/les-phases-de-vol/en-route/croisiere>
- ◆ Panne moteur dans la couche: <https://www.securitedesvols.aero/productions/les-phases-de-vol/en-route/croisiere/panne-moteur-dans-la-couche>