

Robert Merloz



Numéro 3
Février 2026



Formation ***du pilote de montagne***

Collection

Les grandes figures de l'Aviation de montagne

Cet ouvrage respecte les préceptes édictés du
Lexique des Règles typographiques en usage à l'Imprimerie nationale
(LRTUIN)

Imprimerie nationale – 2002 – ISBN 978-2-7433-0482-9

Formation du pilote de montagne

est un ouvrage conçu et rédigé par

Robert Merloz

mis en forme et illustré par

Bernard Amrhein

Directeur de la publication du site Internet

<https://robertmerlozpilotedemontagne.fr/>

et des comptes

@robertmerlozpdm.com

[@robertmerlozpdm.bsky.social](https://twitter.com/robertmerlozpdm)

Cet ouvrage n'aurait pas pu voir le jour sans le soutien et les contributions de :

- **Gérard David,**
membre actif et ancien président de l'Aéro-Club de Méribel (ACM) ;
- **Jean-Marie Urlacher,**
pilote privé et reporter-photographe unanimement reconnu dans le monde de l'aviation ;
- **Alexandre Amrhein**
pour la relecture attentive de cet ouvrage électronique et ses précieux conseils.

Bernard Amrhein

Robert Merloz, pilote de montagne (RM-PDM)

ISSN 3073-7745



Après la création de la compagnie Air Alpes, Robert Merloz pense avoir enfin réalisé son rêve de pilote de montagne. C'est sans compter sur le destin et de nouvelles rencontres ([référence](#)/partie de photo Air Alpes réparée, sublimée et colorisée).

Robert Merloz

SOMMAIRE

Préface	7
Biographie	9
1 Le vol en région montagneuse	Erreur ! Signet non défini.
2 Aérologie et nébulosité	33
3 La forte turbulence	47
4 Connaissance de la neige	55
5 L'information du pilote	65
6 Conduite du moteur	Erreur ! Signet non défini.
7 Évolution au sol	89
8 Les volets de courbure	101
9 Le décollage sur piste en pente	113
10 L'approche sur piste en pente	131
11 L'arrondi sur piste en pente	157
12 L'atterrissage sur piste en pente	167
13 Le tour de piste	175
14 La navigation en terrain montgneux	195
15 Aterrissage et décollage sur glacier	211
ANNEXE A Règlementation	235
ANNEXE B Définitions, sigles et acronymes	239
Quatrième de couverture	242

Page laissée
intentionnellement vierge

Préface

Inaugurée par le Genevois [François Durafour](#) qui, le samedi 30 juillet 1921, se posait avec un [Caudron G.3](#) au [col du Dôme](#), à 4 331 mètres d'altitude, l'aéronautique de montage est une activité maintenant centenaire, qui n'a paradoxalement connu un développement spectaculaire qu'à la fin des années 1950. Suivant l'exemple des pionniers [Hermann Geiger](#), en Suisse et [Henri Giraud](#) en France, il ne s'agissait plus, pour les pilotes, de simplement voler au-dessus des massifs, de franchir des cols et d'aborder des sommets, mais bien de se poser sur ces derniers, sur des surfaces plus ou moins planes ou sur des glaciers, puis d'en redécoller sans encombre afin de pouvoir rentrer à bon port et y revenir plus tard.

D'emblée strictement encadré, le vol en montagne requiert la maîtrise des savoir-faire génériques acquis par tout pilote privé breveté. Il nécessite également l'apprentissage de savoir-faire techniques spécifiques, que tout pilote est capable de maîtriser à force d'engagement intellectuel et d'une pratique assidue sous la conduite de spécialistes de la question. C'est donc aussi une excellente école de rigueur pour qui veut perfectionner son pilotage.

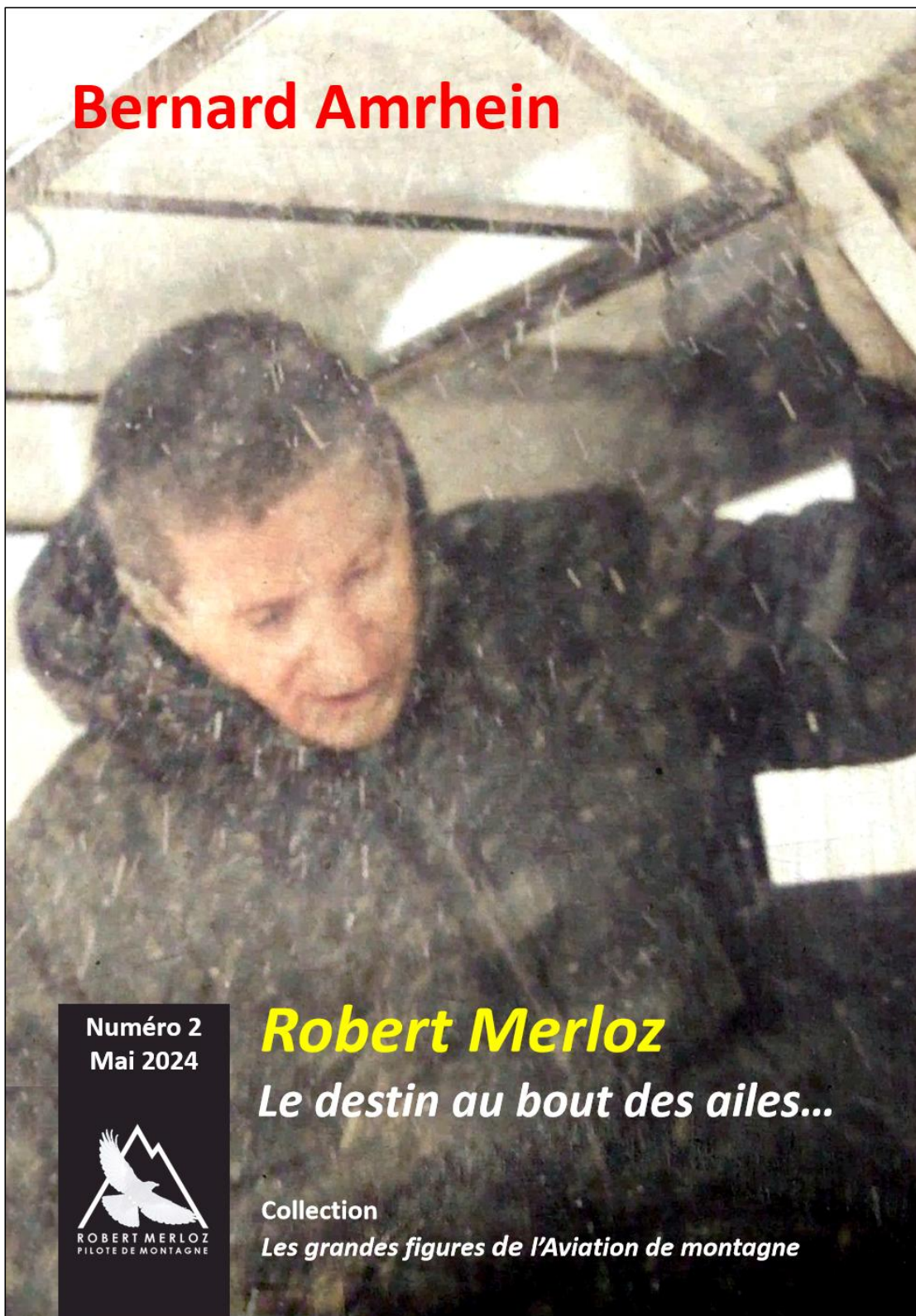
L'objectif de cet ouvrage est éminemment pédagogique. En effet, peu avant sa disparition, en septembre 2009, [Robert Merloz](#) avait réussi à consigner par écrit treize briefings extrêmement détaillés et accompagnés de nombreux croquis réalisés de sa main. Il s'agit aujourd'hui de mettre à la disposition d'un public, le plus large possible, les enseignements d'un virtuose de ce vol de l'extrême afin de faciliter la formation des futurs pilotes de montagne.

Enfin, nous espérons que la publication de cet ouvrage suscitera des vocations, parmi la population des pilotes déjà brevetés, bien entendu, mais aussi au sein de l'immense foule des personnes, et en particulier les jeunes gens, pour qui le simple fait de voler relève encore du rêve.

Qu'ils soient convaincus que la seule barrière infranchissable est celle que l'on se fixe à soi-même.

[Bernard Amrhein](#)

Bernard Amrhein



Numéro 2
Mai 2024



Robert Merloz

Le destin au bout des ailes...

Collection

Les grandes figures de l'Aviation de montagne

Photo de Robert Merloz quittant le cockpit de son Piper PA-18 "Super Cub", certainement sur la plateforme de Méribel. Il neige, d'où l'on peut déduire que le vol s'est effectué dans des conditions assez difficiles (Fonds Merloz).

Sublimée et colorisée, cette photographie illustre la première de couverture de l'ouvrage de Bernard Amrhein intitulé Robert Merloz, le destin au bout des ailes, portant le n° 2 de la collection intitulée Les grandes figures de l'aviation de montagne.

Il s'agit d'un ouvrage numérique de 124 pages, prochainement entièrement disponible en couleur et téléchargeable gratuitement à l'adresse <https://www.calameo.com/read/007775733685f7a5afa72>

Un ouvrage retraçant l'ensemble de la carrière d'un aviateur aux multiples facettes...

Robert Merloz

Biographie

Je suis né dans le 10^e arrondissement de Paris le vendredi 29 mai 1936. |

Mes parents, Paul et Blanche, sont originaires de la [Côte-d'Aime](#) (73/[Savoie](#)), mais je passe ma jeunesse à [Levallois-Perret](#) (alors dans le [département de la Seine](#) [75]) où mon père dirige l'entreprise de déménagement *Aux Porteurs Réunis*. J'obtiens ma licence de pilote privé à l'[Aéroclub d'Air France](#) de [Toussus-le-Noble](#) (78/[Yvelines](#)) le lundi 9 mai 1955 et participe à trois [Tours aériens des jeunes pilotes \(TAJP\)](#) sur [Stampe](#) en 1954, 1955 et 1956.

C'est à l'École de la Chambre de commerce de Paris, rue Armand Moisant, Paris 15^e, que je fais connaissance de [Michel Ziegler](#). Pendant vingt-sept mois, de 1956 à 1958, je participe à la [guerre d'Algérie](#) et, en 1959-1960, suis employé chez le constructeur [Breguet](#) à [Aire-sur-l'Adour](#) (40/[Landes](#)).

Le mercredi 11 mars 1959, j'obtiens ma [licence de pilote professionnel](#) et effectue, en octobre, mes premiers atterrissages sur glaciers au cours d'un stage d'une semaine dans le [Valais](#) suisse, chez « l'Aigle de [Sion](#) », [Hermann Geiger](#). En juin 1961, c'est en tant que pilote d'essai de planeur pour Breguet que je présente le [Br.906 Choucas](#) au [Salon du Bourget](#).

Le samedi 1^{er} juillet 1961, je crée, avec Michel Ziegler, la société [Air Alpes](#) (une flotte de deux avions : un [Piper PA-18](#) de 150 CV et un [Pilatus PC-6 Porter](#) à turbine [Turboméca Astazou](#) de 530 CV) et entreprends, à la fin de l'été de cette même année, les travaux d'aménagement de la piste de [Méribel](#). Le dimanche 4 février 1962, j'effectue le premier atterrissage sur le site devenu l'[Altiport de Méribel](#), puis sur l'[Altiport de Courchevel](#) aux commandes du [Piper PA 18](#) immatriculé F-BKBF.

Le dimanche 15 décembre 1962, avec l'inauguration officielle de l'Altiport de Méribel, Air Alpes ouvre deux lignes à caractère régulier depuis Courchevel et Méribel vers Genève et Lyon-Bron et effectue de nombreuses déposes de skieurs sur les glaciers. Bien qu'ayant effectué mon dernier vol Air Alpes le mercredi 15 avril 1964, j'opère, le vendredi 11 décembre de la même année, premier atterrissage sur le site de l'Altiport de Megève. Cette année voit aussi la création de l'[Aéro Club de Méribel](#) (l'ACM compte alors un [Morane-Saulnier Rallye](#) et un [Piper PA-18](#)) dont « Nano » Chappel, pilote d'Air France, devient le premier président. J'en suis moniteur bénévole avant d'en devenir moniteur à plein temps en 1965, puis instructeur pilote de montagne au Centre national du service de la formation aéronautique (CNSFA) de [Challes-les-Eaux](#) (73/[Savoie](#)).

À partir du lundi 29 mai 1967 et pendant vingt-sept mois, j'entre comme stagiaire pilote de ligne à [Air France](#), compagnie au sein de laquelle j'entame une carrière complète :

- en août 1968, je deviens copilote sur [Caravelle SE 210](#) ; |
- en février 1972, copilote sur [Boeing 737](#) ;
- début 1980, commandant de bord sur [Caravelle SE 210](#) ;
- début 1983, commandant de bord et instructeur sur [Boeing 737](#) ;
- en 1988, commandant de bord sur [Airbus A320](#) et Chef de la Division de vol [Airbus A 320](#) ;
- fin mars 1988, j'effectue le survol des Champs Élysées comme copilote [Airbus A320](#) avec, à notre bord Monsieur Jacques Chirac, Maire de Paris et futur Président de la République ;



- en 1991, je deviens commandant de bord sur [Boeing 747-400](#), puis Chef de la Division de vol Boeing 747-400 lors de la mise en ligne de l'avion par la compagnie ;
- après un dernier vol sur [New York](#), je prends ma retraite d'Air France le 29 mai 1996, avec 16 821 heures de vol à mon actif.

En 1998, j'assure les fonctions d'instructeur à l'Aéro-Club de Méribel et, de 1999 à 2003, prenant ainsi la succession de « Nano », j'en suis le deuxième président.

Pilote d'[Ultra léger motorisé \(ULM\)](#) en 2006, pilote d'hydravion, membre de l'[Association française des pilotes de montagne \(AFPM\)](#), je prends mon dernier envol au [Broc](#) (06/[Alpes-Maritimes](#)), le vendredi 23 octobre 2009.

Photo Jean-Marie Urlacher
Photo Jean-Marie Urlacher

Sommaire du Briefing 1

1.1. Absence d'horizon naturel.....	11
1.2. Effet de l'altitude sur les vitesses.....	13
1.2.1. Sur la vitesse indiquée de décrochage.....	13
1.2.2. Sur la vitesse sol.....	13
1.3. Des pistes en pente.....	15
1.3.1. Pourquoi ?.....	5
1.3.2. Gain sur la distance de mise en vitesse.....	5
1.3.3. Prise en compte du vent.....	5
1.4. Le vol à proximité des obstacles.....	8
1.4.1. Le vol en vallée étroite.....	8
1.4.2. Le demi-tour rapide.....	9
1.4.3. Le vol à proximité des obstacles naturels	10
1.4.4. Le vol à proximité des obstacles artificiels.....	12
1.4.5. Sécurité à proximité.....	12
1.5. Franchissement d'un obstacle après décollage.....	13
1.5.1. En cas d'obstacle rapproché.....	13
1.5.2. En cas d'obstacle éloigné.....	14
1.5.3. Comparaison des deux trajectoires.....	14
1.5.4. Vitesse au plafond de l'avion.....	14
1.5.5. Obstacle lointain : le passage « <i>direct</i> » est-il possible ?....	16
16. Utilisation de la radio VHF	28
1.6.1. Réglementation générale.....	16
1.6.2. Cas des altiports des Alpes du Nord.....	17
1.6.3. Carrefour dangereux.....	17
1.6.4. Précautions.....	17
En résumé.....	18

Le vol en région montagneuse

Goûter à la liberté

L'art du pilotage ne s'improvise pas. Sa maîtrise requiert un entraînement sur le temps long, donc, de la patience et, surtout, une pratique régulière permettant de perfectionner les savoir-faire acquis, de découvrir de nouvelles pratiques et d'explorer de nouvelles contrées.

En montagne, tout devient beaucoup plus difficile.

Bien entendu, si les conditions météorologiques y sont parfois plus rudes, la configuration du terrain en général, et des plateformes en particulier, impose des contraintes draconiennes dont il faut impérativement tenir compte.

1.1. Absence d'horizon naturel

Le « vol à vue »¹ ou *Visual Flight Rules (VFR)* se complique car l'horizon naturel est difficilement utilisable. Astuce utilisable pour les premiers vols : un pseudo-horizon est matérialisé par la limite supérieure des forêts (vers 2 000 mètres dans les Alpes).



Fig. 1 - Visualisation d'un pseudo-horizon

Attention ! En virage stabilisé :

- face à un relief proche : tendance du pilote à cabrer. La vitesse chute !
- face à une vallée : tendance à piquer. La vitesse augmente !

Un pilotage approximatif n'étant pas acceptable, comment faire ?

Il faut valider le pilotage à vue par un contrôle instrumental simple.

¹ Un pilote effectue un vol selon les règles de vol à vue ou *VFR (Visual Flight Rules)*, lorsqu'il maintient son avion dans une configuration propre au vol (altitude, vitesse) sur sa trajectoire pour l'emmener vers sa destination en s'orientant par rapport à des repères extérieurs (reliefs, routes, villes...) et à l'aide d'une carte. Le vol à vue est la façon la plus simple de voler, la plus libre aussi, où il s'agit simplement d'appliquer la règle de l'air à savoir : voir et éviter. C'est la technique qui nécessite le moins d'instruments de bord.

C'est évidemment la première technique qui a été utilisée par les pionniers de l'aviation mondiale : www.ivao.fr/dep/instruction/Manuels/lpack-FR_V2/pdf/VFR_REG.pdf

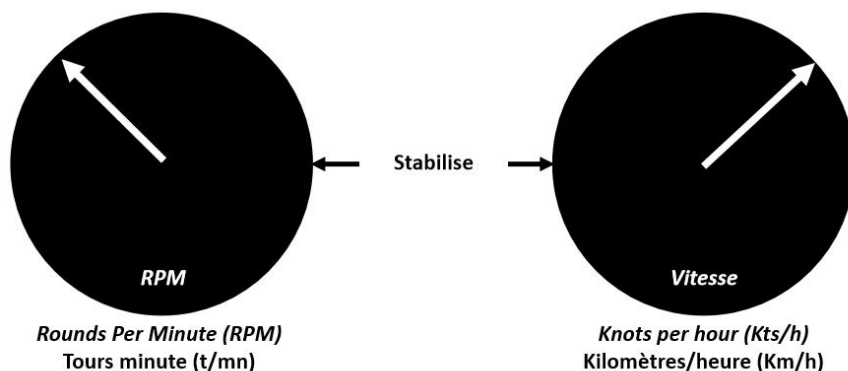


Fig. 2 - Un couple régime/vitesse définit un cas de vol stabilisé

En pratique, après avoir choisi sa trajectoire, le pilote :

- affiche le régime moteur correspondant ;
- puis maintient la vitesse correcte en agissant sur les commandes de profondeur...

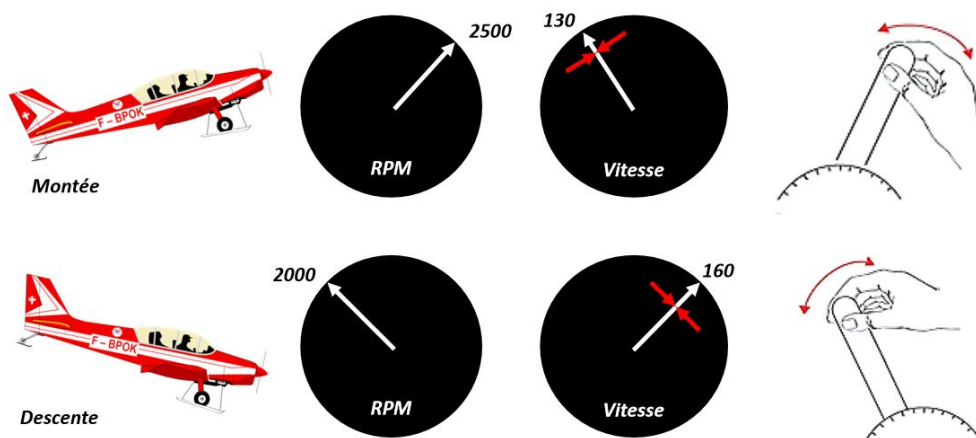


Fig. 3 - Un enchaînement logique

Cas du vol en palier.

La vitesse n'est plus la référence car elle varie avec :

- le régime moteur ;
- l'altitude de vol, à un régime donné.

Pour voler en palier, le pilote maintient $\text{Vario}^2 = 0$.

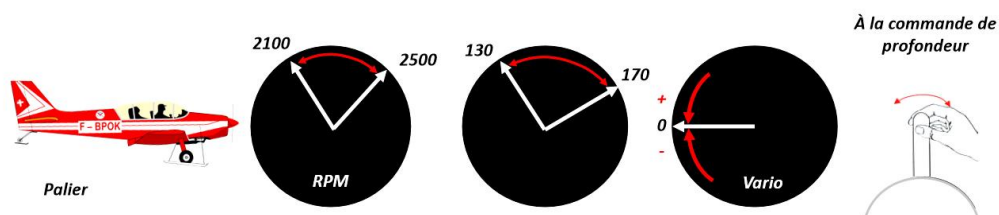


Fig. 4 - En palier, le vario doit rester stable

² Pour la définition du vario voir <https://fr.wikipedia.org/wiki/Variom%C3%A8tre>

L'absence d'horizon naturel ne constitue donc pas un handicap pour la précision du pilotage en montagne.

1.2. Effets de l'altitude sur la vitesse

1.2.1. Sur la vitesse indiquée³ de décrochage



Fig. 5 - L'altitude n'a aucune influence sur la Vitesse indiquée (Vi) de décollage

1.2.2. Sur la vitesse sol

La Vitesse vraie (V) augmente par rapport à la Vitesse indiquée (Vi), d'environ 2 % par 1 000 pieds/feet/ft. Exemple pratique d'atterrissage à Méribel avec un vent arrière de 15 km/h (fréquent) :

- Pour une Vi : 120
- Effet de l'altitude : 5.640 ft (+ 11 %) +13
- Effet de vent arrière : +15
- **Vitesse sol : 148 km/h**

La distance d'arrêt de l'avion va s'en ressentir, surtout sur skis !

1.3. Des pistes en pente

1.3.1. Pourquoi ?

En altitude, les performances des avions se dégradent.

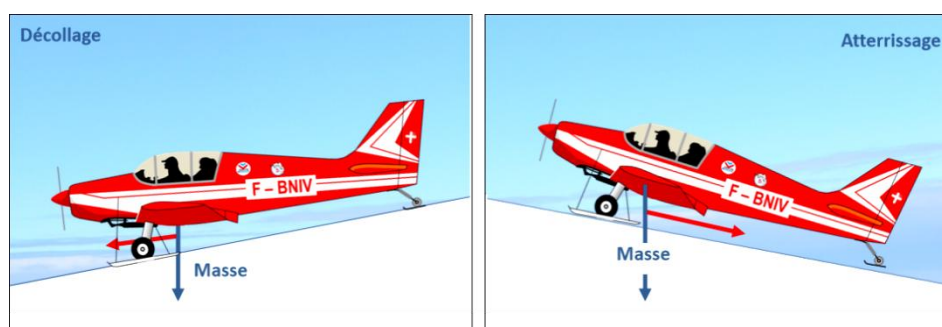


Fig. 6 - La pente est l'amie du pilote de montagne, en particulier sur skis

³ La vitesse indiquée (Vi) est la vitesse indiquée par l'instrument de mesure anémobarométrique d'un aéronef (voir tube de Pitot et badin), corrigée des effets de la compressibilité en conditions atmosphériques standard au niveau de la mer, non corrigée des erreurs du circuit anémobarométrique¹. La Vi est égale à la Vc aux erreurs anémométriques près. Ces erreurs proviennent principalement de la mesure de pression statique, l'écoulement de l'air autour de l'aéronef perturbant toujours cette mesure.
Voir https://fr.wikipedia.org/wiki/Altitudes_et_vitesse_%28a%C3%A9ronautique%29#Vitesse_indiqu%C3%A9e_ou_Vi_ou_IAS

La pente permet de raccourcir notablement les longueurs de piste nécessaires car la masse de l'avion participe :

La pente permet de raccourcir notablement les longueurs de piste nécessaires car la masse de l'avion participe :

- à l'accélération au décollage dans le sens descendant ;
- à la décélération, dans le sens montant.

Pente et longueur de piste constituent un couple de valeurs indissociables. L'insuffisance de l'une doit toujours être compensée par l'importance de l'autre.

1.3.2. Gain sur la distance de mise en vitesse

Sur roues et piste goudronnée (altiports), le gain est d'environ :

- 50 % pour une pente de 10 % ;
- 70 % pour une pente de 20 %.

Sur skis, le gain dépend d'un paramètre essentiellement variable : la glisse.

Lorsqu'elle est mauvaise, elle peut interdire le décollage, même en pente forte.

1.3.3. Prise en compte du vent

Logiquement, le sens de la pente impose le sens du trafic.

Mais le vent peut interdire tout mouvement d'avion à partir d'une valeur déterminée localement par l'expérience.

a. Profil concave : le plus couramment rencontré.

À l'atterrissage :

- l'arrondi est facilité, car la pente « monte » vers l'avion ;
- la décélération est favorisée.



Fig. 7 - Un profil concave favorise la décélération à l'atterrissage



Fig. 8 - Un profil concave rend le décollage plus difficile

Au décollage :

- la pente du sol diminue progressivement ;
- l'accélération se dégrade en phase finale de mise en vitesse.

a. Profil convexe

Avantage au décollage :

- accélération sans mauvaise surprise ;
- la pente du terrain augmente progressivement.



Fig. 9 - La pente du terrain augmente progressivement

Inconvénient à l'atterrissage (tendance du pilote à l'arrondi) :

- trop haut : la pente du terrain diminuant progressivement, le sol « se dérobe » sous l'avion.
- trop long : pour éviter l'impact dur consécutif à l'arrondi « *trop haut* », le classique rattrapage au moteur s'impose... Ce qui rallonge la distance d'atterrissage.

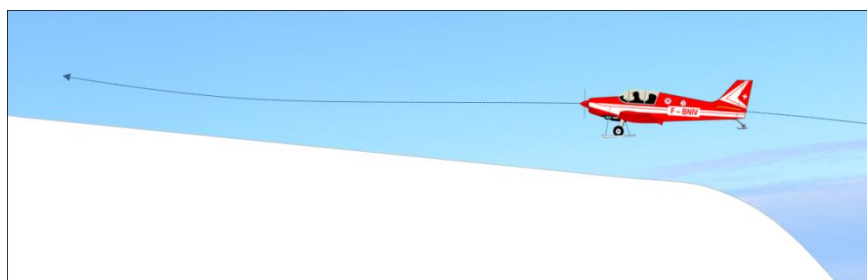


Fig. 10 - Le changement de pente doit être pris en compte

Attention : il est difficile d'apprécier la distance restante !



Fig. 11 - L'obstacle est hors du champ visuel du pilote

a. Profil régulier

Très favorable.



Fig. 12 - Un profil régulier favorise le décollage

Cependant, la pente doit être suffisante si la longueur de piste est limitée.

Dans la réalité, les différents profils se combinent peu ou prou, mais une particularité subsiste le plus souvent.

À l'atterrissage comme au décollage, un angle mort masque une partie de la visibilité.

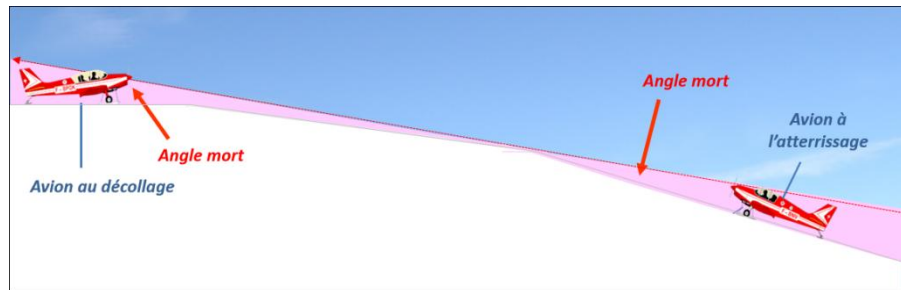


Fig. 13 - Les changements de profil de la piste induisent des angles morts

Le souci de la sécurité exige du pilote la prise en compte de ce piège.



Photos 9 et 10 - Attention au changement de pente au niveau de la tour de Méribel

b. Remarque

Ce qui a été dit concerne surtout les évolutions sur skis.

Les évolutions sur roues sont également concernées, mais dans une moindre mesure car l'on bénéficie alors :

- d'une accélération sans trop de surprise au décollage (attention à l'herbe « haute ») ;
- du freinage à l'atterrissage.

1.4. Le vol à proximité des obstacles

Le vol en montagne s'effectue à haute altitude mais très souvent à basse hauteur, à proximité immédiate du relief et d'obstacles artificiels de toutes sortes.

1.4.1. Le vol en vallée étroite

Plus on vole bas, plus la vallée est étroite.

Plus la vallée est étroite, plus on doit serrer l'un des versants pour sauvegarder impérativement la possibilité de demi-tour.



Fig. 14 et 15 - Pour garantir un demi-tour, serrer l'un des versants



Photo 11 - Une règle tacite : pour franchir un col, on tient sa droite

Le pilote, assis en place gauche, est ainsi mieux placé pour effectuer un éventuel demi-tour.

Cependant, d'autres raisons peuvent justifier un choix différent :

- l'ensoleillement, car la visibilité est meilleure sur le versant gauche ;
- l'aérologie, car les ascendances thermiques ou orographiques ;
- la nationalité britannique du pilote...

Il n'y a donc pas de règle formelle.

1.4.2. Le demi-tour rapide

Dans tous les cas, le pilote doit conserver la possibilité de s'échapper rapidement vers l'aval de la vallée.

Pourquoi ?

Le demi-tour peut être imposé par :

- l'aérologie ;
- un ennui mécanique ;
- toute autre raison,

et plus la vallée se resserre, plus le demi-tour doit être anticipé.

a. À quelle inclinaison ?

Plus l'avion s'incline, plus il vire, mais attention :

- à 45°, la vitesse de décrochage est majorée de 20 % ;
- à 60° d'inclinaison : de 40 %.

b. Utilisation des volets

Le braquage des volets retarde le décrochage de quelques km/h.

Si la vitesse augmente rapidement, en turbulence forte par exemple, le pilote doit prendre garde à ne pas franchir la limite supérieure de l'arc blanc du badin.

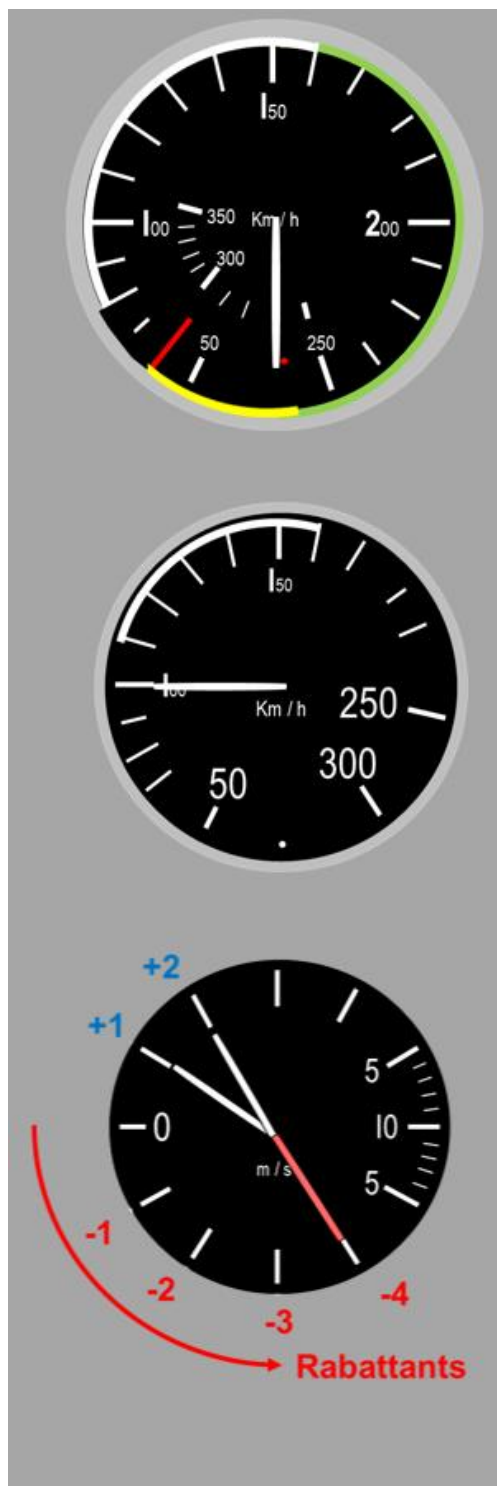
c. À quelle puissance ?

Pleins gaz, afin de retarder le décrochage dû à l'inclinaison importante, tout en respectant le trait rouge du tachymètre.

Si l'on subit une aérologie défavorable, l'application de la pleine puissance peut-être très insuffisante pour maintenir le palier à vitesse normale.

d. Sauvegarde de la vitesse

Par temps calme et aux altitudes fréquentées, le meilleur vario de l'avion est de l'ordre de + 1 à + 2 m/s.



En conditions d'aérologie perturbées, la valeur moyenne des rabattants rencontrés est très supérieure !

Confronté à cette situation, le pilote ne peut sauvegarder la vitesse qu'au détriment de l'altitude, il doit mettre l'avion en descente en adoptant une trajectoire en forme de virgule.

En situation périlleuse, le demi-tour s'effectue donc :

- pleins gaz ;
- inclinaison : de moyenne (45°) à forte (60°) ;
- vitesse : supérieure d'environ 50 % au décrochage à l'inclinaison nulle (1,5 Vs), soit 140/150 km/h sur D-140 ;
- volets à la demande ;
- si nécessaire en descente, pour sauvegarder la vitesse.

Dans ces conditions, le diamètre de virage est de l'ordre de 250/300 mètres, comme illustré page suivante :

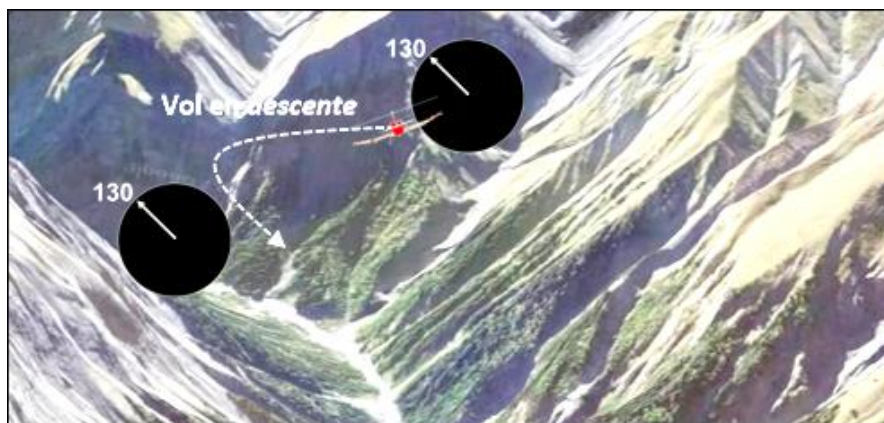


Fig. 19 - Pour réussir le virage en virgule, il faut se mettre en descente

d. Remarques sur le diamètre de virage

Pour une inclinaison et une vitesse indiquée (V_i) fixées, le diamètre de virage augmente avec l'altitude :

- + 25 % à 2 000 mètres ;
- + 40 % à 3 000 mètres,

par rapport au niveau de la mer.

Pour une situation météo donnée, le vent augmente avec l'altitude.

La conjugaison de ces deux paramètres peut se traduire par une altération importante de la trajectoire « sol » de l'avion et surprendre le pilote.

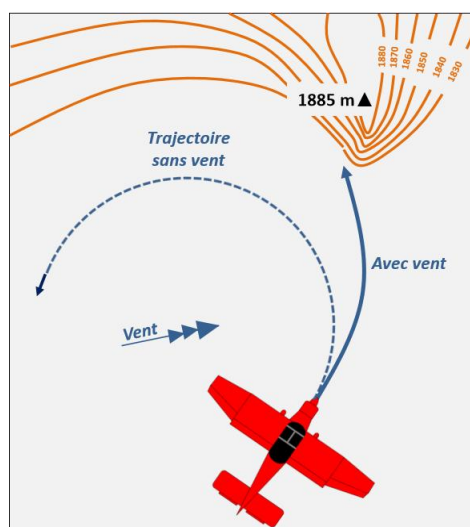


Fig. 20 - Le vent altère la trajectoire-sol

Cependant, et, vraiment fort heureusement, le « *néophyte* » sous-estime toujours la distance latérale le séparant du relief.

1.4.3. Le vol à proximité des obstacles naturels

a. Franchissement d'un col : **Attention !**

Un col est un site potentiellement très dangereux, surtout vent de face !

Canalisé dans ce passage étroit, l'air est accéléré, puis décéléré par l'effet Venturi⁴.

Le col est donc toujours beaucoup plus venté que les zones avoisinantes.

Les différents phénomènes aérologiques classiques :

- mouvements verticaux ;
- turbulences,

s'y trouvent réunis et renforcés.

Le respect par le pilote de trois règles simples assure la sécurité absolue de l'avion.

• **Règle 1**

Se présenter en oblique, sous un angle inférieur à 45° et conscient du vent local.

Le pilote conserve ainsi, jusqu'au franchissement du col, la possibilité de dégager, en cas de nécessité.

La trajectoire « *en virgule* », à gauche ou à droite selon le cas, est alors identique au demi-tour rapide en vallée étroite.

• **Règle 2**

Se présenter au col avec une marge :

- d'altitude : en 10 secondes, un rabattant « *moyen* » de - 3 m/s fait descendre l'avion de presque 100 pieds (ft) ;
- de vitesse, jamais inférieure à la vitesse de meilleur vario.

Constat : lorsque l'altitude de franchissement est « *tangente* », le pilote est tenté, instinctivement, de « *tirer sur le manche* »... au détriment de la vitesse.

Dans cette phase de surveillance du badin est essentielle.

• **Règle 3**

Si l'on ressent le moindre doute sur la possibilité de franchir le col en absolue sécurité, refaire un tour ! Le non-respect par le pilote de ces trois règles simples constitue une négligence inexcusable.

⁴ L'**effet Venturi**, du nom du physicien italien Giovanni Battista Venturi, est le nom donné à un phénomène de la dynamique des fluides où il y a formation d'une dépression dans une zone où les particules de fluides sont accélérées.

Pour illustrer l'importance de ce thème, citons un exemple bien connu dans les Alpes-de-Haute-Provence (05) : le col d'Allos (2247 mètres d'altitude) domine, côté Sud, l'aérodrome de Barcelonnette-Saint-Pons (qui est situé à 1120 mètres d'altitude).

Après décollage depuis cet aérodrome vers les terrains des Alpes-Maritimes (06) par la route directe, le pilote doit rapidement gagner les 1127 mètres qui le séparent du col.

Depuis les débuts de l'aviation, une soixantaine d'appareils ont percuté les pentes Nord du Col d'Allos

Un réel effort de formation s'impose.

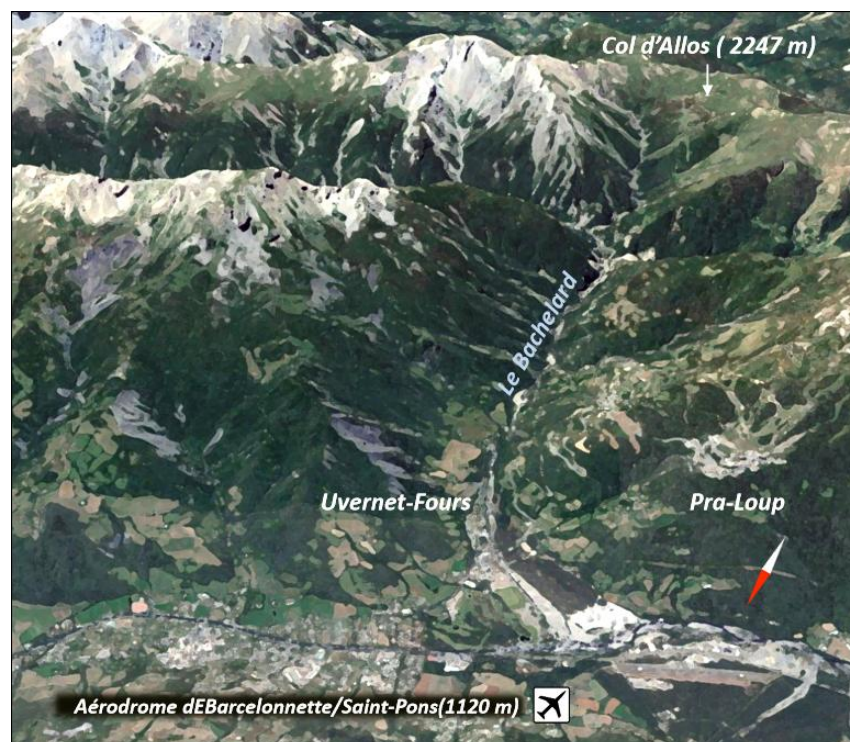


Fig. 21 - De l'aérodrome de Barcelonnette/Saint-Pons au col d'Allos

b. Franchissement d'une ligne de crête

En moins critique, ce franchissement est de même nature que le passage d'un col. Le respect des trois règles de base s'impose de manière identique, surtout si l'on vole face au vent



Photo 4 - Franchissement d'une ligne de crête (Jean-Marie Urlacher)

c. Le vol face à un plateau en pente légère

Par manque d'accoutumance au milieu montagnard, la surface de ce plateau peut être prise par le pilote comme une référence horizontale.

Conséquences, à l'insu du pilote :

- augmentation progressive de l'assiette de l'avion ;
- *cela entraîne une diminution sournoise de la vitesse.*

L'aérologie et/ou la création rapide par le pilote d'une inclinaison « *de fuite* » peuvent amener l'avion au décrochage.

Une fois encore, le pilote doit surveiller le badin.

1.4.4. Le vol à proximité des obstacles artificiels

La montagne est truffée de pièges :

- lignes électriques toutes tensions : certains éclairages peuvent rendre imperceptible la présence des boules de signalisation Électricité de France (EDF), alternativement rouges et blanches ;
- câbles de remontées mécaniques, en particulier les câbles de retour des téléskis ;
- CATEX : Câbles Transporteurs d'EXplosifs, sur les crêtes avalancheuses des stations de ski ;
- éphémères câbles à foin l'été,

constituant une véritable toile d'araignée pour tout ce qui vole...

Que faire ?

Il faut :

- s'interdire tout site inconnu (la Vallée Blanche par exemple...) ;
- considérer comme dangereuse toute zone non parfaitement connue (Massif du Mont-Blanc, Cervin...).
- suspecter tout espace montagneux non fréquenté régulièrement ;
- « *viser* » le survol d'un pylône pour éviter à coup sûr la ligne qu'il soutient.

1.4.5. Sécurité à proximité des obstacles - Synthèse

Pour assurer la sécurité du vol à proximité de tous les obstacles :

- dans tous les cas ;
- partout dans le monde ;
- sur tout type d'avion, du D-119 au Jumbo,

le pilote doit respecter deux conditions :

- 1) Conserver la possibilité d'un demi-tour rapide, de préférence à gauche.
- 2) Maintenir une marge d'altitude permettant, si nécessaire, la sauve-

garde de la vitesse.

Règle d'or : En vol, le pilote de montagne doit constamment visualiser une trajectoire de fuite virtuelle.

En cas de mauvaise surprise, il peut ainsi adopter instantanément et en sécurité la trajectoire réelle de fuite.



Photo 5 - Vol au plus près de la Pirra Menta (Jean-Marie Urlacher)

1.5. Franchissement d'un obstacle après décollage

En complément des informations données dans le manuel de vol de l'avion, il est utile d'ajouter quelques commentaires.

1.5.1. En cas d'obstacle rapproché (arbres, lignes électriques...)

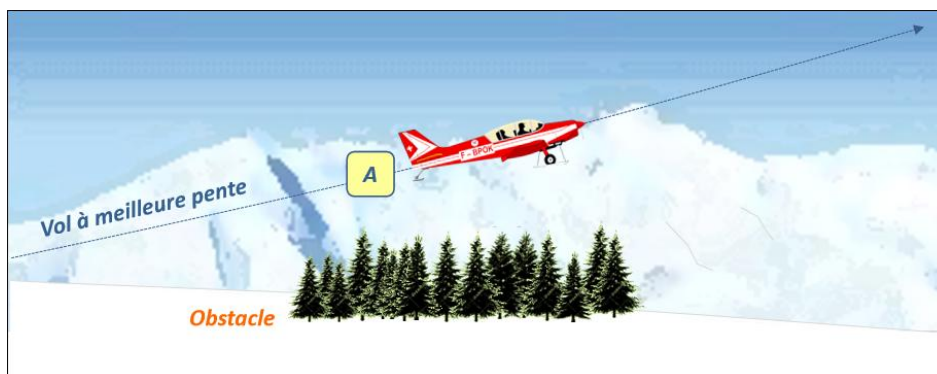


Fig. 22 - Franchissement d'un obstacle après décollage

Pour assurer la meilleure marge de survol, le pilote doit adopter la vitesse de meilleure pente de montée obtenue grâce aux paramètres suivants :

- volet « décollage » ;
- vitesse sensiblement égale à 125 km/h ;
- puissance : régime maximum continu.

1.5.2. En cas d'obstacle éloigné

Pour gagner le maximum d'altitude dans le minimum de temps, il faut adopter la vitesse de montée à meilleur vario grâce aux paramètres suivants :

- avion lisse (pas de volets) ;

- vitesse sensiblement égale à 145 km/h ;
- puissance : régime de montée ;
- virages à faible inclinaison (à 30°, à la masse de 1 000 kg, l'avion « s'alourdit » de 100 kg).

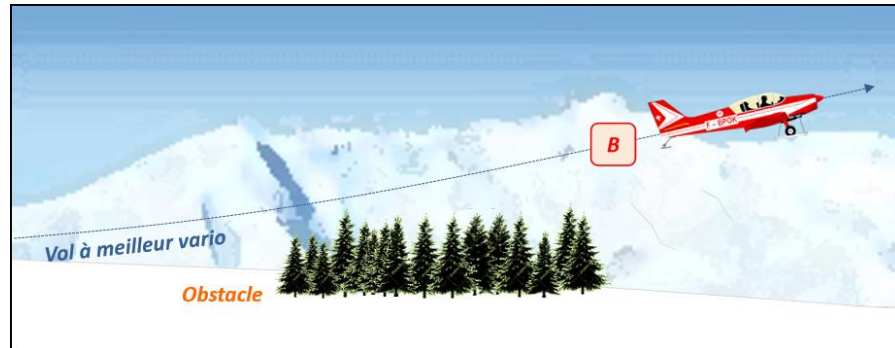


Fig. 23 - Franchissement d'un obstacle éloigné

L'influence de l'altitude sur le meilleur vario est importante. Le meilleur vario diminue d'environ :

- 50 % à 2 000 mètres d'altitude (altiports) ;
- 80 % à 3 500 mètres d'altitude (glaciers).

1.5.3. Comparaison des deux trajectoires

Sur le croquis ci-dessous :

- l'avion **A** franchit l'obstacle des sapins ;
- l'avion **B** ne franchirait pas l'obstacle.

Cependant, en l'absence d'obstacle et après un temps de vol identique, il se retrouve :

- plus haut ;
- plus loin,

que l'avion **A**.

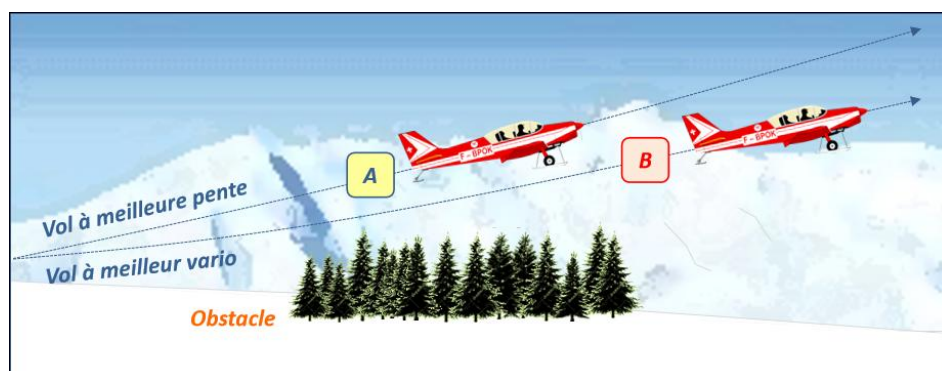


Fig. 24 - La montée à vitesse de meilleur vario en utilisation normale

1.5.4. Vitesse « au plafond » de l'avion

Lorsque l'altitude augmente :

- la vitesse de meilleure pente augmente ;

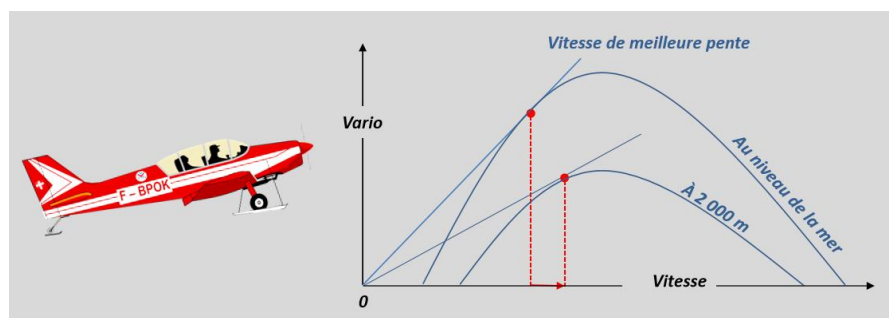


Fig. 25 - Influence de l'altitude sur la vitesse de meilleure pente

- la vitesse de meilleur vario reste sensiblement constante.

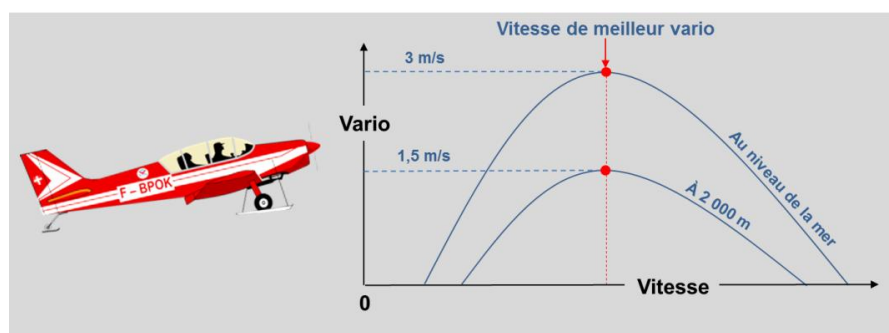


Fig. 26 - Influence de l'altitude sur la vitesse de meilleur vario

Lorsque l'altitude maximum de l'avion est atteinte :

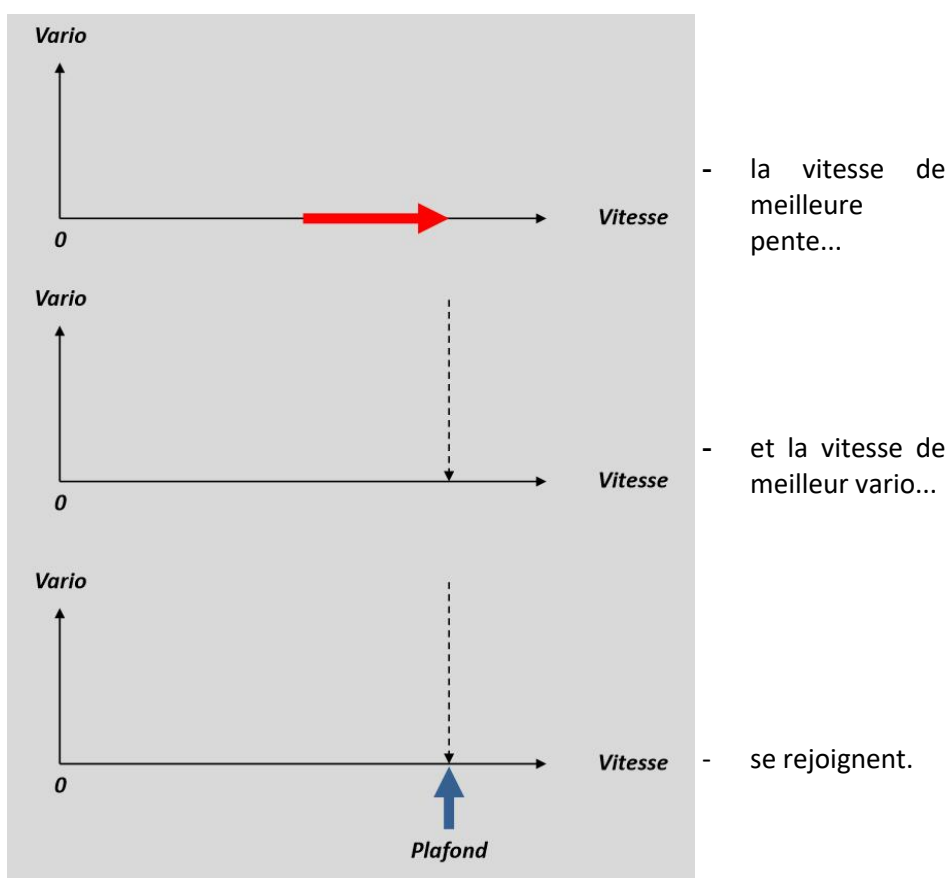


Fig. 27 - Tableau de synthèse

Cette vitesse commune correspond à l'incidence « *au plafond* » de l'avion.

Si le pilote quitte cette vitesse d'équilibre, en plus ou en moins, l'avion descend.

1.5.5. Obstacle lointain – Le passage « *direct* » est-il possible ?

Il existe une méthode simple pour répondre rapidement à cette interrogation :

- le paysage situé à l'arrière-plan de la crête ou du col apparaît sous un angle qui augmente : ça passe ;
- le paysage apparaît sous un angle qui diminue : ça ne passe pas !

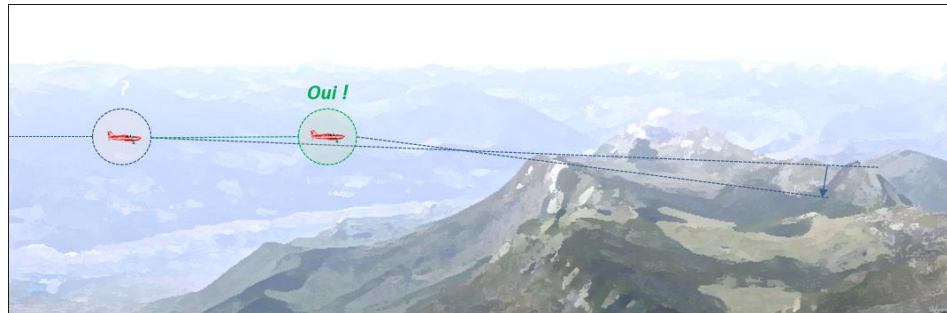


Fig. 28 - Si l'angle de vision augmente, ça passe !

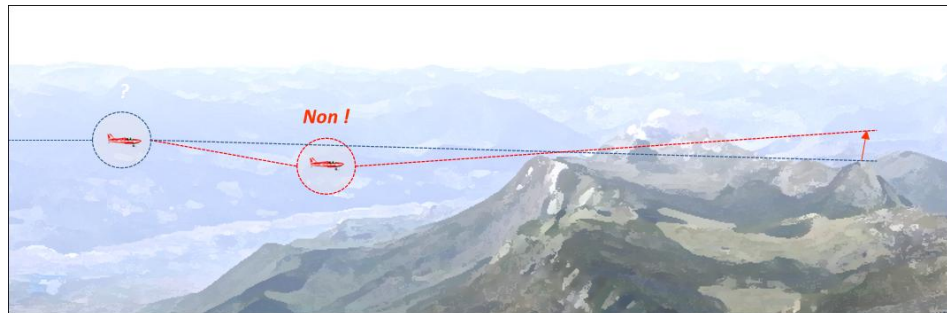


Fig. 29 - Si l'angle de vision diminue, ça ne passe pas !

- le paysage est vu sous un angle constant : les yeux du pilote passent... mais attention, peut-être pas le train d'atterrissage !!!

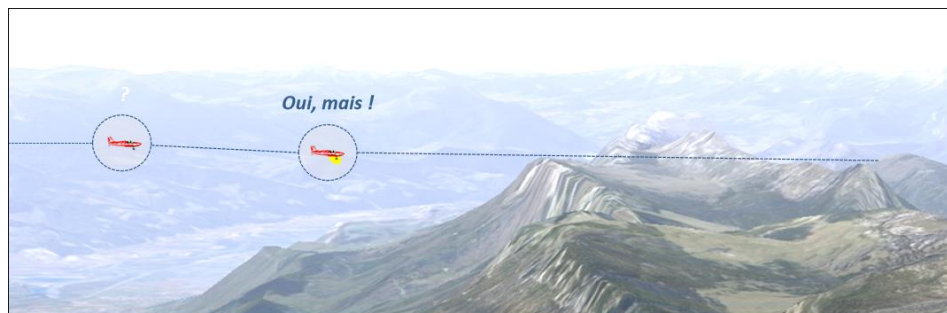


Fig. 30 - Prendre de la marge pour être sûr que le train d'atterrissage passe !

1.6. Utilisation de la radio VHF

1.6.1. Réglementation générale

L'usage de la radio en montagne est obligatoire depuis mars 1973.

Cette obligation concerne :

- tous les aéronefs (Ultra légers motorisés [ULM] inclus) ;
- tous les sites aéronautiques.

Compte tenu du relief, la portée des ondes très haute fréquence (*Very High Frequency/VHF*) est réduite... et c'est heureux !

La montagne filtre ainsi une partie importante des (trop) nombreux messages multilingues qui s'échangent dans les Alpes et dans les Pyrénées.

La procédure appliquée est simple : auto-information sur la fréquence 130.00 MHz.

Procédure radio classique sur la fréquence de l'altiport lorsque celui-ci bénéficie, comme Courchevel, d'un *Aerodrome Flight Information Service (AFIS)*...

Auto-information pour Huez, Megève et Méribel.

Les messages sont transmis « *en l'air* » par les pilotes :

- position de l'avion et intentions de l'équipage en tour de piste ;
- annonces de sécurité (passages de cols, survols de pistes caractéristiques) et veille « *en route* ».

Cependant, s'il vous plaît, pas de discours !

1.6.2. Cas des altiports des Alpes du Nord

La fiche VAC, éditée pour chaque altiport, indique la fréquence à utiliser localement.

a. L'hiver

Procédure radio classique sur la fréquence de l'altiport lorsque celui-ci bénéficie d'un service d'information (AFIS) : Huez, Courchevel...

Auto-information pour Megève et Méribel.

b. L'été

Procédure classique pour Huez.

Auto-information pour Courchevel, Megève et Méribel.

En l'absence de réponse d'un contrôleur AFIS, le pilote applique logiquement la procédure d'auto-information sur la fréquence de l'altiport.

Certains aérodromes à usage restreint, tel Sollières-Sardières et Haute-Maurienne, s'apparentent à des altiports.

Cependant, la fréquence à utiliser est celle des aéroclubs (123.5 MHz) et non pas 130.00 MHz.

En cas de doute, la consultation des fiches VAC s'impose.

1.6.3. Carrefours dangereux

La zone située à la verticale de Moûtiers/Brides-Les-Bains, au nord de Méribel, est le carrefour aérien le plus dangereux des Alpes !

Dans cet espace, entre 5 500 et 7 500 ft, se retrouvent concentrés :

- des ULM ;
- des avions légers, jusqu'aux biturbines ;
- des hélicoptères de tout tonnage,

dont les pilotes peuvent utiliser trois fréquences différentes :

- 120.07 MHz Courchevel ;
- 118.75 MHz Méribel ;
- 130.00 MHz Montagne.

Seule une grande vigilance des pilotes peut éviter à coup sûr un abordage.

1.6.4. Précautions

La radio VHF est un outil qui contribue à la sécurité des vols.

Cependant, son utilisation comporte des pièges qui doivent être connus pour être évités.

a. Erreurs de fréquence

Le pilote :

- peut confondre deux fréquences proches : Montagne 130.00 et Megève 132.05 ;
- maintenir sur l'altiport la fréquence « *en route* » 130.00... ou l'inverse.

b. Erreurs de manipulation

Au départ, la mise sous tension de la radio sur la bonne fréquence ne suffit pas !

Le pilote doit aussi vérifier le niveau de réception en utilisant la fonction « *test* » du *squelsh*.

c. Limitation de portée

La portée des ondes VHF est optique.

Aspect positif : comme déjà indiqué, la saturation de la fréquence « *montagne* » est évitée.

Aspect négatif : les échanges radio entre avions sont aléatoires dès que l'on vole sous les crêtes avoisinantes.

d. Conclusion

Le respect des procédures d'utilisation de la radio fait partie intégrante de la sécurité des vols.

En résumé...

- *Du fait de l'altitude moyenne des régions montagneuses, leur survol s'effectue souvent près de reliefs tourmentés et d'obstacles pouvant rapidement s'avérer dangereux, voire infranchissables.*

- *De même, les plateformes aériennes s'inscrivant dans ce paysage comportent de nombreuses particularités que seule l'étude des cartes afférentes permettra de vraiment prendre en compte.*
- *En résumé, le pilotage en montagne est parsemé d'écueils que seul le respect pointilleux de certaines règles de base permettra d'éviter.*

Page laissée
intentionnellement vierge

Sommaire du Briefing 2

2.1. Constat.....	3
2.2. Le vent.....	3
2.2.1. Mouvements verticaux orographiques.....	3
2.2.2. L'effet Venturi.....	4
a. Synthèse schématique du phénomène.....	6
b. Conclusion partielle.....	7
2.3. Les effets thermiques.....	7
2.3.1. Saisonniers.....	7
a. En été.....	7
b. En hiver.....	8
c. Constat.....	8
2.3.2. Les brises de relief.....	8
2.3.3. Les « coups de vent ».....	8
2.4. La turbulence.....	8
2.5. Hauteur d'influence d'un relief.....	10
2.6. L'effet de Foehn.....	10
2.6.1. Au vent.....	10
2.6.2. Sous le vent.....	10
2.6.3. La Lombarde.....	11
2.7. Les nuages d'onde.....	11
2.7.1. Schématiquement.....	11
2.7.2. Commentaires.....	11
2.8. Le nuage en chapeau du mont Blanc.....	11
2.9. Les cumulonimbus.....	11
2.10. La mer de nuages.....	11
En résumé.....	12

Aérologie et nébulosité

Évoluer dans un milieu exigeant

À un environnement potentiellement hostile s'ajoutent des conditions météorologiques propres au milieu montagnard et à l'altitude.

S'il n'a pas bien préparé sa sortie, le pilote s'aventurant en montagne aura donc souvent fort à faire pour arriver à bon port sans encombre.

La connaissance approfondie des différents paramètres susceptibles de modifier la course de l'aéronef alliée à l'expérience acquise par une pratique assidue seront donc gages de survie dans un milieu potentiellement hostile.

2.1. Constat

En l'absence :

- de vent ;
- d'effets thermiques,

l'atmosphère est inerte.

Aucun phénomène aérologique ne peut se développer.

Dès que le vent se lève, que le soleil chauffe le sol, l'équilibre est rompu : la masse d'air s'anime.

2.2. Le vent

La présence du relief perturbe l'écoulement du vent...

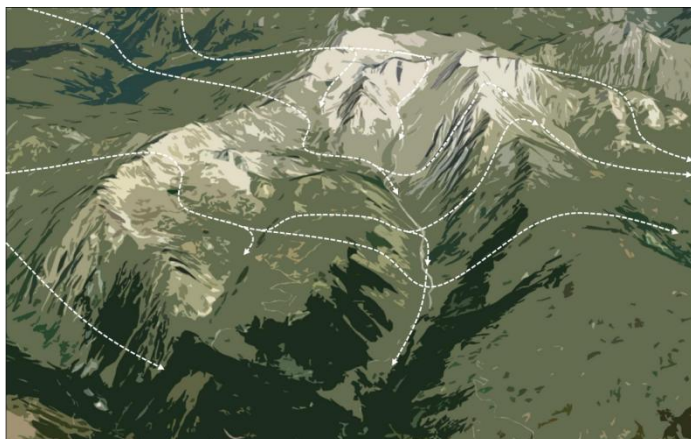


Fig. 31 et photo 6 - Comme les torrents, les flux aériens épousent les formes du relief

... comme le lit d'un torrent perturbe l'écoulement de l'eau, provoquant remous et tourbillons.

Des phénomènes aérologiques naissent alors au sein de la masse d'air :

- mouvements verticaux « orographiques » ;
- effets Venturi (gradients de vent) ;
- turbulences.

Ils vont perturber la trajectoire de l'avion, voire interdire tout survol du relief.

2.2.1. Mouvements verticaux orographiques

Ascendances « *au vent* ».

Descendances/rabattants « *sous le vent* ».

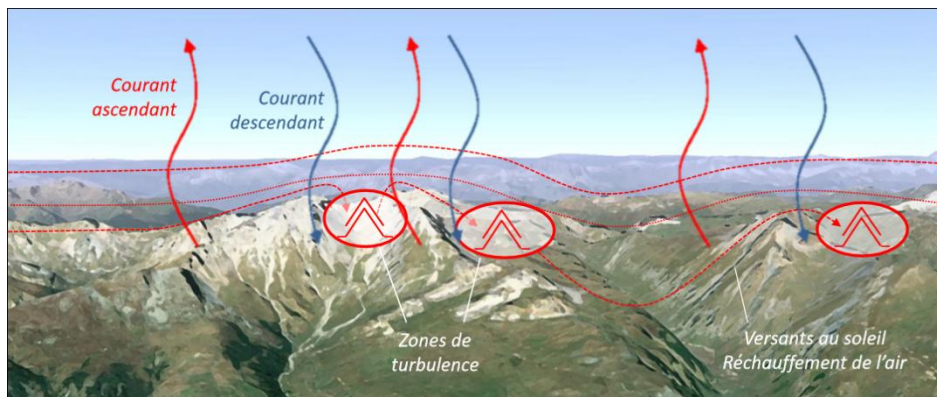


Fig. 32 - Les mouvements ascendants provoquent des turbulences

La turbulence apparaît « *au vent* » et se renforce « *sous le vent* ».

L'intensité de ces mouvements est proportionnelle à la force du vent et à la pente du relief.

2.2.2. L'effet Venturi

Il se manifeste à proximité d'un relief venté.

La compréhension de ce phénomène est essentielle car il peut mettre en cause la sécurité du vol.

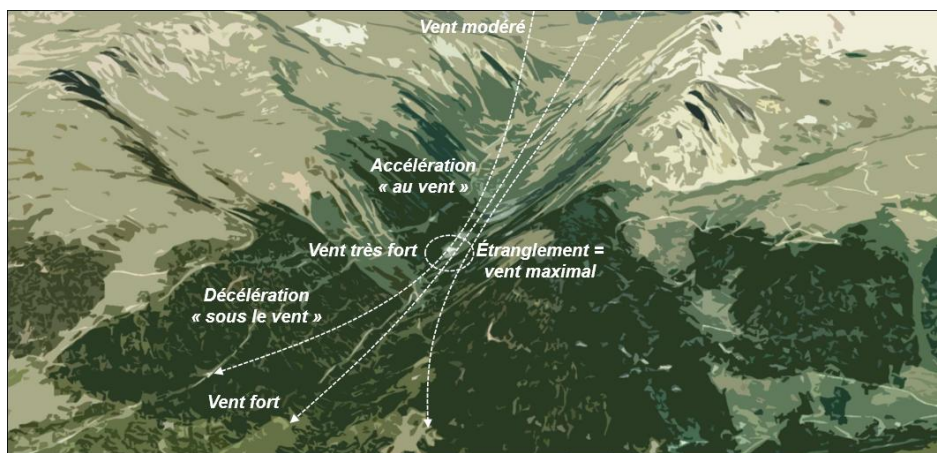


Fig. 33 - S'écoulant dans une étroiture, le vent s'accélère par l'effet Venturi

Un « *étranglement* » du relief dans l'écoulement du vent provoque :

- une accélération du vent, côté « *au vent* » ;
- une décélération du côté du vent, côté « *sous le vent* ».

Le taux de variation de vitesse du vent par unité de temps est appelé Gradient de vent.

Il se manifeste au pilote par des variations rapides de la Vitesse indiquée (Vi).

L'effet du gradient augmente avec :

- la force du vent ;
- l'importance de la pente au sol ;
- la proximité du relief survolé ;
- l'inertie de l'avion, donc de sa masse.

Ce gradient s'exprime en mètre/seconde par seconde (m/s^2).

Sa valeur peut être :

- positive : V_i en augmentation ;
- négative : V_i en régression

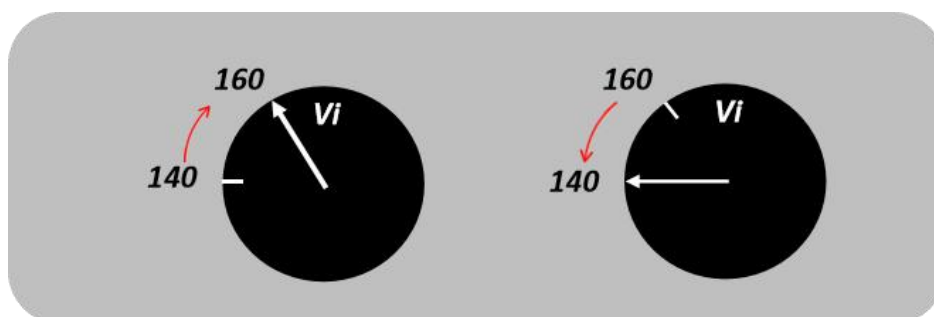


Fig. 34 - Gradient positif (en augmentation) et négatif (en régression)

Ces variations de la vitesse indiquée ont une explication simple.

En vol, l'avion a tendance à conserver, par inertie, pendant quelques instants, la vitesse sol acquise.

Si la vitesse du vent varie très rapidement (rafale), la Vitesse indiquée (V_i) varie elle aussi.

Vol près d'un relief vent de face :

- de A vers B = V_i

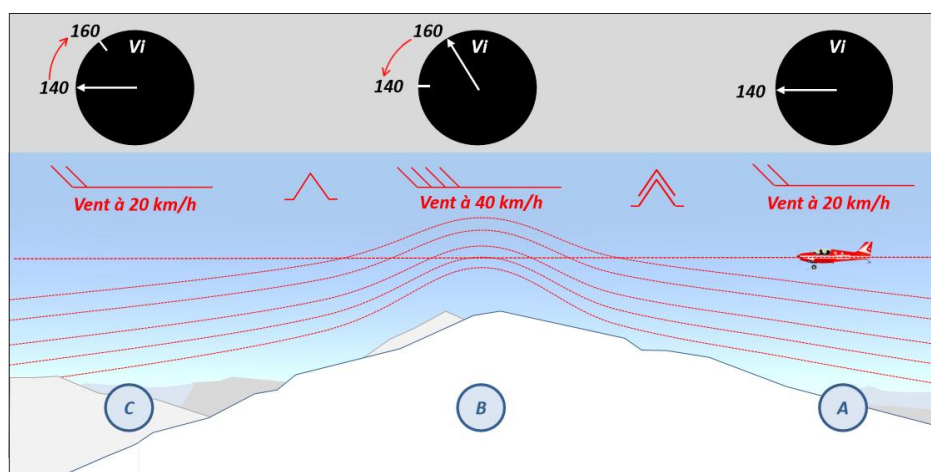


Fig. 35 - Influence du franchissement d'un relief, vent de face

Vent arrière :

- de A vers B = V_i

de B vers C = V_i vers la valeur initiale.

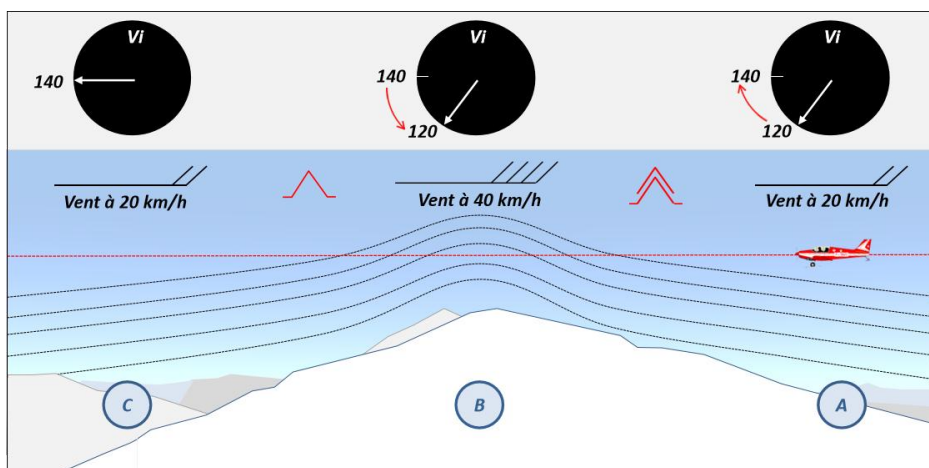


Fig. 36 - Influence du franchissement d'un relief vent arrière

Dans les deux cas, la turbulence  apparaît « au vent » et se renforce  « sous le vent ».

a. Synthèse Schématique du phénomène :

Sens du vent	Si la force du vent...	... la vitesse indiquée...
Vent de face	↑ ↓	↑ ↓
Vent arrière	↑ ↓	↓ ↑

On voit qu'un vent de face qui diminue produit le même effet qu'un vent arrière qui augmente : la vitesse indiquée chute.

Logiquement, les effets de gradient de vent sont observés :

- au franchissement d'un col, d'une crête, lesquels constituent un demi-Venturi ;
- en vallée étroite, par exemple Valloire,

et se trouvent renforcés sous le vent du relief.

Dans ces situations, la sécurité du vol peut être mise en cause : le pilote se doit de respecter rigoureusement la procédure classique de franchissement (cf. § *Vol à proximité des obstacles naturels*).

En complément, il existe une autre situation couramment rencontrée qui doit être analysée pour éviter toute mauvaise surprise. Il s'agit de l'atterrissage sur une pente ventée.

En courte finale, vent de face, la vitesse du vent diminue par effets :

- venturi : dans la zone de divergence de la masse d'air ;
- mécanique : le frottement du sol freine le vent.

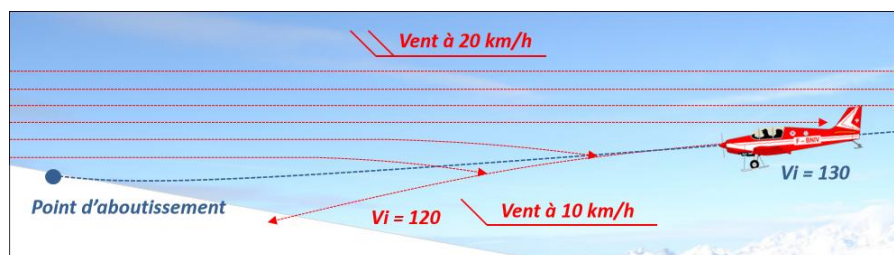


Fig. 37 - Par vent de face, la vitesse indiquée (V_i) diminue

L'avion subit un gradient de vent négatif.

Si le pilote n'intervient pas :

- la vitesse indiquée chute, proportionnellement à la valeur du gradient ;
- la trajectoire de l'avion s'incurve vers le sol.

En courte finale, vent arrière, la vitesse du vent augmente dans la zone de convergence.

Comme dans le cas précédent, l'avion subit un gradient négatif entraînant les mêmes conséquences que le vent de face :

- la vitesse indiquée chute ;
- la trajectoire de l'avion s'incurve vers le sol.

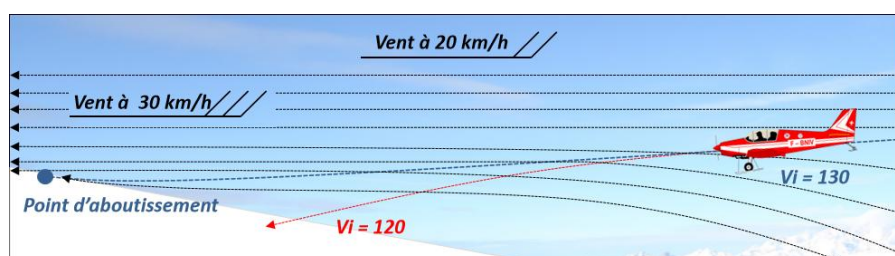


Fig. 38 - Par vent arrière, la vitesse indiquée (V_i) chute également

cependant, en raison :

- du frottement mécanique du vent sur le sol ;
- d'un effet d'ascendance au moment de l'arrondi,

L'effet de gradient est moins marqué que par vent de face.

b. Conclusion partielle

En pratique, on conçoit que les différents phénomènes aérologiques n'apparaissent pas toujours de manière aussi schématique.

Cependant, par vent bien établi sur une pente, deux certitudes demeurent :

- vent de face ou arrière, le pilote doit toujours prévoir une chute de vitesse indiquée en courte finale ;
- vent arrière, ne pas placer l'avion sur un plan inférieur au plan normal : l'ascendance escomptée en courte finale peut être masquée par un gradient de vent négatif générateur de rabattant.

2.3. Les effets thermiques

2.3.1. Saisonniers

a. En Été

Le soleil chauffe la masse d'air en contact avec le sol, particulièrement sur les zones rocheuses et les moraines. L'air s'allège et monte : c'est le phénomène de convection.



Fig. 39 et photo 7 - La convection induit fortes turbulences et cumulus

Ces phénomènes thermodynamiques, générateurs de turbulences fortes, peuvent faire évoluer les cumulus en redoutables cumulonimbus.

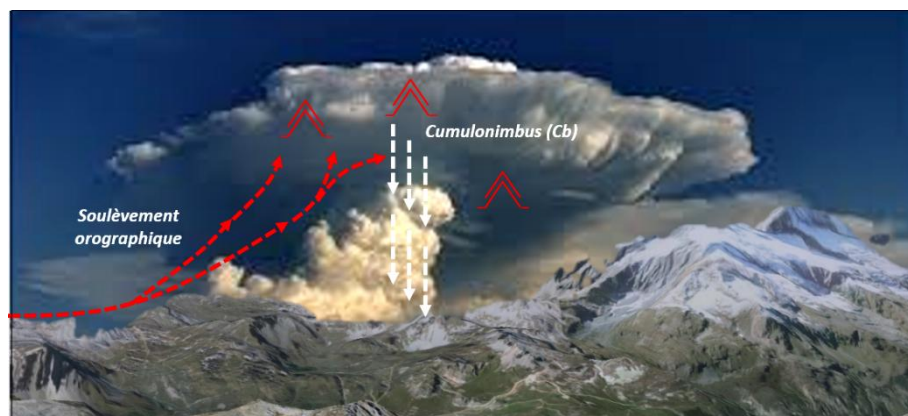


Fig. 40 - La zone de formation des cumulonimbus est à éviter absolument

b. En Hiver

La convection en montagne est nulle : absence de réchauffement du sol par rayonnement solaire.

c. Constat

En dehors des périodes de vent fort, le sol en montagne est notablement « plus calme l'hiver que l'été. »

2.3.2. Les brises de relief

La brise d'aval est due à l'échauffement des pentes par le soleil. L'air ambiant s'allège et remonte le long du relief :

- elle s'établit entre le milieu de la matinée et le coucher du soleil ;
- l'été, elle peut atteindre 15 à 20 km/h, mais reste faible l'hiver ;
- elle peut favoriser la formation de cumulus sur le relief et même de cumulo-nimbus en fin d'après-midi d'été.

La brise d'amont est due au refroidissement des pentes lors des nuits étoilées. L'air ambiant s'alourdit et s'écoule vers la vallée :

- plus le ciel est dégagé, plus elle est marquée ;
- elle s'établit au coucher du soleil, à la suite de la brise d'aval : c'est ce qu'on appelle le renversement de brise.

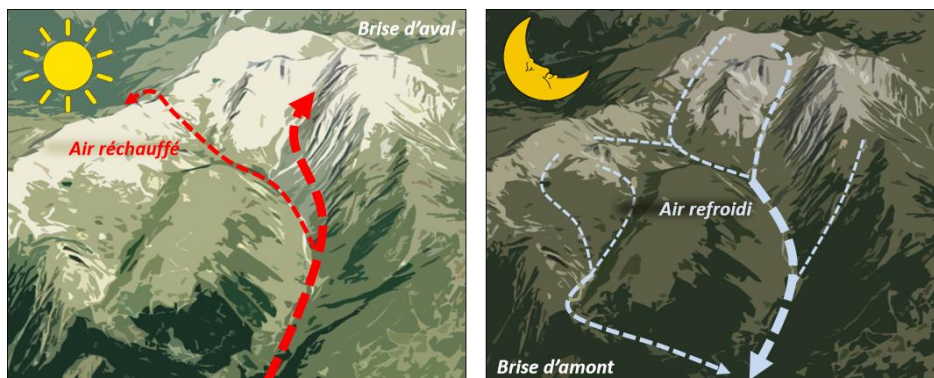


Fig. 41 et 42 - Les brises de relief

2.3.3. Les « coups de vent »

Bien connues des randonneurs, les casquettes ou autres accessoires envolés dans la pente ne se comptent plus...

D'origine thermodynamiques, les coups de vent sont dus au fort ensoleillement estival et, parfois, automnal.

Ils sont imprévisibles à court terme et peuvent se produire :

- dès la fin de la matinée, par fort ensoleillement ;
- dès le début d'après-midi jusqu'en soirée en conditions de brise régulière.

Il n'est pas utile d'insister : les conséquences d'un tel « coup de vent » en courte finale, sur tout type d'aéronef, peuvent être lourdes.

2.4. La turbulence

Nous l'avons vu, la turbulence est inhérente à tous les phénomènes aérologiques :

- mouvements orographiques verticaux ;
- mouvements orographiques horizontaux (effet venturi) ;
- effets thermiques thermodynamiques,

Dès qu'un obstacle contrarie l'écoulement normal du vent.

Cependant, en raison du profil du terrain, certains sites concentrent et accentuent cette turbulence :

piton rocheux ;

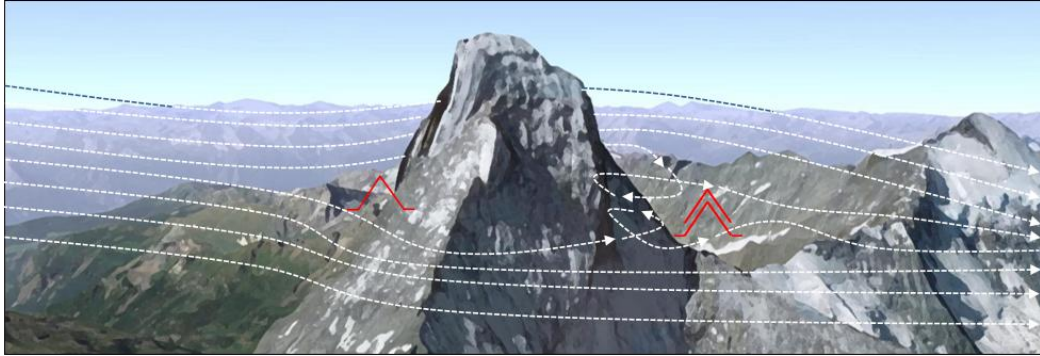


Fig. 43 - La zone située derrière le piton concentre les fortes turbulences

- décrochement de paroi dans une vallée ;
- confluent de deux ou plusieurs vallées.

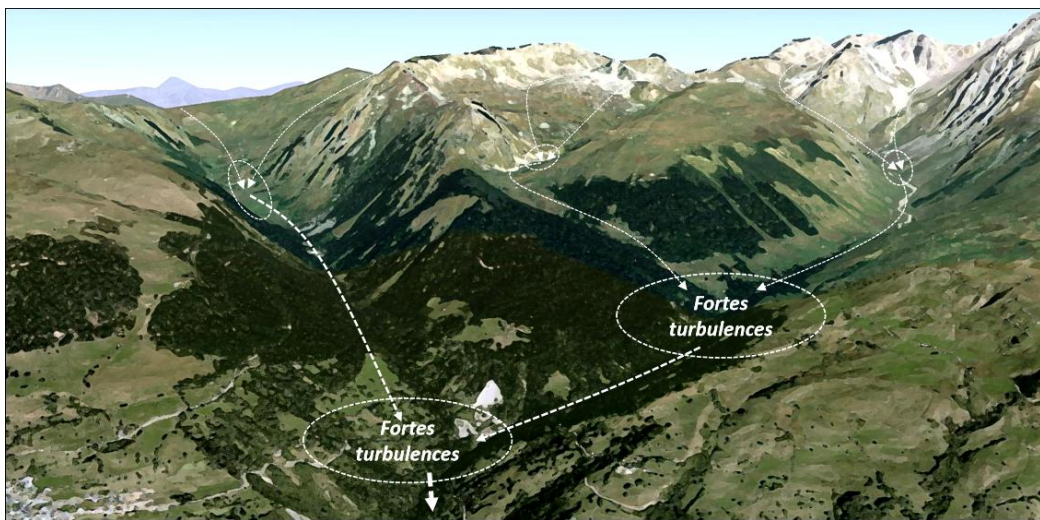


Fig. 44 - Les confluits de vallée concentrent et accentuent les turbulences

Par flux de Sud, une situation de turbulence sévère se rencontre dans les Alpes lorsque le vent « rebondit » successivement sur un grand nombre d'obstacles.

La turbulence en A s'amplifie en B, et ainsi de suite.

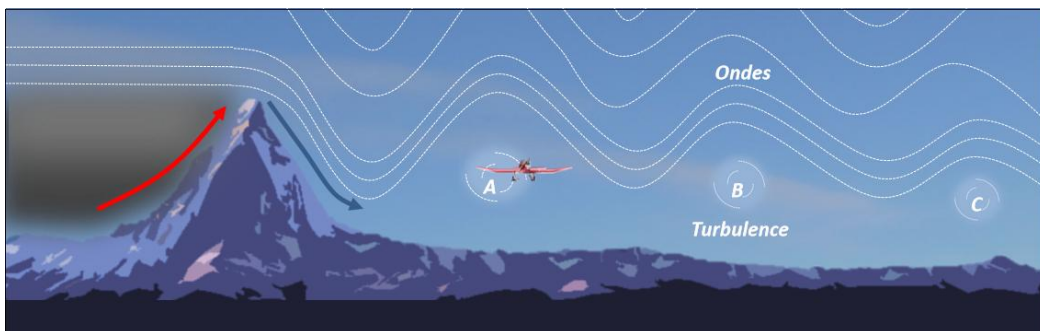


Fig. 45 - Une suite de reliefs amplifie le processus

Mieux vaut fuir la région !

2.5. Hauteur d'influence d'un relief

Si le vent est fort, la masse d'air est perturbée par le relief survolé.

La hauteur d'influence est variable :

- obstacle isolé, de type mont Ventoux (1912 mètres d'altitude) : environ 1/3 du relief :
- massif montagneux, de type mont Blanc (la règle officielle veut effectivement que l'on écrive « *mont* » avec une minuscule) : elle peut atteindre l'altitude de croisière des avions moyen-courriers (8 000 à 9 000 mètres d'altitude).

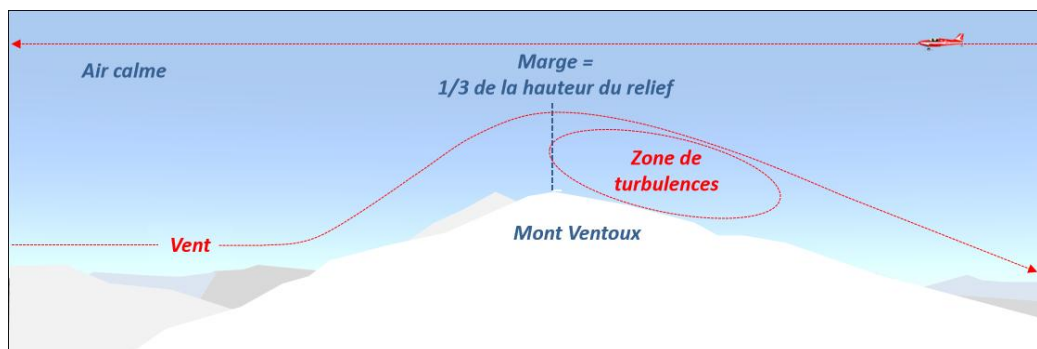


Fig. 46 - Pour trouver de l'air calme, voler à 1/3 au-dessus du relief

2.6. L'effet de Foehn

Le Foehn, mot d'origine alémanique, désigne un vent du Sud très actif.

Il souffle dans les vallées suisses et autrichiennes orientales Nord-Sud ;

Plus généralement, on appelle effet de Foehn un ensemble de phénomènes aérologiques précis.

Ils se produisent lorsqu'une masse d'air suffisamment humide heurte frontalement un obstacle montagneux important.

2.6.1. Au Vent

La détente de l'air provoque un refroidissement : - 0,5° C par 100 mètres dans le nuage :

- plafond bas ;
- pluvieux ;
- brume.

2.6.2. Sous Le Vent

La compression de l'air provoque un réchauffement : + 1° C par 100 mètres, hors du nuage :

- soleil ;
- chaud et sec ;
- turbulent ;
- bonne Visibilité.

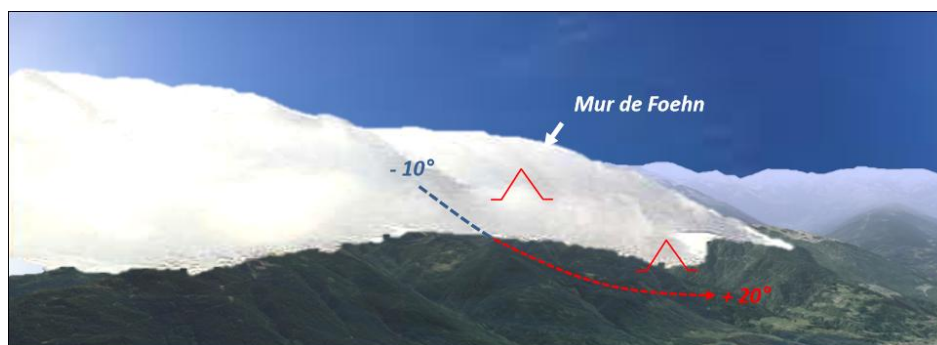


Fig. 47 - En avant du mur de Foehn, air très sec, turbulences très fortes

2.6.3. La Lombarde

Variante du Foehn, elle provient du Nord de l'Italie et s'engouffre dans les cols franco-italiens comme, par exemple, le Petit-Saint-Bernard, au-dessus de Bourg-Saint-Maurice.

Liée à un « retour d'Est » qui souffle d'Italie vers 2 000 mètres d'altitude, *La Lombarde* est surtout active d'automne au printemps : par exemple, le « méchant » vent d'Est à Val-d'Isère.

Ce vent peut déverser de grandes quantités de pluie ou de neige sur les deux versants, mais toujours plus importantes côté piémontais.

2.7. Les nuages d'onde

Par vent fort et sous certaines conditions favorables de température et d'humidité, un relief important peut soulever la masse d'air.

Il s'organise alors, à haute altitude, un système oscillatoire caractéristique : l'onde.

2.7.1. Schématiquement :



Fig. 48 – Illustrations du phénomène autour d'une montagne

Le système s'amortit après un certain nombre de « rebonds ».

2.7.2. Commentaires

En aval du relief, les altocumulus lenticulaires matérialisent le train d'onde sur plusieurs niveaux.

Bien que traversés par un vent violent, ces nuages sont stationnaires.

Situés directement sous le vent du relief, les rotors sont souvent (mais pas toujours !) matérialisés par des cumulus.

Attention ! Ils constituent des zones de turbulence extrêmes auxquelles les pilotes d'avion non avertis peuvent se trouver confrontés !

2.8. Le nuage en chapeau « du mont Blanc »

D'origine dynamique, ce nuage stationnaire est traversé par un vent fort.

Il coiffe le sommet d'un massif montagneux.

L'apparition de ce chapeau marque souvent l'arrivée d'un front chaud, prémices d'une dégradation du temps.

2.9. Les cumulonimbus

Bien connu des pilotes, ce type de nuage n'est cité que « pour mémoire ».

On sait qu'il synthétise, à un degré exacerbé, les pires dangers aérologiques imaginables.

Sa durée de vie moyenne est de l'ordre de 30 minutes à une heure, mais la phase active peut dépasser ces valeurs.

À l'approche d'une zone nuageuse en formation, la fuite s'impose.

Le pilote de montagne doit veiller à ne jamais se laisser enfermer dans une vallée par ce nuage redoutable.

2.10. La mer de nuages

Cette particularité aérologique se produit en hiver et peut se prolonger plusieurs jours.

Elle est due à une inversion de température :

- en situation anticyclonique (haute pression) ;
- renforcée par un phénomène de subsidence (affaissement de la masse d'air).

Ainsi, l'air chaud en altitude surplombe l'air froid en contact avec le sol.

Le niveau de la mer de nuages se situe entre 500 et 1 000 mètres environ.

Le temps est totalement bouché dans les vallées et radieux en montagne.

La mer de nuages disparaît comme l'inversion de température par :

- évolution du champ de pression cyclonique ;
- percée du soleil dans la couche froide ;
- brassage dû au vent.

Au-dessus de la mer de nuages, les conditions de vol sont parfaites.



Photo 8 - Vol au-dessus d'une mer de nuages sur fond de chaîne du mont Blanc

Mais, attention !

Doit-on envisager la panne de moteur en monomoteur ?

Au plan pédagogique, la réponse est assurément oui.

Le cheminement du vol doit donc tenir compte de cet impératif.

En résumé...

- *Les paramètres aérologiques influent de manière essentielle sur les conditions de vol et d'évolution sur ou près des plateformes d'altitude.*
- *Une connaissance approfondie de la météorologie s'avère donc indispensable.*

Sommaire du Briefing 3

3.1. Origine de la turbulence.....	3
3.1.1. Turbulence naturelle.....	3
3.1.2. Turbulence de sillage.....	4
3.1.3. Turbulence de rotor d'hélicoptère.....	4
3.2. Les effets thermiques.....	7
2.3.1. Brusques variations de Vitesse indiquée (Vi).....	7
3.2.2. Facteurs de charge désordonnés.....	43
3.2.3. Initiatives incombant au pilote.....	43

La forte turbulence

Un paramètre à maîtriser

En montagne, la configuration du terrain, l'effet de canalisation des courants aériens, l'importance des amplitudes thermiques et la nature des précipitations engendrent des tourbillons erratiques.

Le principal phénomène aérologiques à maîtriser en montagne est donc la forte turbulence.

Là aussi, la connaissance des particularités locales et l'entraînement permettent de se sortir de situations délicates.

3.1. Origine de la turbulence

3.1.1. Turbulence naturelle

Ce type de turbulence est le plus souvent conforme aux schémas tracés par les spécialistes de l'aérologie en montagne.

Le pilote ne devrait donc pas être (trop) surpris.

Dans certaines conditions exceptionnelles dues à la conjonction de plusieurs facteurs défavorables, des pilotes expérimentés se sont quand même fait quelques frayeurs.

3.1.2. Turbulence de sillage d'avion

En vol, l'avion perturbe la masse d'air qu'il traverse.

Il crée des tourbillons appelés vortex.

L'ensemble de ces vortex constitue la dangereuse turbulence de sillage.

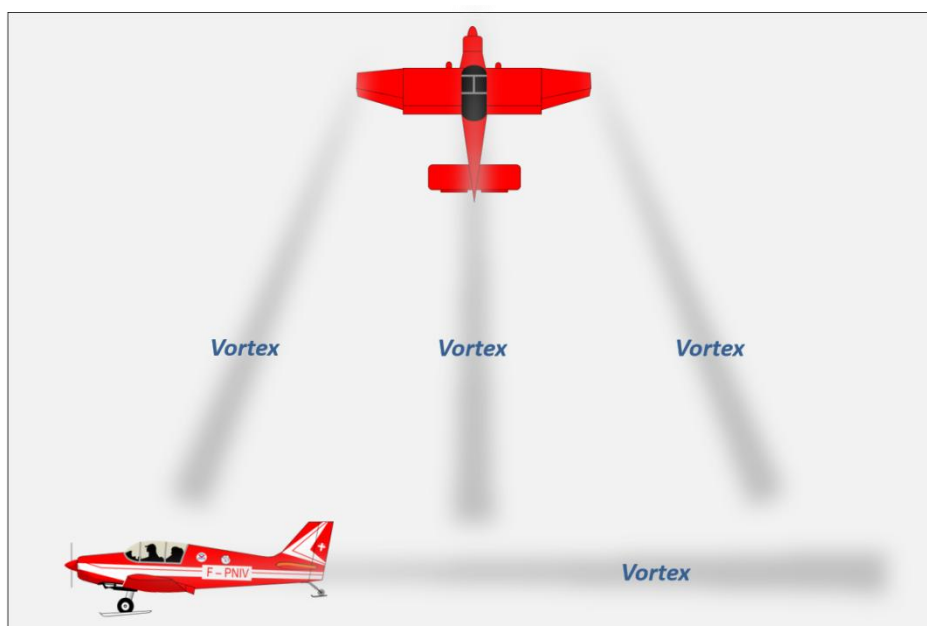


Fig. 49 - Turbulence de sillage

Pour un même type d'avion, l'intensité du sillage dépend de :

- la puissance appliquée ;
- l'incidence de vol ;
- la configuration (lisse ou volets).

Pour deux types d'avions différents : attention ! L'écart de masse pénalise de manière prépondérante l'avion le moins lourd.

Les zones à risque concernent donc surtout :

- les trajectoires de décollage/atterrissage ;
- les altiports où cohabitent avions légers et biturbines de moyen tonnage.

Enfin, pour éviter toute mauvaise surprise, le pilote doit prendre en compte deux facteurs :

- par vent nul ou faible, la «durée de vie» d'un sillage peut se prolonger plusieurs minutes ;
- les turbulences naturelles et de sillage peuvent cumuler leurs effets.

3.1.3. Turbulences de rotor d'hélicoptère

Le pilote d'avion léger doit la considérer comme dangereuse.

En vol ou au sol, elle peut se solder par la perte de contrôle de la trajectoire, risque heureusement bien connu des pilotes de montagne.

Cependant, l'arrivée des hélicoptères biturbines de moyen tonnage (E 135 - 145) dégrade encore la sécurité des avions légers dans le périmètre de certains altiports.



Photo 9 - Tourbillons causés par un hélicoptère sur l'Altiport de Méribel

3.2. Le pilotage en turbulence

3.2.1. Brusques variations de Vitesse indiquée (Vi)

Elles peuvent atteindre plusieurs km/h, en plus ou en moins.

La rafale « *de face* » augmente le badin :

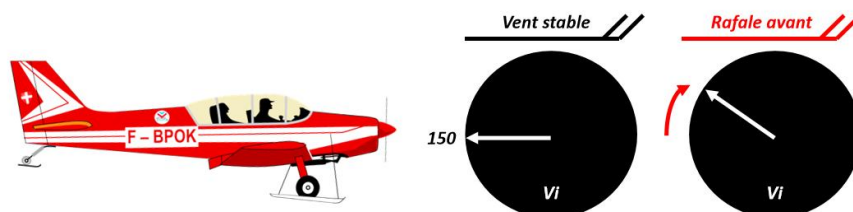


Fig. 51 - La rafale « de face » augmente le badin

La rafale « arrière » diminue le badin :

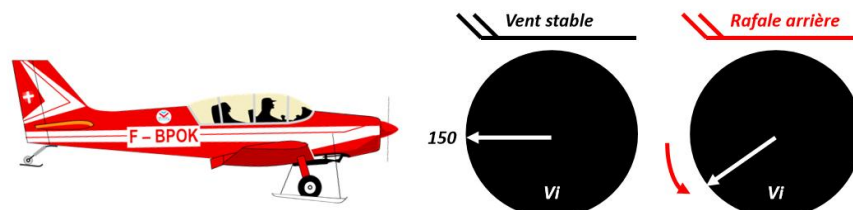


Fig. 52 - La rafale « arrière » diminue le badin

En conclusion partielle, le badin accuse instantanément la rafale.

Les actions du pilote (hélice à calage fixe) sont les suivantes :

- Pré-affichage d'une puissance moyenne correspondant à la vitesse de turbulence (cf. Manuel de vol), sachant qu'à l'entrée d'une zone :

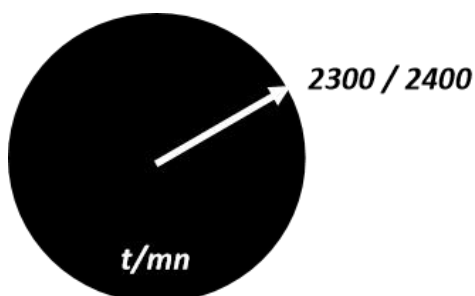


Fig. 53 - Pré-affichage

Ascendante :

- La vitesse augmente ;
- Le régime (tr/mn) augmente lui aussi, par « décharge » de l'hélice ;

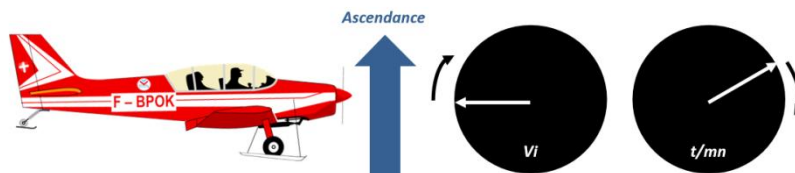


Fig. 54 - À l'approche d'une zone ascendante

Rabattante :

- La vitesse diminue ;
- Le régime (tr/mn) diminue (« charge » de l'hélice).

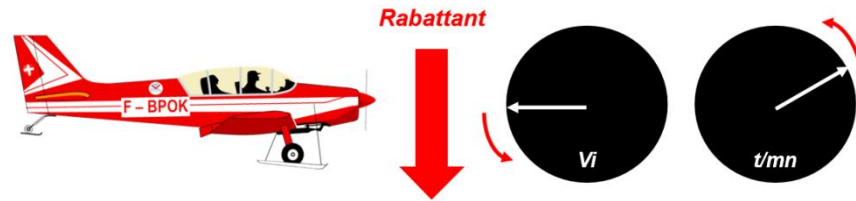


Fig. 55 - À l'approche d'une zone rabattante

- Ne corriger la puissance qu'en cas de variations excessives du badin autour de la vitesse de turbulence. En langage opérationnel : « *On ne court pas après le badin !* »
- Si la chute de vitesse ne pas être compensée par la puissance, le pilote doit corriger l'assiette de l'avion à piquer : attention aux marges de survol des obstacles.

3.2.2. Brusques modifications de la position de l'avion

Soumise aux fantaisies des variations brutales d'assiette et d'inclinaison, la trajectoire de l'avion devient aléatoire :

a. Action du pilote

- En l'absence d'obstacles proches, l'acceptation de quelques « *échappées* » de trajectoire permet d'éviter d'utiliser le plein débattement des commandes de vol.

b. Attention

- Lorsque la vitesse se situe dans les marges admissibles, on ne peut que... subir. L'usage de ce « *plein débattement* » **effectué à contretemps**.
- Un « *sur-contrôle* » (dosage inadapté) du pilote sur les commandes se solde par une augmentation des mouvements désordonnés de l'avion.
- Éviter les inclinaisons importantes en tour de piste : la turbulence peut doubler l'inclinaison commandée par le pilote en moins d'une seconde !

3.2.3. Facteurs de charge désordonnés

En valeur absolue, les facteurs de charge extrêmes rencontrés sont couverts par la certification de l'avion : + 3,8 / - 1,5 g sur D-140 en lisse.

Volets braqués : les facteurs de charge maxima admissibles sont inférieurs.

L'inconfort et le sentiment d'insécurité ressentis sont dus à l'alternance instantanée du sens des accélérations verticales subies :

- accélération + : on se « *tasse* » dans le siège ;
- accélération - : on « *décolle* »,

et le cycle reprend de plus belle.

L'action du pilote est la suivante :

- Lorsque la vitesse se situe dans les marges admissibles, on ne peut

que... subir.

- Il serait irréaliste de tenter d'amortir les accélérations en agissant sur la commande de profondeur : la manœuvre à contretemps serait alors inévitable.
- Éventuellement, pompe électrique sur "ON" en fonction du remplissage et de la position (« en charge » ou pas) du réservoir sélectionné.

Initiatives incombant au pilote

Dans son rôle de commandant de bord, le pilote doit :

- s'efforcer d'éviter les zones de forte turbulence, quitte à pénaliser la durée de vol ;
- sans solution alternative, préparer rapidement la cabine (passagers et avion) afin d'éviter panique et blessures physiques.

Préparation de la cabine

- S'assurer que les passagers sont attachés, harnais serrés.
- Veiller à l'absence d'objets mobiles : documentation, GPS, appareils photos... peuvent devenir des projectiles, l'apesanteur ($g = 0$) étant toujours un phénomène de très courte durée...
- Retrouver les sac vom... On ne sait jamais !
- Rassurer psychologiquement les passagers par un comportement personnel calme et des propos apaisants. Le rappel de l'analogie entre les « soit-disants trous d'air et les banals nids de poules routiers » est une explication para-technique qui, parfois, rassure... un peu.

En synthèse

La forte turbulence représente un véritable danger.

- *Elle peut atteindre une intensité exceptionnelle.*
- *Son apparition ou sa présence justifient un demi-tour en vol ou un itinéraire d'évitement.*
- *Sans alternative possible, elle implique une préparation rigoureuse de la cabine.*
- *Psychologiquement, l'attitude calme du pilote et sa capacité de dialogue sont des facteurs déterminants pour éviter la panique des passagers, ou de l'élève-pilote.*
- *Un pilotage en souplesse est le seul moyen d'atténuer les effets de turbulence.*

Surtout : Dans le cadre d'une promenade aérienne, mieux vaut annuler ou interrompre un vol que de perdre définitivement de nouveaux adeptes...

Sommaire du Briefing 4

4.1 La glisse.....	3
4.1.1. Au décollage.....	3
4.1..2. À l'atterrissage.....	3
4.1.3. Critères de variation de la glisse.....	4
4.1. La neige poudreuse.....	4
4.3 La neige « fraîche mouillée ».....	5
4.4. La neige « soufflée ».....	5
4.5. La neige « damée ».....	6
4.5.1. Artificiellement.....	6
1.4.2. Naturellement.....	6
4.6. La neige « tôle ».....	6
4.7. L'isobare zéro degré des cartes météo.....	7
4.8. Évaluation de la neige par le pilote.....	7
4.9. Présence de neige/glace sur la cellule de l'avion.....	8
En résumé.....	8

Connaissance de la neige

Étude schématique

C'est un problème complexe faisant l'objet de recherches scientifiques permanentes, en particulier au Centre d'études de la neige de Météo France.

Le schéma présenté se limite aux situations les plus fréquemment rencontrées.

Une bonne connaissance de la neige oriente les décisions du pilote de montagne dans le sens de la sécurité. En particulier lorsqu'il existe un doute sur la possibilité d'entreprendre, sans risque, le décollage ou l'atterrissage.

4.1. La glisse

La notion de glisse exprime l'analogie avec le langage des skieurs.

Cette expérience aéronautique s'acquiert par comparaisons successives entre des situations précédemment vécues et mémorisées par le pilote.

Elle est donc le résultat d'une longue pratique, largement favorisée par l'expérience du ski alpin.



Photo 10 - L'évolution sur neige rappelle les sensations du ski alpin

4.1.1. Au décollage

La glisse traduit la valeur de l'accélération, donc de l'augmentation de vitesse en fonction du temps, ressentie par le pilote.

Ne disposant pas d'accéléromètre, le pilote de montagne doit parvenir de manière sensorielle à :

- Percevoir l'accélération ;
- L'estimer, selon une échelle simple :
 - Bonne.
 - Moyenne.
 - Mauvaise.

À l'évidence, la qualité de la glisse conditionne, dans une large mesure, la sécurité du décollage.

Sur altiport ou sur altisurface, il est parfois possible de tester la glisse... si la plateforme est suffisamment grande.

4.1.2. À l'atterrissage

La glisse traduit la valeur de la décélération (diminution de la vitesse en fonction du temps), ressentie par le pilote.

Là aussi, le pilote de montagne doit parcourir de manière sensorielle à :

- Percevoir la décélération.
- L'estimer selon une échelle simple :
 - Bonne.
 - Moyenne.
 - Mauvaise.

Pour une situation donnée, une bonne décélération à l'atterrissage implique... une mauvaise accélération au décollage !

4.1.3. Critères de variation de la glisse

Pour chaque matériau de semelle utilisé, la glisse varie en fonction de :

- La structure de la neige : taille et cohésion des cristaux, teneur en eau.
- La température de cette neige : elle peut être froide, même sous un beau soleil.
- La forme du ski : « *étroit et long* », il glisse mieux que « *large et court* ».
- L'enfoncement de ce ski dans la neige.

La majorité des pilotes utilisent le Teflon, qui allie glisse et résistance à l'abrasion.



Photo 11 - La piste de l'Altiport Robert Merloz de Méribel recouvert d'une couche de neige poudreuse

4.2. La neige poudreuse

Elle tombe par température nettement négative :

- manteau uniforme de neige légère et sèche ;
- froide, elle ne se compacte pas en « *boules de neige* » ;
- très glissante, tant que l'enfoncement des skis n'est pas trop important ;
- le damage est difficile, par manque de cohésion de l'ensemble.

Lorsque des cristaux de neige se forment en surface, elle est appelée « *neige pailletée* » en raison de son aspect.

La poudreuse est la neige « *de rêve* » des pilotes de montagne et des skieurs alpins ;

Cependant, l'épaisseur de la couche est importante (50 centimètres ou plus), elle peut freiner ou même bloquer l'avion car les skis s'enfoncent profondément.

Il faut damer, mais ce n'est pas facile... Avant de s'aventurer sur un glacier (notamment), on attendra environ 48 heures pour que la neige commence sa « *transformation* ».

Visuellement :

- La surface du manteau brille au soleil.
- Les sapins sont chargés de neige.
- Après le passage des skis, les traces se rebouchent partiellement.
- On observe des coulées de « *farine* » sous les barres rocheuses.
- Si le vent souffle, les crêtes « *fument* » (phénomène de chasse-neige).
- Côté « *sous le vent* », il y a formation de congères / corniches / plaques à vent.



Photo 12 - L'évolution sur neige poudreuse nécessite un équipement spécial

4.3. La neige « *fraîche mouillée* »

Elle tombe par température légèrement positive :

- Manteau uniforme de neige lourde chargée d'eau.
- Se compacte aisément en « *boules de neige* ».
- Peu glissante : elle colle à la semelle des skis.

Dès que l'épaisseur de la couche atteint une vingtaine de centimètres, un fort « *bourrage* » se produit aux spatules.

Pour éveiller la méfiance du pilote, il faut rappeler une situation qui se rencontre parfois, surtout au printemps : c'est la couche de neige fraîche tombant sur une sous-couche « *transformée* » ou damée.

Soumise à un ensoleillement fort, même de courte durée, cette neige fraîche se charge d'eau : la glisse s'en trouve fortement dégradée.

4.4. La neige « soufflée »

Lors de la reconnaissance avant l'atterrissage, c'est un sujet de perplexité pour le pilote de glacier.

Cette neige se forme lorsqu'une chute de poudreuse s'accompagne de bourrasques de vent.

Le manteau de neige n'est plus uniforme.



Photo 13 - La neige soufflée efface les traces repères et rend la visibilité difficile

Le vent sculpte des vagues, de hauteur variable, comme il le fait avec... le sable du Sahara.

Attention : Les évolutions sur ce type de neige soumettent le train d'atterrissage à de fortes secousses qui mettent en danger l'intégrité de l'avion.

Si la présence de vaguelettes est toutefois acceptable, où est la limite ?

C'est simple : en cas de doute, il faut renoncer à l'atterrissage.

Après quelques cycles de gel/dégel et la persistance du vent, les vagues peuvent évoluer en concrétions de plusieurs dizaines de centimètres de hauteur appelées « feuilles de choux ».

Il est inconcevable d'évoluer sur une telle surface.

Les conditions de « neige soufflée » persistent tant qu'un nouvel enneigement ne vient pas égaliser l'état de la surface.

Mais attention : il faut attendre la transformation, au moins partielle, de la nouvelle neige (environ 48 heures), pour éviter que les skis ne subissent les chocs des vagues sous-jacentes.

4.5. La neige « damée »

C'est la neige « tassée ».

4.5.1. Artificiellement

- Sur altiport : utilisation d'engins d'entretien des pistes de ski. Le résultat du damage dépend... du professionnalisme du conducteur.
- Sur altisurface et glacier : les pilotes eux-mêmes ou des personnes... de bonne volonté (raquettes, skis).
- Sans autre solution : les skis de l'avion, par traces successives.

4.5.2. Naturellement

Après plusieurs cycles consécutifs de dégel/regel, la neige se transforme en se compactant d'elle-même.

Cette neige dite transformée, ou neige de printemps, est très appréciée des pilotes et des skieurs :

- Les évolutions sur skis sont confortables (pas d'irrégularité de surface).
- La glisse est excellente, mais elle se dégrade lorsque la température augmente.
- Exposée au chaud soleil de printemps, cette neige se charge d'eau et la glisse s'améliore à nouveau.

4.6. La neige « tôle »

C'est une croûte de glace de quelques centimètres d'épaisseur qui ne se casse pas, ou très peu, sous la pression des skis.

Elle est le plus souvent formée par le regel d'une neige chargée d'eau sur une couche sous-jacente compacte.



Photo 14 - La neige fraîche ou soufflée peut aussi recouvrir des vaguelettes de neige tôle

Cette tôle est dangereuse car dure et très (trop) glissante ;

- Fortement secouée par les skis, la cellule souffre.
- Les carres métalliques ne pouvant « mordre » la glace, la stabilité latérale des skis est nulle.
- En zone de devers, les évolutions sont délicates (vitesse adaptée !) Et le stationnement de l'avion impossible.

Par chance, la neige tôle est facile à identifier.

Son aspect lisse et brillant est caractéristique, même par ciel couvert.

4.7. L'isobare zéro degré des cartes météo

C'est la courbe qui relie l'ensemble des points de l'atmosphère où la température est de 0° Celsius.

L'altitude de « l'iso 0 » est souvent différente de l'altitude à partir de laquelle la neige est gelée en surface, surtout dès la fin du printemps.

L'altitude réelle du gel varie donc autour de l'altitude de l'iso 0.

Le jour, elle augmente par réchauffement du sol.

La nuit, elle diminue par refroidissement du sol.

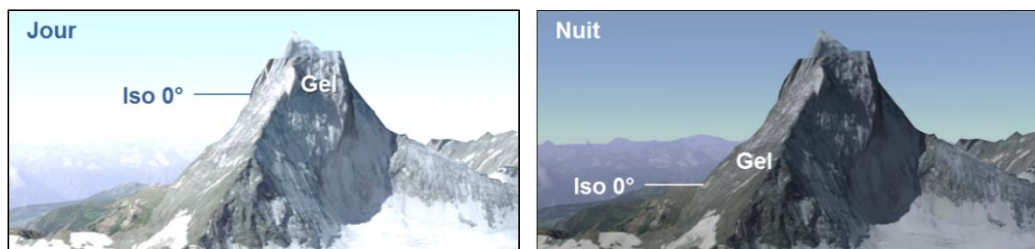


Fig. 54 - L'altitude réelle du gel varie autour de l'altitude de l'Iso 0°

L'Iso 0 est exprimée en niveau sur les cartes aérodynamiques et en altitude topographique dans les bulletins météo « montagne ».

4.8. Évaluation de la neige par le pilote

Lors de la phase de reconnaissance avant l'atterrissage, la grande complexité du problème peut se résumer en quelques interrogations simples.



Photo 15 - Repérage des traces à l'atterrissage sur l'Altiport de Méribel

Sur altiport ou altisurface :

- La piste est-elle enneigée ?
- En début ou en fin de saison, l'enneigement est-il suffisant ?
- La piste est-elle damée ?
- Des traces sont-elles apparentes : éventuelle(s) trace(s) de décollage long ?

Sur glacier ou altisurface :

- État de surface (vagues, congères) ?
- En début d'hiver ou en fin de saison, les éventuels ponts de neige sont-ils consolidés ?
- Type de neige, estimation de la glisse ?
- Présence de traces (avion ou ULM) ?
- Aspect des traces : profondeur, axes, longueurs ?

- Des traces « *en pointillés* », en début d'atterrissage et en cours de décollage indiquent la présence de vaguelettes (vagues ?) sous-jacentes.

Attention ! L'objectif de ce guide d'interrogations est de faciliter la prise de décision du pilote : est-il possible d'atteindre en sécurité ou faut-il renoncer ?

Circonspection indispensable.

4.9. Présence de neige/glace sur la cellule de l'avion

Avant le décollage, pour exclure toute dégradation des profils aérodynamiques, on ne doit tolérer aucune trace de neige/glace sur :

- Les ailes.
- Le plan fixe.
- Les gouvernes.

Le non-respect de cette règle absolue crée trois risques inacceptables :

- La dégradation des performances de l'avion, en particulier au décollage et en montée.
- L'apparition prématurée du décrochage.
- Avec la vitesse (*'chilly factor'*) et l'altitude, une neige fondante peut regeler et bloquer les gouvernes.

Seule est acceptable une faible épaisseur de givre sur le fuselage.

À l'évidence, ces contraintes ne se limitent pas au vol en montagne et au mousquetaire !

En résumé

La lecture des paragraphes précédents illustre la difficulté du pilote pour apprécier, avec exactitude, les différentes situations auxquelles il peut être confronté.

C'est un domaine où l'expérience acquise par le pilote de montagne revêt une grande importance.

Cependant, la possibilité d'une erreur de jugement peut toucher, un jour ou l'autre, les plus expérimentés.

Page laissée
intentionnellement vierge



Briefing 5

Sommaire du Briefing 5

5.1. Accès direct aux prévisions météorologiques « <i>montagne</i> ».	3
5.2. Les bulletins Météo-France « <i>neige et avalanche</i> ».....	3
5.3. Internet.....	3
5.4. Immatriculation et fréquence des principaux sites des Alpes du Nord.....	3
5.5. Estimation par observation, au sol.....	4
5.6. Estimation par observation en vol.....	4
En résumé.....	4

L'information du pilote

Adresse et fréquences utiles

En montagne comme en plaine, le pilote doit bien préparer sa mission avant de décoller.

La consultation des bulletins météorologiques et le listing des fréquences radio utiles constituent un prérequis, gage de sérénité en vol.

5.1. Accès direct aux prévisions météorologiques « montagne »

- Bulletin téléphonique : 08 99 71 02 **XX**
(**XX** = les deux chiffres du département).

5.2. Les bulletins Météo-France « neige et avalanche »

- Bourg-Saint-Maurice : 08 92 68 10 20 (**attendre**, puis faire le 73).
- Chamonix : 08 92 68 10 20 (**attendre**, puis faire le 74).
- Autres départements : 08 92 68 10 20 (**attendre**, puis faire le **XX**).
(**XX** = les deux chiffres du département)

Remarques

Les centres montagne fournissent des informations fiables.

Cependant, les prévisions de vent à 2 500 / 4 000 / 5 000 mètres doivent impérativement être modulées par le pilote en fonction de son expérience.

Rappelons l'analogie entre l'écoulement du vent en montagne et de l'eau dans un torrent...

5.3. Internet

- Prévisions météo : www.meteofrance.com/previsions-meteo
- Bourg-Saint-Maurice : www.meteofrance.com/bourg-saint-maurice
- Bulletins avalanches : www.meteofrance.com/bulletin-avalanches

5.4. Immatriculation et fréquence des principaux sites des Alpes du Nord

Lieu	Indicatif	Lien vers la carte VAC	Fréquence	Téléphone
Albertville	LFKA	Aérodrome général Pierre Delachenal http://qfu.free.fr/requete.php?code=LFKA	123,500	Aéroclub 04 79 38 48 03
Alpe-d'Huez	LFHU	Altiport Henri Giraud http://qfu.free.fr/requete.php?code=LFHU	120,600	Altiport 06 88 48 70 49
Annecy-Meythet	LFLP	http://qfu.free.fr/requete.php?code=LFLP	118,200	Aéroport 04 50 27 30 06
Annemasse	LFLI	http://qfu.free.fr/requete.php?code=LFLI	125.875	04 50 37 12 75
Chambéry/ Challes-les-Eaux	LFLE	http://qfu.free.fr/requete.php?code=LFLE	118,400	Aéroclub 06 84 34 36 59
Chambéry/ Savoie Mont-Blanc	LFLB	http://qfu.free.fr/requete.php?code=LFLB	118,300	04 79 54 49 54

Courchevel	LFLJ	Altiport http://qfu.free.fr/requete.php?code=LFLJ	120,075	Altiport 04 79 08 26 02
Grenoble/ Le-Versoud	LFGL	http://qfu.free.fr/requete.php?code=LFGL	TWR : 121,000 GND : 121,650	Aérodrome 04 76 28 25 84
Megève	LFHM	Altiport http://qfu.free.fr/requete.php?code=LFHM	132,050	Aéroclub 04 50 21 33 67
Méribel	LFX	Altiport Robert Merloz http://qfu.free.fr/requete.php?code=LFX	118,750	Aéroclub 04 79 08 61 33
Montagne	/	/	130,0	/
Sollières-Sardières	LFKD	http://qfu.free.fr/requete.php?code=LFKD	123,500	Aéroclub 06 60 47 03 06

5.5. Estimation par observation, au sol

- « Tour d'horizon » visuel. Sur neige, estimation de la « glisse ».
- Défilement des nuages : direction/vitesse.
- Contacts téléphoniques : aéroclubs de montagne, AFIS, altiports.

5.6. Estimation par observation, en vol

- Estimation du vent :
 - Dérive à différents caps.
 - Défilement de l'ombre des nuages.
 - Effets de « chasse neige » sur les crêtes (neige non « transformée » !)
 - Turbulence selon une échelle simple : nulle/faible, moyenne, forte (on fuit de la zone).
 - Manches à air...
 - Contacts radio entre pilotes.
 - Tout autre moyen validé par l'expérience personnelle.

En résumé...

Comme en plaine, chaque vol doit faire l'objet d'une préparation minutieuse, tant au plan technique qu'au plan de la navigation.

Dans le cadre de cette préparation, la prise en compte des données de météorologie générale est primordiale :

- *L'information sur ces données peut s'effectuer de manière classique, par téléphone afin de joindre un répondeur tournant en boucle...*
- *Cependant, dans notre monde hyperconnecté, la consultation des sites Internet spécialisés permet d'accéder à des bulletins météorologiques téléchargeables, ce qui évite de prendre des notes et, par la même occasion, les possibles erreurs de transcription.*

Dans tous les cas, la seule météo valide est celle que le pilote peut constater de visu à travers la verrière de son cockpit. Il doit donc être assez humble pour accepter de rentrer à bon port si les conditions annoncées se sont dégradées plus rapidement que prévu...



Encart du Briefing 6

c. Consignes pratiques.....	14
6.3.7. Vérification de la puissance au décollage.....	14
6.4. Température des culasses.....	15
6.4.1. Plage normale d'utilisation sur D-140.....	15
6.4.2. Variations rapides.....	15
a. Comment ?.....	15
b. Remarque.....	15
6.5. Givrage du carburateur.....	15
6.5.1. Fonctionnement du carburateur.....	15
6.5.2. Détection du givrage.....	16
6.5.3. Système de réchauffage du carburateur.....	16
6.5.4. Utilisation pratique du réchauffage.....	17
a. Au sol.....	17
b. Au décollage.....	17
c. En montée/croisière.....	17
d. En descente/approche.....	17
e. En courte finale/atterrissage.....	17
f. Remarques.....	18
En résumé.....	18

Conduite du moteur

Particularité

En montagne, le rendement du moteur de l'avion est plus qu'ailleurs sujet aux brusques changements de température et de pression dues aux variations d'altitude et de conditions météorologiques.

Une parfaite connaissance de la machine et des performances de son moteur s'impose avant d'entreprendre toute escapade.

Cela permettra, en particulier, de maîtriser le réchauffage du carburateur pour éviter un givrage source de dysfonctionnements aux conséquences potentiellement graves.

6.1. Influence de l'altitude sur la puissance

Lorsque l'altitude augmente, la densité de l'air diminue.

Conséquence :

La puissance maximum du moteur et le rendement de l'hélice diminuent avec l'altitude.

L'ensemble moteur plus hélice perd environ 10 % par 1 000 mètres.

À Méribel :

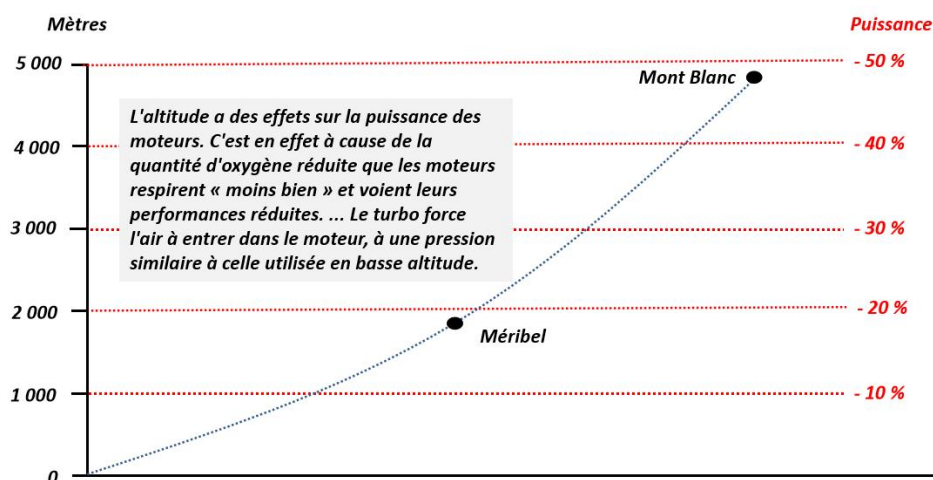


Fig. 55 - Influence de l'altitude sur la puissance intrinsèque du moteur

Encore faut-il optimiser le rendement du moteur en utilisant correctement la manette de la mixture !

6.2. Démarrage en altitude par températures hivernales

Avant toute chose, s'assurer de la présence d'un extincteur (CO² de préférence) à proximité de l'avion.

Le fonctionnement de cet extincteur doit être connu des intervenants. L'usage de gants peut éviter les blessures.

6.2.1. Conditions préalables

Les conditions préalables sont les suivantes :

- huile vérifiée, purges effectuées (robinets étanches) ;
- contact général sur "OFF" ;
- contact magnéto sur "OFF", clé retirée ;
- mixture « *plein riche* » ;
- réchauffe carburateur « *chaud* », pour enrichir le mélange ;
- pompe électrique sur "OFF" ;
- manette des gaz sur « *réduit* ».

6.2.2. Purge des réservoirs d'essence

a. Objet

Il s'agit d'évacuer l'eau qui s'est déposée par condensation au fond du réservoir. La densité de l'eau douce (1) étant supérieure à la densité de l'essence (d'un ratio 0,72, elle varie avec la température).

c. Périodicité

La purge doit être effectuée :

- une fois par jour, avant le premier vol ;
- les prélèvements sont renouvelés jusqu'à disparition totale de toute trace d'eau.

L'intérêt d'effectuer les pleins au dernier vol de la journée est évident : en l'absence de volume de condensation disponible, la pollution est impossible.

Bien entendu, le gel nocturne en altitude complique encore le problème...

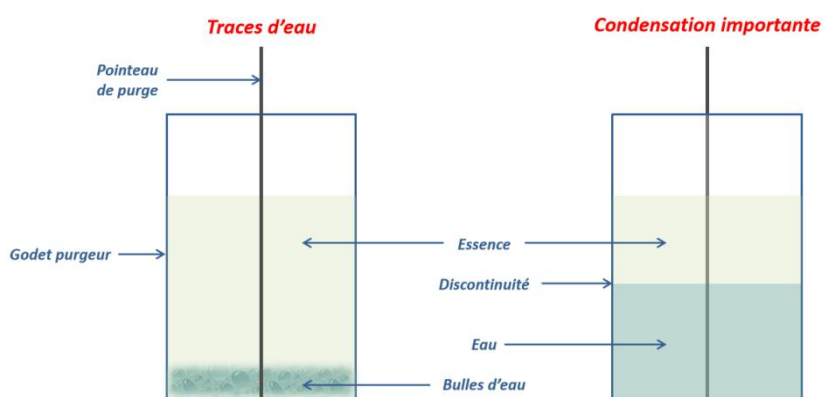


Fig. 56 - La condensation dans les réservoirs favorise l'accumulation d'eau

a. Remarque

De nombreux pilotes, même expérimentés, n'ont jamais été confrontés à ce phénomène : ils peuvent être tentés d'en sous-estimer le danger.

6.2.3. Brassage manuel et injections d'essence

Deux intervenants sont nécessaires :

- l'un au cockpit ;
- l'autre, ganté, à proximité de l'hélice.

Attention ! Sur neige, ça glisse...

a. Procédure

On procède de la manière suivante :

- « *dégommage* » des cylindres (passage de quelques compressions « *à la main* ») ;
- contact général sur "ON" ;
- pompe électrique sur "ON" ;
- brassage manuel, environ 5 à 6 compressions ;
- et, simultanément, injections à la manette des gaz à chaque passage de compression.

Remarque

Si la température n'est pas trop basse et que la batterie est bien chargée, on peut s'abstenir du « *brassage manuel* ».

Les injections successives s'effectuent alors moteur arrêté.

6.2.4. Démarrage du moteur

a. Précautions particulières

Sur skis, le pilote doit s'attendre à l'avancement de l'avion.

Sur roues, les cales ou les freins sont indispensables.

b. Démarrage

Procéder comme suit :

- contacts magnétos sur "ON" (BOTH) ;
- manette des gaz : 1 à 2 centimètres (pas d'avantage) ;
- « *Personne devant !* »

Le démarreur peut être actionné.

Si le moteur veut caler au bout de quelques secondes, le pilote peut essayer de le « *raccrocher* » par de rapides coups de la manette des gaz de très faible amplitude (sollicitations).

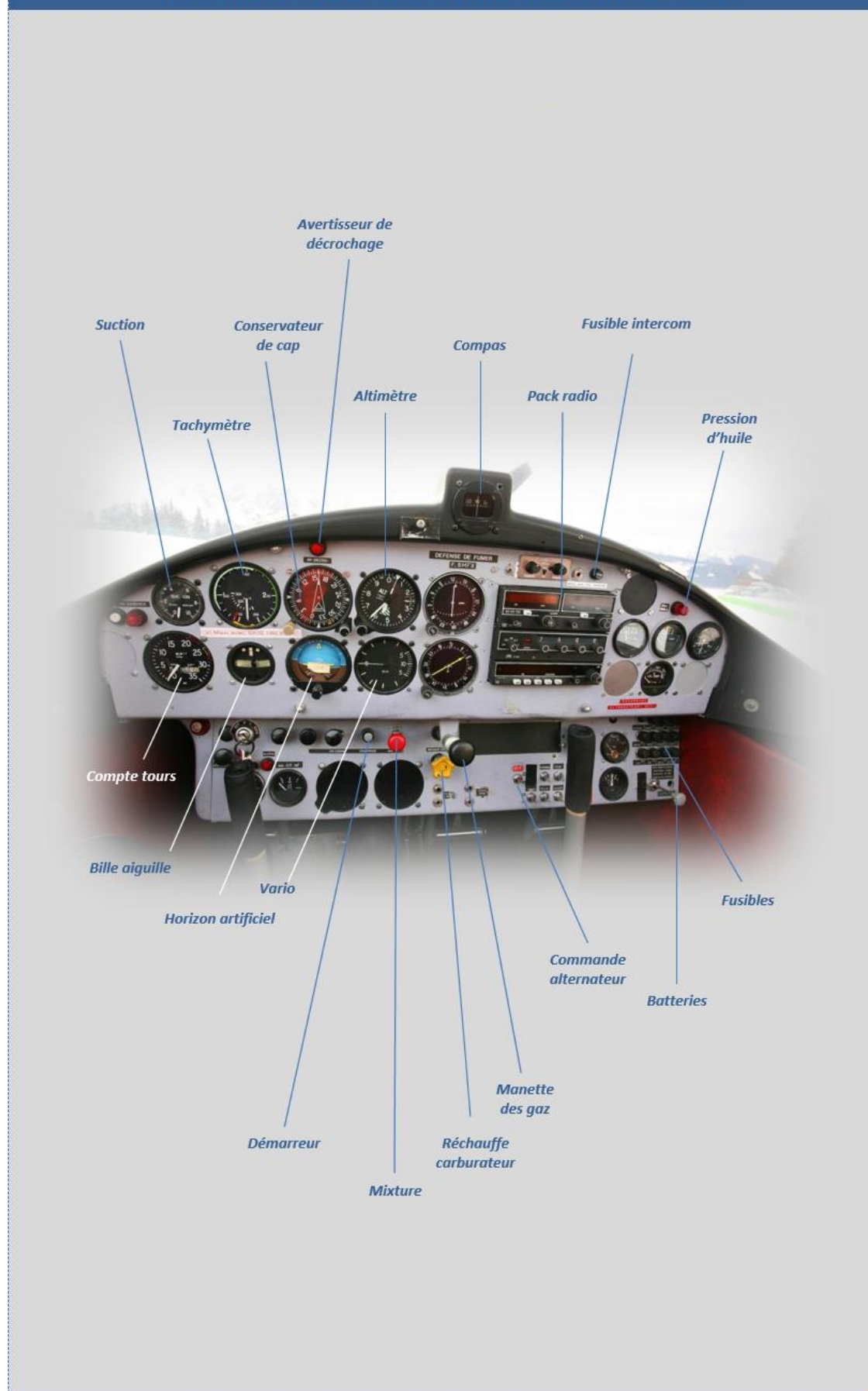
S'il cale, refaire quelques injections à la manette des gaz, tenter un nouveau démarrage.

6.2.5. Après démarrage du moteur

La pression d'huile doit s'établir dans les 30 secondes, sinon arrêter le moteur.

Par température extérieure très basse, cette limitation est souvent approchée.

Tableau de bord du JODEL D-140



Au bout d'environ deux minutes, normaliser :

- réchauffage « froid » ;
- mixture tirée d'environ 2 cm sur altiport.

En recherche d'illustration...

Fig. 57 - En attente d'illustration de la part de nos lecteurs

6.2.6. Le moteur ne démarre pas

Si l'on remarque un écoulement d'essence à l'arrière du capot, le moteur est probablement noyé.

- appliquer la procédure classique :
- contact magnéto "OFF" (clé retirée) ;
- pompe électrique sur "OFF" ;
- pleins gaz ;
- mixture « étouffoir » ;
- effectuer une dizaine de rotations manuelles de l'hélice à l'envers : sur neige, ça glisse !
- normaliser et tenter un nouveau démarrage.

6.2.7. Durée du chauffage

La présence d'un clapet thermostatique (*by-pass* automatique) dans le circuit d'huile permet d'optimiser le temps de chauffage du moteur...

La procédure recommandée est la suivante :

La procédure recommandée est la suivante :

- 2 mn entre 800 et 1 000 t/mn ;
- 2 mn entre 1 000 et 1 200 t/mn,

Permet de dépasser 100 ° Celsius aux culasses.

Le déplacement de l'avion vers le point d'attente peut débuter.

En ajoutant les temps nécessaires ;

- aux essais moteur ;
- à la checklist (C/L) avant décollage ;
- au guet de sécurité,

le moteur totalise environ 10 mn de fonctionnement depuis le démarrage.

C'est une durée de chauffage suffisante.

LYCOMING précise que le moteur est prêt au décollage dès qu'il accepte, sans hésitation, la montée à plein régime ;

Remarque : Par temps froid, le rayonnement solaire peut réchauffer le moteur, donc faciliter le démarrage.

6.3. Essais du moteur avant décollage

Ils doivent être effectués conformément au manuel de vol.

6.3.1. Essai des magnétos

Sur skis, au régime préconisé de 1 800 t/mn, l'avion risque d'avancer.

Il faut donc s'efforcer de la placer dans le sens montant de la pente :

- *tolérance par magnéto : perte maximum de 175 t/mn ;*
- *différence maximum entre les deux magnétos : 50 t/mn.*

Le manuel Lycoming précise : "(Fixed pitch propeller). Aircraft that are equipped with fixed pitch propeller, or not equipped with manifold pressure gage, may check magneto drop-off with engine operating at approximately 1800RPM (2000 maximum).

Switch from both magnetos to one and note drop-off, return to both until engine regains speed and switch to the other magneto and note drop-off. Drop-off should not exceed 175 RPM. Drop-off between magnetos should not exceed 50 RPM. A smooth drop-off past normal is usually a sign of a too lean rich mixture".



Fiche technique du JODEL D-140 Mousquetaire Abeille

Appareil	JODEL D-140 Mousquetaire 'Abeille' (D pour Jean Délémontez)
Constructeur	Société aéronautique normande (SAN)
Type	Monomoteur
Catégorie	Avion d'entraînement
Rôle et mission	Remorqueur de planeurs/Avion d'entraînement et de servitude
Mise en service	1966 (premier vol du prototype : 4 juillet 1958)
Pays d'origine	France

Dimensions :

- Envergure : 10,27 m
- Longueur : 7,92 m
- Hauteur : 2,13 m



Motorisation	LYCOMING 0360A
Puissance	1 x 180 CV au régime nominal de 2 700 tours/minute (RPM)
Masse MAX de la soute avant	60 kg
Masse MAX de la soute arrière	60 kg
Masse MAX de la banquette AR	210 kg
Charge utile	Un pilote et trois passagers (1 à l'avant 2 à l'arrière, sous réserve du respect de la charge maximale de 210 kg et d'un nombre égal de ceintures). En haute montagne et sur neige, se limiter à 3 PAX au total.
Réservoirs	Deux : • Avant : 90 L • Arrière : 125 L
Charge offerte	500 kg
Masse maximale	1 200 kg au décollage et à l'atterrissage
Vitesse maximale	255 km/h à 2 200 mètres d'altitude
Plafond pratique	5 000 mètres
Distance maximale	1 400 km
Manœuvrabilité	Toutes les manœuvres acrobatiques, y compris la vrille, sont interdites
Volets	4 positions : • Rentrés : 0° • Décollage : premier cran 14° • Cran intermédiaire : 35° (position pour une utilisation sur neige) • Atterrissage : deuxième cran 55°
Gonflage des pneus	Roues principales : 2 bars Roulette de queue : 2,2 bars

Si les tolérances par magnéto est dépassée, afficher 2 000 t/mn pendant une à deux minutes sur la (L ou R) ou *les (BOTH)* magnétos récalcitrantes.

Le plus souvent, un fonctionnement normal est rapidement retrouvé (« *décrassage* » des bougies).

6.3.2. Essai du réchauffage carburateur

Au régime stabilisé de 1 800 t/mn, le pilote place le réchauffage sur « *chaud* ».

En recherche d'illustration...

Fig. 58 - Gros plan du réchauffage carburateur sur chaud

a. Premier cas

Le nombre de tours diminue d'environ 100 à 150 t/mn.

Réchauffage placé sur « froid », le régime réaugmente vers 1 800 t/mn.

Cette vérification est essentielle : le volet du boîtier de réchauffage reste parfois fermé et il faut 2 100 t/mn maximum au décollage !



Fig. 59 - Gros plan du réchauffage carburateur sur froid

b. Deuxième cas

À l'application du réchauffage, le régime augmente.

Attention ! Le carburateur est en phase de givrage.

Il faut maintenir le réchauffage « chaud » pendant environ une minute afin de faire fondre le bouchon de glace.

Repasser sur « froid ».

Si les tours réaugmentent, la phase de givrage est terminée.

Le décollage peut s'effectuer.

c. Troisième cas

Sur « chaud », le régime :

- reste constant ;
- ou ne réaugmente pas au passage sur « froid »,

la commande de réchauffage est inopérante.

Effectuer le dépannage.

6.3.3. Essai du ralenti

Manette des gaz positionnée sur « *tout réduit* », le pilote doit s'assurer que le moteur ne cale pas.

Lorsque la température de l'huile est en limite inférieure du **secteur vert** de l'instrument, le ralenti est en général un peu faible, de l'ordre de 500 t/mn.

Ne pas s'en inquiéter.

Dès que possible, l'huile sera « *en température* », le ralenti reprendra une valeur normale, de l'ordre de 600 à 650 t/mn.

6.3.4. Remarques sur les essais moteur

Sauf conditions exceptionnelles, neige verglacée par exemple, la pratique des essais moteur effectués précipitamment, avion en mouvement, est à proscrire.

Pourquoi ?

En plus des anomalies déjà signalées, l'expérience montre qu'une autre panne sournoise peut également survenir.

Contre toute logique, la position "*BOTH*" (1 + 2) du sélecteur de magnéto ne met parfois en circuit qu'une seule magnéto !

Comme on peut s'en douter, le dépannage s'impose.

Lors des essais moteur, l'attention du pilote doit donc être concentrée sur cette unique tâche : la détection d'une possible anomalie.

6.3.5. Réglage de la mixture (dosage air/essence)

Pour chaque couple altitude/température, la meilleure puissance du moteur varie en fonction du dosage air/essence adoptée par le pilote.

Cette meilleure puissance est toujours obtenue par « *le* » dosage optimum.

À partir du point de dosage optimum, si l'on :

- augmente ;
- ou diminue,

la proportion de carburant d'un mélange, c'est-à-dire la richesse, la puissance diminue.

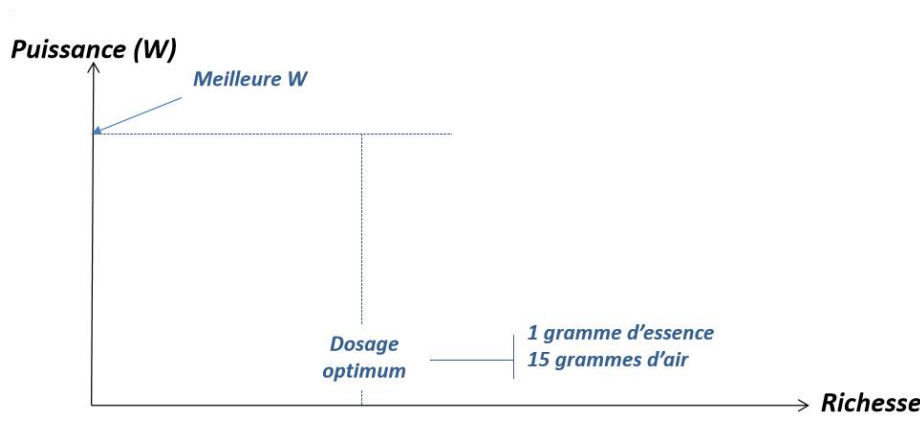


Fig. 60 - La meilleure puissance est toujours obtenue par le dosage optimum

Cependant, dans les deux cas, les conséquences sur le fonctionnement du moteur sont différentes.

a. Premier cas

Si la richesse est supérieure au dosage optimum, le dosage adopté par le pilote est trop riche en essence.

Les conséquences en sont :

- une perte de puissance ;
- un encrassement des bougies, par combustion imparfaite de l'essence ;
- une augmentation de la consommation.

Indice apparent : la coloration noirâtre des gaz et du pot d'échappement.

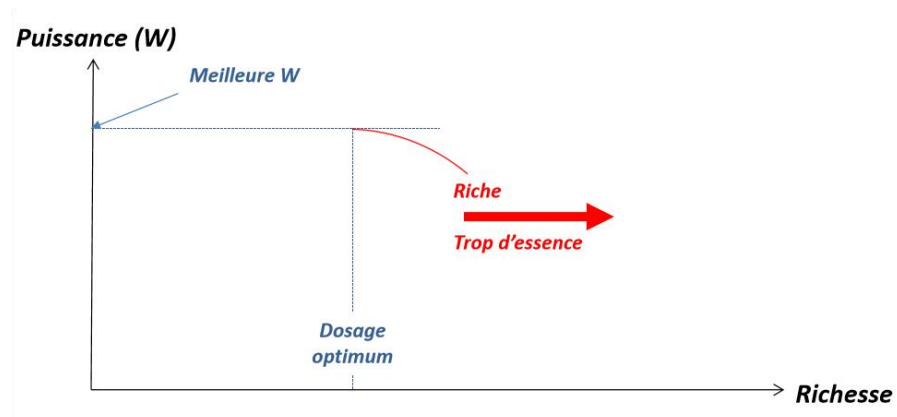


Fig. 61 - Un dosage trop riche engendre perte de puissance et encrassement

b. Deuxième cas

Si la richesse est inférieure au dosage optimum, le dosage adopté par le pilote est trop pauvre en essence.

Les conséquences sont les suivantes :

- une perte de puissance et un étouffement progressif du moteur pouvant provoquer son arrêt : c'est la position étouffoir de la manette de mixture ;
- une augmentation de la température de fonctionnement du moteur (cylindres, EGT, huile) ;
- des phénomènes de « *détonation* » dans les cylindres pouvant provoquer de graves détériorations mécaniques.

Indice apparent : la coloration blanchâtre de la sortie du pot d'échappement.

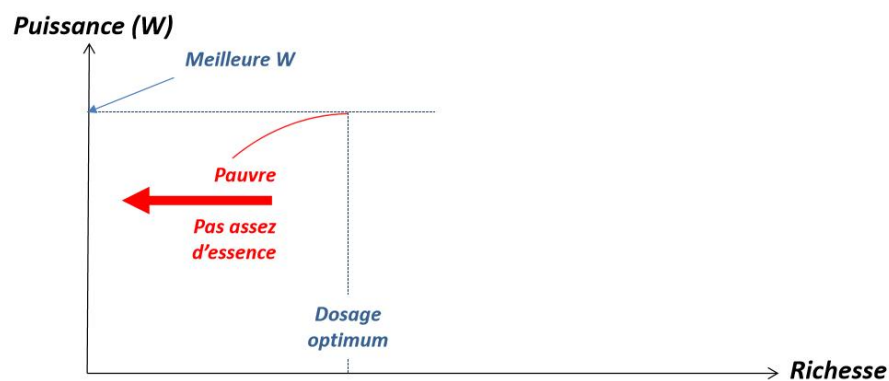


Fig. 62 - Un dosage trop pauvre engendre perte de puissance et surchauffe moteur

6.3.6. Recherche de la meilleure puissance

En altitude, la densité de l'air diminue.

Pour conserver la meilleure puissance, c'est-à-dire le nombre de tours par minute maximum, il faut :

- diminuer la richesse du mélange air/essence ;
- donc l'appauvrir, en actionnant la commande de mixture.

a. Procédure

Effectuer les opérations suivantes :

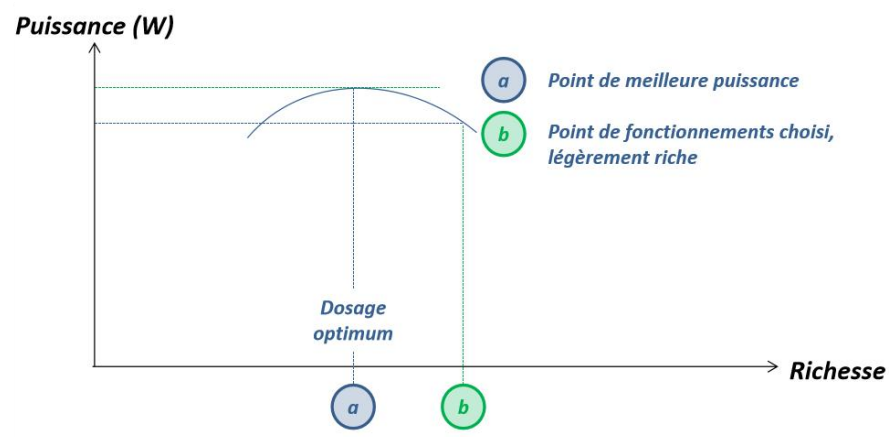


Fig. 63 - La meilleure puissance engendre un réglage légèrement riche

- plein gaz, si possible ;
- appauvrir en tirant lentement la commande de mixture ;
- le nombre de t/mn augmente ;
- il passe par un maximum correspondant au point de meilleure puissance, puis diminue ;
- repousser la commande de quelques millimètres.

b. Remarque

Au décollage et en montée, un réglage légèrement riche est préférable car le moteur chauffe moins.

c. Consignes pratiques

Respecter les consignes suivantes :

- au décollage, appauvrir à partir d'une altitude de 5 000 *ft* (sur altiports, on tire la mixture d'environ 2 cm) ;
- en montée, appauvrir à partir de 5 000 *ft*, puis tous les 2 000 *ft* environ ;
- sur altisurface et glacier, le pilote profite de la fin de montée pour rechercher le meilleur réglage de mixture en prévision du décollage.

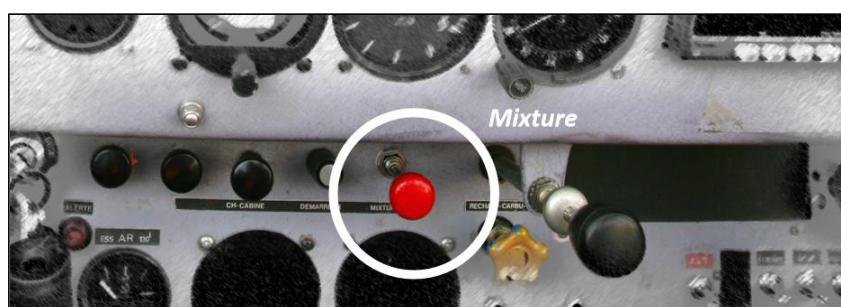


Photo 16 - Sur altiport, tirer la mixture d'environ deux centimètres

6.3.7. Vérification de la puissance au décollage

Les motoristes déconseillent le point fixe systématique plein gaz avant décollage.

Toutefois, lors de la mise en puissance, le pilote doit s'assurer que le nombre de tours prévu est atteint.

Si possible, effectuer ce contrôle pendant le court laps de temps où la décision d'arrêt peut encore être prise.

6.4. Température des culasses

C'est un paramètre important qui conditionne le potentiel du moteur, donc sa fiabilité.

6.4.1. Plage normale d'utilisation sur D-140

Cette plage normale s'étale entre :

- maximum 260° C, limitation rarement approchée en montagne ;
- minimum au décollage : 150 à 200° C.

6.4.2. Variations rapides

Les variations rapides de température dues aux descentes rapides ou prolongées, moteur réduit sont à proscrire.

a. Comment ?

Il faut :

- anticiper le début de la descente pour éviter de se retrouver en altitude à la verticale du lieu d'atterrissage (exemple : retour du mont Blanc) ;
- adopter :
 - un vario négatif faible (les passagers apprécient !) ;
 - le régime d'attente : 2 000 à 2 100 t/mn ;
 - une vitesse indiquée raisonnable.

b. Remarque

Dans les cas où la sécurité impose une descente rapide, le retour à une puissance normale doit se faire très progressivement.

6.5. Givrage du carburateur

Pour que le givrage du carburateur puisse se produire, deux conditions sont nécessaires et suffisantes :

- une température négative au niveau du carburateur ;
- un air ambiant humide.

Sous certaines conditions d'humidité atmosphérique, le givrage peut se produire par températures extérieures comprises entre- **7° et + 32° C (20 et 90° F, Lycoming Operator's Manual)**



Photo 17 - Un environnement nuageux est propice au givrage du carburateur

6.5.1. Fonctionnement du carburateur

Un Venturi (étranglement) accélère le débit d'air provenant de l'extérieur, ce qui provoque la vaporisation de l'essence introduite par le gicleur.

Dans la zone de vaporisation, la température du mélange air/essence chute pour deux raisons :

- l'effet Venturi crée une dépression, d'où refroidissement ;
- la vaporisation de l'essence absorbe de la chaleur, ce qui accentue le refroidissement.

Lorsque le givrage se produit la glace se forme sur le papillon, obturant plus ou

moins partiellement l'alimentation du moteur : la puissance chute !

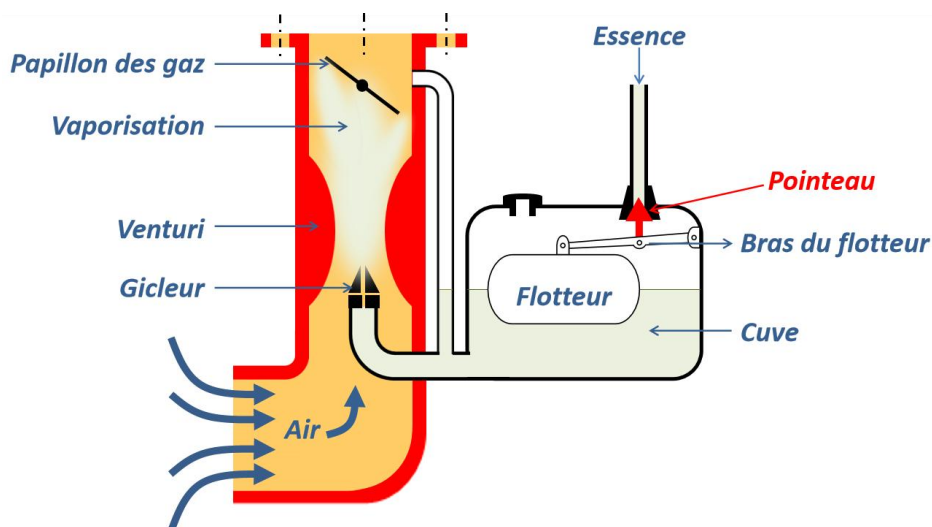


Fig. 64 - L'accélération de l'air dans le Venturi contribue à vaporiser l'essence

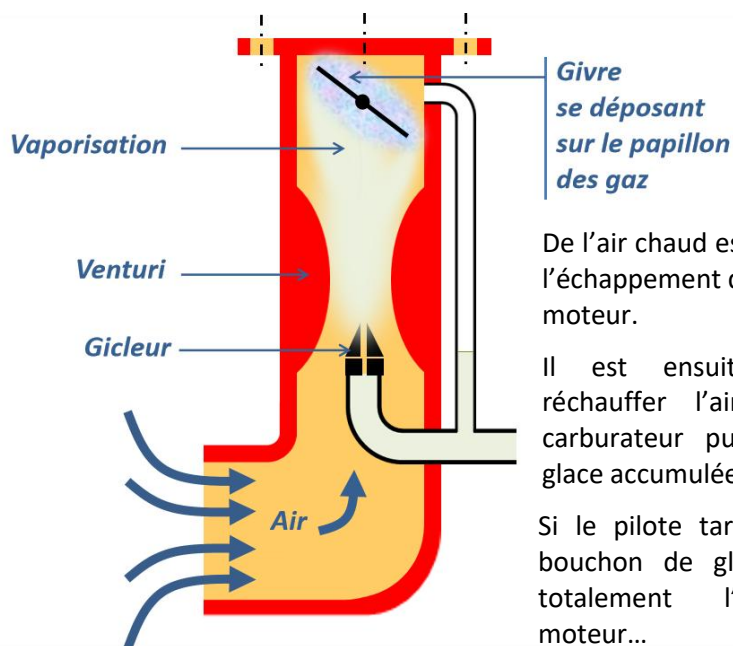
6.5.2. Détection du givrage

Le pilote constate simultanément :

- une chute de t/mn variable, de l'ordre de quelques centaines ;
- une diminution de la pression d'admission (si un indicateur de PA est disponible) ;
- un bruit caractéristique (cognements inquiétants).

La quantité de glace accumulée sur le papillon du carburateur dépend de la sévérité du givrage.

6.5.3. Système de réchauffage du carburateur



De l'air chaud est prélevé autour de l'échappement du moteur.

Il est ensuite canalisé pour réchauffer l'air admis dans le carburateur puis faire fondre la glace accumulée sur le papillon.

Si le pilote tarde à intervenir, le bouchon de glace peut obstruer totalement l'alimentation du moteur...

Fig. 65 - Un air froid peut provoquer un bouchon de glace sur le papillon des gaz

6.5.4. Inconvénients du système

Sur « *chaud* » à forte puissance :

- le remplissage des cylindres se dégrade ;
- le mélange air/essence s'enrichit ;
- la meilleure puissance du moteur diminue d'environ 15 % ;
- ces 15 % s'ajoutent à la perte de puissance due à l'altitude,

D'où la réticence du pilote de montagne à utiliser le réchauffage... Inutilement.

Sur « *chaud* » à faible puissance, le dispositif peut manquer d'efficacité pour prévenir le givrage.

En cas de réchauffage tardif, le bouchon de glace fond rapidement. Les cylindres ingèrent alors de l'eau, ce qui provoque des vibrations plus ou moins sévères.

6.5.5. Utilisation pratique du réchauffage

a. Au sol

En règle générale « *froid* » en dehors des essais moteur.

Éviter d'utiliser inutilement la position « *chaud* », car l'air pénétrant dans le carburateur n'est pas filtré.

Attention ! Le nuage de neige poudreuse soulevé par l'avion qui vous précède peut vous placer en situation de givrage « *artificiel* ».

b. Au décollage

« *Froid* ».

En conditions givrantes :

- mise des gaz sur « *chaud* » ;
- puis immédiatement « *froid* ».

« *Le risque de givrage en phase de décollage est si peu probable qu'il en est négligeable* » (Manuel Lycoming).

c. En montée/croisière

Sur « *Froid* » en étant attentif à toute :

- baisse de régime (diminution des t/mn ;
- diminution de la PA (le cas échéant) ;
- variation du bruit moteur.

En conditions givrantes :

- « *chaud* » pendant quelques dizaines de secondes, puis « *froid* » à intervalles réguliers en fonction de l'intensité du givrage ;
- si le pilote dispose d'un thermomètre d'admission, il doit maintenir la température du mélange hors du secteur ambre de l'instrument en appliquant partiellement le réchauffage.

- si le moteur vibre, appauvrir avec soin pour supprimer les vibrations.

Dès que possible :

- revenir sur « froid » ;
- ré-enrichir en fonction de l'altitude.

d. En descente/approche

En conditions givrantes : « chaud ».

e. En courte finale/atterrissage

« Froid » recommandé car le pilote doit pouvoir compter sur la meilleure puissance du moteur en cas de :

- rattrapage de pente tardif ;
- décélération importante, après le toucher en neige profonde ou sur forte pente.

f. Remarques

- Pour la tranquillité d'esprit du pilote, l'utilisation du réchauffage doit être identique en conditions givrantes réelles ou suspectées.
- Le réchauffage doit être utilisé en « tout ou rien » : « chaud » ou « froid ».

Pour utiliser les positions intermédiaires, on doit disposer d'un thermomètre d'admission.

En résumé...

Le vol en montagne, surtout en condition(s) hivernales(s), sera d'autant plus facile que la préparation du compartiment moteur et de l'habitacle aura été minutieuse.

- *Ensuite, un démarrage nominal du moteur permettra d'enchaîner sans à-coups sur la suite du programme.*
- *De même, le respect des phases de réchauffage et d'essais permettra d'entreprendre le décollage sans arrêt brutal du moteur puis sans cafouillage de celui-ci en début de vol.*
- *Enfin, tout comme en plaine et partout ailleurs, il faut à tout prix que le pilote évite un givrage du carburateur synonyme de dysfonctionnements graves ou d'arrêt brutal du moteur en vol, donc d'atterrissage d'urgence...*

La surveillance du bon fonctionnement du moteur doit donc être le souci constant du pilote... mais aussi de ses passagers.

Sommaire du Briefing 7

7.1. Généralités.....	3
7.1.1. L'assiette « <i>trois points</i> ».....	3
7.1.2. Visualisation.....	3
7.1.3. Contrôle de l'assiette « <i>trois points</i> ».....	4
a. Comment.....	4
b. Remarques.....	4
7.1.4. Quand ?.....	4
a. À l'envol.....	4
b. En fin d'arrondi (toucher du sol).....	4
7.1.5. Pourquoi ?.....	5
a. Au décollage.....	5
b. À l'atterrissage.....	5
7.1.6. Utilisation des gouvernes au sol.....	5
a. Profondeur.....	5
b. Ailerons.....	5
c. Remarque.....	5
7.1.7. Roulette arrière Scott.....	5
7.2. Évolutions sur skis.....	6
7.2.1. Espace suffisant et neige glissante.....	6
7.2.2. Le virage « <i>autoritaire</i> ».....	7
a. Exécution du virage autoritaire.....	7
b. Remarques sur le virage autoritaire.....	7
7.2.3. Le virage en dévers (pentes latérales).....	8
7.3.4. Difficultés/Impossibilités de déplacer l'avion.....	8
a. Le gel de la semelle de skis.....	8
b. La neige est profonde ou très collante.....	8
c. Remarques de sécurité.....	9
7.3. Évolution sur roues.....	9
7.3.1. Attention !.....	9
7.3.2. Rappel utile.....	9
7.3.2. Remarque de sécurité.....	9
En résumé.....	9

Évolution au sol

de l'avion à train classique

Souvent jugé à tort comme démodé, le train classique à roulette arrière est parfaitement adapté à l'atterrissage sur neige après l'adjonction de skis et c'est bien pourquoi il équipe la plupart des avions des aéroclubs de montagne.

A contrario, le train classique est d'un maniement peu aisé sur roues pour un pilote, même chevronné, habitué au train moderne avec roue à l'avant.

Là aussi, comme pour tout ce qui touche à l'évolution dans le domaine montagne, une courte phase d'adaptation s'impose, même si celle-ci ne présente pas de difficulté véritable.

7.1. Généralités

7.1.1. L'assiette « trois points »

L'assiette de l'avion est dite « trois points » lorsque le train principal et la roulette arrière (AR) sont en contact avec le sol.



Photos 18 et 19 - L'assiette « trois points », sur roues et sur skis

7.1.2. Visualisation

Il suffit de s'asseoir en place pilote et... de regarder.



Photo 20 - Vue panoramique du tableau de bord du Mousquetaire D-140 « Abeille »

Il apparaît immédiatement que le nez de l'avion et le tableau de bord masquent une bonne partie du paysage... et de la plateforme ou de la piste.

En effet, bien campé sur son train avant et reposant sur la roulette arrière, l'avion est incliné vers l'arrière...

Cette disposition a, bien entendu, des conséquences notoires sur la maîtrise de l'avion au sol.

7.1.3. Contrôle de l'assiette « trois points »

a. Comment ?

Il s'effectue, bien entendu, à l'aide de la commande de profondeur.

b. Remarques

De l'ordre de 10 à 12°, la valeur de l'assiette « trois points » dépend de la courbure des lames d'amortissement de la roulette arrière.

Elle reste bien évidemment constante par rapport à la pente du sol.

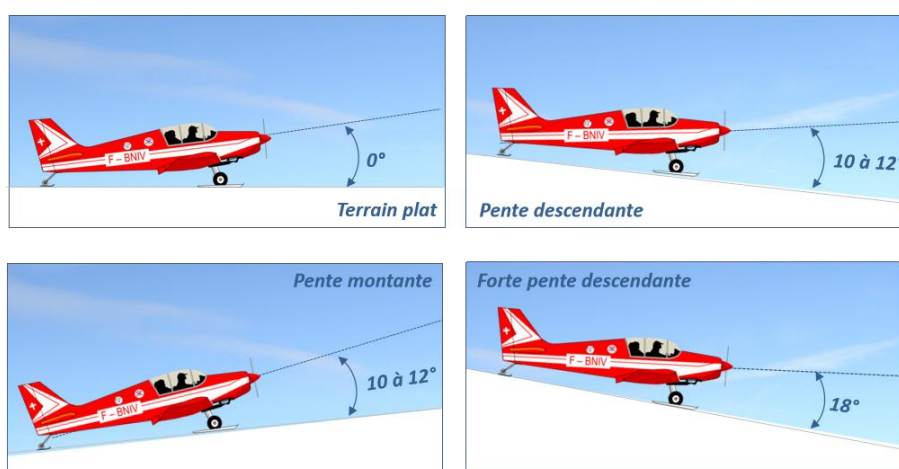


Fig. 67 - La valeur de l'assiette « trois points » reste constante

7.1.4. Quand ?

Dans tous les cas :

- au sol, enneigé ou non ;
- à proximité immédiate du sol.

a. À l'envol



Photo 21 - Décollage sur skis

b. En fin d'arrondi (toucher du sol)



Photo 22 - Atterrissage sur skis

7.1.5. Pourquoi ?

Pour éviter le risque de passage en pylône :

a. Au roulage et au décollage :

- par freinage brutal sur neige peu glissante, terrain marécageux ou obstacle quelconque ;
- par « *plantage* » des spatules dans une bosse de neige non détectée.

b. À l'atterrissage :

- sur skis : « *planter* » des spatules dans la pente, en particulier par mauvaise visibilité (ombre, « *jour blanc* ») ;
- sur roues : freinage brutal sur terrain marécageux ou herbe « *haute* ».

7.1.6. Utilisation des gouvernes au sol

En montagne, le vent subi dépasse couramment les 20 kt, souvent en rafales, notamment sur glacier.

a. Profondeur :

- vent de face : manche secteur AR ;
- vent arrière : lorsque la force du vent est supérieure au souffle de l'hélice, manche secteur AV.

b. Ailerons

Par vent de travers, le manche au vent prime sur toute autre considération.

c. Remarque

L'intérêt de placer le manche en sens inverse du virage pour faciliter celui-ci est négligeable :

- braquage différentiel des ailerons faible : + ou - 15° ;
- vitesse d'évolution faible : entre 0 et 10 à 15 km/h.

De plus, cette pratique coutumière crée un réflexe conditionné malvenu et parfois dangereux.

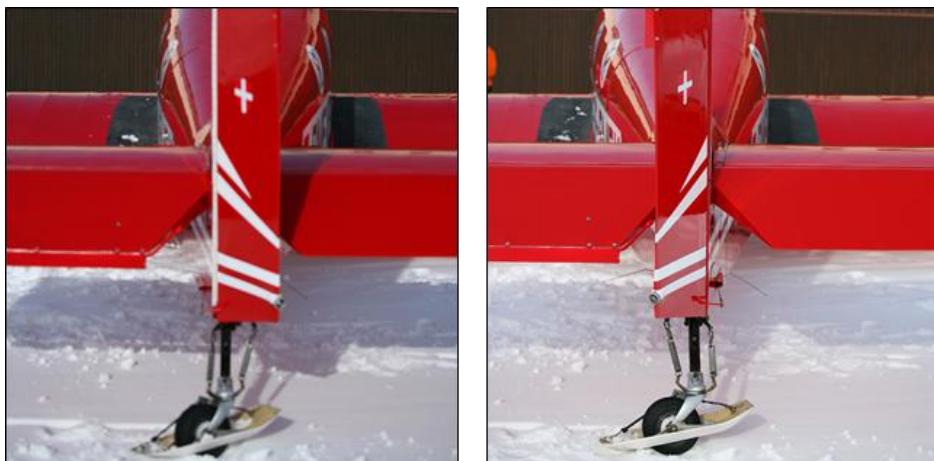
Par fort vent traversier, il peut inciter le pilote à baisser l'aileron au vent.

7.1.7. Roulette arrière Scott

Support du ski AR sur neige, elle équipe la plupart des avions légers à train classique.

Elle se déverrouille pour un braquage supérieur à 30/35°.

Le pilote perd alors la conjugaison palonnier/roulette – ski AR.



Photos 23 et 24 - Les deux configurations possibles

Le verrouillage redevient effectif lorsqu'au braquage du palonnier, d'une butée à l'autre, le pilote perçoit nettement l'effort dû à la tension des ressorts G et D de la roulette.

En pratique, retenir que si, en début de déplacement (glissement, roulage), l'avion ne suit pas la trajectoire désirée par le pilote, la roulette est débrayée !

Pour reprendre le contrôle, effectuer un aller-retour G/D complet du palonnier, d'une butée à l'autre.

Dans 99 % des cas, la reprise de contrôle de la roulette est immédiate.

Sans succès, stopper l'avion dès que possible, car le mécanisme de débrayage est en cause.

Une démonstration du fonctionnement de ce système par l'instructeur s'impose avant le premier vol.

Le pivotement de l'avion sur place :

- au frein (G ou D), sur roues ;
- manuellement, sur skis ;

soumet la jambe de train intérieure au virage à d'importants efforts en torsion.

En neige profonde ou lorsque les skis sont collés par le gel, cette jambe de train peut subir une déformation permanente : les skis ne sont plus parallèles.

Solution : lors du pivotement, un intervenant compétent agit sur le talon du ski intérieur pour maintenir ce ski rigoureusement parallèle à l'axe du fuselage...

7.2. Évolutions sur skis

Attention, plus de freins !

Le régime moteur détermine la vitesse de déplacement.

Il doit être adapté :

- à la situation : proximité d'obstacle, place disponible ;
- à la glisse : neige damée, profonde, verglas.

La décélération maximale est logiquement obtenue au régime moteur ralenti ou... hélice calée !



Photo 25 - Détail du montage des skis avant la visite PRÉVOL

7.2.1. Espace suffisant et neige glissante

Évolutions en douceur :

- puissance : adaptée au lieu et à la glisse ;
- commande de profondeur : secteur AR ;
- ailerons : prise en compte du vent ;
- palonnier : il oriente le ski AR par l'intermédiaire de ressorts.

En raison de l'inertie du système, il faut anticiper la mise en virage.

Le diamètre minimum de virage est déterminé par le braquage maximum du ski AR (30/35°).

7.2.2. Le virage « autoritaire »

Si l'espace disponible est limité, le virage ne peut plus être effectué « *sur la lancée* » sans déborder l'axe de décollage (exemple de Tignes-Le-Palet).

Pour obtenir le diamètre minimum de virage, il faut braquer au maximum le ski AR, vers 90°.

Le pilote doit donc surpasser les butées mécaniques normales (30/35°) de la roulette AR.

Pour y parvenir, le virage doit être piloté de manière « *autoritaire* ».

Cette évolution s'apparente à une figure « *déclenchée* » ; elle exige du pilote dextérité et vigilance.

a. Exécution du virage autoritaire

Procéder de la manière suivante :

- puissance importante, maximum si nécessaire, pour souffler l'empennage ;
- profondeur à piquer, en butée AV si nécessaire, pour délester le ski AR, donc favoriser le débrayage de la roulette ;
- palonnier à fond dans le sens du virage.

Si la neige est profonde, la résistance des skis à l'avancement est importante.

L'application simultanée :

- d'une puissance importante,
- de la profondeur à piquer,

entraîne le soulèvement de la roulette AR.

L'avion se retrouve en équilibre (précaire) sur son train principal.

Le braquage complet de la direction dans le sens du virage provoque alors le pivotement de l'avion en lacet.

Attention ! Si le dosage de la profondeur à piquer n'est pas contrôlé avec vigilance, le risque de passage en pylône est réel.

b. Remarques sur le virage autoritaire

Le diamètre de virage est d'autant plus réduit que la vitesse est faible :

- à l'engagement du virage ;
- et en cours de manoeuvre.

Si l'on ne risque pas de rester immobilisé, il est préférable de s'arrêter avant de débiter le virage, ce qui permet également au pilote :

- de se concentrer sur la manoeuvre qu'il va engager en matérialisant du regard la trajectoire prévue, comme le fait un skieur ;
- d'anticiper la C/L avant décollage et le guet (on ne sait jamais...).

Si l'avion accélère en cours de virage, le diamètre augmente, ce qui va à l'encontre du but recherché.

Il faut alors réduire franchement, puis remettre la pleine puissance avant que l'avion ne s'arrête.

Ces « *coups de moteur* » successifs, deux en général, sont peu élégants, mais très efficaces.

Un centrage AR de l'avion :

- un ou deux passagers à l'arrière ;
- plein du réservoir AR ;
- charge en soute AR,

Pénalise le diamètre du virage (délestage du ski AR insuffisant).

Sécurité : ne pas hésiter à terminer « *à la main* » une évolution mal engagée « *au moteur* ».

Le plus souvent, le pilote enchaîne la phase décollage à la suite immédiate du virage autoritaire, parfois involontairement. Il faut donc anticiper la check-list et le guet avant décollage...

Avant de mettre les gaz, près de l'axe de décollage, s'assurer que le contrôle du ski AR (verrouillage de la roulette) est effectif.

7.2.3. Le virage en dévers (pentes latérales)

L'avion s'accommode de fortes pentes longitudinales.

En revanche, sa tolérance aux pentes latérales (dévers) est faible.

Placé perpendiculairement à la ligne de pente, donc en plein dévers, à vitesse nulle ou faible, l'avion transfère une part importante de sa masse sur le ski aval.

Si la neige est profonde et le dévers important, le ski aval s'enfonce et l'avion peut toucher de l'aile.

Comment éviter cet inconvénient ?

En utilisant la force centrifuge !

Il faut adapter :

- la vitesse (manette des gaz) ;
- le rayon de virage (palonnier),

à l'importance du dévers.

Cela revient à évoluer « *bille au milieu* », les deux skis supportant ainsi une charge égale.

Il ne s'agit évidemment pas d'évoluer en regardant la bille, mais de s'efforcer de retrouver la sensation d'équilibre bien connue des pilotes.

La maîtrise des virages en dévers impose au pilote la gestion simultanée de deux variables :

- vitesse (manette des gaz) ;
- rayon de virage (palonnier).

Cette maîtrise doit être acquise pour évoluer normalement sur glacier.

7.2.4. Difficultés/Impossibilité de déplacer l'avion

Deux cas peuvent interdire tout déplacement de l'avion :

a. Le gel de la semelle des skis

En particulier après la disparition du soleil au printemps. Inconvénient évitable en passant l'avion sur roues.

Sinon, il faut intervenir manuellement :

- balancement d'ailes ;

- poussées horizontales aux saumons d'ailes, alternativement à G et à D autour de l'axe de lacet (si l'hélice tourne, attention aux couples piqueurs)...

Après décollage des skis, il est judicieux d'effectuer quelques évolutions au moteur pour éliminer toute trace de glace sous les semelles.

Sans succès, il faut décoller la glace... sans détériorer les semelles. Un outil non agressif est recommandé.

b. La neige est profonde ou très collante

Pour tenter de débloquer l'avion, trois manœuvres peuvent s'ajouter successivement, sans brutalité, dans l'ordre suivant :

- plein gaz si nécessaire, pour vaincre la traînée des skis ;
- sans succès, toujours plein gaz, braquer la profondeur jusqu'aux butées AV et AR, pour agir sur l'assiette des skis ;
- sans succès, ajouter le braquage de la direction jusqu'aux butées G et D ;
- sans succès, intervenir manuellement.

c. Remarques de sécurité

La résistance d'une cellule d'avion est calculée en fonction d'efforts subis en utilisation normale.

L'intervention maladroite d'aides occasionnels, mal encadrés par le pilote, peut se traduire par des déformations permanentes de la cellule, en particulier sur :

- les gouvernes ;
- les volets ;
- le train d'atterrissage (en torsion).

Un briefing du pilote s'impose avant toute intervention manuelle extérieure.

7.3. Évolutions sur roues

Le freinage est disponible, mais le moyen de guidage principal reste le palonnier !

En utilisant le palonnier sans freiner, les trajectoires sols sont comparables sur roues et sur skis.

Pour les mêmes raisons que sur skis, il faut également anticiper le virage.

En cas d'évolution serrée, proscrire le blocage complet de la roue intérieure au virage (torsion du train, usure inutile du pneu).

7.3.1. Attention !

Si le freinage différentiel est important, le braquage de la roulette dépasse les butées mécaniques (30/35°) : la conjugaison palonnier/roulette est perdue !

7.3.2. Rappel utile

Pour s'arrêter :

- réduire à fond ;
- freiner si nécessaire.

7.3.3. Remarque de sécurité

Pour interdire tout coup de frein involontaire pouvant se traduire par une perte de contrôle de l'avion, le pilote doit impérativement positionner ses talons « *au plancher* » :

- au décollage, avion sensiblement aligné ;
- à l'atterrissage, jusqu'à la séquence de freinage.

En résumé...

- *L'avion une fois paré, il faut décoller et, bien entendu, atterrir dans les meilleures conditions possibles.*
- *Intitulé « Évolution au sol de l'avion à train classique », le Briefing 7 nous permet de déterminer les critères nécessaires à ces phases du vol.*
- *Sur roues et sur un terrain en herbe ou en dur, le pilote doit veiller à conserver autant que nécessaire une assiette trois points au décollage et à la prendre dès que possible à l'atterrissage.*
- *Cette modalité permet, en particulier, d'éviter de toucher le sol ou la couverture neigeuse avec l'hélice et, donc de capoter...*
- *De même, le pilote devra rapidement maîtriser la trajectoire de l'avion au sol en s'entraînant à actionner le palonnier avec douceur et à-propos. En effet, tant au décollage qu'à l'atterrissage, certains à-coups brusques peuvent engendrer des conséquences grave, voire fatales...*
- *Sur skis, le train classique permet un atterrissage en douceur et en toute sécurité sur les deux skis situés sous les ailes, puis une fin de poser sur le ski de la roulette de queue.*
- *Cependant si, en l'air, les skis ne causent aucun problème, les déplacements sur les plateformes au sol nécessitent des connaissances théoriques et une certaine pratique.*
- *De même, les évolutions au sol et les phases de décollage et d'atterrissage nécessitent un (court) entraînement spécifique avec un instructeur chevronné.*

Page laissée
intentionnellement vierge

Sommaire du Briefing 8

8.1. Technologie Jodel.....	3
8.2. Braquages disponibles.....	3
8.3. Utilisation au décollage sur piste en pente.....	4
8.3.1. En conditions normales.....	4
8.3.2. En conditions limitatives.....	4
a. Conditions en question.....	4
b. Principe.....	4
8.4. Réalisation pratique du décollage.....	5
8.4.1. Braquage volets à la mise des gaz.....	5
8.4.2. Puissance.....	5
8.4.3. Freinage manettes des gaz.....	6
8.4.4. Changement de mains.....	6
8.4.5. Braquage des volets au-delà du cran décollage.....	6
8.4.6. Au moment de l'envol.....	7
8.4.7. Phase d'accélération.....	7
8.4.8. Et le badin ?.....	7
8.4.9. Remarques générales.....	8
8.4.10. Et sur le terrain plat ?.....	8
8.5. Utilisation des volets en approche.....	8
8.6. Utilisation en approche finale.....	8
8.6.1. Braquage disponible.....	8
8.6.2. Rappels aérodynamiques.....	9
8.6.3. Précautions à la sortie des pleins volets.....	9
8.6.4. Décision du pilote.....	9
8.7. Rentrée des volets au sol, en cours d'atterrissage.....	9
8.7.1. Sur skis.....	10
7.3.2. Sur roues et pistes caillouteuses.....	10
En résumé.....	9

Les volets de courbure

sur D-140 Mousquetaire

Comme sur les autres avions de tourisme, les volets de courbure du Jodel D-140 Mousquetaire Abeille ont pour fonction d'augmenter la portance des ailes dans les phases cruciales du vol que sont le décollage et l'atterrissage de l'aéronef.

Si leur mise en œuvre ne présente pas de difficulté particulière en montagne, il faut cependant se rappeler en permanence de l'influence du milieu sur les conditions du vol.

En effet, les conditions aérologiques peuvent changer de manière spectaculaire sur quelques centaines de mètres seulement et, sur certaines surfaces, le pilote peut être amené à rentrer rapidement les volets afin de ne pas endommager son appareil.

8.1. Technologie Jodel

Il existe deux types de volets :

- « *petits volets* » sur D-140 de la première génération (I, II et III) ;
- « *grands volets* » sur D-140 IV et Abeille, surface augmentée de 55 % par rapport aux « *petits volets* ».



Photos 26 et 27 - La différence de largeur entre les deux types de volets est patente

Certains avions de construction amateur sont de conception différente, mais :

- les « *petits volets* » sont toujours appariés à un « *plan fixe classique* » ;
- les « *grands volets* » sont toujours appariés à un « *plan fixe monobloc* ».



Photos 28 et 29 - Vue de profil des volets de courbure sortis

8.2. Braquages disponibles

« *Décollage* »/ « *Approche* » : 1^{er} cran.

Cran intermédiaire (installés sur certains avions).

« **Atterrissage** » : plein volets.

Remarque : Certains braquages constatés sur les avions peuvent différer de quelques degrés (tolérances de réglage), mais la symétrie G/D doit être respectée !

8.3. Utilisation au décollage sur piste en pente

8.3.1. En conditions normales

En conditions normales, le braquage retenu est le premier cran.

Il en résulte une certaine distance de mise en vitesse.

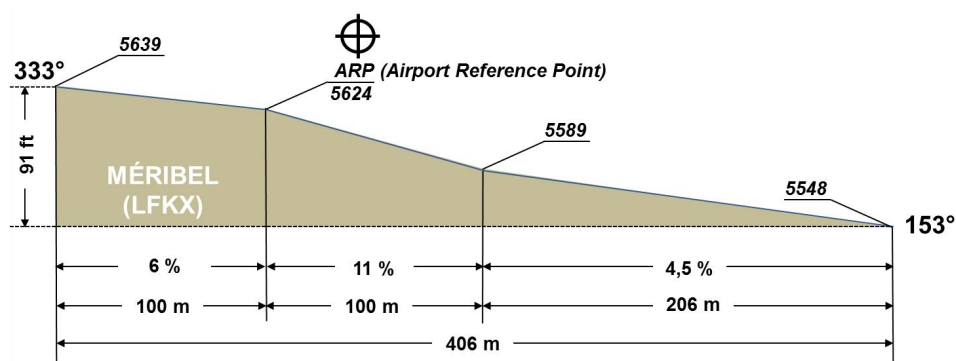


Fig. 69 - Profil de la piste de l'Altiport Robert Merloz à Méribel (LFKX)



Fig. 70 - Profil de mise en vitesse sur la piste de Méribel (en coupe)

8.3.2. En conditions limitatives

a. Conditions en question

Il s'agit :

- d'une masse élevée ;
- d'un vent défavorable ;
- d'un terrain peu « roulant » ou « glisse » douteuse,

L'utilisation d'un braquage de volets plus important diminue la distance de mise en vitesse.

b. Principe



Photo 30 - Soufflage de l'aile au décollage

À la puissance de décollage, la zone centrale de l'aile et ses volets sont fortement soufflés par l'hélice.

En outre, la portance de l'aile augmente, la vitesse d'envol diminue.

La vitesse de décrochage diminue lorsque le braquage des volets augmente.

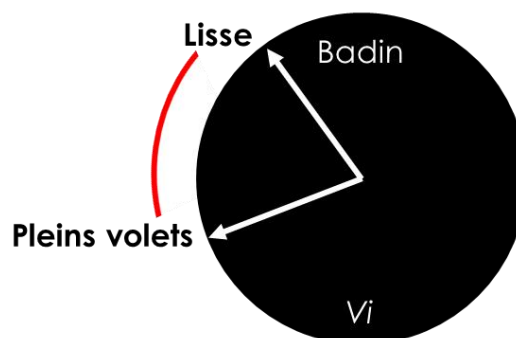


Fig. 71 - Influence de la sortie des volets sur la vitesse

On ne peut pas négliger l'effet de sol, qui s'ajoute à l'ensemble :



Photo 31 - Progression difficile dans la neige au décollage

L'effet de sol est sensible au décollage (et à l'atterrissage), car la proximité du sol modifie l'écoulement aérodynamique autour de l'aile.

Il en résulte :

- une augmentation de portance aux fortes incidences ;
- une diminution de la traînée induite, par diminution des tourbillons marginaux et de bord de fuite de l'aile.

8.4. Réalisation pratique du décollage « à l'arrache »

Pour être efficace et sûre, cette manœuvre ne peut pas être improvisée.

Les différentes actions de pilotage doivent s'enchaîner selon une séquence précise.

8.4.1. Braquage volets à la mise des gaz

Cran décollage :

8.4.2. Puissance

Pleins gaz sans délai, mixture préalablement réglée en fonction de l'altitude.



Photo 32 - Réglage de puissance

8.4.3. Freinage manette des gaz

La pleine puissance étant vérifiée (tachymètre), freiner la manette des gaz (vis) pour interdire, sur certains avions, une réduction intempestive (jamais constatée sur *Mousquetaire*).

8.4.4. Changement de mains

En début d'accélération, effectuer le changement de mains :

- main droite : manche ;
- main gauche : volets.



Photo 33 - Le changement de main s'effectue en début d'accélération

Remarques importantes :

- 1) Pendant la phase de mise en vitesse, le pilote doit conserver l'assiette trois points.

Si la position du manche est trop arrière, l'effet « *soc de charrue* » du ski AR crée une traînée parasite qui rallonge le décollage.

- 2) En neige profonde et forte pente, le risque de passage en pylône est réel si la position du manche n'est pas proche de la butée arrière ;

Dans ces conditions, la distance de mise en vitesse est très probablement augmentée de quelques dizaines de mètres ;

Cependant, le risque de basculement de l'avion vers l'avant est neutralisé.

8.4.5. Braquage des volets au-delà du cran décollage

La phase suivante constitue un instant primordial : sortie des volets au-delà du cran décollage.

Réalisé trop tôt, elle dégrade la performance, ne pas sortir :

- trop tôt ;
- trop de volets.

Réalisé trop tard, son effet est nul.

En pratique, dès que le pilote ressent un allègement de l'avion sur son train principal (sorte de « *dandinement* » d'un train sur l'autre), la sortie des volets doit commencer.

Remarque : la commande de volets doit être maintenue déverrouillée (poussoir enfoncé) pour éviter un verrouillage involontaire aux crans 35° (sortie) ou 50/55) (rentrée).

Pour proscrire tout effet de traînée parasite au lieu de l'effet de portance escompté, cette sortie doit être lente et progressive.

Simultanément, pour éviter une diminution de l'incidence de l'aile, le couple piqueur qui apparaît doit être annulé en maintenant l'assiette trois points.

Au moment précis où l'avion décolle, tout braquage supplémentaire des volets doit être stoppé pour éviter de pénaliser la phase d'accélération.

8.4.6. Au moment de l'envol

Au moment de l'envol, l'avion se trouve :

- à forte incidence ;
- à faible vitesse ;
- près du sol,

Donc en situation inconfortable.

Il faut donc débiter, sans délai, la phase d'accélération.

8.4.7. Phase d'accélération

En pratique, le pilote :

- maintient, dans un premier temps, le « *braquage d'envol* », situé « *quelque part* » entre le premier et le deuxième cran ;
- corrige l'assiette de l'avion « *à piquer* » pour adopter une trajectoire parallèle au sol, donc descendante.

Dans ces conditions, l'accélération est très rapide !

Le pilote rentre alors très progressivement les volets, en surveillant le badin jusqu'au cran de décollage, puis :

- adopte la vitesse de montée à meilleure pente (V_i sensiblement égal à 125 km/h) en cas d'obstacle rapproché ;
- ou accélère vers la vitesse de montée normale en lisse à meilleur vario.

8.4.8. Et le badin ?

Jusqu'à la phase de rentrée des volets, aucune référence n'est faite à cet instrument essentiel.

Est-ce un oubli ?

- 1) Placé par le pilote à une incidence de proche de la portance max, l'avion décolle de lui-même, le plus court possible.

La masse réelle de l'avion pouvant varier dans une plage comprise entre environ 850 et 1 200 kg, la vitesse correspondant à cette incidence est une variable ignorée du pilote.

- 2) L'environnement immédiat de l'avion est, dans cette phase, le plus souvent hostile :
 - largeur disponible limitée ;
 - sur neige : traces à éviter... ou à utiliser ;
 - proximité de toutes sortes d'obstacles.

L'attention du pilote doit donc être concentrée en totalité sur l'extérieur de l'avion !

Conclusion

Dans cette phase, l'absence de toute référence au badin se justifie.

8.4.9. Remarques générales

La technique du décollage « *à l'arraché* » est transposable sur d'autres types d'avions.

Le gain sur la distance de mise en vitesse n'est pas aisément chiffrable.

Toutefois, la comparaison entre deux décollages successifs, l'un normal, l'autre « *à l'arraché* », met en évidence que le gain est réel, même sur *Mousquetaire* à petits volets.

Cette technique impose une séquence gestuelle précise.

Seule une pratique régulière permet au pilote de bénéficier de sa pleine efficacité.

8.4.10. Et sur terrain plat ?

Sur terrain plat, le décollage « à l'arraché » est vivement déconseillé.

Si, dans le meilleur des cas, l'avion parvient à quitter le sol en extrémité de piste, l'accélération vers la vitesse de montée est loin d'être assurée !

Toute diminution :

- de braquage des volets ;
- ou d'assiette,

risque fort d'amener l'avion à retoucher le sol...

8.5. Utilisation des volets en approche

L'approche est la phase de vol qui précède l'interception du plan de courbe finale :

- éloignement (vent arrière) ;
- étape de base ;
- dernier virage.

Elle s'effectue volets premier cran, en configuration d'approche.

La vitesse d'évolution doit être supérieure d'environ 45 % à la vitesse de décrochage (1,45 Vs).

Cette configuration peut également être retenue pour la phase de reconnaissance sur altisurfaces/glaciers.

8.6. Utilisation en approche finale

8.6.1. Braquage disponible

L'approche finale débute à l'interception du plan de descente, donc volets premier cran.

Le pilote dispose ensuite de plusieurs braquages possibles :

- cran intermédiaire (sur certains avions) ;
- plein volets ;
- éventuellement, maintien du premier cran (haute altitude, aérologie incertaine, neige poudreuse et abondante...).

Le choix du pilote n'est pas facile à exercer et peut donner lieu à certaines polémiques.

Que faire ?

La technique répond à cette question.

8.6.2. Rappels aérodynamiques

Les braquages faibles privilégient la portance, donc la finesse de l'avion en cas :

- de masse ou d'altitudes élevées ;

- d'aérologie difficile ou suspecte.

Les braquages forts privilégient la traînée, donc la précision du point de toucher en cas :

- de masse faible ;
- d'aérologie favorable ;
- de plan d'approche finale fort.

8.6.3. Précautions à la sortie des pleins volets

En pratique, il faut retenir que la sortie systématique des pleins volets en début d'approche finale, sans prendre en compte les conditions réelles du moment :

- masse de l'avion ;
- aérologie ;
- altitude...

est une pratique à bannir. Pourquoi ?

En configuration pleins volets, du point de vue de l'aérodynamisme, l'avion est « *lourd* ».

Si l'on rencontre en finale :

- des gradients de vent négatifs ;
- des rabattants sévères,

il peut alors devenir impossible :

- de maintenir une trajectoire sûre ;
- à la bonne vitesse (au moins 1,3 Vs0).

8.6.4. Décision du pilote

Le choix de la configuration de l'avion pour l'approche finale est donc un problème parfois délicat.

Pour faciliter sa décision, le pilote doit respecter une règle simple :

« La sortie des volets au cran d'atterrissage s'effectue lorsque le contact de l'avion au point de toucher prévu est assuré ! »

Si un doute subsiste dans l'esprit du pilote jusqu'à l'arrondi, l'avion est posé



Photo 34 - Pose des skis sur la piste

8.7. Rentrée des volets au sol, en cours d'atterrissage

Dans tous les cas, le contrôle de la trajectoire sol est prioritaire sur toute autre manœuvre.

Les conséquences d'un volet percé par une pierre sont dérisoires comparées à une sortie de piste.

Toutefois, si la sécurité n'est pas compromise, le pilote peut effectuer une rentrée rapide des volets dans certaines situations particulières

8.7.1. Sur skis

En neige très profonde : pour éviter la déformation des volets de courbure.

Cependant, si l'enfoncement des skis est important, la densité de la neige est faible, donc le risque minime.

Sur la pente finale d'accès à une plateforme : associés à la pleine puissance, la rentrée rapide des volets peut rallonger la trajectoire... de quelques mètres.

8.7.2. Sur roues et pistes caillouteuses

À l'atterrissage : l'instant du toucher des roues est critique.

En une fraction de seconde, la vitesse de rotation des roues passe de zéro... à la vitesse sol de l'avion.

Les cailloux sont ainsi catapultés vers les volets et le plan fixe.

La rentrée rapide des volets après cet instant est peu efficace : le mal est déjà fait !

Remarque : l'adaptation de garde-boues, ou mieux, de bavettes en caoutchouc sur les trains principaux, est un moyen de protection recommandé. Cependant, le résultat n'est pas parfait.

En résumé...

- *En vol montagne, les volets de courbure sont utilisés exactement de la même manière que pour tous les autres types de vol : tout comme le décollage, l'approche s'effectue premier cran de volet sorti et l'atterrissage, idéalement, les deux crans sortis.*
- *Cependant, en fonction des différents facteurs aérologiques locaux, des conditions particulières de la finale en cours ou de l'état de la piste, enneigée ou non, le pilote pourra décider d'effectuer le toucher avec un seul cran de volet sorti, ou de rentrer le deuxième cran de volet juste avant d'aborder le seuil de la piste.*
- *Enfin, pour des raisons purement pragmatiques relevant d'un souci de préservation du matériel, l'avion sera déplacé manuellement au sol ou inspecté volets complètement sortis.*

Page laissée
intentionnellement vierge

Encart Briefing 9

Sommaire du Briefing 9

9.1. Risque de collision.....	5
9.1.1. Rappel de la réglementation en montagne.....	5
9.1.2. En pratique.....	5
9.1.3. En conclusion.....	5
9.2. Alignement avant décollage.....	6
9.2.1. Précautions.....	6
9.2.2. Dans tous les cas.....	6
9.2.3. Conclusion.....	7
9.3. Mise des gaz.....	7
9.3.1. Roulette/frein.....	7
9.3.2. Précautions moteur.....	7
9.3.3. Effet moteur.....	7
9.4. Mise en vitesse/envol sur piste en pente.....	7
9.4.1. Comparaison des deux profils.....	8
a. Profil réglementaire.....	8
b. Profil « montagne ».....	8
9.4.2. L'arrêt décollage sur piste en pente.....	8
9.4.3. Phase d'accélération.....	9
a. Assiette de l'avion.....	10
b. Surveillance du badin.....	10
c. Dosage de la commande de profondeur.....	10
• Braquage trop fort.....	10
• Braquage trop faible.....	10
9.4.4. L'envol	11
9.4.5. Après l'envol.....	11

a. Sans limitation obstacle.....	11
b. Avec limitation obstacle rapproché.....	12
9.5. Décollage vent arrière.....	12
9.5.1. Le vent arrière admissible.....	12
9.5.2. Décision du pilote.....	13
9.5.3. Le vent effectif.....	13
9.6. Décollage vent de travers sur neige.....	13
9.6.1. Damée ou profonde.....	13
9.6.2. Gelée ou verglacée.....	13
9.7. Décollage sur forte pente.....	14
9.7.1. Théorie.....	14
9.7.2. Sur roues.....	15
9.7.3. Sur skis.....	15
En résumé.....	15

Page laissée
intentionnellement vierge

Le décollage sur piste en pente

avec le Jodel D-140 Mousquetaire

Du fait de la forte déclivité de la plupart des pistes de montagne, la décision d'entreprendre un décollage est généralement irréversible faute d'échappatoire.

Dans ces conditions, une tentative d'arrêt-décollage ne doit être entreprise qu'en cas de circonstances exceptionnelles :

- *glisse très défavorable ;*
- *apparition d'un obstacle inopiné (randonneurs, skieurs, animaux [sauvages ou non] ;*
- *...*

Si tout est nominal, le décollage en mode normal s'effectue selon un processus bien rôdé, qu'il s'agit de mettre en œuvre sans hésitation aucune et de parfaire par une pratique régulière et le respect de phases bien échelonnées.

9.1. Risque de collision

En général, le profil du terrain masque la piste et la zone d'approche finale.

La valeur de l'angle mort, donc le temps d'incertitude, varie logiquement en fonction du site.

9.1.1. Rappel de la réglementation en montagne

*« Sauf clairance, un aéronef au point d'arrêt ne doit s'aligner et décoller qu'après une surveillance de la direction de décollage pendant un temps suffisant pour permettre à un aéronef à l'arrivée, qu'il n'aurait pas vu en **approche finale**, d'atteindre et de libérer la piste » (Voir annexe A).*

9.1.2. En pratique

Le pilote :

- écoute la fréquence appropriée ;
- s'assure visuellement de l'absence de trafic en approche ;
- retarde l'alignement/décollage pour permettre à un éventuel avion d'émerger de l'angle mort : une trentaine de secondes à Méribel : c'est la phase de guet ;
- applique la procédure VHF classique ou d'auto-information, selon le lieu, la saison, l'horaire.

Cependant, toutes ces précautions peuvent s'avérer insuffisantes :

- avion immobilisé dans la pente pour une raison quelconque ;
- piste occupée par des skieurs ou par des animaux ;
- ...

9.1.3. En conclusion

Il faut être conscient que la seule information obtenue grâce à la vue directe de la piste et de la finale par :

- le pilote ;
- ou un observateur compétent et attentif placé à la rupture de pente,

permet d'éliminer, à coup sûr, tout risque d'abordage.

Remarque

Dès que l'avion qui décolle devant vous ressort de l'angle mort et que l'approche est dégagée, vous pouvez décoller sans attendre davantage.

9.2. Alignement avant décollage

C'est l'un des moments forts du vol car les événements vont se précipiter.

9.2.1. Précautions

Les précautions à prendre sont les suivantes :

- la *Check-List (C/L)* « avant décollage » doit être terminée ;
- l'axe de la plateforme étant rarement l'axe de piste, une reconnaissance préalable des lieux à pied peut s'avérer nécessaire ;



Fig. 72 - Décollage

- sur neige, considérer les traces existantes avec méfiance ; certaines d'entre elles peuvent être mauvaises ;
- connaître ou avoir choisi « le » repère lointain qui permet la tenue d'axe tant que la piste n'est pas visible.

9.2.2. Dans tous les cas...

... s'aligner au plus près du seuil physique de piste :

- prendre en compte que la vitesse déjà acquise à l'alignement (*rolling/"sliding" take-off*) raccourcit d'autant la distance de mise en vitesse ; sur roues, cette pratique est plus performante et plus respectueuse de l'environnement (bruit) que la désuète « mise des gaz sur freins » ;
- si l'alignement s'effectue près de la pente, attention : un ralenti moteur faible associé à une distance d'arrêt sous-estimée peut placer l'avion dans la pente hélice calée !

Enfin, le pilote doit avoir envisagé la panne moteur à la mise en vitesse, à l'envol et s'être remémoré (briefing silencieux ou pas) la meilleure manœuvre, ou la moins mauvaise, adaptée aux circonstances :

- « *cheval de bois* » à gauche ou à droite ;
- heurt d'une barrière d'enclos ;
- cheminement d'arrêt ;

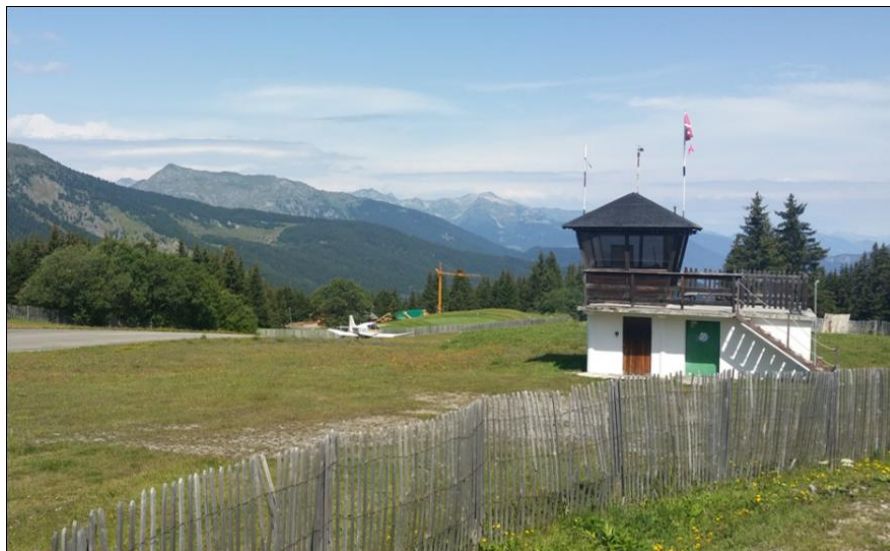


Photo 35 - La piste de l'Altiport Robert Merloz de Méribel (LFKX) et sa tour de contrôle

- site d'atterrissage en secours dans la vallée, tel celui situé au-dessus du village des Allues, 2 000 ft plus bas que l'altiport de Méribel.

9.2.3. Conclusion

L'énumération des précautions à prendre avant décollage peut paraître fastidieuse.

Cependant, une pratique régulière du vol en montagne démontre qu'elles sont aisées à mémoriser car de pur bon sens.

9.3. Mise des gaz

Le plus souvent, surtout sur skis, le pilote engage directement cette phase à la suite de l'alignement.

Attention ! Une manœuvre trop rapide peut se terminer... en cheval de bois⁵ !

9.3.1. Roulette/frein

Avant d'afficher la pleine puissance, s'assurer :

- de l'enclenchement de la roulette (cf. chapitre *Évolutions au sol*) ;
- sur roues : de la position des talons « *au plancher* », afin d'éviter un coup de frein involontaire pouvant provoquer la perte de contrôle de l'avion.

⁵ Cheval de bois : le vent de travers a tendance à transformer l'avion en girouette, surtout si la roulette de queue n'est pas conjuguée avec la dérive. Il s'agit donc un tête à queue.



Photo 36 - Mise des gaz sur le haut de la piste

9.3.2. Précautions moteur

Il faut proscrire toute brusquerie sur la manette des gaz car :

Brutalité + ralenti faible/prolongé = risque d'étouffement du moteur !

Sans commentaire.

Dès que la manette est en position « *pleins gaz* », vérifier le premier régime moteur.

En cas d'anomalie et si les circonstances le permettent encore, réduire immédiatement.

9.3.3. Effets moteur

C'est dans cette phase qu'ils se manifestent avec le maximum d'intensité.

9.4. Mise en vitesse/envol sur piste en pente

En raison de la déclivité des sites fréquentés, le profil de la phase de décollage pris en référence par le pilote-montagnard diffère du profil réglementaire.

9.4.1. Comparaison des deux profils

a. Profil réglementaire

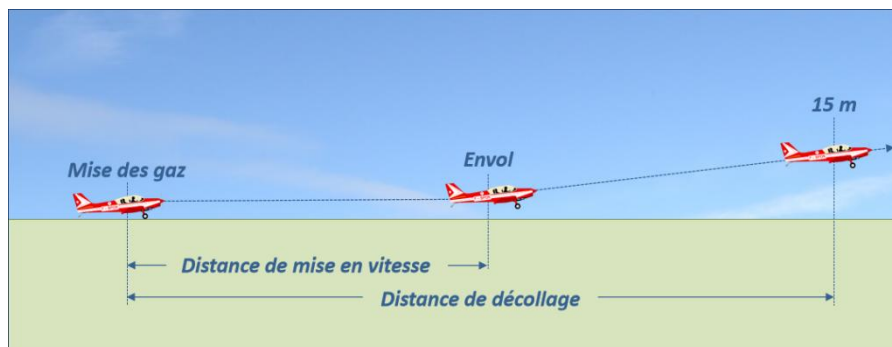


Fig. 73 - Décollage sur profil réglementaire

La distance de décollage est la somme de :

- la distance de mise en vitesse ;

- et de la distance de passage des 15 m/50 ft.

b. Profil « montagne »

La distance de décollage est égale à la distance de mise en vitesse.

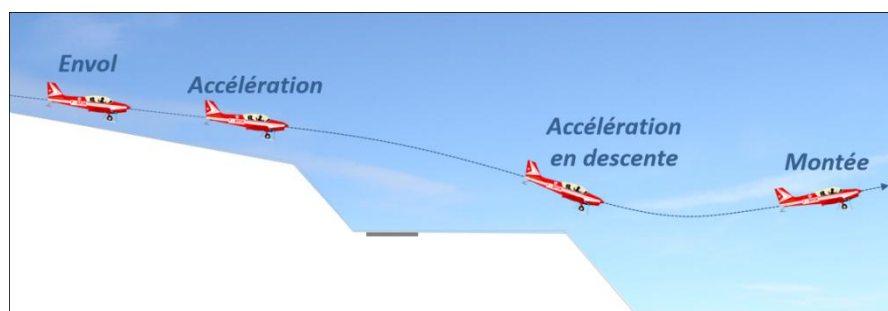


Fig. 74 - Décollage sur profil montagne

9.4.2. L'arrêt décollage sur piste en pente

Sur roues, sauf cas particulier parfaitement prévisible :

- sol spongieux ;
- herbe haute ;
- fort vent arrière,

l'accélération, hors panne moteur, est sans surprise.

Sur skis, l'accélération est souvent incertaine.

Une mauvaise glisse peut interdire le décollage.

Dans cette éventualité, le jugement du pilote doit s'exercer pleinement.

À Méribel, par exemple, si la Vi est inférieure à 45/50 km/h par le travers de la tour, il faut interrompre le décollage.

En effet, l'expérience prouve que dans ces conditions de mauvaise glisse :

- le franchissement des obstacles situés en bout de piste n'est pas possible ;
- la décélération de l'avion dans les limites de la piste est assurée, en raison même des difficultés d'accélération et des possibilités d'altération de trajectoire (neige « profonde », barrières « souples »).



Photo 37 - Des barrières de sécurité entourent l'ensemble du terrain d'aviation

En synthèse, un arrêt de décollage par manque de glisse sur une piste en pente constitue un exercice qui reste scabreux. Il ne doit être exécuté qu'en cas d'absolue nécessité.

Ses conditions de réalisation, différentes selon les sites, doivent être anticipées par le pilote lors du briefing (silencieux ou pas) avant décollage.

9.4.3. Phase d'accélération

Elle conditionne directement la distance de mise en vitesse, donc la distance de décollage en montagne.



Photo 38 - Prise de vitesse sur la piste en pente

Comme déjà signalé, le coefficient de frottement des roues est, dans la quasi-totalité des cas, inférieur à la traînée des skis, laquelle peut interdire le décollage.

Pour une pente de piste et une altitude données, la distance d'accélération de l'avion dépend de plusieurs variables :

- la masse : éviter la charge inutile, essence incluse !
- la glisse : qualité de la neige, damée ou profonde, forme/revêtement des skis ;
- le vent : arrière ou de face ;
- l'habileté du pilote.

Dans tous les cas, pour quitter le sol au plus vite, il faut mettre l'avion en configuration et assiette de recherche... de portance.

Configuration, volets braqués au cran de décollage :

- 20° sur *Mousquetaire III* ;
- 14° sur *Mousquetaire IV*.

En conditions difficiles, un braquage plus important doit être utilisé pour favoriser l'envol (cf. *Décollage « à l'arraché »*).

a. Assiette de l'avion

C'est l'assiette « *trois points* » (cf. chapitre *Évolutions au sol*).

Elle améliore également le contrôle de la trajectoire, en particulier par vent de travers.

La position « *secteur arrière* » du manche place l'avion à une incidence forte dont la valeur varie légèrement avec la courbure des ressorts d'amortissement de la roulette AR.

Dans les conditions du moment, l'avion « *connaît* » plus précisément que le pilote la vitesse d'envol minimum : il décolle de lui-même dès que cette vitesse est atteinte.

b. Surveillance du badin

En raison de la technique adoptée, cette surveillance devient secondaire au profit de la surveillance extérieure :

- tenue de l'axe ;
- traces à suivre, ou à éviter ;
- repères ;
- ornières, obstacles...

c. Dosage de la commande de profondeur

En particulier sur skis, il faut accorder une grande attention au dosage « *secteur arrière* » du manche, donc au braquage de la gouverne de profondeur :

• Braquage trop fort

Le ski arrière agit en crampon et freine l'avion, ce qui signifie que la distance de décollage augmente (inconvenient encore accentué sur les avions non équipés de ski arrière) ;

À l'instant de l'envol, l'avion se cabre brusquement (*pitch up*) ; la correction de l'assiette « *à piquer* » doit être rapide pour éviter le décrochage.

• Braquage trop faible

L'incidence de l'aile est insuffisante. L'envol tarde et la distance de décollage augmente de manière aléatoire.

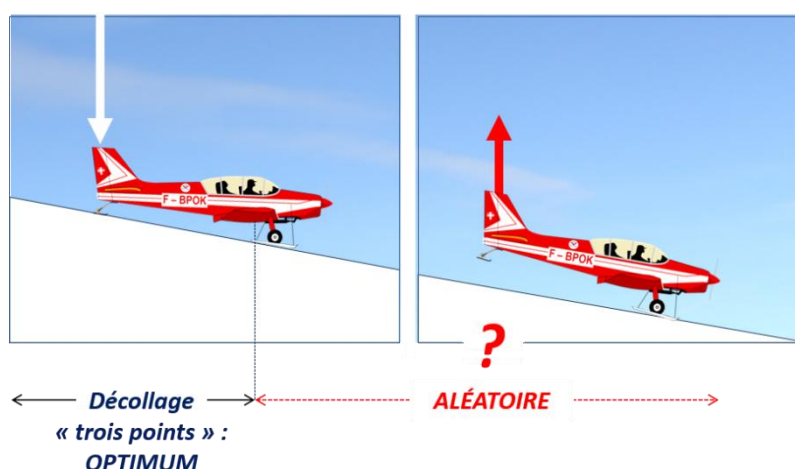


Fig.75 - Une incidence trop faible empêche le décollage

L'avion s'allège sur ses skis principaux :

- légers rebonds ;
- « *dandinement* » d'un ski sur l'autre,

mais ne décolle pas !

Ce comportement rappelle au pilote que la vitesse seule ne suffit pas pour décoller ; il faut aussi de l'incidence.

La tendance de l'avion à décoller queue haute est naturelle.

En effet, pour une traction de l'hélice donnée (puissance moteur), le couple piqueur qui s'exerce sur l'avion augmente avec :

- la pente du sol ;
- la traînée du train (maximum sur skis en neige profonde)

et soulève la queue de l'avion.

Dans les deux cas :

- assiette trop forte ;
- assiette trop faible,

nous venons de voir que l'avion réagit différemment.

Il indique ainsi directement au pilote, sans ambiguïté, le sens de la correction à effectuer pour optimiser le décollage.

Le dosage adapté doit donc être perçu de manière sensorielle, donc à force d'expérience.

Idéal recherché :

- le ski arrière effleure la neige pendant tout le décollage ;
- à l'envol, l'avion quitte le sol en douceur, sans changement d'assiette.

9.4.4. L'envol

La technique exposée précédemment permet d'optimiser la distance de décollage.

Cependant, au moment précis de l'envol, l'avion se trouve :

- à forte incidence ;
- à basse vitesse ;
- près du sol.

Le pilote doit agir sans délai pour quitter cette situation inconfortable et dangereuse, qualifiée en plaine de « *second régime* ».

Une correction immédiate d'assiette à piquer place l'avion sur une trajectoire parallèle au profil descendant du sol.

L'accélération vers la vitesse de montée est alors rapide.

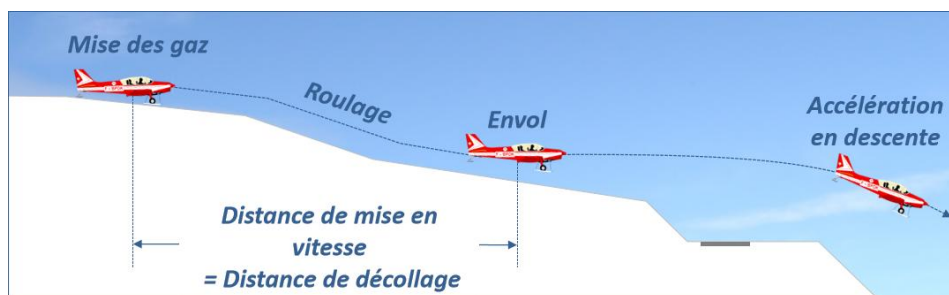


Fig. 76 - L'accélération en descente favorise une montée rapide

9.4.5. Après l'envol

a. **Sans limitation obstacle**, cas le plus fréquent, le pilote accélère, rentre les volets vers :

- la vitesse de meilleur vario ou de croisière ;
- la vitesse de descente (retour vers la vallée).

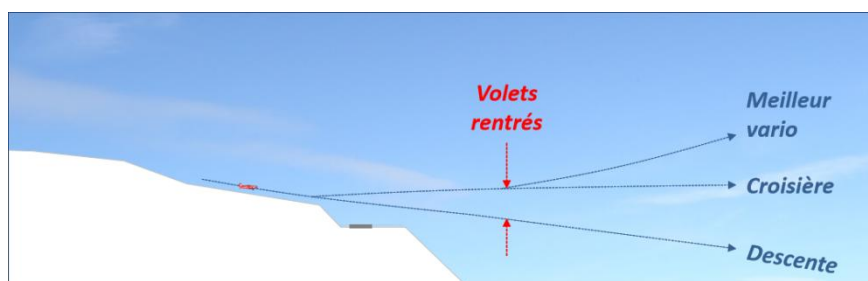


Fig. 77 - Sans limitation d'obstacle, le pilote a trois options...

b. **Avec limitation obstacle rapproché**, le pilote :

- accélère vers la vitesse de meilleure pente à environ 125 km/h ;
- maintient cette vitesse et cette configuration jusqu'au franchissement de l'obstacle ;
- rentre les volets et réaccélère ensuite jusqu'à la vitesse de meilleur vario, de croisière ou de descente.

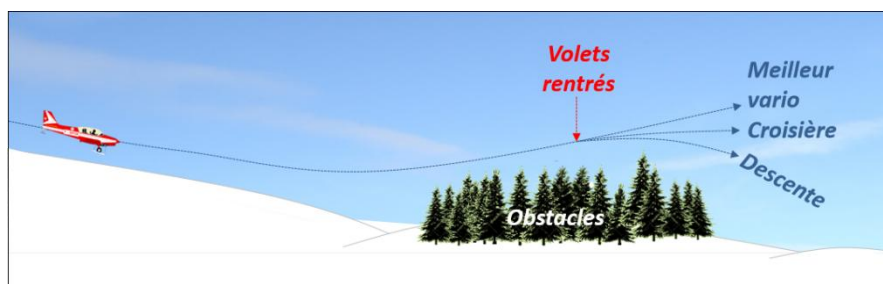


Fig. 78 - Au décollage, seule la vitesse permet de franchir les obstacles

c. **Maintien de l'assiette de l'avion**

Juste après l'envol, il peut arriver que l'avion retouche le sol :

- rafale négative lors d'un décollage vent arrière ;
- profil du sol ;

- assiette de l'avion insuffisante...

Cela doit nous remémorer la consigne de sécurité déjà évoquée (cf. § *Évolutions au sol*) : au sol ou à proximité du sol (envol, fin d'arrondi, toucher), sur roues ou sur skis :

Toujours conserver l'assiette trois points.

d. Rentrée des volets de courbure

Pour débiter la phase de rentrée des volets, le pilote doit respecter au moins l'une de ces conditions :

- vario positif ;
- et/ou vitesse en augmentation.

9.5. Décollage vent arrière

Sur piste en pente, le décollage s'effectue logiquement en descente, indépendamment de la direction du vent.

Cependant, vent arrière, la distance de décollage est toujours pénalisée car, en début d'accélération, l'avion doit d'abord... rattraper la vitesse du vent effectif subi.

9.5.1. Limite de vent admissible

Plus la pente est forte, plus le vent arrière accepté par le pilote peut être important. Il existe cependant, bien entendu, une limite admissible qui dépend aussi d'autres paramètres :

- la glisse ;
- le type d'avion et la configuration ;
- la masse ; l'habileté du pilote.

9.5.2. Décision du pilote

Calculs et abaques ne lui étant d'aucun secours, le pilote est seul, mais aussi le mieux placé, pour estimer la sécurité du décollage envisagé.

Il lui est simplement recommandé d'évaluer la situation de manière plutôt pessimiste.

9.5.3. Le vent effectif

C'est la composante du vent réel parallèle à l'axe de décollage.

Ne pouvant être mesuré, ce vent effectif doit être estimé par le pilote et pris en compte dans sa décision.

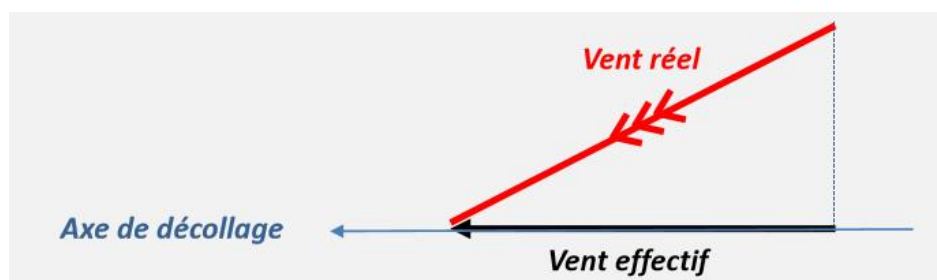


Fig. 79 - Le pilote doit corriger les effets du vent estimé

9.6. Décollage vent de travers sur neige

Par effet de girouette, l'avion tend à s'orienter face au vent.

La résistance latérale des skis au dérapage conditionne la stabilité de la trajectoire.

9.6.1. Damée ou profonde

La surface d'appui étant plus importante, la stabilité au sol d'un avion est meilleure sur skis que sur roues.

Pour améliorer la marge de sécurité d'un décollage effectué en limite d'adhérence latérale, il est bénéfique de décaler « sous le vent » l'axe de décollage.

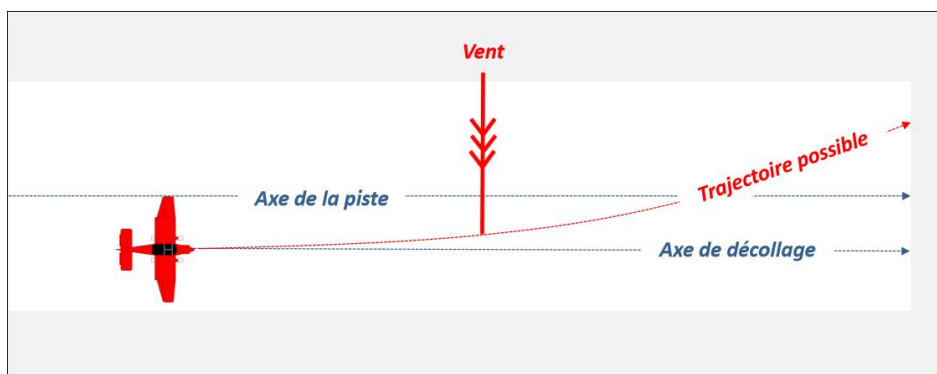


Fig. 80 - Sur neige, décaler l'axe de décollage « sous le vent »

9.6.2. Gelée ou verglacée

Les carres anti-dérapage fixées à la semelle des skis ne parviennent plus à mordre la neige. La stabilité est perdue :

- l'avion est chassé latéralement « sous le vent » ;
- le décollage est impossible.

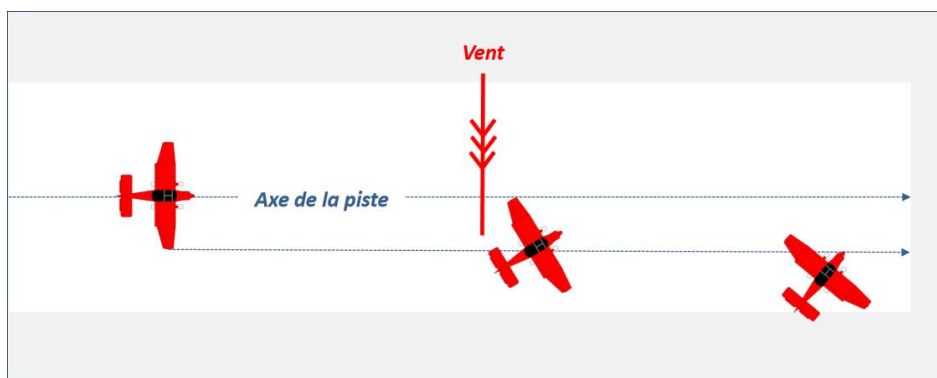


Fig. 81 - En cas de perte d'adhérence, renoncer au décollage

9.7. Décollage sur forte pente

9.7.1. Théorie

Pour illustrer le décollage sur forte pente, étudions le profil de la piste de Courchevel (LFLJ) :

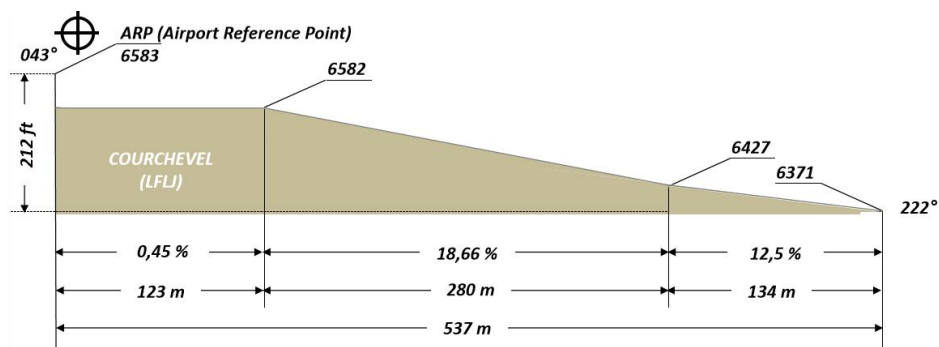


Fig. 82 - Profil de la piste de l'Altiport de Courchevel -Michel Ziegler (LFLJ)

Deux effets se conjuguent :

- pour une traction d'hélice donnée (puissance du moteur), le couple piqueur augmente avec la traînée du train ;

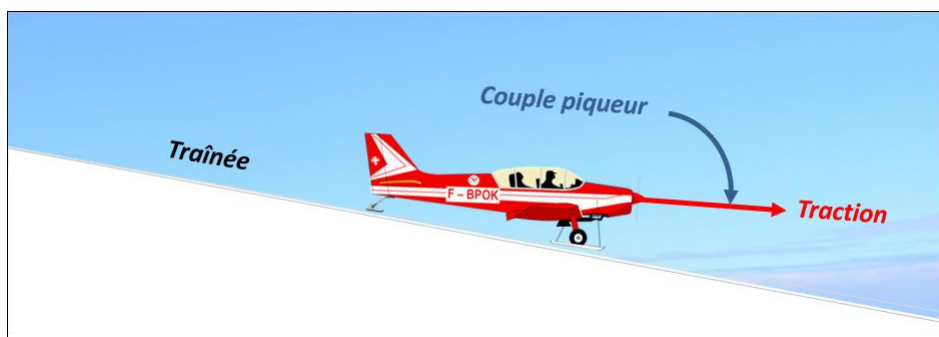


Fig. 83 - Augmentation du couple piqueur

- plus la pente est forte, plus le nez de l'avion « s'alourdit », par transfert de masse vers l'avant, ce qui augmente encore le couple piqueur.

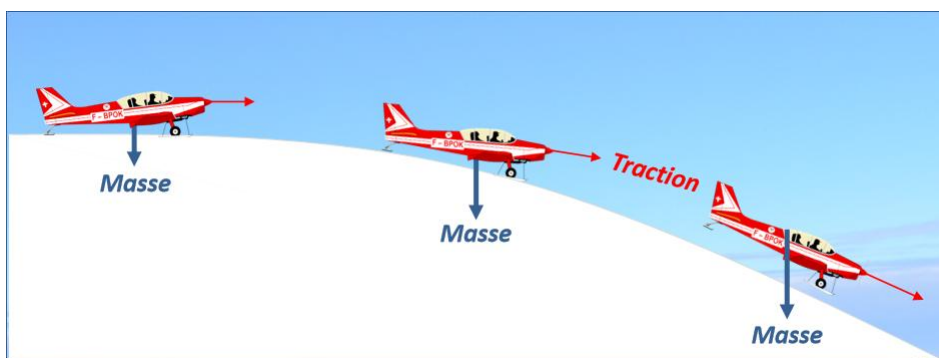


Fig. 84 - L'avion s'alourdit quand la pente augmente

Le couple piqueur résultant est ainsi la somme de ces deux effets.

9.7.2. Sur roues

Sauf cas particulier (sol spongieux, herbe haute), le couple piqueur résultant n'est pas important.

Le manche secteur arrière contrôle sans difficulté l'assiette trois points.



Photo 39 - Décollage sur piste en (forte) pente... ici, à Courchevel

9.7.3. Sur skis

En neige profonde, la traînée du train devient très importante, créant un fort couple piqueur parfois difficile à contrôler.

Dans cette situation dangereuse, le pilote ne doit pas hésiter à maintenir le manche « *au ventre* » jusqu'à l'envol.

Commentaire

Une position de manche trop arrière peut (peut-être ?) augmenter la distance de décollage de quelques dizaines de mètres par effet crampon du ski arrière.

Une position de manche trop peu arrière crée un risque de passage en pylône.

Dans ces conditions, il est clair qu'un sur-contrôle de la profondeur est préférable pour la sécurité du décollage.

En résumé...

Avant le décollage, le pilote doit impérativement s'assurer qu'il dispose d'une clairance ou, en auto-information, que la voie est effectivement libre.

- *Il doit rester aligné au milieu de la piste pendant toute la séquence en veillant à mettre pleins gaz, talons au sol afin d'éviter une action de freinage malvenue.*
- *Il doit mettre à profit la déclivité négative pour accélérer en descente.*
- *Il doit anticiper les actions du vent local et, en hiver, prendre en compte l'état de la couverture neigeuse.*

Enfin, pendant le décollage sur forte pente, pour impressionnant que cette dernière puisse paraître, le pilote ne doit pas « refuser l'obstacle » mais, bien au contraire, rester concentré sur sa trajectoire en maintenant le manche « au ventre » jusqu'à l'envol afin d'annuler les effets d'un couple piqueur augmenté et potentiellement dangereux.

Page laissée
intentionnellement vierge

Encart Briefing 10

Sommaire du Briefing 10

10.1. Quel plan retenir.....	5
10.2 Influence du vent sur les pentes sol.....	7
10.2.1. Sur les pentes sol limites.....	7
10.2.2. Sur le « <i>bon plan</i> » à - 5 % (- 3°).....	7
10.3. L'approche au moteur.....	7
10.3.1. À quelle vitesse.....	7
a. Exemple.....	8
b. Une correction de face.....	9
c. Remarque.....	9
d. Doit-on cumuler les deux corrections ?.....	9
10.3.2. À quel régime ?.....	9
10.3.3. En quelle configuration ?.....	10
10.4. Distance du dernier virage.....	10
10.5. Rappel de la réglementation montagne (voir annexe A)...	11
10.6. Le point de toucher sur la piste.....	11
10.6.1. Schématiquement.....	11
10.6.2. De combien ?.....	11
10.7. Le point d'aboutissement.....	12
10.8. Point d'aboutissement et de toucher confondus.....	12
10.9. Le plan d'approche finale.....	13
10.9.1. Visualisation du bon plan.....	13
10.9.2. Exercice éducatif.....	13
10.9.3. Remarques sur la géométrie de l'avion.....	13
10.9.4. Difficultés visuelles et d'appréciation.....	14
a. Illusions d'optique.....	14
b. Repères utilisables pour l'atterrissage.....	14
c. Conclusion partielle.....	14
10.9.5. Présentation de l'avion.....	15
10.9.6. Mise en descente.....	15
10.9.7. L'approche stabilisée.....	16

10.10. Guidage de la trajectoire d'approche.....	16
10.10.1. Technique de pilotage.....	16
10.10.2. Difficultés spécifiques.....	16
10.10.3. Question des écarts de trajectoire.....	17
a. Premier cas.....	18
b. Second cas.....	19
c. Remarque de pilotage.....	19
10.10.4. Remarques sur le plan d'approche.....	19
10.11. Tenue de la vitesse de référence.....	20
10.11.1. Circuit des yeux en approche.....	20
10.11.2. Lecture du badin.....	20
10.12. L'approche interrompue.....	21
10.12.1. Que faire ?.....	21
10.12.2. Comment ?.....	21
En résumé.....	21

**Page laissée
intentionnellement blanche**

L'approche sur piste en pente

avec le Jodel D-140 Mousquetaire

Autant qu'un bon décollage, un bon atterrissage dépend essentiellement d'une préparation minutieuse, mais cette fois-ci en vol.

Toutes les opérations précédant l'atterrissage proprement dit se déroulent pendant la phase dite d'approche, c'est-à-dire pendant une assez courte période pendant laquelle il s'agira de prendre en compte un nombre de paramètres (position de l'avion par rapport à la piste, position des autres aéronefs, flux radio, etc.).

Là encore, il ne faut ni sous-estimer, ni surestimer non plus, l'influence de l'environnement physique et météorologique de la piste qui, le plus souvent, se présentera en pente montante de plus ou moins grande amplitude.

10.1. Quel plan retenir ?

Simplifions.

En altitude et par vent faible, les pentes limites d'un Mousquetaire sont de l'ordre de :

- + 5 % (- 3°), pleins gaz et avion lisse ;

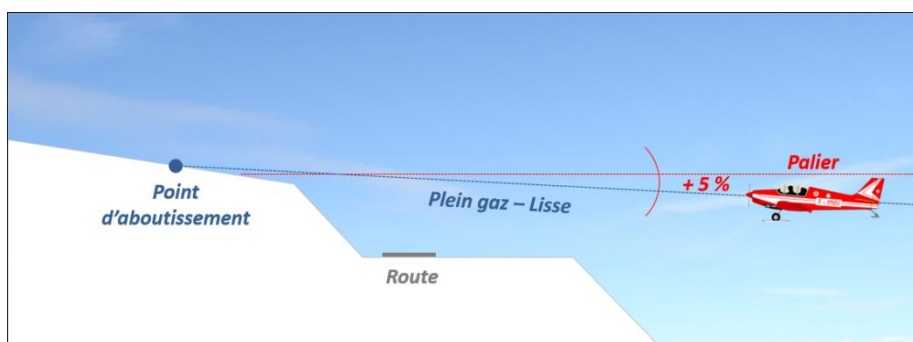


Fig. 85 – Plan maximal montant

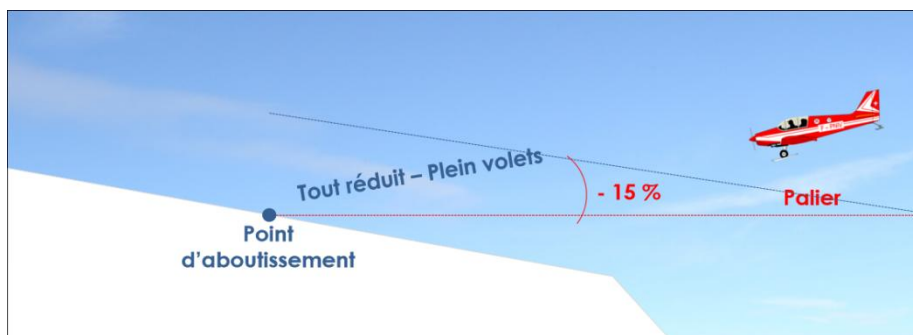


Fig. 86 – Plan maximal descendant

- 15 % (- 9°), tout réduit et pleins volets.

Tout plan d'approche compris dans cette plage de 20 % (12°) est en théorie convenable.

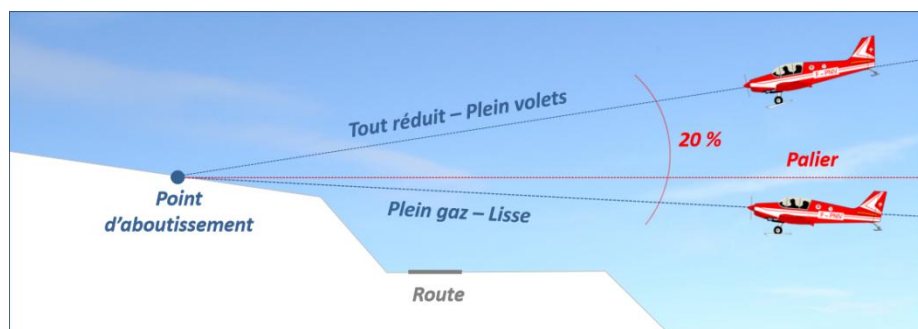


Fig. 87 – La plage acceptable est donc de 20 % (ou 12°)

Remarque

À masse faible, les pentes limites d'un avion sont augmentées dans chaque sens.

En pratique, bon sens et sécurité imposent au pilote le choix d'un plan moyen afin de préserver une marge de manœuvre double :

- positive, pour combattre un éventuel rabattant ou gradient de vent négatif ;

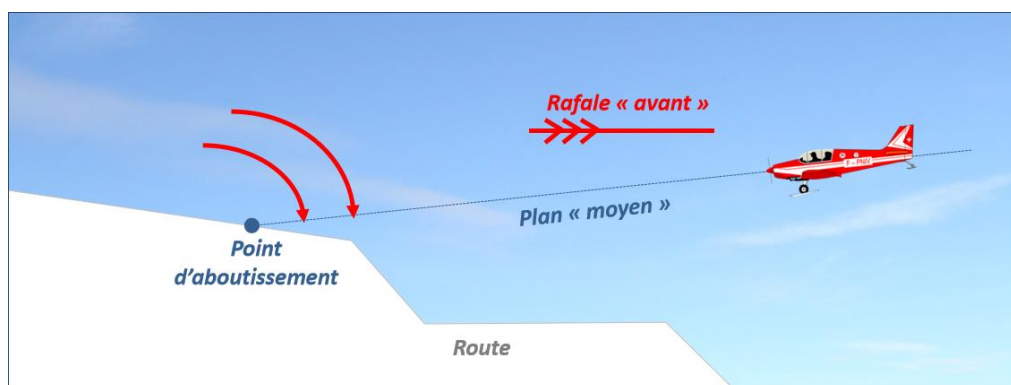


Fig. 88 – Vent de face et rabattant

- négative, pour contrer une éventuelle ascendance ou un gradient de vent positif.

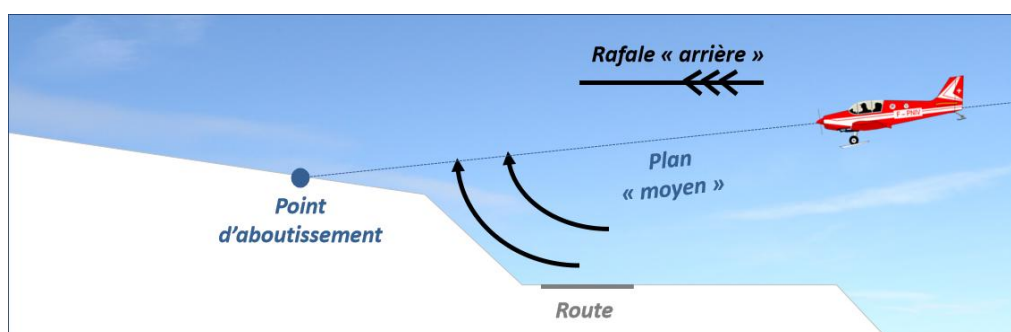


Fig. 89 – Vent arrière et ascendant

Ce plan d'approche moyen, comme pour toute autre approche VFR/IFR et pour les mêmes raisons, est de l'ordre de - 5 % / - 3° de référence.

C'est le « bon plan d'approche » de référence.

Il correspond également, ce n'est pas un hasard ; à un régime moyen de l'ordre de :

- 1 700 t/mn, volets « approche » ;
- 1 900 t/mn, volets « atterrissage ».

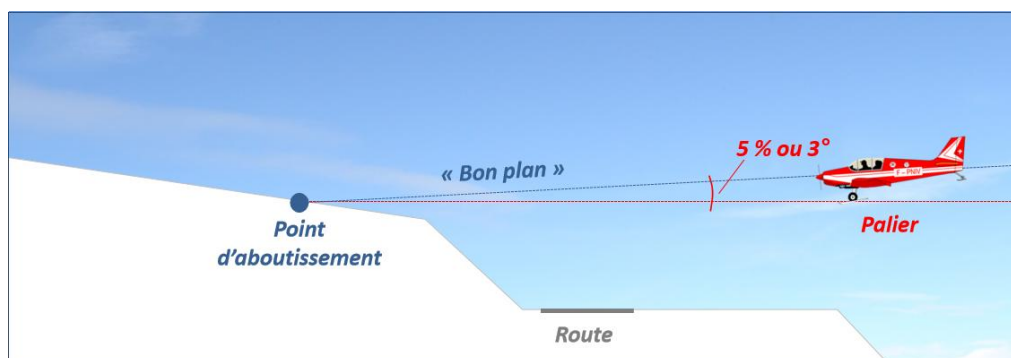


Fig. 90 – Le bon plan d’approche

Sur avion D-113 ou assimilés, l’absence de volets de courbure ou d’aérofreins se traduit par un déficit de traînée qui peut gêner la précision du pilotage en cas :

- d’ascendance rencontrée sur la trajectoire ;
- d’augmentation de vitesse (gradient de vent positif, rattrapage de pente) ;
- d’effet de sol en cours d’arrondi.

Ce cas particulier peut expliquer le choix d’un plan d’approche plus faible par certains pilotes expérimentés sur ces avions.

10.2. Influence du vent sur les pentes sol

10.2.1. Sur les pentes sol limites

Vent de face : les pentes sol limites sont augmentées.

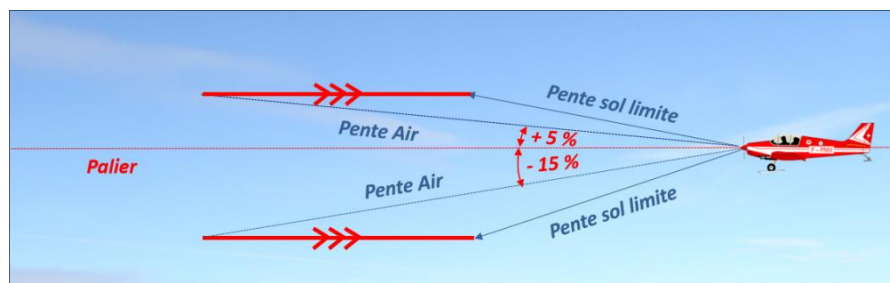


Fig. 91 – L’appareil étant freiné par le vent de face, sa pente air s’allonge

Vent arrière : les pentes sol sont diminuées.

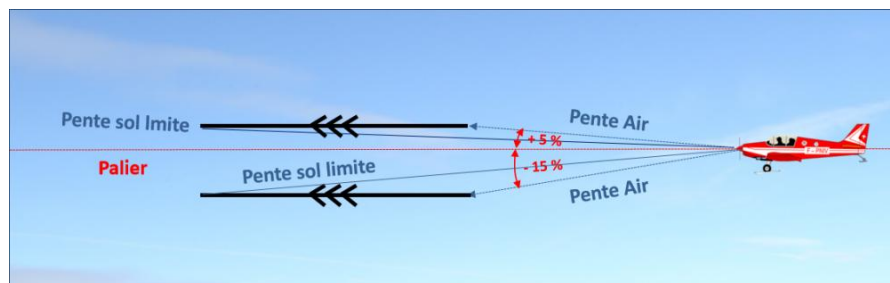


Fig. 92 – L’appareil étant poussé par le vent arrière, sa pente air diminue

10.2.2. Sur le « bon plan » à - 5 % (- 3°)

Vent de face : pour une Vitesse indiquée (V_i) identique, le maintien du bon plan nécessite plus de puissance car le vario est plus faible.

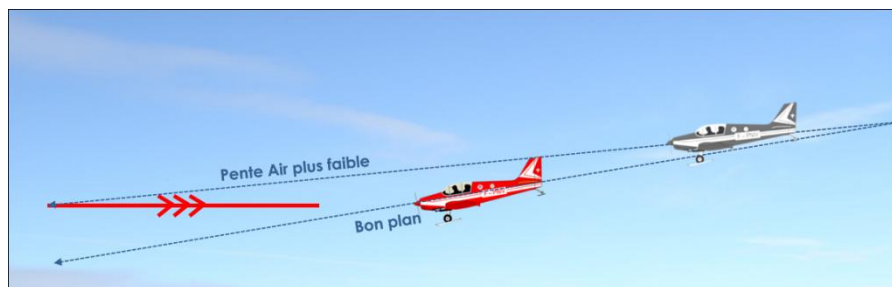


Fig. 93 – Par vent de face, augmenter la puissance pour maintenir le bon plan

Vent arrière : pour une vitesse identique, le maintien du bon plan nécessite moins de puissance car le vario est plus fort.

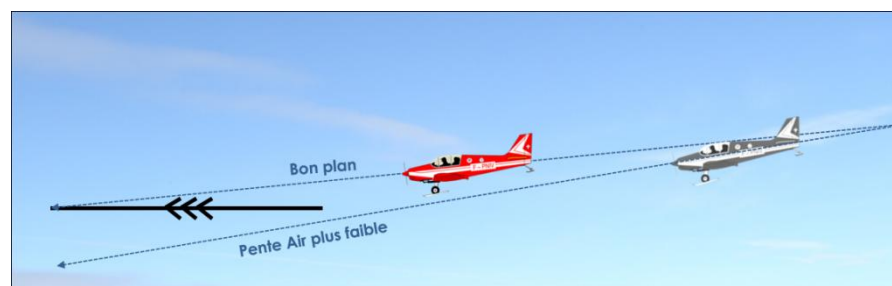


Fig. 94 – Par vent arrière, la puissance doit être réduite

10.3. L'approche au moteur

L'ordre de grandeur du bon plan étant déterminé, on conçoit que l'approche au moteur s'impose.

10.3.1. À quelle vitesse ?

En finale, la vitesse d'approche du *Manuel de vol* est supérieure de 30 % à la vitesse de décrochage en configuration d'atterrissage (V_{s0}) moteur réduit.

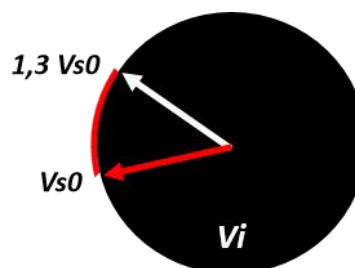


Fig. 95 – En finale, la vitesse d'approche est supérieure de 30 % à la vitesse de décrochage

L'utilisation de la pleine puissance, lorsque nécessaire, retarde le décrochage de quelques km/h par soufflage de la voilure, en particulier des volets.

La marge de sécurité s'en trouve augmentée.

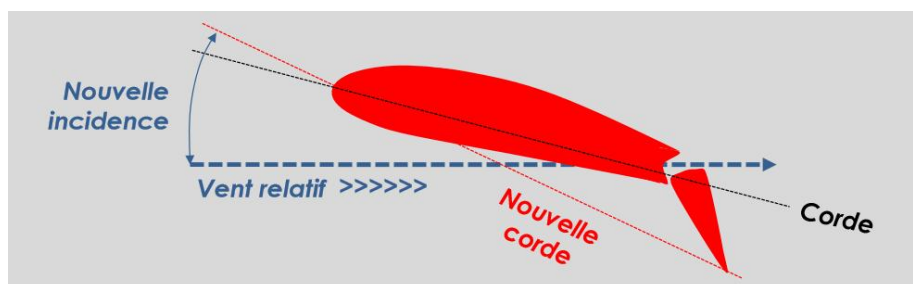


Fig. 96 – Influence de la sortie de volet

En cas de doute sur la vitesse d'approche à adopter :

- précision du circuit anémométrique ?
- masse réelle de l'avion ?

Il est recommandé d'effectuer un décrochage en configuration atterrissage.

La vitesse constatée, augmentée de 30 %, est la vitesse d'approche du *Manuel de vol*.

Attention : certaines installations anémométriques peuvent indiquer des vitesses de décrochage anormalement basses, donc erronées.

En fonction des circonstances et pour préserver la manœuvrabilité de l'avion en phases finale et d'arrondi, deux corrections doivent être appliquées à la vitesse d'approche.

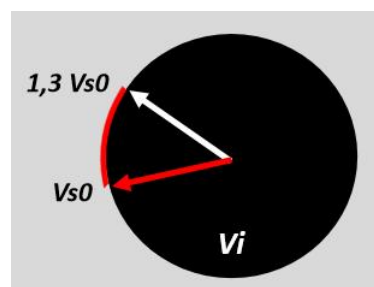
Une correction « *pente de piste* » :

- nulle pour les pentes faibles, jusqu'à 10 % ;
- au-dessus de 10 %, en km/h : la moitié de la valeur pente de piste en %.

a. Exemple

Pour une « *pente de piste* » de 30 %, correction de 30 divisé par 2 = + 15 km/h.

Fig. 97 – Correction à appliquer pour une pente de piste à 30 %



b. Une correction vent de face

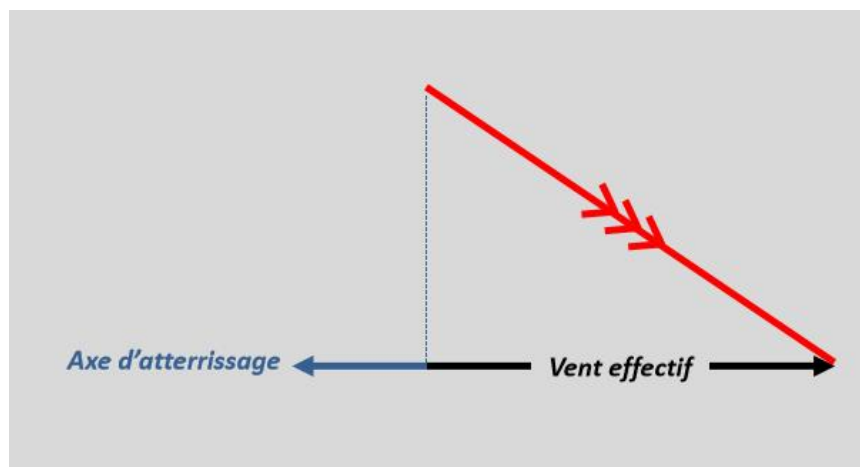


Fig. 98 – Correction

Le vent effectif pris en compte par le pilote ne peut être qu'estimé selon une échelle simple :

- **Nul ou faible** : pas de correction.
- **Moyen**, jusqu'à 30 km/h environ, selon les sites et les conditions du jour : on corrige la moitié du vent effectif ; une correction empirique de + 10 à + 20 km/h semble convenable pour contrer les rabattants et les gradients prévisibles.

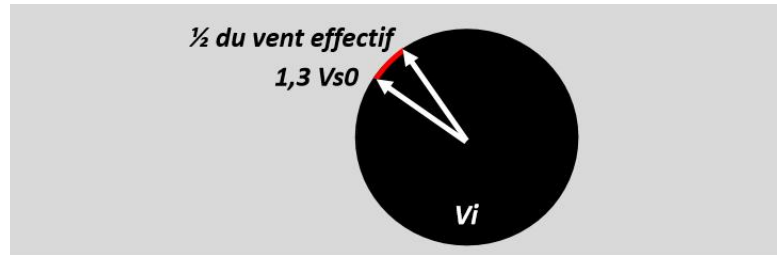


Fig. 99 – Correction pour un vent de face « moyen »

- **Fort** : mieux vaut renoncer, car risque de redécollage vent arrière impossible.

La vitesse d'approche, corrigée si nécessaire de la pente piste et du vent de face devient la vitesse d'approche de référence : V_{Ref} .

En l'absence de correction, la vitesse d'approche de référence $V_{Ref} = 1,3 V_{s0}$.

c. Remarque

Par vent arrière, ne pas réduire la vitesse mais décaler le point de visée vers l'aval.

d. Doit-on cumuler les deux corrections ?

En cas d'atterrissage sur pente forte et fort vent de face, la réponse est théoriquement oui !

Toutefois, le jugement du pilote doit pleinement s'exercer.

Dans ces conditions, à une même vitesse qui frise la limite supérieure de l'arc blanc du badin, le pilote serait bien inspiré de renoncer à l'atterrissage.



Fig. 100 – L'arc blanc de sortie des volets

10.3.2. À quel régime ?

Lorsque l'avion est établi sur le bon plan, par vent faible, le régime moteur est de l'ordre de :

- 1 500 à 1 700 t/mn, volets 1^{er} cran ;
- 1 700 à 1 900 t/mn, pleins volets.

Un fort vent, de face ou arrière, peut évidemment nécessiter des régimes très différents. Cependant, quelle que soit sa valeur, le bon régime est celui qui permet de maintenir la vitesse de référence.

10.3.3. En quelle configuration ?

Voir le chapitre intitulé *Les volets de courbure sur D-140*.

Un simple rappel s'impose :

- l'interception du plan d'approche s'effectue en configuration volets 1^{er} cran ;

- la sortie des pleins volets s'effectue lorsque le pilote juge que l'atterrissage de l'avion au point de toucher est assuré.

10.4. Distance au dernier virage

Plus on est haut par rapport à la piste, plus l'éloignement doit être important.

En théorie, on peut s'inspirer du rapport Hauteur **moins** Distance de la pente à 5 % : 300 *ft* par mille nautique/*Nautic Mile* (NM).

Si l'on retient une hauteur de début d'approche de 300 *ft* au-dessus du seuil de piste, on s'éloigne d'environ deux kilomètres...



Fig. 101 – L'appareil se présentant à l'est, il effectue un virage à gauche descendant pour prendre le bon plan

En montagne, tout cela est bien compliqué. Oublions.

En pratique :

- le plan d'approche doit être intercepté à coup sûr « *par-dessous* » (tel un *glide d'ILS*) ;

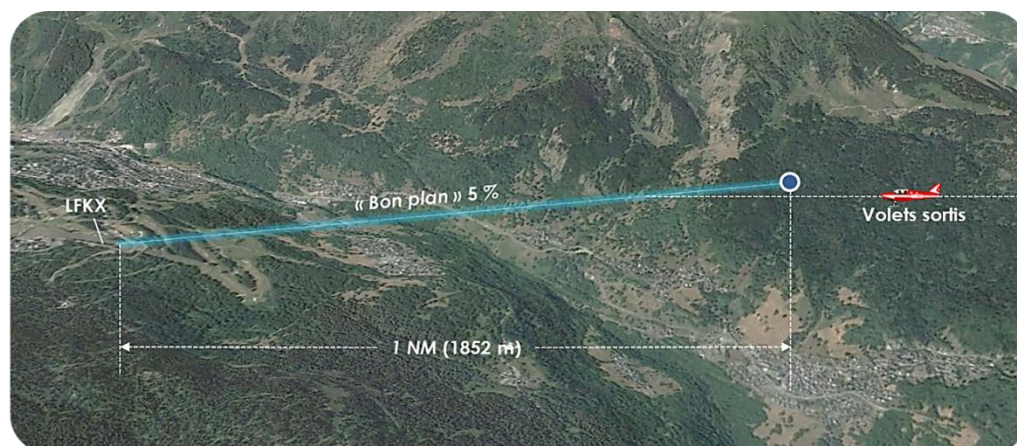


Fig. 102 – Une approche du bon plan « par le dessous » d'intercepter le bon plan

- un dernier virage effectué trop près de la piste génère obligatoirement une approche précipitée et à forte pente :

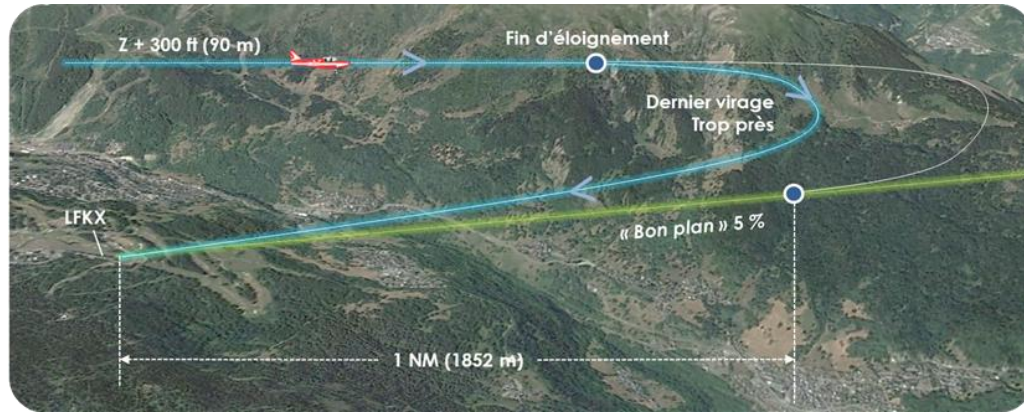


Fig. 103 – Le raccourcissement du dernier virage implique d’arriver trop haut et à forte pente sur le bon plan

Règle : le pilote doit donc prendre « *tout son temps* » en s’éloignant suffisamment, surtout sur site peu familier.

10.5. Rappel de la réglementation montagne (voir annexe A)

Contrairement à la Réglementation générale, l’aéronef à l’atterrissage ne bénéficie en montagne d’aucune priorité sur l’aéronef au décollage.

« Un aéronef ne doit pas entreprendre l’approche finale lorsqu’un autre aéronef se trouve au point d’arrêt ou se déplace sur la plateforme supérieure tant que ce dernier n’a pas clairement manifesté son intention de différer le décollage ».

En situation conflictuelle, ce texte implique un échange radio sans ambiguïté et suffisamment anticipé entre les pilotes concernés.

Cependant, si un doute demeure, **interrompre l’approche !**

10.6. Le point de toucher sur la piste

Son choix conditionne les évolutions ultérieures de l’avion au sol.

Il est fixé par le pilote lors de la reconnaissance qui précède l’approche en fonction de plusieurs variables :

- couple pente/longueur de piste ;
- vent ;
- obstacles proches du seuil ;
- performances de l’avion (type, masse).

10.6.1. Schématiquement

Si la pente est forte ou la piste longue, la glisse faible, le vent de face important, décaler le point de toucher X vers l’amont.

10.6.2. De combien ?

La réponse fait appel au jugement et à l’expérience du pilote.

De quelques dizaines de mètres, le décollage peut atteindre la mi-piste si plusieurs variables sont antagonistes.

...

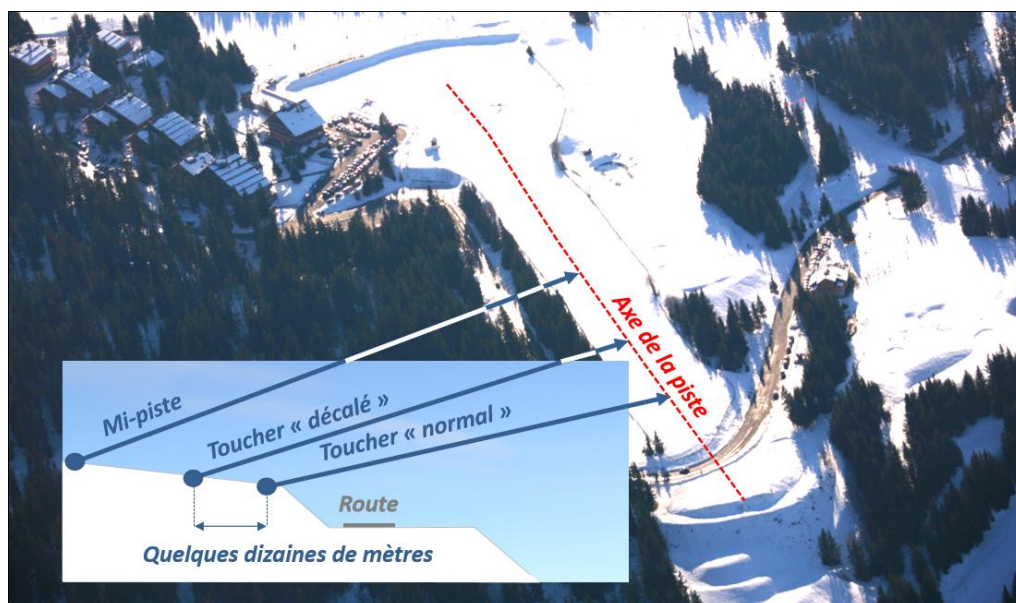


Photo 40 et Fig. 104 – *Point de toucher*

10.7. Le point d'aboutissement

Il constitue la cible sol de l'approche, là où le pilote veut amener l'avion.

Fixé par le pilote en fonction du point de toucher retenu, il se situe en aval de celui-ci, à une distance légèrement inférieure à la longueur de l'arrondi.

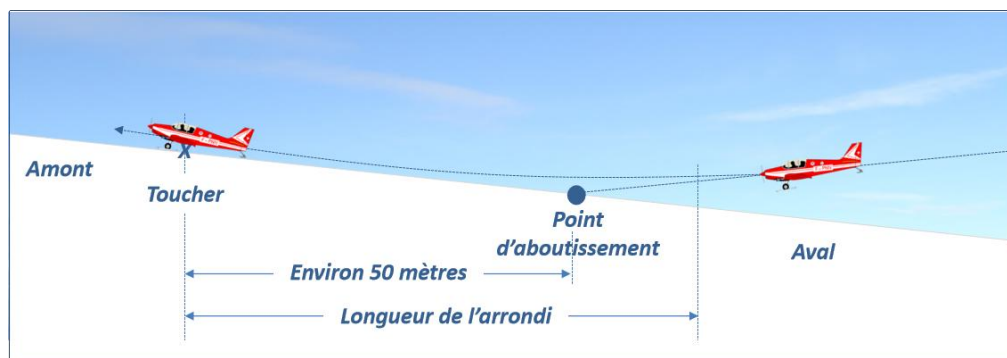


Fig. 105 – *Positionnement du point d'aboutissement*

C'est la référence du pilote pour effectuer :

- la mise en descente, à l'interception du plan d'approche ;
- les corrections de trajectoire, si nécessaire, en cours d'approche ;
- la manœuvre de début d'arrondi.

À partir du point de toucher prévu, le pilote peut choisir le point d'aboutissement :

- au seuil, si la longueur de piste le permet ;
- en amont du seuil, pour les mêmes raisons que l'on décale le point de toucher vers l'amont ;
- en aval du seuil, en cas de :
 - vent arrière ;
 - piste courte et/ou glissante.

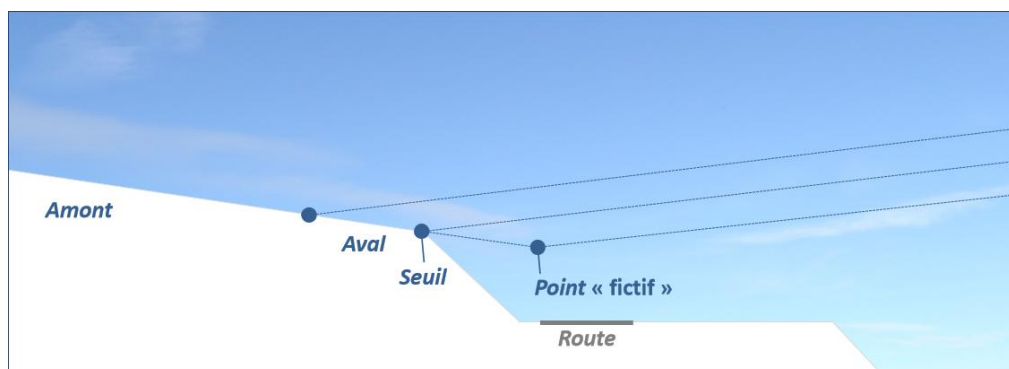


Fig. 106 – Le choix du point d'aboutissement dépend des facteurs locaux

Dès que le point de visée a été choisi par le pilote, sa position ne varie plus pendant toute l'approche.

10.8. Points d'aboutissement et de toucher confondus

La trajectoire de l'avion jusqu'au sol, donc la pente du sol, détermine, à tout instant, un point d'aboutissement apparent. C'est le point où l'avion devrait percuter le sol en l'absence d'arrondi. Cela signifie que la trajectoire de l'avion aboutit à coup sûr sur le point de visée.

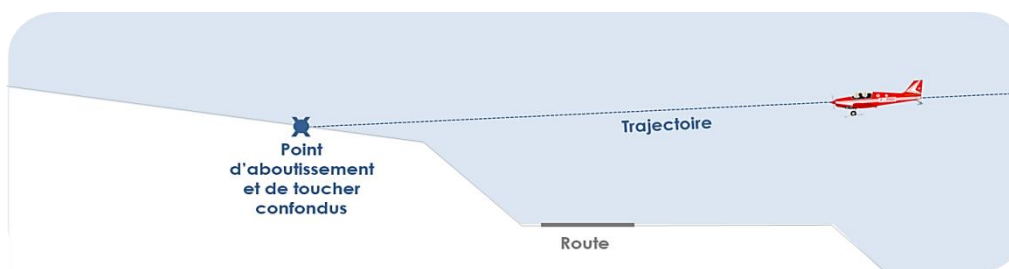


Fig. 107 – Position du point d'aboutissement

Toute variation de trajectoire détermine un nouveau point d'aboutissement apparent.

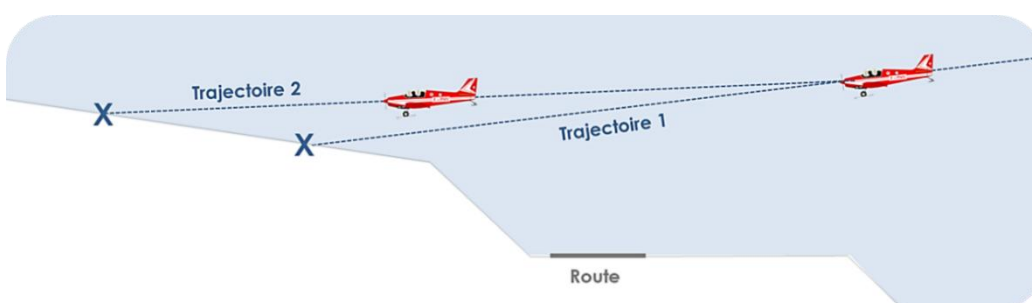


Fig. 108 – Tout changement de trajectoire détermine un nouveau point d'aboutissement

10.9. Le plan d'approche finale

10.9.1. Visualisation du bon plan

Lorsque l'horizon naturel est invisible, l'information Vario = 0 constitue « la » référence horizon dont dispose le pilote. Sans vario, une information altimètre, moins précise, peut lui être substituée.

À partir de cette référence, il est possible de visualiser la progression de l'avion vers le bon plan d'approche.

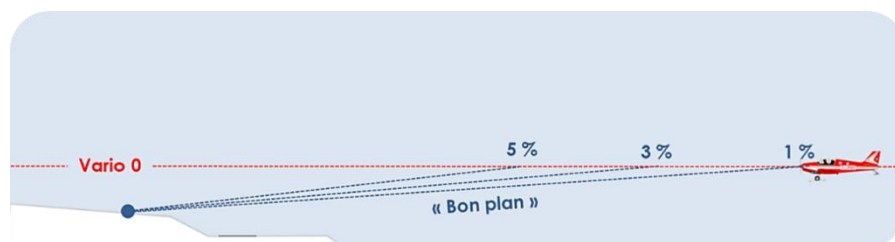


Fig. 109 – Au pilote d'apprécier l'atteinte du bon plan

Cette visualisation n'est pas innée.

Elle nécessite une formation basée sur la mémorisation visuelle d'éducatifs adaptés.

10.9.2. Exercice éducatif

Chaque site d'atterrissage est unique.

Le plus souvent, un ou plusieurs repères sol, connus des instructeurs locaux, permettent de valider le calibrage de l'approche.

Ce type de visualisation doit être intégré dans la formation de base du pilote de montagne.

À Méribel, le survol à 6 000 ft + QNH de la route de La-Tania menant à Courchevel, place l'avion sur un plan de - 7 % par rapport au seuil de piste.

Une mise en descente effectuée environ 10 secondes avant le survol de la route place d'emblée l'avion sur le bon plan.

La répétition des approches permet au pilote, guidé par l'instructeur, de former son coup d'œil en « imprimant » les situations vécues dans sa mémoire visuelle.

L'expérience ainsi acquise localement est transposable, avec une faible dispersion, sur :

- tout autre site ;
- à tout autre type d'avion,

tout en permettant au pilote de s'affranchir des pièges tendus par la géométrie de chaque avion.

10.9.3. Remarques sur la géométrie de l'avion

La notion de repère capot ou pare-brise peut aider le débutant.

Cependant, les positions relatives repère avion/œil pilote varient beaucoup :

- d'un type d'avion à l'autre ;
- pour un même type d'avion en fonction :
 - de l'épaisseur du dossier et/ou du coussin ;
 - du réglage longitudinal du siège.

De plus, les morphologies respectives pilote/instructeur peuvent induire, le cas échéant, des segments visuels différents.

Enfin, sur certains avions, le capot est invisible de la place du pilote...

Que de variables !

10.9.4. Difficultés visuelles d'appréciation

a. Illusion d'optique

À l'interception du bon plan, l'angle vu par le pilote est altéré par la pente de la piste.

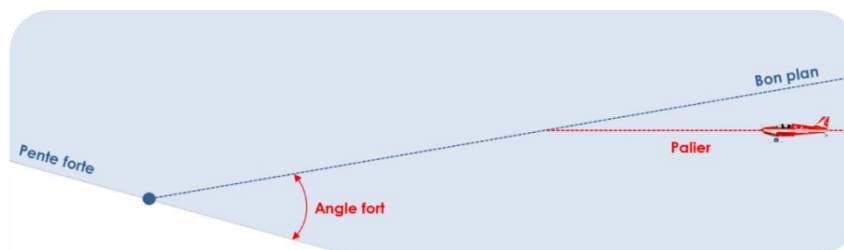


Fig. 110 – Une forte pente altère l'appréciation du pilote

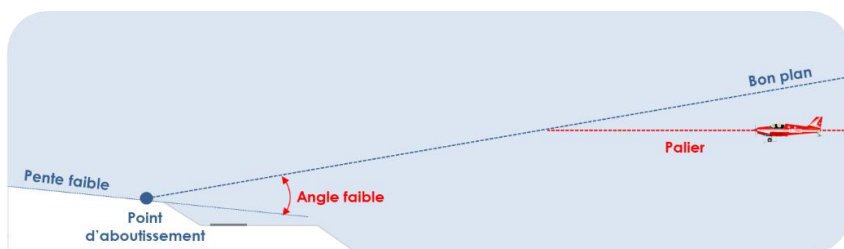


Fig. 111 – Appréhender le contexte local grâce à des repères

b. Repères utilisables pour l'atterrissage

En condition d'été, pas de problème particulier.

En condition d'hiver, l'éventail des difficultés est très large :

- altiports : peu de problèmes ;
- glaciers : aucun repère par mauvais éclairage.



Fig. 112 – Sur pente enneigée ou sur glacier, le pilote manque de repères

c. Conclusion partielle

L'hiver, l'attention du pilote doit être en éveil, surtout sur glacier.

10.9.5. Présentation de l'avion

Le pilote présente l'avion :

- dans l'axe de piste, erreur de parallaxe corrigée

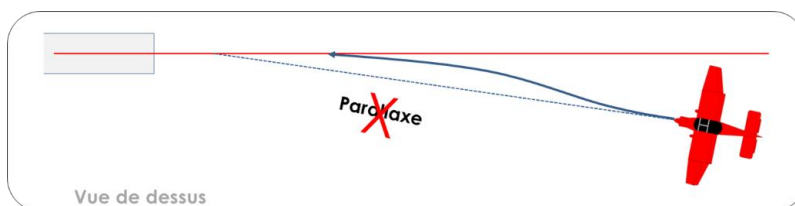


Fig. 113 – La correction de l'erreur de parallaxe constitue une priorité

- en-dessous du bon plan (éloignement suffisant) ;
en configuration approche (volets 1^{er} cran) ;



Fig. 114 – Aborder le bon plan par le dessous

- à la bonne vitesse (1,3 Vs0, environ 120 km/h),

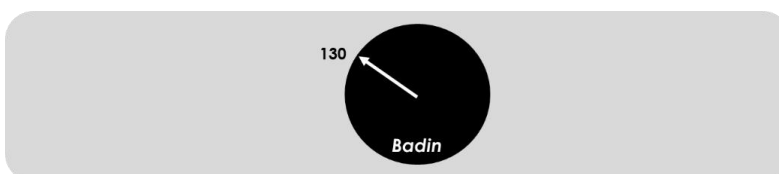


Fig. 115 – Le pilote doit maintenir la bonne vitesse d'approche...

et, très important :

- en palier rigoureux (vario = 0).



Fig.116 - ... Avec un vario réglé sur 0

10.9.6. Mise en descente

Pour intercepter le bon plan :

- abaisser l'assiette de l'avion de - 3° (plan - 5 %) à piquer ;
- réduire le régime moteur.

Ces deux manœuvres s'effectuent simultanément.



Fig. 117 – Le bon plan est de -3° (soit - 5 %)

Dans les premières secondes, ajuster la trajectoire vers le point d'aboutissement choisi.



Fig. 118 – Sur le bon plan, la trajectoire amène l'avion sur le point d'aboutissement

10.9.7. L'approche stabilisée

Quatre critères sont satisfaits simultanément :

- 1) Le bon plan est en tout point respecté.
- 2) Le point d'aboutissement et le point de toucher sont confondus.
- 3) La vitesse d'approche de référence VRef est contrôlée.

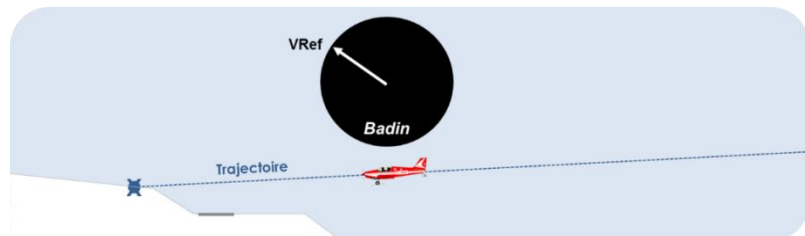


Fig. 119 – Approche stabilisée, point d'aboutissement et de toucher confondus

- 4) L'axe d'atterrissage, choisi ou imposé, est respecté.

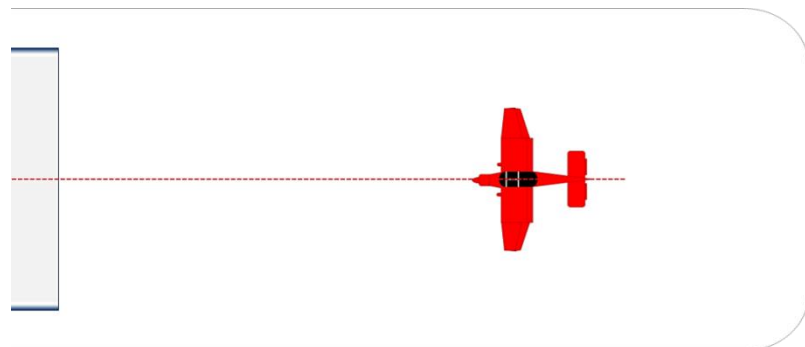


Fig. 120 – La trajectoire de l'avion passe par l'axe de la piste d'atterrissage

Toute anomalie sur l'un de ces critères constitue un écart.

Dès qu'il est décelé, il doit être rapidement corrigé par le pilote.

10.10. Guidage de la trajectoire d'approche

10.10.1. Technique de pilotage

Elle est classique :

- trajectoire verticale : guidée au manche, par variation d'assiette ;
- vitesse : contrôlée à la manette des gaz, par variations de régime moteur ;
- axe : tenu en conjugaison manche-palonnier, « *bille au milieu* ».

10.10.2. Difficultés spécifiques

Outre, parfois, le manque de performance du pilote (!), l'aérologie est le principal facteur de détérioration de la trajectoire d'approche.

Cependant, d'autres interférences à la Mécanique du vol se manifestent de manière insidieuse.

Toute intervention du pilote sur :

- l'assiette de l'avion entraîne instantanément une modification de trajectoire (but recherché, en général), puis une variation parasite de vitesse ;
- le régime moteur entraîne rapidement une variation de vitesse (but recherché), puis une modification parasite de trajectoire.

10.10.3. Gestion des écarts de trajectoire

Si l'avion s'écarte du bon plan, les points d'aboutissement et de toucher se dissocient.

Deux cas peuvent se présenter :

a. Premier cas

Le point de toucher monte au-dessus du point de visée.

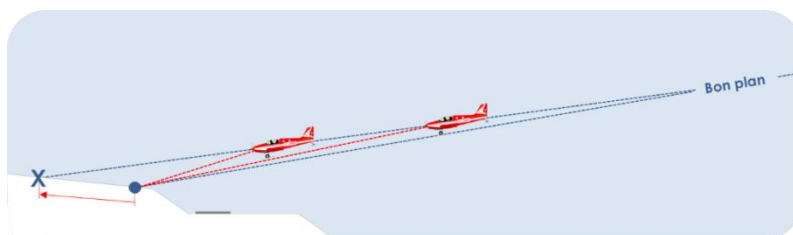


Fig. 121 –La trajectoire rejoint l'axe du point de toucher

La trajectoire de l'avion s'écarte au-dessus du bon plan : trop haut !

Le pilote :

- corrige l'assiette « *à piquer* » pour rejoindre le bon plan ;
- réduit le régime moteur, tout réduit si nécessaire.

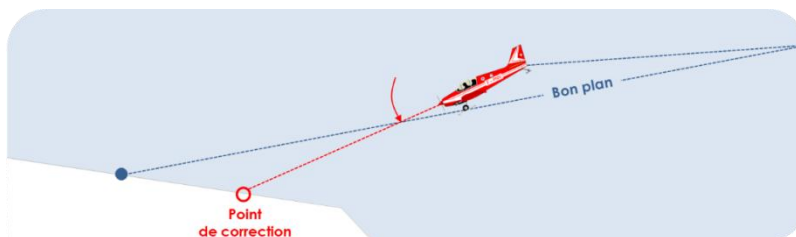


Fig. 122 – L'action à piquer permet de rejoindre le bon plan

Au rattrapage du bon plan, le pilote :

- annule la correction en ramenant ○ sur ● ;
- augmente le régime moteur.

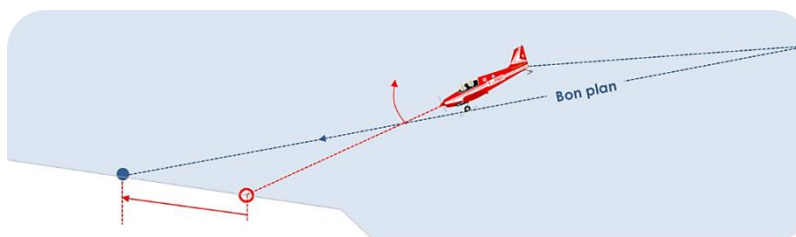


Fig. 123 – Au moment opportun, se remettre sur le bon plan

L'avion se retrouve sur le bon plan, points d'aboutissement ● et de toucher X à nouveau confondus. Le régime moteur adapté est en général inférieur à celui affiché par le pilote au moment du constat de l'écart.

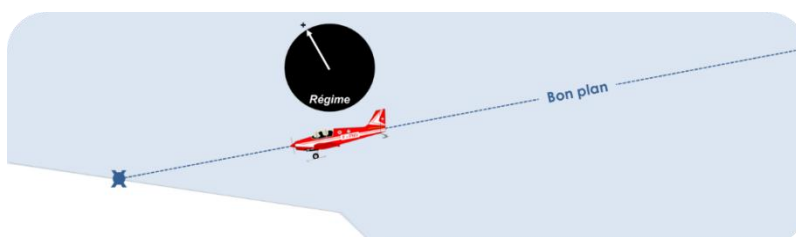


Fig. 124 – L'avion est revenu sur le bon plan

b. Second cas

La trajectoire ○ descend au-dessous du point d'aboutissement ●.

La trajectoire de l'avion s'écarte au-dessous du bon plan : trop bas !

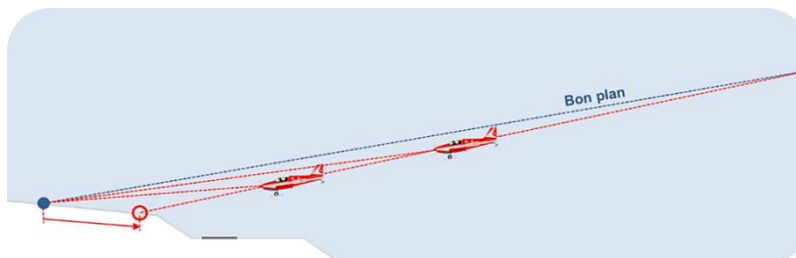


Fig. 125 – S'il reste sur cette trajectoire, l'avion se posera trop court

Le pilote doit :

- corriger l'assiette « à cabrer » ;
- rejoindre le bon plan, en palier si nécessaire ;
- augmenter le régime moteur ;
- viser le point d'aboutissement initialement prévu.



Fig. 126 – Le pilote rejoint le bon plan par le dessous...

Au rattrapage du bon plan, le pilote :

- annule la correction en ramenant ○ sur ● ;
- réduit le régime moteur.

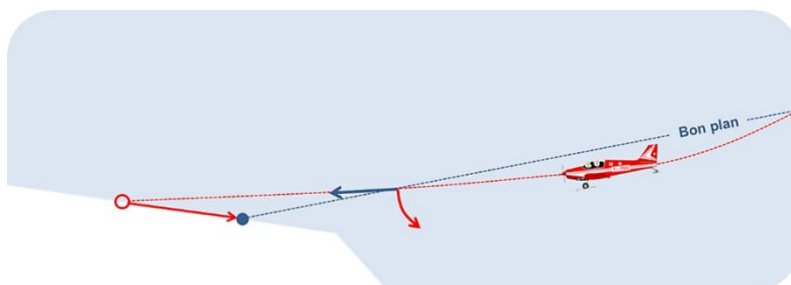


Fig. 127 - ... Et rattrape le bon plan

L'avion se retrouve sur le bon plan, points d'aboutissement ● et de toucher X à nouveau confondus.

Le régime moteur adapté est, en général, supérieur à celui affiché par le pilote au moment du constat de l'écart.

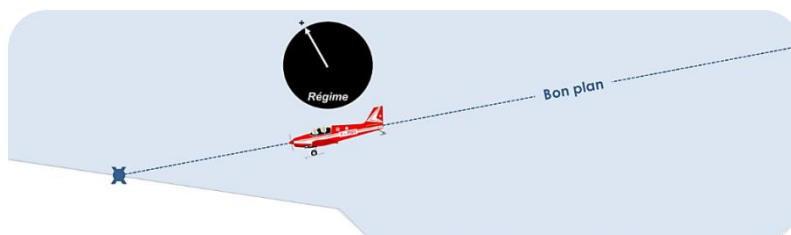


Fig. 128 – L'atterrissage se présente bien

c. Remarques de pilotage

Les corrections d'assiette, donc de trajectoire, effectuées par le pilote doivent être de faible amplitude. Sur une pente de 3° (5 %), une correction d'assiette de 1° se traduit par une variation de trajectoire de 33 %.

Il est toujours préférable d'effectuer deux petites corrections plutôt qu'une (trop) grande.

10.10.4. Remarques sur le plan d'approche

Comme déjà vu, le point d'aboutissement • et le point de toucher X peuvent être confondus pour une infinité de plans.

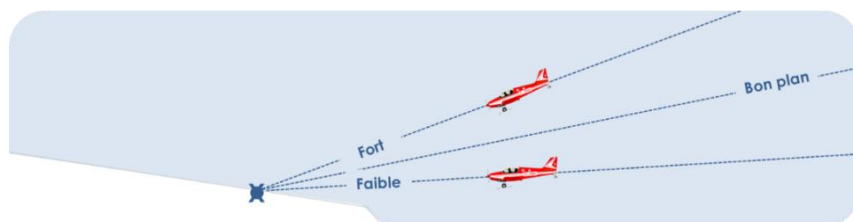


Fig. 129 – Le bon plan n'est pas le seul...

Sans équipement adapté (*PAPI [Precision Approach Path Indicator]* ou indicateur de pente d'approche) ou *HUD [Head-Up Display]*, l'estimation du plan réellement suivi par l'avion est difficile.

Pour éviter les erreurs significatives, le pilote doit respecter les règles de base.

Rigueur dans l'interception du bon plan :

- calibrage par repères sol ;
- puis formation et entretien du coup d'œil.

Connaissance des ordres de grandeur des régimes moteur :

- 2 000 t/mn, volets 1^{er} cran : le plan est faible ;
- 1 500 t/mn, volets atterrissage : le plan est fort.

Par vent faible à modéré, tout régime éloigné des valeurs moyennes :

- 1 700 t/mn, volets 1^{er} cran ;
- 1 900 t/mn, volets atterrissage,

prouve que le bon plan n'est plus suivi : une correction de trajectoire s'impose.

Et l'information « vario » ?

L'équation est bien connue : $\text{vario } ft/mn = \text{pente sol en } \%$, est une référence d'utilisation malaisée.

En situation opérationnelle, comment estimer :

- la vitesse sol, en *kt*, à partir de la *Vi* en km/h corrigée de l'altitude et du vent effectif subi (arrière ou face) ;
- la valeur de la pente sol réellement suivie ?

Dur !

Cependant, par vent faible à modéré, certaines valeurs de vario inhabituelles renseignent à coup sûr le pilote :

- - 200 *ft/mn* : le plan est faible ;
- - 600 *ft/mn* : le plan est fort.
-

Conclusion partielle

Malgré les difficultés et après une formation adaptée, le pilote parvient, en général, à placer l'avion, sans trop de dispersion, sur un plan convenable, compris entre 4 et 6 %.

D'où la notion de « *bon plan* », très satisfaisant en pratique.

10.11. Tenue de la vitesse de référence (VRef)

À l'évidence, la tenue de ce paramètre est essentielle à la sécurité de l'avion.

Elle s'effectue à la manette des gaz.

Les sautes de vent, fréquentes en montagne, se concrétisent par des variations instantanées de V_i : les corrections de régime moteur doivent se faire au même rythme.

10.11.1. Circuit des yeux en approche

Pour une grande part, la surveillance extérieure mobilise l'attention du pilote.

Très bien.

Cependant, il doit de défier d'un risque de fascination du sol et des obstacles (surtout en haute montagne), qui peut lui faire négliger l'indispensable surveillance de la vitesse.



Photo 41 - Un rapide coup d'œil au badin, toutes les cinq secondes environ, est indispensable.

10.11.2. Lecture du badin

Pour $V_{Ref} = 130$, par exemple, l'instrument fournit deux sortes d'informations :

- la vitesse lue, en valeur absolue : le pilote lit _____ **132**
- la tendance de la vitesse : à t_0 , le pilote lit _____ **132**
- à t_1 , le pilote lit _____ **130**
- à t_2 , le pilote lit _____ **128**

L'avion est en régression de vitesse : le pilote doit déjà augmenter le régime moteur !

La tenue de la vitesse nécessite la vigilance du pilote.

Dans tous les cas, le bon régime moteur est celui qui stabilise la bonne vitesse.

Si nécessaire, le pilote ne doit pas hésiter à faire évoluer ce régime entre le tout réduit et le plein gaz afin de maintenir la VRef jusqu'en début d'arrondi.

10.12. L'approche interrompue

En plaine, la classique « *remise des gaz* », même tardive, est une manœuvre de sécurité bienvenue.

En montagne, le pilote en approche se retrouve progressivement enfermé, souvent à son insu, dans l'environnement local.

Sur la plupart des sites, il existe un point critique à partir duquel une interruption de l'approche devient ;

- au mieux scabreuse : la trajectoire de fuite est incertaine ;
- au pire impossible :
 - o les obstacles interdisent toute échappatoire directe ou latérale ;
 - o la pente du sol est supérieure à la meilleure pente de l'avion.

Le point critique ne peut pas être matérialisé, une fois pour toutes, par un repère sol, car plusieurs variables interviennent dans son choix :

- le type d'avion ;
- sa masse du jour ;
- l'aérologie (vent de face ou AR) ;
- l'accoutumance du pilote au lieu fréquenté ;
- ...

10.12.1. Que faire ?

Le pilote doit refuser le risque d'être confronté à une situation de « *remise de gaz* ».

10.12.2. Comment ?

Il faut :

- savoir renoncer à l'approche (aérologie, trafic important) ;
- effectuer un éloignement suffisant (« *prendre son temps* ») ;
- soigner l'interception du plan ;
- soigner la procédure VHF : dialogue clair avec le pilote de tout avion en attente ou en déplacement sur, ou à proximité de la plateforme.

Dans ces conditions, le risque de devoir interrompre l'approche, après l'interception du plan, est pratiquement nul.

Si, malgré ces précautions, le pilote se laisse quand même surprendre, il doit se rappeler que, par expérience :

- un atterrissage « *long* » se solde par un dépassement de la plateforme qui peut être sans conséquence grave pour l'équipage (plan incliné d'arrêt à Méribel, mais critique si

la plateforme se termine sur un mur, comme à Courchevel par exemple ;

- une approche interrompue tardivement place l'avion en situation de décrochage en virage ou d'impact sur un obstacle.

Remarque à l'intention des instructeurs

Tout exercice d'entraînement à la « remise de gaz » peut être interprété par l'élève comme une incitation à cette pratique.

En résumé...

L'approche d'un altiport ou d'une altisurface n'est pas vraiment plus difficile qu'en plaine si l'on applique effectivement les bons vieux principes généraux :

- *Une éventuelle erreur de parallaxe doit être corrigée afin de ramener l'avion sur le cap correspondant à la piste en service.*
- *Il est aussi préférable d'adopter assez rapidement le bon plan (-3°/- 5 %) et de le maintenir jusqu'à l'arrivée à proximité du point d'aboutissement.*
- *Enfin, la vitesse d'approche (de l'ordre de 120 km/h pour un D-140 Mousquetaire Abeille) doit être adaptée à la direction et à la force du vent ressentis par le pilote pendant la descente ou indiqué par une station au sol lorsque celle-ci est active.*

Enfin, le pilote doit se rappeler qu'une remise de gaz en courte finale est généralement impossible du fait du relief et de la configuration de la piste. Il devra savoir renoncer à temps à atterrir ou assumer sa (non) décision en limitant les dégâts potentiels.

Page laissée
intentionnellement vierge

Encart Briefing 11

Sommaire du Briefing 11

11.1.	La phase d'arrondi.....	3
11.2	L'angle d'arrondi.....	3
11.3.	La ressource.....	4
11.4.	Estimation de la hauteur d'arrondi.....	4
	11.4.1. Sur roues.....	4
	11.4.2. Sur skis.....	4
11.5.	Gestion de la décélération.....	4
11.6.	Badin faible en début d'arrondi.....	6
11.7.	Arrondi trop haut ou rebond.....	6
11.8.	Précision du point de toucher.....	7
11.9.	L'arrondi sur une pente neigeuse.....	7
	En résumé.....	8

L'arrondi sur piste en pente

avec le Jodel D-140 Mousquetaire

Pour le pilote, même chevronné, la phase d'arrondi est la plus délicate de tout l'atterrissage.

En montagne, la difficulté est sensiblement accrue du fait de l'atterrissage sur des plateformes dont la pente est montante pour faciliter le freinage, voire très forte en fonction de l'environnement physique local.

Là encore, une étude approfondie des différentes étapes à suivre avec méthode sera gage de sérénité dans l'exécution.

11.1. La phase d'arrondi

Cette phase de vol débute à basse hauteur, avant le survol du point d'aboutissement et se termine au point de toucher.

Elle se caractérise par :

- le passage de l'avion d'une trajectoire descendante (le plan d'approche), à une trajectoire montante (la pente de piste) ;
- la décélération entre la vitesse d'approche [VRef](#) et la vitesse de toucher, proche de la vitesse de décrochage.

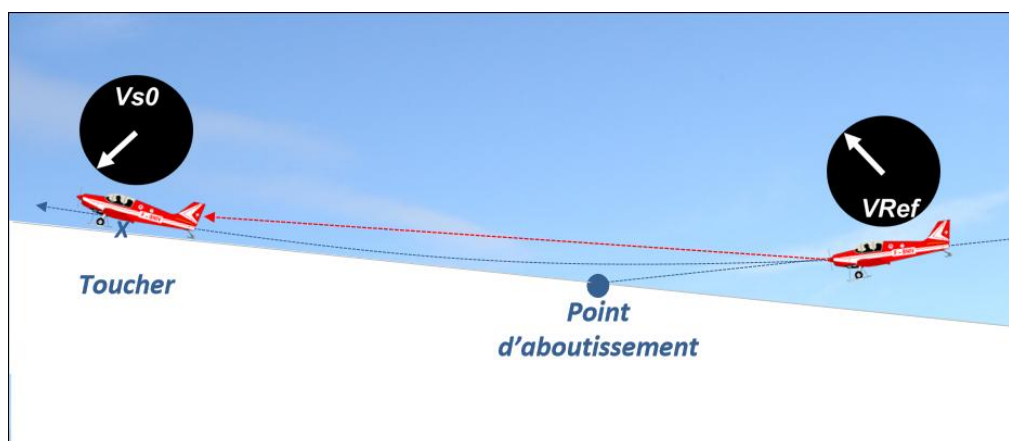


Fig. 130 – Début de l'arrondi

Son initialisation dépend totalement du jugement du pilote (bonifié par l'expérience).

En pratique, l'arrondi débute au moment précis où le regard quitte le point d'aboutissement vers le point de toucher.

Cependant, pour pouvoir estimer à tout instant la hauteur de l'avion, le pilote doit conserver le sol survolé dans son champ visuel.

11.2. L'angle d'arrondi

Pour une pente de piste de 15 %, valeur moyenne, l'angle d'arrondi, donc la variation de trajectoire, est de 20 %.

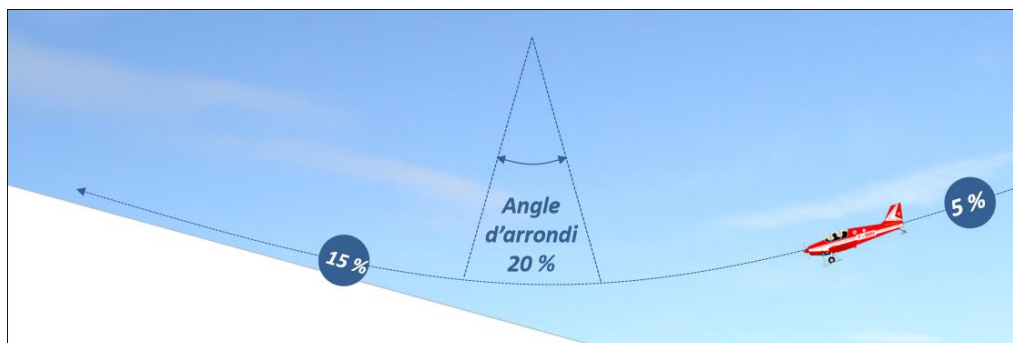


Fig. 131 – Pour une pente de piste de 15 %, la variation de trajectoire est de 20 %

Les pentes de piste peuvent dépasser 30 %.

Plus la pente de piste est forte, plus l'arrondi doit être anticipé.

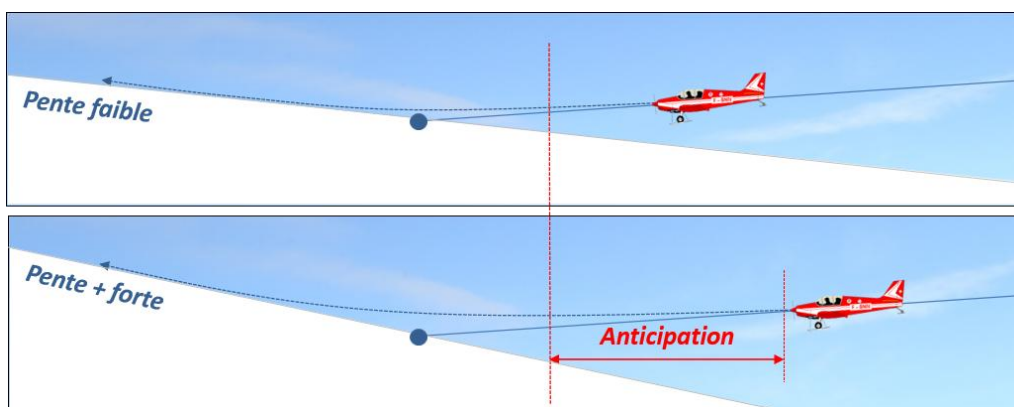


Fig. 132 – Sur forte pente, anticiper l'arrondi

11.3. La ressource

Au sens « Mécanique du vol », la trajectoire courbe suivie par l'avion pendant l'arrondi est une ressource.

Elle se caractérise par :

- un vario positif dont la valeur augmente avec la pente de piste ; il résulte des corrections appliquées au badin (1,3 Vs0), pente de piste, vent de face) ;
- une décélération, d'autant plus rapide que la pente est forte ;
- une augmentation d'un facteur de charge faible, de l'ordre de 1,1 g ; elle est largement absorbée par la marge de badin.

11.4. Estimation de la hauteur d'arrondi

11.4.1. Sur roues

La présence de repères familiers dans le champ visuel du pilote, en début d'arrondi :

- détails du sol ;
- sapins, arbustes ;
- manche à air ;
- route d'accès...

Rendent les conditions comparables à celles rencontrées en plaine sur piste en herbe.

11.4.2. Sur skis

La situation se complique !

L'estimation de la hauteur d'arrondi peut rapidement (entre deux tours de piste consécutifs) devenir délicate, voire impossible, par manque ou absence de repères au sol.

11.5. Gestion de la décélération

En quelques secondes, la V_i régresse de V_{Ref} , en début d'arrondi, vers une vitesse proche du décrochage, à l'instant du toucher.

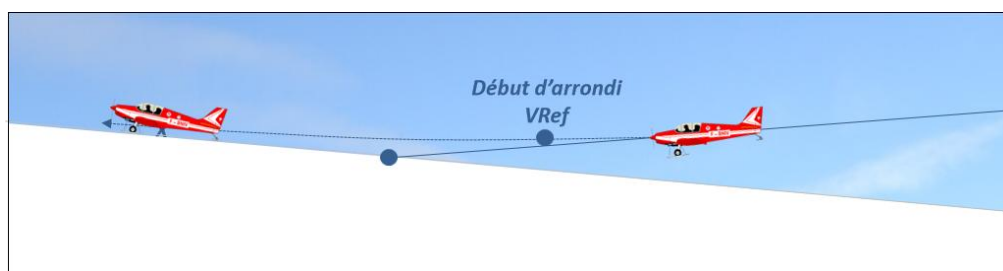


Fig. 133 – Début d'arrondi

La décélération est donc rapide.

Pour l'atténuer, ne pas réduire avant que le fuselage ne soit sensiblement parallèle à la pente de la piste.

Une seule exception : si la vitesse est excessive en début d'arrondi.

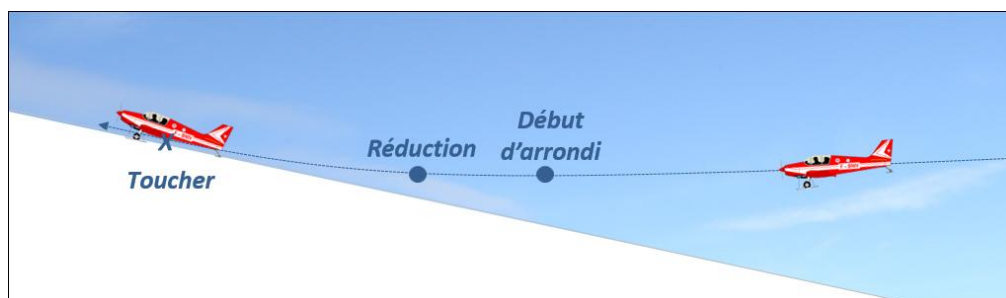


Fig. 134 – Décélérer lorsque l'avion est sensiblement parallèle à la piste

La V_i diminuant progressivement pendant l'arrondi jusqu'à la vitesse de décrochage, la sécurité de l'avion sur sa trajectoire est fragilisée.

Cette remarque a une influence sur le choix du point d'aboutissement par le pilote.

S'il le choisit au seuil physique de piste, l'avion décélère au-dessus d'une surface normalement utilisable.

En cas de toucher prématuré :

- erreur d'appréciation du pilote ;
- gradient de vent ;
- toute autre raison,

le pilote dispose d'une bonne marge de sécurité.



Fig. 135 – Un point d'aboutissement au seuil de piste laisse une marge de sécurité maximale

Pour tout point d'aboutissement choisi en aval du seuil de piste, la décélération s'effectue en partie au-dessus d'une zone dangereuse en cas de toucher prématuré.

La marge de sécurité est diminuée.

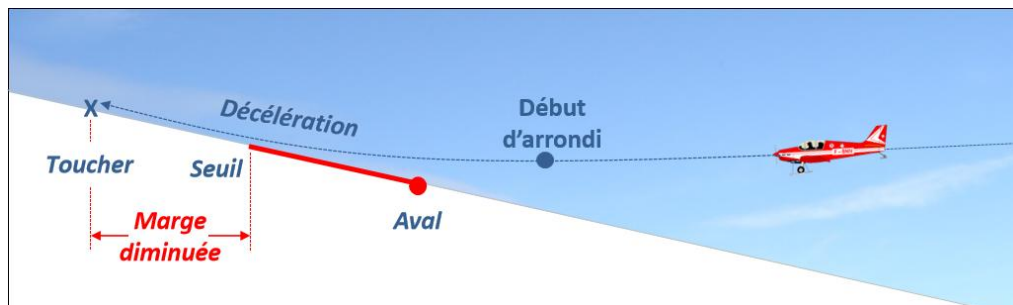


Fig. 136 – Un point d'aboutissement en aval de la piste diminue la marge de sécurité

Pour un point de toucher choisi au seuil physique de piste, à la limite des obstacles, la marge de sécurité est nulle.

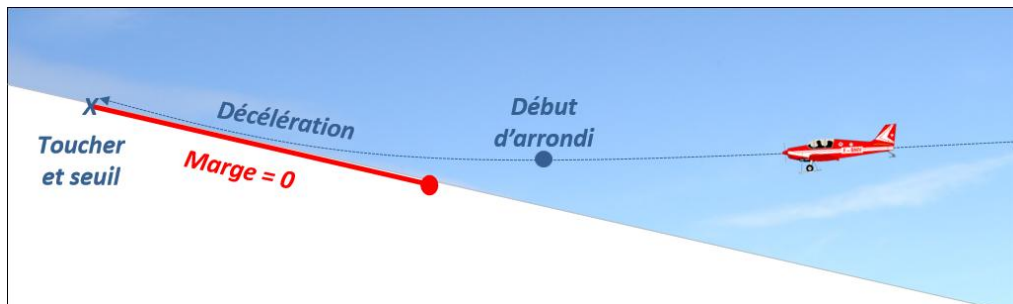


Fig. 137 – Un point de toucher au seuil de piste induit un atterrissage sans marge de sécurité

Proposition

Hormis les exceptions de :

- vent arrière important ;
- piste courte et/ou glissante,

le pilote doit éviter de choisir un point de toucher proche des obstacles sol.

11.6. Badin faible en début d'arrondi

Attention ! Si le badin régresse ou s'effondre, ne pas tenter d'analyser la situation.

Appliquer la pleine puissance pour :

- rattraper le badin ;
- retarder le décrochage par soufflage de l'aile.

Le pilote doit être conscient qu'un badin faible ne lui permet pas de placer l'avion sur une trajectoire montante (vario positif), même s'il augmente fortement l'assiette.

Il en résulte un impact violent, au risque de :

- détériorer le train, voire davantage ;
- sur skis : planter les spatules dans la neige...

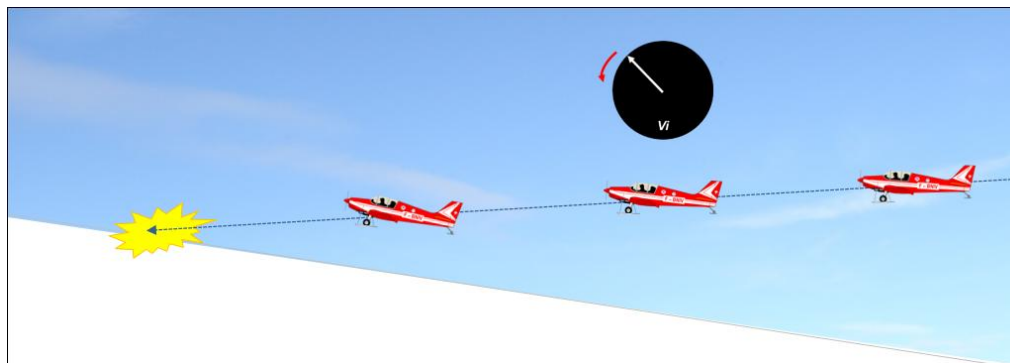


Fig. 138 – Un badin faible en début d'arrondi engendre un impact violent

11.7. Arrondi trop haut ou rebond

Le classique « *rattrapage au moteur* » est l'unique manœuvre possible pour minimiser l'impact :

- d'un arrondi trop haut ;
- du second toucher après rebond.

Cependant, la distance d'arrêt est majorée d'autant.

Si le franchissement de la limite amont de piste est estimé dangereux, le pilote peut choisir d'accepter le boum !

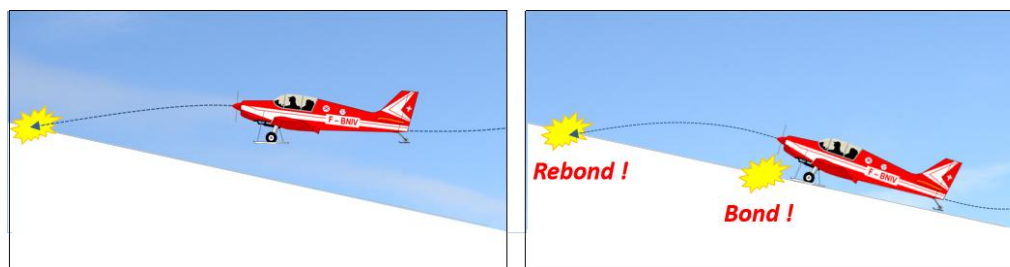


Fig. 139 – Arrondi trop haut ou rebond

11.8. Précision du point de toucher

En cours d'arrondi, s'il le juge préférable ou nécessaire, le pilote peut prolonger le vol :

- pour rejoindre le point de toucher choisi, plus en amont ;
- pour dépasser le point de toucher choisi, si les conditions diffèrent de son estimation initiale ;

- en cas d'obstacle imprévu (pour glacier).

Ce refus du sol se gère au régime moteur, le plus souvent pleins gaz.

L'avion se retrouve ainsi :

- plein régime ;
- à forte incidence ;
- en effet de sol ;
- sur une trajectoire montante.

Dès que le pilote réduit, l'avion touche immédiatement, surtout en configuration pleins volets.

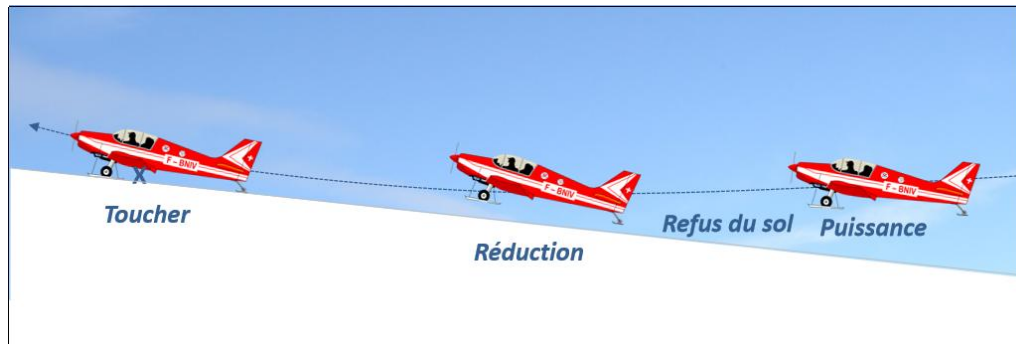


Fig. 140 – Refus du sol

11.9. L'arrondi sur une pente neigeuse

L'absence de tout repère (traces antérieures incluses) complique l'estimation par le pilote :

- de la hauteur de l'avion au-dessus de la neige ;
- du profil réel de la pente.

Une accoutumance est nécessaire, largement favorisée sur la pratique du ski.

Le facteur déterminant est la qualité de l'éclairage :

- manque de contraste dû au ciel plombé (jour blanc/'White out') : même les traces antérieures « disparaissent » ;
- éblouissement : soleil bas, dans l'axe d'approche (la visière d'une casquette peut aider...) ;
- présence d'une ombre portée due aux reliefs alentours : il fait connaître les lieux pour bien choisir sa trace ;
- sur glacier familier, lorsque la totalité du site est déjà dans l'ombre en raison de l'horaire, les traces antérieures peuvent apparaître au pilote à partir de la mi-approche et lui permettre ainsi l'atterrissage.

Dans les conditions évoquées, l'erreur d'appréciation de la hauteur au-dessus de la neige peut varier de quelques

mètres à plusieurs dizaines (ciel plombé sur glacier).

Par souci d'interactivité, elle est laissée à l'appréciation du pilote !

Cependant, la situation la plus « piègeuse » est « l'effet tunnel ».

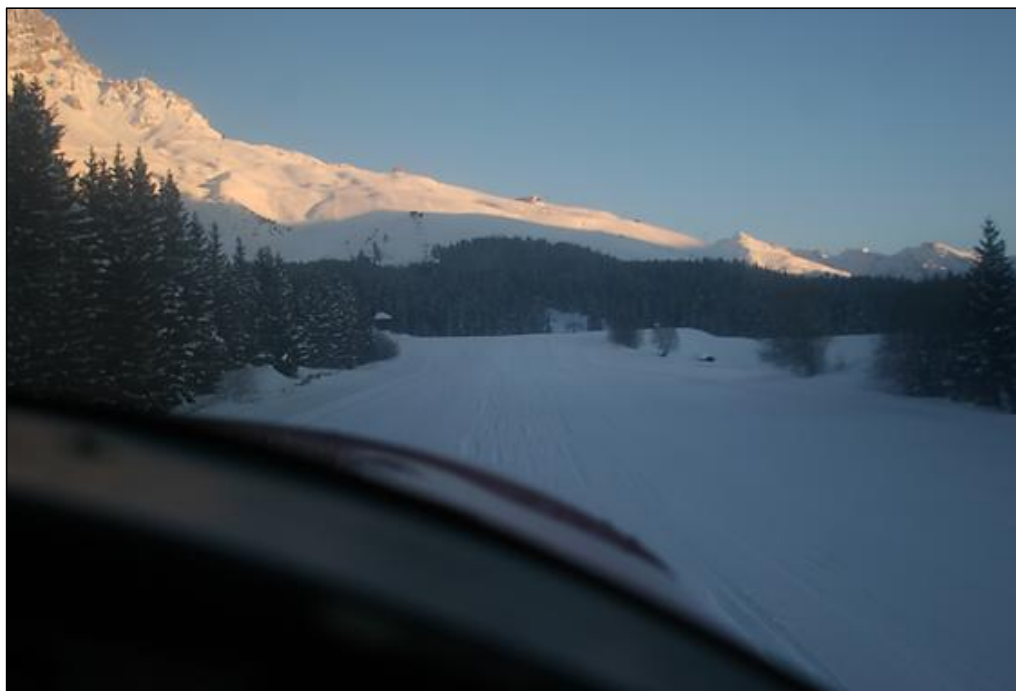


Photo 42 –Le brusque passage d’une zone claire à une zone d’ombre provoque un « effet tunnel »

Il se produit lors du passage instantané de l’avion d’une zone ensoleillée à une zone d’ombre.

Pendant les quelques secondes nécessaires à l’accommodation de ses pupilles, le pilote est aveugle. Il ressent la désagréable sensation d’entrer dans un tunnel... dont on ne voit pas le bout !

Cas le plus critique : l’effet tunnel juste avant l’arrondi. Interdit ! Exemple : Courchevel à certaines heures du début de l’après-midi en hiver...

En résumé...

L’arrondi sur piste en pente ne présente pas de difficulté si l’on se rappelle que, justement, l’angle d’attaque de la piste est souvent positif, voire très important.

- *L’arrondi doit donc être logiquement plus fort que sur une plateforme de plaine afin d’éviter que l’hélice touche le revêtement de la piste, qu’elle soit en dur, en herbe ou en neige.*
- *Afin de disposer d’une marge de manœuvre maximale, le pilote doit effectuer le début de l’arrondi avant, voire bien avant d’atteindre le point d’aboutissement.*
- *Par temps calme, il est idéal de prendre comme point d’aboutissement le seuil de piste proprement dit.*
- *En revanche et selon la direction et la force du vent, le pilote pourra ou devra choisir un point d’aboutissement réel ou fictif situé avant le seuil de piste et anticipera donc son arrondi en conséquence.*

De même, l’acquisition de quelques réflexes simples permettra de palier les situations scabreuses résultant d’une approche approximative.

Page laissée
intentionnellement vierge

Sommaire du Briefing 12

12.1.	Phase de décélération au sol.....	3
12.2	Sur roues.....	3
12.3.	Sur	
	skis.....	3
12.3.1.	Décélération lente.....	3
12.3.2.	Décélération rapide.....	4
12.4.	Atterrissage trop long.....	4
12.5.	Atterrissage trop court.....	4
12.5.1.	La distance à partir du point d'arrêt suffit pour redécolle	4
12.5.2.	La distance à partir du point d'arrêt ne suffit pas pour redécoller.....	5
12.6.	Précautions en cas d'aide extérieure.....	6
	En résumé.....	6

L'Atterrissage sur piste en pente

avec le Jodel D-140 Mousquetaire

Une fois l'avion au sol, le vol n'est pas terminé pour autant, loin de là.

Le pilote doit remonter la pente sans dévier de sa trajectoire afin de rejoindre, en toute sécurité, une zone ou une aire plane (ou relativement plane) sur laquelle il pourra effectuer un quart de tour pour immobiliser son avion ou pour faire un demi-tour pour redécoller dans la foulée.

Très aisés sur un altiport présentant des repères usuels ou de nombreuses traces des décollages/atterrissages ou des évolutions des aéronefs précédents, cette manœuvre sera beaucoup plus délicate sur altisurfaces ou sur glaciers enneigés, surtout si une couche de poudreuse recouvre les reliefs.

12.1. Phase de décélération au sol

Elle débute au point de toucher et se prolonge jusqu'au moment où la vitesse est contrôlée.

Le pilote est alors assuré de pouvoir s'arrêter sans difficulté.

Cependant, après arrêt complet, la certitude de pouvoir repartir par ses propres moyens n'est pas toujours acquise.

12.2. Sur roues

La séquence est classique car le pilote :

- dispose du freinage ;
- est assuré, sauf cas particulier, de pouvoir rejoindre aisément la plateforme de stationnement.

Cas particulier : pente accentuée de la rampe d'accès à la plateforme, de l'ordre de 20 %.

12.3. Sur skis

La situation se complique :

- pas de freins ;
- très souvent, sur neige non préparée : incertitude sur la possibilité de pouvoir rejoindre le point de stationnement.

Dans les quelques secondes qui suivent le toucher des skis, le pilote doit estimer la décélération subie par l'avion.

Cette décélération est directement représentative de l'évolution de la vitesse à court terme.

Exemple :

- à 90 km/h, en neige profonde et pente forte, la décélération est forte : la vitesse va diminuer rapidement ;
- à 45 km/h, sur neige verglacée et pente modérée, la décélération es faible : la vitesse ne va diminuer que lentement.

La décélération constitue donc bien un paramètre important.

Malheureusement, sa valeur est difficile à estimer car, en l'absence de décéléromètre (!), elle n'est pas modélisable.

Le pilote doit donc s'entraîner à une estimation sensorielle qui s'améliore avec l'expérience.

12.3.1. Décélération lente

Le pilote subit cette situation de manière plus ou moins passive.

Il doit s'assurer que :

- la traînée de l'avion est maximum (pleins volets) ;
- le moteur est au ralenti complet : un régime sournois de 1 000/1 200 t/mn, parfois causé par un « *dur* » de la manette des gaz, peut rallonger notablement la distance d'arrêt.

12.3.2. Décélération rapide

Sans hésiter, le pilote applique, *a priori*, un régime moteur important, voire pleins gaz.

La réduction se fait ensuite à la demande, sachant que l'avion s'arrête sans délai au régime ralenti.

Si on laisse la vitesse s'effondrer au début de décélération, l'atterrissage trop court guette, même pleins gaz.

La rentrée immédiate des volets rallonge la trajectoire... de quelques mètres. C'est parfois suffisant pour rejoindre la plateforme d'arrêt.

12.4. Atterrissage trop long

Il est le plus souvent la conséquence :

- d'une approche précipitée ;
- d'un vent arrière trop fort ;
- d'une erreur de gestion des volets (braquage insuffisant).

Lors de la reconnaissance du site, le pilote doit systématiquement envisager l'atterrissage trop long.

Il détermine et mémorise le cheminement le moins dangereux en cas de dépassement des limites de la plateforme.

Ce cheminement est souvent différent sur roues et sur skis.

Se rappeler qu'en coupant les contacts magnétos dès que la trajectoire n'est plus contrôlée, on économise :

- quelques mètres de distance d'atterrissage ;
- quelques milliers d'euros, si l'hélice « *touche* » moteur arrêté.

12.5. Atterrissage trop court

Cette situation n'est pratiquement rencontrée que sur skis.

Si l'avion reste bloqué, pleins gaz, dans la pente :

- en aval de la plateforme, sur altiport/altisurface ;
- avant d'avoir pu engager le virage pour redécoller ou stationner sur glacier,

réduire lentement jusqu'au ralenti.

S'il recule, le laisser faire sur quelques mètres, en dosant le régime moteur à la demande.

Simultanément, engager le virage (palonnier ou aide extérieure) pour qu'il s'immobilise en travers de la pente.

L'avion étant sécurisé, il faut réfléchir aux deux options possibles.

12.5.1. La distance à partir du point d'arrêt suffit pour redécoller

L'équipage fait pivoter l'avion « *à la main* » et oriente le fuselage vers la ligne de plus grande pente.

Attention, la manœuvre est délicate :

- l'avion se retrouve en plein devers, en travers de la pente ; si la neige est profonde (ce qui est souvent la raison de l'atterrissage trop court), le transfert de masse charge le ski aval ;
- lors du pivotement « *sur place* », la spatule aval engage le ski encore plus profondément sous la neige, au risque de fausser le train aval ;
- le fuselage doit être orienté vers la ligne de plus grande pente, mais pas trop, pour éviter que l'avion ne parte en luge dans la pente... sans pilote !

La pelle à neige permet de dégager les skis, tout en évitant la torsion du train aval, en cours de pivotement.



Photo 43 – Lors du virage en direction de la pente, le ski aval risque de s'enfoncer dans la neige



Photo 44 – Même les aviateurs de montagne les plus chevronnés peuvent se planter dans la neige

Si ces opérations se prolongent, elles peuvent devenir physiquement éprouvantes en raison :

- de l'altitude ;
- de vêtements inadaptés à la situation,

et, finalement, nécessiter l'intervention d'un autre équipage.

Une dernière précaution avant redécollage : délester l'avion au maximum.

Le ou les passagers peuvent être rembarqués à la suite d'un second atterrissage... plus long.

12.5.2. La distance à partir du point d'arrêt ne suffit pas pour redécoller

Le pilote peut envisager trois possibilités :

- « remonter » l'avion le long de la pente, pleine puissance plus aide extérieure (passagers, témoins, engin de piste), jusqu'à disposer d'une longueur suffisante ;
- pivoter l'avion « sur place » ; damer une trace afin d'améliorer la glisse (raquettes de bord) et décoller « à vide » pour un second atterrissage mieux calibré (mais est-ce possible ?

Temps nécessaire, heure de la journée, forme physique de l'équipage)...

- en désespoir de cause, appeler un hélicoptère pour « remonter » l'avion ou le déplacer sur un site approprié ; c'est efficace, mais cher.

12.6. Précautions en cas d'aide extérieure

Le pilote est responsable des intervenants occasionnels.

Avant toute manœuvre, il doit faire un briefing de sécurité :

- dangerosité de l'hélice, conséquences du souffle ;
- points d'appui sur l'avion pour le soulever, le pousser, le retenir ;
- nécessité de regarder le pilote pendant la manœuvre, pour permettre la communication.

Par expérience, on sait que des intervenants solides et déterminés peuvent être dangereux :

- pour eux-mêmes ;
- pour l'avion,

s'ils sont mal dirigés.

En résumé...

Dans tous les cas de figure, il est capital que le pilote s'assure la plus grande marge de manœuvre possible.

- ***Il doit pour donc tenter d'atteindre sans la dépasser la zone du point de toucher préalablement déterminé au cours de la boucle de reconnaissance du site.***
- ***Pour cela, comme partout ailleurs, il ne devra pas hésiter à remettre les gaz autant que de besoin afin de maintenir la bonne vitesse d'approche et de finale.***

Sur skis et sur altisurface ou glacier, un atterrissage proche du point de toucher le plus favorable est absolument crucial si l'on souhaite redécoller dans la foulée et dans les meilleures conditions.

- ***Le pilote doit donc impérativement tenir compte de la direction et de la vitesse du vent pour se poser exactement là où il l'avait prévu.***
- ***Il doit également rapidement rejoindre l'assiette trois points afin de ne pas augmenter un couple piqueur synonyme d'un possible passage en pylône.***

Moyennant toutes ces précautions, l'atterrissage restera le point fort d'un vol inoubliable et l'aboutissement naturel d'une longue procédure demandant une intense concentration ainsi que la manifestation d'un esprit de décision contribuant à la sécurité de tous.

Page laissée
intentionnellement vierge

Sommaire du Briefing 13

13.1.	Le site de Méribel.....	3
13.2	La fiche de circuit.....	3
13.3.	Préparation de l'avion.....	4
13.3.1.	Visite pré-vol.....	4
a.	Hiver/Skis.....	4
b.	Été/Roues.....	4
13.3.2.	Contrôle du carburant à bord.....	8
13.3.3.	L'emport du carburant en montagne.....	8
a.	Avantages.....	8
b.	Remarque.....	9
c.	Inconvénient de cette méthode.....	9
13.3.4.	Le manuel de vol.....	9
13.3.5.	La <i>check-list</i> avant décollage.....	9
a.	Modes de vérification.....	9
b.	La méthode ACHEVER.....	9
13.4.	Le tour de piste – Exemple de Méribel.....	11
13.4.1.	Circuit théorique.....	11
13.4.2.	Départ sur skis.....	11
13.4.3.	Le briefing avant décollage.....	12
13.4.4.	La panne-moteur au décollage.....	12
13.4.5.	Alignement/Décollage.....	13
13.4.6.	Montée.....	13
13.4.7.	Palier.....	14
13.4.8.	Étape de base.....	14
13.4.9.	Dernier virage.....	14
13.4.10.	Interception de la bonne pente d'approche.....	14
13.4.11.	Réalisation pratique de l'approche finale.....	15
a.	Tenue de la vitesse de référence VRef.....	15
b.	Tenue de l'axe.....	16
c.	Impératif.....	16
d.	Configuration d'atterrissage.....	16
	En résumé.....	16

Le tour de piste

sur l'Altiport Robert Merloz de Méribel

*Comme toutes les autres plateformes aéronautiques permanentes, l'**Altiport Robert Merloz de Méribel** se conforme aux réglementations en vigueur, particulièrement celles régissant l'utilisation des installations de montagne.*

Ces dernières suivant un schéma général commun, la plateforme de Méribel comporte une seule particularité : la reconnaissance des installations à l'arrivée sur zone consiste en un passage au seuil de la piste (où se situe la manche à air nord).

Pour le reste du tour de piste, il suffit de se conformer aux conseils prodigués dans ce briefing.

13.1. Le site de Méribel

Son environnement de moyenne montagne est accueillant. Le néophyte est donc rapidement mis en confiance.

Tant mieux, mais attention à quelques spécificités :

- le couple « *longueur de piste/pente moyenne* » est défavorable (400 m/7 %) ; sur skis, il limite souvent la masse au décollage ;
- de secteur Nord, le « *vent du beau temps* » est un vent arrière à l'atterrissage ; souvent supérieur à 15 kt l'été, il devient vite limitatif ;
- souvent plus clémente qu'ailleurs, en particulier par vent Sud, l'aérologie n'est pas représentative des autres sites de Tarentaise.

Comme pour tout altiport, une [fiche VAC](#) Méribel-LFKX, consultable sur Internet, est éditée par le Service de l'information aéronautique ([SIA](#))⁶.



Photo 45 – Photo aérienne de l'altiport Robert Merloz de Méribel (photo Jean-Marie Urlacher)

⁶ Le Service de l'information aéronautique (SIA) est le service central de la Direction des services de la navigation aérienne (DSNA) de la Direction générale de l'aviation civile (DGAC), chargé de rendre les services d'information aéronautique nécessaires à la sécurité, à la régularité et à l'efficacité de la navigation aérienne nationale et internationale, dans les zones de responsabilité française, en métropole et outre-mer. Les services d'information aéronautique sont définis au plan international par la réglementation édictée par l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) <https://www.sia.aviation-civile.gouv.fr/>

13.2. La fiche de circuit

Sa rédaction est exigée par la Réglementation Montagne :

« Les pilotes commandants de bord doivent déposer une "fiche de circuit" précisant l'horaire et l'itinéraire détaillé de vol, auprès de la personne ou de l'organisme qui aura, le cas échéant, à alerter les autorités chargées des recherches et du sauvetage en montagne. »

À Méribel, par souci d'efficacité, un tableau d'information lui est substitué, bien en vue dans l'altigare.

Il est renseigné par l'équipage au départ.

Si l'heure limite de retour indiquée est dépassée, **toute personne présente doit s'inquiéter du retard** : message [VHF](#), téléphone, reconnaissance... Alerte des secours.

13.3. Préparation de l'avion

À Méribel, l'avion est mis en piste :

- huile moteur vérifiée ;
- purges carburant effectuées.

En cas de doute, interroger le responsable.

13.3.1. Visite pré-vol

Détaillées dans le [Manuel de vol](#), certaines vérifications sont spécifiques à la montagne.

a. Hiver/Skis :

En hiver et sur skis, contrôler :

- la cellule : absence de neige/glace sur les ailes, le plan fixe, les gouvernes ;
- le circuit hydraulique skis : pas de fuite, y compris au cockpit ; le liquide de couleur rose est aisément repérable ;
- les skis principaux : état des *sandows* de positionnement et des câbles de limitation de débattement AV et AR ; si nécessaire, évacuer la glace des skis (masse parasite) et autour des vérins hydrauliques (risque de blocage ;
- les ferrures de liaison avion/skis ; skis eux-mêmes : pas de crique ;
- le ski AR et la roulette de queue : état ;
- l'équipement de secours glaciers (une liste descriptive se trouve dans le coffre) :
 - o une pelle à neige télescopique multiposition ;
 - o deux paires de raquettes ;
 - o une corde de 40 mètres ;
 - o une trousse médicale contenant divers antiseptiques

- et pansements, une couverture de survie, des ["Hand Warmers"](#) et des [bâtons lumineux](#) ;
- un sac de survie étanche contenant un sac de couchage, des affaires chaudes et sèches, boussole, mousquetons, etc.

Après un atterrissage d'urgence en haute montagne, votre téléphone portable pourra s'avérer très utile, mais ne constituera pas une sécurité absolue car vous pourrez être hors d'accès du réseau téléphonique...

Pensez toujours à essayer le **112**, même si votre mobile affiche « Réseau non disponible ». En effet, toutes les porteuses possibles seront essayées par le mobile et l'appel (gratuit) passera peut-être quand-même.

Vérifiez la balise de détresse.

Emportez toujours des cartes des massifs survolés, ce qui vous permettra de vous repérer si vous devez rejoindre la civilisation par vos propres moyens.

Et, surtout, soyez habillé pour survivre en haute montagne (vêtements chauds, chaussures adaptées, bonnet, gants, lunettes...).

b. Été/roues

Vérifier les zones sensibles aux projections de gravier, cailloux :

- bords d'attaque des pales d'hélice ;
- intrados des volets et de l'aile ;
- bords d'attaque et intrados du plan fixe.

Matériel de sécurité recommandé : un téléphone portable.

Le montage de garde-boue ou de « bavettes » est souhaitable, mais n'élimine pas tous les risques d'impacts sur la cellule.



Fig. 141 – Exemple de bavettes de roues du D140 'Mousquetaire Abeille' (@Olivier Beermaert)

13.3.2. Contrôle du carburant à bord

Pour être méthodique, il doit comparer deux informations :

- les indications, peu fiables, des jauges électriques AV et AR ;
- les indications, peu fiables, des jauges électriques AV et AR ;

ATERRISSAGE A VUE *Visual landing*

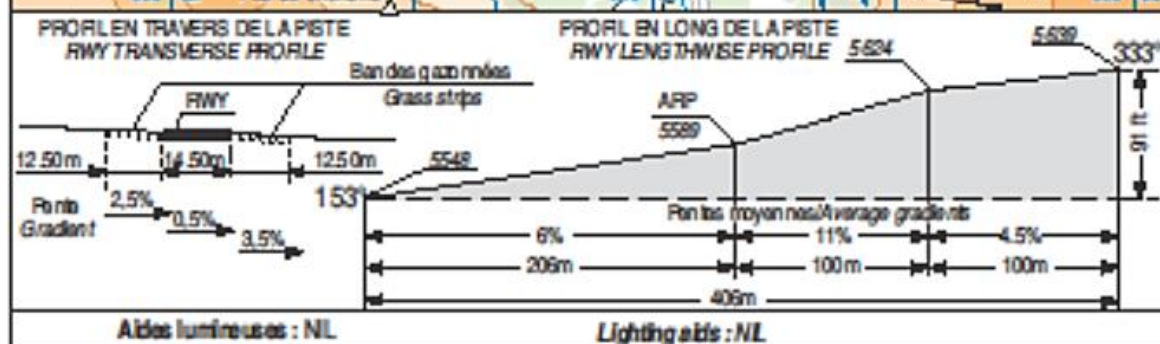
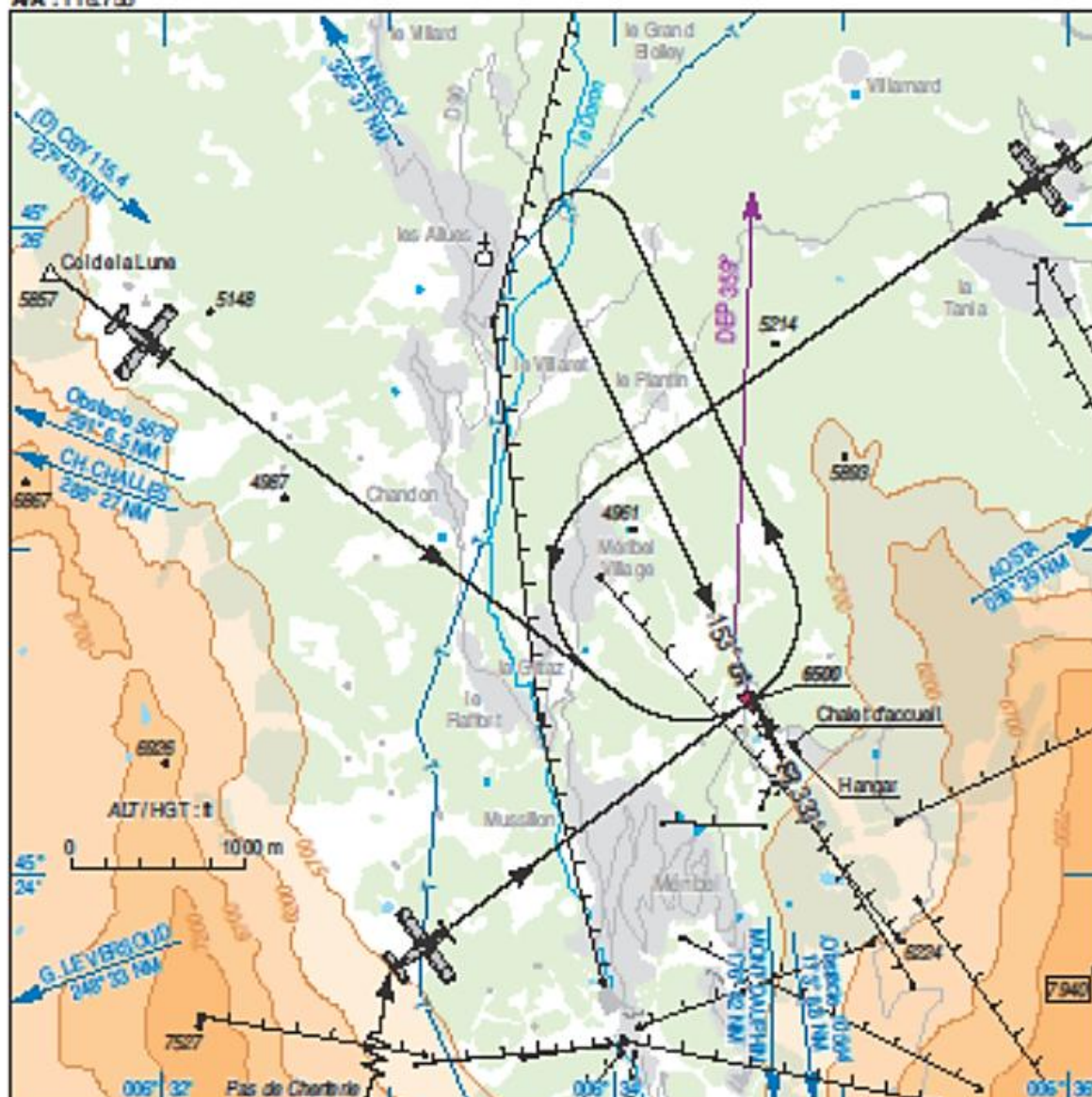
ALTIPORT/MOUNTAIN AIRFIELD
Usage restreint/Restricted use

MERIBEL ROBERT MERLOZ
AD 2 LFKX ATT 01

14 JUL 22

	ALTSUP : 5639 (202 hPa) ALT INF : 5548 (199 hPa) LAT : 45 24 27 N LONG : 006 34 39 E	LFKX VAR : 2°E (20)
---	---	---------------------------------------

APP : NIL
TWR : NIL
NA : 118.755



AMDT 08.22 CHG : VAR, orientations, FREQ AIA, fond top o.

© SIA

Robert Merloz

AD 2 LFKX TXT 01
14 JUL 2022

AIP FRANCE

MERIBEL ROBERT MERLOZ

RWY	QFU	Dimensions dimension	Nature Surface	Resistance Strength	TODA	ASDA	LDA
15	153	406x15	Revêtu	5 t	-	-	400
33	333		Paved		400	400	-

Consignes particulières / Special instructions

Conditions d'utilisation de l'AD

AD à caractéristiques spéciales, réservé aux pilotes titulaires :

- pour les pilotes avions, soit de la qualification montagne (roues et/ou skis), soit de l'autorisation de site de l'aéroport en état de validité.
- pour les pilotes ULM, il est fortement conseillé d'avoir suivi le cursus montagne organisé par la FFPLUM.

Dangers à la navigation aérienne

Atterrissage interdit en cas de piste non damée.

S'assurer de l'état de la RWY auprès de l'ACB.

Procédures et consignes particulières

Piste bitumée sur imprégnation. Pente moyenne 7%.

Balises diurnes : 12 marques axiales de 15 x 0,20 m espacées de 15 m, couleur blanche. Peigne au QFU 153° composé de 4 barres de 15 x 1 m, couleur blanche.

RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT

Pas de décollage le matin avant 0900 locales (sauf dérogation particulière donnée par l'exploitant d'aérodrome de l'aéroport).

Aéronefs non basés :

- activité limitée à un atterrissage par jour
- activité d'instruction limitée à deux atterrissages par demi-journée, silencieux moteur obligatoire
- pas de vol d'instruction entre 1230 et 1400 locales.

← Report obligatoire de tous les messages de position sur la FREQ A/A.

Entrée :

Provenance N et NW report Col de la Lune.

Provenance NE report verticale.

Provenance SW report Pas de Cherferie.

Autres provenances, se signaler en vue des installations de l'aéroport.

En cas de QNH non connu : obligation d'entrée par le Col de la Lune. Prendre comme référence l'antenne relais du Col de la Lune dont l'altitude est 6200 ft lors du passage travers.

AD operating conditions

Airfield with special characteristics reserved for pilots holding :

- for the plane pilots, either a mountain rating (wheels and/or skis), or a valid clearance for using the AD.
- for microlight ACFT pilots, it is strongly recommended to have attended the mountain training organised by the FFPLUM (French Microlight Federation).

Air navigation hazards

Landing prohibited when the RWY has not been smoothed.

Find out about the state of the RWY from the flying club.

Procedures and special instructions

Asphalt RWY. Mean RWY slope : 7%.

White day ground markings : 12 axis marks of 15 x 0.20 m with intervals of 15 m. QFU 153° marked with 4 stripes of 15 x 1 m.

RESPECT FOR THE ENVIRONMENT

No TKOF in the morning before 0900 local time (except special derogation from the AD operator).

Non home-based ACFT :

- activity limited at one LDG / day
- instruction flights limited to two LDG per half day, exhaust silencer compulsory
- no instruction flight between 1230 and 1400 local time.

Compulsory transmission of all reporting messages on FREQ A/A.

Incoming :

Via N and NW, report overhead "Col de la Lune".

Via NE, report overhead AD.

Via SW, report « Pas de Cherferie ».

For other incomings pilots are to report in sight of the AD.

In case of unknown QNH : incoming via the "Col de la Lune" mandatory. Use as reference the "Col de la Lune" relay antenna whose altitude is 6200 ft when flying abeam this antenna.

MERIBEL ROBERT MERLOZ

Atterrissage : QFU 153° obligatoire. Passage verticale seuil 15 à 6500 ft AMSL.

Intégration branche éloignement à 6000 ft AMSL.

Zone préférentielle d'atterrissage forcé à 3 km dans le NNW de l'AD au-dessus de l'église du village des Allues, dite « Champ Xavier Maniguet », atterrissage face à l'Ouest, déclivité assez importante (15 à 20 %).

Décollage : QFU 333° obligatoire.

Une raquette est disponible pour les essais moteurs avant alignement.

← Après TKOF dégager par la droite cap au 359°.

Utilisation pour les hélicoptères en période hivernale.

Consignes à respecter de décembre à avril (inclus).

Respecter impérativement le circuit avion en passant par la verticale 6500 ft AMSL.

Stationnement hélicoptère interdit.

Autorisation de couper 15 minutes pour embarquement / débarquement.

← Un seul hélicoptère à la fois, avec obligation de veiller FREQ A/A. Si arrivée d'un autre trafic hélicoptère pour espacement, se tenir prêt au départ immédiat.

Autorisation d'embarquement / débarquement si rotor tournant, au régime ralenti, pendant 5 minutes maximum.

LDG: QFU 153° compulsory. Overflying overhead THR 15 at 6500 ft AMSL.

Integration downwind leg at 6000 ft AMSL.

Recommended area for emergency landing, called "Champ Xavier Maniguet", located 3 km NNW of AD above the church of the village Les Allues, landing facing West, slope 15 to 20 %.

TKOF : QFU 333° compulsory.

A turn around area is available for the engine tests before line up.

After TKOF clear the RWY axis by a right turn heading 359°.

Use by helicopters in the wintertime.

Instructions to follow from December to April (included).

The plane airfield traffic pattern must be followed with flying overhead the AD at 6500 ft AMSL.

Helicopter parking prohibited.

Authorization to turn off engines for 15 minutes loading / unloading operations.

One helicopter at a time, with mandatory monitoring of FREQ A/A. If another helicopter arrives, get ready to leave immediately.

Loading / unloading is authorized if the rotor is turning at idle power, for a maximum of 5 minutes.

Informations diverses / Miscellaneous

Horaires sauf indication contraire / Timetables unless otherwise specified
UTC HIV ; HOR ETE : -1HR / UTC WIN ; SKED SUM : -1HR

- 1 - **Situation / Location :** 1,5 km NNE Méribel Les Allues (73 - Savoie).
- 2 - **ATS :** NIL.
- 3 - **VFR de nuit / Night VFR :** Non agréé / Not approved.
- 4 - **Exploitant d'aérodrome / AD operator :** ACB.
- ← 5 - **CAA :** DSAC Centre-Est (voir / see GEN VAC).
- ← 6 - **BRIA :** BORDEAUX (voir / see GEN VAC).
- ← 7 - **Préparation du vol / Flight preparation :** Acheminement PLN VFR / Addressing VFR FPL : voir / see GEN VAC.
- ← 8 - **MET :** VFR : voir / see GEN VAC ; IFR : voir / see AIP GEN ; Station : NIL.
- 9 - **Douanes, Police / Customs, Police :** NIL.
- 10 - **AVT :** NIL.
- 11 - **RFFS :** Extincteurs à poudre de 10 kg disponibles quand ACB ouvert. Pompiers de Méribel O/R.
10 kg powder fire extinguisher available when ACB open. Méribel firemen O/R.
- 12 - **Péril animalier / Wildlife strike hazard :** NIL.
- 13 - **Hangars pour aéronefs de passage / Transient aircraft hangars :** possible suivant les disponibilités pour monomoteurs / Possible according to availability for single engine.
- 14 - **Réparations / Repairs :** NIL.
- 15 - **ACB :** de Méribel, 73550 MERIBEL TEL : 04 79 08 61 33.
E-mail : info@ac-meribel.com

- le carnet de route de l'avion dans lequel sont indiqués :
 - les compléments de pleins successifs :
 - les temps de vol précédents.

Basée sur une consommation de 35 l/h, la comparaison des deux informations permet de valider, oui ou non, les indications instrumentales avec, toutefois, une « certaine » marge d'erreur.

13.3.3. L'emport de carburant en montagne

Depuis les débuts de l'Aviation, la masse est l'ennemie de l'avion !

Pour préserver les performances, le pilote doit éviter de transporter inutilement de l'essence (100 L = 72 kg).

Sur D-140 :

- **plein complet :**

autonomie =	5 heures
réserve =	30 minutes
(soit un total de	115 kg)
- **plein montagne :**

autonomie =	2 heures
réserve =	30 minutes
(soit un total de	65 kg)
(soit un différentiel de 90 kg)	

pour un vol standard d'une heure à une heure trente.

On utilise généralement le plein du réservoir Avant et la moitié du réservoir Arrière.

a. Avantages :

- quantité minimum disponible fiable, le réservoir AV est plein ;
- performances avion optimum ;
- centrage de l'avion respecté ;
- sur skis : virage serré au sol facilité (allègement du ski AR).

b. Remarque

La pratique du demi-plein est fréquente.

L'autonomie estimée est alors de 2 h 30' + 30' de réserve.

Inconvénient de cette méthode : le pilote ignore l'autonomie réelle car les quantités indiquées au sol varient dès que l'avion est en l'air.

c. Inconvénient de cette méthode

Le pilote ignore l'autonomie réelle de l'appareil car les quantités indiquées au sol varient dès que l'avion est en l'air.

13.3.4. Le manuel de vol

C'est le « mode d'emploi » de l'avion, dont la présence à bord est obligatoire.

Sa consultation régulière permet au pilote :

- de recadrer sa connaissance de l'avion ;
- de se libérer d'éventuelles... manies.

13.3.5. La *check-list* avant décollage

Importante pour le pilote, car c'est sa dernière chance de détecter une éventuelle erreur de préparation de l'avion avant le décollage.

a. Modes de vérification

Sa vérification peut être effectuée de quatre manières différentes :

- 1) Le support papier (*'To-do List'*), sans oublier de rubrique.
- 2) Le balayage (*'Scanning'*) de G à D et de haut en bas (ou l'inverse). Il faut déjà bien connaître l'avion pour ne rien oublier.
- 3) La méthode mnémotechnique **ACHEVER** : apprise par le pilote une fois pour toute, pour toute sa carrière, elle est transposable sur tout type d'avion léger.
- 4) Le « *n'importe quoi* » : « *Bon, on a de l'essence, la verrière est bien fermée, t'es attaché ?* »

Le pilote choisit entre les trois premières.

Parfois pratiquée, La quatrième est bien entendu à exclure.

b. La méthode **ACHEVER**

A	• Atterrisseur	• Freins serrés (sur roues) ou skis en pression
C	• Commandes	• Libres et dans le bon sens
	• Compensateur	• Neutre/Position décollage
	• Carburateur	• Réchauffage sur froid • Mélange réglé pour l'altitude
	• Contact	• Sur <i>Both</i>
H	• Huile	• Pression OK • Température dans le vert
	• Harnais ou ceinture	• Serré(e)
	• Hélice	• Sans objet
E	• Essence	• Ouverte sur Avant • Autonomie vérifiée • Pompe sur <i>On</i> • <i>Pas d'alarme</i>
V	• Verrière	• (Fermée et) Verrouillée

	• Volets	• Position décollage
E	• Électricité	• Ampèremètre en charge
	• Extincteur	• À poste
R	• Réglage	• Dépression/Altimètre et gyroscope réglés
	• Radios	• Réglées • Transpondeur sur 'ON'

13.4. Le tour de piste – Exemple de Méribel⁷

Le « tour de piste » intègre les techniques détaillées dans les chapitres précédents.

13.4.1. Circuit théorique

Les éléments constitutifs du tour de piste « *montagne* » réglementaire figurent en Annexe A.

Le décollage à partir de la plateforme de Méribel (Altiport Robert Merloz) et l'atterrissage sur celle-ci est conforme aux usages en vigueur.

Le seul aménagement au plan local consiste à décaler le passage à la verticale des installations du haut de la piste (plateforme du point d'arrêt) au seuil de piste Nord.

Cette modalité a été adoptée afin d'éviter le survol des immeubles d'habitation situés à l'Est du haut de la piste.

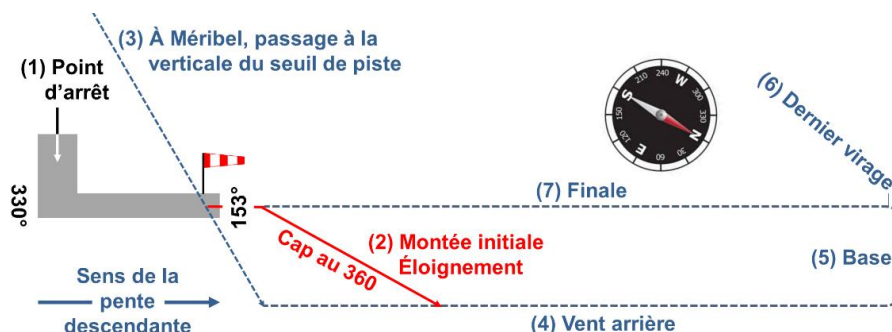


Fig. 142 – Éléments constitutifs du tour de piste à Méribel

13.4.2. Départ sur skis

Avant de quitter le point de stationnement (A), vérifier :

- l'affichage de la fréquence 118,75 MHz ;
- le niveau de réception VHF (bouton squelsh) ;
- le trafic dans le circuit (écoute).

Annoncer « *F-XX, début d'évolution plateforme* » et débiter le déplacement vers (B).

⁷ Voir <https://www.youtube.com/watch?v=J7Vlq-P4V0w>

Attention : en quittant (A), la pente s'établit rapidement à - 4 %. Lancé sur neige verglacée, l'avion ne peut plus s'arrêter avant de couper l'axe de piste !

Choisir le moment opportun pour vérifier :

- la manche à air Nord (la principale) ;
- la piste et l'approche finale.

À l'arrêt en (B), dans le sens montant, effectuer les essais moteur.

Puis placer l'avion en (C), entre 45 et 90°, mais pas trop près de la piste... si un autre avion se pose long !

Effectuer :

- la C/L avant décollage ;
- le briefing ; le guet, 30 secondes ;
- l'écoute du trafic.

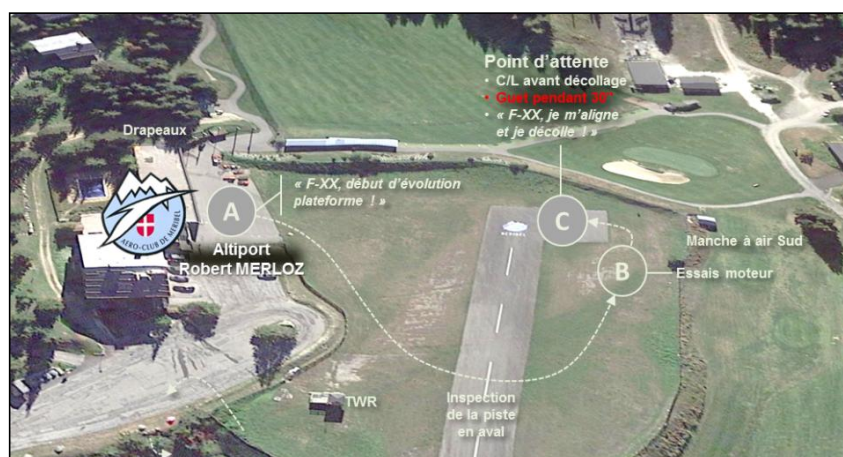


Fig- 143 – Mouvements avant décollage

Rappel : la trajectoire sur skis, palonnier « à fond », est comparable à la trajectoire sur roues sans freiner.

13.4.3. Le briefing avant décollage

Pas de litanie ! Il doit être bref, précis et adapté aux conditions du moment.

En double commande, l'instructeur fixe :

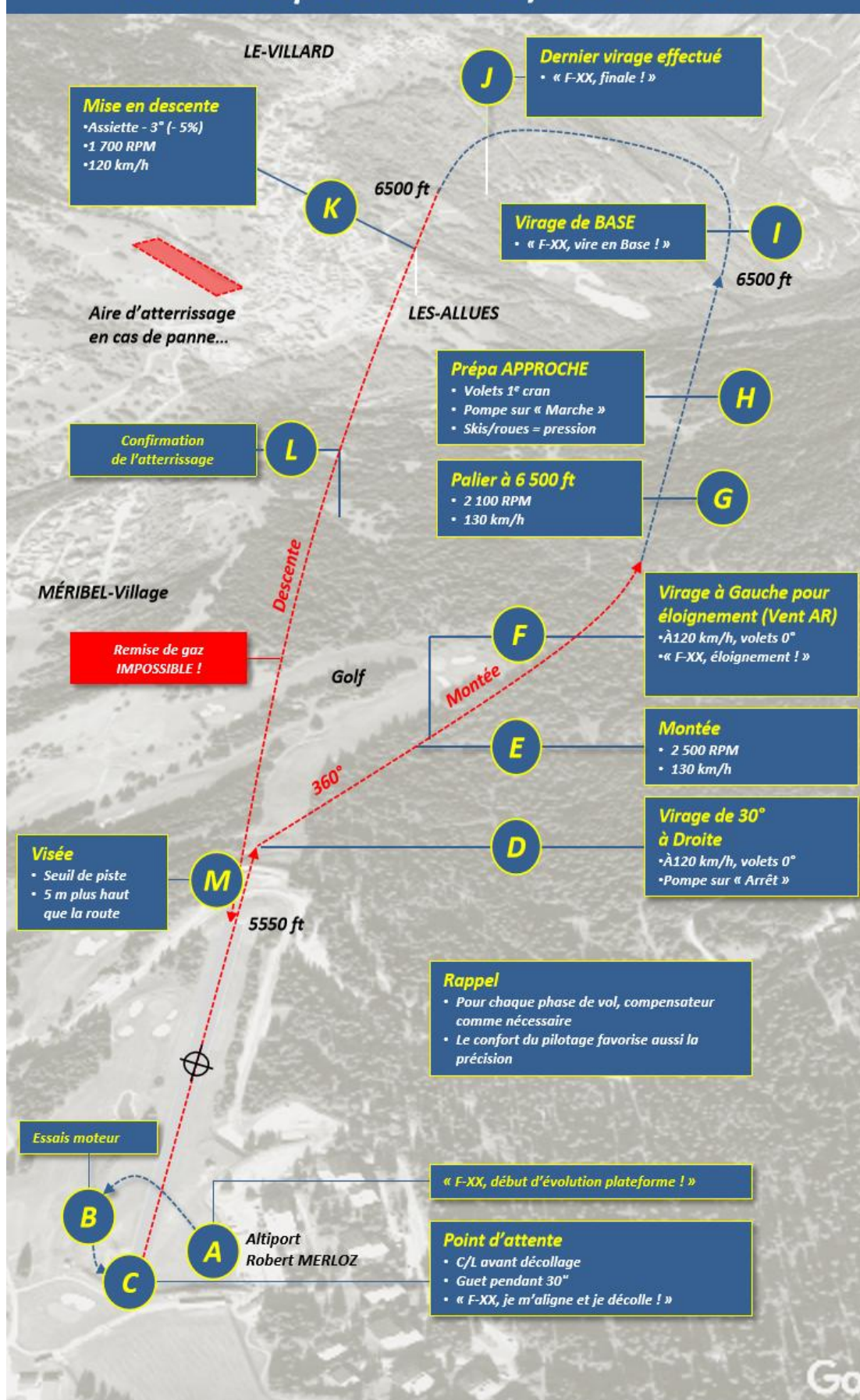
- en cas de panne moteur, la répartition des tâches (qui fait quoi ?) et la trajectoire ;
- sans panne, l'exercice suivant : tour de piste, mise de cap vers...
- tout autre critère de son choix.

En solo, le pilote effectue pour lui-même un briefing identique, mais sous forme silencieuse.

13.4.4. Le briefing avant décollage

Pas de litanie ! Il doit être bref, précis et adapté aux conditions du moment.

Le tour de piste à Méribel/Robert Merloz



En double commande, l'instructeur fixe :

- en cas de panne moteur, la répartition des tâches (qui fait quoi ?) et la trajectoire ;
- sans panne, l'exercice suivant : tour de piste, mise de cap vers...
- tout autre critère de son choix.

En solo, le pilote effectue pour lui-même un briefing identique, mais sous forme silencieuse.

13.4.5. La panne-moteur au décollage

Pour la traiter de manière rationnelle, il faut y réfléchir préalablement.

La configuration des lieux et l'instant où survient la panne sont déterminants :

- en début de mise de vitesse : si la trajectoire de l'avion peut être contenue dans les limites de la piste ou de ses abords immédiats, la casse est en général légère et sans conséquence pour l'équipage ;
- juste avant l'envol, c'est le cas le plus critique : l'avion vole :
 - o trop vite pour pouvoir s'arrêter dans les limites de la piste ;
 - o trop lentement pour décoller.

La probabilité de vivre un jour cette situation est faible. Le pilote doit accepter l'impasse ou pratiquer une activité différente... le ping-pong par exemple !

À Méribel...

En début de mise de vitesse, éviter à tout prix de franchir la route d'accès en aval du seuil.

Si la vitesse est importante à l'instant de la panne, engager une aile dans l'une des clôtures latérales : la décélération et l'arrêt de l'avion sont garantis, sans trop de risque pour l'équipage.

Panne après le seuil de piste : le site de secours des [Allues](#) situé :

- au-dessus de l'église ;
- 2 000 [ft](#) plus bas,

constitue un terrain de recueil... déjà étreint.

Il est indiqué sur la fiche VAC.

13.4.6. Alignement/Décollage

Il faut :

- annoncer « *F-XX, je m'aligne et je décolle !* »
- quitter le point d'attente (C) pour rejoindre l'axe de piste.

Lors de ce virage, la vitesse de l'avion doit être maîtrisée, surtout sur neige glissante, pour éviter :

- le départ en dérapage (cheval de bois) ;
- le dépassement de l'axe.

Sauf cas particulier, il est judicieux d'enchaîner directement le décollage : la vitesse déjà acquise à l'alignement réduit d'autant la distance nécessaire à l'envol :

- mettre pleins gaz ;
- vérifier le régime : de l'ordre de 2 300 t/mn.

Si on lit 2 100 t/mn environ, repousser le réchauffage carburateur sur « *froid* » (ça marche neuf fois sur dix !), ou décision pilote en fonction des circonstances :

- par le travers de la tour : contrôle du badin ;
- si ce dernier est inférieur à 40/45 km/h, la glisse est mauvaise : interrompre le décollage (cf. Briefing 9) ;
- pendant la phase de mise en vitesse, le pilote laisse glisser l'avion, assiette « *trois points* », en attendant l'envol ;
- à l'envol, l'adoption d'une trajectoire parallèle au sol permet d'accélérer rapidement vers la vitesse de montée de 130/140 km/h.

Remarques de sécurité

Vu de la plateforme, au début de la mise en vitesse, le pilote peut avoir l'impression que des promeneurs stationnent sur la piste, près du seuil.

En réalité, ces promeneurs se trouvent en aval, près du seuil, au-delà de la route.

Due à la configuration des lieux, cette illusion d'optique doit être connue des pilotes afin d'éviter un arrêt-décollage scabreux.

13.4.7. Montée

Après le survol du seuil :

- assiette de montée ;
- $V_i = 130$ km/h environ ;
- on libère l'axe de descente approche par un virage à D d'environ 30° (cap Nord) pour libérer le volume d'approche, on s'éloigne de l'axe ;

En raison de la pente du sol, la hauteur de l'avion augmente rapidement :

- volets rentrés (sans brutalité), le vario est supérieur/meilleur avion « *lisse* » ;
- pompe électrique coupée.

Ne pas trop s'approcher de la ligne de crête située à droite :

- un hélicoptère peut surgir de la forêt ;

- on évite le survol de la piste de ski de fond ;
- on s'éloigne du seuil.

Virage à gauche pour l'avion en éloignement (vent AR sur piste classique).

La précision de ce virage est contrôlée par un coup d'œil du pilote $\frac{3}{4}$ AR/G vers la piste.

13.4.8. Palier

Mise en palier à 6 000 ft [QNH](#), calage plateforme altiport :

- assiette de palier (vario 0) ;
- régime 2 100 t/mn environ (fonction de la masse de l'avion) ;
- éventuellement, réchauffage carburateur « *chaud* » (cf. Briefing 6 'Conduite du moteur'), seulement si les conditions de givrage sont avérées ;
- vitesse environ 130 km/h ;
- annoncer « *F-XX éloignement* » ; ajouter éventuellement « *Numéro Y* » pour signifier/ confirmer au(x) trafic(s) précédent(s) que vous les avez en vue.

Adopter la configuration « *approche* » :

- volets 1^{er} cran (décollage), vitesse dans l'arc blanc ;
- pompe électrique sur « *marche* » ;
- vitesse environ 120 km/h environ ;
- sur neige, skis en position et pression hydraulique vérifiée.

Calibrer l'éloignement :

- insuffisant : l'approche à forte pente est inévitable ;
- important : perte de temps inutile, gêne des autres trafics ;
- distance correcte.

13.4.9. Étape de base

Virage à 90° à G :

- au plus tôt, par le travers des Allues ;
- au plus tard, par le travers du Villard-des-Allues ;
- annoncer « *F-XX, étape de base* » ;
- précision du virage : à la dérive près, la piste doit être parallèle à l'axe G.

1.3.4.9. Dernier virage

Un 90° à G doit placer l'avion sur l'axe de piste :

- annuler l'effet de parallaxe : lorsque l'avion est sur l'axe, la piste est vue obliquement ; le pilote est induit à s'aligner :
 - à G de l'axe, en place G ;

- à D de l'axe, en place D.
- annoncer « *F-XX, en finale* ».

1.3.4.10. Interception de la bonne pente d'approche

Si le calibrage de l'interception est soigné :

- palier à 6 000 ft QNH plateforme ;
- quelques secondes avant le survol de la route de La-Tania vers Courchevel :
 - assiette - 3° (- 5 %) ;
 - réduction moteur vers 1 700 t/mn,

L'avion est d'emblée placé sur la bonne pente.

Le point de visée • choisi est :

- le seuil physique de piste par vent AR faible ou moyen (10 kt) ;
- en aval du seuil, par vent AR fort (limite 15/20 kt).



Photo 46 –En ligne de mire, le seuil de piste de Méribel

Attention : La route située en aval immédiat de l'entrée de piste est à niveau deux étages plus bas que le seuil.

Prendre cette route comme point de visée • habituel place l'avion en situation de finale courte et basse.

13.4.11. Réalisation pratique de l'approche finale

Analysée dans le Briefing 10, cette phase peut être explicitée, en pratique, de manière plus opérationnelle.

Suivi du bon plan :

- à la mise en descente, ajuster la trajectoire de l'avion vers la cible fixe choisie : le point d'aboutissement ;
- le pilote s'interroge alors : « Où l'avion irait-il se percuter le sol (point d'immobilité) sans intervention de ma part ? »

Le bon plan étant rejoint, le pilote doit alors se répéter mentalement, jusqu'à l'arrondi :

(1) « Je veux aller "percuter" le point d'aboutissement ».

Cette détermination se matérialise par un pilotage volontaire, donc efficace.

Les petites corrections au manche s'enchaînent.

L'avion suit une trajectoire proche du bon plan.

a. Tenue de la vitesse de référence VRef

(2) « Je veux aller "percuter" le point d'aboutissement ».

(3) « À la bonne vitesse ».

De rapides coups d'œil au badin sont indispensables, au moins toutes les cinq secondes.

En courte finale, si l'on est tenté de réduire prématurément, se rappeler qu'une approche au moteur, moteur réduit, ça ne marche pas !

b. Tenue de l'axe

(4) « Je veux aller "percuter" le point d'aboutissement ».

(5) « À la bonne vitesse ».

(6) « Dans l'axe », par conjugaison manche-palonnier, bille au milieu.

Sur les avions à double commandes « côte à côte » ; un éducatif consiste à s'aligner :

- sur la droite de la piste, pilote en place G ;
- sur la gauche de la piste : pilote en place D.

L'avion se pose alors... sur la ligne médiane.

Valable partout, quelle que soit la taille de l'avion.

c. Impératif

(1), (2) et (3) doivent être respectés jusqu'en début d'arrondi.

d. Configuration d'atterrissage

Dès que l'atterrissage au point de toucher est assuré (voir Chapitre 7), le pilote :

- sort les pleins volets ;
- simultanément, corrige l'assiette « à piquer » (environ 1 à 2°) ;
- augmente la puissance (200 à 300 t/mn) pour compenser l'augmentation de traînée ;
- règle le compensateur « à piquer » pour annuler l'effort au manche (moins sensible avec les petits volets).

Pour faciliter l'apprentissage et si l'aérodynamique le permet, l'anticipation de cette phase permet de stabiliser plus tôt la finale.

En résumé...

- *Moyennant un respect scrupuleux des quelques règles édictées dans ce briefing, le pilote de montagne saura facilement aborder la piste de Méribel et s'y poser sans encombre.*
- *Néanmoins, il devra avoir à l'esprit que le seuil de la piste de cette plateforme présente la particularité de surplomber une route ouverte à la circulation de tous les types de véhicules, y compris les autobus, les camions de chantier ou des semi-remorques.*
- *Il sera donc toujours préférable de l'aborder en adoptant, dès que possible, le bon plan, c'est-à-dire une approche de - 3° ou - 5 % tout en restant calme face à la survenue inopinée d'un mobile, fût-il exotique.*



Robert MERLOZ

Formation du
PILOTE DE MONTAGNE

Briefing 14
La navigation
en terrain montagneux

<https://pilote-de-montagne.com/>



@PiloteMontagne

Sommaire du Briefing 14

14.1. Réglage altimétrique.....	3
14.1.1. Rappels <i>QNH</i>	3
14.1.2. <i>QNH</i> de référence.....	5
14.2. La navigation proprement dite.....	5
14.2.1. Le tour d'horizon.....	5
14.2.2. Le voyage.....	7
14.2.3. Préparation et réalisation d'un vol.....	7
a. Quelle carte utiliser.....	7
b. Préparation de la carte.....	7
14.2.4. Cheminement dans les vallées.....	8
14.2.5. L'atterrissage forcé.....	8
a. Choix de la position « <i>roues</i> ».....	9
b. Choix de la position « <i>skis</i> ».....	9
14.2.6. Situations météorologiques « <i>pièges</i> ».....	9
a. Vol par situation anticyclonique.....	9
b. Vol par mauvais temps avec risque d'évolution rapide.....	10
14.3. Le vol dans les nuages en région montagneuse.....	10
En résumé.....	11

La navigation en terrain montagneux

Il ne s'agit pas ici de refaire un cours de navigation à proprement parler car nous supposons les méthodes et les principes de base connus. Notre but est seulement d'attirer l'attention du lecteur sur certaines difficultés particulières au vol en montagne et donner quelques conseils qui, nous l'espérons, faciliteront vos débuts dans ce domaine.

14.1. Réglage altimétrique

En région montagneuse, il est essentiel de connaître son altitude de vol avec la plus grande précision possible.

La connaissance de cette altitude, c'est-à-dire de la hauteur réelle au-dessus du niveau de la mer, permet de se situer par rapport aux obstacles environnants. En particulier, elle permet d'assurer une marge de sécurité pour le franchissement de lignes de crêtes, de cols. Elle permet enfin de se présenter à la bonne hauteur au-dessus des [altisurfaces](#) de destination.

Si l'on est certain de la qualité de son réglage altimétrique et que l'on connaît l'altitude de la plateforme de destination, il est alors aisé de moduler les évolutions en vue de l'atterrissage.

Le réglage altimétrique qui donne l'altitude avec le plus de précision est le [QNH](#).

14.1.1. Rappels QNH

Le *QNH* d'un lieu est la pression atmosphérique régnant à ce lieu, ramenée au niveau de la mer en atmosphère standard.

Comment l'obtient-on ? En clair, c'est l'opération que l'on effectue au sol en affichant sur l'altimètre l'altitude topographique du lieu où l'on se trouve. L'instrument, gradué en standard, se charge de ramener la pression de ce lieu au niveau de la mer. Après cette opération, la pression qui apparaît dans la fenêtre est le *QNH*.

Exemple pratique : À Méribel, affichons l'altitude de la plateforme sur l'altimètre (1 720 m, soit 5 650 ft). Dans la fenêtre pressions, nous lisons 1 024 mb, par exemple. À cet instant précis, le *QNH* de Méribel est de 1 024 mb (à l'erreur instrumentale près).

L'information fournie par l'altimètre est d'autant plus précise que le *QNH* affiché :

- est toujours fourni par une station ;
- proche de l'endroit où évolue l'avion ;
- provient d'une information récente.

Erreurs possibles : Si, pour atterrir à Méribel, vous disposez du *QNH* instantané du lieu, l'altimètre marquera bien 1 720 m lorsque vous serez sur la plateforme. En revanche, si

vous arrivez à Méribel avec un *NH* de la région parisienne, des erreurs sensibles peuvent apparaître. Elles seront dues :

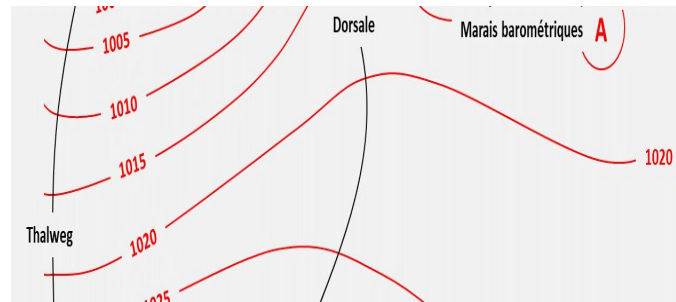


Fig. 144 – Exemple de courbes isobare

Fig. 145 – Tour d’horizon de MÉRIBEL

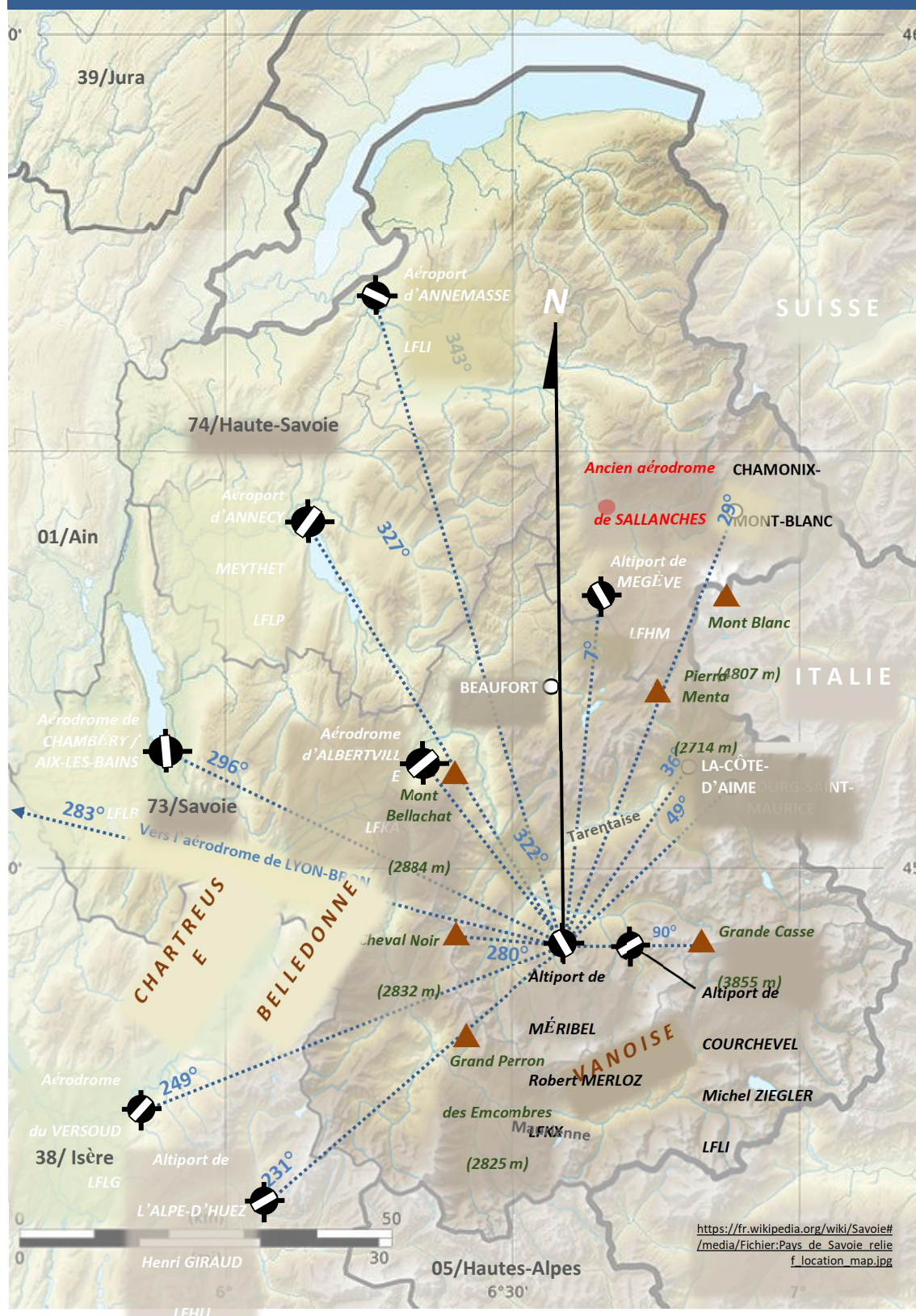


Fig. 146 – Exemple de cheminement



- à la variation horizontale du champ de pression (celle-ci peut atteindre 25 millibars (mb) pour les 500 km de l'exemple ci-après, soit une erreur d'altitude d'environ 200 m à l'arrivée (fig. 103) ;
- à la décroissance verticale réelle de température qui n'est qu'exceptionnellement conforme à celle de l'atmosphère standard (à 3 000 m, un écart de 10 degrés avec le standard introduit une erreur d'altitude d'une centaine de mètres si le QNH a été établi en plaine) ;
- aux dépressions locales se créant dans les zones sous le vent (erreur d'altitude de quelques dizaines de mètres).

Pour les atterrissages à haute altitude, se méfier des NH établis en plaine.

De plus, la pression atmosphérique varie en un lieu dans le temps ; à nos latitudes, cette variation peut atteindre 10 mb en quelques heures, soit une erreur d'altimètre correspondante d'une centaine de mètres. Il convient donc d'ajuster aussi souvent que possible le réglage de l'altimètre, en particulier avant chaque décollage lorsque l'altitude de la plateforme est connue avec précaution.

14.1.2. QNH de référence

Au départ d'un altiport : affichage direct de l'altitude de la plateforme.

À l'arrivée sur un altiport :

- en provenance d'un altiport voisin, utiliser le QNH de départ (erreur négligeable) ;
- en provenance d'un altiport éloigné, utiliser le NH de départ (erreur possible de quelques dizaines de mètres) ;
- en provenance de la plaine, afficher le QNH transmis par l'aérodrome le plus proche (Chambéry, Grenoble, Genève...) et prévoir une erreur d'altitude qui peut être importante.

1.4.2. La navigation proprement dite

En région montagneuse, la présence de sommets élevés impose souvent aux avions légers des contournements d'obstacles. La navigation à l'estime traditionnelle devient, dans ces conditions, difficile à appliquer du fait des fréquents changements de cap.

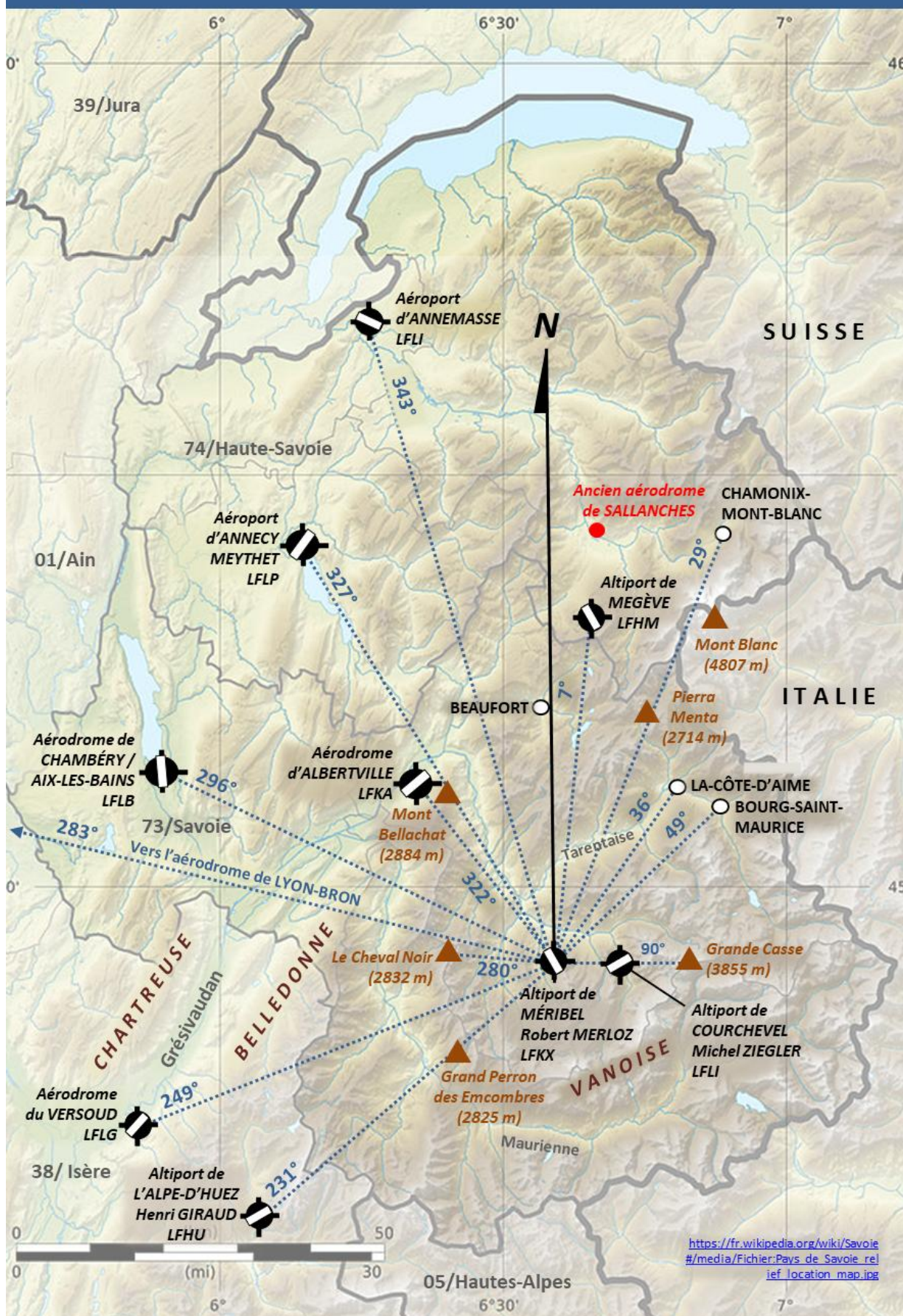
La seule navigation possible sera une navigation de cheminement à vue.

Paradoxalement, la difficulté essentielle provient de l'abondance des points de repère ; parmi eux, nombreux sont ceux qui se ressemblent et dont l'aspect se modifie profondément en fonction :

- de l'éclairage (différentes heures du jour, degré d'ensoleillement...) ;
- des conditions météorologiques (plafond, visibilité) ;
- de l'angle sous lequel vous les observez.

Combien de fois avons-nous vu des pilotes confirmés, débutants en montagne, momentanément égarés... en vue de l'altiport de base.

Fig. 145 – Tour d’horizon de MÉRIBEL



Un autre facteur, d'ordre psychologique celui-là, vient aggraver très souvent ces difficultés. En effet, à ses débuts en vol montagne, le pilote ressent fortement l'hostilité de la montagne. Le sol tourmenté lui fait redouter la panne, beaucoup plus, d'ailleurs, et l'anxiété qui en résulte, même fugitivement, lui fait perdre une partie de ses moyens.

14.2.1. Le tour d'horizon

Dans un premier temps, faire un tour d'horizon à partir de l'altiport de base pour apprendre :

- à identifier les sommets proches, puis lointains, caractéristiques ;
- à les situer les uns par rapport aux autres ;
- à situer l'altiport ou l'aérodrome par rapport à eux ;
- à reconnaître les axes de départ usuels (voir ci-contre).

Exemple de Méribel : La connaissance des sommets les plus caractéristiques dans un rayon de 20 km doit être acquise au point de pouvoir se passer de la carte dans cette zone.

En particulier, pour Méribel, nous vous conseillons d'étudier très soigneusement tout la grande Casse sous tous les aspects : ce sommet de 3 852 m, le plus haut de la Vanoise, constitue une excellente balise située à une vingtaine de km de l'altiport. Il se voit de et se reconnaît de très loin.

Lorsque votre connaissance de la 'proche banlieue' sera acquise, vous pourrez entreprendre les vols de point à point beaucoup plus sereinement.

14.2.2. Le voyage

Nous l'avons dit, il est rarement possible de faire une navigation au cap et à la montre. Chaque voyage est un cas particulier où il faut :

- choisir un cheminement, le plus direct possible, mais permettant néanmoins le vol à une altitude raisonnable (si nécessaire, prévoir un cheminement à plusieurs segments) ;
- déterminer l'altitude de vol en fonction des obstacles en route (altitude des sommets ou des cols) et des possibilités de l'avion ;
- déterminer une trajectoire de montée qui permet d'atteindre l'altitude voulue sans augmenter trop la durée de vol.
-

14.2.3. Préparation et réalisation d'un vol

a. Quelle carte utiliser ?

Les [cartes aéronautiques au 1/500 000^e](#) sont d'un emploi rendu aisé par l'habitude mais, pour les régions de montagne, la couleur sombre employée pour rendre le relief crée des difficultés de lecture. De plus, le manque de détails est souvent pénalisant.

Certains pratiquants du vol en montagne leur préfèrent les [cartes Michelin](#) régionales au 1/2000 000^e.

Les numéros 74-77 et 81 couvrent toutes les Alpes françaises. La figuration du relief y est séduisante, les renseignements qu'elles contiennent sont judicieusement choisis et sont très lisibles.

En particulier, stations de ski, principaux altiports, cols, sommets

Fig. 146 – Exemple de cheminement



caractéristiques, [Parc National de la Vanoise](#)... y apparaissent nettement.

Le choix de la carte étant arrêté, passons à la préparation du vol.

b. Préparation de la carte (voir ci-contre)

D'une manière générale :

- porter les altisurfaces et l'altitude de leur plateforme ;
- faire apparaître nettement les zones dont le survol est réglementé (Parcs nationaux, entre autres) ;
- repérer les sommets caractéristiques et souligner leur altitude ;
- noter l'orientation de l'axe des vallées principales.

Pour un vol précis point à point étalonner les segments de 10 en 10 km, ou en toute autre base vous semblant plus pratique.

Même si le vol doit s'écarter momentanément de la route idéale, cette dernière, utilisée comme un « *fil directeur* », permet aisément le recalage de la navigation.

Prenons un exemple précis : vous décollez de [Méribel](#) pour [Megève](#).

Compte tenu des performances de l'avion, une mise de cap directe risque d'être impossible.

Vous pouvez, bien sûr, prendre votre altitude à la verticale du terrain, mais cette procédure vous ferait perdre beaucoup de temps.

En revanche, si votre connaissance des sommets caractéristiques est suffisante, un début de montée au cap nord vous permet de découvrir rapidement le sommet de la [Pierra Menta](#) (2 711 m). Monolithique, ce sommet, identifiable à coup sûr, se trouve pratiquement sur la route directe vers Megève et permet de recalcr, à tout moment, la navigation.

Vous pouvez de ce fait adopter la trajectoire de montée la plus judicieuse sans perdre de temps. Il serait en effet inutile de monter à 3 000 m alors qu'une altitude de 2 800 m environ suffit.

14.2.4. Cheminement dans les vallées

Lorsque la vallée n'est pas totalement ensoleillée, il est important d'éviter de voler dans les zones d'ombre car :

- la plupart des obstacles fixes se discernent mal dans l'ombre (en particulier, les câbles de lignes à haute tension ou de téléphériques sont souvent invisibles) ;
- les avions en vol sont difficiles à repérer et, dans certaines zones très fréquentées, il est essentiel de ne pas multiplier les risques.

Dans les zones ensoleillées, si vous voyez, vous êtes vus. Hors considération d'éclairage, l'usage, par atavisme sans doute, semble avoir repris la règle de la circulation à droite. Nous conseillons fortement d'en

tenir compte, surtout dans les passages étroits et à l'abord des zones masquées.

Évidemment, si vous deviez faire du vol en montagne... en Écosse, il faudrait redoubler de vigilance.



Photo 47 – Un long cheminement requiert toute l'attention du pilote (photo Jean-Marie Urlacher)

14.2.5. L'atterrissage forcé

Lors des vols en région montagneuse, nous vous l'avons dit, le pilote à ses débuts se débarrasse difficilement d'un certain sentiment d'inquiétude ; la montagne au premier abord est hostile, c'est certain. En particulier, la rareté apparente de terrains favorables à l'atterrissage forcé l'inquiète.

En revanche, le pilote accoutumé à la montagne sait que la forte pente permet de se satisfaire de terrains de faibles dimensions. Ce fait étant acquis, il découvre que les zones favorables à l'atterrissage forcé en montagne sont au moins aussi nombreuses qu'en plaine.

Bien que la fiabilité des avions actuels rende l'atterrissage forcé par panne de plus en plus rare, nous vous conseillons, lors de vos vols, de rechercher et de repérer ces zones propices.

Même si vous ne devez jamais les utiliser, le fait de savoir qu'elles existent vous permettra de voler plus sereinement ; ce qui est déjà un résultat non négligeable.

Ce repérage de terrains propices est particulièrement conseillé dans le secteur d'envol des altiports. En effet, pour limiter ou même supprimer toute impasse lors du décollage, un avion ayant la panne après avoir franchi le bout de piste devrait pouvoir aller se poser sans dommages importants plus bas dans la vallée.

À Méribel, de nombreux champs situés 300 m au-dessous du niveau de l'altiport, avant le village des [Allues](#), remplissent parfaitement ce rôle.

Nous pensons qu'un cycle d'instruction complet sur le vol en montagne doit comporter l'étude de la panne au décollage, sur les altisurfaces où cela a un sens, bien entendu.

Que faire en cas de panne ? Rappelons-le :

- 1) Configuration lisse : la [finesse](#) de l'avion est meilleure volets rentrés. Pour le [PA-18](#), $f = 110$ environ.
- 2) Adopter la vitesse de finesse maximum. Sur [PA-18](#), 70 [mph](#) environ. C'est la vitesse qui permettra d'aller le plus loin possible.
- 3) Choix du terrain : les considérations de vent ne sont plus prépondérantes (de fortes pentes permettent d'annuler l'effet d'un vent arrière). Sauf erreur grossière, s'en tenir jusqu'au bout au choix initial ; les changements de dernières secondes vous repoussent souvent de [Carybde en Scylla](#) et l'évolution risque de se terminer en catastrophe.

Remarque : Se méfier des fonds de vallées. Lorsqu'elles sont étroites, la route, la voie ferrée et le torrent occupent toute la place. De surcroît, les lignes à haute tension ([HT](#)) tressent un réseau qui, dans le fond des vallées, devient souvent impénétrable. Les zones situées en moyenne montagne sont donc, en général, les plus favorables.

- 4) Sélectionner la position des skis en fonction des circonstances.
- 5) L'évolution sera calibrée en version lisse, le dosage des volets assurant la précision finale. Effectuer l'atterrissage pleins volets afin de réduire le plus possible la distance d'arrêt.
- 6) Bien entendu, l'ensemble de la manœuvre devra s'effectuer selon les règles de l'art : recherche de la panne, essai de remise en route, contacts, bretelles...

a. Choix de la position « *roues* »

Si les skis sont sortis au moment où la panne survient, il est conseillé de rester sur cette position, même si l'atterrissage doit s'effectuer sur un terrain de fortune sans neige.

Un avion normalement centré, même à train classique, a peu de chances de passer en pylône dans ces conditions.

En revanche, la distance d'arrêt est fortement diminuée. Dans le même ordre d'idée, signalons qu'un avion à train classique se posant sur neige fraîche skis relevés (positions « *roues* », donc), a de fortes chances de passer en pylône.

b. Choix de la position « *Skis* »

D'une manière générale, nous conseillons d'effectuer tous les vols de longue durée skis sortis : en dehors de l'intérêt que cette position peut présenter en cas d'atterrissage forcé, la finesse de l'avion est en général meilleure dans cette configuration (gain de Vitesse propre [\[Vp\]](#)).

Dans cette optique, il est presque superflu de signaler l'intérêt particulier de la check-list avant l'atterrissage.

14.2.6. Situations météorologiques « pièges »

Prudent par nature, le pilote de montagne sait se sortir de toutes les mauvaises passes, surtout celles relatives à la météorologie en très haute altitude.

a. Vol par situation anticyclonique

L'hiver, par situation anticyclonique (forte pression barométrique), le temps en montagne est presque toujours très beau :

- ciel sans nuage ;
- froid intense ;
- peu de vent.

En revanche, la même situation provoque très souvent en plaine la formation de stratus bas ou de brouillards épais justifiant la fermeture des aérodrômes.

S'il est imprudent, d'une manière générale, d'entreprendre un voyage sans protection météo, cela devient, par ce type de temps, de la pure inconscience lorsqu'on doit aller de la montagne vers la plaine.

Si vous ne disposez d'aucun moyen pour obtenir une protection météo, vous n'entreprendrez votre vol qu'à la seule condition de vous réserver le demi-tour à tout moment en tenant compte :

- de la qualité de carburant nécessaire ;
- de l'heure de coucher du soleil.

Le mépris de cette règle de bon sens risquerait de vous mettre en sérieuse difficulté et votre vol pourrait se terminer en catastrophe ou, dans le meilleur des cas, dans un champ.

b. Vol par très mauvais temps avec risque d'évolution rapide

C'est un type de temps que l'on rencontre au passage de fronts très actifs, rendus plus dangereux encore lorsque l'instabilité de la masse d'air leur donne un caractère orageux.

En plaine, ces zones de mauvais temps peuvent souvent être contournées mais, en région montagneuse, le pilote doit rester extrêmement vigilant : il ne peut écarter complètement le risque de se voir « enfermer » dans une vallée.

Dans ce cas, le processus est souvent le même : le pilote qui s'est engagé dans la vallée se voit contraint de faire demi-tour car un plafond trop bas ou de fortes précipitations lui interdisent le passage. Entretemps, l'évolution rapide des conditions météo, arrivée de front ou développement orageux, lui ont coupé la retraite.

Pris au piège, comment s'en sortir ?

D'abord, ne pas céder à l'affolement. La situation est à coup sûr inconfortable, mais certainement pas désespérée.

Si les conditions de vol et l'autonomie le permettent, entreprendre une attente dans l'espoir d'une amélioration, réduire la puissance afin

d'économiser le carburant.

Mettre à profit cette attente pour rechercher un terrain accueillant : une situation à caractère orageux peut s'éterniser en montagne. Le fait d'avoir à portée un terrain permettant un atterrissage sans trop de difficultés aide à ne pas céder à la panique.

Ne pas attendre d'être bousculé par les circonstances pour prendre la décision d'effectuer un atterrissage d'urgence. En particulier, ne pas attendre d'être :

- à court d'essence ;
- aveuglé par la pluie ;
- pressé et gêné par la tombée de la nuit.

Un atterrissage de fortune entrepris dans le calme a beaucoup plus de chance de bien se terminer que le même entrepris « *en catastrophe* ».

N'abandonner en aucun cas le vol contact (vue du sol), même si vous êtes équipé et entraîné pour le vol aux instruments. Si vous êtes tombé dans le piège, n'oubliez jamais que même un atterrissage sur les sapins vous laisse de bonnes chances... alors que la rencontre d'une montagne de plein fouet ne vous en laisse aucune.

14.3. Le vol dans les nuages en région montagneuse

Depuis les débuts de l'aviation, les régions montagneuses ont causé la perte d'un nombre impressionnant d'avions. Pour quelles raisons ? Elles sont bien simples :

- le relief crée des obstacles naturels importants ;
- ces obstacles, en modifiant l'aérologie, renforcent tous les phénomènes météo dangereux, d'où risques accrus de :
 - o forte turbulence ;
 - o violents mouvements verticaux d'air ;
 - o foudroiement ;
 - o fortes précipitations ;
 - o givrage intense.

Tous ces phénomènes peuvent provoquer la perte de contrôle de l'avion, et ce de deux façons :

- 1) De façon directe, en provoquant le décrochage (turbulence ou givrage) ou la rupture de la cellule (turbulence ou foudroiement).
- 2) De façon indirecte, en provoquant chez le pilote des surcharges de travail qui, rapidement, lui interdiront de faire face au moindre incident. Lorsque le processus de « *débordement* » est engagé, celui de la « *panique* » peut arriver très vite. Il est certain que ce processus est responsable de bon nombre d'accidents restés inexplicables.

Que faut-il en conclure ?

- Si vous êtes amené à voler en **IFR** en région montagneuse, étudiez soigneusement la situation météo avant votre départ : état de la masse d'air, nébulosité, instabilité, altitude des isothermes zéro et - 10°, régime des vents.
- Déterminez et respectez les altitudes de sécurité.
- Ayez toujours à l'esprit une trajectoire de sécurité qui vous permettrait d'échapper au relief en cas de difficulté (givrage ou ennui moteur ne vous permettant pas de maintenir l'altitude ou le niveau assigné).
- Si vous avez l'intention de faire des arrivées aux instruments en région montagneuse, et quel que soit votre degré d'entraînement, souvenez-vous que la descente au cœur des obstacles demande une connaissance parfaite des trajectoires, en particulier celles de remise de gaz. Bien entendu, la maîtrise des moyens disponibles (**ILS**, **VOR**, **ADF**, **GCA**... gonio) pour matérialiser ces trajectoires, doit être parfaite.
- Si vous disposez d'un radar météo, sachez qu'il sera pratiquement inutilisable en région montagneuse, les échos de sol étant prépondérants.

Pour finir, nous vous incitons à la plus grande prudence lorsque vous entreprenez des vols de ce genre. Et si les conditions vous paraissent marginales, n'hésitez pas à différer ou à annuler votre départ.



Robert Merloz

Formation du
PILOTE DE MONTAGNE

Briefing 15
Atterrissage et décollage
sur glacier

Photo Jean-Marie Urlacher

<https://pilote-de-montagne.com/>



@PiloteMontagne

Sommaire du Briefing 15

15.1. Qu'est-ce qu'un glacier ?.....	3
15.2. Formation d'un glacier.....	3
15.3. Structure d'un glacier.....	3
15.4. Les glaciers de type alpin.....	5
15.5. Difficultés spécifiques.....	5
15.5.1. Difficultés Liées à l'altitude.....	6
15.5.2. Difficultés liées au terrain.....	6
15.5.3. Difficultés liées à l'isolement des lieux.....	6
15.6. Comment aborder un glacier.....	6
15.6.1. L'éclairage.....	7
15.6.2. Le vent.....	7
15.6.3. La qualité de la neige.....	10
15.6.4. La meilleure zone et le meilleur axe.....	10
15.6.5. La meilleure trajectoire d'approche.....	11
15.7. Quel plan de descente adopter ?.....	11
15.7.1. Influence du vent.....	12
15.7.2. Limite de vent arrière.....	12
15.7.3. Limite vent debout.....	13
15.8. Atterrissage – Décélération.....	13
15.8.1. Remarque.....	13
15.8.2. Arrêt de l'avion après atterrissage.....	14
15.9. Le décollage.....	16
15.9.1. Décollage dans l'axe d'atterrissage.....	16
15.9.2. Décollage à 90° de l'axe d'atterrissage.....	16
15.9.3. Décollage à 180° de l'axe d'atterrissage.....	17
15.9.4. Décollage après un atterrissage trop court.....	17
15.9.5. Comment améliorer le glissement ?	17
15.10. Peut-on arrêter le moteur ?.....	18
En résumé.....	18

Atterrissage et décollage sur glaciers⁸

Dans l'inconscient des passionnés comme des néophytes, la finalité du vol en montagne demeure la conquête des sommets et des glaciers.

Cependant, se lancer sur les traces d'Hermann Geiger implique de s'investir pleinement dans un entraînement long et minutieux, nécessairement sous la conduite d'un instructeur, -pilote de montagne lui-même, connaissant donc parfaitement les différentes zones d'évolution et de poser et capable d'analyser la situation in situ.

Les maîtres mots de l'apprenti pilote de montagne sont donc patience et modestie, voire une certaine capacité de renoncement lorsque toutes les conditions d'un atterrissage et d'un redécollage parfaits ne sont pas réunies.

15.1. Qu'est-ce qu'un glacier ?

Un glacier est une masse de glace et de neige, parfois de grande étendue, que la chaleur de l'été ne fait pas disparaître.

Les glaciers sont du domaine des neiges éternelles et on les rencontre à des altitudes d'autant plus basses que la latitude est élevée. En Alaska, ils descendent jusqu'à la mer. Dans les Alpes, on les rencontre en général à l'approche des 3 000 mètres.

15.2. Formation d'un glacier

La neige tombée poudreuse et légère se compacte au fil des jours en couches successives. Cette stratification peut atteindre de grandes épaisseurs :

- plusieurs centaines de mètres dans les régions polaires ;
- quelques dizaines de mètres dans les Alpes.

D'une manière générale, plus les couches sont profondes, plus elles sont compactes.

En résumé, sous l'action :

- des fortes pressions engendrées par les grandes épaisseurs de neige ;
- des variations de température ;
- du vent,

et suivant des mécanismes complexes, la neige tombée poudreuse devient, dans la phase finale de sa transformation, de la glace vive.

Ainsi, les couches profondes d'un glacier sont constituées de glace vive, les couches de surface de neige fraîche plus ou moins récente.

15.3. Structure d'un glacier

La structure d'un glacier dépend essentiellement du profil du terrain sur lequel il s'est constitué.

⁸ Au soir de sa vie, Robert Merloz a lutté pour terminer son manuscrit. Il n'a malheureusement pas réussi à l'achever. C'est pourquoi le chapitre 15 initialement prévu reprend *in extenso* celui paru dans *L'essentiel sur le pilotage en montagne*, Jean-François Chappel et Robert Merloz, illustrations de Jacques Felon et de Franck Koridi, AVIASPORT 1973, Éditions SEPAG, Boîte postale 26, 93190 Livry-Gargan.

Sur un sol en pente, le glacier est sollicité par la gravité et va couler comme un fleuve.

Compte tenu du degré de viscosité de la glace, la vitesse de progression est très faible : de l'ordre de quelques dizaines de mètres par an en moyenne (mais elle est de toute façon proportionnelle à la pente).

Ainsi, les couches profondes d'un glacier sont constituées de glace vive, les couches de surface de neige fraîche plus ou moins récente.

Ce déplacement provoque des contraintes dans la masse de glace, créant des crevasses et les zones appelées séracs. Il est également responsable de la forte érosion à laquelle nous devons ces larges vallées à fond plat, dites vallées en « U », et ces amoncellements de blocs erratiques constituant les moraines.

Plus la pente est forte et irrégulière, plus la surface du glacier est tourmentée. À la limite, on trouve des glaciers entièrement cahotiques dont l'un des plus typiques est celui des Bossons, dans le massif du Mont-Blanc.



Photo 15.01 – Le glacier des Bossons (à gauche) et celui de Taconnaz (à droite)⁹

À l'opposé, lorsque le glacier est constitué sur un sol plat ou dans une cuvette, la glace n'est soumise qu'à de faibles contraintes : elle ne se déplace pas et reste homogène. On n'y retrouve ni séracs, ni crevasses : les montagnards parlent alors de « glacier mort ». Le glacier du Borgne, à l'entrée du Parc national de la Vanoise côté Méribel, est un bel exemple de glacier mort.



Photo 15.02 – Le glacier et le col du Borgne, au sud de Méribel¹⁰

⁹ Chamonix-Mont-Blanc (74), France, altitude 1050m, le vendredi 30 août 2013 à 15 h 50. Photo postée par stephdu74 sur <https://www.infoclimat.fr/photolive-photos-meteo-165278-mont-blanc-sous-les-nuages.html?auteur=3487>

¹⁰ <http://www.skitour.fr/sorties/col-du-borgne,30720.html>

Quelles qualités de neige trouve-t-on à la surface des glaciers ?

En fonction de la saison, de l'importance et de l'ancienneté des dernières chutes de neige, ainsi que des conditions instantanées (température et vent), la neige peut se présenter sous les formes étudiées au chapitre 4 (page 47) Toutefois, sous nos latitudes, nous trouvons le plus fréquemment :



Photo 15.03 –Pour être praticable, un glacier doit être relativement long (glacier d'Argentière)¹¹

- de fortes épaisseurs de poudreuse homogène dans les zones protégées du vent ;
- des plaques de glace, des vagues, des congères et des « *feuilles de choux* » dans les zones exposées au vent.

L'été, après de longues périodes de temps chaud, la neige se transforme sous l'action du rayonnement solaire et peut devenir compacte, homogène (phénomène analogue à celui qui provoque de la neige « *transformée* », bien connue des skieurs).

D'une manière très générale, les zones propices aux atterrissages se situent dans les parties les moins tourmentées des glaciers, celles qui offrent de belles surfaces engageantes de neige uniforme. Cependant :

- les possibilités d'évolution (obstacles, sommets environnants) ;
- les conditions d'approche (visibilité, vent, turbulence) ;
- le profil du terrain,

constituent autant de données que le pilote doit d'apprécier judicieusement.

D'autre part, malgré son aspect « *engageant* », la neige peut toujours réserver des surprises :

- grande épaisseur de neige fraîche dans laquelle l'avion « *s'enterre* » dès l'impact ;
- faible épaisseur de neige fraîche masquant des pièges réels : vagues ou blocs de glace, crevasses de faible ouverture...

Une conclusion s'impose : ce n'est pas simple. Là encore, seule la pratique régulière libérera le pilote de ses cruelles incertitudes. En particulier, la connaissance des glaciers un par un, saison après saison, peut seule affermir son jugement.

¹¹ https://www.google.com/search?q=Photo+glacier+d%27ARGENTIERES+INFOCLIMAT&client=firefox-b&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj89cSvwrBhAhV88OAKHaRgBO8Q_AUIECgD&biw=1536&bih=755&dpr=1.25#imgsrc=u52lgww97Z_TvM:

15.4. Les glaciers de type alpin

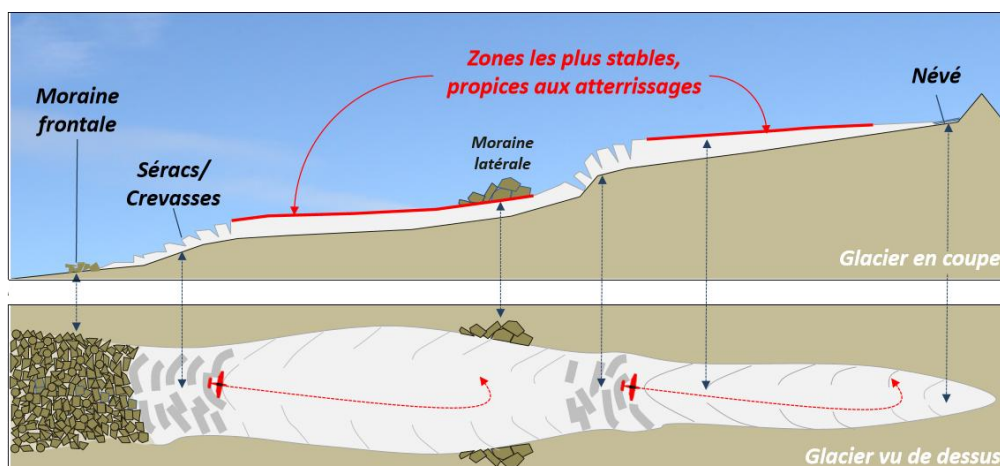


Fig. 15.04 – Éléments constitutifs d'un glacier

En général, les grands glaciers de type alpin (comme la [vallée Blanche](#), par exemple), proposent tout au long de leur parcours, en plus des aspects caractéristiques étudiés plus loin, tous les aspects intermédiaires.

Dans les parties peu inclinées ou plates, nous retrouvons les caractéristiques des glaciers morts. Dans les parties fortement inclinées ou sur du sol tourmenté, nous retrouvons les zones de [séracs](#).

En Europe, le domaine des pilotes de glaciers se situe dans une tranche d'altitudes comprise entre 2 500 mètres environ et... 4 811 mètres, altitude du [mont Blanc](#) où notre ami [Henri Giraud](#) s'est posé le 23 juin 1960, réalisant là un exploit inégalé.

15.5. Difficultés spécifiques

Avant tout, il faut garder à l'esprit que les glaciers appartiennent au domaine de la haute montagne. Longtemps réservé aux seuls alpinistes, ce domaine est un monde semé d'embûches pour le profane.

Le moindre incident qui immobiliserait l'avion sur glacier, nous l'avons déjà dit, imposerait peut-être de redescendre à pied. Pour un piéton inexpérimenté abandonné à plus de 3 000 mètres d'altitude, c'est l'aventure.

Pensez au drame d'[Henri Guillaumet](#), perdu dans la [cordillère des Andes](#)...

La relative facilité avec laquelle l'avion vous transporte en haute montagne, l'aspect accueillant de la plupart des plateformes, l'euphorie provoquée par la beauté du spectacle et... la raréfaction de l'oxygène, auront tendance à vous faire oublier ou à minimiser les difficultés qui vous attendent.

Essayons de les classer.

15.5.1. Difficultés liées à l'altitude

Vents forts fréquents :

- forts courants verticaux et rafales ;
- turbulences.

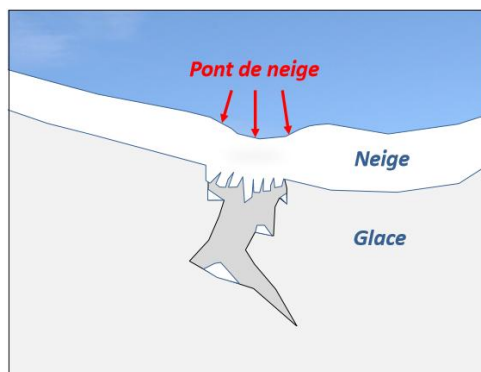
L'avion est « *méconnaissable* » : les performances sont d'autant plus modestes que l'on approche de l'altitude plafond.

Effet du manque d'oxygène :

- en vol, le pilote perd une partie de ses facultés ;
- au sol, le dégagement d'un avion en difficulté devient épuisant.

Effet des basses températures : au sol, risque de gelures (mains, pieds, oreilles...) lors d'un stationnement prolongé.

15.5.2. Difficultés liées au terrain



Présence de séracs ou de crevasses : ces dernières pouvant être masquées par des ponts de neige plus ou moins résistants.

Ces ponts de neige peuvent pas être décelés car, sur la crevasse, la neige s'affaisse visiblement et, en général, prend rapidement un ton plus gris.

Fig. 15.05 – Formation d'un pont de neige

En outre, l'environnement est parfois très impressionnant.

Il peut « complexer » le pilote au point de lui faire commettre de grosses maladresses.

Qualités extrêmes de la neige : glace vive ou grande épaisseur de poudreuse.

15.5.3. Difficultés liées à l'isolement des lieux

Ces difficultés sont de deux ordres :

- impossibilité d'être renseigné d'une manière directe et précise sur les conditions d'atterrissage ;
- impossibilité de faire aider au sol : un atterrissage « trop bas » peut nécessiter une véritable expédition de secours pour remonter l'avion à un point d'où le décollage sera possible.

15.6. Comment aborder un glacier ?

S'il s'agit d'un glacier que vous ne connaissez pas, l'idéal est d'en effectuer la reconnaissance à pied, de préférence avec un pilote qualifié. Cette reconnaissance du terrain, rien ne peut la remplacer.

Dans l'impossibilité de vous faire accompagner, tentez votre « première » dans le sillage d'un chevronné, après accord de celui-ci (liaison radio).

Si vous décidez d'agir seul, la plus grande circonspection doit être de rigueur et, si à un moment quelconque un doute vous effleure, n'insistez pas. La montagne a tué bon nombre de gens qui ont insisté...

Pour réussir en sécurité, il faut savoir apprécier, dans l'ordre, les éléments suivants :

15.6.1. L'éclairage

Lorsque le glacier ne comporte pas de traces de ski ou de balisage artificiel (fanions...), il est très délicat, voire impossible, d'apprécier dans l'ombre la hauteur de l'avion au-dessus du sol et le profil du terrain survolé. Une première sur un glacier sans trace ne doit pas être tentée si :

- la zone d'atterrissage est dans l'ombre :
 - o c'est le cas le plus critique : approche au soleil et atterrissage dans l'ombre ;
 - o les quelques secondes nécessaires à l'accommodement de la vue lors de la transition brutale soleil-ombre provoquent la désagréable sensation d'entrer dans un tunnel...
- le temps est gris plombé (absence de référence) ;
- le soleil est bas sur l'horizon dans l'axe d'approche (éblouissement).

15.6.2. Le vent

L'estimation du vent (force et direction) permet de :

- spéculer sur l'importance de la turbulence et sur les zones les plus perturbées à éviter (choix de la trajectoire d'approche) ;
- prendre, le cas échéant, la décision de renoncer à l'atterrissage (vent fort).

a. Comment estimer le vent ?

Chaque fois que cela est possible, consulter la météo avant le départ. Les prévisions de vent en altitude au niveau 700 millibars/mbar (environ 3 000 mètres d'altitude) sont en général réalistes.

Si vous disposez de pots fumigènes, le problème est partiellement résolu, mais la méthode est onéreuse. Sinon, observer attentivement :

- le sens de la vitesse et la vitesse de défilement de l'ombre des nuages proches (s'il y en a) ;
- les traces de neige soulevée par le vent (« *chasse-neige* ») à la surface du glacier et sur les crêtes environnantes ; si la neige est poudreuse, l'indication est de même nature que celle d'un fumigène... mais beaucoup plus complète ;
- la dérive (à plusieurs caps) à l'approche du massif.

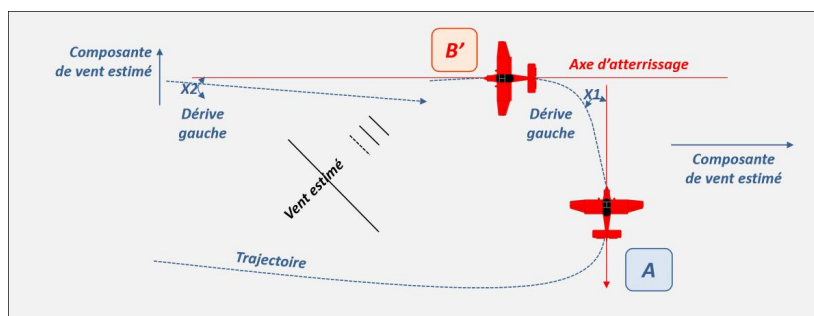


Fig. 15.06 – Pour réussir un atterrissage dans l'axe choisi, tenir compte de la dérive

Sauf si les moyens d'estimation déjà exposés mettant en évidence un vent très fort imposant de renoncer à l'atterrissage, nous pensons que la meilleure solution est « d'y aller voir ». Pour cela, au cours de l'un des passages de reconnaissance au-dessus et à proximité immédiate de la zone d'atterrissage, effectuer deux mesures de dérive :

- l'une à 90° de l'axe choisi A ;
- l'autre, sur l'axe choisi B.

Les deux autres composantes déduites du sens de la dérive permettent d'apprécier le secteur d'où vient le vent.

L'ordre de grandeur de sa force est déterminé à partir de l'importance des dérives mesurées.

Autre exemple : aucune dérive n'étant mesurable en B', le vent est estimé à partir de la dérive constatée en A'.

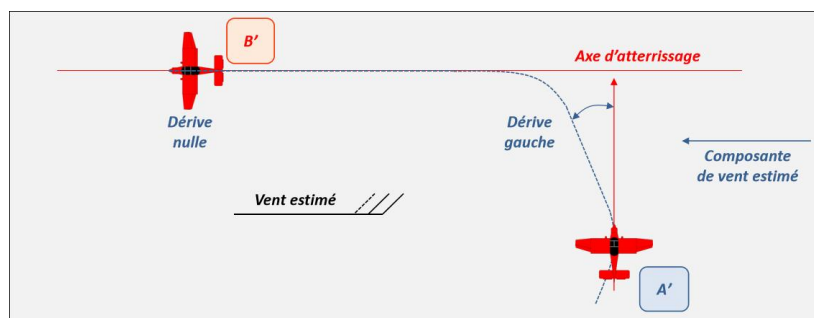


Fig. 15.07 – S'il est impossible d'estimer la dérive en finale, tenter avec la valeur précédente

Cette méthode présente l'avantage d'être simple : la matérialisation des vecteurs est aisément résolue « de tête ». De plus, pour n'être pas rigoureuse (il s'en faut !), elle est néanmoins suffisante pour situer le vent selon une échelle simple :

1. – **Vent faible** : difficultés d'estimation des dérives, donc du vent.
2. – **Vent moyen** : dérive maximum de l'ordre de 10 à 15°.
3. – **Vent fort** : fortes dérives (supérieures à 15°). **Méfiance !**

Remarque 1 : Sauf cas particulier (vent très fort), il est trompeur de vouloir déduire le vent de sa vitesse sol estimée :

la « *sensation de vitesse* » est fonction de la distance séparant le pilote des repères pris comme référence (sol, paroi...).

Remarque 2 : Il est capital d'effectuer les mesures le plus près possible de la zone d'atterrissage. Au sein d'un massif balayé par le vent, un calme relatif peut régner aux abords immédiats d'un glacier encaissé.

b. Effet de « *gradient de vent* »

Cet effet est provoqué par une variation rapide du vent subi par l'avion : il se traduit toujours par une variation de vitesse indiquée.

Nous avons déjà rencontré ce phénomène, mais il est bon d'y revenir dans le cadre plus particulier du décollage et de l'atterrissage en haute montagne.

L'intensité du phénomène dépend :

- de l'inertie de l'avion (tendance à conserver une vitesse acquise) ; cette inertie dépend de la masse ; elle est donc relativement faible sur les avions qui nous intéressent ;
- de la force du vent : plus le vent est fort, plus les variations de sa vitesse peuvent être importantes ; en montagne, les vents sont forts ;
- de la proximité du relief survolé : l'écoulement de l'air est ralenti par l'effet mécanique lorsqu'on se rapproche du sol ; pendant les quelques secondes qui précèdent l'impact, l'avion va subir un gradient maximum de vent, de même que pendant les premières secondes de l'envol ;
- du profil du sol : les surfaces courbes, par effet Venturi, modifient sensiblement la vitesse d'écoulement du vent ; en montagne, l'environnement est fait de surfaces courbes.

Cet effet de « *gradient de vent* », bien connu sur avions lourds par suite de leur grande inertie, redevient donc également très sensible sur avions légers en haute montagne car :

- on y rencontre des vents forts ;
- on y utilise des altisurfaces courtes,

deux causes génératrices de gradients forts.

c. Signification pratique

Pour le pilote, l'effet de gradient de vent se traduit, dans les cas qui nous intéressent (décollage et atterrissage), par une chute de badin.

Entre A et B, la vitesse du vent diminue pour deux raisons :

- effet mécanique : la friction du sol ralentit l'écoulement ;
- [effet Venturi](#) : dans la zone de divergence, la vitesse du vent diminue.

Si l'avion avait une inertie totale, admettons-le pour le raisonne-

ment, le badin chuterait entre les points A et B d'une valeur égale à la différence de vent subi, soit 10 km/h.

Nous allons développer l'explication de ce phénomène qui n'est pas forcément une évidence pour tous...

Admettons que la Vitesse propre (V_p) de l'avion est de 100 km/h.

Au point A on peut écrire : $Vitesse\ sol(V_s) = V_p + vent$

$$V_s = 100 - 20 = 80\text{ km/h}$$

Entre A et B, on peut écrire : V_s de 80 km/h est maintenue

$$80 = V_p - 10$$

$$d'où\ V_p = 90\text{ km/h.}$$

La vitesse propre entre A et B chute de 100 à 90, toujours dans l'hypothèse d'une inertie totale de l'avion. Plus le gradient sera fort (gros écart de vitesse de vent par unité de distance, donc. Pour l'avion, grosse différence de vent subi par unité de temps), plus on se rapproche de l'hypothèse d'inertie totale.

Dans le cas présent, l'effet de rabattant s'ajouterait à l'effet de gradient et un gros apport de puissance moteur serait nécessaire pour maintenir la pente d'origine et pour « récupérer » le badin. Mais nous sommes en haute montagne et le moteur a perdu entre 30 et 40 % de sa vitesse.

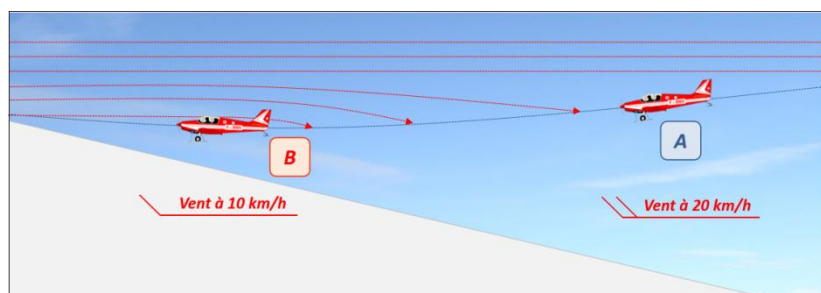


Fig. 15.08 – Un gros rapport de puissance moteur serait nécessaire pour maintenir la pente

d. Atterrissage vent arrière

Entre A et B, la vitesse du vent augmente par effet de Venturi dans la zone de convergence.

Reprenons le même raisonnement que précédemment.

Pour une V_p de 100 km/h, nous avons au point A :

- $V_s = V_p + vent$
- $V_s = 100 + 20 = 120\text{ km/h.}$

Entre A et B, la $V_s = 120$ reste constante par inertie et nous avons au point B :

$$V_s = V_p + vent$$

$$120 = V_p + 30\text{ d'où } V_p = 90\text{ km/h.}$$

Dans ce cas également, le badin a chuté d'une valeur proportionnelle au gradient.

Lors d'un atterrissage vent arrière, l'effet d'ascendance et l'effet de friction dus au sol pourront atténuer l'effet de gradient de vent.

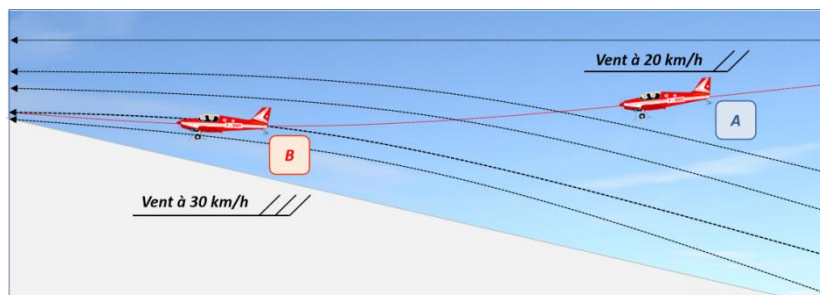


Fig. 15.09 - Vent arrière, l'ascendance et la friction sol atténueront l'effet de gradient de vent

e. Conclusion partielle

Dans la pratique, les choses ne se présentent pas toujours de manière aussi schématisée et il est difficile de prévoir quel phénomène se manifestera de manière prépondérante. Néanmoins, de tout ce qui a été dit plus haut, nous pouvons tirer la conclusion suivante.

En cas de fort vent, qu'il soit de face ou arrière, il faut toujours s'attendre à voir chuter le badin en finale (c'est l'observation de ce phénomène qui nous a amené à en chercher l'explication).

Lors d'atterrissages effectués par fort vent arrière, le pilote peut être tenté de choisir une pente d'approche faible. Attention ! L'ascendance sur laquelle on compte en finale peut être masquée par un effet de gradient de vent... L'ascendance attendue peut se transformer en un phénomène dont les conséquences sont celles d'un rabattant. Si l'avion se trouve alors sur un plan d'approche à faible pente, la situation peut devenir critique.

Un gradient de vent défavorable ne serait pénalisant qu'en conditions limites. Dans la plupart des cas, le profil du sol permet de maintenir la vitesse requise par une correction d'assiette à piquer.

15.6.3. La qualité de la neige

La connaissance de la météo des jours précédents, en particulier l'importance des précipitations et des vents, la température permet, avec un minimum de pratique et de bon sens, des prévisions assez précises.

L'observation directe, lors de passages à basse hauteur et sous des angles différents, permet de s'assurer des conditions réelles.

D'une manière générale, les neiges présentant une surface unie, c'est-à-dire non soufflées et, bien entendu, non lézardées par des crevasses, seront de bon augure.

Après de fortes précipitations, il faut se méfier des grandes épaisseurs de neige fraîche qui créent des difficultés dans les manœuvres au sol et

imposent des précautions dans le choix de la zone d'impact. En particulier, se méfier de l'atterrissage trop bas.

Si le glacier est recouvert de neige soufflée avec des « *feuilles de choux* » importantes, soyez méfiant. Recherchez une zone de meilleur aspect. S'il n'en existe pas, renoncez : vous pourriez détériorer vos skis, voire votre train d'atterrissage.

15.6.4. La meilleure zone et le meilleur axe

À ce sujet, rappelons que le glacier est homologué dans son ensemble, mais que le choix de la zone et de l'axe d'atterrissage incombe au pilote.

En dehors des considérations d'éclairage et de qualité de neige, il reste à trouver le meilleur profil en ce qui concerne :

- l'atterrissage ;
- les possibilités d'arrêt (éventuellement, envisager la remise de gaz dans l'axe en cas d'atterrissage long, sur un dôme par exemple) ;
- la manœuvre au sol (zone à faible dévers).

L'absence de référence horizontale rend difficile l'appréciation de la pente réelle d'un glacier.

En général, au-dessus de l'étendue blanche sans contraste, le pilote aura tendance à sous-estimer la pente du glacier. Souvent, en courte finale, la découverte de la réalité le surprendra.

Peut-on améliorer cette appréciation ?

Si la topographie des lieux le permet, effectuer un passage en vol horizontal à proximité de l'axe choisi. Ayant retrouvé un référence horizon, l'évaluation de la pente vue latéralement redevient possible.

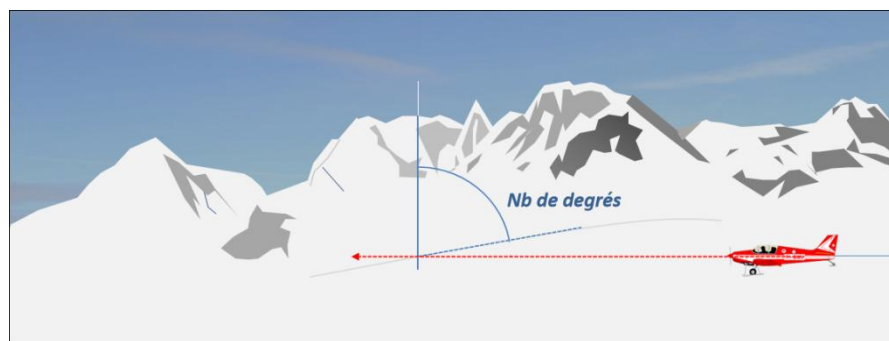


Fig. 15.10 – Un vol de reconnaissance permettra d'évaluer la pente perpendiculairement

Sinon, effectuer plusieurs passages sous des angles différents. Avec l'habitude, la triangulation instinctive qui en résultera donnera d'assez bons résultats.

D'autre part, il est capital de se soucier déjà de l'axe à retenir pour le décollage. Une fois posé sur le glacier, la visibilité vers le bas est en général limitée en raison de la pente, le plus souvent convexe. Si l'on ne possède pas alors une idée précise de l'axe à utiliser, une marche de reconnaissance plus ou moins épuisante s'impose, au risque de traverser... un fragile pont de neige.

Pour apprécier tout cela, plusieurs passages sont nécessaires à des hauteurs et sous des angles différents. Aucun doute ne doit subsister sur le bien-fondé de votre choix.

Enfin, n'oubliez pas que même sur un glacier connu, les chutes de neige et le vent peuvent apporter des modifications telles qu'il faut parfois changer ses repères à quelques jours d'intervalle.

15.6.5. La meilleure trajectoire d'approche

Lors de vos passages à basse hauteur, notez l'altimètre pour décider d'une altitude d'évolution : elle peut être de 100/150 mètres supérieure à celle du point d'impact envisagé, mais l'environnement peut en imposer une autre.

Le sens des évolutions en vol et la hauteur à adopter doivent être choisis avec le souci constant de ne pas se laisser « *enfermer* ». Les glaciers sont souvent entourés de hauts sommets (glaciers de [Talèfre](#), [Tré-la-Tête](#), [Saint-Sorlin-d'Arves](#)...). S'engager à la légère à faible hauteur dans le sens montant du glacier peut imposer un impact en-dehors et bien avant la zone choisie.

Une trajectoire d'approche judicieuse doit être parfaitement sûre et ne doit pas imposer de manœuvres acrobatiques. Elle doit permettre la remise de gaz avec dégagement le plus longtemps possible.

Pendant l'approche finale, il est capital de déterminer le plus précisément possible le point critique à partir duquel toute tentative de remise de gaz serait scabreuse. Ce point étant défini, le pilote doit en tenir compte impérativement. Un atterrissage, même brutal, est préférable à une remise de gaz hasardeuse qui ne « *passerait* » pas.

15.7. Quel plan de descente adopter ?

Les aléas météorologiques évoqués précédemment incitent à ne jamais prendre, sauf cas particuliers parfaitement maîtrisés, un plan de descente différent du plan de descente habituel.

Le fait de choisir :

- un plan forte pente par vent de face ;
- un plan faible pente par vent arrière,

peut réserver, un jour ou l'autre, une surprise désagréable.

En raison de l'altitude, nous le savons, les performances de l'avion sont dégradées.

En particulier :

- à la vitesse d'approche ;
- en configuration atterrissage,

il ne faut plus espérer une pente « *pleins gaz* » positive. Ainsi, la plage des possibilités se situe-t-elle entre :

- le palier « *pleins gaz* » ;
- 14 % en descente tout réduit.

Si l'on cherche à se placer à mi-distance des possibilités de l'avion, nous retrouvons sensiblement la pente préconisée sur altiport.

15.7.1. Influence du vent

L'impossibilité de chiffrer la force du vent rend illusoire toute solution passant par le calcul. Essayons néanmoins de délimiter le problème.

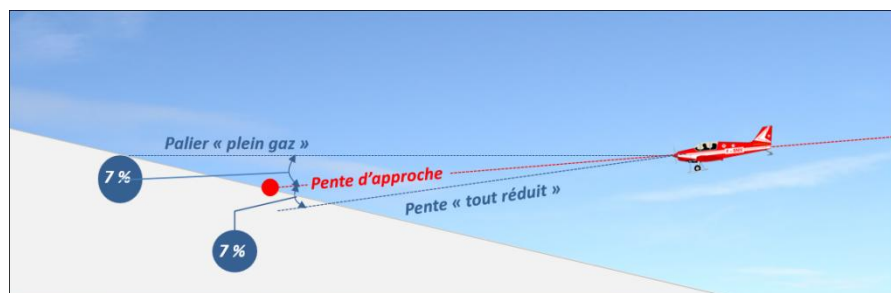


Fig. 15.11 – La force du vent ne pouvant être évaluée, il faut se fier à son expérience

À l'altitude des glaciers, nous avons vu que le [Mousquetaire D-140 « Abeille »](#) a, en approche, une « fourchette » d'utilisation allant du « pleins gaz », donnant le vol horizontal, au « plein réduit », donnant une pente de 14 %.

Voyons cela de façon hyper-théorique pour quelles forces de vent de face et sur une pente de 7 %.

15.7.2. Limite de vent arrière

Nous savons que, tout réduit, le vario s'établit autour de - 900 pieds (ft)/minute.

La question est donc la suivante : avec quel vent arrière limite peut-on rester sur une pente-sol de 7 % avec un vario de - 900 pieds/minute ?

Sans vent, sur une pente de 7 %, le vario est de - 450 pieds/minute. Le vario possible de - 900 pieds/minute se trouve être le double du premier. Moyennant quelques approximations, le rapport des vitesses sera le même.

Donc, sur une pente-sol de 7 % avec un vario de - 900 pieds/minute, la V_s sera le double de la V_p . Ce qui revient à dire, de façon théorique, nous le répétons, que le vent arrière limite permettant de rester sur une pente-sol de 7 %, gaz réduits, est égal à la V_p .

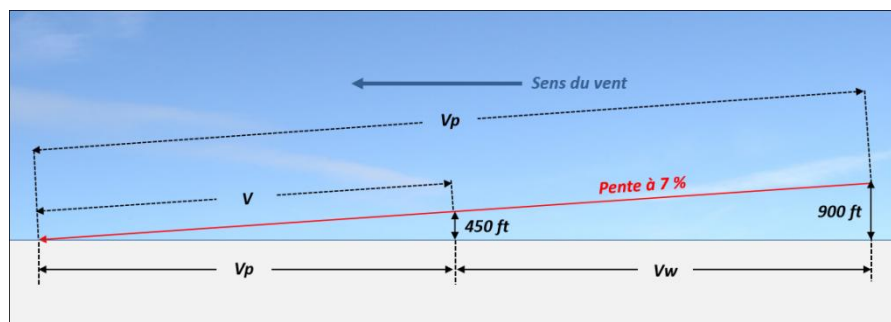


Fig. 15.12 – Sur une pente de 7 %, le vent arrière limite est, gaz réduits, égal à la V_p

15.7.3. Limite vent debout

Quel vent debout limite peut-on admettre pour rester sur une pente-sol de 7 % (toujours de façon théorique).

Si le vent est égal à la V_p , il n'y a plus d'approche possible, l'avion est immobile, pleins gaz (pour un vent supérieur, l'avion recule).

Cependant, dès que la force du vent est inférieure à la vitesse propre, la vitesse sol devient positive et une faible réduction de puissance permet de rester sur une pente quelconque choisie... en particulier sur une pente de 7 %.

Que faut-il retenir de ce développement ?

Le *Mousquetaire D-140 'Abeille'*, notre avion de référence, peut donc, dans les limites d'utilisation pleins gaz/tout réduit, se maintenir sur une pente de 7 % avec des vents debout ou arrière de l'ordre de 100 km/h. Cependant, encore une fois, prenez conscience du caractère théorique de cette étude. En effet, des vents de 100 km/h en montagne seront générateurs de phénomènes aérologiques qui risqueront d'interdire toute tentative d'atterrissage.

L'autre conclusion intéressante à laquelle on aboutit est que, pour des forces de vent acceptables (de l'ordre de 30 kts [nœuds]), il n'est pas indispensable de modifier la pente d'approche ou, tout au moins, les corrections dans ce domaine doivent rester fiables.

Remarque : Les corrections de puissance à appliquer en fonction des vents effectifs sont toujours moins importantes qu'on ne l'imagine. Sur *Mousquetaire D-140 'Abeille'*, un vent de 30 kts appelle une correction d'environ 200 tours.

15.8. Atterrissage/Décélération

Nous l'avons dit et redit : vous disposez d'un peu de puissance et, jusqu'à l'impact, votre trajectoire peut être altérée.

Contrôler avec rigueur toute variation de badin et, si nécessaire, ne pas hésiter à faire varier la puissance d'une manière importante afin de conserver la vitesse d'approche et un bon plan de descente jusqu'à l'arrondi.

Si, après le passage du point de critique (impossibilité de dégager) vous ne pouvez plus maintenir votre plan de descente, même pleins gaz, il ne vous reste qu'une solution : envisager un impact en-dessous de la zone précédemment choisie... et faire pour le mieux !

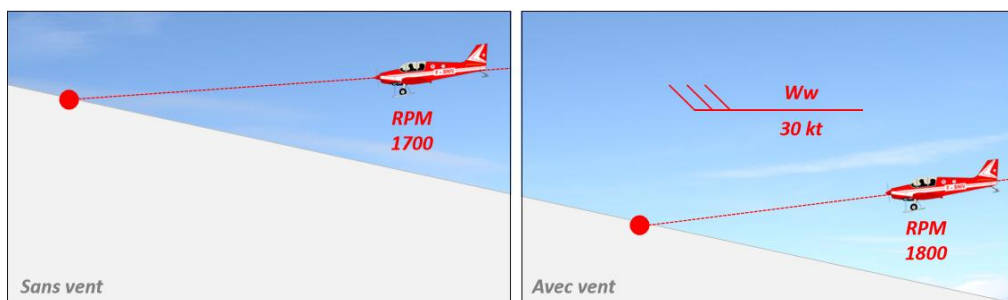


Fig. 15.13 – Dans l'impossibilité de maintenir le plan de descente, envisager un impact plus bas

Sur glacier, la sortie des pleins volets, si elle s'avère nécessaire en courte finale, doit toujours être tardive. Avec un seul cran de volets, le gain sur la finesse et la vitesse ascensionnelle est sans commune mesure avec le risque de décrocher 1 ou 2 *Mph* (miles par heure) plus tôt.

15.8.1. Remarque

À titre indicatif, vitesse de finesse max. du *Mousquetaire D-140 'Abeille'* :

- volets zéro : 130 km/h ;
- volets 1 cran : 120 km/h ;
- volets 2 cran : 110 km/h.

Vous ne connaissez pas, tout au moins la première fois, la nature exacte de la neige. Ce n'est qu'à l'impact et dans les toutes premières secondes que vous pouvez la déterminer, et par là même spéculer sur l'importance de la décélération que vous allez subir.

C'est donc dans les toutes premières secondes qu'il faut décider du réajustement de puissance qui vous permettra de maîtriser cette décélération.

Le cas le plus scabreux est celui que réserve l'atterrissage sur forte pente avec grosse épaisseur de neige fraîche. L'arrondi s'apparentant à une ressource, le badin régresse rapidement. Les skis « *s'enterrent* » dès l'impact et si la correction de puissance n'est pas faite à temps, l'avion s'immobilise en quelques mètres. Dans ce cas, vous serez très souvent contraint de remettre pleins gaz en cours d'arrondi afin d'éviter l'atterrissage « *trop court* ».

Le contrôle de la décélération est donc capital.

Une décélération mal conduite et qui immobilise votre avion au bas de la pente peut vous mettre dans une situation critique :

- vous ne pouvez, tout au moins dans l'immédiat, compter sur une aide extérieure ;
- dans la plupart des cas, le moteur ne suffit pas pour remonter l'avion plus haut dans la pente (pensez au décollage !) ;
- les grandes épaisseurs de neige fréquemment rencontrées et l'altitude (manque d'oxygène) rendront toute opération de « *tractage* » à la main littéralement épuisante.

Pour le contrôle de cette décélération, il vaut mieux, *a priori*, mettre trop de gaz. En effet, la pente et la neige permettent de réduire rapidement une vitesse excessive alors que, même pleins gaz, un avion que l'on aura laissé par trop ralentir s'immobilisera sans appel.

Si l'on pressent que l'avion risque de ne pas pouvoir atteindre la zone d'arrêt choisie, la rentrée immédiate des volets permet de rallonger la trajectoire... de quelques mètres.

En haute montagne, 3 000 mètres et plus, le pilote doit être particulièrement conscient du fait suivant : un écart important peut exister entre la vitesse indiquée, qui est sa référence, et la vitesse sol de l'avion ;

- pour une V_i donnée, la V_p croît avec l'altitude (d'environ 2 % par

tranche de 1 000 pieds) ;

- on peut être contraint d'atterrir avec des vents arrières non négligeables.

Exemple : À 3 500 mètres d'altitude, avec une Vi de 120 km/h et un vent arrière de 20 kts, la vitesse sol est d'environ 150/160 km/h.

Encore une fois, attention aux distances nécessaires pour l'atterrissage, surtout sur les neiges glissantes (neige tôle ou froide de faible épaisseur).

15.8.2. Arrêt de l'avion après atterrissage

Si la conduite au sol après atterrissage permet d'arrêter l'avion sur une plateforme sensiblement horizontale, il n'y a pas de problème.

Dans tous les autres cas, il conviendra d'essayer de l'arrêter de telle sorte que :

- l'immobilisation soit effective (entre autre, s'assurer que l'avion ne risque pas de partir « *en luge* », en particulier moteur arrêté) ;
- la seule utilisation du moteur permette de rejoindre l'axe de décollage choisi.

La technique à utiliser dépend essentiellement :

- de l'importance de la pente ;
- de la qualité de la neige.

Sur pente faible : arrêter l'avion perpendiculairement à la ligne de pente. Si l'épaisseur de neige fraîche est importante, dépasser cette position et « *engager* » l'avion dans la pente. Il faut l'engager d'autant plus que l'épaisseur de neige fraîche est importante.

Cette précaution permet, lors du départ, de rejoindre l'axe de décollage sans difficulté, c'est-à-dire avec la seule utilisation du moteur.

Sur pente forte et neige dure (neige « *tôle* » sur laquelle les skis n'enfoncent pas) : lorsqu'il est perpendiculaire à la ligne de pente, l'avion est en fort dévers et peut déraiper latéralement, échappant



Photo 15.14 – L'arrêt du moteur doit s'effectuer en toute sécurité

au contrôle du pilote. Dans ce cas, les risques de « *casse* » peuvent être importants et, bien souvent, la seule manœuvre possible consiste à « *recupérer* » le contrôle de l'avion au moteur et à décoller sur la lancée.

Cette situation peut être considérée comme un cas limite supposant une forte pente et une neige pratiquement transformée en glace.

Néanmoins, si après l'impact le pilote se trouve dans ces conditions et s'il est dans son intention de rester au sol, la solution consistera à arrêter l'avion dans l'axe d'atterrissage et maintenant une traction à l'hélice pour l'empêcher de reculer.



Fig. 15.15 – Sur pente enneigée, obtenir l'arrêt de l'appareil en maintenant une traction hélice

Dans cette situation inconfortable, il faudra rapidement envisager l'aide extérieure (faire descendre un occupant de l'avion si besoin) car le moteur peut s'arrêter, surtout si les réservoirs contiennent peu d'essence : l'alimentation par gravité peut devenir incorrecte (remarque également valable dans les forts dévers).

Sur forte pente, neige fraîche et épaisse (« *profonde* » disent les skieurs) : l'avion en fort dévers voit son ski aval « *s'enterrer* ». L'aile ou les volets peuvent venir au contact de la neige, l'avion peut être immobilisé. Dans ce cas également, on ne peut pas se passer de l'aide extérieure.



Photo 15.16 –Exemple d'aile touchant la neige

Il sera toujours nécessaire de dégager le ski enterré et la présence d'une pelle dans l'équipement de bord s'avérera bien utile.

L'avion étant dégagé, il faudra le rapprocher de son axe de décollage et le moteur, bien souvent, ne suffira pas. Il faudra... pousser. Vous réaliserez très vite que cette phase est la plus sportive de toutes celles que comporte le vol en montagne.

Dans une certaine mesure, une conduite au sol judicieuse peut permettre d'éviter ce genre d'ennui.

15.9. Le décollage

En quoi peut-il différer d'un décollage sur altiport ?

C'est simple :

- l'altitude fait perdre beaucoup de puissance au moteur et la Vp nécessaire au décollage croît ;
- la « piste » n'est en général ni balisée, ni préparée et souvent recouverte d'une épaisseur de neige fraîche (forte traînée des skis) ;
- la présence d'obstacles ou de pièges accroît les risques spécifiques.

Il faut donc :

- régler soigneusement le mélange pour disposer de la meilleure puissance ;
- rechercher un axe de mise en vitesse long en forte pente (reconnaissance avant l'atterrissage). À ce sujet, rien ne vous impose d'utiliser systématiquement la même trace pour le décollage et l'atterrissage.

Ces considérations permettent de voir encore une fois l'importance de la conduite de l'avion au sol après atterrissage.

Le pilote ne doit pas perdre de vue que l'atterrissage sur un glacier n'est pas une fin en soi, l'important étant en fait de pouvoir redécoller.

Dans cette optique, le souci du pilote, après l'impact, doit être d'amener l'avion au moteur à l'endroit choisi par lui comme point initial de mise en vitesse pour le décollage.

Dans certains cas, en particulier sur un glacier vierge, il peut être judicieux d'envisager ce que nous appellerons une trace « *non-stop* ».

Cette méthode consiste à garder l'avion à vitesse relativement élevée après l'impact pour éviter qu'il ne « *s'enterre* » et à l'amener sur un axe où le décollage s'effectue « *sur la lancée* ».

Les avantages de cette méthode sont les suivants :

- elle permet de s'assurer, au moindre risque du glissement de la neige ;
- le fait de maintenir une vitesse relativement importante pendant l'évolution raccourcit la distance de décollage ;
- répétée plusieurs fois, elle permet de disposer rapidement d'une piste partiellement damée, avec tous les avantages que cela comporte.

Quelles possibilités vous sont-elles offertes ?

15.9.1. Décollage dans l'axe d'atterrissage

Exceptionnellement, lorsque le terrain s'y prête, adopter une trace de mise en vitesse dans le prolongement rectiligne de l'axe d'atterrissage.

Cela ne pourra se faire que sur les dômes ou dans les cols (glacier de la Grande Motte, glacier de Saint-Sorlin...).

Avant d'adopter cette solution, bien s'assurer que la zone choisie pour la mise en vitesse permettra le décollage : longueur disponible, pente, absence de crevasses et de rochers.

15.9.2. Décollage à 90° de l'axe d'atterrissage

Lors de l'atterrissage sur un dôme ou sur une épaule, on peut envisager l'impact assez près du sommet et, si la décélération s'annonce rapide, amorcer l'évolution au sol afin de placer l'avion sur l'axe de décollage.



Fig. 15.17 –Selon la configuration du terrain, le pilote peut redécoller à 90 ou 180°...

Dans ce cas, le pilote peut également envisager une trace « *non-stop* ». Si nécessaire, l'utilisation de la trace d'atterrissage pour la mise en vitesse améliore sensiblement l'accélération lors du décollage.

15.9.3. Décollage à 180° de l'axe d'atterrissage

Dans ce cas, le pilote peut également envisager une trace « *non-stop* ».

Si nécessaire, l'utilisation de la trace d'atterrissage pour la mise en vitesse améliore sensiblement l'accélération lors du décollage.

15.9.4. Décollage après atterrissage trop court

Si :

- une faute de jugement ;
- un gradient de vent important ;
- une décélération trop forte due à l'état de la neige,

immobilise votre avion trop bas pour redécoller à coup sûr, prenez le temps de réfléchir... Ne tentez pas un décollage en catastrophe.

Quelles solutions reste-t-il ?

Il en existe plusieurs :

- à plusieurs personnes, vous pouvez entreprendre de pousser l'avion plus haut (le moteur étant pleins gaz, ceux qui pousseront en garderont un souvenir impérissable) ;
- vous pouvez entreprendre de damer une trace de décollage mais, avec de grandes épaisseurs de poudreuse et à l'altitude des glaciers, vous atteindrez rapidement les limites de l'épuisement ;
- si vous avez fait ce que vous deviez avant de quitter votre base, soyez patient (l'aide viendra du ciel lorsque votre heure limite de retour prévue sera atteinte (si vous n'avez pas fait le nécessaire

avant votre départ, vous avez commis une très grave imprudence.

15.9.5. Comment améliorer le glissement ?

- 1 – À l'extrémité, le damage s'impose : skis, raquettes, éventuellement l'avion lui-même. Comme nous l'avons déjà vu, la difficulté de l'opération (fatigue, temps) est évidente.
- 2 - Sur une pente relativement faible, le ski arrière a tendance à s'enfoncer dans la neige plus que le train principal. Les skis principaux ont alors un angle d'attaque trop important : ils bloquent l'avion.

Avec du moteur, si l'on impose à l'avion une assiette à piquer à l'aide de la gouverne de profondeur les câbles S font basculer les skis dans la pente.

Cette manœuvre suffit souvent pour assurer le déblocage de l'avion. Elle est à exécuter avec circonspection car elle met à la merci d'un coup de frein imprévu (risque de pylône).

- 3 - Manœuvre judicieuse des volets, éventuellement jusqu'au braquage complet.
- 4 - Placer les skis sur des traces antérieures, vos propres traces d'atterrissage par exemple, si l'axe est favorable.
- 5 - Essayer de tirer parti du vent ; s'il est important, un axe relativement court mais bien orienté est souvent plus favorable.



Fig. 15.19 – Une forte incidence ski/neige (*i*) bloque l'avion...

15.10. Peut-on arrêter le moteur de l'avion sur un glacier ?

Certainement, mais avec toute garantie de pouvoir le remettre en route.

Un moteur récalcitrant lors du démarrage à la base de départ sera, *a priori*, laissé au ralenti lors d'un stationnement en zone inhospitalière.

En résumé...

- *Lieux mythiques et inaccessibles à la plupart des aviateurs, les glaciers rassemblent tous les pièges guettant le pilote de montagne, même chevronné.*
- *Outre toutes les difficultés liées aux conditions météorologiques du moment, les glaciers se présentent, le plus souvent, dans des reliefs encaissés ou à proximité de sommets accentuant le danger.*

- *Enfin, la consistance de la couche neigeuse proprement dite, comme sa capacité à masquer pierres et rochers, mérite d'être scrutée de près avant toute tentative de poser.*
- *Une reconnaissance méticuleuse du terrain s'impose pour évaluer, visuellement, l'état de la zone de poser, mais pas seulement. Il s'agit également d'estimer :*
 - *la consistance et l'état de la neige ;*
 - *la direction et la vitesse du vent,**pour en déduire le meilleur axe d'approche, la meilleure zone de virage, et le meilleur axe de redécollage...*
- *En tout état de cause, le pilote averti ne coupera son moteur que lorsqu'il sera sûr que son avion ne glissera pas dans la pente et ne s'enfoncera pas dans la neige.*
- *Une fois toutes ces conditions réunies, il pourra goûter à la joie du silence de la montagne...*

Annexe A

Règlementation

A1. Règlement (UE) n°1178/2011 modifié dit *Aircrew* – § FCL.815 notamment

A1. Phase de décélération au sol

En effectuant une recherche à l'adresse

<https://www.google.com/search?q=R%C3%A8glement+%28UE%29+n%C2%B01178%2F2011+modifi%C3%A9+dit+Aircrew+%E2%80%93+C2%A7FCL.815+notamment.&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b>

vous aurez accès aux textes officiels régissant le pilotage des aéronefs.

La partie FCL.815 (page 157 à 159) est consacrée à la Qualification de vol en montagne.

A2. Arrêté du 12 juillet 2019 relatif aux procédures générales de circulation aérienne pour l'utilisation des aérodromes par les aéronefs

En effectuant une recherche à l'adresse

<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000038864224&categorieLien=id>

2 août 2019. JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE. Texte 12 sur 114.

Extrait de la Partie C consacré aux altiports et altisurfaces :

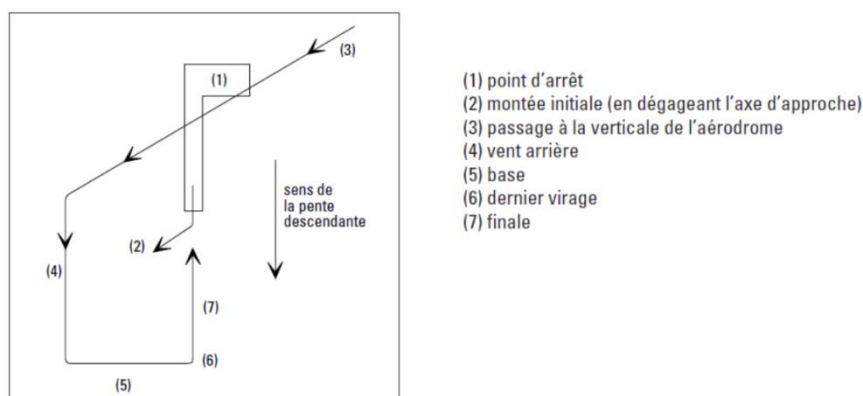


Figure A2 – Circuit de circulation type pour un altiport ou une altisurface

« PARTIE C. – DISPOSITIONS COMPLÉMENTAIRES POUR LES ALTIPTS ET ALTISURFACES

1. Décollage et atterrissage

Sur un altiport ou une altisurface, le décollage s'effectue dans le sens de la descente et l'atterrissage s'effectue dans le sens de la montée, quelle que soit la direction du vent.

2. Positions caractéristiques

Les positions caractéristiques d'un circuit de circulation en surface type et d'un circuit d'aérodrome type pour un altiport ou une altisurface sont représentées sur la figure 2 ci-dessous.

3. Circuits d'aérodrome

Dans la mesure où des dispositions différentes ne figurent pas dans les consignes particulières, le vent arrière dans le circuit d'aérodrome s'effectue à environ 90 mètres (ou 300 pieds) au-dessus du niveau de la plate-forme supérieure du côté le plus dégagé d'obstacles ou sinon par la gauche.

4. Dispositions particulières relatives au départ et à l'arrivée

Un aéronef au départ au point d'attente ne peut s'aligner et décoller qu'après une surveillance de la direction de décollage pendant un temps suffisant pour permettre, le cas échéant, à un aéronef en finale d'atterrir et de libérer la piste.

5. Arrivée

Sauf clairance contraire, un aéronef à l'arrivée s'intègre en début de vent arrière après être passé à la verticale de la plate-forme supérieure de façon à :

- *prendre connaissance des éléments d'aérologie, des obstacles éventuels, de l'état de surface de l'altiport ou de l'altisurface et de tout autre élément relatif à l'environnement aéronautique du terrain ;*
- *s'assurer que l'usage de l'altiport ou de l'altisurface n'est pas interdit ou ne présente pas de danger apparent ;*
- *de prendre connaissance de la position des autres aéronefs évoluant dans la circulation d'aérodrome afin de ne pas gêner leurs évolutions.*

Un aéronef ne débute pas l'approche finale lorsqu'un autre aéronef se trouve au point d'attente ou se déplace sur la plate-forme supérieure tant que le pilote commandant de bord de cet autre aéronef n'a pas clairement manifesté son intention de différer le décollage.

6. Équipement radio

Un aéronef ne peut utiliser un altiport ou une altisurface que s'il est doté d'un équipement radio permettant de recevoir et d'émettre à tout instant :

- *sur un altiport contrôlé, les messages nécessaires à la fourniture du contrôle de la circulation aérienne, et*
- *sur les altiports et altisurfaces non contrôlés, les messages d'auto-information sur les fréquences spécifiées.*

7. Fréquence utilisée

En l'absence d'une fréquence propre à l'altiport ou à l'altisurface, les comptes rendus d'auto-information sont transmis sur la fréquence 130,0 MHz.

A1. Qualification montagne

Comme nous l'avons vu tout au long de cet ouvrage, ne devient pas pilote de montagne qui veut : il faut passer un certain nombre de qualifications spécifiques, dont le détail figure sur le site Internet <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/pilotes-davion#e4>

Cliquer sur les onglets successifs suivants :

- **Autres qualifications (vol acrobatique, vol de nuit, etc.).**
- **Obtenir, proroger ou renouveler une qualification de Vol en montagne.**

Via ce site Internet, vous pourrez accéder aux textes officiels réglementant le vol en montagne ainsi qu'aux formulaires nécessaires à l'obtention, à la prorogation ou au renouvellement des qualifications nécessaires, tant sur skis que sur roues.

Annexe B

Définitions, sigles et acronymes

B1. Définitions

QNH

En aéronautique, le *QNH* est la « *pression barométrique corrigée des erreurs instrumentales, de température et de gravité et ramenée au niveau moyen de la mer (MSL ou [Mean Sea Level](#)) suivant les caractéristiques de l'atmosphère standard* ».

En pratique, les *QNH* étant donnés en référence à un seuil de piste d'aéroport, lorsqu'un altimètre est calé sur le *QNH*, il affiche l'altitude géographique lorsqu'on se trouve sur le seuil de piste en question.

L'origine du code *QNH* est la suivante : pour simplifier les transmissions en Morse, des demandes récurrentes ont été standardisées au début de l'aviation. *Q* est l'abréviation de "*Question*", et *NH* l'abréviation de [Newlyn Harbour](#). Newlyn est un port des [Cornouailles](#) anglaises dont le niveau moyen de la mer sert de référence altimétrique pour le zéro des cartes anglaises.

Altiport

Un altiport est un aérodrome pour avions et hélicoptères situé le plus souvent en haute montagne, et dont les pistes ont pour particularité d'être en pente. Les décollages s'effectuent en descente et les atterrissages en montée. Un pilote d'avion doit être titulaire de la « qualification montagne » pour utiliser ce type d'installations.

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Altiport>

Altisurface

En France, une **altisurface**, est une piste d'atterrissage en montagne pour avions autre qu'un altiport.

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Altisurface>

- Le "**chill factor**" ou refroidissement éolien, parfois aussi appelé température ressentie, est la sensation de froid produite par le vent pour une température de l'air ambiant donnée. Paul Siple et Charles F. Passel ont développé le concept de facteur du refroidissement éolien (en langue anglaise, le "*wind chill*") juste avant l'entrée des États-Unis dans la Seconde Guerre mondiale lors d'expériences en Antarctique.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Refroidissement_%C3%A9olien

- Une **isobare** est une ligne, sur un graphe ou une carte météorologique, reliant les points d'égale pression¹. Dans l'espace à trois dimensions que forme l'atmosphère, les lignes de surface isobare réunissant à un instant déterminé les points de même pression atmosphérique servent à délimiter sur les cartes d'analyse objective et celles de prévision météorologique les systèmes météorologiques : dépressions, anticyclones, creux et crêtes barométriques
- TEFLON** ou *Teflon-PTFE* ou Téflon (abréviation de tétra-fluoroéthylène et ajout de la terminaison on des matières plastiques) est la marque déposée en 1945 du polytétrafluoroéthylène (PTFE) de la société américaine *E.I. du Pont de Nemours and*

Company, passée dans le langage courant. Ce polymère thermoplastique est thermostable, possède une grande inertie chimique et a un très grand pouvoir antiadhésif.

<https://fr.wikipedia.org/wiki/T%C3%A9flon>

- **Allée de Karman :** « Une allée de tourbillons de Karman ou allée de Bénard-Von Karman est un phénomène périodique de tourbillons causés par la séparation instable d'un écoulement autour de corps peu profilés. Une allée de tourbillons ne peut s'observer qu'à l'intérieur d'un intervalle donné de nombres de Reynolds, généralement entre un système de tourbillons attaché à l'obstacle et la turbulence. Une allée inverse de Karman est une série de tourbillons contrarotatifs. La vélocimétrie par image de particules montre ce phénomène généré par le battement de la nageoire caudale chez les poissons courbant essentiellement cette nageoire (thons, carangues), lequel induit un jet rétrograde de fluide, tendant à les propulser. »
<http://hmf.enseeiht.fr/travaux/projnum/book/export/html/1916>
- **Au vent :** « L'expression "**au vent**" s'utilise pour situer un objet dans l'espace en indiquant qu'il se trouve du côté d'où souffle le **vent**, par rapport à un objet servant de référence. Ainsi, l'objet est au-delà d'une ligne perpendiculaire **au vent** passant par l'objet, et reçoit le **vent** avant l'objet de référence. »
<https://www.google.com/search?client=firefox-b-e&q=au+vent>
- **Chapeau du mont Blanc :** « Également appelé "la coiffe" ou "l'âne", ce phénomène se caractérise par un nuage en forme de soucoupe renversée sur les sommets les plus élevés. »
<https://www.valthorens.com/fr/blog/la-meteo-par-les-gens-d-en-haut>
- **Sous le vent :** « L'expression « sous le vent » s'utilise pour situer un objet dans l'espace en indiquant qu'il se trouve du côté opposé à celui d'où souffle le vent, par rapport à un objet servant de référence. Ainsi, l'objet est en deçà d'une ligne perpendiculaire au vent passant par l'objet, et reçoit le vent en second. »
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Sous_le_vent_\(marine\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Sous_le_vent_(marine))
- Pour la définition du **vario**, voir <https://fr.wikipedia.org/wiki/Variom%C3%A8tre>
- **Effet Venturi :** « L'effet Venturi, du nom du physicien italien Giovanni Battista Venturi, est le nom donné à un phénomène de la dynamique des fluides, selon lequel un fluide en écoulement subit une dépression là où la vitesse d'écoulement augmente, ou encore là où la section d'écoulement se rétrécit. »
https://fr.wikipedia.org/wiki/Effet_Venturi
- **VFR** « Un pilote effectue un vol selon les règles de vol à vue ou VFR (Visual Flight Rules), lorsqu'il maintient son avion dans une configuration propre au vol (attitude, vitesse) sur sa trajectoire pour l'emmener vers sa destination en s'orientant par rapport à des repères extérieurs (reliefs, routes, villes...) et à l'aide d'une carte. Le vol à vue est la façon la plus simple de voler, la plus libre aussi, où il s'agit simplement d'appliquer la règle de l'air à savoir : voir et éviter. C'est la technique qui nécessite le moins d'instruments de bord. C'est évidemment la première technique qui a été utilisée par les pionniers de l'aviation mondiale. »
www.ivoa.fr/dep/instruction/Manuels/lpack-FR_V2/pdf/VFR_REG.pdf

- « **La vitesse indiquée (Vi)** est la vitesse indiquée par l'instrument de mesure anémobarométrique d'un aéronef (voir tube de Pitot et badin), corrigée des effets de la compressibilité en conditions atmosphériques standard au niveau de la mer, non corrigée des erreurs du circuit anémobarométrique¹. La Vi est égale à la Vc aux erreurs anémométriques près. Ces erreurs proviennent principalement de la mesure de pression statique, l'écoulement de l'air autour de l'aéronef perturbant toujours cette mesure. »

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Altitude_et_vitesse_\(a%C3%A9ronautique\)#Vitesse_indiqu%C3%A9e_ou_Vi_ou_IAS](https://fr.wikipedia.org/wiki/Altitude_et_vitesse_(a%C3%A9ronautique)#Vitesse_indiqu%C3%A9e_ou_Vi_ou_IAS)

B2. Sigles et acronymes

°	Degré (angle)
° C	Degré(s) Celsius
° F	Degré(s) Fahrenheit
ADF	Automatic Direction Finder
AFIS	Aerodrome Flight Information Service
AR	ARrière
AV	AVant
CATEX	CÂbles Transporteurs d'EXplosifs
<i>cf</i>	<i>Confer</i>
C/L	Check-List
cm	Centimètre
D	Délémontez
D	Droite
D-140	Délémontez D-140
EDF	Électricité de France
ft	Feet (Pieds)
G	Gauche
GCA	Ground Controlled Approach/Approche contrôlée au sol
HT	Haute Tension
HUD	Head-Up Display
IFR	Instrument Flight Rules (Règles de vol aux instruments)
ILS	Instrument Landing System (Système d'atterrissage aux instruments)
Iso 0	Isobare zéro degré
kg	Kilo(gramme(s))
km	Kilomètre(s)
km/h	Kilomètres/heure
kt	Knot(s) (Nœud[s])
kt/h	Knots per hour/Nœuds par heure

LFKX	Immatriculation de l'Altiport Robert Merloz de Méribel
LFLJ	Immatriculation de l'Altiport Michel Ziegler de Courchevel
m	Mètre(s)
mb	Milibar(s)
MHz	MégaHertz
mph	Milles par heure
Mph	<i>Miles per hour</i> (miles par heure)
m/s	Mètre(s)/seconde
m/s²	Mètre(s)/seconde/(par) seconde
NM	<i>Nautic Mile(s)</i> /Mile nautique(s)
PA	Pression Atmosphérique
PAPI	<i>Precision Approach Path Indicator</i>
PAX	Nombre de personnes à bord
PDM	Pilote De Montagne
RM-PDM	Robert Merloz/Pilote De Montagne
RPM	<i>Rounds per minutes</i> /Tours par minute (t/m)
SAN	Société aéronautique normande
SIA	Service de l'information aéronautique
t	Temps
t/m	Tours par minute/ <i>Rounds per minute (RPM)</i>
ULM	Ultra Léger Motorisé
VAC	<i>Visual Approach Chart</i> /Carte d'approche et d'atterrissage à vue
Vc	Vitesse conventionnelle
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> /Navigation à vue
VHF	<i>Very High Frequency</i> /Très haute fréquence
Vi	Vitesse indiquée
VOR	<i>VHF Omnidirectional Range</i> /Radiophare omnidirectionnel <i>VHF</i>
Vp	Vitesse propre
VRef	Vitesse de Référence
Vs	Vitesse sol
Vs0	Vitesse de décrochage
W	Puissance

