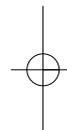


Pierre-Paul Ménégoz – Alain Jacques

le manuel
DU VOL LIBRE
de la Fédération Française de Vol Libre



© Éditions Rétine 2005
ISBN 2-9508644-6-5
Dépôt légal : septembre 2005

Conception graphique et réalisation : Jean-Claude Irma.
Schémas parapente, matériel, météo-aérologie : Pierre-Paul Ménégos.
Schémas delta, performance, aérodynamique et mécafol : Alain Jacques.

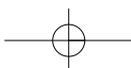


Table des matières

Introduction : culture générale et fédérale

| | |
|---|-----------|
| I. Culture fédérale | 14 |
| A) De l'histoire | 14 |
| B) Une fédération sportive | 14 |
| 1) Les statuts et le règlement intérieur | 14 |
| 2) L'Assemblée Générale (AG) | 14 |
| 3) Les moyens financiers et cadres techniques | 14 |
| 4) Le Comité Directeur | 15 |
| C) La FFVL | 15 |
| 1) Définition des PUL | 15 |
| 2) Principales missions de la FFVL | 15 |
| D) Ce qui est obligatoire pour voler | 15 |
| 1) L'assurance | 15 |
| 2) Autres contraintes pour pratiquer le vol libre | 16 |
| a) La loi | |
| b) Règles fédérales | |
| E) Ce qui n'est pas obligatoire pour voler | 16 |
| II. La Formation | 16 |
| A) L'encadrement de l'enseignement | 16 |
| B) Les écoles de vol libre | 17 |
| 1) Les écoles fédérales ou écoles de club | 17 |
| 2) Les écoles professionnelles | 17 |
| 3) Les Écoles Françaises de Vol Libre | 18 |
| III. Les sites | 18 |
| A) Le cross (vols de distance) et les vols hors sites | 18 |
| B) Officialisation d'un site par un club | 18 |
| 1) Le minimum obligatoire | 18 |
| 2) Officialiser un site FFVL | 18 |

Chapitre 1 – Aérodynamique et mécanique de vol

| | |
|--|-----------|
| I. Comment vole-t-on ? | 20 |
| A) Exemple : le delta et le rigide | 20 |
| B) Exemple : le parapente | 21 |
| II. Vent relatif - Vitesse air et sol | 21 |
| A) Au décollage | 21 |
| B) En vol | 22 |
| III. Les profils et leurs réactions | 23 |
| A) Notions de base | 23 |
| B) Incidence 0 – traînée et profilage | 24 |
| C) Incidence de vol | 28 |
| D) Incidence de décrochage | 30 |
| E) Profils hypersustentateurs et spoilers | 31 |

| | |
|--|-----------|
| IV. Généralisation à l'aile complète | 32 |
| A) Allongement et traînée induite | 32 |
| B) Vitesse, charge alaire et facteur de charge | 34 |
| 1) Influence du poids et de la surface sur la vitesse | 34 |
| 2) influence de la densité de l'air sur la vitesse | 34 |
| 3) Facteur de charge | 35 |
| C) Performances et polaire d'une aile | 36 |
| D) Équilibre des forces en virage | 38 |
| E) Tangage, roulis et lacet | 39 |
| 1) Définitions | 39 |
| 2) Lacet inverse et roulis inverse | 39 |
| F) Vrillage, décrochage, vrille et stabilité | 41 |
| G) Stabilité | 43 |
| 1) En tangage | 43 |
| 2) Stabilité en roulis et effet dièdre | 45 |
| 3) Stabilité en lacet, dérapage, glissade et effet girouette | 46 |
| H) L'effet pendulaire du parapente | 46 |
| I) Pratiques spéciales : treuillé et remorqué | 48 |
| 1) vitesse et efforts en tracté | 48 |
| 2) Pratique et dangers du tracté | 49 |
| 3) Vol captif | 49 |
| 4) Vol remorqué | 50 |

Chapitre 2 A – Pilotage delta et rigide

| | |
|---|-----------|
| I. Le pilotage en ligne droite | 53 |
| A) Centrage : réglage de la vitesse de base | 53 |
| B) Utilisation de la polaire | 54 |
| C) Décrochage | 56 |
| D) Divers mais important | 56 |
| 1) Micro corrections, décontraction et roulis haute vitesse | 56 |
| 2) Rentrer dans une ascendance | 57 |
| 3) Autres types de rafales, entrer dans une descendance | 58 |
| 4) Turbulences en général | 58 |
| II. Le décollage | 59 |
| A) Assiette, incidence et pente | 59 |
| 1) Pente très douce à douce | 61 |
| 2) Pente douce à moyenne | 61 |
| 3) Pente forte à très forte | 61 |
| 4) Départ falaise | 61 |
| 5) Influence du vent | 61 |
| B) Erreurs classiques et corrections | 62 |
| 1) Lucidité du pilote | 62 |
| 2) Avant le décollage | 62 |
| 3) Pendant le décollage | 62 |
| 4) Juste après le décollage | 63 |
| III. Le virage | 64 |
| A) Cadencer | 64 |
| B) Différents virages | 64 |
| 1) virage « à plat » jusqu'à 20° | 64 |
| 2) virage standard de 30° à 45° | 64 |

| | |
|---|-----------|
| 3) Virage incliné plus de 50° | 64 |
| 4) Virages spéciaux : la glissade | 65 |
| 5) Maniabilité et manœuvrabilité | 65 |
| 6) Efficacité du geste | 65 |
| C) Particularités du rigide, la vrille | 65 |
| IV. L'atterrissage : le posé | 66 |
| A) Finale, arrondi et palier : précision pour le delta et le rigide | 66 |
| B) Poussé final | 67 |
| C) Erreurs classiques et solutions | 68 |
| 1) Les roulettes | 68 |
| 2) Poussé tardif | 68 |
| 3) Poussé trop tôt | 69 |
| 4) Le parachutage | 69 |
| 5) Postures et gestes | 70 |
| 6) Ne pas descendre avant l'arrêt complet | 71 |
| 7) Matériel | 71 |
| D) Posés spéciaux | 71 |
| 1) Posé à contre-pente | 71 |
| 2) Posé vent de travers | 72 |
| 3) Choix d'un atterrissage « de fortune » | 72 |
| E) Le drag chute | 73 |
| 1) Les principes de base | 73 |
| 2) Pilotage en drag chute | 74 |
| 3) Approche et posé | 74 |

Chapitre 2 B – Pilotage parapente

| | |
|--|-----------|
| I. Description de l'apprentissage | 76 |
| II. Le décollage | 76 |
| A) Le vent au décollage | 76 |
| 1) Techniques de gonflage face ou dos à l'aile | 77 |
| B) Choisir son terrain de décollage | 78 |
| 1) Le profil de la pente | 78 |
| 2) Vent et topographie | 78 |
| C) La préparation de l'aile | 78 |
| D) La visite pré-vol | 79 |
| E) Le centrage | 79 |
| F) Le gonflage | 79 |
| G) Gonflage vent de travers | 81 |
| H) Le recentrage | 81 |
| I) La temporisation | 82 |
| J) Mauvais déploiement de l'aile ou fermeture asymétrique | 82 |
| K) La course au sol et la décision du décollage | 83 |
| L) La sortie de décollage et l'installation dans la sellette | 83 |
| III. Le plan de vol | 84 |
| IV. Attitudes du pilote en vol | 84 |
| A) Ne rien faire... se détendre | 84 |
| B) Position de pilotage assise | 84 |
| C) Le placement des mains | 84 |
| D) Le regard | 84 |
| E) Ouïe, ressentis et perception tactile | 84 |

| | |
|--|------------|
| V. La vitesse | 85 |
| A) Les variations de vitesse initiées par le pilote | 85 |
| 1) Vol en ascendance | 85 |
| 2) Optimiser sa finesse sol | 85 |
| 3) Finesse sol avec du vent de face | 85 |
| 4) Finesse sol dans une descente | 86 |
| 5) Gérer la manœuvrabilité | 86 |
| 6) La limite haute de la vitesse : la fermeture | 86 |
| B) Les variations de vitesse dues à l'aérogologie | 87 |
| 1) Effet pendulaire et amortissement en tangage | 88 |
| 2) Amortissement en roulis : le contre « classic » | 88 |
| 3) Ce que transmettent les commandes | 88 |
| 4) Contrer au frein pour garder le cap | 88 |
| 5) Contrer au frein pour éviter une fermeture | 88 |
| 6) Ce que transmet la sellette | 89 |
| 7) Contrer à la sellette | 90 |
| 8) Ailes du haut de gamme et technique de vol de performance | 90 |
| VI. Le virage en parapente | 90 |
| A) Le réglage de la ventrale | 91 |
| 1) Réglage de la ventrale au dessus de la norme | 91 |
| B) Virer « à la sellette » : application du poids pour tourner | 92 |
| 1) Transfert du poids et inertie | 92 |
| C) Mise en virage | 93 |
| 1) Se tenir prêt à tourner | 93 |
| 2) La mise en virage | 93 |
| 3) Lorsque le pilote sait de quel côté sera placé son virage | 94 |
| D) Cadencer, conduire et sortir du virage | 94 |
| 1) Cadencer le virage | 94 |
| 2) Conduire le virage | 94 |
| 3) Sortir du virage et amortir la vitesse du virage | 94 |
| E) Le 360° en parapente | 95 |
| 1) Stabilité, neutralité et instabilité spirale | 95 |
| VII. Les oreilles | 96 |
| A) Faire les oreilles | 96 |
| B) Cas d'utilisation des oreilles | 97 |
| C) Particularités aérodynamiques et mécaniques des oreilles | 98 |
| VIII. L'accélérateur | 99 |
| A) Objectif | 99 |
| B) Mise en œuvre | 99 |
| C) Suppression | 99 |
| D) Réglage de l'accélérateur | 99 |
| E) Piloter avec l'accélérateur | 99 |
| IX. L'atterrissage en parapente | 98 |
| A) Se relever dans la sellette | 100 |
| B) La prise de vitesse et l'arrondi en parapente | 101 |
| C) Cas particuliers de l'atterrissage en parapente | 102 |
| X. Les incidents de vol | 104 |
| A) L'autorotation | 104 |
| B) Le surcontre | 104 |
| C) Le twist | 106 |

| | |
|---|-----|
| D) Distinction entre « sur pilotage » et « sur contre » | 107 |
| E) Les cascades d'incidents. | 107 |
| F) Le décrochage. | 108 |
| G) La vrille | 110 |
| 1) La vrille accidentelle | 110 |
| 2) La vrille en milieu aménagé. | 110 |
| H) La cravate | 111 |
| 1) Un contre qui permet le retour au vol en ligne droite. | 112 |
| 2) Cravate et autorotation | 112 |
| I) Le parachutage. | 113 |
| 1) Le parachutage accidentel. | 113 |
| 2) Sortir du parachutage | 113 |
| 3) Le parachutage à basse altitude | 114 |
| J) Le « 360° engagé », l'instabilité spirale et le « 360° face au sol » | 114 |
| 1) Le 360° engagé | 114 |
| 2) Le 360° face au sol | 114 |
| 3) L'instabilité spirale et le 360° face au sol. | 114 |
| 4) Sortir du 360° engagé ou de la spirale face au sol | 114 |
| 5) Amortir une forte ressource. | 114 |

Chapitre 3 – Atterrissage : les approches

| | |
|---|------------|
| I. Choix de bases | 118 |
| A) Choix du terrain | 118 |
| B) Endroit et sens du posé. | 120 |
| C) Choix : approche et mise en finale | 121 |
| II. Approche | 122 |
| A) Approches en « S » ou en « 8 » | 122 |
| B) Approches en « U » ou PTU | 124 |
| C) Approches en « L » ou autres. | 124 |
| D) Pendant l'approche | 124 |
| III. Finale | 125 |
| A) Mise en finale : choix du moment | 125 |
| B) Contrôler sa pente de descente en finale : point d'aboutissement | 127 |
| C) Je suis trop court que faire ? | 127 |
| D) Je suis trop long que faire ? En parapente | 128 |
| E) Je suis trop long que faire ? En delta et rigide | 128 |
| IV. Arrondi et palier | 129 |
| V. Divers : le regard, l'engourdissement | 130 |
| VI. L'après posé | 130 |

Chapitre 4 – Le matériel

Matériel commun

| | |
|--|------------|
| I. Choisir son matériel | 132 |
| A) Choix d'une aile neuve | 133 |
| B) Les occasions | 135 |
| II. Le parachute de secours | 135 |
| A) Ce qui doit être su dès le premier emport d'un parachute de secours | 135 |

| | |
|--|------------|
| 1) Les cas d'utilisation d'un parachute de secours | 135 |
| 2) Description générale et fonctionnement | 136 |
| 3) Avant de décoller | 137 |
| 4) Décision d'ouverture | 137 |
| 5) Pliage et entretien | 137 |
| 6) Les points noirs à vérifier | 137 |
| B) Homologation et choix du secours | 138 |
| C) Le parachute de secours pour le parapente | 140 |
| 1) Positions sur la sellette | 140 |
| 2) Critères de choix | 141 |
| 3) Mise en œuvre | 141 |
| D) Le parachute de secours pour le delta | 143 |
| 1) Positions sur le harnais | 143 |
| 2) Mise en œuvre | 143 |
| III. Les accessoires de protection | 144 |
| A) Le casque | 144 |
| B) Les chaussures | 144 |
| C) Les gants, le masque | 145 |
| D) Les lunettes | 145 |
| E) Les vêtements | 145 |
| IV. Les instruments | 145 |
| A) L'altimètre | 145 |
| B) Le barographe | 146 |
| C) Le variomètre | 146 |
| 1) Vario à énergie totale | 146 |
| 2) Variomètre « netto » ou masse d'air | 146 |
| 3) Délai de réaction et vario intégré, utilisation combinée avec l'alti. | 146 |
| D) Le ventimètre ou « badin » | 147 |
| E) Le GPS | 147 |
| F) La radio | 147 |
| G) Boussole et nuages | 148 |
| H) Les cartes | 148 |

Matériel delta et rigide

| | |
|---|------------|
| I. L'aile Delta | 150 |
| A) La voile et les réglages | 150 |
| 1) Matériaux et vieillissement | 150 |
| 2) Réglages | 150 |
| B) Les tubes | 151 |
| C) Les matériaux composites | 151 |
| D) Les câbles | 152 |
| E) Quincaillerie, boulons et push pin | 153 |
| F) Les dispositifs de sécurité | 153 |
| G) Pliage et housse | 153 |
| H) Les nœuds | 153 |
| II. Le harnais | 154 |
| III. Autres accessoires | 156 |
| A) Les roulettes | 156 |
| B) Les barres de toit et l'arrimage de l'aile | 157 |

Matériel parapente

| | |
|--|------------|
| I. Descriptions d'un parapente | 158 |
| A) Le cône de suspentage et les élévateurs | 158 |
| B) Un calage particulier : la cage | 158 |
| C) Quelques définitions géométriques des ailes de parapente | 158 |
| II. Réglage des freins | 160 |
| III. Les suspentes et leurs matériaux | 160 |
| IV. Les ailes et leurs tissus | 161 |
| V. L'accélérateur | 162 |
| VI. Les « trims » | 162 |
| VII. Les sellettes | 163 |
| VIII. La classification des parapentes | 164 |
| IX. Les normes et les tests d'homologation | 165 |
| X. L'entretien d'une aile de vol libre et les contrôles | 166 |
| A) Un carnet de suivi pour chaque aile | 166 |
| B) Les contrôles techniques | 166 |

Chapitre 5 – La météorologie

| | |
|--|------------|
| I. Caractéristiques physiques de l'atmosphère | 168 |
| A) Définition physique d'une particule d'air | 168 |
| B) La température | 168 |
| 1) Modes de propagation de la chaleur | 168 |
| 2) Températures dans l'atmosphère | 169 |
| C) Pression atmosphérique et altitude | 169 |
| D) La vapeur d'eau | 170 |
| 1) Cas du brouillard de rayonnement et du brouillard d'advection | 172 |
| E) La pression atmosphérique et le vent | 172 |
| 1) Les courbes isobares | 172 |
| 2) Les reliefs atmosphériques et la lecture du vent | 172 |
| 3) Le vent au sol | 172 |
| II. Les fronts | 173 |
| A) Introduction à la frontologie | 173 |
| B) Le front polaire | 173 |
| C) Les perturbations atmosphériques du front polaire | 174 |
| 1) Front stationnaire et naissance d'une perturbation | 175 |
| 2) Front chaud et front froid | 176 |
| 3) Front occlus et ciel de traîne | 177 |
| III. Les nuages | 178 |
| A) Classification des nuages | 178 |
| B) Deux formes | 178 |
| C) Les genres | 179 |

Chapitre 6 – L'aérologie

| | |
|--|------------|
| I. Sur le chemin de l'autonomie : l'observation du vent | 184 |
| II. Écoulements dynamiques | 186 |

| | |
|---|------------|
| A) Laminaire ou turbulent | 186 |
| B) Turbulences | 186 |
| C) Phénomènes aérodynamiques | 187 |
| D) Quelques particularités des écoulements dynamiques | 188 |
| E) Création d'une ascendance dynamique | 190 |
| F) Exploitation des conditions dynamiques | 191 |
| III. Les ascendances thermiques | 191 |
| A) Naissance d'une bulle thermique | 191 |
| B) Ce qui influence le déclenchement thermique | 192 |
| 1) La priorité : résorber l'humidité | 192 |
| 2) L'ensoleillement et l'exposition | 192 |
| 3) Le vent et la turbulence | 192 |
| 4) Le contraste | 192 |
| 5) La nature du sol | 192 |
| C) Création de colonnes ascendantes | 194 |
| D) Influence du vent sur les ascendances | 194 |
| E) Convergence des bulles thermiques | 195 |
| F) La restitution | 196 |
| IV. Stabilité ou instabilité de l'air | 196 |
| Gradient adiabatique, c'est quoi ? | 196 |
| A) Exemples et applications | 198 |
| V. Les brises engendrées par les effets thermiques | 199 |
| A) Brises de pente montantes | 199 |
| B) Brises de pente descendantes | 199 |
| C) Brises de vallée montantes | 199 |
| D) Brises de vallée descendantes | 200 |
| E) Brise de mer et de terre | 200 |
| F) Exploitation des brises de pentes montantes | 201 |
| G) Les confluences | 202 |
| VI. Aérologie pratique | 203 |
| A) Les pièges aérologiques | 203 |
| 1) Les turbulences | 203 |
| 2) Les venturi | 203 |
| 3) Gradient | 203 |
| B) Aérologies dangereuses pour le vol libre | 207 |
| 1) Les nuages qui dénoncent le danger pour le vol libre | 207 |
| a) <i>Le cumulus-congestus</i> | |
| b) <i>Le cumulo-nimbus (CB)</i> | |
| c) <i>Les altocumulus lenticulaires, nuages orographiques et les nuages de rotors</i> | |
| 2) Aérologies dangereuses et particulières | 208 |
| a) <i>L'onde</i> | |
| b) <i>L'effet de Foehn</i> | |
| c) <i>Les inversions</i> | |
| 3) Vol à proximité du relief | 210 |

Chapitre 7 – Facteur humain et sécurité

| | |
|-----------------------------|------------|
| I. Fatigue et stress | 212 |
| A) Stress | 212 |

| | |
|---|------------|
| B) Gestion du stress | 212 |
| C) Influence de la fatigue | 213 |
| II. Comportements à risques | 213 |
| A) Gestion des distances et prévention des abordages | 214 |
| 1) Par rapport au relief | 214 |
| 2) Par rapport aux autres pilotes | 214 |
| B) Estimation des conditions | 216 |
| C) Comportements dangereux | 218 |
| III. Divers | 220 |
| A) Accidents « trop classiques » dûs au matériel | 220 |
| B) Conduite à tenir en cas d'accident, risque de sur-accident | 220 |
| C) Médical : hypoxie, froid, oreilles, hydratation | 221 |
| 1) Hypoxie et froid | 221 |
| 2) Oreilles | 221 |
| 3) Hydratation | 221 |

Chapitre 8 – Réglementation aérienne

| | |
|--|------------|
| I. Le vélo du ciel | 224 |
| A) Les textes réglementaires | 224 |
| B) Quelques précisions | 225 |
| II. Division de l'espace aérien | 225 |
| A) Quelques définitions | 225 |
| B) Espace aérien inférieur/supérieur | 225 |
| C) Règles du vol à vue | 226 |
| D) Espaces aériens classés | 226 |
| E) Vol à proximité d'un aérodrome | 228 |
| F) Zones à statut particulier | 229 |
| III. Règles de survol | 230 |
| IV. Priorités | 230 |
| V. Divers | 230 |
| A) Voltige | 230 |
| B) Vol de nuit | 230 |
| C) Vol en altitude | 230 |
| D) L'information aéronautique | 231 |
| E) Radio aéronautique | 232 |
| F) Les organismes officiels | 232 |
| G) Les informations de référence | 232 |

Chapitre 9 – Vers la performance...

| | |
|---|------------|
| I. Optimiser son vol | 234 |
| A) Trouver un thermique | 234 |
| B) Centrer un thermique | 235 |
| C) Finesse sol, vent et polaire | 237 |
| D) Optimisation des transitions | 238 |
| E) Les moyens pour naviguer | 239 |

Chapitre 10 – Les différentes pratiques du vol libre

| | |
|---|------------|
| I. Voler en air calme | 242 |
| II. Voler en conditions dynamiques | 242 |
| III. Le vol de plaine | 242 |
| IV. Le vol thermique | 243 |
| V. Le vol associé à la pratique de la montagne | 243 |
| VI. Le cross | 244 |
| VII. La Coupe Fédérale de Distance (CFD) | 244 |
| VIII. Les compétitions | 245 |
| IX. Les records | 246 |
| X. Le vol bivouac | 246 |
| XI. La voltige | 246 |

Annexes : le brevets fédéraux delta ou parapente

| | |
|---|----------------|
| I. Le Passeport de vol libre | 248 |
| II. Les brevets de base de pilote delta ou parapente | 248 |
| A) Le brevet initial | 248 |
| B) Le brevet de pilote | 251 |
| C) Le brevet de pilote confirmé | 252 |
| III. Les diverses qualifications fédérales | 253 |
| A) La qualification biplace | 253 |
| B) La qualification treuil | 253 |
| C) L'accompagnateur de club | 253 |
| D) Le monitorat fédéral | 253 |
| E) Le statut de pilote de compétition | 253 |
| F) Le statut d'entraîneur fédéral | 253 |
| Index | 254 |
| Remerciements | 256 |

INTRODUCTION

CULTURE GÉNÉRALE ET FÉDÉRALE



I. Culture fédérale

A) De l'histoire...

La France possède une « histoire du sport ». Les institutions du milieu du xx^e siècle, établissent comme postulat que les activités sportives sont épanouissantes pour l'homme moderne. Pour promouvoir et soutenir cette affirmation le gouvernement crée un « Ministère de la Jeunesse et des Sports ».

Chaque activité sportive reconnue est en devoir de s'organiser au sein de ses pratiquants. Le ministère met à disposition de ces derniers l'outil démocratique de gestion que l'on nomme une « Fédération ».

B) Une Fédération sportive...

C'est une association à but non lucratif loi 1901 régie par des **Statuts**. À sa tête, le **Président** au sein du **Bureau directeur** qui comprend aussi un secrétaire et un trésorier, d'éventuels vice-présidents. Le **Comité Directeur** (vingt-cinq membres pour la FFVL) est élu pour quatre ans lors de l'**Assemblée Générale** qui suit les jeux olympiques d'été. Le bureau directeur est élu par le comité directeur sur proposition du président.

Sur le même modèle associatif, **Ligues** et **Comités Départementaux** sont des organes déconcentrés d'une fédération à l'échelle d'une région ou d'un département. Les ligues et les comités départementaux se chargent, entre autres, des dialogues avec les Directions Régionales et Départementales de la Jeunesse et des Sports (DRJS et DDJS), des collectivités (Conseil Régional et Général, les mairies...)

1) Les statuts et le règlement intérieur

Ce sont l'ensemble des textes régissant le fonctionnement d'une association. On y trouve notamment la définition de ses missions et les règles démocratiques qui régissent le renouvellement de son Bureau Directeur et de son Comité directeur. Pour les fédérations sportives qui ont délégation de pouvoir de l'Etat les statuts sont définis afin de permettre un contrôle de son éthique et de son fonctionnement. L'État impose des dispositions obligatoires déterminées par la loi sur le sport. Les

fédérations elles-mêmes peuvent aménager leurs statuts. Elles s'organisent et se structurent ainsi pour faire face aux problématiques particulières de leurs activités.

2) L'Assemblée Générale (AG)

L'Assemblée Générale a lieu une fois par an. Elle rassemble les présidents représentants, les clubs affiliés et les professionnels représentant les écoles agréées (Organismes à But Lucratif) qui constituent la fédération, les ligues ou les comités départementaux. Chaque club au travers de son président possède un pouvoir de vote au prorata du nombre de ses adhérents de l'année, et chaque école, au travers de ses dirigeants possède aussi un pouvoir de vote au prorata de son nombre d'adhérents de l'année (règle précisée dans les statuts). La proportion, définie par la loi sur le sport est que chaque licencié à l'année vaut 5 pour le club et 1 pour l'école, ceci afin de maintenir le pouvoir au mouvement sportif associatif en faisant participer les professionnels.

Au cours de l'Assemblée Générale, le Président de l'association présente son rapport moral, le trésorier son rapport financier. Un vote entérine le travail de l'année passée et l'assemblée générale se prononce sur les orientations à suivre et le budget prévisionnel que propose le Comité du Directeur pour l'année à venir.

L'assemblée procède à l'élection des postes vacants du Comité Directeur en devoir d'être renouvelés s'il y a lieu.

3) Les moyens financiers et cadres techniques

Une fédération vit des cotisations de ses adhérents mais aussi des subventions qu'elle négocie annuellement auprès du ministère J. et S. Ce dernier met à disposition des fédérations des cadres techniques. Ces cadres sont sous l'autorité du Directeur Technique National, lui-même sous la double autorité du Président de la fédération et de l'Etat. Les membres de la direction technique coordonnent et travaillent à la mise en place de la politique fédérale. Il s'agit, entre autres, du Directeur Technique National (DTN), des Conseillers Techniques Régionaux et Départementaux (CTR et CTD), de l'entraîneur

CULTURE GÉNÉRALE ET FÉDÉRALE

National (EN)... La Fédération s'est dotée aussi de cadres fédéraux, n'ayant pas suffisamment de cadres d'Etat.

4) Le Comité Directeur

Le Comité directeur se réunit statutairement un minimum de trois fois dans l'année. Lors de l'Assemblée Générale, ses membres sont élus pour quatre ans et leur mandat est indexé sur les Olympiades. Il est ainsi possible de voir des mandats plus courts si l'élection d'un membre dont le poste est vacant a lieu en cours d'Olympiade. Lors de l'Assemblée Générale, le Comité Directeur présente son budget prévisionnel et propose les tâches qu'il envisage pour l'année à venir. Il exécute les travaux et la politique votés lors de l'AG.

C) La FFVL

La Fédération Française de vol libre gère les Planeurs Ultra Légers (PUL) deltas et parapentes, le cerf-volant acrobatique et le cerf-volant de traction (Kite). La FFVL se subdivise en Liges, elles-mêmes scindées en Comités Départementaux lorsque l'activité est très importante dans une région. Certaines tâches, dont la délivrance de certaines qualifications fédérales (la qualification biplace par exemple) et la gestion des sites sont ainsi décentralisées du siège de la FFVL.

1) Définition des PUL

Est dit planeur ultraléger un aéronef non motorisé, apte à décoller ou atterrir aisément en utilisant l'énergie musculaire du pilote et l'énergie potentielle.

2) Principales missions de la FFVL

Une fédération sportive doit promouvoir le sport qu'elle représente et organiser sa pratique. Elle met notamment en place les compétitions visant à produire le « Champion de France » dans les disciplines qu'elle représente. Elle est en devoir de proposer à ses pratiquants une assurance en Responsabilité Civile Aérienne ainsi qu'une assurance Individuelle pour ses dommages corporels. Elle gère et développe son sport librement dans le respect de l'éthique sportive, de la loi et de la

réglementation aérienne. Le travail de la FFVL s'organise en commissions : Compétition, Formation, Médicale, Assurances, etc.

D) Ce qui est obligatoire pour voler

1) L'assurance

La loi nous impose d'être assurés en **Responsabilité Civile Aérienne (RCA)** afin que chaque pratiquant soit solvable dans le cas où il créerait un tort à un tiers.

La FFVL propose une assurance RCA « élève » à un tarif d'appel dans la mesure unique où le stagiaire pratique au sein d'une école labellisée par ses soins (École Française de Vol Libre). Un certificat médical est obligatoire pour bénéficier de tout type d'assurance fédérale.

Au moment de la première prise de licence, le certificat médical est obligatoire et doit être de moins de trois mois. Il est obligatoire tous les ans pour les pilotes qui pratiquent la compétition. Pour les autres les règles sont précisées dans la licence ou sur le site Internet de la FFVL (www.ffvl.fr).

L'assurance que propose la fédération couvre l'ensemble des pays d'Europe. Elle peut accorder une extension sur demande dans les autres pays du monde.

En cas d'accident, une déclaration doit être envoyée sous 5 jours à l'assureur et à la FFVL (coordonnées sur la licence) par l'accidenté ou son entourage, ou par le moniteur dans le cas d'une école. En cas de blessure corporelle, la déclaration doit aussi être faite à la gendarmerie de l'air.

IMPORTANT

Différente de la Responsabilité Civile Aérienne, une assurance Individuelle pour dommages corporels doit être proposée, lors de la prise de la licence ou des stages en école. Il est du choix de l'adhérent d'y souscrire.

2) Autres contraintes pour pratiquer le vol libre

a) La loi

- Le respect des règles de l'air et de circulation dans l'espace aérien
- L'autorisation des propriétaires des terrains de décollage et d'atterrissage
- L'avis des maires des communes concernées par le décollage et l'atterrissage (sécurité publique)

b) Règles fédérales

- L'utilisation d'un matériel aux normes européennes pour les écoles labellisées
- Un contrôle technique régulier sur les ailes de parapente et lors de la revente d'occasion
- Le port du casque
- L'emport du parachute de secours en compétition

E) Ce qui n'est pas obligatoire pour voler

- Aucun diplôme ou « permis de conduire » n'est obligatoire pour pratiquer le delta ou le parapente. Néanmoins, la responsabilité est élevée. Face à la loi, nul n'est censé ignorer ses devoirs...
- Une assurance complémentaire pour les risques corporels
- L'accès des sites gérés par les clubs affiliés à la FFVL est libre pour les pratiquants.

IMPORTANT

ÊTRE PILOTE

- Être pilote, c'est pratiquer une responsabilité.
- Un pilote est tenu de respecter les règles de l'air.
- Le pilote autonome est seul responsable de ses décisions pour voler, quels que soient le site et son équipement.
- En termes d'environnement, il maintient la nature propre et respecte la flore, la faune et notamment les règles particulières à chaque site dans ce domaine (cf. panneaux FFVL).

FORMATIONS FÉDÉRALES

Le contenu de la formation d'un pilote ainsi que les formations des différentes spécialités du vol libre sont développés en annexe.

II. La Formation

La formation est l'une des grandes missions de la FFVL ; un bon encadrement de l'enseignement est la garantie de la sécurité et, à terme, de rester libre.

L'apprentissage du pilotage d'un parapente est une démarche sérieuse d'accès au statut de pilote ; La progression doit tenir compte des temps d'assimilation propres à chacun. Néanmoins, la moyenne des individus montre des aptitudes d'intégration et de coordination du gestuel de contrôle d'un parapente au sol en quelques séances de pente école. Ces qualités, associées à une démarche d'accoutumance à la hauteur et aux notions théoriques indispensables, permettent d'accéder aux premiers grands vols en moins d'une semaine. Par ailleurs, on peut situer un premier niveau d'autonomie de vol en conditions aérologiques calmes sur site connu autour des 30 premiers vols.

En delta, l'apprentissage initial en pente école est un peu plus long. Il est aussi beaucoup plus individualisé. Ces deux caractéristiques, ainsi que les différences liées à la machine, permettent d'envisager l'autonomie après environ 30 vols.

A) L'encadrement de l'enseignement

Deux diplômes définissent le statut de moniteur.

- Le **moniteur fédéral** a le droit d'exercer à titre bénévole. Il est en droit d'être remboursé des frais occasionnés par sa prestation.
- Le **moniteur d'Etat** (Brevet d'Etat d'Educateur Sportif 1^{er} degré – BEES 1^{er}° – Diplôme délivré par l'Etat) a le droit d'exercer à titre professionnel. Le Brevet d'Etat, mis en place, pour sa partie spécifique, avec l'aide de la FFVL, est visé par le ministère de la Jeunesse et des Sports. Il intègre le « Tronc Commun » à tous les sports. Le Moniteur d'Etat est le seul à pouvoir percevoir des rémunérations de ses élèves.

CULTURE GÉNÉRALE ET FÉDÉRALE

Des « Elèves Moniteurs », tant fédéraux qu'inscrits dans le cursus du Brevet d'Etat, sont autorisés à enseigner sous la responsabilité d'un maître de stage titulaire d'un monitorat.

B) Les écoles de vol libre

Plusieurs statuts d'écoles sont observables. Elles s'organisent autour d'un Directeur Technique d'Ecole (DTE) qui assume la mission pédagogique de l'école. Il supervise, pour le compte de la Ligue et donc de la FFVL, les examens théoriques attachés aux trois cycles de formation du Brevet de Pilote et attribue leurs parties pratiques. La partie théorique du Brevet de Pilote Confirmé est sous l'entière responsabilité de la Ligue.

1) Les écoles fédérales ou écoles de club

Organisées sous la forme d'association loi 1901, les écoles de club sont animées soit par :

- des moniteurs fédéraux. Dans ce cas, si des

dividendes sont dégagés de leurs prestations, ces fonds doivent alimenter les caisses de l'association et servir ses objectifs.

- des moniteurs d'Etat. Ils peuvent être salariés par l'association ou embauchés comme prestataires (travailleurs indépendants), délivrant des factures à l'association.

2) Les écoles professionnelles

Les écoles professionnelles (Organismes à But Lucratif – OBL) sont des entreprises privées pouvant prendre des formes juridiques variables. Elles ne sont pas tenues d'être affiliées à la FFVL. Elles doivent alors trouver un assureur et ne sont pas autorisées à délivrer les brevets fédéraux. Si par contre elles demandent leur label à la fédération, elles sont alors autorisées à délivrer des licences et à participer à la vie fédérale avec droit de vote à l'assemblée générale annuelle de la fédération.



3) Les Écoles Françaises de Vol Libre

Les Écoles Françaises de Vol libre (EFVL) sont des écoles, soit professionnelles labellisées, soit fédérales affiliées à la fédération. Elles sont liées à la FFVL par une charte de qualité qui assure aux stagiaires un équipement et un encadrement aux normes définies par la fédération.

Des décollages sont souvent observés en altitude dans les régions de montagne. Si ces lieux ne font pas partie de zones réservées, comme, par exemple, les Parcs Nationaux, une certaine tolérance existe dans le domaine de la haute et moyenne montagne.

III. Les sites

Priorité des priorités, les sites sont un patrimoine précieux et fragile de la pratique du vol libre. Généralement gérés par les clubs locaux, les sites sont considérés stables lorsque des baux à long terme sont négociés sur le décollage et l'atterrissage ou que ces terrains ont été achetés. La pratique du vol libre doit aussi être acceptée par les collectivités locales et les riverains. C'est le devoir des clubs et écoles gestionnaires de sites d'arriver à leur intégration dans l'environnement socio-économique.

B) Officialisation d'un site par un club

1) Le minimum obligatoire

- Autorisation des propriétaires des terrains de décollage et d'atterrissage
- Soumettre l'ouverture du site à l'avis des maires des communes concernées par le décollage, le vol et l'atterrissage.

Bien que n'ayant aucun pouvoir sur l'espace aérien, les maires peuvent interdire les vols en se justifiant de la sécurité et de l'ordre public dont ils sont responsables. Les préfectures seront les arbitres en cas de litige.

A) Le cross (vols de distance) et les vols hors sites

La « propriété » est une valeur aiguë de notre société. Elle se doit d'être considérée et d'influencer l'attitude des pilotes face aux propriétaires. Pour le vol de distance, possible dans le respect des règles de l'espace aérien, il est convenu que des atterrissages d'urgence sont possibles. Les cas de fins de vols, sur des terrains non prévus, mettent les pilotes face à leurs responsabilités dont celle de représenter honorablement l'activité. En cas de dégâts, le respect dû aux propriétaires et à leurs biens ne doit pas faire hésiter le pilote à les dédommager. Pour un tort important, le pilote est assuré en RC.

2) Officialiser un site FFVL

- Dégager la responsabilité des propriétaires par la signature d'une convention (mise à disposition d'une convention type par la FFVL). Le propriétaire bénéficie alors de la responsabilité civile fédérale.
- Assurer le site pour la pratique du vol libre (procédure type par le biais de la FFVL) ;
- Apposer des panneaux d'informations au décollage et à l'atterrissage sur lesquels sont notifiés au minimum :
 - La procédure d'alerte en cas d'accident
 - Les conditions aérologiques d'utilisation du site ainsi que ses pièges
 - Les règles particulières de son utilisation (pour le vol, les parkings, les riverains...)

1

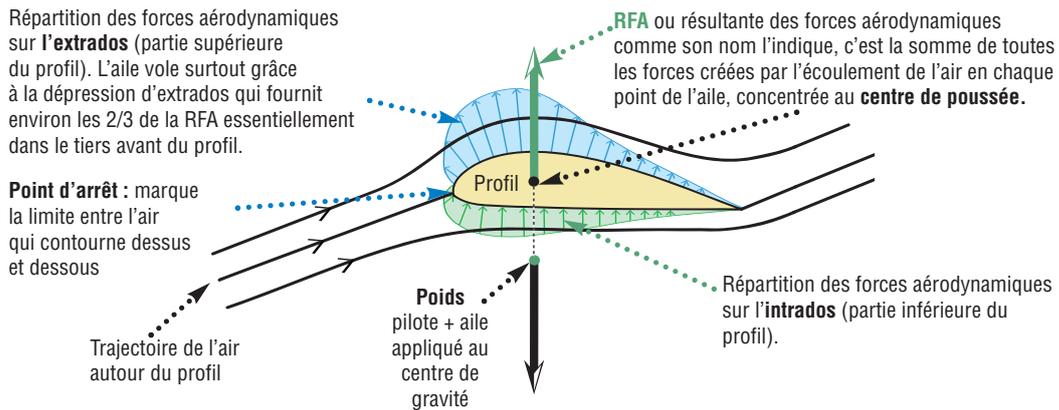
CHAPITRE

AÉRODYNAMIQUE ET MÉCANIQUE DE VOL



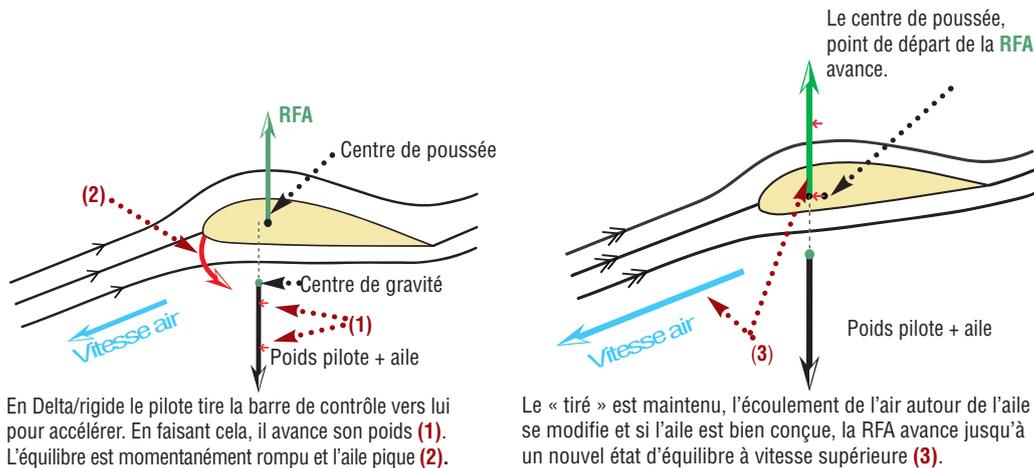
I. Comment vole-t-on ?

L'écoulement de l'air sur une surface crée des différences de pressions qui engendrent des forces aérodynamiques. Pour voler, on utilise un « profil » pour créer la « **RFA.** » (**résultante des forces aérodynamiques**), force qui permet le vol en s'opposant au poids.



En vol stabilisé à vitesse constante, la RFA s'oppose exactement au poids : Il ne reste aucune force pour faire ralentir ou accélérer l'aile. Pour piloter on déséquilibre ces deux forces.

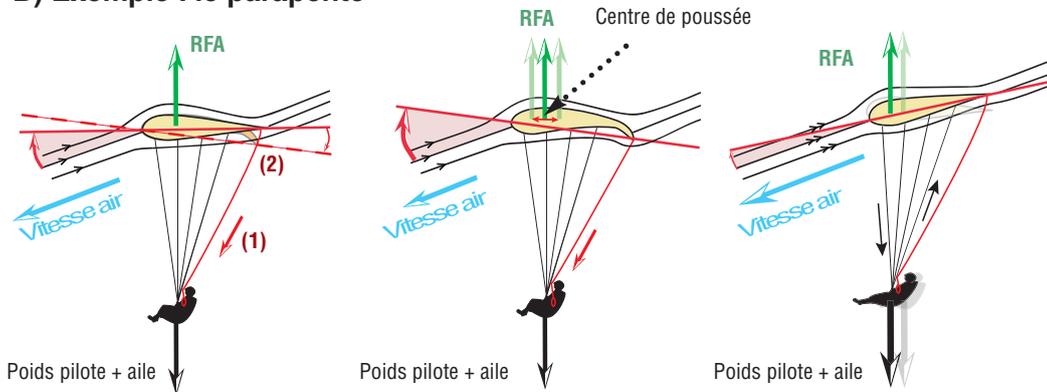
A) Exemple : le delta et le rigide



Les deltas et rigides se pilotent en vitesse par déplacement du poids du pilote.

AÉRODYNAMIQUE ET MÉCANIQUE DE VOL

B) Exemple : le parapente



(1) En parapente, le pilote, pour ralentir, tire sur les commandes. Il modifie ainsi le profil des extrémités de la voile, ainsi que son plan de référence (2).

Selon les profils et l'influence du changement de cambrure en bout d'aile, le centre de poussée avance ou recule... jusqu'à un nouvel état d'équilibre : l'incidence a augmenté, la vitesse a diminué.

Utilisation de l'accélérateur.

En poussant sur son barreau, le plan du profil bascule et l'angle d'incidence diminue. Le centre de poussée avance. Le poids s'équilibre sous la RFA. La vitesse a augmenté.

Le parapente se pilote en vitesse par déformation du profil.

Les différentes finesses de pilotage Delta/Parapente/Rigide seront amplement développées chapitres 2 et 3, pour l'instant intéressons-nous à ce qui se passe au niveau du profil.

II. Vent relatif – Vitesse air et sol

A) Au décollage

Une aile ne « porte » pas sans **vitesse-air** (vitesse de l'aile dans la masse d'air). Il lui faut un minimum de 20/25 km/h (pour les plus lentes) pour pouvoir soulever son pilote. Avec quelques km/h de marge de sécurité, la vitesse de décollage est proche des 30 km/h. Cette vitesse indispensable, on peut l'obtenir (en l'absence de vent au sol) en... courant.

Si le pilote court à 30 km/h, en l'absence de vent au sol, il se crée un **vent relatif** de 30 km/h de sens opposé à sa vitesse de course. Vent relatif est un terme tronqué qui signifie vent relatif à l'aile. **Le vent « relatif au sol »** s'appelle tout bêtement vent au sol. On parle aussi de vitesse-sol ; c'est-à-dire la vitesse de l'aile par rapport au sol.



Vent nul, faible pente, le pilote à la fin de son envol fait de larges foulées « aériennes » pour courir vite sans effort.

IMPORTANT

VITESSE-AIR ET VENT RELATIF

On connaît sa vitesse-air grâce à son opposé : le vent relatif. C'est lui que l'on perçoit sous l'aile, on le sent sur le visage, on le mesure à l'anémomètre, au ventimètre ou au « Badin ». La vitesse-air est la clef du pilotage, il est indispensable que le pilote arrive à étalonner ses sensations de :

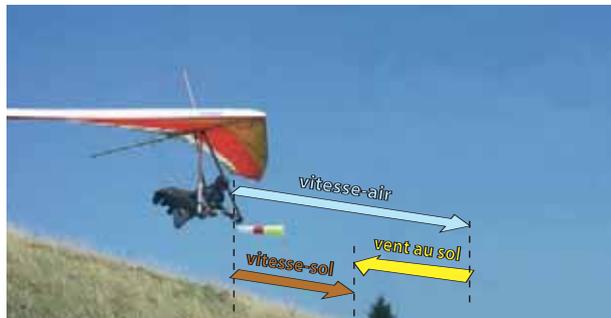
- vent sur le visage,
- bruits de voile, de suspentes, de câbles,
- vêtements qui flottent,

pour y faire correspondre des vitesses de vol.

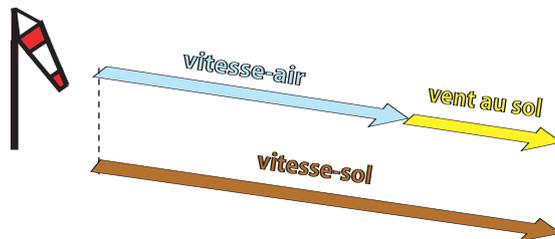
Entraînez-vous, en courant, en vélo, en auto... Comparez votre estimation au compteur de vitesse, vous serez surpris de la précision que l'on acquiert assez vite.

Vent face au décollage de 15 km/h :
 À l'arrêt, le pilote dispose déjà de 15 km/h de « vent relatif ». Il ne lui manque plus qu'environ 15/20 km/h de course pour décoller.

$$\begin{aligned} \text{Vitesse de course} \\ = \\ \text{Vitesse-air} - \text{vent au sol} \end{aligned}$$



Vent arrière au décollage de 10 km/h :



$$\begin{aligned} \text{Vitesse de course} \\ = \\ \text{vent au sol} + \text{Vitesse-air} \end{aligned}$$

Le pilote devrait courir à 40 km/h pour obtenir les 30 km/h du décollage.

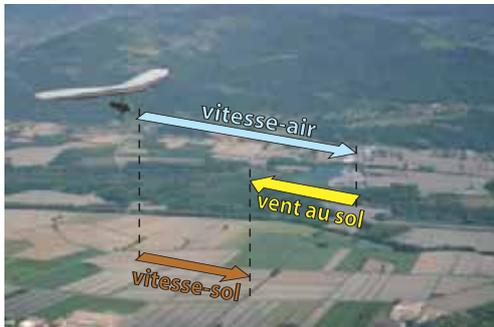
Le décollage sera dangereux, voir impossible.

B) En vol

Voler dans un vent régulier de face, arrière ou travers ne change rien au comportement de l'aile !!! L'aile ne décroche pas plus vite vent arrière, n'a pas tendance à se remettre face au vent météo etc. Les seules choses qui changent sont : trajectoire-sol et vitesse-sol. C'est l'impres-

sion visuelle de défilement rapide du sol, vent arrière, qui fait croire à une vitesse-air plus élevée. Pour ne pas se tromper, il faut considérer que nous volons normalement (comme en l'absence de vent) dans un gros bloc d'air et que celui ci se déplace par rapport au sol, modifiant donc uniquement trajectoire et vitesse-sol.

AÉRODYNAMIQUE ET MÉCANIQUE DE VOL



vitesse-air, finesse-air et trajectoire-air sont les mêmes qu'en air calme. La trajectoire-sol dépend du vent, donc, finesse-sol et vitesse-sol sont modifiées. Dans ce cas, le pilote subit un fort vent de face qui réduit fortement vitesse et finesse sol.



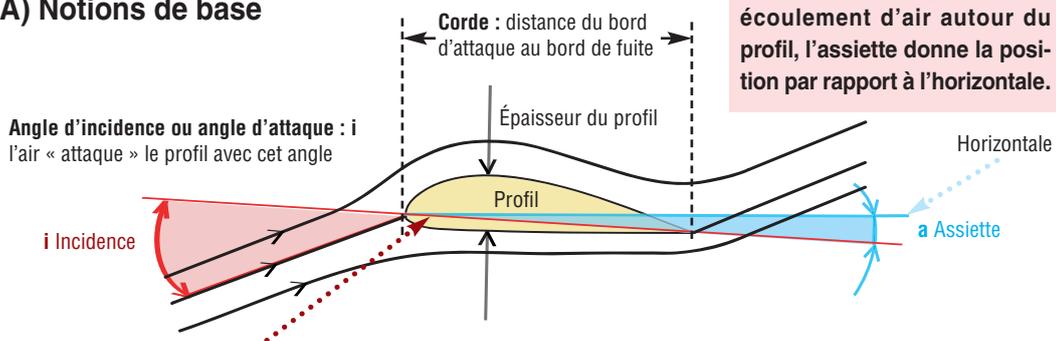
« Soaring » de bord de mer. Ce pilote vole avec un vent travers. Il vise le point A mais c'est vers le point B que l'entraîne la dérive.

IMPORTANT

Attention à ne pas confondre assiette et incidence : l'incidence n'existe qu'avec un écoulement d'air autour du profil, l'assiette donne la position par rapport à l'horizontale.

III. Les profils et leurs réactions

A) Notions de base



Plan de référence du profil ou de l'aile :

Pour un profil, on peut prendre bord d'attaque et bord de fuite. Pour une aile, du fait du vrillage, les plans de référence des profils sont orientés différemment, on est donc conduit à « choisir » un élément de référence. Pour les deltas et rigides, il s'agit de la quille, pour le parapente, on prend le plan de référence du profil central.

Assiette : l'angle qui permet de repérer l'aile par rapport à l'horizontale. On parlera d'assiette cabrée avec le nez de l'aile plus haut que l'arrière ou inversement d'assiette piquée.

Le parapente vole avec une assiette piquée d'environ -2° à -4° . Le rigide avec une assiette légèrement cabrée. Les deltas avec une assiette d'autant plus cabrée que l'aile est vrillée.

Puisque l'important pour le vol est le vent relatif, on va le créer en soufflerie pour étudier plus facilement les profils et leurs caractéristiques. Dans ce qui suit, nous prenons un profil « symétrique » pour faciliter les explications. Bien sûr avec des

profils plus classiques les phénomènes sont très proches. Ce qu'il faut bien comprendre, c'est que c'est avant tout l'incidence qui fait apparaître les forces aérodynamiques indispensables au vol et ceci même avec une « planche » quelconque.

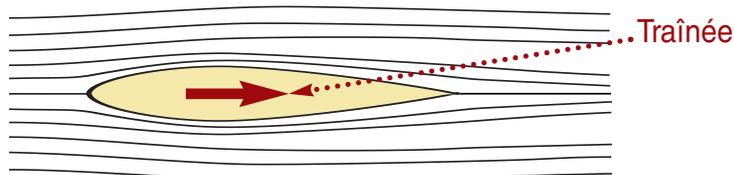


Essais en veine avec mannequin dans la soufflerie S1 de l'ONERA en 1976. L'aile est une Mouette C, d'abord considérée comme aile performante, elle a ensuite beaucoup servi en école.

B) Incidence 0 – Traînée et profilage

À incidence 0° l'air est dévié de manière symétrique (avec un profil symétrique).

La force aérodynamique créée dans l'axe de l'écoulement est une « résistance à l'air » appelée TRAÎNÉE.



La traînée se décompose en :

- **Traînée de forme** ou traînée de « culot » (représentative de la « qualité du profilage »)
- **Traînée de frottement** (de l'air sur les surfaces)
- **Traînée « induite »** (par la portance) (développé plus loin)

Une forme correctement profilée crée très peu de turbulence, sa traînée de forme est faible, sa

traînée de frottement est prépondérante. À l'inverse un disque ou une sphère n'ont que très peu de traînée de frottement pour une traînée de forme importante.

Le profilage idéal a une longueur de 3 fois son épaisseur. Plus long ferait perdre trop en traînée de frottement, plus court pénaliserait la traînée de forme.

AÉRODYNAMIQUE ET MÉCANIQUE DE VOL

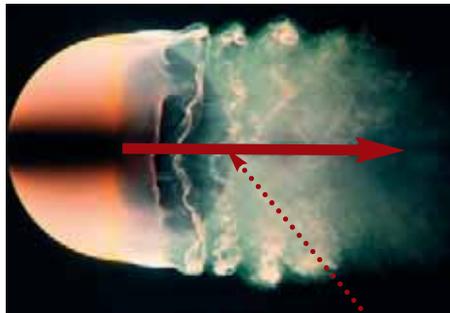
La formule **TRAÎNÉE** = $1/2 \rho V^2 S C_x$ nous donne l'influence de :

« **ρ** » masse volumique de l'air (varie avec l'altitude et la température)
 « **V** » vitesse/air : la traînée augmente avec le carré de la vitesse.
 Exemple : si l'on multiplie la vitesse par 2, la traînée le sera par 4!
 « **S** » pour surface : la surface qui nous intéresse s'appelle le maître-couple et est la « projection à plat » de tous les volumes, perpendiculairement à l'écoulement.
 « **C_x** » pour coefficient de traînée : pour S (maître-couple) identique la forme peut créer des différences très importantes de résistance à l'air.

À NOTER

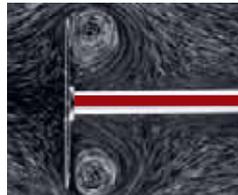
D'une manière générale, tous les effets aérodynamiques augmentent très vite (avec le carré de la vitesse) : sensation de vent sur le visage et effets visuels (mouvements de végétation...). C'est la raison pour laquelle nos estimations peuvent être très précises.

Sphère : l'écoulement est turbulent derrière la forme ; il y a perte d'énergie donc résistance à l'air importante. C_x de 0.1 à 0.5, environ de 2 à 10 fois supérieur à une forme correctement profilée (suivant le nombre de Reynolds, cf encadré ci-après).



Visualisation des écoulements aérodynamiques par analogie hydraulique, au tunnel hydrodynamique de l'ONERA. Écoulement autour d'une sphère en régime subcritique. (Visualisation à l'aide de traceurs liquides colorés).

Disque : pareil en pire ! L'air vient « buter » sur l'avant, s'écarte plus : la zone perturbée est plus grande, le C_x proche de 1 est environ 20 fois supérieur à celui de la forme profilée.



Trainée

Bien sûr, tout ceci est valable de la même manière pour l'ensemble aile + pilote. Soigner le profilage de tous les éléments, dont le pilote, n'est pas un luxe !

Pour un poids pilote + aile de 100 kg, une finesse de 10 signifie 10 kg de traînée, une finesse de 15 donne 6,67 kg et l'on tombe à 5 kg pour 20 de finesse.

Quelques valeurs de traînée à 40 km/h :

- Le pilote debout crée environ 4 kg de traînée, le parapentiste fait descendre cette valeur à 1,8 kg

(couché dos bras serrés) et le deltiste couché dans un harnais récent à environ 1 kg.

- 250 m de suspente = environ 5 kg de traînée.
- 40 m de câble (avec les anti-piqué) sur un delta simple = 1 kg et à peu près autant pour trapèze + mat standards.

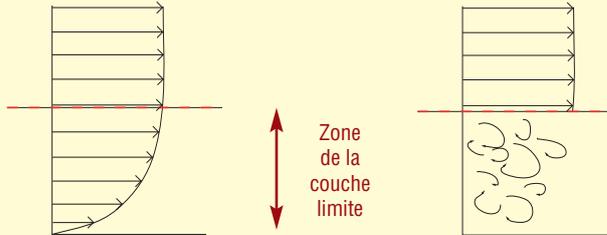
Petit calcul intéressant pour l'atterrissage : le pilote delta possédant une aile perfo récente à 15 de finesse verra sa finesse tomber à 10.3 simplement en se relevant! (+ 3 kg de traînée). Avec une aile à 10 de finesse le même calcul la fait descendre à 7.7.

EN SAVOIR PLUS...

Laminaire, turbulent et nombre de Reynolds

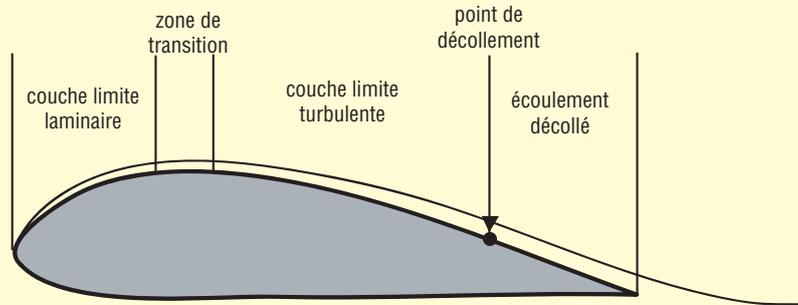
La couche limite est la zone où la vitesse de l'écoulement passe de 0 (sur le profil) à 98 % du vent relatif qui souffle sur le profil.

Si la transition se fait par « glissement » des couches de manière régulière : la couche limite est dite « laminaire ».



L'écoulement dans la couche limite est devenu très irrégulier, elle est dite « turbulente ».

Près du bord d'attaque, la couche limite est « laminaire ». En s'éloignant du bord d'attaque, la viscosité de l'air et le frottement créent des micro-turbulences qui grossissent et la couche limite s'épaissit et devient « turbulente ».



Ceci se produit plus ou moins vite ; plus la vitesse augmente et plus l'on s'éloigne du bord d'attaque, plus la couche limite devient turbulente. C'est ce que l'on calcule avec le nombre de Reynolds :
 $R = \text{environ } 68\,500 \frac{V}{L}$ (V vitesse en m/s et L distance au bord d'attaque en m).

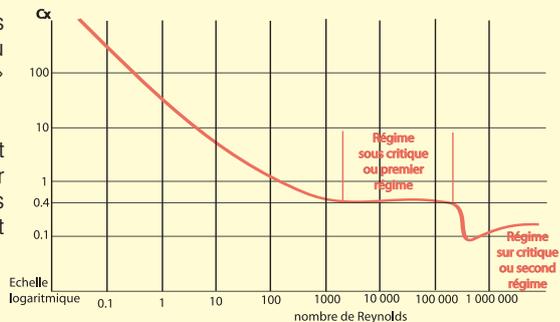
Cas de la sphère

– Aux faibles vitesses, le « côté viscosité » est prépondérant. L'air « colle » beaucoup par rapport à sa vitesse, le C_x est très élevé. Quand la vitesse augmente l'influence de la viscosité diminue : le C_x baisse.

– Vers un Reynolds de 2500 environ le C_x cesse de diminuer et se stabilise vers 0.5, l'écoulement est appelé « sous critique », « subcritique » ou « premier régime ».

– Après une période de transition un peu floue vers les 200 000 à 500 000 (selon entre autre l'état de surface du profil), on passe en « second régime » ou « sur critique » avec une baisse importante du C_x jusqu'à 0.1.

Que s'est-il passé : Avec la vitesse, la couche limite est devenue turbulente et le point de décollement des filets d'air du profil a brusquement reculé pour passer de 80° (depuis l'avant) jusqu'à 110/140°. Beaucoup moins d'air perturbé et la traînée de forme est divisée par 5 !

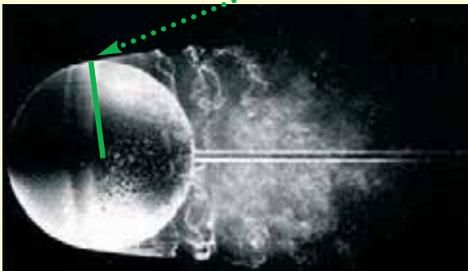


AÉRODYNAMIQUE ET MÉCANIQUE DE VOL

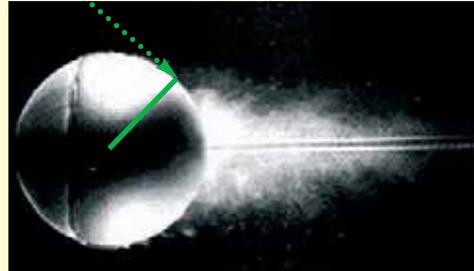
... EN SAVOIR PLUS

Que s'est-il passé : Avec la vitesse, la couche limite est devenue turbulente et le point de décollement des filets d'air du profil a brusquement reculé pour passer de 80° (depuis l'avant) jusqu'à 110/140°. Beaucoup moins d'air perturbé et la traînée de forme est divisée par 5 !

Point de décollement
des filets d'air



Re = 15 000 premier régime « sous critique » Cx = 0.5



Second régime « sur critique » Cx = 0.1

Le colorant dans l'eau montre un écoulement laminaire en avant de l'équateur. Après l'équateur, l'écoulement décroche et devient turbulent. Photo ONERA, Werlé 1980.

Cette photo représente bien le régime super critique, avec pourtant $R = 30\,000$. C'est un cercle en fil placé en avant de l'équateur qui provoque la transition laminaire/turbulent. Photo ONERA, Werlé 1980.

CONCLUSIONS

La couche limite laminaire crée une traînée de frottement environ 2 fois plus faible que la couche limite turbulente mais a tendance à se décoller beaucoup plus facilement du profil. Quand le décollement se produit, la traînée de forme est multipliée par 5 dans le cas de la sphère, c'est déjà beaucoup mais c'est bien pire avec un profil...

La couche limite turbulente bien que légèrement moins performante est beaucoup plus tolérante et retarde le décrochage. On a donc intérêt à avoir une première partie de bord d'attaque lisse pour rester en laminaire, mais dès que l'air peut se décoller du profil, il est préférable d'être en turbulent pour retarder ce décollement au maximum. Nous sommes assez chanceux car pour 10 m/s, à 50 cm du bord d'attaque, le Reynolds est de 350 000 en pleine transition, la partie arrière est en turbulent et peut en partie gommer les imperfections de nos voiles souples, sans avoir besoin de rajouter de « turbulateurs ».

En soufflerie, ces différences obligent, pour travailler sur des maquettes à échelle réduite, à augmenter la vitesse de l'écoulement ou changer de fluide afin de garder le même nombre de Reynolds.

Autre exemple de l'importance du phénomène : les modèles réduits planeurs ont des performances nettement plus faibles que les planeurs et sont obligés d'utiliser des profils différents.

C) Incidence de vol

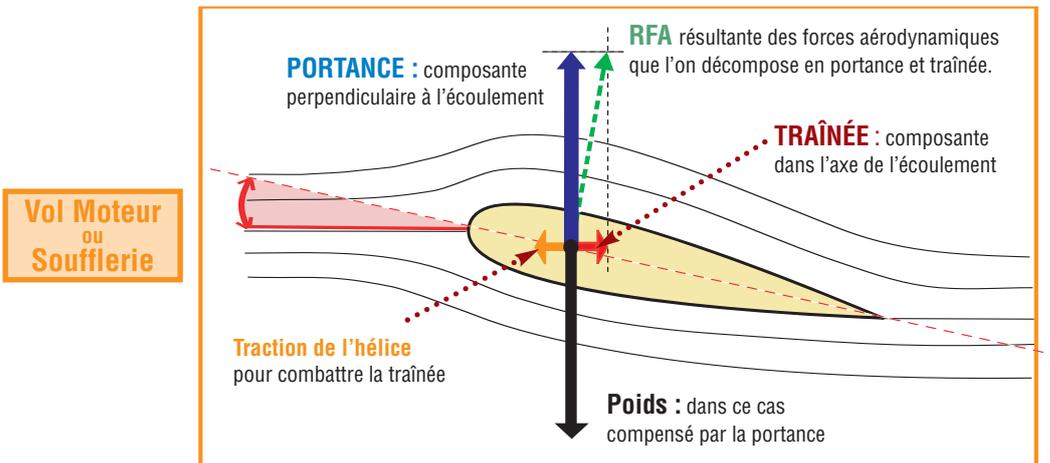
Donnons quelques degrés d'incidence à notre profil pour le faire « porter ». L'écoulement autour de l'aile fait apparaître la RFA que nous allons décomposer en forces de TRAÎNÉE, dans l'axe l'écoulement, et de PORTANCE, perpendiculaire à celui ci. Ce cas de soufflerie où l'air arrive hori-

zontalement sur le profil correspond à un avion volant à altitude constante et l'équilibre des forces nous montre l'intérêt de cette décomposition. La traînée qui s'oppose à l'écoulement doit être compensée par la traction de l'hélice et donc une traînée plus importante veut dire plus de puissance consommée pour une même vitesse.

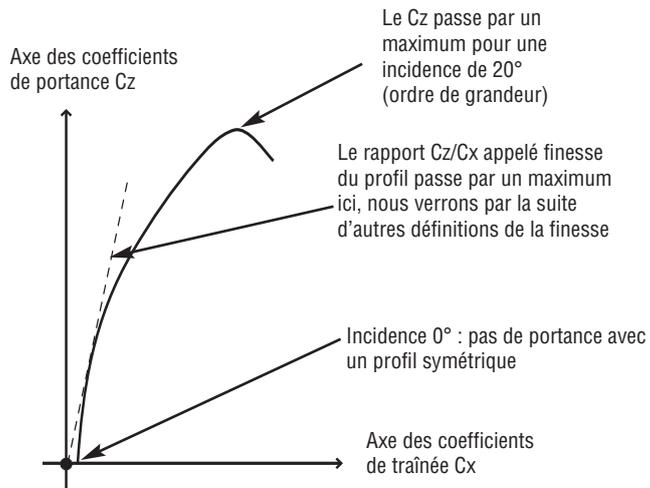
LA TRAÎNÉE EST UNE FORCE NÉFASTE À MINIMISER.

En revanche, plus on a de portance, plus on peut charger l'appareil.

LA PORTANCE BÉNÉFIQUE EST À FAVORISER.



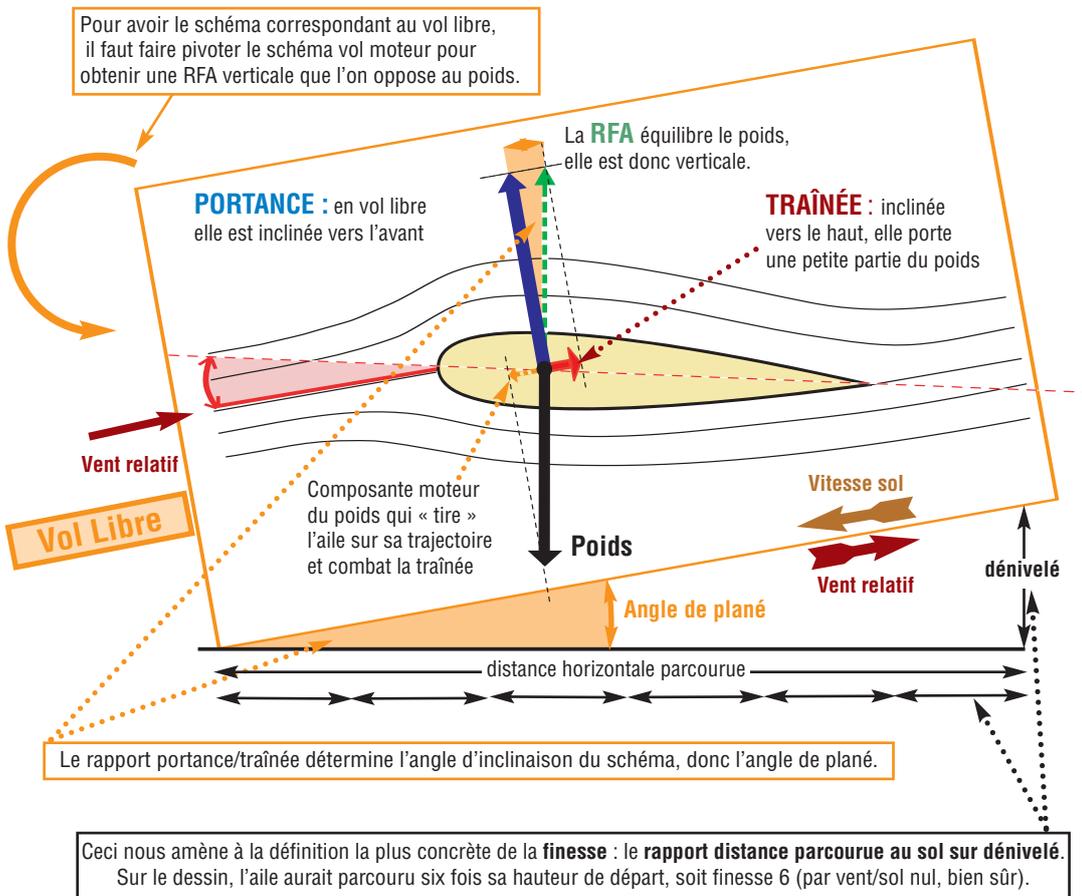
La portance va se comporter comme la traînée : c'est-à-dire varier avec la même formule
 $PORTANCE = \frac{1}{2} \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot C_z$
 où C_z est le coefficient de portance. Quand on modifie la vitesse (dans la petite plage de nos vitesses utiles), l'écoulement ne change quasiment pas de forme, portance et traînée varient de manière proportionnelle. Quand l'incidence change, l'écoulement se modifie ainsi que portance et traînée. On utilise un graphique appelé « polaire » pour visualiser les changements des coefficients de portance et traînée aux différentes incidences. Ce graphique donne beaucoup d'autres indications et sera développé pour l'aile entière.



AÉRODYNAMIQUE ET MÉCANIQUE DE VOL

Dans le cas du vol libre, nous ne disposons pas de moteur, nous ne pouvons donc pas voler à altitude constante, en air calme. En vol stabilisé, à vitesse constante, nous sommes toujours en descente dans la masse d'air. **Si nous montons en thermique, c'est parce qu'à l'in-**

térieur de la bulle thermique nous descendons moins vite que celle-ci ne monte. Exemple : la bulle monte à 2 m/s pendant que nous chutons à 1,5 m/s en son sein, tant que nous n'en sortons pas, nous gagnons 0,5 m d'altitude par seconde.

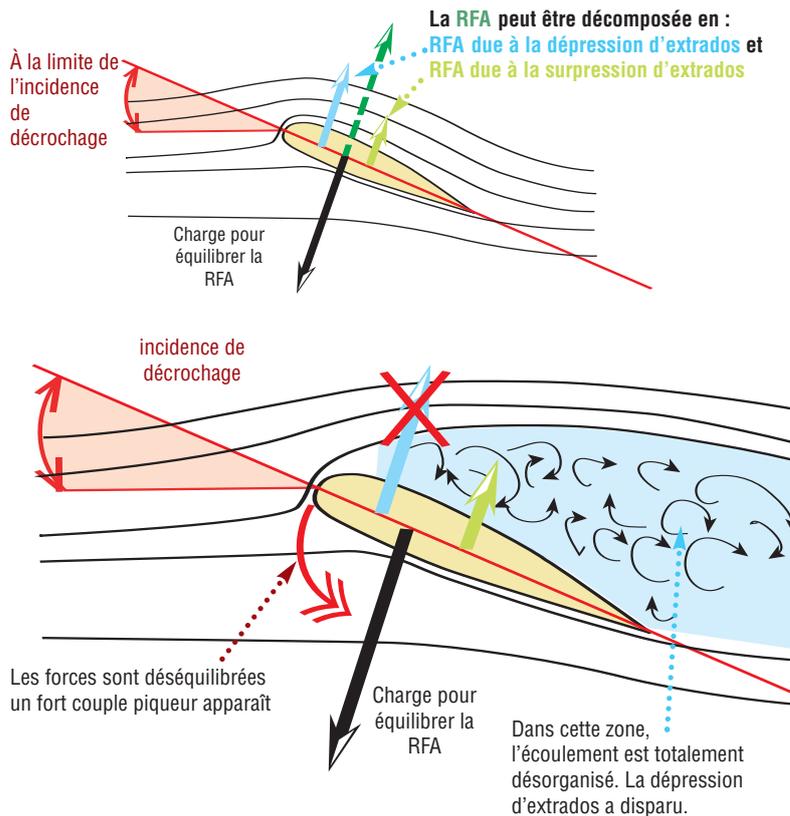


En résumé trois définitions possibles pour la finesse-air.
Par la suite, nous parlerons aussi de la finesse-sol qui tient compte de la dérive causée par le vent.

$$\text{Finesse-air} = \frac{\text{distance horizontale}}{\text{dénivelé}} = \frac{\text{vitesse horizontale}}{\text{vitesse verticale}} = \frac{\text{portance}}{\text{traînée}}$$

D) Incidence de décrochage

Augmentons encore l'angle d'incidence. Brusquement les filets d'air se décollent de l'extrados, pour un angle d'incidence quasi indépendant de la vitesse-air (dans nos plages d'utilisation) : le profil décroche.



EN SAVOIR PLUS

L'incidence de décrochage est atteinte. Pour que les filets d'air décollent de l'extrados, de l'air doit venir « combler le vide ». Il vient de l'arrière, épaissi de la couche limite et remplit petit à petit l'espace. Le « temps mis » pour obtenir le décrochage complet, permet d'utiliser un court instant des incidences supérieures à l'incidence de décrochage en régime continu. Cet effet « dynamique » explique que lors du poussé final en delta, un bon pilote puisse arriver à annuler complètement sa vitesse (même vent nul), alors qu'en régime continu son aile décroche vers 27 km/h.

L'écoulement ne crée plus de dépression d'extrados, la part de RFA due à la dépression a disparue, la RFA, réduite à sa composante « surpression d'intrados » diminue fortement et le centre de poussée recule. Le déséquilibre entre les forces qui restent, crée un fort couple piqueur. En vol, suite au décrochage, l'aile fait « une abattée », c'est-à-dire pique d'elle-même pour reprendre une incidence normale. Il faudra, là aussi, un peu de temps pour que les tourbillons d'extrados soient remplacés par un écoulement « propre » générateur de dépression d'extrados. Les conséquences sur les différents appareils seront traitées séparément dans les chapitres qui suivent.

À NOTER

En vol, le plus souvent, le décrochage intervient quand le pilote ralentit trop. Mais il est possible de faire décrocher son aile à vitesse plus élevée par une manœuvre brutale sur les commandes qui fait augmenter rapidement l'incidence. On parle alors de décrochage dynamique, ses effets sont plutôt violents...

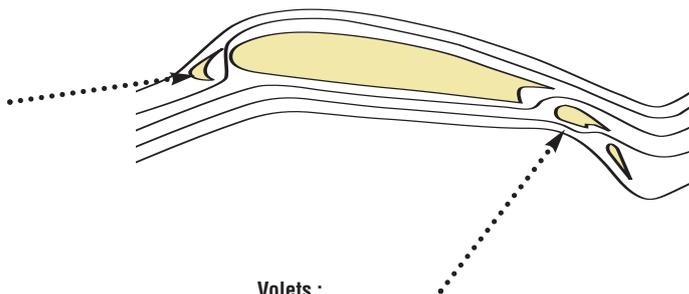
AÉRODYNAMIQUE ET MÉCANIQUE DE VOL

E.) Profils hypersustentateurs et spoilers

Dans le but d'augmenter le coefficient de portance afin d'obtenir des basses vitesses pour l'atterrissage, il existe deux grandes familles de systèmes : « les volets » et les « fentes de bord d'attaque ». Pour un gain maximum, on peut utiliser une combinaison des deux systèmes au prix d'une complexité mécanique importante.

Fentes de bords d'attaque :

les volets agissent en modifiant la cambrure du profil, les fentes recréent une couche limite en arrière du bord d'attaque ce qui a pour effet de retarder le décrochage. On peut donc « cabrer » plus et obtenir ainsi un gain de l'ordre de 40 % ou plus pour les systèmes très sophistiqués. Ces systèmes sont trop compliqués pour un usage vol libre.



Volets :

Les volets agissent en modifiant la cambrure du profil. Ils peuvent être en une ou plusieurs parties et séparés du profil par des fentes. Les formes de base procurent un gain de portance d'environ 50 %, le calcul nous donne alors une diminution possible de 20 % de la vitesse. Le parapente et le rigide utilisent une forme simplifiée de volets de courbure sur une partie de l'aile. Bien sûr, dans le même temps, la traînée augmente de façon importante.



Spoilers ou destructeurs de portance : ils détruisent la portance et augmentent la traînée. Bien qu'assez nuisibles à la performance, leur simplicité les a fait adopter sur les rigides, pour mettre l'aile en virage.

On voit ici, un spoiler légèrement soulevé. La commande se fait automatiquement par déplacement du trapèze. L'avantage est d'obtenir un pilotage très proche du delta, ainsi que des corrections automatiques en position de décollage. L'inconvénient est que, sur des mouvements parasites du pilote, ils s'ouvrent probablement beaucoup plus souvent que s'ils étaient activés par une commande plus classique, et ce, au détriment de la performance.



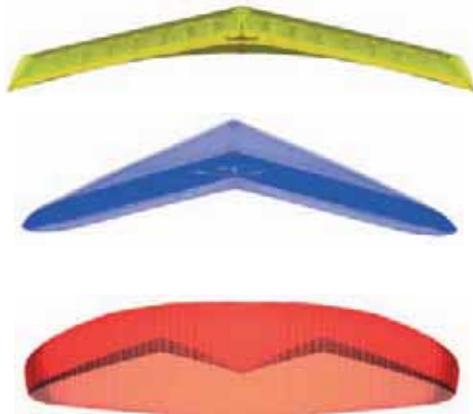
IV. Généralisation à l'aile complète

Une aile delta, parapente ou rigide, est une suite de profils. Leurs formes, tailles et inclinaisons changent du centre de l'aile vers les extrémités. De ces changements peuvent naître des comportements très différents pour des écarts peu visibles à l'œil.

A) Allongement et traînée induite

« A » l'allongement se définit par la formule suivante :

$$A = \frac{E^2}{S} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} E : \text{Envergure, distance d'un bout d'aile à l'autre ou « largeur » de l'aile en vol.} \\ S : \text{Surface, attention il s'agit de la surface des ailes projetée sur un plan horizontal.} \end{array}$$



Rigide performant :

allongement environ 12, surface 13,5 m², envergure 12,80 m, taille moyenne

Delta performant :

allongement environ 6.7, surface 13,5 m², envergure 10,40 m, taille moyenne

Parapente performant :

allongement environ 5.8, surface 28 m², envergure 12,70 m, pour une taille moyenne, mesures effectuées aile étalée au sol. Si l'on prend les mesures

« projetées à plat » (aile en vol), ces valeurs deviennent : allongement 4.5, surface 24 m², envergure 10,40 m

Un profil est mesuré en soufflerie sans bouts d'aile, comme s'il était de longueur infinie. Sur une aile, la surpression d'intrados cherche à combler la dépression d'extrados en contournant le bout d'aile. L'air entame donc un mouvement de contournement circulaire et avec la vitesse de l'aile il en résulte les « vortex » (tourbillons) de bout d'aile. Cette turbulence créée est une perte d'énergie et donc une traînée supplémentaire : la **traînée « induite »**. On parle de traînée « induite par la portance » car la portance en est la cause. Plus la portance est forte, plus la différence de pression intrados/extrados est grande, et plus le vortex généré grossit et augmente la traînée induite.

IMPORTANT

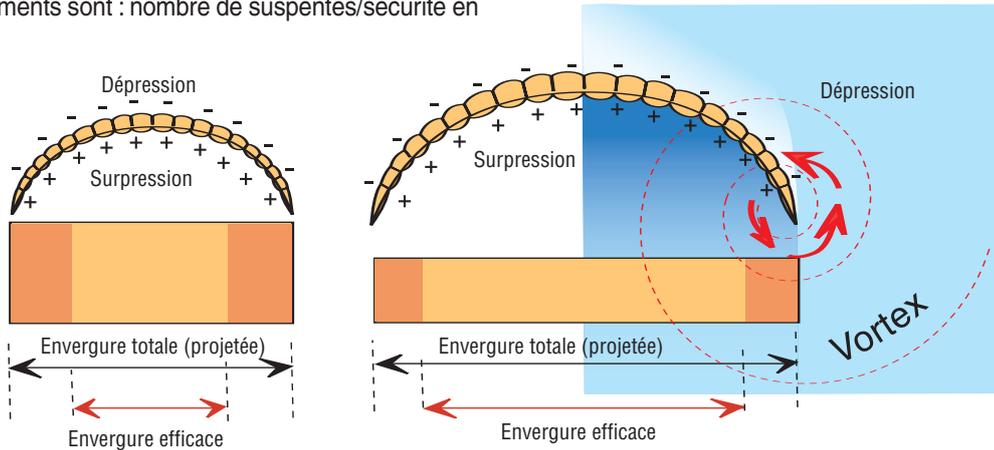
Visualisation des tourbillons de bout d'aile engendrés par le passage d'une maquette AIRBUS (visible sur la photo du haut) traversant un rideau de fumée. (photos ONERA). Ceux-ci très puissants sur des avions gros porteurs, peuvent retourner un petit avion de tourisme ! À plus petite échelle, nous créons les mêmes et il n'est jamais très bon de passer dans la turbulence de sillage d'un autre, surtout près du relief et spécialement si c'est une aile biplace.



AÉRODYNAMIQUE ET MÉCANIQUE DE VOL

Quand on augmente l'allongement, la surface concernée par cette dégradation est proportionnellement plus petite. Ainsi la traînée induite diminue et la performance augmente. Pour le vol libre, il s'agit d'un compromis dont les éléments sont : nombre de suspentes/sécurité en

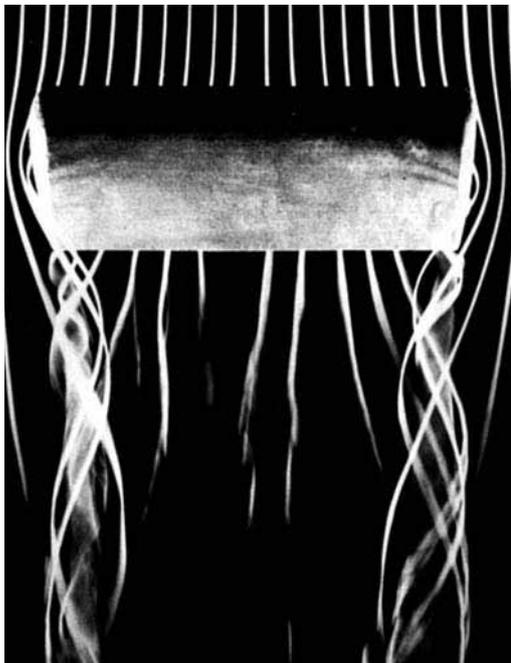
parapente et solidité/poids/maniabilité en delta ou rigide. Les formes des bouts d'aile sont importantes et certains dispositifs contribuent à minimiser cette perte de performance (winglets, stabilos).



Dans le premier cas, l'allongement est de 3, il y a 50 % « d'envergure efficace ».

Dans le second cas, pour un allongement de 7, il y a 75 % d'envergure efficace.

Ce calcul extrêmement approximatif donne, malgré tout, une très bonne idée de l'importance de l'allongement.



Sur cette aile de faible allongement, on voit bien l'importance de la zone perturbée et les vortex générés.
Photo ONERA

Effet de sol

Quand une aile est proche du sol, les vortex de bout d'aile sont réduits. Cela entraîne une diminution de la traînée induite, ainsi qu'une petite augmentation de la portance en bout d'aile. Cet effet devient sensible à partir d'une hauteur égale à environ la moitié de l'envergure. Le parapente, à la voile trop haute, n'est donc pas concerné. L'aile du delta vole environ à 2 m pendant le palier, l'effet de sol est bien présent et améliore un peu la performance à un moment où l'on s'en passerait bien ! Attention, c'est avant tout une forte vitesse initiale qui donne de longs paliers, l'effet de sol n'a qu'une influence très modérée.

B) Vitesse, charge alaire et facteur de charge

1) Influence du poids et de la surface sur la vitesse

Rappelons la formule : Résultante des forces aérodynamiques $RFA = 1/2 \rho V^2 S C$

Pour le poids commençons par un cas théorique : du biplace avec une aile solo!

Considérons pour simplifier que le poids total double. Il nous faudrait donc 2 fois plus de RFA pour voler, il faudrait donc, de l'autre côté de l'éga-

lité, que V^2 soit doublé. La vitesse sera donc multipliée par 1.41 (racine de 2), puisque $1.41V \times 1.41V = 2V^2$. Dans le cas d'une aile qui décroche à 30 km/h en solo, cette vitesse passerait à 42,3 km/h en biplace! Soucis pour l'atterrissage! De plus, dans la réalité c'est pire : l'aile va subir des déformations supérieures à celles prévues pour le poids correct et sera donc moins performante au sens aérodynamique, enfin la traînée est augmentée par le passager, ce qui influe aussi dans le mauvais sens. Mais la première raison de ne pas faire ce genre d'expérience reste la résistance de l'aile qui n'est pas faite pour un tel poids!

En résumé : **la vitesse varie de manière inversement proportionnelle à la racine carrée du poids**

On appelle **charge alaire** le rapport :
$$\frac{\text{poids (pilote + aile)}}{\text{surface de l'aile}}$$
 exprimé en kg/m^2

Plus pratique : pour des petites variations, on peut, avec une très faible erreur, prendre la moitié du pourcentage soit : + 10 % de poids = +5 % de vitesse à incidence égale bien sûr!

En règle générale, plus le profil est performant, plus il crée de portance et donc plus on peut augmenter la charge alaire en conservant des vitesses correctes pour atterrir. Ainsi :

- Une aile delta de débutant aura une charge alaire proche de 6 kg/m^2 .
- Une aile delta performante et le rigide seront plus proche de $7,5 \text{ kg/m}^2$.
- Le parapente se situe lui entre 2,5 et 4 kg/m^2 . Il peut voler plus lent.
- Les biplaces sont nettement plus chargés avec 9 kg/m^2 pour le delta et 5 kg/m^2 pour le parapente. Malheureusement il est délicat d'augmenter leur surface (maniabilité, résistance, etc.). Ils volent donc

plus vite et sont plus délicats à décoller et à atterrir. Une aile est conçue pour une fourchette de poids plus ou moins 10/15 %. Au delà, les déformations ne sont plus celles souhaitées initialement, les performances chutent et les comportements peuvent être très différents. Nous verrons plus en détail les critères de choix au chapitre matériel.

2) Influence de la densité de l'air sur la vitesse

Avec l'altitude, la pression de l'air diminue ainsi que sa densité : l'air « porte moins ».

Cette fois-ci, c'est « **rhô** », masse volumique de l'air, qui diminue dans la formule.

Pour rester simple on peut dire que grosso modo, à incidence identique la vitesse augmente de 1 % par 200 m depuis le niveau de la mer. Un pilote qui décolle à 4000 m devra donc courir 20 % plus vite pour un type de décollage identique. Attention aux décollages vent nul en altitude!

AÉRODYNAMIQUE ET MÉCANIQUE DE VOL

3) Facteur de charge

On appelle **facteur de charge** ou « nombre de g » le rapport poids apparent/poids. À 2 g, un pilote de 80 kg va charger l'aile à 2 x 80 soit 160 kg! (le poids de l'aile aura aussi doublé). On peut « encaisser » des g soit en virage, soit dans le cas d'une ressource. À titre d'exemple, le pilote delta qui passe

le looping enregistre environ 4 g au g-mètre. On mesure la solidité d'un aéronef au nombre de g qu'il peut supporter sans déformation permanente. La plupart des aéronefs supportent +6/-3 soit 6 g positifs et 3 g négatifs; c'est le cas des deltas et rigides. Neufs, les parapentes tiennent minimum 8 g (norme), mais attention au vieillissement!

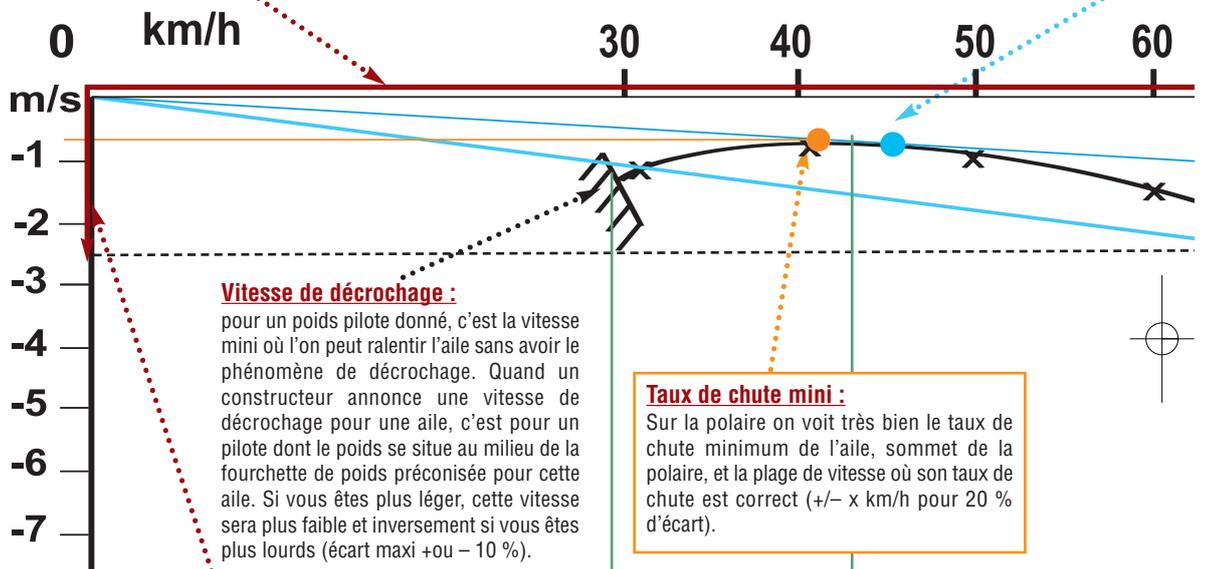


Le delta est ici testé « en négatif » sur le véhicule test, il doit tenir minimum 3 g en négatif.

C) Performances et polaire d'une aile

La polaire des vitesses d'une aile est le graphique sur lequel apparaissent ses caractéristiques aux différentes vitesses (en régime stabilisé). Il met en évidence d'un seul coup d'œil les performances de l'aile. Pour le tracer, on prend des mesures en vol en air calme, on reporte ces points sur le graphique et on les relie.

Vitesse horizontale ou V_h : c'est la composante horizontale de la vitesse de l'aile et donc, par vent/sol nul, la vitesse de défilement du sol. Très proche de la valeur de la vitesse-air car l'angle de la pente de descente est faible (moins de 0.5 % pour finesse 10). On peut donc utiliser la vitesse-air comme vitesse horizontale pour tracer la polaire, l'erreur ainsi faite est négligeable.



Vitesse de décrochage :
pour un poids pilote donné, c'est la vitesse mini où l'on peut ralentir l'aile sans avoir le phénomène de décrochage. Quand un constructeur annonce une vitesse de décrochage pour une aile, c'est pour un pilote dont le poids se situe au milieu de la fourchette de poids préconisée pour cette aile. Si vous êtes plus léger, cette vitesse sera plus faible et inversement si vous êtes plus lourds (écart maxi +ou - 10 %).

Taux de chute mini :
Sur la polaire on voit très bien le taux de chute minimum de l'aile, sommet de la polaire, et la plage de vitesse où son taux de chute est correct (+/- x km/h pour 20 % d'écart).

Vitesse verticale ou V_z
encore appelée « **taux de chute** » : c'est la composante verticale de la vitesse, elle se mesure au **variomètre** en mètres par secondes (1 m/s = 3,6 km/h). Pour une mesure plus précise on va regarder la perte d'altitude pendant 10 s ou plus, plus la durée est longue et plus la mesure est précise.

← Second régime de vol →

AÉRODYNAMIQUE ET MÉCANIQUE DE VOL

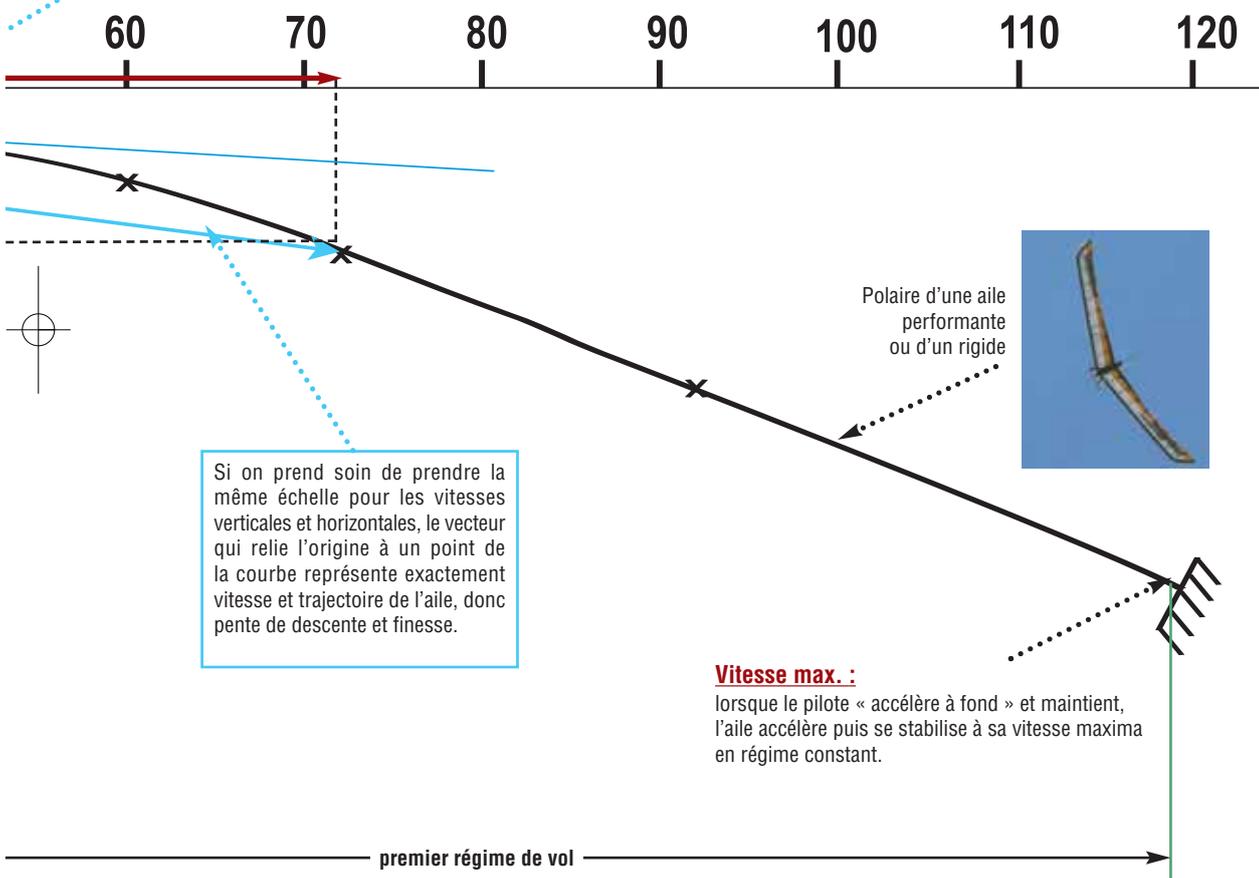
Pente de descente et finesse/air max. :

Si l'on a pris la même échelle pour V_z et V_h , on « voit » la pente de descente réelle de l'aile en chaque point de la polaire. La meilleure pente de descente possible est donc la droite qui, partant de l'origine, tangente la polaire, et la finesse/air max. se calcule par le rapport V_h/V_z au point où la droite touche la polaire.

La « vitesse de finesse max » est supérieure de quelques km/h à la « vitesse de taux de chute mini » pour toutes les machines de vol libre.

À NOTER

Souvent l'échelle verticale est dilatée pour rendre la polaire plus lisible, les pentes de descente sont alors plus fortes qu'en vol réel.

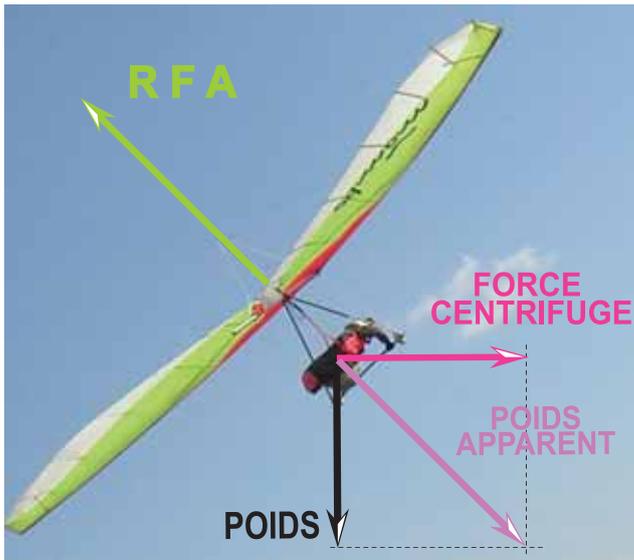


Si on prend soin de prendre la même échelle pour les vitesses verticales et horizontales, le vecteur qui relie l'origine à un point de la courbe représente exactement vitesse et trajectoire de l'aile, donc pente de descente et finesse.

D) Equilibre des forces en virage

Un virage maintenu est correct quand l'aile reçoit le vent relatif dans son axe. Si le vent relatif provient de l'intérieur, le virage est dit « glissé », le profil aérodynamique de l'aile ne travaille pas

correctement : le virage n'est pas performant. L'aile peut aussi « déraper » c'est-à-dire recevoir le vent relatif de l'extérieur du virage, la performance n'est pas meilleure. Dans les deux cas on parle d'attaque oblique (de l'air sur le profil).



Dans un virage performant, la résultante des forces aérodynamiques doit être dans l'axe de l'aile. Le poids apparent est la somme du poids pilote + aile et de la force centrifuge.

Dans cet exemple, l'aile est inclinée à 45°. On voit que le poids apparent est 1.41 fois le poids aile + pilote (racine de 2 car c'est la diagonale d'un carré). Dans un virage correct maintenu à 45° on « encaisse » donc 1,41 g. L'aile est donc plus chargée en virage qu'en ligne droite; elle va voler plus vite pour une même incidence! Le calcul nous donne environ 20 % de vitesse en plus soit : 36 km/h au lieu de 30 par exemple. Bien sûr, ceci est vrai pour les composantes horizontales et verticales de la vitesse, donc pour le taux de chute qui est plus élevé en virage.

EN SAVOIR PLUS

PRÉCISION POUR LES PURISTES

Les deux vraies forces en jeu sont poids et RFA. Leur combinaison donne la force centripète qui maintient l'aile sur une trajectoire circulaire comme la ficelle retient la pierre au bout d'une fronde. La force centrifuge est donc virtuelle, mais ceci dit on la sent bien!

| Inclinaison | Facteur de charge | Vitesse et taux de chute multipliés par | Vitesse à incidence égale | Augmentation de vitesse |
|-------------|-------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| 0° | 1 | 1,00 | 30 km/h | + 0 km/h |
| 10° | 1.01 | 1,00 | 30,15 km/h | + 0,15 km/h |
| 20° | 1.07 | 1,03 | 31,03 km/h | + 1,03 km/h |
| 30° | 1.15 | 1,07 | 32,17 km/h | + 2,17 km/h |
| 40° | 1.3 | 1,14 | 34,21 km/h | + 4,21 km/h |
| 50° | 1.6 | 1,26 | 37,95 km/h | + 7,95 km/h |
| 60° | 2 | 1,41 | 42,43 km/h | + 12,43 km/h |

Ce tableau donne un ordre de grandeur, mais pas des valeurs exactes, car en virage les deux demi-ailes volent à des vitesses différentes et l'aile est déformée. Les vraies valeurs sont un peu supérieures spécialement pour le taux de chute. Il est tout de même très visible sur ce tableau que jusqu'à 30° l'augmentation de vitesse est assez négligeable et qu'à partir de 40°, elle croît très vite. On distingue donc trois types de virages : peu inclinés ou « à plat » (0 à 30°), standard (30 à 45°) et très inclinés (plus de 50°).

AÉRODYNAMIQUE ET MÉCANIQUE DE VOL

E) Tangage, roulis et lacet

1) Définitions

Les mouvements de l'aile sont définis par rapport à trois axes : tangage, roulis, lacet.

En ligne droite,

- Le tangage influe sur la vitesse (piqué, cabré, freiner, accélérer),
- Le roulis sur l'inclinaison (déport du poids du pilote dans sa sellette ou par rapport à sa barre de contrôle),
- Le lacet sur le changement de cap.

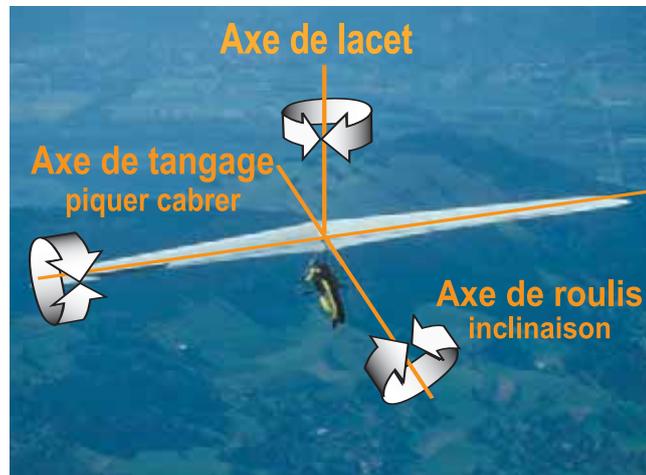
Le delta ne dispose pas de commande en lacet. Le parapente et le rigide disposent de gouvernes (spoilers et freins) qui produisent des effets combinés de roulis et de lacet. En virage, c'est un peu plus compliqué :

- Sans action de pilotage, tangage et roulis ne changent pas mais le lacet lui varie puisque l'aile change de cap.

Si le pilote cabre (pousser/freiner) il modifie le tangage, mais aussi le lacet. Pour mieux comprendre, imaginons le cas extrême de l'aile inclinée à 90°, pousser/freiner ne fait plus que changer de cap et n'influe plus sur le tangage!

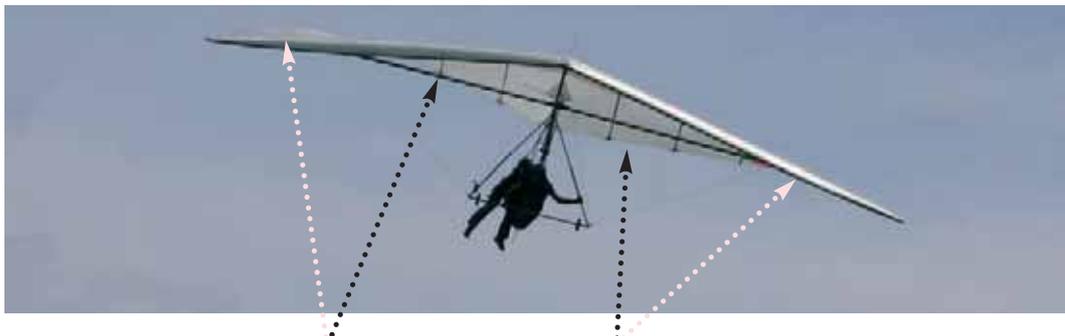
2) Lacet inverse et roulis inverse

- Lorsque le pilote déplace son poids vers une demi-aile, celle-ci se trouve plus chargée ; elle s'enfonce et c'est l'effet voulu. L'effet non souhaité,



le « lacet inverse », apparaît car cette même demi-aile chargée accélère pour faire pivoter le nez de l'aile vers l'extérieur du virage.

- En delta, cet effet est fortement réduit sur les ailes actuelles par les possibilités de déformations dissymétriques : l'aile intérieure se creuse (+ de traînée) pendant que l'aile extérieure se tend (- de traînée). Si le lacet inverse est trop important, l'aile a un temps d'inertie très long à la mise en virage : c'est un défaut de conception majeur. Tendre « l'overdrive » d'un delta performant tend fortement la voile et donc, accentue le lacet inverse car l'aile se déforme alors très peu. On réserve cette fonction aux transitions en air calme tant elle est pénalisante pour les virages.



On distingue très nettement la différence de forme entre les ailes droites et gauches. Sous l'effet du déport de poids (pilote + passager), l'aile se creuse du côté où le pilote souhaite aller et se tend de l'autre aidant grandement la manœuvre. Dans le cas du rigide, il n'y a pas de déformations possibles. Le déplacement latéral du poids du pilote ne peut pas être suffisant, il faut des gouvernes.

● En parapente, cet effet est masqué car le pilote freine du côté intérieur au virage et crée une traînée qui réduit/annule le lacet inverse.

Par contre, en freinant, il en augmente momentanément la portance le temps que la vitesse diminue ; ce qui a pour effet de faire ressentir au pilote une résistance à l'engagement de l'aile dans le virage. C'est le « roulis inverse ». Il peut passer inaperçu et concerne peu les débuts du pilote. Sa présence est favorisée par :

● Le réglage d'une sangle ventrale détendue.

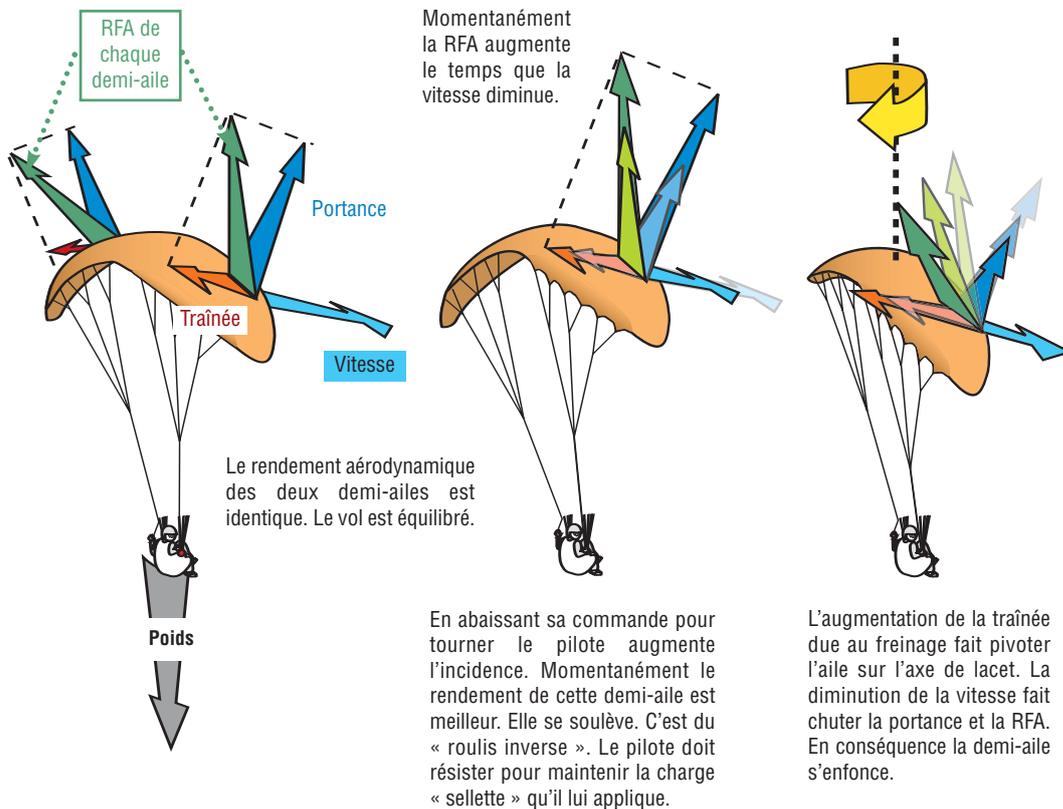
● Une aile performante et allongée.

● La vitesse.

● L'abaissement progressif de la commande du virage.

Cette inertie est d'autant plus facile à combattre que le pilote abaisse amplement sa commande (la vitesse diminue rapidement) et qu'il trouve un équilibre prolongé sur sa fesse côté virage. L'équilibre dans la sellette coordonné au freinage est essentiel pour la mise en virage d'un parapente.

Amorce du virage : roulis inverse, lacet et enfoncement



À NOTER

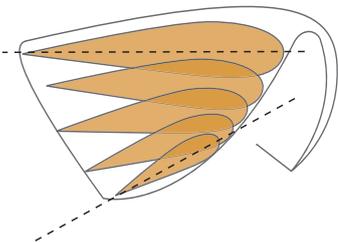
Les descriptions des phénomènes sur ces schémas n'appartiennent pas au virage « idéal ». Ce sont des phénomènes parasites ou induits qui existent cependant. Dans le contexte d'un vol turbulent, il est bon de les comprendre pour mieux voler.

AÉRODYNAMIQUE ET MÉCANIQUE DE VOL

F) Vrillage, décrochage, vrille et stabilité

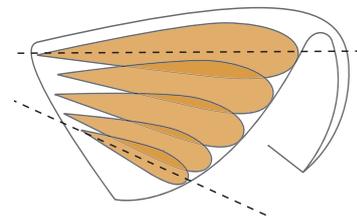
Du centre de l'aile vers ses extrémités, on peut faire varier le « calage » des profils et/ou les profils eux-mêmes de façon à ce qu'ils volent à des incidences différentes. Si l'aile n'était pas vrillée, les profils sur toute l'envergure voleraient à la même incidence. Dans ce cas, la moindre turbulence

pourrait faire décrocher une aile avant l'autre... Plus on augmente le vrillage, plus le centre « veut » décrocher en premier. Une aile très vrillée aura un décrochage toujours symétrique, ce qui est plus agréable et sûr. Mais cela se paye... Car si le profil central vole avec un bon rendement, le profil de bout d'aile vole alors trop piqué : augmenter le vrillage diminue la performance.



Vrillage géométrique positif (À cabrer)

Vrillage géométrique de l'aile : angle « différence d'inclinaison » entre la corde centrale et la corde de bout d'aile. Sur les deltas, les bouts d'ailes sont plus « piqueurs » que le centre de l'aile, on parle alors de vrillage négatif.



Vrillage géométrique négatif (À piquer)



EN SAVOIR PLUS

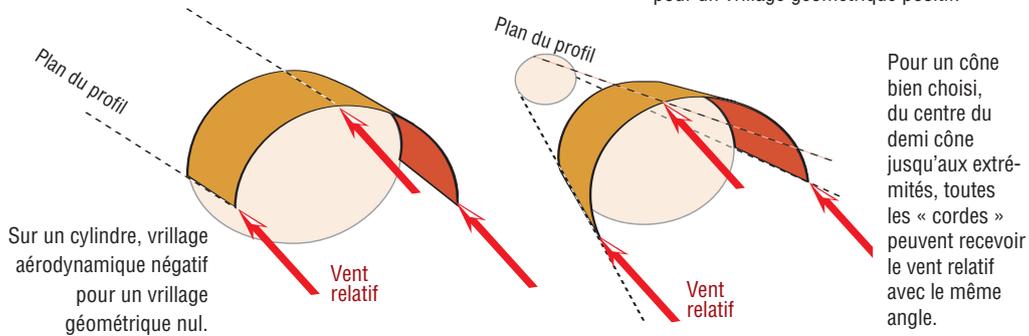
VRILLAGE AÉRODYNAMIQUE

Au vrillage géométrique, il convient d'ajouter un « vrillage aérodynamique ». Celui-ci peut être créé par l'utilisation de profils différents en allant vers le bout d'aile. De plus, une aile non vrillée géométriquement aura tout de même un vrillage aérodynamique créé par les effets de contournement en bout d'aile !

On utilise un vrillage négatif pour les avions, deltas et rigides. Le décrochage commence au centre de l'aile qui vole « plus cabrée » puis se propage vers les extrémités. Le rigide, peu vrillé sera beaucoup plus sensible au décrochage dissymétrique. Le vrillage du delta ci-dessus est plus important, c'est une aile pour pilotes débutants/intermédiaires. Le delta performant dispose d'une géométrie variable avec « l'overdrive » : en position détendue, la voile est très vrillée pour des basses vitesses saines, en position tendue,

la voile est plate et dévrillée pour des hautes vitesses performantes. Pour un parapente, définir le vrillage est encore plus délicat à cause de la forme en « voûte » de l'aile. On peut assimiler sa forme à une portion de cylindre ou de cône. On comprend alors qu'avec 10° d'incidence au centre de la voile, on puisse obtenir 0° d'incidence au bout d'aile (portion proche de la verticale). On est dans ce cas face à un « vrillage géométrique » nul et à un « vrillage aérodynamique » négatif.

Vrillage aérodynamique en parapente



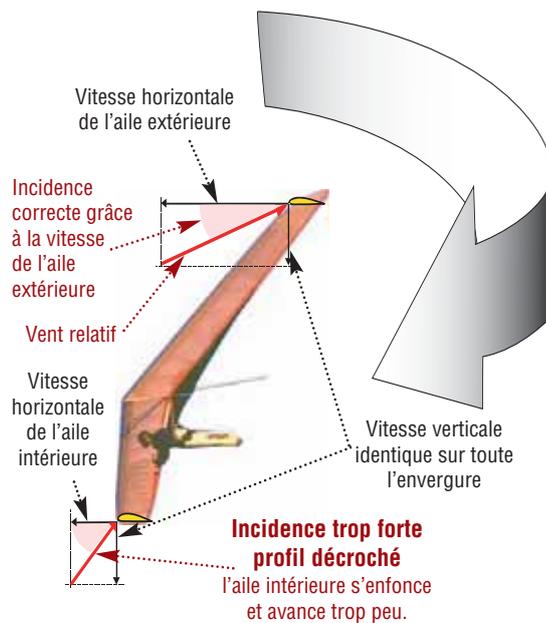
IMPORTANT

On doit beaucoup se méfier des vrilles avec les rigides et leur faible vrillage. En delta, le problème est très réduit, son type de structure lui offrant un vrillage important. En outre, il peut se déformer de manière dissymétrique : en virage l'aile extérieure se tend pendant que l'aile intérieure se détend et voit son vrillage augmenter. La vrille

est possible en delta et se fait en acrobatie, mais le problème n'est pas d'en sortir mais de s'y maintenir ! Il faut donc mettre en garde les pilotes qui passent du delta au rigide sur les grosses différences qui existent dans ce domaine et qui ont malheureusement été une cause majeure de problèmes en rigide. En parapente, les progrès faits par les constructeurs sur les ailes d'entrée et de moyenne gamme ont rendu la vrille accidentelle difficile d'accès. Si le réglage usine des commandes est conservé et que le pilote ne pratique pas de « tour de frein » le débattement maximum de la commande débouche seulement sur une mise en virage prononcée. De toute façon, quelle que soit la machine, le domaine des trop basses vitesses reste à éviter...

En parapente le vrillage n'est pas le seul paramètre qui conditionne la manière dont le décrochage arrive. La longueur de chaque suspente de frein et leur implantation sur le bord de fuite déterminent un ordre de traction qui peut retarder l'arrivée du décrochage. Le pilote a alors le temps de le sentir venir d'autant que la détérioration de la portance peut, momentanément, ne concerner qu'une partie de l'aile. Dans ce cas un enfoncement parachutal précède le décrochage complet.

La « vrille » commence par le décrochage d'un côté de l'aile, puis en l'absence de la réaction appropriée du pilote, l'aile va s'enfoncer en tournant et entretenir le phénomène avec l'aile extérieure qui vole correctement alors que l'aile intérieure reste décrochée. En aviation traditionnelle, les gouvernes de direction peuvent être « soufflées » et devenir inefficaces : l'avion ne peut alors pas sortir de la vrille. Heureusement, de nos jours, ces phénomènes sont mieux maîtrisés et les avions récents ne souffrent plus de ce genre de défauts. Toutefois, les décrochages dissymétriques, avec début de vrille, restent une cause importante de problèmes en aviation comme en vol libre.



AÉRODYNAMIQUE ET MÉCANIQUE DE VOL

G) Stabilité

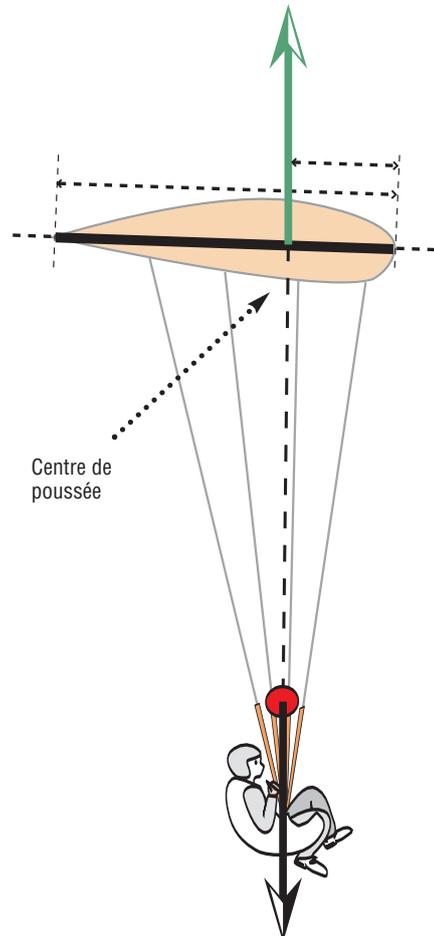
On parle d'équilibre stable, neutre ou instable.

La stabilité est l'aptitude à retrouver et conserver la position d'équilibre. Elle est importante sur tous les axes :

1) En tangage : toutes les ailes ont une vitesse stable commandes lâchées

- Pour les parapentes, le choix de la vitesse commandes lâchées (vitesse maximum) est fait à la conception. Une majorité est réglée proche de leur finesse maximum. Comme tout ce qui vole, la stabilité du parapente dépend du choix du profil mais aussi de son centrage qui peut être choisi pour un comportement dynamique plus ou moins stable. Ainsi la majorité des parapentes ont des centrages compris entre 27 % et 35 % de la corde centrale. Néanmoins la stabilité du parapente est essentiellement « pendulaire », due à l'accrochage du pilote très bas sous la voile.

- Pour les deltas et rigides, le choix de cette vitesse se fait en avançant/reculant le point d'ancrage pilote. La vitesse choisie est généralement assez basse, proche des performances maximales de l'aile. Pour les ailes « en flèche » comme le delta, sans rentrer dans les détails, le vrillage est un élément clef pour la stabilité en tangage.



Stabilisateur de queue utilisé en aérofrein :

On voit très bien sur la photo, le stabilisateur monté sur la quille d'un delta (utilisation beaucoup plus rare qu'en rigide). Normalement calé quelques degrés plus « piqué » que l'aile, il est ici relevé pour servir d'aérofrein à l'atterrissage.

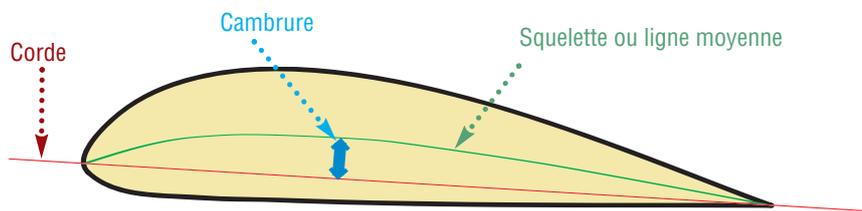
Sur le même principe qu'une aile, un profil peut être stable ou non selon son usage. En fait, ils deviennent tous instables à partir de quelques degrés d'incidence négative et se mettent à porter « à l'envers » en basculant rapidement le nez vers le bas. Cela donne les phénomènes de « tumbling » (passage dos par l'avant) en delta/rigide ou de fermetures frontales en parapente.



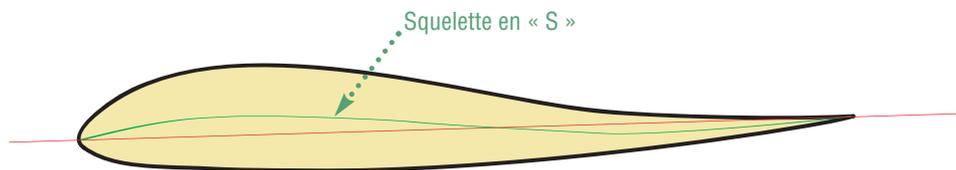
mesurer le temps mis à en sortir. De nos jours, on peut faire différentes mesures sur un véhicule test sur lequel l'aile est accrochée : force du « rappel au neutre » pour différentes incidences ou efforts dans la structure. Cependant, les mesures ne suffisent pas car trop « statiques » et ce sont plutôt les pilotes d'essais qui mettent au point, mais aussi testent les ailes.

Une aile est conçue et testée pour que ces phénomènes soient raisonnablement gérables par le pilote. Un test ancien en delta consistait à lâcher une aile d'un téléphérique en piqué vertical et

Cette procédure est très développée en parapente par l'ACPUL (Association des Constructeurs de Planeurs Ultra Légers) qui donne différentes homologations correspondant aux niveaux de pilotage.



La cambrure est une caractéristique importante du profil. Augmenter la cambrure ou « creuser le profil » diminue sa stabilité. En parapente, utiliser les freins ou les trims modifie la cambrure et donc, joue sur la sensibilité aux fermetures. De même, l'utilisation des volets sur le rigide cambre le profil et le rend moins stable.



Ce type de profil, dit « autostable », possède donc une grande stabilité, due à l'arrière relevé. Il est principalement utilisé sur les deltas au niveau des lattes centrales. Les « cordelettes de rappel » servent à le maintenir, voir à l'accroître. Il n'est malheureusement pas très performant...

AÉRODYNAMIQUE ET MÉCANIQUE DE VOL

2) Stabilité en roulis et « effet dièdre »

Une aile est dite :

- Stable spirale si lâchée en virage elle revient à plat. Très rare en delta, c'est le cas des parapentes.
- Neutre spirale si elle conserve l'inclinaison que le pilote lui a donnée.
- Instable spirale si elle augmente son inclinaison.

Le **dièdre**, angle représenté sur le schéma, est un élément de conception important qui agit sur la stabilité en roulis. Un « effet dièdre » important va ramener à plat une aile inclinée.



Dièdre positif = stabilité

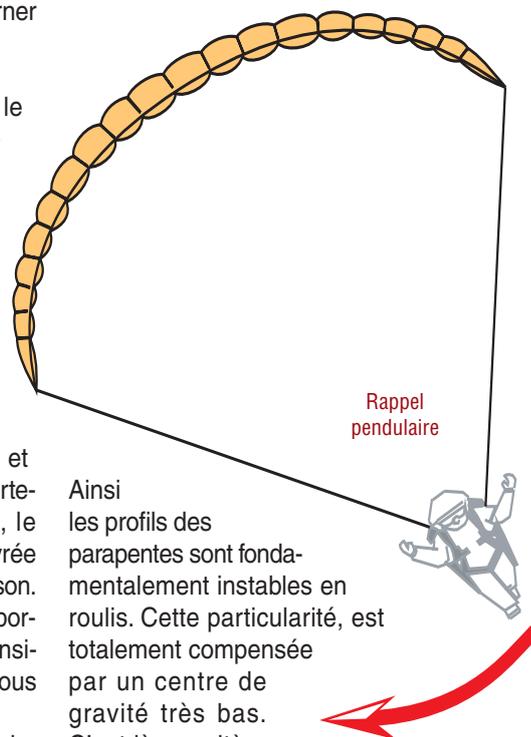
Dièdre négatif = instabilité

Les rigides, ailes nettement dièdrées, possèdent une très bonne « stabilité de route », mais tourner sans gouvernes est quasi impossible.

Pour les deltas, il est plus difficile de définir le dièdre. On peut parler du dièdre de structure, mais la forme de la voile (poche de quille et lobe) peut modifier beaucoup les choses. Ce qui est recherché est un effet dièdre faible pour permettre une mise en virage facile, mais pas trop sous peine d'avoir une aile qui s'incline d'elle-même de plus en plus.

En fait le comportement le plus couramment rencontré en delta est une aile légèrement instable spirale (ou neutre) de 0° à 35° et neutre au delà. Même dans le cas d'une aile fortement instable spirale (rare de nos jours), le « rappel pendulaire » du pilote fait que l'aile livrée à elle-même ne dépassera guère 60° d'inclinaison. Ce comportement en roulis est un élément important du caractère d'une aile, il peut différer sensiblement d'une aile à l'autre, ce qui est bien, tous les pilotes n'ont pas les mêmes goûts !

La forme en voûte des parapentes est du dièdre négatif. L'expérience aéronautique a toujours joué sur la stabilité en roulis en mettant du dièdre positif.



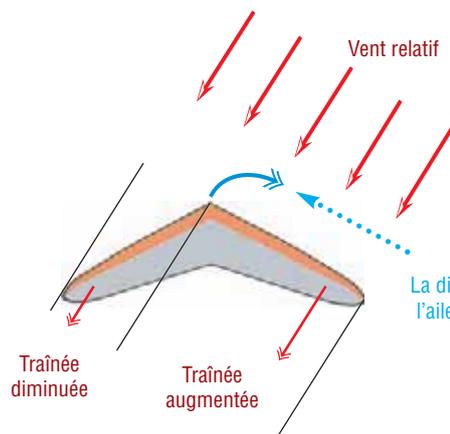
Ainsi les profils des parapentes sont fondamentalement instables en roulis. Cette particularité, est totalement compensée par un centre de gravité très bas. C'est là un critère de stabilité. C'est la stabilité pendulaire.

3) Stabilité en lacet, dérapage, glissade et effet girouette

Fort heureusement les ailes sont stables nez pointé vers l'avant grâce à l'effet girouette.

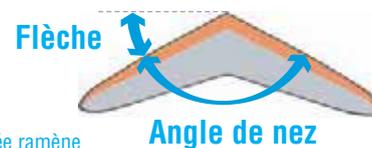
● Le vent relatif n'est pas dans l'axe, on parle d'attaque oblique.

● En virage, c'est : une glissade vers l'intérieur du virage, un dérapage vers l'extérieur du virage.



En glissade (dérapage), la demi-aile la mieux exposée voit sa portance et sa traînée augmenter, pendant que l'autre demi-aile subit l'effet inverse.

Deux effets cohabitent :



La différence de traînée ramène l'aile dans le « droit chemin ».

Angle de nez

La flèche influence l'effet girouette.

1/ La différence de traînée entre les deux demi-ailes crée « l'effet girouette » qui, comme son nom l'indique, va faire pivoter l'aile de manière à la ramener dans l'axe de son vent relatif.

2/ la différence de portance va soulever (roulis) l'aile exposée. Cet autre effet, moins sensible en

vol, se manifeste surtout au sol pour équilibrer un delta/rigide avant de décoller.

En parapente, la flèche plus faible est difficile à évaluer à cause de la forme elliptique. L'effet girouette est toutefois suffisant et s'observe notamment très bien au sol.

À NOTER

L'effet girouette est indispensable car le pilote n'a pas de contrôle en lacet ! Une aile qui « s'arrête » en virage, va glisser vers l'intérieur du virage et c'est l'effet girouette qui va la remettre en vol symétrique (en piqué) et permettre au pilote de sortir de la glissade.

H) L'effet pendulaire du parapente

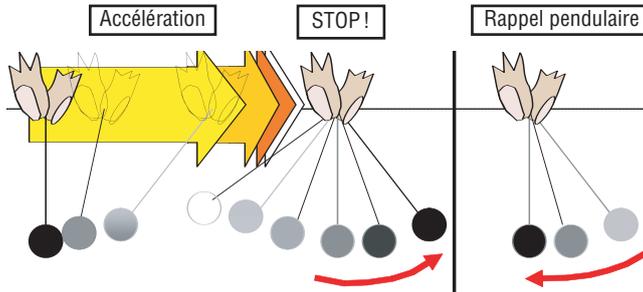
En aéronautique, l'*effet pendulaire* concerne tout particulièrement le vol en parapente. Le *rappel pendulaire* est la réaction qui ramène le pilote sous son aile. C'est un réalignement du centre de poussée et du centre de gravité.

En vol équilibré l'aile et son pilote ont la même vitesse. Si le profil prend de la vitesse indépendamment du pilote, ralentit ou si sa trajectoire change, son éloignement à plus de 8 mètres du pilote produit un couple qui doit être pris en compte de manière prioritaire dans le pilotage.

AÉRODYNAMIQUE ET MÉCANIQUE DE VOL

L'augmentation rapide de la vitesse du point d'ancrage du pendule (ici les doigts) laisse ce dernier à la traîne. Ce décalage dans la prise de vitesse crée un mouvement de balancier.

Appliqué au parapente le profil plonge sur l'axe de tangage, au-devant du pilote



Le point d'ancrage du pendule s'arrête. Entraîné « par inertie », le pendule continue son chemin avant de perdre complètement sa vitesse et de revenir se placer à la verticale de son point d'ancrage. Appliqué au parapente, le profil cabre. Le pilote se sent partir sur le dos avant de se rééquilibrer sous l'aile.

Les effets de ce couple s'observent notamment :

- En vol, au passage des turbulences ;
- Lors du gonflage de l'aile et de son contrôle au sol ;
- Lors de manœuvre de voltige.

Les causes peuvent être :

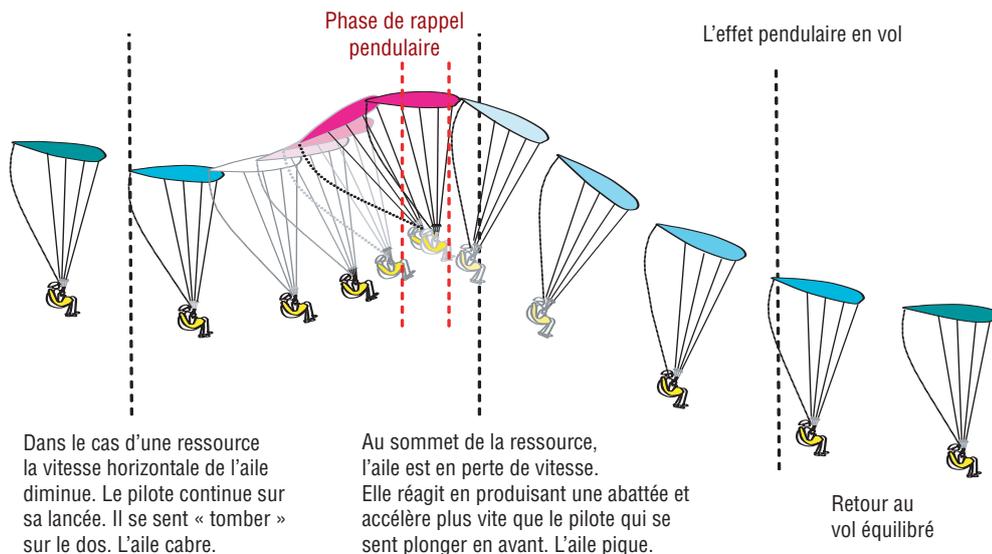
- En vol, une modification brutale d'incidence sur le profil (turbulences) ;
- Une variation de la vitesse relative de l'aile ;
- L'abaissement ou le relevage brusque des commandes ;
- Au sol, un mauvais centrage au gonflage, un vent de travers.

EFFET PENDULAIRE

Un décalage de vitesse ou de trajectoire entre l'aile et son pilote produit un phénomène de balancier qui est appelé l'effet pendulaire. Des mouvements accentués de cabré, de piqué ou de roulis en sont la conséquence.

– L'effet pendulaire est piloté au sol par le déplacement du pilote au devant et sous son aile. Le pilote peut y associer une action de la commande opposée au côté de déplacement du pilote.

– En vol, seuls sont possibles, les contres en roulis et en tangage. Ils visent à amortir l'amplitude de ces mouvements et sont des actions de pilotage prioritaires sur tous autres.



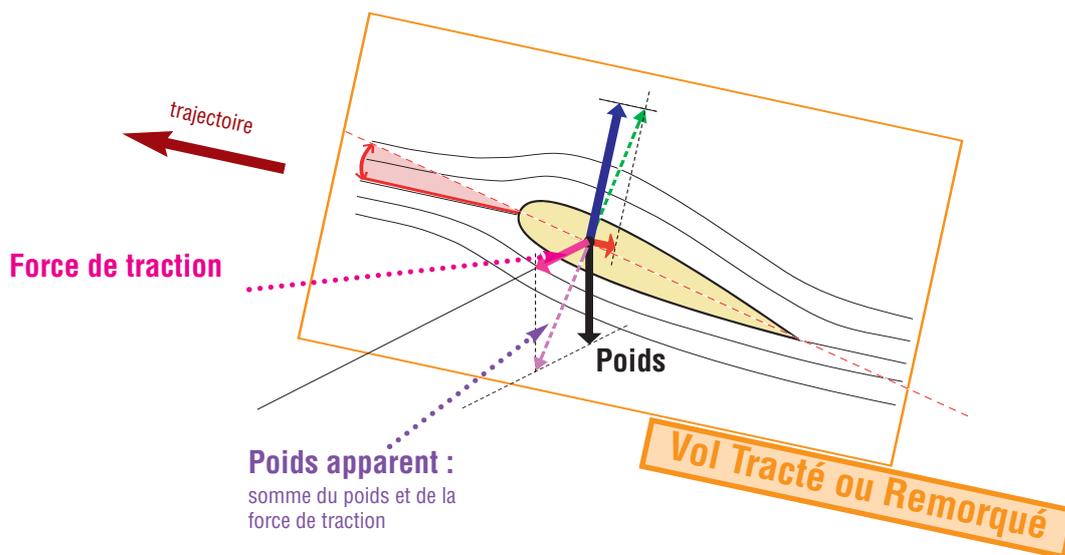
Dans le cas d'une ressource la vitesse horizontale de l'aile diminue. Le pilote continue sur sa lancée. Il se sent « tomber » sur le dos. L'aile cabre.

Au sommet de la ressource, l'aile est en perte de vitesse. Elle réagit en produisant une abattée et accélère plus vite que le pilote qui se sent plonger en avant. L'aile pique.

Retour au vol équilibré

I) Pratiques spéciales : treuillé et remorqué

Voler tracté ou remorqué revient à voler soumis à un poids apparent, somme du poids et de la force de traction. Pour trouver la trajectoire de montée, il suffit de faire basculer le schéma classique, car en vol stabilisé la RFA est toujours opposée au poids.



1) Vitesse et efforts en tracté

Il est visible sur le schéma que le poids apparent est nettement supérieur au poids. A incidence égale, vitesse et efforts dans la structure sont donc plus élevés. Plus l'aile monte, plus la corde tractrice tire « vers le bas ». Le poids apparent augmente alors, et sa direction, donc aussi celle de la trajectoire, deviennent moins bonne... Jusqu'à atteindre une limite raisonnable. Un « fusible » est intégré à la ligne de traction, il doit casser aux environs des 100 kg, limite à ne pas dépasser.

En tractant à une valeur proche des 100 kg, le taux de montée est d'abord excellent (environ 5 m/s) lorsque la corde tractrice est horizontale. Cette valeur diminue au fur et à mesure de la montée, elle passe à 3 m/s pour un angle de 40°, 1 m/s vers 60°, enfin vers 80° l'aile ne monte plus et la charge de la ligne augmente !

Cela veut dire qu'avec les longueurs de pistes usuelles, les tractés donnent des gains d'altitude classiques de 400 à 600 m. Un vent de face permet d'améliorer notablement ces valeurs. Une méthode, délicate à utiliser, pour obtenir de meilleurs gains d'altitude, consiste à faire des « allers retours ». Après une première phase de tracté normale, le câble cesse de tracter pour permettre au pilote de faire demi tour et retourner vers son point de départ, avec le câble tracteur détendu. Au point de départ, mais à une altitude supérieure, le pilote fait demi tour pour se faire tracter une seconde fois... En quelques allers-retours l'altitude de 2000 m peut être atteinte. Cette pratique, réservée à une équipe très expérimentée, est assez peu utilisée car 400 m peuvent suffire à trouver le thermique et dans le cas contraire, un autre essai est rapidement possible.

AÉRODYNAMIQUE ET MÉCANIQUE DE VOL

2) Pratique et dangers du tracté

Bien que la technique soit assez simple, il est indispensable de passer par une petite formation pour piloter comme pour treuiller. Quelques conseils de base :

- Le pilote doit notamment être conscient que la vitesse de vol doit être supérieure, à incidence égale à celle du vol normal, l'aile étant plus chargée. Cet effet est heureusement peu sensible au décollage, où l'angle de traction est favorable et où le treuilleur dose une traction augmentant progressivement. En delta, l'aile plus chargée se déforme, elle devient alors plus ou moins cabreuse.

- La phase de décollage est toujours une phase délicate : pour éviter d'être trop lent près du sol, il est utile, de se laisser prendre une petite survitesse avant de monter.

Le rôle du treuilleur est de vous faire monter paisiblement au début avec une assiette raisonnable. C'est aussi plus sûr en cas de rupture de câble, avec une assiette forte et une vitesse faible au début du vol, l'abattée du retour au vol normal pourrait durer jusqu'au sol!!!

- Vous avez probablement déjà vu un cerf volant partir en virage, y rester tout en piquant violemment vers le sol : c'est le phénomène du « verrouillage ». Cela peut arriver en tracté, si le pilote dévie trop de son axe, passé un certain stade, il ne pourra plus ramener l'aile dans sa trajectoire normale... Le pilote ne peut plus rien faire, **c'est au treuilleur de**

réagir en relâchant la tension. L'aile n'est alors plus tractée : le pilote reprend le contrôle et son cap. En l'absence de réaction du treuilleur, le fusible soumis à une très forte charge doit « normalement » céder...

3) Vol captif

Il est très tentant d'accrocher pilote et aile au bout d'une corde pour les faire voler tel un cerf volant.

C'est une pratique très dangereuse car, c'est en fait du tracté pratiqué sans treuil ni fusible, dans des conditions de vent fort et donc turbulent (sinon ça ne décolle pas). Les risques principaux sont :

- Se faire « arracher » aile et pilote des mains par une rafale, l'engin part alors vers le haut en marche arrière...

- Se faire soulever avec... Jusqu'où?

- Le verrouillage... Obligé de lâcher l'aile qui part en virage...

On n'oubliera pas que le vent est plus fort en s'éloignant du sol (gradient de vent) donc probablement un peu faible au sol, mais trop fort très vite...

Cela peut malgré tout être une technique utile en école dans des cas bien précis. Il faut impérativement un vent d'une régularité parfaite, juste de la force adéquate, très difficile à trouver sauf en bord de mer. Il faut aussi une équipe rodée et le savoir faire adapté. Ainsi, en Angleterre, en bord de mer, un delta sécurisé par trois cordes est utilisé en école en début d'apprentissage.



4) Vol remorqué

Très utilisé en planeur, le vol remorqué reste encore assez marginal en vol libre. Pourtant, outre le fait d'ouvrir le vol aux plaines, ce qui est déjà beaucoup, il permet d'être amené et largué précisément là où il faut. Même dans les zones de montagne très bien équipées en décollages, selon les orientations de vent, cela peut représenter un gain considérable. Plusieurs facteurs nuisent à son développement : la vitesse élevée des remorqueurs qui le restreint actuellement au delta, mais peut être surtout « l'individualisme » du libériste... Les problèmes sont assez différents du treuillé, la force de traction reste très proche de l'horizontale, le poids apparent n'est donc guère plus élevé que le poids, l'aile est très peu surchargée. Le pilote doit non seulement garder son axe, mais aussi suivre le remorqueur dans ses variations d'altitude. Se laisser monter par rapport au remorqueur donne à la corde un angle qui fait piquer le remorqueur. Passé un certain angle, le phénomène peut conduire à un piqué irréversible obligeant « à

larguer ». La ligne dispose aussi d'un fusible plus faible que celui utilisé en treuillé.

La difficulté principale est liée à la vitesse de l'ULM remorqueur, la plupart du temps le remorqué s'effectue vers 50/60 km/h ce qui rend le pilotage un peu plus délicat qu'avec un ULM lent, sans être toutefois problématique.

Le décollage est un point clé. En treuillé si le décollage démarre mal, le treuilleur attentif peut aider le pilote en jouant sur la tension ou tout relâcher pour arrêter. En remorqué, le pilote remorqueur ne dispose que d'un petit rétroviseur pour voir le delta et est assez occupé par son propre décollage... Le droit à l'erreur est donc assez limité... Pour simplifier le décollage, on peut utiliser un chariot roulant. L'aile est posée dessus, le pilote n'a pas à courir, dès que la vitesse est suffisante il lâche le chariot et n'a qu'à piloter... Le pilote remorqueur peut aussi avoir une liaison radio avec le pilote ou une tierce personne.

Une petite formation est là encore indispensable.



2

CHAPITRE

PARTIE A

PILOTAGE DELTAS ET RIGIDES





PILOTAGE DELTAS ET RIGIDES

I. Le pilotage en ligne droite

A) Centrage : réglage de la vitesse de base

Les ailes volantes ont des vitesses à connaître : celle où l'on chute le moins « taux de chute mini », celle où l'on va le plus loin (finesse max.), ainsi qu'une vitesse mini et maxi.

En delta, la vitesse de réglage choisie « barre lâchée » se situe entre la vitesse de « taux de chute mini » et la vitesse de « finesse max. ». Une aile mal centrée peut être très désagréable à piloter!!!



Le pilote, débutant à moyen, pourra choisir une vitesse proche de la vitesse de « taux de chute mini » pour chercher à monter facilement. Le pilote confirmé pourra choisir une vitesse plus élevée avec, pour avantages moins d'effort à tirer en « transition » d'une ascendance à l'autre ainsi qu'une aile en principe plus maniable, et pour inconvénient la nécessité de ralentir dans les ascendances (moins précis pour optimiser). Le pilote de rigide choisira une vitesse proche de la vitesse de finesse max., les basses vitesses étant plus délicates à gérer. Pour une aile neuve, le réglage est normalement de la responsabilité du constructeur. Dans le cas d'une aile d'occasion, on constate

beaucoup d'ailes mal réglées. Pourquoi? Parce que le pilote s'est habitué petit à petit aux variations de réglage dues au vieillissement de l'aile, qu'il vole toujours en air turbulent, ne lâche pas la barre de contrôle et ne prend pas le temps de vérifier son réglage. Il est généralement surpris quand on lui dit que son aile est mal réglée et encore plus agréablement surpris après un bon réglage. Ceci concerne 2 ailes d'occasion sur 3!

EN SAVOIR PLUS

PROCÉDURE D'ESSAI ET RÉGLAGE

Choisir le vol le plus facile possible en air calme. Décoller en se méfiant d'une aile pouvant être réglée trop lente ou trop rapide. Dans le doute garder un léger tiré le temps de s'éloigner du relief.

Lâcher ensuite progressivement et lentement la barre de contrôle :

- Si l'aile ralentit trop et s'enfonce/décroche : elle est bien sûr trop lente.
- Si l'aile vole, essayer de repousser lentement la barre de contrôle par paliers de 5 cm jusqu'à sentir l'aile « flotter », entendre des bruits de voile différents et s'enfoncer ; on est alors au décrochage. Si ceci apparaît entre 5 et 10 cm de poussé, l'aile est réglée proche de son taux de chute mini, à plus de 10 cm elle est réglée rapide.

Pour régler une aile à sa vitesse de finesse max. il faudra d'abord la connaître. Elle peut différer sensiblement d'un modèle à l'autre et soit utiliser un instrument pour mesurer la vitesse (badin, ventimètre), soit utiliser ses sensations et son pifomètre (délicat si l'on veut être précis).

- Le réglage se fait en avançant (pour voler plus vite) ou en reculant le point d'ancrage pilote centimètre par centimètre, plus peut créer des différences trop importantes suivant les machines.

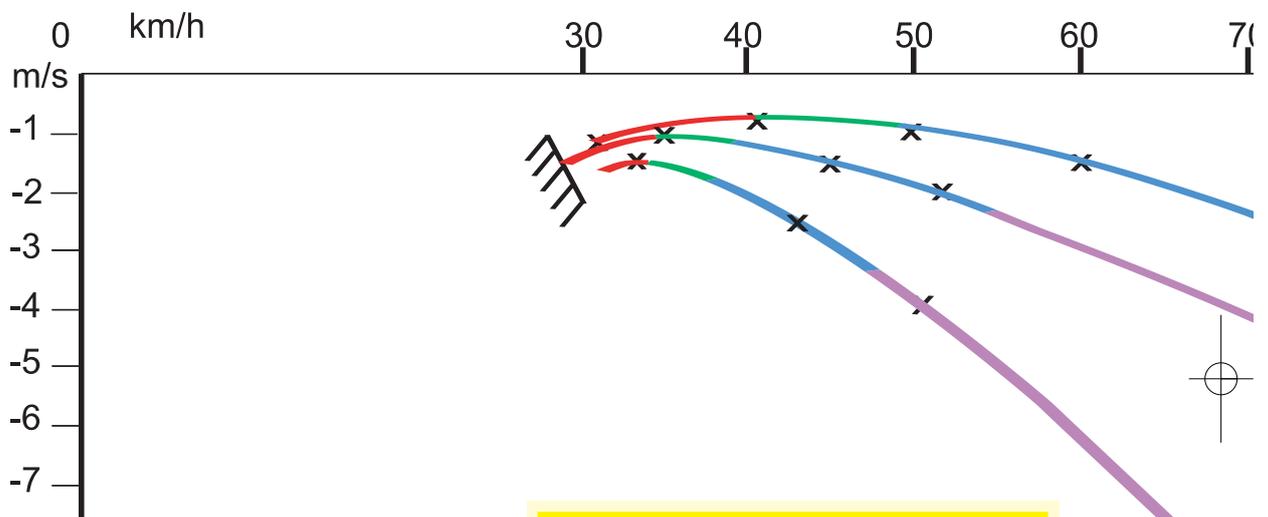
B) Utilisation de la polaire

Entre décrochage et taux de chute mini :

Zone dangereuse car trop près du décrochage et sans grand intérêt car on chute plus qu'à la vitesse du taux de chute mini.

Entre le taux de chute mini et la finesse max. :

C'est la plage la plus utile : près du taux de chute mini pour monter, au point de finesse max. soit pour voler plus loin (sans vent), soit si l'air est turbulent pour s'éloigner du décrochage.



Au-delà de la vitesse max.

EN SAVOIR PLUS

En vol stabilisé, la vitesse maximum correspond au « tiré » maximum du pilote. Il est tout de même possible de voler plus vite un court moment. Cette technique est réservée aux pilotes expérimentés qui cherchent à faire de l'acrobatie et qui connaissent les limites du domaine de vol de l'aile ainsi que ses limites de résistance mécanique. Il faut, suite à un décrochage, accompagner l'abattée pour faire prendre à l'aile une assiette très piquée. L'aile va dépasser sa vitesse max. un court moment avant que le rappel au neutre ne la fasse ralentir. Le pilote choisira le moment où la vitesse est maximum, pour amorcer un looping ou autre. Sans utilisation autre que l'acrobatie, ces très hautes vitesses sont dangereuses et réservées aux pilotes de haut niveau ou « aux furieux » qui se mettent en danger.

PILOTAGE DELTAS ET RIGIDES

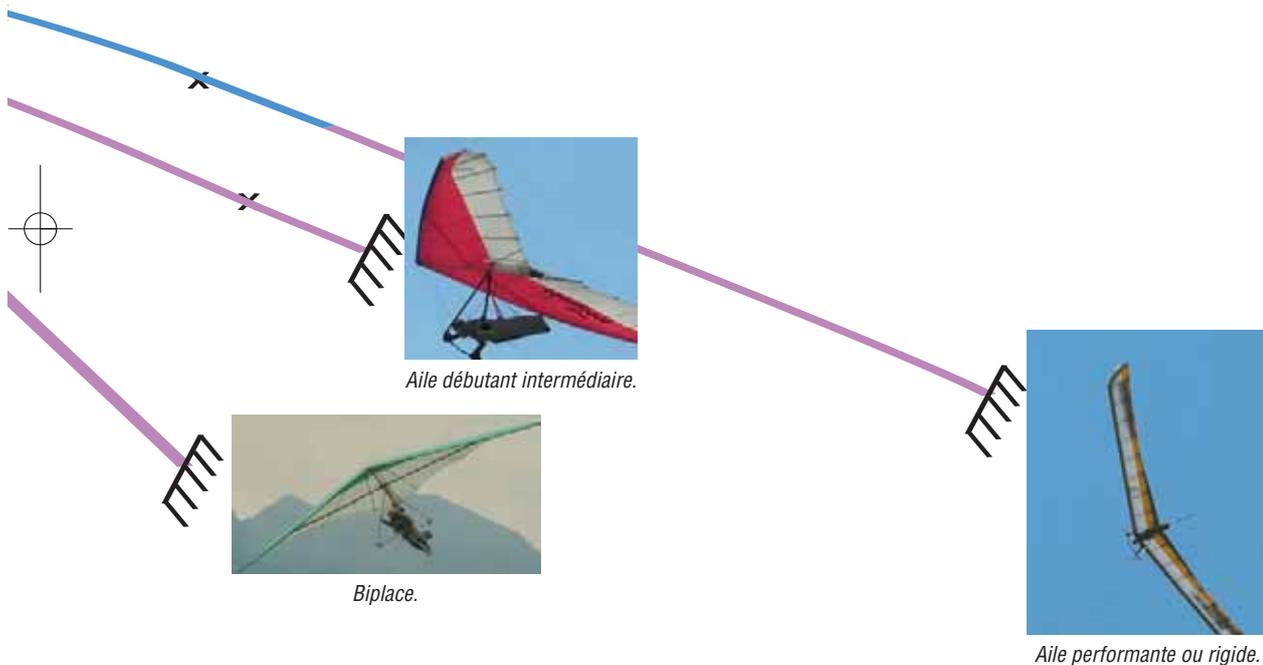
Entre finesse max. et vitesse rapide :

Dans cette plage de vitesse, les performances sont dégradées mais pas trop. On utilisera cette plage pour aller plus vite d'une ascendance à une autre. La perte d'altitude plus forte sera compensée par le fait que l'on atteint plus vite la prochaine ascendance. Ces vitesses seront aussi utilisées vent de face pour améliorer la finesse/sol.

De rapide à très rapide :

Dans cette plage, les performances sont assez fortement dégradées, on l'utilisera essentiellement pour le plaisir de la vitesse. Ces vitesses peuvent quand même être utiles pour « remonter » un vent de face assez puissant pendant peu de temps (finesse/sol très réduite) ou pour fuir un endroit où l'on n'aurait pas dû être (orage par exemple...).

Attention les hautes vitesses sont peu compatibles avec les turbulences fortes.



EN SAVOIR PLUS

VITESSE MAX. CONSTRUCTEUR

Le fabricant de l'aile peut indiquer une vitesse max. qu'il déconseille de dépasser. Dans certains cas, celle-ci ridiculement faible, n'est qu'un « parapluie juridique » pour le constructeur (ex. 60 km/h pour une aile performante américaine). Pour des machines très rapides, les rigides par exemple, celle-ci devra être prise au sérieux et spécialement en air turbulent. Le bon sens est de rigueur !

C) Décrochage

On pousse lentement pour ralentir l'aile, à l'approche du décrochage on doit :

- « sentir » l'aile flotter, c'est-à-dire la sentir moins stable en direction.
- entendre éventuellement des bruits de voile différents.
- avoir la sensation de s'enfoncer.

Bien sûr ces sensations sont difficiles à décrire, mais dans la pratique on sent bien l'aile « voler » différemment ; elle est alors en phase « parachutage ». Si l'on maintient un poussé modéré, elle s'enfonce franchement et risque de partir en virage. Si l'on accentue un peu le poussé, elle décroche alors franchement et fait une « abatée », c'est-à-dire qu'elle pique, bien que l'on maintienne poussé. Il est très simple d'en sortir : il suffit de relâcher doucement la barre de contrôle (« rendre la main »), l'aile pique alors, puis reprend de la vitesse et l'écoulement autour du profil redevient normal. La seule chose à gérer est la ressource en sortie : plus le décrochage est important, plus le piqué initial et donc la prise de vitesse sera forte. Si l'on ne fait rien (barre lâchée), l'aile ralentit trop jusqu'à un nouveau décrochage et ainsi de suite comme un avion en papier que l'on lance trop fort.

Pour gérer la ressource, il faut d'abord laisser ralentir l'aile jusqu'à la vitesse souhaitée puis tirer franchement (mais un temps très court) pour ramener l'assiette de vol normale et éviter cet effet « rebond ».

Décrocher volontairement est sans danger en air calme et loin de tout obstacle, c'est un exercice à pratiquer pour mieux connaître son aile. On se contentera, au début d'un poussé très modéré, à basse vitesse...

D) Divers mais important

1) Micro corrections, décontraction et roulis à haute vitesse

Les mains doivent être posées sur le trapèze, mais surtout ne doivent pas « cramponner » celui-ci.

Si vous le tenez trop fermement :

- Vous faites un effort pour rien, il est probable que tout le corps est tendu et que les pieds poussent pour rien le fond du harnais : vous vous fatiguez vite !
- Un faible effort ne se sent pas, et si vous êtes très légèrement à gauche, l'aile va tourner, très doucement certes, mais tourner. Vous allez alors contrer un peu puisque le virage est léger, et rester un peu à droite, ce qui va faire tourner peu, mais suffisamment... vous faites beaucoup de micro corrections pour rien !

Solution : l'aile doit être bien réglée et après chaque correction les mains se relâchent sur la barre de contrôle. Le même phénomène existe avec le volant

de la voiture : serrez-le en permanence et observez-vous ! Sur une aile sensible en tangage, le simple poids des mains fait déjà gagner quelques km/h.

Quand on veut voler vite, on doit tirer ; pour limiter les effets parasites droites ou gauches on peut



Sur ce montage photo, pour être plus démonstratif, le pilote avait pris de la vitesse avant de rechercher le décrochage. On observe donc, d'abord une ressource au sommet de laquelle l'aile décroche. L'abatée, importante, fait ensuite passer l'assiette, des +45° du cabré important de la ressource, à -45° environ en piqué. On peut observer, ici, qu'après une dizaine de mètres, l'aile commence d'elle-même à sortir du piqué.

PILOTAGE DELTAS ET RIGIDES

tirer mains ouvertes avec les paumes. Et plus on vole vite, plus il est difficile de maintenir une belle ligne droite. Les ailes sont plus ou moins sensibles à ce problème, certaines donneront l'impression d'être « sur des rails » (la majorité) alors que pour d'autres à partir de 60 km/h le phénomène droite-gauche-droite-etc. s'amplifie au point d'obliger le pilote à ralentir. Pour ces dernières, les vitesses rapides sont quasi interdites : c'est un défaut majeur de conception de ces ailes (rare, mais encore présent sur des ailes récentes).

2) Rentrer dans une ascendance

La théorie

Le phénomène est **transitoire**, ce qui le rend délicat à expliquer dans les détails. Quand on rentre dans une ascendance, il est facile d'imaginer que le nez de l'aile recevant le « vent montant » en premier, l'aile ait un effet cabreur. Ce n'est pourtant pas la seule raison.

Dès que l'aile complète est rentrée entièrement dans l'ascendance, le vent montant s'ajoute au vent relatif. Et comme on peut le voir sur le schéma 2, le « nouveau » vent relatif a changé de force et de direction. L'aile est en légère survitesse, et surtout, à une incidence plus élevée. Elle va donc chercher à cabrer pour ralentir et retrouver son incidence d'équilibre, comme sur le schéma 1.

La pratique

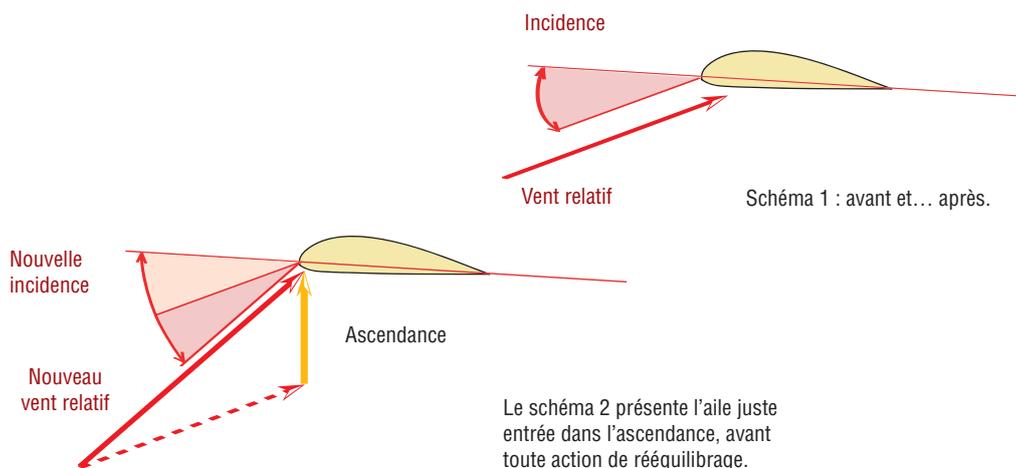
Première sensation à l'entrée dans l'ascendance :

IMPORTANT

Quand on rentre dans une ascendance (ou une rafale montante), l'incidence augmente. Attention, si la rafale est puissante et/ou que le pilote vole trop lent, il est possible d'atteindre le décrochage.

la barre de contrôle part vers l'avant et si l'ascendance est puissante on risque de décrocher : dangereux, mais aussi nuisible à la performance. Il faudra donc tirer pour empêcher l'aile de trop cabrer, mais de quelle manière ? Le pilote devra choisir en fonction de la force des turbulences et de la proximité relief :

- La sécurité veut que l'on ne vole pas trop lent près du relief, surtout en turbulence.
- La performance demande de voler avec un bon taux de chute et de rester dans l'ascendance (souvent assez proche du relief).
- Laisser ralentir beaucoup avant de tirer (entre décrochage et taux de chute mini), permet de rester plus longtemps dans l'ascendance, mais dégrade le taux de chute et rapproche dangereusement l'aile du décrochage.
- Tirer, pendant « l'effet cabreur », pour rester vers le taux de chute mini est souvent un compromis correct sauf si la proximité relief et les turbulences justifient une vitesse plus élevée.
- Il est dommage de trop tirer et traverser l'ascendance rapidement, mais la sécurité peut l'exiger.



Le dosage

La sensation dans la barre de contrôle est la première information sur l'ascendance : une ascendance très puissante et brutale vous « arrachera la barre des mains » (c'est une image, quoi que parfois...), alors qu'une ascendance douce même correcte donnera une faible pression mais plus longtemps. La réaction du pilote, guidée par cette information, est identique en puissance et s'oppose : on parle de « contrer » la réaction de la barre de contrôle.

La barre de contrôle part brutalement vers l'avant : on la retient avec puissance tant qu'on sent « l'effet cabreur », puis on n'oublie pas de relâcher, dès que cet effet prend fin.

En aviation, on parle de pilotage « aux fesses » et c'est bien elles qui transmettent au pilote les effets des turbulences sur l'avion. Pour nous, les efforts/déplacements de la barre de contrôle sont les premières et les meilleures infos sur les turbulences rencontrées. Avec le temps, en développant ces sensations, vous flairerez si vous rentrez dans une véritable ascendance, ou s'il s'agit juste d'une turbulence sans intérêt.

Une fois installée dans l'ascendance, l'aile entière est dans le flux d'air montant comme dans un ascenseur. Dans une ascendance dynamique, par principe très régulière, l'impression est de voler en air calme. C'est uniquement la trajectoire et la vitesse sol qui sont différentes. L'ascendance thermique, même très large, sera toujours plus ou moins turbulente.

3) Autres types de rafales

Pour trouver l'effet d'une rafale, il suffit comme dans le cas précédant, d'ajouter vent relatif et rafale. Le « nouveau » vent relatif qui en résulte nous donne la « nouvelle » incidence, il est alors facile d'en déduire les effets suivants :

- rafale arrière : le vent relatif (donc la vitesse-air) décroît et l'incidence augmente.
- rafale face : le vent relatif augmente, l'incidence diminue.
- rafale descendante ou entre dans une descendance : le vent relatif diminue ainsi que l'incidence. Donc l'aile (de manière inversée à l'entrée dans une ascendance) cherche à piquer et accélérer.

Pour conserver le même régime de vol il faudrait donc pousser puis relâcher. Mais il n'est pas intéressant de rester dans une zone descendante donc généralement : on laisse faire le piqué initial et l'on maintient ensuite une vitesse rapide (celle qui est adaptée pour s'échapper de la zone avec la plus petite perte d'altitude).

Dans le cas de turbulences exceptionnellement violentes, il peut être utile de bien maintenir la barre de contrôle en position neutre un très bref instant, pour limiter le mouvement instantané de rotation vers le piqué, puis immédiatement après, il faudra s'avancer dans le trapèze et s'y cramponner très fort, en position tiré. Le mouvement peut paraître étrange, mais il faut penser qu'il n'est pas destiné à sortir du piqué mais à empêcher le « tumbling » (passage dos par l'avant). En effet, si au cours du piqué, l'incidence passe négative, le centre de gravité (pilote + aile) sera alors en avant de la « portance négative » ce qui créera un couple cabreur apte à ramener l'aile en positif. Bien que rencontrer de telles conditions soit assez improbable dans la vie d'un pilote (surtout s'il ne les cherche pas!), il est utile de réfléchir au geste à l'avance car l'instinct ferait plutôt faire le contraire. Cette manœuvre est indispensable à comprendre pour faire de l'acrobatie, elle peut permettre de sauver un looping raté.

4) Turbulences en général

Pour assurer sécurité et performance, il faut maintenir cap (direction souhaitée) et vitesse adaptée. En pratique, on maintient l'assiette (ce qui régule la vitesse) et le cap. Un débutant manquera de réaction et laissera l'aile tourner ; il lui faudra alors, 1/ inverser le virage, 2/ reprendre son cap, 3/ stabiliser en ligne droite : beaucoup d'efforts !

Dans le cas d'un bon pilote, vous verrez celui-ci bouger beaucoup et l'aile très peu. Quand une aile est déséquilibrée par une turbulence, la première information que donne la barre de contrôle est un effort, une pression dans la main, immédiatement suivi par le déplacement associé. Le pilote doit réagir en « contrant » cette pression avec une puissance équivalente annulant ainsi les effets de la turbulence en un seul geste et beaucoup moins d'efforts.

PILOTAGE DELTAS ET RIGIDES

Pour maintenir cap et vitesse, il suffit donc de contrer efficacement les envies de déplacement de la barre de contrôle.

Pour ne pas se fatiguer trop vite et garder de bonnes sensations dans les mains, n'oubliez pas de relâcher la barre de contrôle après toute action de pilotage, ainsi que la tension dans tout le corps. À mes débuts, je me rappelle m'être épuisé en une demi-heure, puis en prenant conscience, je me suis concentré sur « arrêter de cramponner l'aile pour rien » et relâcher le corps (ne pas pousser avec les pieds le fond du harnais). Et surprise, je me suis reposé dans les mêmes conditions turbulentes qui venaient de me fatiguer, j'ai fait un superbe vol de 3 heures sans finir épuisé !

II. Le décollage

Un décollage est correct quand l'aile décolle à une vitesse située entre la vitesse de taux de chute

mini et celle de finesse max. En conditions fortes, il est sain de décoller à vitesse légèrement plus élevée. À cette vitesse doit être associée la bonne incidence : une aile maintenue en piqué ne décollera pas même à vitesse élevée (pour les jambes) !

A) Assiette, incidence et pente

En vol stabilisé, à chaque assiette correspond une vitesse et une incidence. Une assiette piquée signifie une vitesse rapide, une assiette cabrée une vitesse lente, voire trop lente. En delta, l'assiette qui correspond à la vitesse située entre la vitesse de taux de chute mini et celle de finesse max, est légèrement cabrée de quelques degrés. Attention, l'aile rigide (très peu vrillée) vole beaucoup plus « à plat », cette assiette sera donc proche de l'assiette zéro, à peine cabrée.

Décoller avec cette assiette sera très bien pour les pentes douces, mais inadapté aux pentes fortes.



L'incidence avant l'envol est l'angle entre l'assiette et la pente.

Le vent relatif sera toujours parallèle à la pente qu'il soit créé par la course du pilote ou existant avant.



Un décollage correct consistera donc à mettre l'aile en mouvement avec une assiette adaptée à la pente, puis à laisser le « rappel au neutre » la ramener à une incidence correcte, en la retenant légèrement (ou un peu plus si le vent est soutenu). L'accélération sera progressive et les premiers pas, presque marchés se trans-

formeront en « foulée aérienne » jusqu'à l'envol. **Foulée aérienne** : plus la vitesse augmente, plus l'aile prend en charge le poids du pilote. Assez vite, il ne reste que quelques kilos sur les jambes, le pilote peut alors allonger sa foulée et **sans efforts, courir à vitesse élevée**; on parle alors de foulée aérienne.



1 – Une bonne technique donne de la marge de sécurité, la manche montre un léger vent arrière, l'équipage décide tout de même de faire la démonstration de triplace, comme prévu au programme de la Coupe Icare.



2 – Le décollage se fait à vitesse élevée (vent défavorable). Il est une bonne démonstration de ce que permettent la « foulée aérienne » et ses pas de géant. Notons que sur les trois, il y en a déjà un qui ne cours plus... à tort.

PILOTAGE DELTAS ET RIGIDES

1) Pente très douce à douce

Pour une aile correctement réglée, le décollage peut se décomposer en deux parties :

- 1/ **Faire voler l'aile**, assiette légèrement cabrée, mise en mouvement progressive.
- 2/ Après quelques pas, l'aile se trouve alors à l'incidence qui lui donnera la bonne vitesse de décollage. Il reste alors au pilote, à **suivre son aile** jusqu'au décollage sans la perturber. En conditions « vent fort et turbulences », le pilote doit maintenir une légère pression à tirer sur les montants pour décoller à vitesse plus élevée. Il s'éloigne ainsi de la vitesse de décrochage et gagne de la maniabilité pour contrer les éventuelles turbulences.

2) Pente douce à moyenne

Pour obtenir une incidence correcte en début de décollage, il faut partir à assiette zéro. Dès que la vitesse est suffisante, l'aile cherche à cabrer pour prendre l'assiette correspondant à son réglage. Si on la laisse faire, elle ralentit trop (de la même manière, après un décrochage, l'aile ne ralentit pas jusqu'à la bonne vitesse mais par inertie, ralentit trop). Il faut donc la retenir légèrement pour « amortir » le retour à l'assiette de décollage (et un peu plus bien sûr en conditions fortes).

3) Pente forte à très forte

L'unique défaut de ce type de décollage est d'être impressionnant, car techniquement il est très simple. En effet grâce à la forte pente le pilote dispose d'une large marge d'erreur sur l'assiette (surtout en piqué, peu en cabré), et peut prendre facilement et rapidement beaucoup de vitesse entraîné par la pente. Rajoutons que l'aile s'écarte vite du relief ce qui est idéal pour la sécurité.

À partir de 45°, partir à plat n'est plus suffisant, un léger piqué est indispensable.

On peut au choix, mettre une assiette légèrement piquée à l'arrêt et la conserver ou tenir son aile à plat (assiette 0) au décollage et mettre un léger piqué pendant le premier pas. Dans le premier cas, l'aile est plus dure à tenir au sol, dans le deuxième cas c'est le dosage du piqué « en pleine action » qui est plus délicat.



Le tremplin de St-Hilaire-du-Touvet est souvent qualifié de départ falaise. C'est pourtant le décollage choisi pour le premier essai du prototype le « sock ». Bien qu'impressionnant, le départ en pente raide est très facile, la falaise est à au moins 80 m. Si le décollage devait rater, ce serait dans un rayon beaucoup plus proche, sur un « tapis » d'arbustes. Qui sait si dans le futur, le décollage idéal ne sera pas entouré d'un tapis de végétation « amortissante » cultivée à cet effet ?

4) Départ falaise

Ce dont il est question ci-dessous, est du « vrai » départ falaise à 90°, sans possibilité de courir. Bien que techniquement assez simple vent nul à faible, l'absence totale de droit à l'erreur en fait un endroit, qui ne doit pas être considéré comme un décollage, mais comme un lieu d'où il n'est pas impossible de partir ! Il est très délicat avec du vent, car au moment de passer la cassure, le nez de l'aile est dans le vent et l'arrière dans le rouleau ! Ne permettant généralement pas de décoller sagement en conditions « thermiques », il offre de toute façon très peu d'intérêt. Il est à **proscrire**. Qu'un pas ou deux soient possibles ou non, il faudrait mettre en partant environ 45° d'assiette à piqué sous peine de partir en parachutage et d'avoir la quille qui touche... le reste se fera tout seul sauf la gestion de la ressource consécutive au départ piqué.

5) Influence du vent

Un vent de face diminue la vitesse indispensable au décollage, il est donc favorable au décollage sauf s'il devient trop fort ou trop turbulent. Il faudra alors :

- bien estimer la difficulté par rapport à ses capacités « **du jour** » (état physique et mental).
- se faire assister aux câbles (en bout de plume pour les rigides) pour tenir l'aile au décollage, mais aussi pour y accéder... si les assistants ne sont pas pilotes, **il est indispensable de prendre le temps de leur expliquer précisément ce qu'ils doivent faire et ne pas faire.**
- bien choisir son moment : une forte rafale, qui

pourrait vous gêner, se « voit » arriver. Avec le décollage très rapide du delta, une bonne observation du vent dans un large rayon vous permet d'éviter les mauvaises surprises.

– décoller avec un peu plus de vitesse qu'en l'absence de vent, cela donne une marge de sécurité pour passer le gradient, ainsi que les turbulences.

B) Erreurs classiques et corrections

1) Lucidité du pilote

Vous devez évaluer vous-même l'adéquation entre les conditions et votre niveau. Ce choix n'est jamais simple car intervient l'envie de voler qui pousse le débutant à voler dans des conditions de pilote confirmé et le très confirmé à voler dans des conditions infâmes. Toute difficulté importante amène un stress proportionnel, et bien souvent, c'est ce stress qui est responsable des erreurs, plutôt que la difficulté du vol par lui-même. Il a pour effet de vous rendre « nerveux-impulsif », et de vous faire « régresser » : c'est-à-dire retrouver les vieux défauts que vous auriez eus en début d'apprentissage.

– Exemple typique : départ avec vent nul.

Avec une bonne technique de base, pas de difficultés particulières, l'aile se soulève des épaules au bout de deux ou trois pas. Il faut donc un bon maintien de l'aile avant qu'elle ne se mette à voler, puis en fin d'envol quelques mètres de course supplémentaires.

Avec du stress, l'esprit est moins clair et l'on a tendance à ne penser qu'à une chose « courir vite » ce qui se traduit généralement par un départ brutal. Une tenue de l'aile suffisante pour un départ en souplesse est vite insuffisante pour un départ brutal, on obtient alors un départ trop cabré avec risque de retour à la pente et ce, non pas à cause du vent nul, mais d'une erreur technique amenée par le stress. Si les conditions du vol : type de décollage, force de l'aérodynamique, taille de l'attero, etc. sont proches de votre maximum il est alors très utile de faire une petite introspection pour jauger son état émotionnel. Le signe le plus évident du stress est : la « bouche sèche ». L'accélération cardiaque, elle, est mesurable. Il peut être utile de chercher le relâchement maximum par des respirations calmes et profondes. Prenez conscience des

IMPORTANT

Ne laissez pas s'installer de cercle vicieux : une mauvaise technique amène le stress, qui accentue la mauvaise technique, etc. Ces problèmes peuvent être résolus par un retour en pente école.

tensions musculaires parasites (épaules serrées tendues, ventre contracté, etc.) pour les relâcher. Si vous vous sentez trop tendu il sera alors plus sage de renoncer au vol.

Attention à la fatigue qui diminue énormément la résistance au stress.

2) Avant le décollage

– Attention au stockage de l'aile ouverte par vent fort et/ou turbulent : il est dommage de voir une aile se retourner et s'arrêter sur les autres, non sans dégâts!

– Ne pas hésiter à se faire assister pour accéder au lieu de décollage en sécurité.

– Faire une visite prévol : montage et état (des câbles notamment).

– **Vérifier l'accrochage (avec prévol harnais et parachute) cause d'un accident grave sur deux depuis toujours !!!**

– S'il y a des assistants non pilotes, bien les briefier avant, et les commander de façon nette au départ.

– Être sûr que la trajectoire de l'aile est libre.

– Bien choisir sa « rafale » (on voit et on entend arriver une saute de vent).

– Tout ceci est regroupé dans la check list MAVIE (montage, accrochage, vent, incidence, éléments extérieurs)

3) Pendant le décollage

– Mauvaise assiette de départ en fonction de la pente (généralement trop cabré).

Si l'on maintient l'assiette cabrée, le départ (s'il se fait) est à basse vitesse avec le risque de décrochage dissymétrique et de retour à la pente.

Si on relâche la pression sur les montants, l'aile cherche à retrouver une incidence normale, mais malheureusement avec l'inertie, elle dépasse le neutre et pique. Elle réalise en fait un mini décrochage et c'est le paradoxe généralement mal interprété par le pilote de partir trop cabré pour finir en piquant en se faisant « dépasser par l'aile ».

PILOTAGE DELTAS ET RIGIDES

– Si l'on se fait « dépasser par l'aile », soit cas précédent, soit par un départ trop piqué.

Si l'on ne « cramponne » pas les montants, l'aile va gentiment redresser d'elle-même, mais si le piqué est trop prononcé, le pilote se retrouve à courir bras tendus derrière l'aile et ne peut la relâcher. Il entretient et amplifie le « tiré » jusqu'au planté final...

Une seule solution : s'allonger en soulevant les pieds. Le poids, qui était sur les pieds, est assez vite pris en charge par l'aile, on se retrouve alors allongé en position de fort poussé et deux cas sont possibles,



Ici les épaules sont passées au travers du trapèze, les mains poussent l'aile... qui cabre ! L'aile est alors en sur-incidence, perd sa stabilité de route et embarque à droite. Décollage raté... sans casse !

Un départ brutal, avec contrôle insuffisant de l'assiette dans les premiers pas (avec ou sans rotation des mains trop rapide), amène généralement au cabré.

Dans les premiers pas, avant que l'aile ne vole, sa masse, proche du point d'accrochage résiste à l'accélération. Il faut exercer un couple de forces main/épaule pour vaincre l'inertie sans modifier l'assiette. Un passager qui « ne suit pas » va tirer en arrière le point d'ancrage et amplifier le phénomène.



1/ L'aile n'a pas le temps de cabrer avant de toucher le sol et on finit en « posé roulettes » ; ce qui est beaucoup moins méchant que de planter le nez de l'aile dans le sol, d'autant que ce type de problème arrive généralement sur pente faible. 2/ L'aile rase le sol, mais cabre et décolle. Attention alors car, vu la position, le cabré est violent et il est indispensable de tirer très vite pour conserver sa vitesse.

– Arrêt de la course trop tôt.

Le pilote « soulève le train » ou saute carrément dans l'aile. Son poids n'est pas encore pris en charge par l'aile qui s'enfonce et peut aller jusqu'à toucher le sol. D'une manière générale, le pilote doit se laisser décoller par l'aile. S'il provoque le décollage, il y a de grandes chances pour que cela soit trop tôt... il est fort utile de prendre l'habitude de faire un pas ou deux en l'air pour rien.

4) Juste après le décollage

– La première chose à faire c'est de s'assurer que l'on est à bonne vitesse sur une trajectoire correcte, et après seulement de s'occuper du harnais. Avec une bonne gestuelle, le passage couché peut se faire très vite à condition de ne pas mobiliser l'attention du pilote. L'oubli de piloter pendant que l'on passe couché suivi d'un retour à la pente est bêtement classique.

III. Le virage

A) Cadencer

Pour un avion incliner l'aile ne suffit pas, si l'on ne cadence pas, l'aile va continuer tout droit en dérapant vers son aile basse. « Cadencer » consiste à cabrer suffisamment pour « faire tourner » l'aile et l'inscrire dans son rayon de virage. En effet, si en vol droit cabrer/piquer ne joue que sur l'axe de tangage, aile inclinée, cette même action fera aussi varier le



À NOTER

Beaucoup de pilotes affirment avoir à pousser en virage, qu'en est-il ?

Ce qui est sûr, c'est que l'aile surchargée devient « cabreuse » en se déformant et que la barre de contrôle lâchée se positionne beaucoup plus en avant donnant une position de bras « poussé », mais sans effort à pousser ! Beaucoup confondent ainsi deux choses différentes, avoir les bras avancés en position de poussé, et pousser (faire un effort maintenu vers l'avant).

Bien sûr, si l'aile est réglée rapide pour transiter vite, il sera indispensable de repousser pour gagner en taux de chute. Si, pour une aile débutant/intermédiaire et des virages raisonnablement inclinés, il n'est pas utile de pousser, cela peut cependant être différent avec des ailes moins déformables (perfo et rigides) ou/et des virages inclinés. L'idéal est de « faire des gammes » en air calme, c'est-à-dire se mettre en virage et tester le taux de chute avec ou sans poussé pour différentes inclinaisons avec l'œil sur le vario.

lacet, donc le cap de l'aile et son rayon de virage. En poussant à l'extrême pour mieux comprendre, si l'aile est inclinée à 90° cabrer/piquer ne fait varier que l'axe de lacet, et plus du tout le tangage !

La mise en virage théorique adaptée aux avions est donc : accélérer, incliner et cadencer (cabrer). Cette théorie, aussi entendue pour le delta, est décalée par rapport à notre pratique. En effet, vu nos faibles vitesses, accélérer avant d'incliner est rarement utile. Quand à cadencer, dans la plupart des cas, l'aile s'en charge toute seule, car la surcharge du poids apparent en virage la déforme et la rend suffisamment cabreuse !

B) Différents virages

1) virage « à plat » jusqu'à 20°

Très peu de vitesse à ajouter par rapport à la ligne droite, le pilote peut se contenter d'un déplacement latéral pour la mise en virage, puis laisser la vitesse s'ajuster d'elle-même. Ce type de virage, très peu pénalisant en taux de chute, est utilisé pour des ascendances faibles et larges.

2) virage standard de 30° à 45°

Le pilote doit gagner environ 5 km/h, c'est peu. Plutôt que de décomposer : accélérer, puis incliner l'aile, il est plus efficace de combiner les deux mouvements (ce qui revient à rapprocher l'angle du trapèze de son nombril). Avec une aile débutant/intermédiaire, le « cadencement » doit se faire tout seul, le pilote sera juste attentif à ne pas cramponner la barre de contrôle et à bien la laisser se caler en position avancée tout en pilotant les turbulences. Avec une aile moins déformable ou un rigide il pourra être utile de repousser un peu (variable d'une machine à l'autre). C'est bien sûr le virage le plus utilisé ; le taux de chute reste raisonnable pour du thermique classique. Pour sortir du virage, on remet l'aile à plat en ajoutant un léger « tiré » pour éviter une petite ressource due aux 5 km/h de trop (pour du vol droit).

3/ Virages inclinés plus de 50°

C'est cette fois-ci 10 km/h ou plus que l'aile doit gagner, mais il est encore largement possible de combiner incliner/tirer pour mettre en virage. Pendant

PILOTAGE DELTAS ET RIGIDES

le virage, il sera probablement utile de repousser avec presque toutes les ailes pour améliorer le taux de chute. Bien que beaucoup plus pénalisant en taux de chute, ce virage sera très utile pour du thermique puissant mais de petite taille. Attention à bien gérer la ressource en sortie de virage.

4) Virages spéciaux : la glissade

Très simple à réaliser, le virage glissé n'a pas d'autre intérêt que perdre de l'altitude. Il suffit de garder tiré en virage, l'aile glisse alors vers l'intérieur du virage. Cette manœuvre, tout tiré et décalé au maximum dans le trapèze, permet de descendre avec un fort taux de chute. Elle a malheureusement l'inconvénient de, très vite, faire tourner la tête, en centrifugeant beaucoup le pilote. Utilisée avec un drag chute, elle devient beaucoup plus confortable, et performante... vers le bas. Le drag chute, empêche l'aile de prendre de la vitesse et de centrifuger le pilote, c'est le meilleur moyen de rejoindre très vite l'atterrissage !

5) Maniabilité et manœuvrabilité

Une aile « obéissante » sera agréable à piloter. Elle doit répondre vite à la mise en virage : c'est la manœuvrabilité. Et le faire sans trop d'efforts : c'est la maniabilité. Ce sont deux caractéristiques bien différentes. Par exemple, les rigides sont réputés pour leur maniabilité, et en effet grâce aux gouvernes, il y a très peu d'efforts à la mise en virage. En revanche, probablement à cause de leur vitesse plus élevée et de leur envergure, inverser un virage prend du temps et pas mal d'espace. Dans les deltas, il y a de tout : depuis les ailes de débutant qui possèdent assez bien les deux qualités, jusqu'aux ailes performantes ratées, pour haltérophiles ! Actuellement, nous sommes plutôt dans une période faste, où les constructeurs fabriquent des machines performantes et maniables avec des efforts corrects (moins bons que les gouvernes, mais très corrects néanmoins). Il semble enfin admis qu'il est indispensable que le pilote soit bien sous son aile pour que l'ensemble soit performant... souhaitons que le plaisir ne soit plus jamais sacrifié sur l'autel de la performance... trop de pilotes ont été dégoûtés de voler par des machines trop élitistes.

6) Efficacité du geste

Même si votre aile est maniable, vos gestes ont besoin d'être efficaces. Un exemple, pour tourner, si vous mettez la tête d'un côté et les pieds de l'autre, votre centre de gravité n'aura quasiment pas bougé... pensez pour être efficaces, à déplacer votre nombril (lieu approximatif de votre centre de gravité). Pour une mise en virage, la main à l'intérieur du virage déplacera le coin du trapèze vers votre nombril, ce geste vous fait, en même temps, légèrement tirer et améliore la rapidité de réaction de l'aile.

C) Particularités du rigide, la vrille

Les rigides sont très peu vrillés, leur plume ne se déforme quasiment pas et ils ont une envergure importante. L'ensemble de ces caractéristiques les rend très sensibles à la vrille. Notons que les rigides de première génération, moins allongés et plus vrillés, sont de ce fait moins sensibles au problème et donc plus adaptés à la découverte de ce type d'aile. Un autre effet a son importance dans l'apparition du phénomène : l'effet cabreur généré par un spoiler. Le spoiler crée de la traînée, mais surtout détruit la portance. La position en bout d'aile et la flèche font, que la perte de portance se produit en arrière du centre de poussée, ce qui entraîne un effet cabreur non négligeable. Sans correction, on peut facilement perdre 10 km/h à chaque action sur les spoilers.

La mise en vrille intervient classiquement de deux manières, soit vols trop lents et rafale montante qui provoquent le décrochage d'une plume, soit le pilote ne prend pas en compte l'effet cabreur du spoiler, ce qui le ralentit trop à la mise en virage.

Sortie de vrille : la vrille est avant tout un décrochage, **la première action à faire est de tirer pour sortir du décrochage**. Ensuite seulement, stopper la rotation en contrant (entre autre, à cause de l'effet cabreur du spoiler). Il y a plusieurs types de vrilles, et dans certains cas vous pourrez être centrifugés assez puissamment pour que cela rende le tiré très physique...

La première des choses à faire, reste d'éviter ce genre de situation, en surveillant sa vitesse, mais aussi en adoptant un réglage de vitesse (centrage) pas trop lent. Pensez qu'une vrille vous fait facilement perdre une cinquantaine de mètres !

IV. L'atterrissage : le posé

L'atterrissage est en delta la phase la plus délicate du vol en grande partie à cause de la taille réduite de beaucoup de terrains. La difficulté à être dans le terrain stresse le pilote et le rend maladroit. Avec les performances actuelles, il devient en effet délicat d'être précis ; reprendre 5 m dans une bulle en finale signifie 60 m de plus à finesse 12 (pilote debout) ! Si le terrain fait 100 m au total, on a droit seulement à plus ou moins 50 m... alors vive le drag chute. Certains estiment qu'un « vrai pilote » peut s'en passer, pour nous, vouloir poser une aile performante dans un petit terrain, en conditions thermiques, sans l'utiliser, relève de l'effort inutile et dangereux. Il ne vient pas à l'idée d'un pilote planeur de se poser sans utiliser les aérofreins ! Bien sûr, leur finesse est largement supérieure, mais la taille de leurs terrains aussi...

L'approche est réussie, le pilote fait son palier (traité en commun au chapitre approche), il reste à conclure...

A) Finale, arrondi et palier : précisions pour le delta et le rigide

Changement de mains pour l'atterrissage :

Le problème est le suivant, tant que l'aile n'est pas au neutre, c'est que les deux mains tirent (prise de vitesse finale). En lâcher une, c'est laisser l'aile cabrer et partir en virage. C'est un grand classique que l'on voit rattrapé avec plus ou moins de réussite...

On ne peut donc changer une main « qu'au neutre ».

– Finale une main au montant et l'autre sur la barre de contrôle :

Le pilote est plus à l'aise au pilotage, mais ne peut remonter la deuxième main que peu de temps avant le poussé final, quand l'aile a suffisamment ralenti pour être au neutre. On voit souvent la main remonter trop tôt, avec pour conséquence une embardée plus ou moins maîtrisée. On peut aussi rater le montant...

– Finale les deux mains aux montants, basses au début pour garder de la maniabilité :

On perd en pilotage, mais quand les mains sont déjà sur les montants, les faire glisser vers le haut, pour le poussé final, est très simple. C'est un geste symétrique qui peut même se faire à vitesse plus importante en maintenant une pression à tirer.

C'est pourquoi nous préférons cette méthode.

Les mains aux montants, assez basses, donnent une manœuvrabilité suffisante pour une aile moderne correcte. Pour les ailes à très fort rappel au neutre (biplace...), mauvaise maniabilité (à réformer), ou pour des conditions très turbulentes, garder une main en bas sera plus adapté.



Se poser sur la cible à tout prix ! Dans ce cas, il y a très peu de problèmes pour le pilote, malgré l'absence de roulettes, l'aile quasi arrêtée glissera en douceur sur le ponton lisse. Le danger est pour l'assistant, les câbles latéraux sont de vrais fils à couper le beurre !

PILOTAGE DELTAS ET RIGIDES

Arrondi : bien l'anticiper (voir chapitre approche)

J'ai pris de la vitesse dans la finale, l'aile ne demande qu'à ralentir, je ne pousse pas, mais relâche très progressivement l'effort à tirer dans les montants à partir de 2/3 m/sol.

Le palier

L'aile longe le sol, les pieds pendent à 30 cm/sol. Pour maintenir sa hauteur sol en perdant sa vitesse, on relâche le tiré plus ou moins vite, trop vite on remonte et inversement. Dans cette phase de palier on réestime le vent au sol pour en tenir compte dans le moment du poussé final.

Attention si l'on passe trop bas :

– **Il y a le danger grave de se faire « faucher » le trapèze par la végétation.**

– Sauf maîtrise importante du pilote, l'effet visuel de vitesse très accentué par la proximité du sol (en karting on croit rouler plus vite), peut le stresser et lui compliquer les derniers instants du vol, en le rendant moins précis.



Il est amusant de cueillir une fleur, il n'est pas amusant de se faire cueillir par la fleur... Ce type de démonstration est assez délicat techniquement. C'est aussi très dangereux, surtout en conditions turbulentes.

IMPORTANT

Se faire « faucher » le trapèze par la végétation donne un arrêt très brutal. En cas de végétation haute (maïs par exemple), il faut considérer le haut des végétaux comme le sol.

B) Poussé final

Le choix de l'instant du poussé final est trop souvent rendu délicat par le stress du pilote. S'il a réalisé une belle approche, le pilote sera détendu et attentif à l'une (ou plus) des méthodes suivantes :

– Sentir le vent relatif, par la **sensation de vitesse sur le visage.**

– Se servir de la **sensation d'efforts sur les montants** ; la finale est en survitesse, le pilote va d'abord relâcher la pression à tirer dans les montants pour arriver au neutre. Puis repousser le trapèze 2 à 3 secondes environ, avant de conclure avec le poussé final. Suivant les machines et les réglages, cette durée change mais avec son aile, elle est toujours la même. C'est très fiable, une fois adapté à l'aile. Outre la durée, les sensations, efforts et vibrations, sont aussi utilisés de manière plus intuitive. Bien sûr il faut être détendu : **le pilote cramponné aux montants ne peut rien sentir !**

– De même la « longueur de bras » avec laquelle on repousse le trapèze est un bon indice : pour une aile donnée, si l'on ne fait pas trop d'à-coups, le moment du poussé final, sera toujours avec les bras dépliés de la même manière. Il est aussi clair que, lorsque l'on arrive à bout de bras, on ne peut plus faire un vrai poussé final, il n'y a donc plus « de quoi faire cabrer l'aile ».

Donc il faut se dire, qu'avant d'avoir entièrement déplié les bras, **il y a un moment, une position où il faut pousser.** Cette méthode est très utile à ceux qui poussent trop tard.

– La « vitesse sol » est très délicate à utiliser car elle varie avec le vent au sol. Il faut donc l'utiliser « corrigée » :

Grossièrement, vent de face, il faut pousser tard, voire pas du tout si le vent est fort. Inversement, par vent arrière, vous sentez le sol défiler trop vite par rapport à vos sensations/aile ; Il faudra alors se forcer à pousser tôt, alors qu'il reste une « vitesse sol » importante, en essayant de se concentrer sur les sensations de vitesse/air. **Il faut oublier le sol qui défile vite !**

La vue est un sens majeur et il est difficile de ne pas être influencé par la vitesse sol. **Il est donc impératif de s'y préparer.** Se dire par exemple,

pendant la finale : « le vent est face, proche de 20 km/h, donc je pousserai peu et tard ». Cela, pour éviter qu'après un long vol, fatigué, le pilote « oublie le vent » et se voyant arrêté, pousse machinalement et ne fasse une belle « chandelle ».

C) Erreurs classiques et solutions

1) Les roulettes

Le posé est la phase la plus délicate du vol en delta et rigide, c'est avec raison que la plupart des pilotes utilisent des roulettes, pourtant, très peu utilisent le « **posé roulettes** ». C'est pourtant on ne peut plus facile : à la fin du palier, on se laisse descendre et au moment où les roulettes touchent le sol, le pilote doit être en poussé maximum. Bien réalisé, vent nul, on s'arrête en roulant moins d'un mètre. Moins bien réussi, ou vent arrière, on roulera plus longtemps, avec pour seul inconvénient de salir le harnais ! Peu de contre-indications sauf : la nature du terrain (pierres, fossé, herbes hautes...) et le vent fort face (difficulté de contrôle de l'aile après le posé), mais dans ce dernier cas, il est facile de poser debout.

Il est utile de l'avoir pratiqué volontairement avant de s'en servir sous la pression des événements... Mettez les mains en bas des montants plutôt que

sur la barre de contrôle où elles ne sont pas protégées d'un accident de terrain !

À utiliser sans modération si :

- Les conditions de posé sont médiocres.
- Vous êtes fatigué d'un long vol.
- Votre approche ne se passe pas comme prévu (vent qui tourne, turbulences) : quand ça démarre mal... finissez par du facile !

Certains pilotes l'ont adopté comme **mode de posé habituel** ce qui est **à déconseiller** : on n'est jamais sûr de se poser sur un « terrain roulant » (cross, manque de précision). Il est donc nécessaire de savoir se poser normalement, et utile d'employer cette méthode si le terrain s'y prête dès que l'on doute...

2) Poussé tardif

Si l'on pousse trop tard, l'aile n'a plus assez d'énergie pour cabrer, elle ralentit mais ne s'arrête pas net. Suivant les modèles, elle peut même repiquer assez fortement. Remèdes :

Cas facile : courir un peu plus vite que l'aile en restant bien poussé jusqu'à ce qu'elle retombe complètement derrière.

Cas sérieux : par exemple, une petite rafale arrière de dernier moment, on n'ose pas pousser parce



Le posé « roulettes » est une solution très confortable en biplace, spécialement avec un vent capricieux.

PILOTAGE DELTAS ET RIGIDES

que le sol défile (il faudrait pourtant) et il est trop tard. De plus, à cause du vent arrière, on commence à courir mais on se fait dépasser par l'aile, les bras, même tendus, retiennent l'aile qui va piquer, le tout à grande vitesse... Danger! Une seule chose à faire : s'allonger en soulevant les pieds, poussé à fond et finir sur les roulettes. Le poids n'est plus au sol, mais sous l'aile, et reculé au maximum : l'aile ne piquera plus.

3) Poussé trop tôt

J'ai poussé trop tôt je remonte à :

– moins de 3 m : le parachutage peut être assez doux.

Je reste poussé à fond pour parachuter, si le geste est correct l'aile doit rester cabrée et ne pas prendre de vitesse vers l'avant. Au cas où, je me prépare à faire quelques pas vers l'avant. Si l'aile me dépasse je m'allonge comme pour un posé roulette en restant poussé.

– de 3 à 5 m : il faut faire un « parachutage de secours ».

À 5 m c'est beaucoup, mais tirer serait pire : on aurait assez de vitesse pour taper fort, mais trop peu pour avoir une réaction au poussé. Il faut essayer de corriger avant : quand j'ai commencé le poussé, j'ai senti l'aile réagir très vivement et remonter rapide-

ment, je dois suspendre le poussé (mais ne pas tirer) quelques instants puis le finir plus tôt que normalement pour être sûr de bien cabrer l'aile. J'ai ainsi moins de hauteur en « parachutage ».

– plus de 5 m : je réapprends à voler...

Attention au vent :

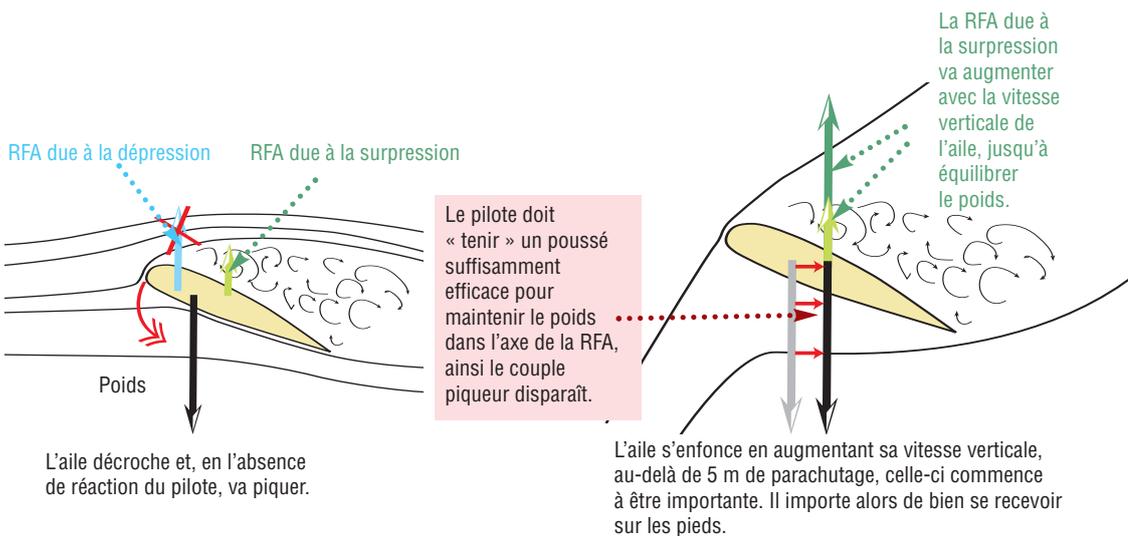
C'est en général par vent moyen à fort que, en regardant trop le sol, le pilote va « machinalement » pousser trop tôt.

Avec un vent de plus de 10/15 km/h le parachutage se fait en reculant par rapport au sol. Bien que peu dangereuse pour le pilote, cette figure risque fort d'abîmer le delta. Dès qu'il y a du vent au sol un poussé modéré suffit et au-delà de 20/25 km/h il ne faut pas du tout de poussé.

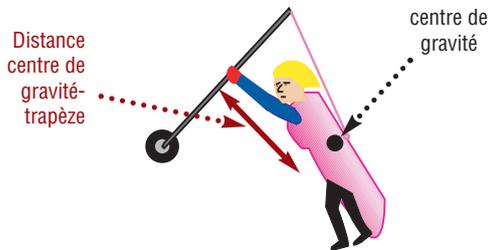
Y penser pendant la finale !

4) Le parachutage

Un décrochage en plein ciel est sans soucis, il n'en va pas de même près du sol. Il n'est pas possible de laisser faire l'abattée, sans une hauteur suffisante, car le manque de vitesse peut empêcher l'aile de réagir au poussé malgré un geste efficace... Seule solution : parachuter, c'est-à-dire : maintenir l'aile suffisamment poussée pour empêcher l'abattée et redescendre en conservant à l'aile une assiette légèrement cabrée.



5) Postures et gestes



Bonne position

Les bras poussent en arc de cercle, d'abord vers l'avant, puis vers le haut.
Le buste légèrement penché vers l'avant participe au poussé.
Les jambes détendues sont prêtes à faire les quelques pas qui sauvent...
Le centre de gravité du pilote recule bien et donc l'aile cabre suffisamment et s'arrête.

Dans ce cas, la distance centre de gravité-trapèze est faible, notamment car le centre de gravité du pilote a bougé (en mettant les pieds devant)



Mauvaise position : refus

Ce n'est pas les bras qui poussent mais les épaules qui reculent ! Les pieds viennent rajouter du poids devant et ne sont pas prêts à faire quelques pas. Le centre de gravité à très peu reculé, l'aile cabre et ralentit très peu.



Une astuce pour éviter de se mettre en position de refus par réflexe :
Pensez à mettre une jambe devant et l'autre derrière, le premier pied posé, l'autre va naturellement enchaîner...

Mauvaise position : mains trop basses

Plus bas, le trapèze est plus large, l'angle bras-montants fait aussi perdre de la longueur et les bras « deviennent trop courts » le centre de gravité recule peu. L'aile cabre insuffisamment.



Le poussé est puissant, il cingle les solides montants du biplace !
Le bras est perpendiculaire au montant, impossible de pousser plus, le centre de gravité pilote est reculé au maximum.
La main ouverte rend le geste plus agréable et efficace.
Le poussé n'a pas encore totalement agi.

Sur la deuxième photo, l'aile va finir son cabré, et bloquer net pilote et passager qui vont penduler vers l'avant en se redressant.



PILOTAGE DELTAS ET RIGIDES

6) Ne pas descendre avant l'arrêt complet...

On peut faire un très bon poussé, mais si on le relâche, dès que les pieds touchent le sol, l'aile repart : elle est en décrochage et ne demande qu'à basculer jusqu'à mettre le nez par terre !

Ce qu'il faut comprendre, c'est que c'est l'aile qui doit arrêter le pilote. Si le pilote tente de retenir l'aile en force par le trapèze, le poids étant plus haut que les mains, elle va obligatoirement piquer.

C'est le paradoxe de l'atterrissage, pour s'arrêter il faut accélérer !

Dès que les pieds sont au sol, le poids n'est plus sous l'aile, et donc maintenir ou augmenter le poussé ne se fait qu'en allant plus vite que l'aile. D'ailleurs poser les pieds avant le poussé final, c'est courir le risque de se faire dépasser par l'aile.

En résumé il faut maintenir le poussé et aller vers l'avant légèrement plus vite que l'aile jusqu'au moment où l'aile est vraiment retombée derrière vous.

7) Matériel

En cas de difficultés au posé, le pilote doit d'abord se remettre en cause, mais il peut tout de même se trouver quelques excuses et incriminer le matériel à juste titre (§ chapitre matériel).

– Harnais : le pilote devrait pouvoir tenir en position redressée sans devoir s'aider des montants. Si cela n'est pas le cas, il n'aura pas, dans les mains, les sensations utiles au posé (attention, ce type de matériel se vend toujours actuellement).

– Aile : certaines ailes répondent très mal au poussé. Il s'en fabrique toujours hélas, et ce sont elles qui se revendent souvent et pas cher!!! Il est toujours étonnant de voir un pilote faire les bons gestes au bon moment et mal finir (nez par terre), et juste après, un autre pilote dont l'aile pardonne tout, malgré des erreurs grossières!

Les ailes actuelles les plus performantes sont, quasi toutes, assez faciles (tant en vol que pour atterrir). Finie l'excuse de la performance, actuellement, une machine qui gagne en compétition sait aussi être agréable. À fabriquer des « bêtes de courses » qui cassent les pilotes et les

dégouttent de voler, certains constructeurs ont scié la branche sur laquelle ils étaient assis !

D) posés spéciaux

1) Posé à contre-pente

Très facile et très impressionnant, sont les deux caractéristiques majeures du posé à contre pente.

– Très facile, car le moment du poussé est moins important. Pousser trop tôt fait remonter le long de la pente (à comparer avec reprendre de la hauteur sur le plat).

– Très facile, car la direction du vent est moins gênante. Il est même possible de poser vent arrière, l'aile a du mal à « dépasser le pilote » à la montée. D'ailleurs avec les brises de pentes, on pose la plupart du temps vent arrière.

– Très impressionnant, car il faut beaucoup de vitesse pour faire un « posé à contre pente » sain, ce qui donne une forte pente de descente en finale. Et pour peu que la pente du terrain soit importante, on fonce vers le sol avec un angle qui se rapproche des 90°. Il est alors indispensable de bien anticiper l'arrondi, le faire trop tard c'est prendre le risque d'un « blocage psychologique » en voyant le sol se précipiter à votre rencontre...

Ce type de posé est très utile en cross, car :

– Il est peu exigeant sur la direction du vent, ce qui est une sécurité en l'absence de manche à air.

– Les terrains plats peuvent être traîtres, se poser dans une légère pente descendante que l'on avait pas vue, peut vous mener au bout du terrain.

– En montagne, il y a beaucoup plus de ce type de terrains que de terrains plats, ils sont aussi plus rarement cultivés.

Bien que facile, il peut être très dangereux. Si le pilote n'anticipe pas assez l'arrondi, le choc avec la planète est beaucoup moins tangentiel que sur du plat. Pour cette raison, il est conseillé de commencer par des « contre pente » peu inclinées. Par la suite, plus aguerri, vous pourrez constater que plus la pente est forte, plus c'est facile et plus cela pardonne le vent arrière!



Le danger de la contre pente est d'arrondir trop tard. Le pilote prendra donc une survitesse importante, ce qui lui permettra de démarrer l'arrondi assez tôt et de se rapprocher de la pente « en douceur ». Sans vitesse, la trajectoire ne remonterait pas la pente, et s'il restait un peu de vitesse après le poussé final, ce serait en direction du sol... et non pas tangentiel.

2) Posé vent de travers

Il peut être obligatoire de se poser vent de travers quand le terrain d'atterrissage est long et étroit. C'est notamment le cas des plages, il faut utiliser une bande de sable perpendiculaire au vent, qui, lui, vient généralement de la mer. La finale se fera alors « en crabe », ce qui veut dire que le nez de l'aile pointera entre l'axe de la finale et celui du vent, de manière à rester sur la bande utilisable. Si le terrain est vraiment très étroit, c'est au dernier moment que le pilote mettra son aile face au vent, par un poussé final dissymétrique. En fait ce type

de posé n'est pas très difficile car, soit le vent est faible, et il n'est pas important d'être tout à fait face pour poser, soit le vent est plus fort, et dans ce cas, il va grandement faciliter l'arrêt.

3) Choix d'un atterrissage « de fortune »

Il est à espérer, qu'il ne vous arrive jamais en cross, de vous faire coincer dans une zone où il n'y a pas de terrain d'atterrissage correct. Sinon, il faudra alors prendre la décision de vous diriger vers un lieu... lequel choisir ?

Pensez que la végétation est amortissante : une zone de buissons ou d'arbres de faible hauteur peut permettre de parfaitement limiter les dégâts. Sont à éviter les arbres trop hauts ou trop isolés. Les espèces sont aussi importantes (éviter les peupliers), il faudra être sûr d'y rester accroché ! Il s'agit alors de faire une approche permettant de viser un « endroit idéal ». Un poussé final au bon moment permet un atterrissage très doux, presque comme un oiseau...

Il faut éviter le terrain minuscule bordé d'obstacles dangereux. Vous avez peut-être une chance de vous y poser proprement, mais le stress aidant, beaucoup trop de chances de visiter l'un des obstacles dangereux.

À éviter absolument : l'eau, où le risque de noyade est majeur.

Difficile d'en dire plus, chaque situation est un cas particulier, à vous de faire parler le bon sens. La première des choses étant de prendre des marges suffisantes pour éviter ce genre de situation !



Ici le « tapis » de pommiers s'est révélé accueillant, l'aile est intacte. La difficulté principale est de la ramener au sol sans dégât !

PILOTAGE DELTAS ET RIGIDES

E) Le drag chute

La performance des ailes augmente, et pour les terrains, c'est hélas souvent le contraire, bref, le drag chute est un accessoire devenu indispensable. Son installation et son emploi doivent être bien pensés, sans quoi il peut devenir dangereux de la même façon qu'un parachute de secours. Les conseils d'installations sont au chapitre matériel delta, il en est aussi question au chapitre approches. Les conseils qui suivent **s'appliquent très souvent à l'utilisation des volets sur le rigide.**

1) Les principes de base

- Le drag chute permet de diminuer la finesse de votre aile, mais surtout, il permet de la rendre variable en finale, en jouant sur la vitesse.
- le drag chute doit être ouvert suffisamment tôt, pour que, en cas de problème d'ouverture, le pilote ait encore le temps de construire une approche correcte sans son aide. Essayer de le sortir au dernier moment parce qu'on est trop long est à proscrire! (risque de déséquilibrer l'aile en lâchant une main).
- Un autre mode d'utilisation consiste à réaliser son approche drag chute fermé par l'apex tenu dans une main. Si le pilote se sent trop long, il

peut alors raccourcir la finale, sans geste générateur de problèmes. Cette formule a l'avantage de « sécuriser » le pilote lors d'un posé standard. Il est ainsi plus facile d'améliorer sa technique, avec un stress réduit. Cependant, le risque de mauvaise ouverture, même très faible, existe et suffit à déconseiller cette méthode. Il se pourrait, par exemple, que le drag chute, avec l'aide d'une rafale, parte dans un câble latéral arrière...

– Vous aurez toujours présent à l'esprit que « **avec le drag chute, on peut raccourcir le plané pas le rallonger!** »

– Les accidents les plus graves ont eu lieu en échappant le drag chute devant le trapèze ou devant les câbles latéraux...

Il est alors presque impossible de repousser la barre et plus vous prenez de la vitesse et plus le drag chute vous entraîne vers cette prise de vitesse... C'est pour cette raison que lorsque vous sortez votre drag chute, vous devez le jeter immédiatement, tout en vérifiant que vous l'envoyez bien, derrière vous dans l'axe de la quille.

– Assurez-vous qu'il est bien ouvert afin d'adapter votre pilotage et votre approche à son utilisation ou pas.



2) Pilotage avec drag chute

Le drag chute demande de la pratique, il est primordial d'apprendre à s'en servir en l'ouvrant très haut et en choisissant un grand terrain d'atterrissage. N'attendez pas une situation d'urgence pour le découvrir.

– En vol droit

En fonction de votre vitesse l'action du drag chute va être plus ou moins efficace.

En vol, à la vitesse de votre finesse maximum, la perte de finesse due à la traînée de votre drag chute est modérée, c'est lorsque vous accélérez que la dégradation est la plus importante. Il est important de se familiariser aux pertes de finesse en fonction de vos vitesses...

– En virage et en approche

En virage avec un drag chute la perte d'altitude est beaucoup plus importante que d'habitude. Vous devez vous garder une bonne marge d'altitude avant de déclencher un virage.

Pour cette raison, en approche, nous vous conseillons de vous présenter en PT8 et PTS assez haut à l'avance et ainsi gérer des virages ne dépassant pas 180°, face à votre terrain.

Vous comprendrez aisément qu'il est dangereux de faire une branche arrière de PTU trop basse à cause du dernier virage vent arrière près du sol dans le gradient...

– En 360° : une technique de descente rapide sans trop de fatigue.

Pour cela, faire des virages glissés en inclinant assez fortement et en tirant sur la barre de contrôle en se mettant à l'intérieur du trapèze. On peut atteindre les -10 m/s, voir plus!

Ne pas oublier que si vous effectuez ce choix, il vous reste encore à rejoindre un terrain avec votre drag chute ouvert.

3) Approche et posé

Quel que soit le type d'approche, le drag chute impose une longue finale de haut, pendant laquelle le pilote s'ajustera en jouant sur sa vitesse. Il est en effet, sans intérêt (et même délicat) de faire une approche normale avec des virages près du sol!

Cette finale débutera un peu trop haut (avec le drag chute, on peut raccourcir le plané pas le rallonger). Avec au moins une main sur la barre de contrôle, car avec les deux mains aux montants, il est difficile de tirer suffisamment pour dégrader beaucoup la finesse. Quand le pilote sera suffisamment proche du terrain pour être certain de rentrer, sa hauteur idéale passera de légèrement trop haut à juste bon. Il ne devrait plus avoir à réaliser de « tiré important », il peut donc amener ses mains sur les montants.

La suite est classique, avec toutefois, les particularités suivantes :

– Même avec une vitesse importante, le palier sera assez court. Les premiers essais peuvent vous surprendre. Vous risquez de pousser un peu tard (soyez donc prêts à faire quelques pas).

– L'instant du poussé final demande moins de précision. En cas de poussé trop tôt, l'aile perd très vite son énergie avec le drag chute et remonte très peu. On a donc intérêt à pousser toujours « un poil tôt ».

Le chapitre 2 n'intègre pas le pilotage de PUL au manche. Il fait pourtant partie du vol libre. À ce jour, l'accès à ces machines passe par une formation aéronautique classique type avion, planeur, ULM associée à un cursus delta.



Le drag chute rend l'atterrissage plus simple et plus précis. Le pilote est plus détendu (visible sur la photo), il peut se concentrer pour réaliser un beau posé.

2

CHAPITRE

PARTIE B

PILOTAGE PARAPENTE



I. Description de l'apprentissage

L'utilisation d'un parapente peut se qualifier de facile en conditions aérologiques calmes. Néanmoins, c'est un apprentissage sérieux auquel il faut consacrer du temps. Cette tâche sollicite des aptitudes physiques modestes mais elle demande de la détermination et le désir du dépassement de soi.

La possibilité de décoller les pieds du sol est précédée d'un travail sur le gonflage de l'aile et de son contrôle au sol.

C'est sur une « pente-école », lieu favorable par son exposition au vent et le profil adapté de sa pente, que débute l'enseignement. L'étape suivant la formation en pente-école peut varier en fonction des lieux de pratique. Un exemple : dans les régions de plaines, l'utilisation d'un treuil ou encore d'un moteur (paramoteur).

L'accoutumance à la hauteur se fait soit dans la progressivité dans une succession de vols aux dénivelés toujours plus importants, soit par un biplace pédagogique.

Les premiers vols sont consacrés à l'élaboration d'un plan de vol et à la construction d'une approche. Des exercices d'exploration des vitesses de vol, de reconnaissance de l'effet pendulaire, ou encore, d'expérimentation du virage peuvent y être programmés.

II. Le décollage

Réaliser un décollage c'est préalablement choisir un terrain puis préparer son aile en fonction de la force du vent et de la topographie. Harnaché correctement, le pilote peut alors gonfler son aile et identifier les critères qui lui permettent de décider de l'envol.

A) Le vent au décollage

Si l'aire d'envol s'y prête, l'absence de vent n'est pas un problème pour envisager un décollage. À l'opposé, au-delà de 20 km/h, le vent devient un danger pour la majorité des pilotes. Outre les turbulences pouvant être fortes pour un tel vent, il faut compter, une fois en vol, avec la faible manœu-



Savoir porter son aile sans qu'elle touche le sol s'apprend dès le premier jour !

vrabilité due à une vitesse sol qui réduit fortement les possibilités de se déplacer normalement par rapport au sol. Néanmoins, avec une bonne technique, on peut encore raisonnablement décoller avec un vent de 25 km/h si celui-ci est suffisamment laminaire. Cette compétence ne se limite pas uniquement au gonflage mais aussi à l'aptitude à amortir des turbulences associées à un vent si fort.

Avec un vent fort au décollage, la sécurité impose de savoir mettre « en panne » son aile. Les forces aérodynamiques, qui varient au carré de la vitesse (cf. chapitre « Aérodynamique générale »), dépassent largement les capacités de résistance de n'importe quel pilote. En tractant et verrouillant fermement les élévateurs C ou D le pilote peut sereinement se mettre en situation d'attente au passage d'une rafale. Si malgré tout le pilote se fait surprendre, il est impératif de ne pas résister à l'aile et à l'inverse, de courir vers elle pour la décharger avant qu'elle ne le déséquilibre. Dans l'urgence, pour faire retomber son aile au sol et la faire décrocher, le pilote peut tirer sur ses freins pendant sa course. À moins de multiplier les tours de freins pour arriver au décrochage c'est la traction des C ou des D qui reste la manière la plus radicale de faire décrocher son aile et ainsi de pouvoir lui résister.

Le vent au décollage :

Remontant la pente, il apporte de la vitesse relative à l'aile. Il facilite la tâche du pilote. Suffisamment fort, il rend possible la préparation de l'aile par un « pré-gonflage ». Sa vitesse est autant de vitesse que le pilote n'aura pas à acquérir en se déplaçant au sol pour obtenir le gonflage, la temporisation ou la vitesse de vol.

PILOTAGE PARAPENTE

1) Techniques de gonflage face ou dos à l'aile

Deux techniques de gonflage existent. L'une ou l'autre est apprise prioritairement en fonction des lieux de pratiques et de leurs enseignants. À terme, les deux techniques doivent être maîtrisées pour armer le pilote face aux différentes topographies et conditions de vent.

a) La technique de gonflage dos à l'aile

Cette technique prédomine lorsque la force du vent au décollage est faible à nulle. C'est la technique enseignée en priorité sous les latitudes tempérées ou sur les sites peu ventés. Son inconvénient majeur est la difficulté du contrôle visuel de l'aile pendant la temporisation.

(b) La technique de gonflage face à l'aile

Le gonflage face à l'aile est plus difficile à enseigner en première technique sauf si cet enseignement est fait en présence de vent modéré à assez fort. Il faut donc une force de vent précise pour rendre son enseignement efficace et néanmoins respecter la sécurité. La maîtrise du gonflage face à l'aile offre de nombreux avantages :

- le possible contrôle de la trajectoire de l'aile au cours de son ascension ;
- un meilleur contrôle de la vitesse d'ascension de l'aile ;
- shunter la temporisation puisque le parapente se déploie sous les yeux du pilote ;
- adapter la technique à des vents faibles pour bénéficier de ses avantages plus souvent.

À NOTER

DÉCOLLAGE EN MONTAGNE : La densité plus faible de l'air permet d'affronter des vents sensiblement plus forts en haute altitude. À l'inverse, sans vent, le pilote doit se préparer à courir plus longtemps pour obtenir une vitesse plus élevée de vol. La température de l'air va elle aussi jouer défavorisant le décollage s'il fait chaud en altitude car l'air chaud est moins dense que l'air froid. Ces difficultés viennent s'ajouter à celle de l'alpinisme et à l'engagement dans un environnement hostile pour l'homme. Le vol en haute montagne est donc une pratique de pilotes et montagnards expérimentés.

B) Choisir son terrain de décollage

Les sites officiels se sont développés sur des lieux qui réunissent des critères aérologiques et topographiques favorables. On peut toutefois devoir choisir son décollage. C'est le cas lors de la pratique du parapente en haute et moyenne montagne ou pour la prospection d'un nouveau site.

1) Le profil de la pente

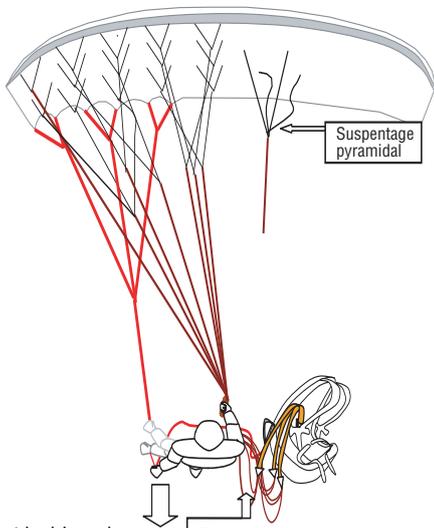
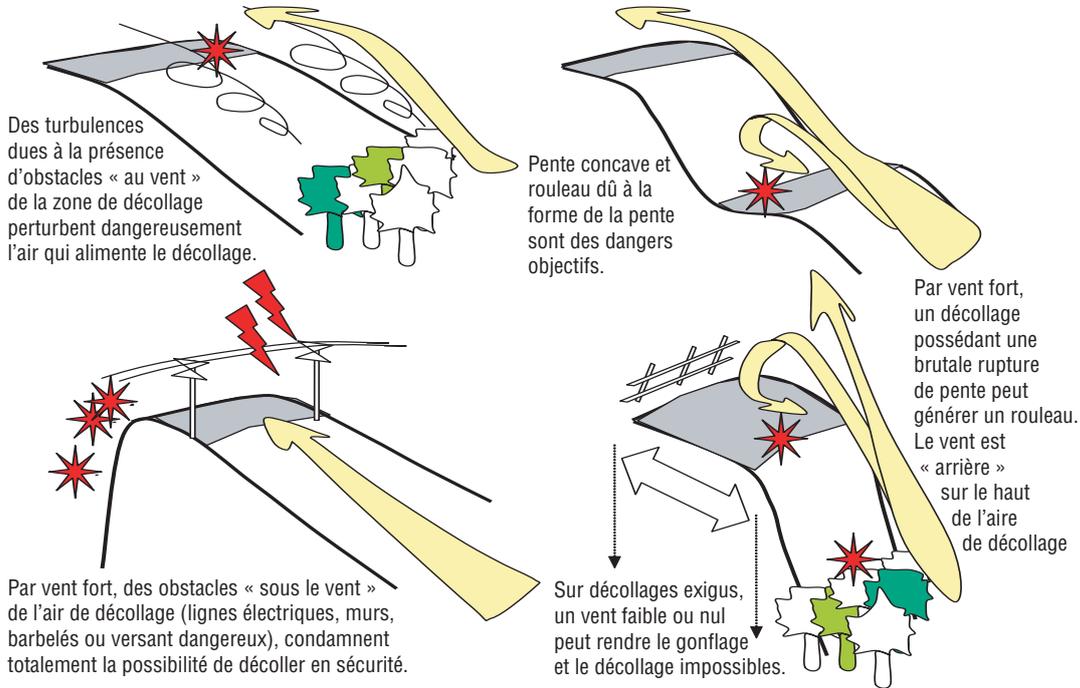
Le meilleur profil de pente est convexe laissant une aire de préparation faiblement pentue dans sa partie supérieure. Un grand espace dégagé de part et d'autre de la course d'envol et au devant garantit une aérologie homogène et une bonne visibilité. Cette place est aussi utile aux possibles contrôles au cours du gonflage et garantit l'espace nécessaire à l'obtention de la vitesse de vol sans présence de vent.

Hors cet idéal bien des profils sont utilisables si le pilote a conscience de leurs particularités asso-

ciées à l'aérologie présente ce jour-là. Il faudra néanmoins se méfier des profils concaves ou des plats ou « faux plats » débouchant abruptement sur une pente très raide.

2) Vent et topographie

Il faut aussi noter que la présence d'un minimum de vent peut devenir nécessaire pour rendre utilisable un décollage exigü. Ce même vent peut rendre un décollage impraticable si un obstacle est présent en amont. Bien que plus exigeante au niveau technique, une aire de préparation en dévers ou recevant un vent de travers reste acceptable. Les profils accidentés ne conviennent pas aux pilotes non aguerris au contrôle de l'aile en tangage. La nature du sol est importante. Les sols rocailloux ou encombrés de végétations diverses peuvent crocheter les suspentes et rendre le gonflage de l'aile impossible sans compter le risque d'abîmer l'aile.



En tirant la drisse de frein, le pilote déploie le bord de fuite. Il peut ainsi positionner sa demi-aile en fonction de l'autre. Il peut régler un problème de dévers ou de vent de travers.

Entre le parapente et la main du pilote, les suspentes sont en tension les unes par rapport aux autres. L'excédent de longueur est réparti sur le sol entre la main du pilote et les élévateurs.

PRÉPARATION DES SUSPENTES

Mettre en tension le suspentage de frein ainsi que le cône de suspentage dénoue les éventuels nœuds, sinon les révèle. Une lecture avisée des pattes d'oies, des suspentages pyramidaux et des suspentes ne pouvant être mises en tension, permet de garantir un déploiement correct du parapente.

IMPORTANT

HARNACHEMENT

Une fois la sellette endossée, il est souhaitable de fixer les sangles de cuissardes en priorité. Ceci afin d'éviter leur oubli rendu possible par la sensation de compression de la ventrale sur l'abdomen si celle-ci est verrouillée en premier.

C) La préparation de l'aile

Il s'agit ici de s'assurer d'un bon déploiement du profil en positionnant correctement son aile au sol et en s'assurant que le cône de suspentage ne présente aucun nœud. Vient ensuite le harnachement du pilote dans sa sellette. La visite prévol achève les préparatifs du vol.

PILOTAGE PARAPENTE

En présence de vent, un pré-gonflage est la procédure la plus efficace pour obtenir une bonne préparation de l'aile. Par le jeu du pilote et du vent, l'ensemble des suspentes est mis en tension, l'aile restant au sol. Ceci permet une bonne lecture des suspentes et élimine le risque de clefs (nœuds). De plus, le parapente tend à se positionner naturellement face au vent (cf. effet girouette) ce qui facilite le centrage et favorise une élévation équilibrée de l'aile lors du gonflage.

Sans vent, le tri des suspentes demande une habileté du pilote pour mettre l'ensemble des suspentes de chacune de ses demi-ailerons en tension. Faire une traction sur la commande de frein cumule les avantages de pouvoir :

- Positionner la hauteur de chaque demi-aile par rapport à l'autre, symétriquement ou non en fonction d'un éventuel dévers ou d'un vent de travers.
- Cintrer le bord d'attaque et ainsi escamoter les « bouts d'ailerons ». On respecte ainsi la voûte du parapente et on favorise son ascension par son centre.
- L'ensemble des suspentes de frein mises en tension révèle les éventuels nœuds pouvant exister avec le reste du suspentage si ce dernier est lui aussi mis en tension.

D) La visite prévol

La pré-voile engage la vigilance et la concentration du pilote. Il doit faire ici l'effort de vérifier soigneusement tous les points suivants :

- Le verrouillage des cuissardes
- Le verrouillage de la ventrale
- La fermeture correcte des mousquetons de connexion des élévateurs à la sellette
- Le bon cheminement de la drisse de frein allant de la main, qui tient l'élévateur A, à la poulie
- Le bon cheminement de la drisse reliant l'accélérateur aux élévateurs
- La goupille de verrouillage du parachute de secours et les points spécifiques d'un éventuel conditionnement particulier.

E) Le centrage

Se centrer préalablement à la mise en œuvre du gonflage de l'aile est une action à systématiser. Un défaut de centrage aura pour conséquence une ascension déséquilibrée de l'aile.

Sans vent, le plan de l'aile étant symétriquement disposé au sol, le pilote se centre de manière à obtenir une légère tension dans les suspentes qui le relient au bord d'attaque de son aile. Cette légère tension ne doit pas avoir pour effet de modifier, tant soit peu, la position du bord d'attaque. Équivalente dans chacune de ses mains, elle positionne le pilote au centre de son aile. En engageant le gonflage l'aile devrait ainsi s'élever symétriquement.

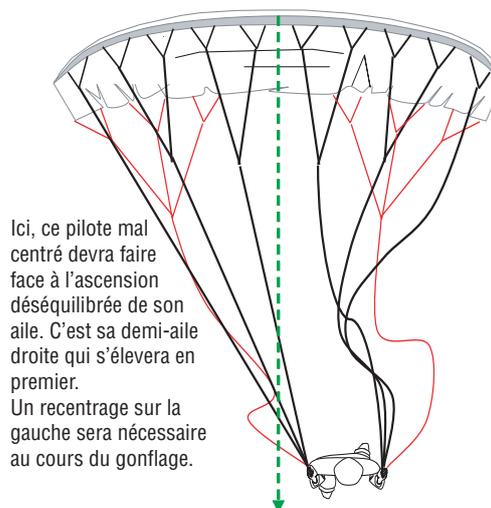
Lors d'un gonflage face à l'aile, le centrage tient alors compte de la possibilité de contrôler l'ascension d'une demi-aile. Le pilote cherche alors à « s'excentrer » de manière à favoriser l'élévation de la demi-aile dont il a le contrôle.

L'application de la charge, adaptée à élever l'aile, se fait ainsi à partir d'un centrage qui a tenu compte de la position de l'aile au sol, de l'axe du vent et d'un éventuel dévers de la pente. C'est une évaluation préalable à chaque gonflage, nécessaire pour pouvoir progresser.

F) Le gonflage

Disposition de l'aile au sol, démêlage des suspentes et centrage adapté sont les préalables d'un bon gonflage.

Dos à la voile, c'est en terme de ressentis, l'aile n'étant pas dans le champ de vision du pilote, que se construisent les références du déroulement du gonflage. Ainsi le premier pas marché s'enchaîne par une poussée des jambes ajustée pour contrôler la vitesse d'ascension de l'aile.



Une charge trop élevée fait monter l'aile vite et a pour effet de rendre délicate son arrivée rapide sur la tête du pilote. Il faut alors anticiper, abandonner les élévateurs A et freiner pour stopper l'aile avant qu'elle ne dépasse le pilote.

Dans le cas inverse, l'aile trop lente risque de se bloquer en cours d'ascension. Diagnostiquée à temps, une poussée supplémentaire des jambes

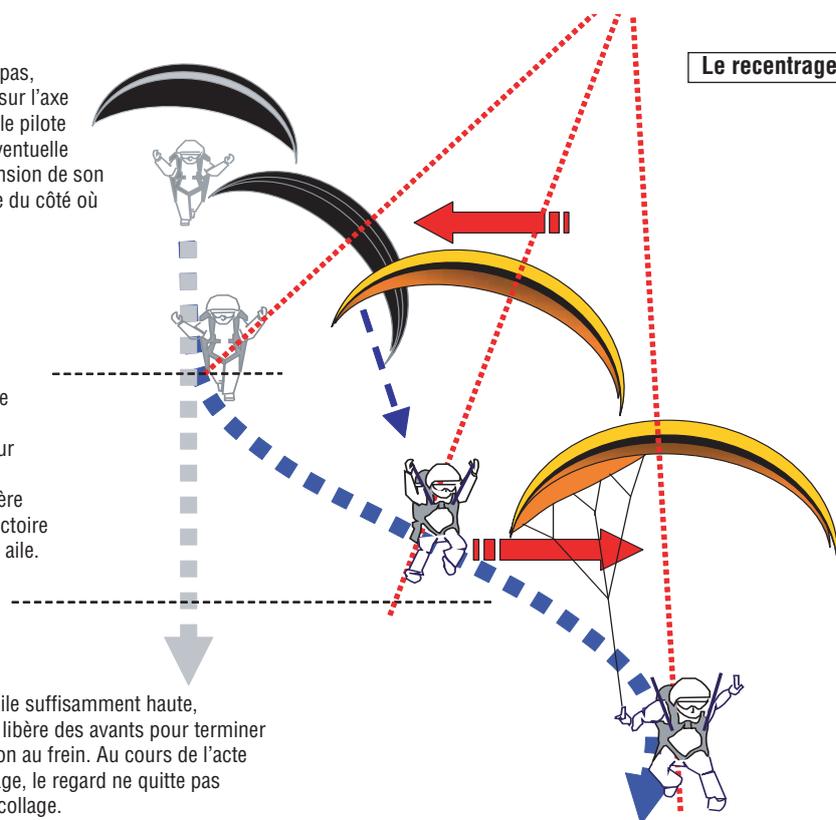
peut relancer l'aile avant qu'elle ne retombe au sol. Une légère traction des élévateurs A, de l'ordre de 5 à 10 cm, est tolérée par les ailes et favorise leur ascension ainsi que le contrôle de leur vitesse d'ascension.

En présence de vent fort, il s'agit de reculer en résistant de la valeur de la charge nécessaire pour garder le contrôle de la vitesse de montée de l'aile.

Dès son premier pas, le regard projeté sur l'axe de son gonflage, le pilote est sensible à l'éventuelle asymétrie d'ascension de son aile. Il se recentre du côté où l'aile s'incline.

Le pilote conserve dans ses mains les élévateurs pour poursuivre son gonflage. Il accélère et oriente sa trajectoire au-devant de son aile.

Une fois l'aile suffisamment haute, le pilote se libère des avants pour terminer sa correction au frein. Au cours de l'acte de recentrage, le regard ne quitte pas l'axe du décollage.



À NOTER

Malgré un bon centrage, on peut noter de désespérants déséquilibres de l'aile au cours de son ascension. À l'analyse, se révèlent les influences d'un vent de travers, d'un dévers même léger de la pente mais aussi d'une tonicité asymétrique de l'ensemble main/avant-bras/bras/épaule. Cette dernière difficulté est souvent dépassée en prenant la précaution de détendre l'articulation des poignets au moment des premiers pas. Détendues elles aussi, les mains vont alors naturellement se placer dans le prolongement de la force de traction. Elles peuvent ressentir la charge croissante appliquée au bord d'attaque et ainsi renseignent le pilote sur l'ajustement de la poussée des jambes. Elles laissent l'épaule, le bras et l'avant-bras faire leur travail de levier en se verrouillant pour résister.

PILOTAGE PARAPENTE

G) Gonflage vent de travers

En parapente, il est possible de décoller vent de travers, sans difficulté, jusqu'à 45° de part et d'autre de l'axe de la pente la plus raide.

Le gonflage se fait face au vent. Cela pose le problème de la préparation de l'aile au sol dans le dévers de la pente. Une demi-aile est disposée plus basse que l'autre. Celle-ci doit être soulevée en premier dans le premier pas du gonflage.

C'est l'ajustement de ce léger « ex-centrage », qui favorise l'élévation de la demi-aile sous le vent ou la demi-aile la plus basse dans le dévers, qui représente la difficulté. Ni trop, ni trop peu et l'aile s'élève dans une parfaite symétrie. La temporisation se fait en avançant sur l'axe du vent. La prise de vitesse et la décision de décoller se font sur une courbe qui progressivement va rattraper, (au fur et à mesure de l'acquisition de la vitesse), l'axe de la plus grande pente.

H) Le recentrage

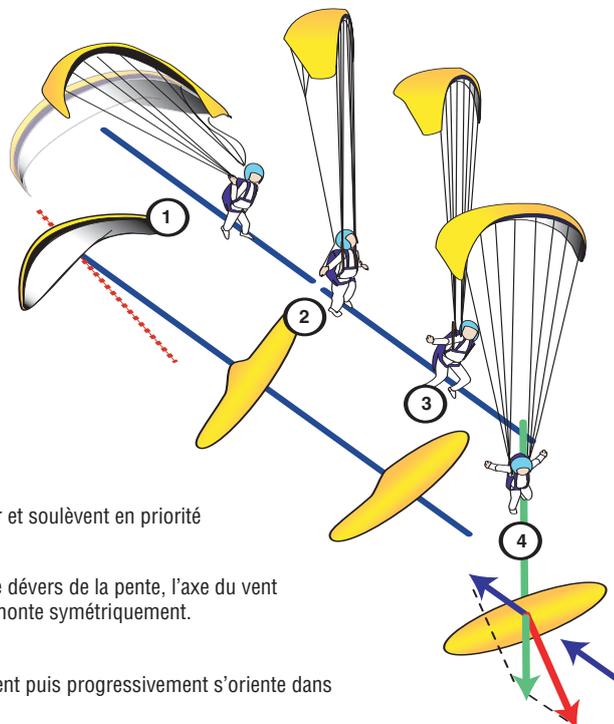
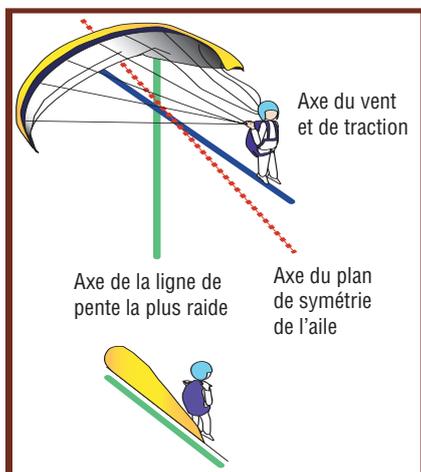
Le recentrage est une action qui vise à rattraper

une divergence de cap entre le pilote et son aile. La compréhension de cette technique peut s'appuyer sur l'image d'un pendule.

Tant que la totalité de la charge n'est pas appliquée au parapente, donc tant que le pilote a les pieds au sol, c'est le poids (le pilote) qui doit se déplacer sous le parapente pour préserver l'équilibre du mobile.

Ainsi au sol, l'effet pendulaire impose au pilote de se déplacer au devant et sous son aile afin de corriger son déséquilibre. La déviance du cap initialement convoité est alors rattrapée dans un second temps. Il faut donc du temps et de l'espace pour opérer un recentrage.

Le même effet mécanique est à la disposition du pilote lorsqu'en fin d'exercice ou à l'atterrissage il cherche à faire retomber son aile dans son dos. Piloter l'affalement de son aile est une pratique utile qui non seulement préserve son usure (évite l'effondrement de l'aile sur son bord d'attaque), mais la prédispose à être symétriquement et facilement récupérable par son pilote.



- ① Les suspentes avales se tendent en premier et soulèvent en priorité la demi-aile la plus basse.
- ② Si le centrage compose habilement avec le dévers de la pente, l'axe du vent et l'axe de mise en œuvre du pilote, l'aile monte symétriquement. La temporisation se fait face au vent.
- ③ La prise de vitesse débute dans l'axe du vent puis progressivement s'oriente dans l'axe de la plus grande pente.
- ④

I) La temporisation

La temporisation est une pratique qui suit le gonflage dos à l'aile. Elle a pour but de vérifier le bon déploiement du profil qui s'est opéré hors du champ visuel du pilote. Ce dernier y assure le contrôle du tangage ; il « prend son aile aux freins », s'assurant par là que son aile n'est ni à la traîne ni en train de le doubler. Cette « réception » de l'aile par le pilote est d'autant plus paisible que le pilote a l'habileté de contrôler la vitesse d'ascension de son profil. Une montée trop rapide de l'aile impose, dans la temporisation, une action de freinage ample, parfois brusque, propre à stopper l'aile à la verticale du pilote.

En cas de recentrage, la temporisation ne peut être réalisée qu'une fois celui-ci achevé. L'aile doit être arrivée, ou être en passe d'arriver, à la verticale du pilote avant d'opérer un contrôle visuel. La temporisation est une difficulté technique élevée car elle se passe à basse vitesse. Elle impose de relever la tête pour inspecter l'aile tout en entretenant une vitesse minimale pour la maintenir en vol. La présence d'un vent remontant la pente facilite sérieusement cette opération.



En gonflage dos à l'aile, la « temporisation ». Un regard sur l'aile et un contrôle du tangage pour ne pas être « doublé » par l'aile.

Plus que tout autre critère, c'est le ressenti qui a de l'importance. Les perceptions de l'aile dans les commandes et d'un équilibre général de l'ensemble en mouvement confortent le pilote à poursuivre son avancée vers le décollage.

J) Mauvais déploiement de l'aile ou fermeture asymétrique

Une portion latérale du parapente est repliée. Cela a pu être causé par :

- Une traction excessive des avants ;
- Un mauvais contrôle de l'axe de tangage (une demi-aile double le pilote qui ne l'a pas suffisamment freinée) ;
- Une turbulence.
- Un vent de travers...

Si la fermeture de l'aile est trop ample, son effondrement du côté fermé est inéluctable. Mais dans bien des cas ces fermetures ne concernent pas plus du tiers extérieur du bord d'attaque. Le déséquilibre de l'aile est alors rattrapable en suivant les conseils suivants.

1. Actions simultanées de contre et de recentrage. Ne pas oublier d'accélérer la course au-devant de l'aile, le maintien de la vitesse préserve l'aile en état de voler et donc d'être corrigé. Ces seules actions règlent généralement l'ensemble du problème ; réouverture de l'aile comprise.
2. Si l'aile rééquilibrée au-dessus du pilote présente encore le défaut de déploiement du bord d'attaque, l'abaissement ample et aussitôt relâché de la commande du côté fermé force la réouverture du parapente.



PILOTAGE PARAPENTE

K) La course au sol et la décision du décollage

La temporisation a conforté le pilote sur le déploiement normal de son aile. La vitesse doit maintenant augmenter afin que le buste trouve appui sur la base des élévateurs et la sangle ventrale. En accélérant sa course, le pilote ressent cet appui croissant dans une position dynamique (épaules engagées entre les élévateurs) qui lui évite d'être déséquilibré vers l'arrière lorsque le soutien devient maximum (il est alors en passe de décoller du sol). La décision du décollage est prise sur la présence de ce soutien en corrélation d'un contact aux freins.

Pendant sa course le pilote peut être amené à faire quelques corrections.

En roulis, si l'aile dévie de l'axe du décollage, le pilote corrige sa trajectoire par un recentrage. Il joue sur la combinaison « trajectoire de course/commandes ». Si le parapente l'emmène sur la gauche, il accélère sur sa gauche en freinant son aile à droite. On dit alors qu'il se recentre à gauche en s'aidant d'un contre au frein qui s'oppose à la déviance de l'aile. Ces corrections en roulis sont d'autant plus minimales qu'elles ont été prises à temps. Cela signifie que la course au sol doit se faire le regard tourné sur l'axe du décollage.

En tangage, si l'appui ventral faiblit, le pilote freine son aile et accélère sa course (éviter de se faire « doubler » par l'aile pendant la course). S'il a du mal à avancer, il relève progressivement ses mains et augmente la charge sur la ventrale. À aucun moment il ne doit perdre complètement le contact de son aile au travers de ses commandes.

C'est l'aptitude à cette « course au sol pilotée » qui détermine l'accès au vol lors de l'apprentissage. Cela sous entend que l'élève est capable de se « recentrer » à bon escient, mais aussi de contrôler son axe de tangage.

L) La sortie de décollage et l'installation dans la sellette

Dès que le vol apparaît, le pilote est en devoir de s'assurer de sa vitesse et au besoin de prendre le temps de progressivement relever ses mains en surveillant son cap et l'éventuel rapprochement du sol (pente de décollage faible).

L'installation dans la sellette est sujette à problèmes si celle-ci n'est pas adaptée à la morphologie du pilote ou si son réglage n'a pas été fait. L'idéal est d'avoir accès à son plein confort en ayant juste à relever ses genoux puis en basculant le dos en arrière à la recherche du dossier. Cette facilité n'est pas toujours possible. L'aide des mains est souvent observée. Elles peuvent prendre appui, simultanément et sans les agripper, sur la base des élévateurs pour se repousser vers l'arrière. Il est aussi possible de prendre les deux commandes dans une seule main afin de s'aider de l'autre pour se hisser sur le siège de la sellette (attention de ne pas faucher la poignée du secours au passage...). L'aide d'un cale-pied bien réglé sur lequel l'appui et l'extension d'une jambe se font est une solution efficace et courante. Cette manœuvre ne doit en aucun cas compromettre le contrôle de son cap ou le pilotage de l'aile, quitte à opérer son installation dans la sellette loin du relief.



« C'est l'appui ventral et le contact au frein qui permettent la décision de décoller. Ici, la présence d'un vent d'environ 15 km/h permet au pilote de prendre son temps. Appui ventral et contact aux freins sont présents. Si la décision de décoller est prise, il suffit de synchroniser un relevage progressif des mains à une ouverture de la foulée vers l'avant. »

III. Le plan de vol

Le plan de vol naît des objectifs contenus dans le vol. Au cours de l'apprentissage, c'est le moniteur qui fixe les tâches et les secteurs de vol. Il sait mettre en adéquation le niveau de l'élève à l'aérogologie en combinaison avec le matériel. Pour y parvenir, il s'assure de ce qu'un pilote doit savoir avant de décoller :

- La reconnaissance du lieu d'atterrissage et la manière d'en envisager l'approche en fonction de l'aérogologie et de la présence d'éventuels obstacles
- Une idée des conditions aérogologiques aux différentes altitudes du décollage et de l'atterrissage et leurs évolutions en cours de journée
- La présence d'une dérive ou des éléments imposant un cheminement particulier
- Le secteur d'exploitation des ascendances
- Le secteur et les axes de réalisation des exercices avec les repères par rapport au sol qui s'imposent
- Le contenu précis et justifié des exercices à réaliser

À un niveau plus élevé de pratique, le pilote expérimenté fait surtout une analyse de l'aérogologie pour en tirer le meilleur parti. Il anticipe ainsi un cheminement logique en fonction d'un horaire et de l'exposition des reliefs en respectant la réglementation aérienne locale.

IV. Attitudes du pilote en vol

A) Ne rien faire... se détendre

Voler en ligne droite c'est avant tout « laisser voler » son aile et donc ne pas se crispier sur les commandes. Pour voler, votre parapente n'a besoin que de votre poids. C'est lui qui génère la vitesse et c'est donc lui qui génère le flux d'air qui alimente votre profil et votre visage. Être détendu c'est la possibilité de ressentir et donc de comprendre. Hors de votre vue, le parapente s'étudie essentiellement en termes de sensations.

B) Position de pilotage assise

Vous êtes confortablement installé dans votre sellette, dossier plutôt droit, lombaires soutenues,

les genoux légèrement plus haut que le bassin. Ainsi « calé » dans votre siège, les sangles d'épaules vous laissent libre de mouvoir le haut du corps. Aidé des appuis que vous trouvez dans la traction des commandes mais aussi des mains et avant-bras sur la zone basse des élévateurs, vous pouvez transférer votre poids d'une fesse sur l'autre.

C) Le placement des mains

Vos mains, selon le réglage de vos freins et la manière dont vous les tenez, sont placées aux alentours de vos épaules. Une légère tension de la drisse de frein vous met en contact permanent avec votre aile qui, au-dessus de votre tête, n'est pas dans votre champ de vision.

D) Le regard

Votre regard est en permanence occupé à évaluer, anticiper, contrôler les paramètres de votre vol. Votre situation spatiale est prise en permanence, se référant à des repères au sol et à une approximation de votre altitude. Même si, avec l'expérience, il est possible de trouver des temps de « contemplations », cela ne peut être la première motivation de voler.

E) Ouïe, ressentis et perception tactile

La perception du vent dans les oreilles, sur la peau, les sensations d'allègement ou de peser plus lourd, les mouvements dans l'assise de la sellette ainsi que les variations de tension des commandes sont les indicateurs précieux des variations de la vitesse. Savoir voler, c'est être capable d'interpréter ces « ressentis » et d'y répondre de manière adaptée pour contrôler son aile et parvenir à ses objectifs.

À NOTER

Un excès de tension ou de peur, coupe le « ressenti » et retarde l'apprentissage.

On limite les tensions en ayant étudié son plan de vol et, dans le cas d'un élève, en sachant ce qui est attendu de vous au cours du vol.

PILOTAGE PARAPENTE

V. La vitesse

La vitesse est le carburant du vol. Sans moteur pour l'acquérir, il faut consommer de la hauteur pour alimenter le profil en vent relatif. Gérer sa vitesse en ligne droite, c'est avoir conscience de ses variations.

Il existe la vitesse que le pilote veut afficher. La logique qui s'y rattache appartient à ce que la « polaire des vitesses » met en évidence (cf. p. 36).

Il existe aussi des variations de vitesse instantanées dues à l'aérogologie. Dans ce domaine, il faut tenir compte de la particularité de « l'effet pendulaire » propre au parapente.

A) Les variations de vitesse initiées par le pilote

On tire de la polaire des vitesses différents régimes de vol justifiés et adoptés dans des situations de vol données.

1) Vol en ascendance

Ralentir consciemment la vitesse de vol optimise l'utilisation de l'ascendance pour monter (pomper) en prolongeant le temps passé dans son volume et en diminuant le taux de chute de l'aile.

Le taux de chute minimum est une valeur extrême de basse vitesse qui impose du discernement de la part du pilote pour éviter les risques de décrochage ou de vrille ceci plus particulièrement en conditions aérogologiques turbulentes.

2) Optimiser sa finesse sol

Le régime de vol de finesse maximum correspond au meilleur angle de plané par rapport au sol sans présence de vent. La vitesse qui lui correspond doit être réévaluée en présence de vent pour obtenir la meilleure finesse-sol.

3) Finesse sol avec du vent de face

Face au vent, contrée par la vitesse du vent, la finesse sol diminue. Quitte à consommer plus de hauteur, il faut augmenter la vitesse de l'aile pour avancer plus vite par rapport à l'air et au sol. Face au vent, augmenter la vitesse améliore la finesse sol.

Vent arrière les vitesses de l'aile et du flux de la masse d'air s'additionnent. La vitesse sol est élevée et la finesse sol est meilleure. En ralentissant l'aile, le taux de chute diminue et prolonge le temps passé dans cette situation. Vent arrière, ralentir améliore la finesse sol.

VITESSE VERTICALE ET « POMPER »

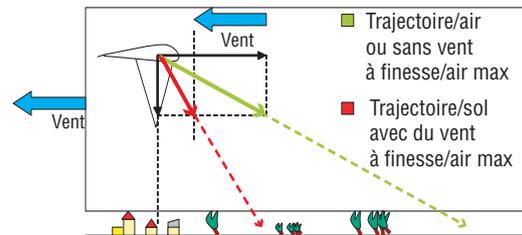
Sans moteur, pour entretenir sa vitesse de vol, une aile est toujours tenue de descendre par rapport à la masse d'air dans laquelle elle est immergée. Si cette masse d'air se met à monter par rapport au sol, on parle alors d'une ascendance. Dans une ascendance, l'aile continue à descendre par rapport à l'air. Si l'ascendance monte plus vite que l'aile ne descend en son sein, alors elle s'éloigne du sol, elle « monte » ou encore elle « pompe ».

À NOTER

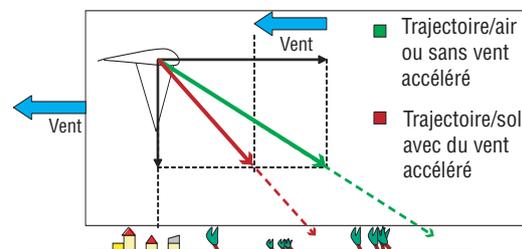
MODIFIER LA VITESSE

Un mouvement pendulaire apparaît dès que l'aile accélère ou ralentit plus vite que ne le fait le pilote pendu 10 mètres plus bas. L'abaissement ou le relevage des mains pour ralentir ou prendre de la vitesse doit ainsi se faire progressivement.

Ceci est particulièrement valable lors des prises de vitesse au décollage et en vol aux abords du sol (vol de pente, atterrissage...).



A) Trajectoires sans accélérer : le vent de face réduit la finesse/sol.



B) Trajectoires en utilisant pleinement l'accélérateur : en présence de vent de face, l'utilisation de l'accélérateur améliore la finesse/sol.

VENT RELATIF ET VENT MÉTÉO

En vol, le vent ressenti par le pilote est celui du vent relatif, celui qui naît de son déplacement avec son aéronef dans la masse d'air (30/35 km/h en moyenne). Le pilote ressent le vent venant vers lui en permanence ceci indépendamment de sa position par rapport à un « vent météo » pouvant exister et influençant sa trajectoire par rapport au sol.

En vol on parle néanmoins d'être « vent de face » ou « vent arrière » par rapport au « vent météo ».

Ainsi :

- Vent de face, j'avance moins vite par rapport au sol de la valeur du vent météo en présence.
- Vent arrière, j'avance plus vite par rapport au sol de la valeur du vent météo en présence.
- Vent de travers je dérive par rapport au sol.

NB : Pour connaître précisément la vitesse sol, il faut additionner ou soustraire la vitesse du vent météo à la composante horizontale du vent relatif de l'aile.

4) Finesse sol dans une descentance

En vol dans un air descendant, quitte à dégrader le taux de chute, prendre de la vitesse permet de traverser plus vite cette zone défavorable. Dans une descentance augmenter la vitesse améliore la finesse sol.

5) Gérer la maniabilité

Si augmenter la vitesse impose une consommation supplémentaire de hauteur, la vitesse est une énergie utile.

Avantages de la vitesse :

- 1) Eloigne des risques de décrochage ou de vrille ;
- 2) Facilite les mises en virage ;
- 3) Réduit l'inertie de l'aile et nous fait gagner en précision de trajectoires.

Savoir prendre de la vitesse à bon escient est donc souhaitable comme dans l'anticipation d'un virage par exemple. Mais il est tout autant essentiel de savoir ne pas perdre sa vitesse.

Il faut donc savoir identifier les situations où l'on est en train de perdre de la vitesse et, dans l'instant, relever progressivement les mains. On réduit alors le risque d'en perdre trop et l'on minimise l'abattée plus forte qui en serait la conséquence. Les mouvements pendulaires, qui sont à l'origine d'une vitesse et/ou d'une trajectoire différente entre l'aile et le pilote, sont néfastes à la manoeuvrabilité. Pour une trajectoire précise, le pilote doit les amortir en priorité. C'est dans un deuxième temps qu'il ajuste sa vitesse et sa trajectoire à son objectif.

6) La limite haute de la vitesse : la fermeture

D'un point de vue mécanique, l'augmentation de la vitesse est provoquée par la diminution de

l'incidence. En diminuant l'angle d'attaque du vent relatif sur le profil, la surface projetée du profil sur la trajectoire diminue et la vitesse augmente.

C'est en débridant totalement le profil que l'on obtient l'incidence du régime de vol de Vitesse Maximum. Il est néanmoins possible d'aller encore plus vite en utilisant l'accélérateur. L'action modifie le calage du profil, le faisant piquer. Si toutefois l'angle d'incidence diminue trop, le danger est une fermeture frontale.

La vitesse n'est ainsi pas très compatible avec le vol en air turbulent. Une faible incidence peut rapidement devenir critique avec des turbulences pourtant modérées. En cas de fermeture, une vitesse élevée décuple la vivacité de comportement des ailes de parapente.



La limite haute de la vitesse : la fermeture.

À NOTER

Accélérateur en air turbulent : une précision
Les ailes de début et de milieu de gamme permettent d'utiliser 30 % d'amplitude de l'accélérateur dans des conditions de turbulences modérées. Au delà, le risque de fermeture frontale condamne son utilisation.

PILOTAGE PARAPENTE

VOL ÉQUILIBRÉ

On dit que le vol est équilibré lorsque les forces aérodynamiques équilibrent le poids (PTV) et que la vitesse est constante. Dit autrement : la vitesse s'est stabilisée à une valeur propre à équilibrer les forces aérodynamiques au poids.

B) Les variations de vitesse dues à l'aérogologie

Les variations de la vitesse de vol ne sont pas uniquement celles tirées du pilotage et de la volonté du pilote. L'air est un espace rarement homogène. L'analogie avec l'écoulement d'une rivière permet de comprendre qu'à toutes les échelles imaginables existent des flux indépendants et d'intensités variables qui se côtoient. À petite échelle, on parlera de turbulences. En vol, franchir l'espace entre deux masses d'air qui s'écoulent selon des directions et des vitesses différentes va affecter transitoirement l'équilibre de vol d'une aile.

EFFET SYMÉTRIQUE D'UNE VARIATION DE VITESSE

Si, sous l'effet instantané d'une turbulence, d'une rafale ou d'une brutale transition aérogologique, la vitesse relative de mon parapente :

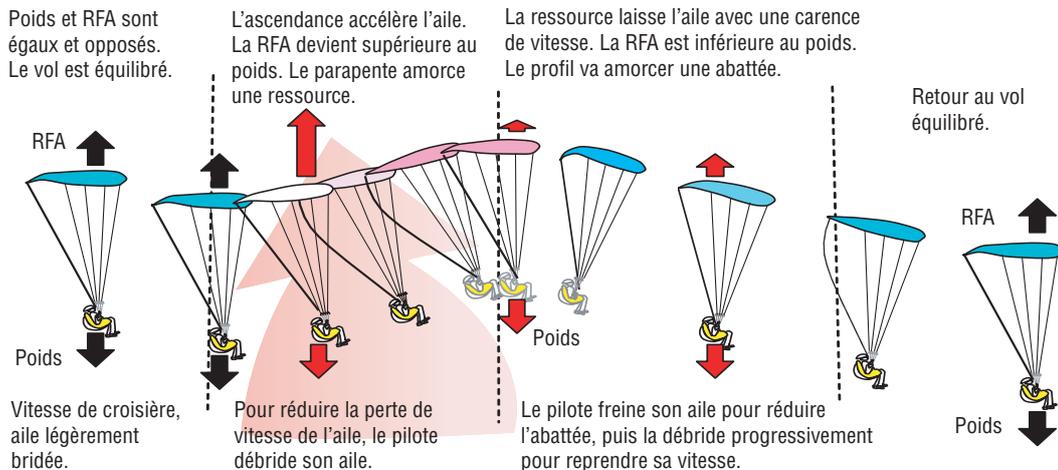
- chute, alors la Résultante des Forces Aérodynamiques s'effondre et n'équilibre plus le Poids. L'aile s'enfonce puis pique pour reprendre de la vitesse.
- augmente, alors la Résultante des Forces Aérodynamiques est d'une valeur supérieure au Poids. L'aile réagit momentanément en « montant ». Elle fait une ressource.

TRANSITION ENTRE DEUX MASSES D'AIR

En parapente, assurer le contrôle de l'aile pendant la transition entre deux masses d'air de trajectoire et vitesse différentes, c'est :

1. tempérer les mouvements pendulaires
2. puis reprendre une vitesse de vol adaptée.

Amortir l'effet pendulaire en tangage – Rafale ascendante



Dans l'attente d'apprendre les gestes de pilotage propres à amortir (réduire) les mouvements de roulis et de tangage, ces derniers s'amortissent naturellement (sans l'intervention du pilote) avec les ailes d'entrée de gamme dans la mesure où les conditions aérogologiques ne sont pas extrêmes.

EN SAVOIR PLUS

La vitesse n'est pas la seule cause de la variation de la RFA. L'incidence, soit l'angle d'attaque du vent relatif sur le profil, est aussi un facteur déterminant de l'intensité de la RFA. D'un point de vue de la dynamique du vol, la combinaison de la vitesse et de l'incidence définit plus justement la valeur de la RFA. On peut alors parler de rendement aérogologique pour prendre en compte le résultat de leur combinaison. Pour simplifier, nous ne parlons ici que de l'influence de la vitesse sur le comportement de l'aile.

EFFETS DES VARIATIONS DE VITESSE DU VENT RELATIF EN AIR TURBULENT

Les effets des variations de vitesse sur nos profils s'analysent avec les outils de la mécanique de vol cités en chapitre I. Ainsi, le phénomène du vol est tiré de la vitesse appliquée à un profil orienté sur une trajectoire.

La combinaison de la portance et de la traînée produit la RFA qui s'équilibre avec le poids. À vitesse constante, les vecteurs de poids et de RFA, orientés sur le même axe mais de sens opposé, sont égaux et le vol est dit équilibré. Que se passe-t-il lorsque la vitesse de l'écoulement de l'air autour du profil augmente ou faiblit, que la RFA croît ou diminue, alors que le poids, lui, reste constant ?

1) Effet pendulaire et amortissement en tangage

Pour le parapente dont le poids du pilote est situé très loin du profil, ces variations de vitesse qui s'appliquent d'abord à l'aile, vont se répercuter sur le pilote avec un temps d'inertie.

La chute et l'augmentation soudaine de la vitesse produisent le même effet de mouvement pendulaire. Dans les deux cas la progression horizontale de l'aile est ralentie à la faveur d'une diminution ou d'une augmentation de la vitesse verticale. Si l'aile diminue brutalement sa progression horizontale, le pilote continue par inertie sur sa lancée et se sent « partir sur le dos ». Le « rappel pendulaire » va accroître la réaction d'abattée qui suit pour que l'aile reprenne sa vitesse. Le pilote se sent « plonger vers l'avant ».



Cette photo d'un pilote de voltige qui prépare une « inversion » illustre une position de « contre » en venant chercher un appui sellette/frein à l'opposé de la trajectoire de l'aile.

2) Amortissement en roulis :

le contre « classique »

Lorsque sous l'effet de la traversée d'une turbulence la vitesse d'une seule demi-aile est modifiée, le parapente change de cap du côté le plus lent. Ce phénomène peut être amorti et l'aile maintenir son cap si le pilote agit à temps. Pour cela, une légère et permanente tension des freins ainsi qu'une veille de l'équilibre de la posture dans la sellette vont permettre d'interpréter à l'avance son mouvement et y remédier pour conserver son cap.

3) Ce que transmettent les commandes

Les commandes en légère tension ont pour effet d'abaisser le volet du frein et de le placer dans l'écoulement au niveau du bord de fuite. Ce contact permet d'interpréter les variations instantanées de la vitesse. Si la commande durcit la vitesse augmente et inversement, si la vitesse diminue, son contact devient flou. Pour les spécialistes, ce raisonnement fonctionne aussi en terme d'incidence. Le contact se raffermi si l'incidence augmente et devient flou si elle diminue.

4) Contrer au frein pour garder le cap

Le contre nécessaire propre au maintien du cap est appliqué sur la commande la plus dure. Elle est celle de la demi-aile dont la RFA est la plus élevée. Sans ce contre, cette demi-aile se soulevant, initierait un virage du côté opposé.

5) Contrer au frein pour éviter une fermeture

L'action du contre ne se limite pas uniquement à conserver l'aile sur son cap en agissant sur la commande la plus dure. Elle concerne aussi l'autre commande dont le contact peut aller jusqu'à disparaître si la demi-aile correspondante est en passe de se replier. Le phénomène peut s'analyser en terme d'incidence. L'abaissement de la commande augmente l'incidence et fait

PILOTAGE PARAPENTE

FERMETURE

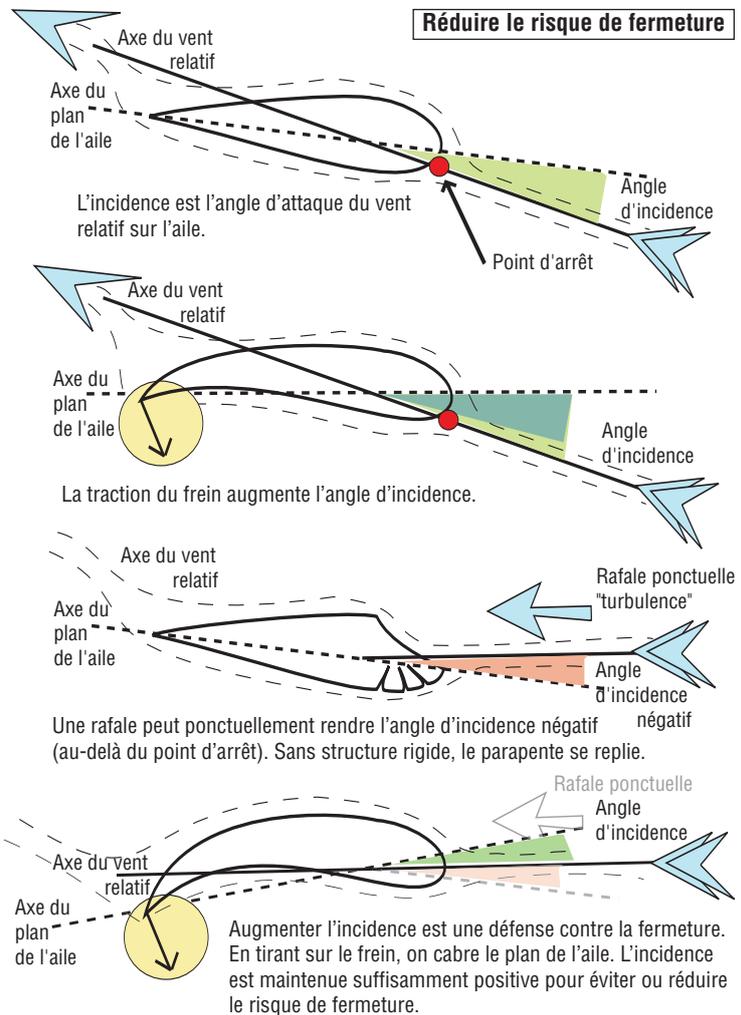
Ponctuellement, sous le coup d'une turbulence, l'angle d'attaque du vent relatif peut diminuer sur une demi-aile au point de devenir négatif : c'est la fermeture. En corrélation, le contact avec la commande de la demi-aile correspondante disparaît.

reculer le risque de la fermeture. Si celle-ci a malgré tout lieu, l'augmentation de l'incidence réduit son amplitude dans l'envergure et dans la profondeur de la corde.

L'indicateur du risque de fermeture est la fuite du contact préétabli dans les commandes par le pilote. On peut conseiller de voler sans jamais perdre la valeur de ce contact quitte à abaisser la commande aussi profondément et amplement que nécessaire pour le conserver. Le risque de décrochage ne peut pas exister dans ce cas, la demi-aile n'étant pas en situation de voler. Par contre, le raffermissement de la commande abaissée impose son relevage progressif pour son retour au vol normal. Sans cette dernière action, si le frein a été profondément employé et maintenu bas sur un contact devenu dur, il y a effectivement un risque de décrochage.

6) Ce que transmet la sellette

Du fait d'une déformation possible des sellettes, lorsqu'un déséquilibre aérodynamique se fait sentir sur l'aile, l'assise du pilote change. Si un meilleur rendement aérodynamique apparaît sur une demi-aile (augmentation de la RFA), l'assise du pilote



À NOTER

VOLER EN TURBULENCE

Voler en turbulence c'est avoir une attitude active qui implique le corps dans son ensemble.

Le pilote alerte, concentré sur une légère tension des freins et sur l'équilibre de l'assise qu'il a dans sa sellette, est prêt à réagir pour garder son cap et « contrer » les effets des turbulences sur son profil.

va se soulever de ce côté. Le pilote sent sa fesse se soulever et tend à « tomber » dans sa sellette du côté opposé. À partir de la même logique, si la vitesse d'une demi-aile s'effondre (chute de la RFA), l'assise du pilote du même côté s'enfonce et le pilote bascule dans sa sellette du côté où l'aile va tourner.

7) Contrer à la sellette

Pour réduire ces déséquilibres aérodynamiques entre chaque demi-aile, le pilote applique son poids sur la demi-aile dont le rendement est le meilleur ; c'est-à-dire la partie la plus haute de l'assise. Pour

l'aérologie. C'est la notion d'épouser l'aérologie, de la surfer, qui est à retenir. Ainsi, lorsqu'un déséquilibre aérodynamique survient et affecte l'aile asymétriquement, le pilote abandonne son poids sans résister du côté où sa sellette s'enfonce. Il comble de son poids le « trou » aérodynamique de son aile. Il charge ainsi la demi-aile la plus lente et en augmente momentanément l'incidence. Cela a pour effet de faire reculer le risque de fermeture. On entretient ainsi une bonne glisse en conservant plus de vitesse. En effet l'utilisation des freins se limite au maintien d'un léger et permanent contact avec son aile. Afin de reprendre le cap

| CONTRER À LA SELLETTE ET AU FREIN | |
|--|---|
| DU CÔTÉ LE PLUS HAUT DE LA SELLETTE, LE CONTRE PROPOSE : | DU CÔTÉ OÙ LE PILOTE TEND À « TOMBER » DANS SA SELLETTE, LE CONTRE PROPOSE DE : |
| Une traction du frein ajustée pour conserver le cap | Relever le genou pour favoriser l'application du poids du côté opposé (action peu visible, genou peu soulevé). |
| L'appui du poignet, de l'avant-bras sur la base du faisceau des élévateurs sans s'y agripper Le rapprochement du coude près du corps et du buste des élévateurs | S'assurer du contact avec l'aile par la commande en abaissant la main aussi bas que nécessaire pour le conserver (évite la fermeture de l'aile en augmentant l'incidence). |

y parvenir et ne pas perdre l'équilibre dans sa sellette le pilote peut utiliser la traction du frein du côté qu'il doit charger. Il verrouille sa posture en appui sur sa fesse la plus haute et peut s'aider d'un contact de son avant-bras ou de son poignet sur le faisceau d'élévateur.

8) Ailes du haut de gamme et technique de vol de performance

L'utilisation classique du contre pénalise la performance du vol et la finesse du plané. La pratique de la compétition où la volonté d'optimiser la performance lors de longs cheminements le long d'un relief a « inventé » une manière de voler propre aux ailes du haut de gamme qui possèdent une bonne glisse et beaucoup d'inertie avant de perdre leur vitesse.

Cette technique est en complète opposition au contre « classique ». Elle abandonne l'idée de conserver le cap qui constitue un affrontement de

initial, dès le déséquilibre dû à l'aérologie franchi, le poids est progressivement transféré sur la fesse opposée en s'aidant d'une faible action sur la commande et du verrouillage du coude contre le corps.

Bien que légèrement zigzagante, l'utilisation de cette technique permet non seulement de traverser plus rapidement des espaces aérodynamiques perturbés mais aussi d'amortir la configuration cisailante d'une turbulence modérée.

VI. Le virage en parapente

Pour respecter une progression, on s'habitue à des virages de faibles inclinaisons. Faciles à faire, ils sont utiles dès les premiers vols et laissent la possibilité de se concentrer sur d'autres éléments de l'apprentissage. Puis une progression est à faire vers des virages plus serrés. Leur maîtrise donne des moyens supplémentaires pour l'utilisation des ascen-

PILOTAGE PARAPENTE

dances et pour la construction des approches.

Le réglage de la sangle ventrale de la sellette a une influence majeure sur le pilotage du virage. Des points d'appui (même légers) sur les faisceaux d'élévateurs sont indispensables à son apprentissage. Ils permettent d'équilibrer le pilote dans sa sellette et de développer la précision du pilotage.

A) Le réglage de la ventrale

Le comportement des ailes est testé pour leur classification. Ces tests sont réalisés pour un réglage de ventrale qui laisse un entraxe entre les deux faisceaux d'élévateurs compris entre 42, 44 et 46 cm pour des tailles de sellettes respectives S, M. et L. Ces mesures permettent, par le transfert du poids, la déformation de la sellette et de la voile nécessaires à la mécanique du virage.

1) Réglage de la ventrale au-dessus de la norme

En augmentant la cote d'entraxe entre les deux élévateurs au-dessus de la norme, le comportement de l'aile change sensiblement. La sellette devient plus instable dès lors qu'un rendement aérodynamique diffère pour chacune des demi-ailes du parapente. Un réglage large de la ventrale

À NOTER

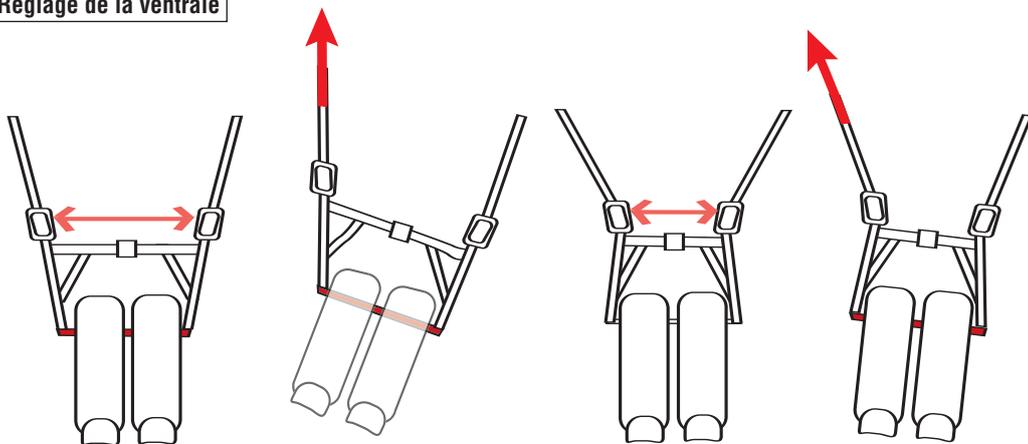
L'inertie du virage et les déséquilibres obtenus lors d'incidents de vols sont amplifiés par un réglage large de la ventrale.

augmente sensiblement l'inertie de l'aile à se mettre en virage et a fortiori le temps de son inversion. De fait, le comportement de l'aile lors d'incidents de vol peut modifier son classement à la hausse. Faire un réglage plus large de la ventrale est motivé par la recherche d'une meilleure glisse. On l'obtient par une influence supplémentaire du transfert de poids dans le virage et une utilisation moindre de la commande. On peut entretenir plus de vitesse au cours du virage.

Selon les modèles de sellette, une modification du réglage de trois centimètres au-dessus de la norme apporte déjà matière à un comportement différent de l'aile. Facile à expérimenter en aérologie calme, il faut plus d'assurance pour l'affronter en turbulences. Le pilote conscient de ces critères et ayant confiance dans sa technique de vol peut néanmoins prendre cette responsabilité.

Un réglage large de la sangle ventrale rend la sellette plus instable. Il est bon de préserver un réglage de ventrale plutôt étroit dans les débuts de la formation du pilote. L'apprentissage au pilotage d'un parapente ne débute vraiment que lorsque le pilote commence à trouver les points d'appuis qui lui permettent des ajustements précis de ses commandes. Ainsi, en vol turbulent, pour garder l'équilibre dans la sellette on peut noter des points de contact poignets/avant-bras sur les élévateurs, paume de main se repoussant sur un faisceau d'élévateur ou verrouillage du coude contre le corps.

Réglage de la ventrale





Équilibré sur sa fesse gauche, le buste engagé derrière le faisceau d'élévateurs du même côté, ce pilote engage un virage prononcé à gauche. Il a la réserve de régler ou tempérer sa mise en virage par l'abaissement de sa main droite (cadencement).

B) Virer « à la sellette » : application du poids pour tourner

Un transfert de poids dans la sellette produit à lui seul le changement de cap de l'aile du côté chargé.

On l'opère en relevant le genou du côté opposé au virage convoité et en rapprochant le buste du faisceau d'élévateurs du même côté.

1) Transfert du poids et inertie

Lors du transfert de poids, l'assise de la sellette s'enfonce sous la fesse du pilote qui se retrouve calé sans effort à l'intérieur de la courbe qui en découle. Pour inverser la trajectoire du côté opposé il existe une inertie. Autrement dit, il faut du temps pour renverser l'assise de la sellette. Pour permuter sa posture le pilote est tenu de produire un effort pour hisser son poids sur sa fesse opposée. Pour s'y aider, il peut prendre un appui du poignet ou de l'avant-bras sur le faisceau d'élévateurs qu'il tire vers lui pour en rapprocher son buste. Progressivement l'assise de la sellette revient à plat, l'aile momentanément en ligne droite, puis bascule du côté opposé vers où elle engage alors une courbe.



Ce pilote qui engage un virage prononcé à droite, se retient aux faisceaux d'élévateurs gauches. Par ailleurs, son buste devrait masquer les élévateurs de droite et tout son poids devrait s'y appliquer.

LE TRANSFERT DU POIDS DANS LA SELLETTE

Le transfert du poids dans la sellette du côté où l'on veut tourner est un « préalable mécanique » à un bon contrôle du virage. C'est néanmoins l'amplitude tractée de la commande du côté où l'on veut tourner qui commande le virage convoité.

À titre d'exercice, le transfert de poids peut se faire isolément de la traction de la commande.

Cela permet :

- de mesurer l'effet produit sur la trajectoire ;
- de mesurer les inerties qui y sont associées et notamment celle de l'inversion du cap obtenu.
- de se familiariser aux changements de postures qui se succèdent au cours d'un vol et des appuis (poignets et avant-bras) qui peuvent aider le pilote à les obtenir.

À NOTER

Pour un équilibre stable dans la sellette, la largeur de l'assise doit être adaptée aux hanches du pilote. Calé ainsi dans sa sellette, il peut accroître sa stabilité et la précision de son transfert de poids en croisant ses pieds et en prenant ainsi appui sur les flancs latéraux de sa sellette.

PILOTAGE PARAPENTE

C) Mise en virage

1) Se tenir prêt à tourner

L'assise de la sellette doit être maintenue prête à basculer du côté où le virage se révélera nécessaire. Pour cela, le placement du poids du pilote au centre de la sellette est une position instable qui demande une permanente correction de la posture pour s'y maintenir.

2) La mise en virage

Après avoir vérifié par-dessus l'épaule que l'espace est libre, le virage est initié par une triple action. Ainsi sont simultanés, le transport du poids, la traction de la commande et le débridage de la demi-aile extérieure. La traction de la commande et le verrouillage du coude et de l'avant-bras contre le corps servent de point d'appui pour équilibrer le corps à l'intérieur du virage. L'amplitude de commande utilisée varie en fonction du type de virage recherché. Une traction ample préjuge d'un virage serré à vitesse élevée et à fort taux de chute.

3) Lorsque le pilote sait de quel côté sera placé son virage

C'est le cas lorsque le pilote longe un obstacle. Par exemple le relief en vol de pente ou encore

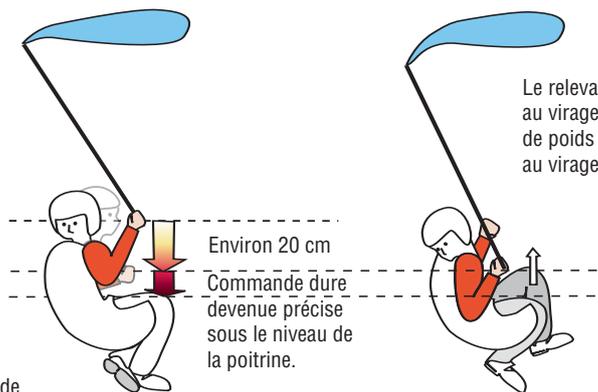
au cours d'une approche, pour tourner vers le terrain afin d'en garder le visuel. Le pilote amorce la bascule de la sellette du côté libre ou convoité pour le virage à venir. Il retient le parapente de tourner en le bridant du côté opposé. En débridant cette demi aile le parapente amorce un virage sans inertie. La précision de la trajectoire en est améliorée. Toutefois le pilote doit être conscient que cette technique réduit la vitesse de vol dans la proximité d'obstacle. Elle demande de la vigilance et de garder les marges qui permettent de reprendre de la vitesse à la moindre alerte en cas de gradient ou de turbulence. Cette technique permet néanmoins de rapidement pouvoir s'éloigner de l'obstacle par le pré réglage de la sellette.

IMPORTANT

Au cours d'un virage ou d'une mise en virage, si l'aile tend à revenir à plat, le pilote doit abandonner l'idée de poursuivre son virage et reprendre de la vitesse. Il a probablement exagéré le cadencement du virage ou insuffisamment pris de vitesse au préalable. L'aile vole trop lentement pour son inclinaison et revient à plat. Si le pilote insiste, il y a risque de vrille.

Mise en virage

Pour réduire l'inertie de la mise en virage, une amplitude de traction de la commande d'environ 20 cm peut-être tirée (niveau poitrine) sans étape et sans inquiétude pour une mise en virage moyenne. La commande devient à ce niveau plus dure. Si le pilote veut resserrer le virage obtenu il doit approfondir sa traction par étape et avec modération sous peine d'obtenir un virage radical...



Le relevage du genou opposé au virage produit le transfert de poids sur la fesse intérieure au virage.

Projection du regard par-dessus l'épaule afin de vérifier que l'espace convoité est libre.

D) Cadencer, conduire et sortir du virage

1) Cadencer le virage

En parapente, cadencer un virage est l'action de freiner la commande extérieure. On s'en sert pour :

- limiter et contrôler l'acquisition de la vitesse nécessaire au virage,
- tempérer la glissade de l'aile et accéder plus rapidement au virage équilibré
- régler, en duo avec la commande intérieure, la continuité du virage à une inclinaison constante dans une aérologie irrégulière

Avec le cadencement la performance générale des virages est meilleure. La particularité mécanique du cadencement est d'augmenter instantanément le facteur de charge ; la sensation de lourdeur, due aux forces d'inertie et ressenties par le pilote, s'accroît soudainement.

2) Conduire le virage

Une fois installé en virage les éventuelles turbulences influencent l'équilibre de l'aile en rotation. L'aile tend à sortir du virage ou à le resserrer. En anticipant sur les variations de vitesse dont elle fait l'objet le pilote entretient l'inclinaison de son virage par l'utilisation coordonnée de ses commandes, intérieure et extérieure.

3) Sortir du virage et amortir la vitesse du virage

Sortir trop vite d'un virage c'est s'exposer à une ressource et à un axe de sortie imprécis (mouvement de roulis – balancier).

La sortie d'un virage doit donc s'anticiper bien avant l'axe convoité de sa sortie. Un relevage graduel de la commande ne suffit pas toujours à retrouver un progressif retour au vol droit. L'arrivée soudaine d'une ressource surprend les jeunes pilotes qui la subissent alors. Avec l'expérience, le pilote peut diagnostiquer l'imminence de la ressource et la tempérer par un immédiat abaissement de sa commande intérieure qui maintient l'aile en rotation. Le pilote veille alors à ce que sa vitesse continue de décroître jusqu'au vol droit. La fin du virage est pratiquée mains hautes ce qui aide à l'amortissement d'une éventuelle ressource.

Cette technique prépare à la réalisation de 360° engagés dont une part importante de la sécurité est la manière d'en sortir. Il faut alors disperser l'énergie de la vitesse sur au moins 360° de rotation avant de pouvoir revenir au vol droit.



Le transfert de poids est fait. Le pilote ici est prédisposé à tourner à droite mais retient son aile de tourner avec sa commande gauche. Attention toutefois de ne pas trop ralentir l'aile...

IMPORTANT

Le défaut le plus courant est de vouloir sortir du virage en freinant du côté opposé. C'est une maladresse qui conduit à amplifier la ressource qu'il faut justement amortir. La sortie du virage est alors imprécise (roulis) d'autant que la ressource est importante.

À NOTER

Sortir d'un virage sans ressource est l'un des exercices majeurs de la formation d'un pilote.

PILOTAGE PARAPENTE

E) Le 360°

En cours de formation le 360° est utilisé pour travailler sur le virage ; y entrer, l'entretenir et le conduire, en sortir...

Le 360° permet aussi d'entretenir une consommation de hauteur supérieure au vol droit. C'est donc un moyen de descendre plus rapidement et de raccourcir le temps du vol. Plus le virage est serré, plus l'inclinaison est prononcée et la vitesse élevée, plus la consommation de hauteur est élevée et le rapprochement du sol rapide. Les contraintes sur le corps limitent l'utilisation de cette méthode de descente rapide aux pilotes expérimentés et en grande forme. Il est possible de subir 3 fois son poids (3G) de manière constante dans une spirale engagée (voir aussi les incidents de vol en page 114).

Le 360° est aussi un moyen d'évaluation en vol de la force du vent et de la dérive qu'il produit sur les trajectoires/sol.

1) Stabilité, neutralité et instabilité spirale

Ces trois notions définissent des comportements d'aile en virage une fois que le pilote relâche son appui sur la commande intérieure. Chaque aile peut présenter des comportements variables à différentes inclinaisons de son virage. Le réglage de la sangle ventrale, la charge de l'aile et la manière de piloter sont des éléments pouvant fortement influencer ces comportements.

360° « ENGAGÉ » : À SAVOIR ABSOLUMENT

L'apprentissage de cette rotation à vitesse élevée prend du temps. Un entraînement en milieu aménagé permet de progressivement se familiariser aux augmentations de la vitesse et aux contraintes sur le corps qui y sont associées.

Parallèlement on apprend à en sortir en diluant l'excédent de la vitesse dans la rotation jusqu'au vol droit. Tout ce travail ne peut s'envisager sans être formé à amortir une éventuelle ressource ainsi que l'abattée qui suit. La tâche est donc conséquente.

Au cours de cette nécessaire et progressive approche, on peut savoir faire du 360° engagé un jour et ne plus savoir en faire le lendemain.

La forme physique joue beaucoup et peut interdire toute tentative, les contraintes sur le corps n'étant pas ou plus supportées.

(I) La stabilité spirale

La stabilité spirale définit la capacité d'une aile à revenir au vol droit par elle-même à partir du moment où le pilote cesse son action sur le frein intérieur. Ceci est généralement le cas sur l'ensemble des parapentes pour les virages à faibles inclinaisons.

(II) La Neutralité spirale

La Neutralité spirale caractérise une aile qui entretient un virage équilibré (à vitesse constante) Dès que le pilote cesse son action sur les freins, l'aile reste en virage.

(III) L'instabilité spirale

De l'instabilité spirale est identifiée sur une aile lorsque celle-ci continue à s'engager et à s'accélérer dans sa spirale alors que le pilote a relevé sa commande intérieure.



IMPORTANT

360° « ENGAGÉ » ET CADENCEMENT

À haute vitesse, dans la rotation, il est nécessaire de pratiquer le cadencement pour éviter la fermeture de la demi-aile extérieure. Cette action a pour effet d'augmenter instantanément le facteur de charge et donc les contraintes (écrasement, lourdeur) sur le pilote.

VII. LES OREILLES

Les oreilles réduisent l'envergure de l'aile. Elles augmentent la vitesse de descente et imposent le pilotage à la sellette pour se diriger. L'accélérateur peut se surajouter aux oreilles et accroître encore plus le taux de chute.

A) Faire les oreilles

On « fait les oreilles » en tirant la suspente extérieure, à droite et à gauche, de la ligne des A (suspente du bord d'attaque). Avant de tirer les oreilles (si, si ça arrive...) il est bon de vérifier que les suspentes sélectionnées sont les bonnes. Une fois en place les oreilles condamnent l'utilisation des freins pour tourner. C'est donc « à la sellette » que le pilote dirige son aile. **La manœuvrabilité de l'aile est alors moins bonne** et l'inertie des mises en virage demande de l'entraînement pour que soit conservée une certaine précision des trajectoires.

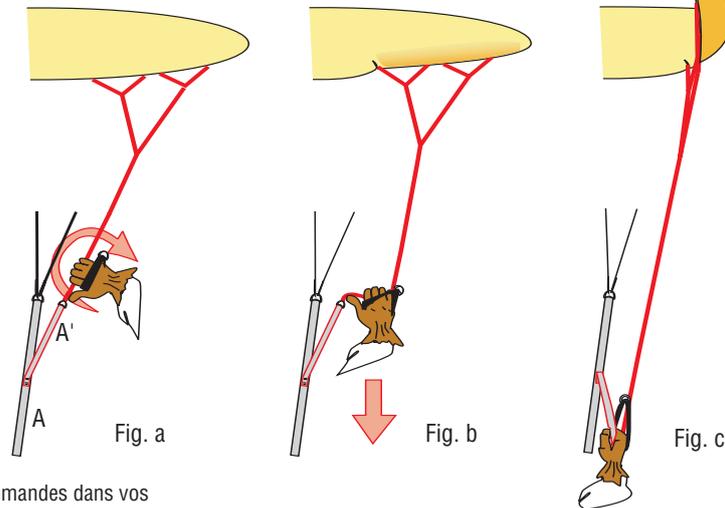
La réalisation de virages augmente aussi la consommation de hauteur.

La suppression des oreilles se fait, regard sur l'aile, en libérant les suspentes d'oreilles ou les élévateurs A'. Certaines ailes réouvrent instantanément, d'autres demandent qu'une traction ample et non maintenue des commandes force la réouverture. L'aile étant réouverte, vérifier la récupération d'une vitesse de vol normale (suspension de parachutage).

À NOTER

OREILLES + TOUR DE FREIN SONT À ÉVITER
 Une fois les oreilles en place les freins brident sensiblement, et en permanence, la partie centrale du bord de fuite. Ainsi, pour faire les oreilles, une prise en mains normale des commandes est conseillée (sans « tour de frein »...). Ceci pour ne pas surajouter du frein et accroître le risque de phase parachutale.

Une manière de faire les oreilles



En conservant vos commandes dans vos mains, sélectionnez, à droite et à gauche, la suspente extérieure de la ligne des A, au-dessus du petit élévateur A'. Les paumes sont ouvertes tournées vers l'avant et sur le côté. Vérifiez visuellement que vous avez sélectionné les bonnes suspentes en imprimant une rotation du poignet comme en fig. b avec le pouce comme appui.

La déformation sur l'aile concerne bien les extrémités droite et gauche du bord d'attaque. En repartant de la fig. a, imprimez simultanément avec vos deux mains un geste franc et unique incluant la rotation du poignet puis la traction vers le bas. Le regard veille sur le bon déroulement de l'opération.

L'oreille se ferme d'un seul coup. La main se verrouille aux abords de la partie inférieure du faisceau d'élévateurs et maintient fermement l'élévateur A'. L'aile n'est maintenant plus pilotable avec les freins. Il est normal que ceux-ci entretiennent l'aile bridée dans sa partie centrale.

PILOTAGE PARAPENTE

B) Cas d'utilisation des oreilles

● Toutes les circonstances qui peuvent pousser le pilote à aller se poser :

– Froid, fatigue...

● Toutes les circonstances qui peuvent pousser le pilote à fuir une situation aérologique :

– rapprochement dangereux de la base d'un nuage ;

– arrivée d'un front ;

– couche de vent ;

– zone turbulente ;

– zone ascendante indésirable

● Etagement des ailes arrivant en même temps en approche à l'atterrissage.

Ce dernier cas peut être le plus courant et le plus tôt utile dans la vie d'un pilote (si son apprentissage se fait sur un site fréquenté). La recommandation est ici d'anticiper le besoin pour ne pas devoir faire les oreilles trop bas et ainsi devoir les réouvrir trop près du sol.

PHASE PARACHUTALE ET OREILLES

Bien que rarissime le risque de phase parachutale existe dans la pratique des oreilles. C'est l'augmentation de l'angle d'incidence qui en est la cause. Le risque est particulièrement présent au cours de leur réouverture. C'est pourquoi quelques principes sont à respecter pour la sécurité.

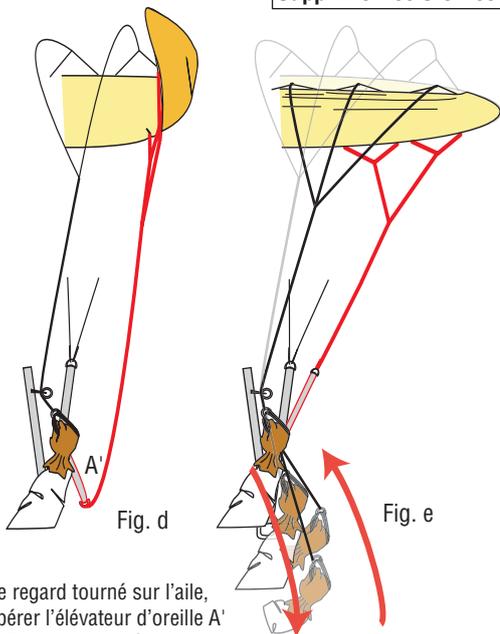
- Avoir conscience qu'en phase parachutale un seul centimètre de frein suffit à l'entretenir ;
- Garder l'accélérateur aux pieds, prêt à l'emploi ;
- Contrôler la présence du vent relatif à l'issue de la réouverture des oreilles ;
- Éviter de devoir les réouvrir près du sol ;
- Ne pas faire les oreilles lorsque le parapente est mouillé

La réouverture décalée de chacune des demi-ailes est une solution largement pratiquée pour éviter le parachutage. On peut aussi lui préférer une réouverture pratiquée avec un zeste d'accélérateur (20 à 30 %).

AUGMENTER LES OREILLES

Il est possible d'accroître sensiblement le taux de chute d'une aile dont les oreilles sont en place en tirant la suspente concernée un peu plus bas. L'effort pour leur maintien en place augmente alors beaucoup (fatigue et cisaillement de la main).

Supprimer les oreilles



Le regard tourné sur l'aile, libérer l'élévateur d'oreille A. Si l'oreille ne se réouvre pas toute seule, forcer la réouverture par une traction du frein ample et profonde, immédiatement relâchée. L'aile totalement débridée, vérifier la présence du vent relatif qui garantit qu'aucune phase parachutale n'est présente.

IMPORTANT

Les oreilles ou les oreilles + l'accélérateur sont de bons moyens de « descente rapide » qui permettent de fuir avec une finesse encore intéressante. Mais il est important de savoir que bien des systèmes aérologiques sont plus puissants que les taux de chute obtenus par ces méthodes... Il faut parfois maintenir ces dispositifs très longtemps. Un accélérateur correctement réglé et des gants sont indispensables.

● Cas exceptionnels d'utilisation des oreilles en conditions d'extrêmes turbulences (pilotes très confirmés)

Une aile avec les oreilles a des capacités d'amortissement intéressantes pour affronter, dans certains cas, des conditions turbulentes. Paradoxe, il est délicat de relever les mains au cœur de fortes turbulences pour mettre en œuvre les oreilles.

● Cas particulier d'utilisation des oreilles pour faciliter la visée des atterrissages exigus.

Une très bonne maîtrise du pilotage aux oreilles permet d'utiliser les avantages d'un plan de

descente plus abrupt accentué de l'effet de glissade du virage aux oreilles qui permet un rapprochement du sol à vitesse élevée (réservé aux pilotes très confirmés).

Le type d'aile gardant les oreilles après libération des suspentes ou élévateurs d'oreille est souhaitable pour réaliser la manœuvre du « posé aux oreilles ».

C) Particularités aérodynamiques et mécaniques des oreilles

Les oreilles augmentent la traînée. Elles dégradent ainsi l'angle de plané. L'augmentation de l'incidence qui en résulte participe avec la traînée à un comportement des ailes plus amorti en tangage. Toute fermeture supplémentaire du profil devient improbable.

À NOTER

SENSIBILITÉ DE L'AILE AU VIRAGE

Selon les modèles, les parapentes peuvent devenir très sensibles en roulis. Ils demandent alors beaucoup d'habileté dans le pilotage à la sellette. Le pilote doit se familiariser à une inertie nouvelle et variable selon les ailes et les charges qui leur sont appliquées.

Utilisation combinée avec l'accélérateur

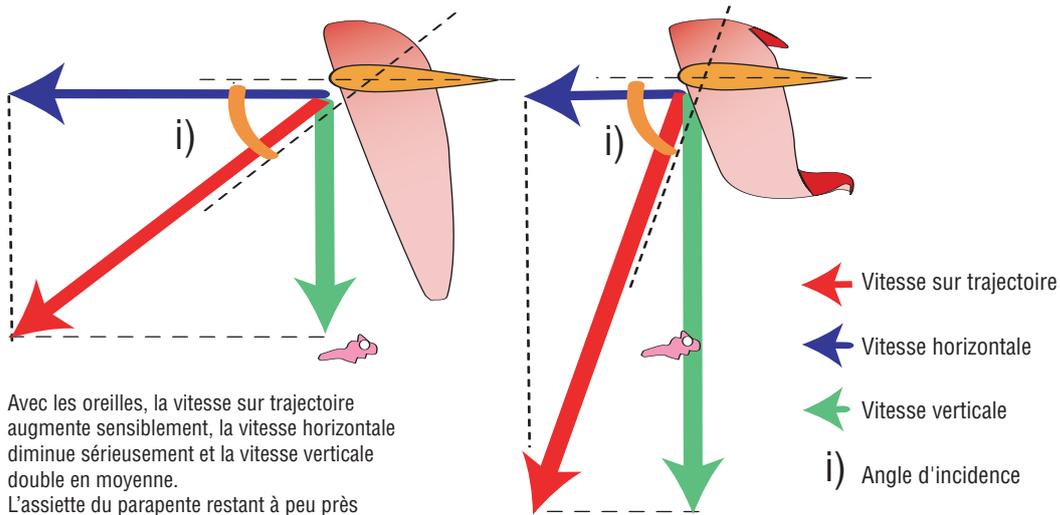
La mise en œuvre des oreilles doit se faire avant celle de l'accélérateur s'il existe un risque de fermeture frontale (ex : turbulences ou situation d'apprentissage). En effet, l'accélérateur a pour effet de faire basculer le plan de l'aile en réduisant l'incidence du profil. Il augmente donc le risque de fermeture.

IMPORTANT

STATISTIQUES D'ACCIDENTS

Les oreilles et les conditions aérologiques turbulentes ne font pas bon ménage près du sol. La vitesse verticale peut considérablement augmenter au passage d'un gradient ou d'une turbulence.

Les oreilles : trajectoires, vitesses, incidences



Avec les oreilles, la vitesse sur trajectoire augmente sensiblement, la vitesse horizontale diminue sérieusement et la vitesse verticale double en moyenne. L'assiette du parapente restant à peu près constante, l'angle d'incidence augmente notablement.

PILOTAGE PARAPENTE

VIII. L'accélérateur

L'accélérateur est un dispositif qui change le calage de l'aile. Il fait piquer le profil en jouant sur la longueur des élévateurs. Le pilote le met en œuvre par l'extension de ses jambes qui repoussent un barreau qui actionne un système de mouflage.

MISE EN GARDE

La réduction de l'incidence qu'implique l'utilisation de l'accélérateur rend l'aile sensible aux fermetures accidentelles en cas de turbulences. De fait son utilisation près du sol est à proscrire.

A) Objectif

1. Améliorer la finesse/sol vent de face ou lors de la traversée d'une descendance.
2. Augmenter la vitesse de l'aile quitte à réduire la performance de la trajectoire (gagner du temps).
3. Augmenter le taux de chute de l'aile lorsque l'accélérateur est associé aux oreilles.

B) Mise en œuvre

Bridez l'aile modérément puis étirez vos jambes afin d'obtenir l'amplitude de traction souhaitée. Débridez progressivement l'aile pour obtenir la vitesse et la meilleure finesse pour cette vitesse. Afin de conserver les bénéfices de la vitesse, le pilotage de la trajectoire se fait alors autant que possible à la sellette.

L'accélérateur s'utilise dans des amplitudes de traction variées. Par exemple 20 % de la traction permettent de gagner 4 km/h avec un rapport finesse/sécurité qui répond aux critères jugés par un pilote dans une situation donnée.

C) Suppression

Un relâché progressif évite une ressource. Reprenez contact avec vos freins une fois la vitesse stabilisée.

D) Réglage de l'accélérateur

L'accélérateur doit être réglé pour que, jambes tendues, les poulies du mouflage qui équipe les élévateurs soient en butée l'une contre l'autre.

RÉGLAGE DE L'ACCÉLÉRATEUR

Les accélérateurs sont souvent équipés de 2 barreaux, voire 3, pour pouvoir accéder à la totalité de l'amplitude possible. Un bon réglage permet d'être jambes tendues (pas de fatigue) sur le 1^{er} barreau en ayant environ 30 % d'accélérateur. Ceci garantit un bon compromis vitesse/finesse/solidité du profil. Le 2^e barreau permet d'obtenir la vitesse maximale mais aux dépens de la solidité de l'aile...

E) Piloter avec l'accélérateur

Accélééré, vous devez, dans votre attitude, rester prêt à re-brider votre aile et/ou à relâcher la tension de l'accélérateur si vous rencontrez de grosses turbulences. Vos freins débridés, aucune information concernant l'aile n'arrive jusqu'à vous. Vous devez alors vous concentrer sur l'effort de vos jambes. Si celui-ci diminue c'est que l'incidence de votre parapente diminue ; la fermeture se rapproche. Votre réaction sera de relâcher une proportion de l'accélérateur en rapport avec l'ampleur de l'allègement que vous avez



« Accélééré, si une forte turbulence survient, il faut être rapide pour relâcher la tension des jambes et supprimer l'accélérateur. » Ici le pilote met un doigt en contact avec les élévateurs « A ». Leur tension faiblissant révèle l'imminence d'une fermeture frontale, il faut donc immédiatement relever les genoux.

ressenti dans vos jambes ; vos mains sont prêtes à s'abaisser en cas de fermeture.

Une technique de vol de performance consiste à voler en utilisant de l'accélérateur à chaque fois que l'aérogologie fait cabrer l'aile. On gagne ainsi de la vitesse à la faveur de l'amortissement du mouvement de cabré.

de la cuisse et la fragilité des disques vertébraux, l'un rigole à l'idée de la hauteur d'une chaise et l'autre a de bonnes raisons de cauchemarder.

Il faut donc se relever et trouver une stabilité dans cette position qui permette de conserver au pilotage toute sa précision. Cette harmonie entre la morphologie du pilote et la sellette est un vrai défi pour certains et reste une technique à comprendre pour y arriver aisément.

IX. L'atterrissage en parapente

Ce paragraphe complète, pour le parapente, le chapitre 3 sur « L'approche ».

Ce qui suit considère qu'une approche correcte ait été réalisée au préalable. L'étape de base s'est logiquement enchaînée par une finale laissant une hauteur/sol suffisante pour que le pilote puisse se relever dans la sellette et réaliser une prise de vitesse.

Se relever tôt dans la sellette a plusieurs avantages qui servent la sécurité :

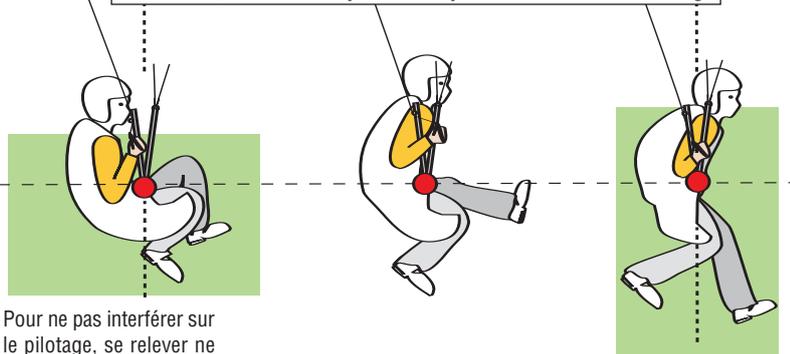
1. En cours d'apprentissage les problèmes d'adaptation à la position relevée ne doivent pas compromettre le pilotage et cela se règle haut dans le ciel et non pas à 5 mètres/sol.

2. Même le « cador » du site doit se méfier en conditions de vent et/ou turbulence du risque de gradient. Il piège tous les pilotes qui pensent pouvoir reporter à plus tard leur position de réception au sol... et ceci dans l'hypothèse où le pilote est en grande forme et possède une technique personnelle aboutie ! Il est aussi clair qu'un bon pilote en conditions calmes (même si c'est un mauvais exemple à donner aux jeunes pilotes), peut sans risque se relever dans la dynamique du freinage, juste avant de toucher le sol... ça fait bien devant la galerie...

A) Se relever dans la sellette

Les statistiques ont montré que la position assise expose dangereusement le dos des pilotes. La sécurité veut que les jambes reçoivent et amortissent les imperfections des atterrissages. « Y'a pas photo » entre la robustesse d'un quadriceps

Se relever, trouver une position équilibrée avant atterrissage



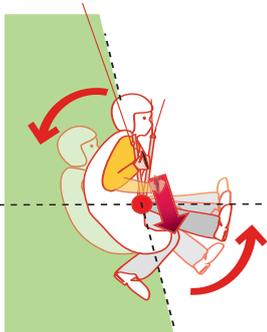
Pour ne pas interférer sur le pilotage, se relever ne s'invisage pas au dernier moment.

Des cuissardes trop serrées ne permettent pas d'avancer le bassin.

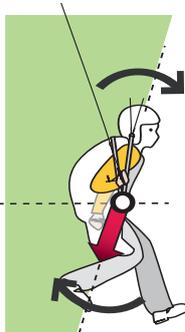
Le pilote peut s'aider d'un appui des mains sur les faisceaux d'élévateurs pour redresser son buste et avancer son bassin. L'extension d'une jambe puis de l'autre peut favoriser l'opération.

Pour un bon équilibre, les épaules doivent s'engager entre les élévateurs et la majorité du poids du pilote doit se trouver sous la base des élévateurs. Prendre appui sur la ventrale stabilise la position.

PILOTAGE PARAPENTE



Insuffisamment « relevé », le bassin et les épaules ne sont pas assez avancés dans l'axe des élévateurs. En freinant en avant des élévateurs, le poids troué dans les commandes déséquilibre le pilote qui se retrouve assis, les jambes en avant. Dommage...



Correctement relevé, épaules engagées entre les élévateurs et bassin en avant. Pour maintenir cette position équilibrée, l'utilisation du frein se fait, coude reculé, en appliquant la poussée de la main vers l'arrière, pour le minimum dans l'axe des élévateurs.

Équilibre en position relevée à l'atterrissage

En appui sur la ventrale, coudes fléchis et reculés, les mains sont sur les côtés, dans le plan des épaules du pilote.

Un bel atterrissage en parapente est conditionné par une position relevée et stable qui permet un pilotage précis. Pour obtenir cette stabilité, le centre de gravité du pilote doit descendre sous le niveau de la base des élévateurs.

B) La prise de vitesse et l'arrondi en parapente

On l'a déjà vu, lors de la finale, prendre de la vitesse (sans l'accélérateur!) est nécessaire pour une double raison :

- être armé contre un potentiel gradient ;
- accumuler une énergie qui garantit la qualité de l'arrondi et permet d'obtenir une trajectoire tangentielle au sol (donc d'annuler toute vitesse verticale). La prise de vitesse peut se faire dans la section haute de la finale bien qu'elle puisse être obtenue

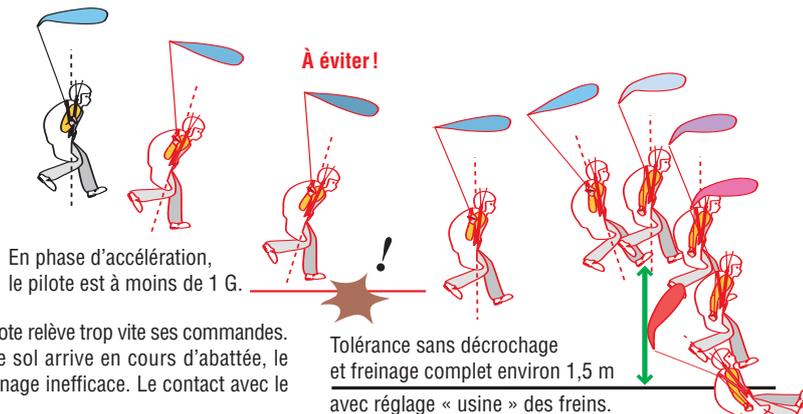
dès la sortie du dernier virage (utilisation de la vitesse acquise dans le virage – ne pas rebrider l'aile en sortie de virage).

Plus la vitesse est faible plus il faut de la hauteur disponible pour en reprendre.

Relever les commandes se fait progressivement pour éviter :

1. tout mouvement pendulaire (désastreux à proximité du sol)
2. d'obtenir une vitesse excessive acquise par inertie et qui provoquerait une ressource.

Prise de vitesse et effet pendulaire... ressource... parachutage



En phase d'accélération, le pilote est à moins de 1 G.

À éviter!

À partir d'une aile bridée, le pilote relève trop vite ses commandes. L'aile plonge devant lui. Si le sol arrive en cours d'abattée, le rappel pendulaire rend le freinage inefficace. Le contact avec le sol peut être rude...

Tolérance sans décrochage et freinage complet environ 1,5 m avec réglage « usine » des freins.

Quelques bases pour mieux comprendre en allant pages 87 et 88 « L'effet pendulaire » et page 85 « À noter : Modifier la vitesse ».

Si la hauteur/sol le permet, l'aile peut librement poursuivre sa prise de vitesse. Avec une vitesse élevée, acquise par inertie, l'aile opère d'elle-même une tangente au sol, suivie d'une ressource. Le pilote ne doit surtout pas freiner pendant la ressource. À son sommet, il doit impérativement bloquer l'abattée qui va venir. Il freine amplement et maintient ce freinage jusqu'au sol. Le risque de décrochage est élevé si la hauteur/sol dépasse les 2 mètres ou que le pilote a raccourci la longueur de ses freins (« tours de freins »).

En air calme : une prise de vitesse maximum et stable permet d'observer un rapprochement régulier du sol. On peut alors évaluer calmement la hauteur à laquelle le freinage doit débuter. Les pieds à environ deux mètres du sol, on enfonce progressivement les mains, en veillant à ralentir ou interrompre ce geste s'il est observé que le sol cesse de se rapprocher (éviter une ressource). En aucun cas les mains ne peuvent être relevées (éviter une abattée). On achève d'enfoncer pleinement les commandes peu avant de toucher le sol. Les pieds sont alors à 50 centimètres/sol, le freinage étant complet. Si le pilote a pris soin de mettre un pied en avant, les pas s'enchaînent facilement, le freinage étant maintenu. Il est utile de chercher l'appui ventral pour y trouver un soutien et un équilibre.

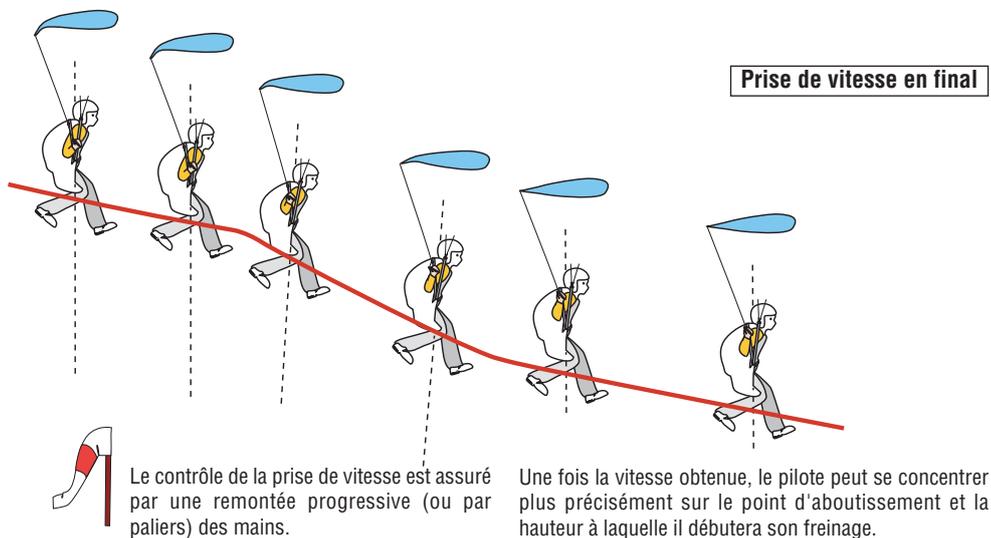
En air turbulent : la prise de vitesse n'est pas toujours possible en conditions aérologiques turbulentes. En effet la priorité du pilotage est d'éviter tous mouvements pendulaires (cap et contrôle du tangage). Ainsi, l'ultime habileté des bons pilotes consiste à prendre de la vitesse dès qu'une turbu-

lence franchie (contre et contrôle du tangage) laisse un intervalle de calme. Dans cette circonstance, relever les mains implique une nécessaire bascule en avant de l'aile. Si cette bascule n'est pas mesurée, le risque est d'entrer dans la dynamique d'une abattée dans laquelle le pilote n'a plus ou peu de contrôle. De fait, le débridage de l'aile est fait en palier, laissant à chaque étape le temps de contrôler que la vitesse s'est stabilisée et que l'aile est à nouveau à la verticale du pilote. Cette vérification peut se faire aussi au travers des mains. Elles ressentent l'alourdissement des commandes qui informent de l'augmentation de la vitesse. Cela prend du temps et ne permet pas toujours d'obtenir la totalité de la vitesse souhaitée le sol étant déjà là!

C) Cas particuliers de l'atterrissage en parapente

Je ne suis pas parfaitement dans l'axe du vent à l'atterrissage

Le parapente tolère bien de se poser en travers du vent. Dans la mesure où le vent n'est pas fort



ATTERRISSAGE : L'ARRONDI

À partir d'une vitesse élevée et constante, obtenue au cours de la finale, le geste de freinage de l'arrondi débute vers deux mètres au-dessus du sol. C'est un geste progressif qui tient compte instantanément de l'effet qu'il produit sur la trajectoire. Ce geste ne peut que descendre, ralentir sa descente ou être interrompu. En aucun cas les mains ne peuvent remonter sous peine de générer un mouvement pendulaire (cf. schéma page 101).

PILOTAGE PARAPENTE

et que la trajectoire de la finale n'excède pas plus de 45° de part et d'autre de l'axe du vent le freinage peut être symétrique, sans conséquence sur l'équilibre du pilote au contact du sol.

Cette tolérance favorise la négligence des pilotes. Certains n'optimisent pas la construction de leur approche qui doit les conduire à se poser parfaitement face au vent. Les pilotes qui systématisent en toutes circonstances le posé dans l'axe du vent sont protégés par la rigueur de leur entraînement lorsque l'aérogologie se durcit à l'atterrissage. Lorsque le vent dépasse les 45° de travers, il est toujours possible de piloter l'arrondi en abaissant progressivement la commande « au vent » plus vite que l'autre et en se tenant prêt à courir quelques pas.

Je dois me poser en parapente dans un terrain en pente :

Contrepente : poser à contrepente en parapente est à éviter absolument. Seuls les cas de pente très faibles sont tolérables en pratiquant un freinage plus précoce afin de favoriser le contact du sol dans une phase de parachutage.

Travers pente : c'est une pratique courante que

de se poser en travers de la pente en parapente.

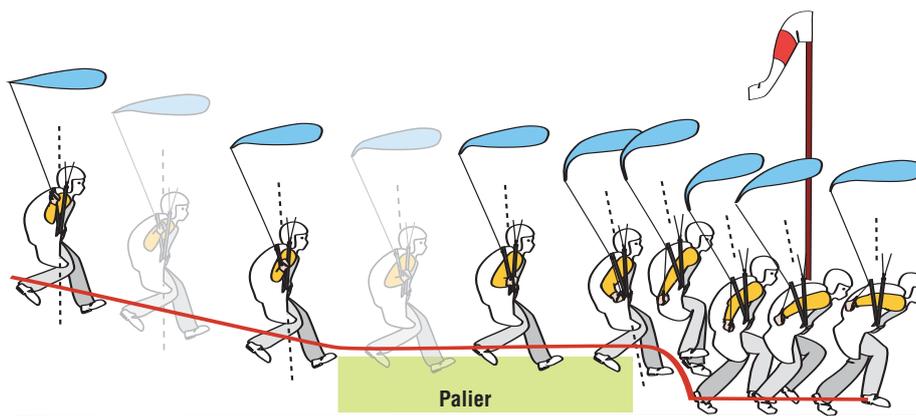
Il faut néanmoins une observation précise du vent pour s'y engager sans mauvaise surprise.

● Le vent remonte la pente : on se pose alors vent de côté en pilotant le freinage pour faire pivoter l'aile vers le vent dans l'arrondi et en se préparant à faire quelques pas pour amortir un reliquat de vitesse horizontale.

Il est très fréquent que le vent ait une tendance diagonale « à remonter » la pente. Il est alors impératif de l'identifier pour se poser dans la composante très favorable « face au vent ». À l'opposé, la composante « arrière », à éviter, est immédiatement sanctionnée par un atterrissage dur et nécessitant pour le moins de bien courir en ayant préalablement évité la moindre composante de « contrepente ».

● Le vent descend la pente : c'est une configuration à éviter même si l'espace sur lequel vous prévoyez de toucher le sol est plat. En effet la composante « descendante » de la masse d'air est une vitesse verticale que vous ne pouvez compenser qu'en faisant une ressource (délicat et aléatoire).

L'arrondi et le contact avec le sol



Aile débridée à vitesse constante le sol se rapproche avec régularité. Les épaules en avant, le pilote prédispose une jambe à faire un pas. Le freinage débute vers 2 m/sol. L'abaissement des mains est progressif.

Si le sol cesse de se rapprocher le pilote interrompt son geste afin d'éviter une ressource. C'est le palier. Cette étape n'existe pas toujours. Le pilote doit alors avoir achevé son freinage lorsque les pieds sont autour de 50 cm/sol.

Pour assurer l'équilibre de la réception au sol, le freinage se fait vers le bas mais aussi vers l'arrière. Le buste en avant permet de trouver un autre point d'appui sur la ventrale.

Que faut-il savoir pour se poser par vent fort en parapente ?

- Être le plus possible face au vent.
- Plus le vent est fort moins le freinage à besoin d'être complet (sauf gradient radical au dernier moment). Dans l'extrême il n'est pas rare d'observer des atterrissages où le pilote touche le sol en douceur sans aucun freinage.
- Dès que le pilote allège l'aile, à l'instant où il touche le sol, il doit relever ses mains et reculer pour éviter le déséquilibre arrière que lui produit son aile tirée par le vent. En se retournant et en courant vers elle, il gère son affalement en avalant ses freins ou en la décrochant aux élévateurs D par exemple. À aucun moment de l'opération le corps du pilote ne doit charger l'aile sous peine de s'affronter aux forces multipliées (au carré de V) de son aile.

UNE ASSISTANCE PAR VENT FORT À L'ATTERRISSAGE

Délicat à faire, mais redoutablement efficace, la méthode consiste à céder les commandes à un assistant au sol à l'instant du contact avec le sol. Celui-ci recule alors vivement de plusieurs mètres, faisant brutalement décrocher l'aile. Celle-ci s'effondre au sol sans avoir le temps de générer le moindre déséquilibre au pilote. Complicité indispensable, à établir préalablement...

X. Les incidents de vol

Cette partie liste et définit les nombreux termes associés aux incidents de vols.

Il donne aussi des indications quant aux solutions pour les résoudre.

L'ensemble des cas développés pose le problème de la hauteur dont dispose le pilote pour agir. Si la gravité de l'incident est estimée insoluble par le pilote au regard de la proximité du sol son seul choix est d'utiliser son parachute de secours. Néanmoins il faut de la vitesse pour rendre cette solution efficace à moins de 100 mètres du sol.

A) L'autorotation

En parapente l'autorotation est décrite comme une centrifugation du pilote autour de son aile. Cela est rendu possible lors d'une grosse fermeture ou à la suite d'une cascade d'incidents lais-

IMPORTANT

MILIEU AMÉNAGÉ

Divers stages en milieu aménagé (au-dessus d'un plan d'eau avec assistance bateau, gilet de sauvetage, radios étanches...) permettent aux pilotes de bon niveau, soucieux d'améliorer leur pilotage ou de s'armer contre les incidents de vols, de suivre des démarches pédagogiques spécifiques qui respectent leur sécurité. Toute initiative individuelle hors milieu aménagé est dangereuse.

sant le parapente déséquilibré par une grosse fermeture asymétrique. La petite portion de l'aile restée ouverte, retenue par la large section fermée qui génère une forte traînée, plonge alors sur l'horizon et pique vers le sol. L'aile tourne très vite autour du pilote qu'elle centrifuge.

Pour résoudre cet incident, le pilote tempère au plus tôt la rotation en appliquant une charge progressivement de plus en plus élevée sur la commande extérieure. Cela a pour effet de rouvrir le profil et d'immédiatement ralentir la rotation.

Il faut noter que le poids du pilote ayant basculé à l'intérieur de la rotation, ce dernier peut s'aider des élévateurs extérieurs et de son avant-bras qui pèse sur la commande pour hisser son poids et l'associer au contre de la commande. En moins d'un tour, la seule action de la commande doit permettre de ralentir la rotation et d'avancer la réouverture de l'aile. Si, à l'issue du deuxième tour de rotation l'aile accélère encore, l'ouverture du parachute s'impose. Une « cravate » (panneau de tissu coincé dans les suspentes) bloque probablement la réouverture de l'aile et le retour au vol normal.

B) Le surcontre

Le surcontre est une action de contre exagérée du pilote. On définit ici le surcontre lors d'une fermeture asymétrique qui engage l'aile sur un départ d'autorotation. Le pilote agit dans l'optique de conserver son cap. Il tire exagérément sur la commande de la trop petite portion de son aile restée ouverte et celle-ci décroche. C'est ici la porte ouverte à ce qui est défini plus loin comme une cascade d'incidents.

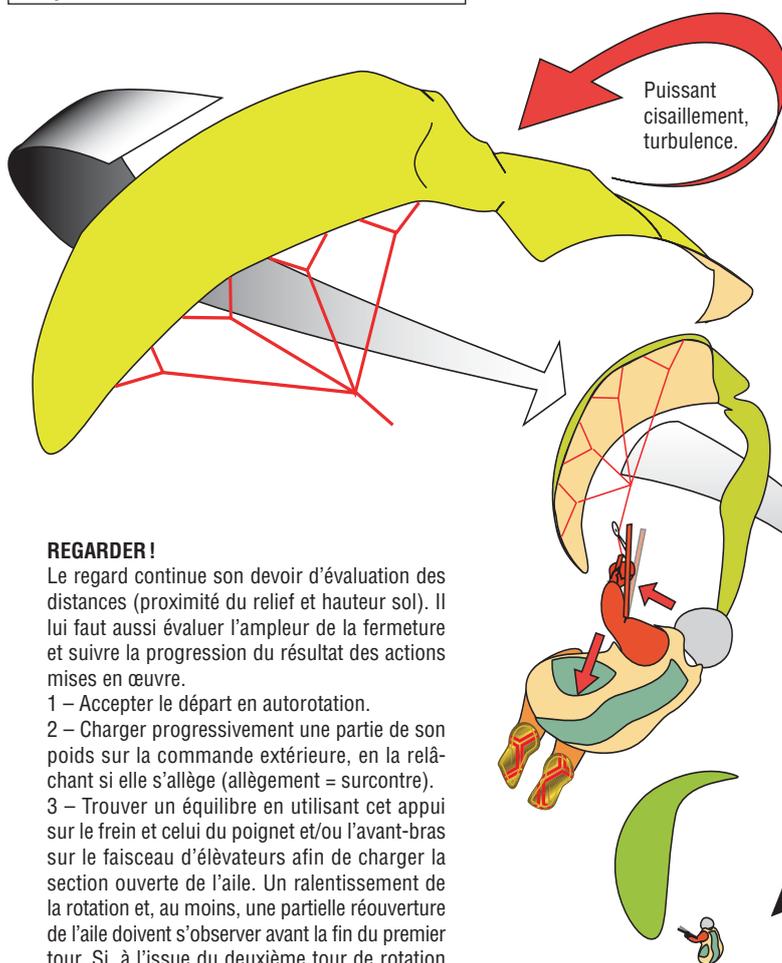
PILOTAGE PARAPENTE

IMPORTANT

AUTOROTATION : MISE EN GARDE

Le premier risque de l'autorotation est de réagir vivement en enfonçant la commande dans un « sur contre » avant que l'aile ne soit entrée dans l'autorotation. Une fois dans l'autorotation, le second risque est de ne pas évaluer à quel point la commande extérieure peut devenir dure et de ne pas oser y prendre appui pour y transporter progressivement une partie de son poids. L'abaissement de la commande existe en corrélation et en proportion de la réouverture d'une portion de l'envergure. Au-delà d'une certaine proportion d'envergure récupérée, l'aile se réouvre d'un coup, installée en « 360° engagé » dont il suffit de gérer la sortie. Ce second point est aussi valable pour la sortie d'une spirale « engagée » ou « face au sol ».

Départ en autorotation : éviter le surcontre



REGARDER !

Le regard continue son devoir d'évaluation des distances (proximité du relief et hauteur sol). Il lui faut aussi évaluer l'ampleur de la fermeture et suivre la progression du résultat des actions mises en œuvre.

- 1 – Accepter le départ en autorotation.
- 2 – Charger progressivement une partie de son poids sur la commande extérieure, en la relâchant si elle s'allège (allègement = surcontre).
- 3 – Trouver un équilibre en utilisant cet appui sur le frein et celui du poignet et/ou l'avant-bras sur le faisceau d'élevateurs afin de charger la section ouverte de l'aile. Un ralentissement de la rotation et, au moins, une partielle réouverture de l'aile doivent s'observer avant la fin du premier tour. Si, à l'issue du deuxième tour de rotation l'aile accélère encore, l'ouverture du parachute s'impose. Le « 360° engagé » précède le retour au vol normal.

EN SAVOIR PLUS

Les vitesses verticales et de rotation sont d'autant plus élevées qu'elles s'appliquent à une seule petite surface du profil restée ouverte. Les forces aérodynamiques sont proportionnelles au carré de la vitesse. Pour produire une RFA propre à équilibrer la charge (le PTV) au cours de la rotation, la petite portion de l'aile restée ouverte doit voler plus vite (vitesse de centrifugation et de rotation élevée).

Le surcontre peut facilement être évité avec une lucide analyse de l'ampleur de la fermeture. Si celle-ci dépasse les 50 % de l'envergure, le pilote doit accepter que l'aile puisse s'engager dans l'autorotation ; dans un premier temps, il la tempère, puis prend appui sur sa commande extérieure et en ressent son durcissement dû à l'augmentation de la vitesse. La suite se gère comme décrit dans le paragraphe sur l'autorotation. Si le pilote tire sans discernement sur sa commande, son allègement soudain est significatif du surcontre et du décrochage de la portion de l'aile concernée.

Le surcontre peut facilement être évité en ayant la lucidité d'une analyse qui diagnostique l'ampleur de la fermeture. Le pilote doit alors accepter que l'aile s'engage dans l'autorotation. Il se contente, dans un premier temps, de la tempérer en prenant appui sur sa commande extérieure pour en ressentir son durcissement dû à l'augmentation de la vitesse. Il en ressort en transportant progressivement son poids sur cette commande comme cela est décrit dans le paragraphe précédent. Pour éviter le surcontre, il suffit de prendre un peu de

temps pour progressivement charger la demi-aile extérieure. La commande ne doit pas être directement enfoncée mais progressivement chargée au fil de son durcissement qui devient considérable sous l'effet de la vitesse.

C) Le twist

Le twist naît généralement du décrochage d'une seule demi-aile, soit d'une vrille, d'un sur-contre ou d'un sur-pilotage. C'est une rotation de l'aile sur son axe de lacet plus rapide que la rotation du pilote. Le twist peut aussi être le produit de la rotation du pilote sur l'axe de lacet. C'est le cas lorsque la trajectoire d'un pilote heurte latéralement un obstacle sans y rester accroché.

Les élévateurs se twistent (se torsadent) bloquant momentanément l'utilisation des commandes. Bien que twistée, l'aile volant normalement, le pilote ne doit pas hésiter à abandonner ses commandes pour se saisir de ses drisses de freins au-dessus du twist et contrôler ainsi sa trajectoire. Une fois sur un cap qui l'éloigne de tout obstacle, il peut alors prendre le temps de dé-torsader les twists. Il favorise la rotation inverse en tentant d'écarter les 2 faisceaux d'élévateurs et de suspentes au-dessus du twist.

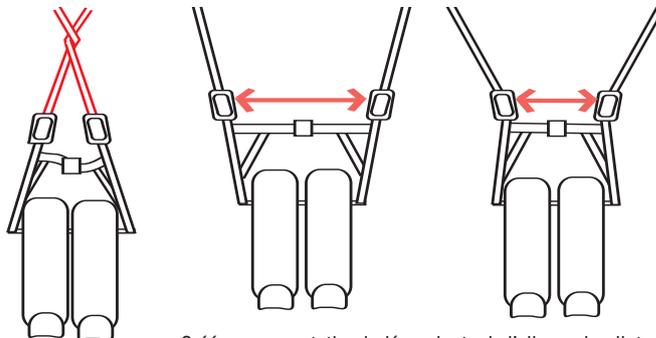
POUR ÉVITER LE SURCONTRE ET SORTIR DE L'AUTOROTATION

- Évaluation visuelle ;
- Ne pas vouloir contraindre l'aile à rester sur son cap ;
- Accepter d'entrer dans l'autorotation ;
- Tempérer l'autorotation en prenant appui sur la commande extérieure à la rotation ;
- Charger progressivement la commande de son poids jusqu'à la réouverture de l'aile et la diminution de la vitesse de vol et de rotation ;
- Gérer le retour au vol droit en évitant une trop grosse ressource.

À NOTER

En cas de fermeture, les voiles d'entrée de gamme sont conçues pour que le retour au vol normal se fasse à la condition d'abandonner toute idée de pilotage et de totalement débrider l'aile. Toutefois si le retour au vol normal tarde, l'ouverture du « parachute de secours » doit d'envisager.

Le twist



Créé par une rotation indépendante de l'aile ou du pilote, le twist est favorisé par le réglage serré de la sangle ventrale.

PILOTAGE PARAPENTE

LE TWIST ET LE RÉGLAGE DE LA SELLETTE

Plus la sangle ventrale est serrée, plus la distance qui sépare les points d'accrochage des faisceaux d'élévateurs se rapproche et favorise la possibilité du twist.

De même le vol couché, par le ballant du buste et des jambes de part et d'autre du point d'accrochage, le favorise.

Si le vol est fortement déséquilibré par une fermeture, il n'est pas envisageable de s'occuper des twists. Nous sommes peut-être là dans un cas d'ouverture du parachute de secours, les commandes n'étant plus utilisables.



A moins de posséder une très grande hauteur/sol pour tenter de se dé-twister ce pilote n'a plus d'autre ressource que d'ouvrir son secours.

D) Terminologie : distinction entre « sur pilotage » et « sur contre »

Le « sur pilotage » et le « sur contre » sont toutes deux des actions de pilotage excessives. On peut néanmoins distinguer ces deux notions.

Tiré de la notion de « contre » propre à contenir l'aile sur sa trajectoire, le sur-contre intervient sur un départ d'autorotation. Vouloir maintenir son cap dans un tel cas est impossible sans produire le décrochage de la portion d'aile restée ouverte ; c'est le surcontre. Il ne faut pas en arriver là. Pour éviter le surcontre, on tempère le contre en acceptant le départ en rotation.

Le sur pilotage concerne plus les cascades d'incidents où, l'aile s'enfonçant, sa trajectoire se rapproche d'une verticale et augmente dangereusement son angle d'incidence. Ainsi devient-elle extrêmement sensible et la moindre action sur les freins peut alors la faire basculer dans le décrochage. Dans le cas du sur pilotage, le décrochage

peut tout autant concerner une demi-aile que l'aile dans sa totalité. Les ailes de début et moyenne gamme sont faites pour sortir de ces situations si l'on veille à les débrider totalement (même un centimètre de traction peut faire basculer l'aile en décrochage).

E) Les cascades d'incidents

Phases parachutales, succession d'abattées et de décrochages, enchaînement par un tour de vrille, abattée dissymétrique puis volée de twists, voilà l'exemple d'une cascade d'incidents.

Quelle que soit son origine, la cascade d'incidents a la particularité de réduire la vitesse horizontale à la faveur d'une trajectoire plus verticale. L'angle d'incidence étant élevé, l'aile devient extrêmement sensible à la moindre action sur les freins qui la fait décrocher. Les cascades d'incidents sont souvent entretenues par du « sur-pilotage ». Le pilote manquant d'expérience s'enferme à vouloir contrer les mouvements de son aile produisant à chaque fois le décrochage soit partiel (vrille) soit total de son profil. Après une succession d'incidents, si une abattée survient on peut conseiller de la laisser faire en débridant totalement l'aile quitte à obtenir une fermeture frontale. Même alors, ne pas intervenir tant qu'une spirale engagée ou une autorotation n'apparaisse. Si l'une d'elles se déclare sans que le pilote ne soit twisté ni l'aile cravatée la situation est plutôt facile à résoudre. Dans les cas de twists ou d'une cravate avérée sur deux tours contrés d'autorotation, il est raisonnable d'envisager l'ouverture du parachute de secours. Si l'enchaînement rapide des incidents laisse le pilote désemparé, la solution d'un décrochage maintenu permet de stopper les mouvements de rotation de l'aile. Le pilote préparé peut alors sortir du décrochage d'une manière classique et éprouvée lors d'entraînement en milieu aménagé (cf. Le décrochage).

CASCADES D'INCIDENTS

Laisser faire et débrider totalement l'aile. Le twist sans retour au vol normal est un cas d'ouverture du secours.

L'arrivée d'une autorotation est la bienvenue si ni twist ni cravate ne sont présents.

F) Le décrochage

L'effondrement soudain de la portance et de la vitesse horizontale caractérise le décrochage.

À l'instant du décrochage, le parapente cesse brutalement d'avancer. Le pilote, sur sa lancée, bascule sur le dos. Sur un décrochage, les commandes, préalablement très dures, s'abaissent soudainement avec facilité. Elles se réduisent immédiatement lorsque le rappel pendulaire ramène le pilote sous l'aile. C'est à ce moment précis que le pilote doit résister à une très forte sollicitation des commandes qui veulent remonter. En maintenant les commandes au plus bas de leur amplitude, l'aile en décrochage complet présente des mouvements désordonnés qui rendent son contrôle imprécis.

La trajectoire est maintenant verticale et le pilote, en remontant doucement et symétriquement ses mains, assiste à la reconstruction de son aile dans l'envergure et la corde. De fait les mouvements se calment, la vitesse verticale diminue (étape de vol arrière possible).

L'aile est toujours sur une trajectoire presque verticale lorsque le relevage progressif et symétrique des mains aboutit au « raccrochage » de l'écoulement. Une abattée violente peut être retenue (réabaissement partiel des mains) à la condition que le pilote enchaîne un rapide et total débridage avant que son aile ne se réaligne à sa verticale. Mais le scénario peut se dérouler plus doucement en interrompant le relevage des mains lorsque l'abattée survient. Celle-ci achevée, le pilote doit avoir totalement débridé son aile au moment où le rappel pendulaire le ramène sous sa verticale.

IMPORTANT

AVERTISSEMENT

La réalisation volontaire d'un décrochage ne peut être conseillée hors du cadre strict de stages en milieu aménagé. On y assure une progression qui prépare et entraîne le pilote à sa réalisation. Sa maîtrise apporte bien peu dans un premier temps à la pratique normale du parapente.

IMPORTANT

SORTIE DE DÉCROCHAGE

Le scénario idéal d'une sortie de décrochage n'est pas toujours obtenu du premier coup. Il est bon de savoir que dans la confusion le plus important est de débrider l'aile dans la phase où elle est devant vous. Ainsi peut-elle être bridée* tant qu'elle descend devant vous dans l'abattée mais dès qu'il est identifié qu'elle ne va pas plus bas ni plus loin l'aile doit être totalement débridée et cela au plus tard avant que le rappel pendulaire n'y réapplique votre poids.

** Brider seulement s'il est nécessaire de stopper l'abattée, mais dans ce cas, freiner l'aile dans toutes les proportions souhaitées, quitte à obtenir un décrochage visible dans l'abattée, l'aile au-devant de vous – on parle de « cintrer » son aile en abattée...*

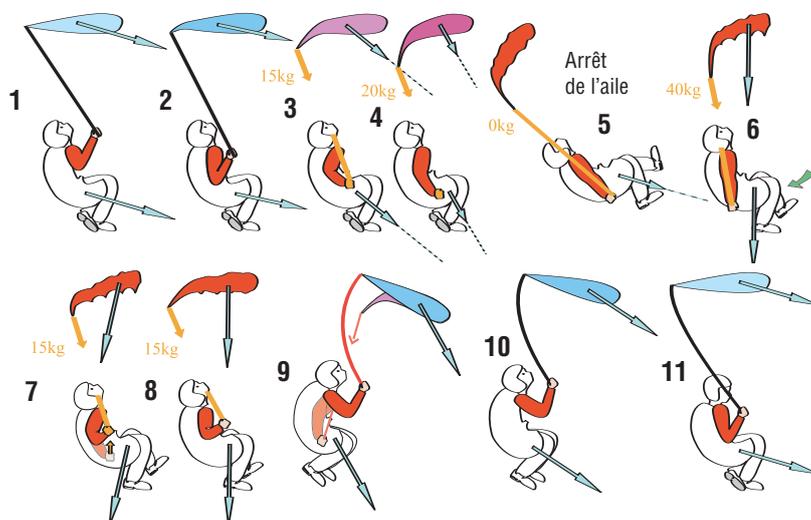
BASCULE DU PILOTE SUR LE DOS ET ABATTÉE

Au moment où le décrochage survient et que le parapente arrête sa progression horizontale, le pilote sur sa lancée se sent tomber sur le dos. Plus ce mouvement laisse l'aile loin derrière le pilote, plus l'abattée qui s'enchaîne va être ample et dangereuse. Le pilote qui ressent une forte bascule en arrière au moment du décrochage n'a pas d'autre choix que de maintenir ses commandes basses et d'y rentrer pour s'y stabiliser. « Décrocher » en prenant le temps de ralentir l'aile très progressivement permet d'obtenir une bascule du pilote sur le dos et une abattée consécutive de moindre amplitude. On peut ainsi sortir du décrochage sans devoir s'y stabiliser avant d'en sortir.



À l'instant du décrochage, l'aile s'arrête.
Le pilote se sent tomber sur le dos.

PILOTAGE PARAPENTE



Séquentiel de décrochage volontaire

- 1 – Le regard est placé sur l'aile. Tour(s) de frein fait au + court pour que, « mains hautes », l'aile ne soit pas déformée.
- 2 – La traction se fait en verrouillant les coudes proches du corps (gainage).
- 3 – Recul du coude. Le poids des commandes augmente.
- 4 – Enfoncement progressif de l'avant-bras.
- 5 – Retenu par l'aile le pilote bascule sur le dos.
- 6 – Le rappel pendulaire ramène le pilote sous son aile. Bras verrouillés vers le bas, il doit ici s'attendre à recevoir le choc d'une partie de son poids dans les bras.

7 – La trajectoire verticale permet, en relevant doucement et symétriquement les mains de stabiliser le décrochage (vol arrière – mains bloquées niveau mousquetons). L'aile s'est reconstruite et reprend sa forme en envergure. 8 – Pour sortir, le pilote poursuit le relevage symétrique des freins. 9 – Le profil raccroche brutalement produisant une abattée que le pilote retient. Il enchaîne le débridage rapide et complet de son aile avant que celle-ci reparte en arrière. 10 – L'aile plonge et reprend de la vitesse. Le pilote doit s'attendre à amortir une ressource modérée. 11 – Le pilote vérifie la présence du vent relatif avant de rebrider son aile.

LE DÉCROCHAGE

Les pilotes en cours d'initiation au pilotage d'un parapente n'ont pas à s'inquiéter outre mesure du décrochage. Les ailes de début et de moyenne gamme utilisées en conditions aérologiques standard ne permettent pas de l'obtenir facilement. Pour la plupart des ailes, le réglage usine plutôt long des commandes, le rend difficile d'accès. De plus un effort important et volontaire à maintenir les commandes abaissées et un temps d'inertie conséquent précèdent sa soudaine apparition. Le premier risque accidentel de décrochage s'observe lors d'une phase de vol trop lente en conditions aérologiques turbulentes.

Le vol arrière

Une fois l'aile décrochée, les mains au plus bas, la trajectoire est maintenant verticale et le pilote peut rechercher la phase de « vol arrière » beaucoup plus stable. Il relève progressivement et symétriquement ses mains et c'est en les verrouillant aux abords des mousquetons, vers la base des élévateurs, que l'aile, reconstruite dans son envergure, présente la configuration du vol arrière. La forme fortement bridée du bord de fuite se transforme en bord d'attaque et l'aile « vole » à reculons; le taux de chute est plus faible. Cette phase est transitoirement recherchée pour une sortie de décrochage « confortable ».

À NOTER

DÉCROCHAGE DYNAMIQUE

A titre d'exercice, le décrochage peut être recherché à vitesse élevée. Dans ce cas on parle de décrochage dynamique. Il survient alors dans une forte ressource qui accroît la bascule du pilote sur le dos. L'abattée qui suit est contrôlée par un progressif relevage des mains laissant l'aile totalement débridée à l'extrême de l'abattée. Cette manière de produire le décrochage s'enchaîne d'une sortie immédiate et confortable. Elle évite la phase délicate du décrochage installé et de sa sortie non moins délicate.

Le fumigène témoigne du « vol arrière ». Une configuration fragile mais néanmoins plus stable que le décrochage complet de l'aile



G) La vrille

La vrille est le décrochage d'une seule demi-aile. Le mouvement de rotation qui en découle s'organise sommairement autour de l'axe de lacets. En sortant ainsi du domaine de vol, le pilote s'expose à des risques de twists et à ceux d'une sortie hasardeuse sans un travail technique rigoureux au préalable. Ainsi, tout comme le décrochage, la pédagogie s'intéresse surtout aux moyens de l'éviter.

1) La vrille accidentelle

Cet incident de vol survient à partir d'un vol lent. Dans ces conditions, son apparition soudaine peut être déclenchée :

- Soit par le passage d'une turbulence qui affecte une seule demi-aile et a pour effet d'en augmenter encore plus l'incidence
- Soit par le déclenchement d'un virage sans que le pilote ait préalablement repris de la vitesse. L'abaissement de sa commande pour initier le virage augmente l'incidence et produit alors le décrochage de l'aile concernée.

Mais on observe aussi des vrilles accidentelles lors d'une manœuvre d'urgence justifiée par l'apparition soudaine d'un obstacle. Un abaissement rapide, exagéré et maintenu, d'une seule commande peut ainsi la produire.

SYMPTÔMES DE L'ARRIVÉE DE LA VRILLE EN COURS DE VIRAGE

- l'aile ne veut pas tourner aussi serré que le souhaite le pilote ;
- peu de bruit et donc de vitesse
- malgré la commande amplement abaissée et dure, l'aile a du mal à tourner ;
- si le pilote regarde son aile il peut observer l'intrados de la demi-aile se friper avant le départ en vrille ;
- commande dure s'allégeant soudainement

2) La vrille en milieu aménagé

Les stages spécifiques proposent des exercices qui permettent d'approcher les symptômes d'arrivée d'une vrille.

La démarche qui vise à produire de la vrille maintenue n'a d'autre intérêt que de se former à la voltige et demande une maîtrise préalable du décrochage.

EXERCICE DE VRILLE OU DE DÉCROCHAGE EN MILIEU AMÉNAGÉ (AU-DESSUS DE L'EAU)

La réalisation de vrilles ou de décrochages se fait à partir du raccourcissement des commandes par un « tour de frein ». Il est impératif que les commandes en tension dans leur position haute, n'amorcent aucune déformation du bord de fuite, source possible de cascades d'incidents.

Cet ajustement est justifié par la nécessité d'obtenir une amplitude maximum d'utilisation des freins avec une ergonomie propre à assumer la forte charge qui y est présente. Sans cette précaution, aucune précision dans le pilotage n'est possible.

Par ailleurs, le travail sur le pilotage en milieu aménagé se fait regard sur l'aile mais néanmoins sans perdre ni la référence de l'horizon ni l'évolution de la hauteur/sol. L'œil apporte son analyse (forme et position spatiale de l'aile) qui permet d'anticiper sur les mouvements. Ainsi le pilote doit toujours savoir où se situe son aile dans l'espace et où il se situe par rapport à elle (mouvements combinés du profil et du pilote).



Ici, le fumigène donne une idée de la trajectoire en rotation du pilote



L'hélicoptère : une figure de voltige en parapente. Une vrille équilibrée à la perfection sur l'axe de lacet. La fumée le prouve !

PILOTAGE PARAPENTE

Les amorces de vrille

On s'approche de la vrille de trois manières différentes en prenant garde de ne pas y. Le regard posé sur l'aile au cours de l'exercice permet de la voir venir. Le creusement de l'intrados de la demi-aile en passe de décrocher devient visible avant que ne débute la vrille elle-même. Ce symptôme qui s'accompagne de l'amollissement soudain de la commande est observable. Il laisse le temps, alors que le mouvement de la vrille débute, de relâcher la commande et de ne subir qu'une abattée dissymétrique bénigne.

Trois amorces de vrille sont explorables et exercent le pilote à sa compréhension :

1. À partir d'une basse vitesse stabilisée, mains généralement au niveau des hanches, le pilote synchronise la double action d'un enfoncement complet de la commande du côté où la vrille va s'amorcer et le relâchement total de la commande du côté opposé.

Simultanément, l'aile intérieure s'arrête, affiche les plis significatifs du décrochage et la commande s'allège alors que du côté débridé l'aile accélère en amorçant une rotation. Le pilote remonte vivement sa main (sans attendre que la commande ne redevienne dure) et ressent le décalage dans l'acquisition de vitesse de chacune de ses deux demi-ailes. L'abattée suit le mouvement de la demi-aile extérieure et familiarise le pilote à une récupération dissymétrique de la vitesse, soit en rotation, avant de retrouver le vol droit avec une légère ressource. En effet une amorce de twist, que le pilote a pu ressentir, souligne que l'aile débute une rotation plus rapidement que le pilote qui suit légèrement décalé l'amorce de la vrille.

2. Initiée, comme pour le 1, à basse vitesse, le pilote agit de la même manière du côté intérieur pour amorcer la vrille. La différence se situe sur la demi-aile extérieure qui est maintenue lente, le pilote ne remontant pas sa main.

Le même résultat que précédemment s'observe avec un départ en rotation parfois inexistant. Un enfoncement quasi-symétrique de l'aile est la

preuve d'un décrochage complet. Quoi qu'il en soit, si un départ en rotation s'amorce, il est moins vif qu'en « 1. ». Dès l'instant de l'enfoncement de l'aile ou du début de sa rotation les deux mains remontent vivement et en même temps. L'abattée est plus symétrique qu'en « 1. ».

3. À vitesse maximum, le pilote enfonce une commande rapidement au plus bas de son amplitude. La commande extérieure reste totalement débridée.

Du fait d'une vitesse élevée et d'un temps d'inertie plus important le geste d'abaissement de la commande se doit d'être radical et complet sous peine de ne pas obtenir la vrille à la faveur d'un changement de cap brutal de l'aile. Si la vrille arrive son amorce est vive et impose un relâchement enchaîné de la commande pour ne pas y entrer. L'abattée dissymétrique est marquée par un mouvement de balancier oblique du pilote caractéristique de l'amorce d'un twist.

H) La cravate

La cravate obtenue en vol est un incident né d'une abattée « en attaque oblique » qui a pour effet de bloquer une partie du profil dans les suspentes. Les origines recensées de cette attaque oblique de l'aile sont :

- 1) wing overs mal réalisés (c'est le plus fréquent!);
- 2) sortie de vrille non contrôlée;
- 3) profil confronté à une turbulence d'une extrême violence;



La cravate : dans quelques cas rares de fermeture, la détente d'une partie du suspentage permet qu'une partie de la voile s'y verrouille.

4) toutes manœuvres de voltige dont la dynamique inachevée s'achève par la détente du cône de suspentage.

Lorsque le poids du pilote s'applique à une aile amputée d'une partie de l'envergure, elle amorce alors un départ en autorotation du côté fermé. Le pilote « contre » en pesant progressivement sur sa commande extérieure. Selon la proportion d'envergure restant fermée et la surface de tissu exposé au vent relatif, le parapente peut réagir de différentes manières laissant des temps et des possibilités d'intervention très variables.

1) Un contre qui permet le retour au vol en ligne droite

Si le contre du pilote permet d'obtenir un retour au vol droit il peut néanmoins se profiler deux cas de figures :

1. Si une action du frein opposé à la cravate permet non seulement le vol en ligne droite mais la possibilité d'infléchir la trajectoire du côté freiné.

La manœuvrabilité permet d'envisager de rejoindre un secteur posable dans ces conditions. Néanmoins si le pilote possède l'espace et la hauteur pour agir, il peut tenter diverses manœuvres pour se débarrasser de sa cravate :

a. Une action ample et sitôt relâchée du frein côté cravaté peut forcer la réouverture de l'aile. Ce faisant, le pilote abandonne la traction de la commande qui maintient son cap. Il accepte que l'aile s'engage dans la rotation due à la cravate pendant son action sur la commande. Ceci doit être fait pour éloigner l'aile du risque de décrochage total. Ce risque est bien présent dans cette manœuvre. Elle doit être réitérée autant de fois que nécessaire si une progression de la réouverture est observée entre deux tentatives ;
 b. Si la première manœuvre ne fonctionne pas, le pilote peut tenter une autre procédure. Il abandonne sa commande du côté cravaté et sélectionne la suspente du stabilo (extrémité latérale de l'aile) qu'il tire à lui amplement (pas moins de 50 cm, voir plus de 1 m).

Une autre possibilité parfois efficace passe par la sélection de la ou des suspentes identifiées

comme entravant la réouverture de l'aile et la (les) tirer par à-coups amples et brefs.

2. Si la cravate contrée, l'aile en vol droit est à l'extrême limite du décrochage, elle ne peut accepter la moindre traction supplémentaire de commande sans le risquer. La manœuvrabilité est réduite à la réalisation du virage unique du côté cravaté.

a. Le pilote peut envisager la solution de se poser sous ses pieds en contrôlant la rotation du côté cravaté. Il doit savoir qu'il est particulièrement vulnérable à la moindre turbulence ou gradient susceptible de le faire décrocher. La nature du sol et des obstacles à ses abords peut infléchir sa décision. Un tapis d'arbres feuillus est dans ce cas une bonne nouvelle (des sapins ou des cocotiers une moins bonne...).

b. S'il envisage une action du type a) ou b) du paragraphe précédent il sait qu'il risque le décrochage, chose envisageable avec de la hauteur et de l'expérience

2) Cravate et autorotation

Ici, peu de temps au pilote pour prendre ses décisions. En contrant l'autorotation et en ayant l'habileté de ne pas produire de « sur contre », il lui faut immédiatement diagnostiquer si l'aile tend à réduire sa vitesse de rotation à l'issu du premier tour.

1. Si cela est le cas, soit la cravate est partie soit elle s'est réduite sous l'effet du contre et de la vitesse acquise dans l'autorotation. Le pilote retrouve le vol droit. Si une cravate est toujours présente, il se trouve dans l'un des cas des paragraphes précédents.

2. Si cela n'est pas le cas et que le pilote maîtrise le décrochage il peut enfoncer symétriquement ses commandes pour le produire. Il doit prendre cette décision en connaissance de la hauteur dont il dispose et de la difficulté supplémentaire qu'il peut rencontrer pendant sa sortie si la manœuvre n'élimine pas la cravate. Il peut aussi prendre la décision, dès l'amorce du deuxième tour, de lancer son parachute de secours. Il profite ainsi de son ouverture rapide et efficace due à la grande vitesse présente dans l'autorotation.

PILOTAGE PARAPENTE

I) Le parachutage

À la recherche d'une très basse vitesse, préalablement au décrochage, certaines ailes présentent une configuration, hors du domaine de vol, que l'on nomme « parachutage ». Cette situation d'équilibre précaire se caractérise par l'enfoncement de l'aile. Les ailes saines sortent du parachutage par le seul relevage des commandes. On parle de « phase parachutale » car cette configuration est normalement difficile à entretenir. Elle correspond à un angle d'incidence précis. « Un rien » peut faire basculer l'aile en décrochage, ou tout autant, permettre de raccrocher le vol normal avec une abattée.

1) Le parachutage accidentel

Il existe des situations de parachutage accidentel qu'il est bon de connaître.

a) Vol lent en turbulence et parachutage

Tout comme pour le risque intempêtif de décrochage lors de vol lent en conditions turbulentes, il est possible d'obtenir une phase parachutale temporaire. C'est ici une erreur de pilotage qui remet en question le pilote sur sa manière de voler en conditions thermiques et/ou turbulentes.

b) Oreilles et parachutage

« Faire les oreilles » a pour effet d'augmenter l'angle d'incidence. Une aile en bon état ne présente pas de risque de parachutage pendant une phase de vol aux oreilles. Il est néanmoins conseillé de toujours rester prudent dans la phase de réouverture des oreilles. Par l'action sur les freins, l'angle d'incidence est ponctuellement augmenté. Le risque de parachutage doit rester présent dans l'esprit des pilotes qui, à cette occasion, se tiendront prêts à une action sur l'accélérateur en cas de besoin.

PHASE PARACHUTALE ET PARACHUTE DE SECOURS

L'emploi du parachute de secours est très aléatoire dans ce cas. L'aile n'a que très peu de vitesse pour en favoriser l'ouverture. Si le pilote le jette malgré tout, le paquet tombe sous ses pieds. Lorsqu'il finit par se déployer, il peut croiser le pilote sur sa trajectoire et il y a le risque de s'y emmêler... À faire après avoir tout essayé et avant de se retrouver trop bas.



Parachutage volontaire, à la recherche d'un équilibre pour débuter « un hélicoptère ». On peut noter les plis du tissu de l'extrados.

c) Ailes décalées et/ou tissus déformés et parachutage

La modification du calage d'une aile ou encore, sur certains modèles et profils usés, les déformations du tissu peuvent favoriser le parachutage. Dans ces cas les phases parachutales sont souvent irréversibles... Seules les révisions des ailes peuvent sûrement tenir les pilotes à l'écart de ce risque.

d) Vol avec une voile mouillée et parachutage

Un parapente mouillé, alourdi par la pluie, équivaut à une modification de sa géométrie. Il vole alors sur une trajectoire plus pentue. Son angle d'incidence en est ainsi augmenté. Les ailes en bon état supportent momentanément de voler mouillées mais il ne faut pas les ralentir. Il est fortement déconseillé de voler sous la pluie. Un profil mouillé est un facteur aggravant du parachutage.

2) Sortir du parachutage

Si le relevage complet des commandes s'avère inefficace pour retrouver le vol normal quelques solutions sont à la disposition des pilotes pour sortir du parachutage.

- L'utilisation de l'accélérateur, que le pilote averti est en permanence en mesure d'actionner, est une solution douce et efficace pour sortir d'une phase parachutale avérée.
- Une traction des élévateurs A et A/B n'excédant pas 15 cm peut favoriser le retour au vol.

IMPORTANT
PHASE PARACHUTALE

La moindre action sur les freins peut entretenir la phase parachutale ou même faire basculer l'aile en décrochage.

– Plus radical mais efficace, un enfoncement bref et immédiatement relâché des commandes met l'aile en décrochage et l'incite à abattre. L'abattée qui s'enchaîne est tempérée par le fait que l'aile ne possède que peu de vitesse horizontale dans la phase parachutale. Surtout ne pas chercher à contrer cette abattée qui permet à l'aile de raccrocher le vol.

3) Le parachutage à basse altitude

En cas de phase parachutale, si la distance qui sépare le pilote du sol est inférieure à une vingtaine de mètres on ne peut que conseiller de ne plus intervenir sur l'aile pour en sortir. On garde alors les mains hautes pour ne pas risquer de décrocher son parapente. On se met debout dans sa sellette pour se préparer à un contact dur avec le sol. La réception est d'autant plus acceptable avec la pratique d'un « roulé boulé ». Les protections dorsales peuvent se montrer efficaces dans ce cas.

J) Le « 360° engagé », l'instabilité spirale et le « 360° face au sol »
1) Le 360° engagé

Le 360° engagé a le propre de s'accélérer avant de se stabiliser à une inclinaison de l'aile maximum et une vitesse très élevée. Cette haute vitesse et l'énorme centrifugation du pilote (2 à 3G permanents) sont caractéristiques de cette configuration néanmoins classique. Elle permet d'obtenir un taux de chute important. C'est utile quand le pilote veut perdre rapidement de l'altitude ou nécessaire pour obtenir la vitesse de réalisation de certaines figures de voltige. Pour se familiariser avec la spirale engagée, on est en milieu aménagé, au-dessus de l'eau. Cette précaution est raisonnable, d'une part car les contraintes sur le pilote peuvent lui faire perdre ses moyens (voile noir, perte des repères d'horizon...), et d'autre part, du fait d'une poten-

tielle et dangereuse instabilité spirale qui affecte la généralité des ailes. Ainsi, l'acquisition d'une vitesse de rotation très élevée en parapente amène parfois une figure nommée spirale « face au sol ».

2) Le 360° face au sol

Le 360° face au sol est la suite normale du 360° engagé. Il s'agit d'une bascule du profil qui oriente son bord d'attaque vers le sol, l'aile volant en spirale « vers le bas ». Dans ce cas la vitesse verticale déjà élevée (de l'ordre de 8 à 10 m/s) peut encore augmenter et le propre de cette configuration est d'y rester si le pilote n'intervient pas pour en sortir.

3) L'instabilité spirale et le 360° face au sol

Définie dans le chapitre sur le virage, cette instabilité spirale est une caractéristique qui peut devenir dangereuse lorsque de jeunes pilotes s'y font surprendre. Elle peut apparaître dès la fin du

SORTIR DE LA « SPIRALE FACE AU SOL »

Les pilotes non préparés victimes de la spirale face au sol sont souvent désorientés.

Ils ne peuvent discerner quelle est la commande extérieure à la rotation qui doit être normalement chargée pour sortir de cette situation.

Par ailleurs, le durcissement des commandes est extrême. Il est en rapport avec une vitesse de vol très élevée.

Aussi l'idée de **transporter son poids** fermement sur les deux commandes est-elle plus accessible dans ces instants de troubles. Après une augmentation du facteur de charge momentanée (pouvant dépasser 4G !) la décélération de la vitesse est observée. Il faut ensuite procéder comme pour une sortie de 360° classique. Le pilote réengage la commande intérieure en débridant l'extérieure afin de maintenir l'aile inclinée et ainsi consommer l'excédent de sa vitesse dans la rotation. Le parapente revient alors progressivement et naturellement au vol droit en même temps qu'il retrouve une assiette « à plat ».

SPIRALE « FACE AU SOL » : AMORCER LA SORTIE

Pour les pilotes de sang froid, une technique particulière qui « marche bien » consiste à produire un abaissement vif et assez ample mais non maintenu sur la commande extérieure. L'inclinaison du bord d'attaque change et en conséquence la vitesse verticale diminue à la faveur momentanée du facteur de charge qui augmente. L'aile est revenue à une rotation engagée classique et amorce une ressource.

PILOTAGE PARAPENTE

premier tour de rotation si le pilote l'engage avec détermination faisant basculer son bord d'attaque vers le sol. Elle n'est donc pas uniquement la suite du 360° engagé qui débouche dans son extrême sur la spirale face au sol.

4) Sortir du 360° engagé ou de la spirale face au sol

Sous l'effet de la vitesse, le fort durcissement des commandes peut surprendre le pilote. Un freinage symétrique, ferme et déterminé, jusqu'à détecter l'affaiblissement de la vitesse est une solution éprouvée. La diminution de la vitesse est la preuve de l'imminence d'une ressource importante au regard d'une vitesse de vol encore très élevée. Le risque est ici de se laisser aller dans cette grosse ressource (cf. paragraphe suivant). Il s'agit donc de dissoudre l'excédent d'énergie dans une rotation maintenue sur au moins 360° avant de revenir au vol en ligne droite. C'est pourquoi, dès que la diminution de la vitesse est diagnostiquée, le pilote se doit de réengager rapidement sa commande intérieure pour maintenir son inclinaison. L'inclinaison de l'aile diminue, en rapport avec l'affaiblissement de la vitesse, jusqu'au retour au vol droit ce, sans aucun gain d'altitude si le pilote en a l'habileté. On pourrait parler d'une ressource diluée ou amortie dans l'énergie nécessaire au virage (la vitesse nécessaire à un virage est proportionnelle à son inclinaison cf. « mécanique de vol du virage » et « sortir du virage » dans le chapitre « Pilotage parapente »...)

faiblissement de la vitesse, jusqu'au retour au vol droit ce, sans aucun gain d'altitude si le pilote en a l'habileté. On pourrait parler d'une ressource diluée ou amortie dans l'énergie nécessaire au virage (la vitesse nécessaire à un virage est proportionnelle à son inclinaison cf. « mécanique de vol du virage » et « sortir du virage » dans le chapitre « Pilotage parapente »...)

5) Amortir une forte ressource

Dans le cas où le pilote commet l'erreur de sortir trop vite de la spirale, il lui faut faire face à l'amortissement d'une grosse ressource suivie d'une non moins grosse abattée. Au cours de la ressource l'aile doit être débridée. À son sommet, le pilote anticipe un freinage très ample afin de réduire l'amplitude de l'abattée consécutive. Ce freinage est maintenu jusque dans l'abattée qui place l'aile au-devant du pilote. L'abattée ainsi tempérée, le pilote poursuit son contrôle et relève ses mains de manière à ce que l'aile soit totalement débridée lorsque le rappel pendulaire le ramène sous son parapente.



3

CHAPITRE

ATTERRISSAGE : LES APPROCHES



UN BEL ATERRISSAGE EST UN ENCHAÎNEMENT DE SÉQUENCES

1/ Les choix : le terrain, l'endroit et le sens du posé, la zone d'approche et de mise en finale.

2/ L'approche et la mise en finale.

3/ Le posé lui même.

Chaque séquence réussie permet d'aborder la suivante dans de bonnes conditions. Sur le terrain, **un posé raté est bien souvent la conséquence d'une approche médiocre**, qui, même si elle permet au pilote d'être dans le terrain, l'aura stressé. À l'inverse, après une belle approche, le pilote pourra être détendu : il sera alors beaucoup plus simple de faire un beau posé.

Un bel atterrissage ne s'improvise pas, il se construit !

I. Choix de bases

A) Choix du terrain

Le débutant choisira le terrain officiel qu'il aura été repérer avant le vol (obstacles, nature du sol, surprises possibles...).

Voler « en local » du terrain, c'est être sûr de pouvoir rejoindre l'atterrissage. Cela veut dire prendre une marge de sécurité, le double de la hauteur nécessaire semble un minimum pour éviter les surprises (courants descendants, etc.) et avoir le temps de faire une approche. Cette

marge est d'autant plus importante que l'on est bas et que le hors terrain est dangereux.

Le vol de distance impose très souvent un atterrissage improvisé poétiquement appelé « se vacher ».

Le pilote aura à cœur de respecter les autres. S'il n'a pas d'autre choix qu'un terrain cultivé, il essaiera de poser le plus près possible d'un chemin, voire sur un chemin, sans mettre sa sécurité en jeu.

Nombreux sont les pièges, il ne faut pas les voir trop tard.



ATERRISSAGE : LES APPROCHES

Zone 1 :

- Les lignes électriques, téléphoniques, clôtures et fossés peuvent dramatiquement réduire la taille utile de ce que l'on croyait être un beau terrain. Difficiles à voir du ciel, on repère les lignes surtout grâce aux poteaux. On trouvera surtout les lignes en bordure de route, mais aussi, comme ici, pour alimenter une ferme isolée.
- La nature du sol peut être un problème : tapis de cailloux, terrain très mou (labour frais, marécageux), végétation agressive (épineux). Ici la couleur du sol fait penser à du labour...



Zone 2 :

- Le vent intervient énormément dans le choix, **un terrain suffisant en conditions calmes est vite trop petit s'il y a du thermique** ou si le vent tourne. Les obstacles peuvent être très pénalisants pour certaines directions de vent uniquement, soit parce qu'ils sont trop proches de la trajectoire souhaitable, soit par les turbulences qu'ils génèrent à l'endroit du posé. Ici, vu la direction du vent, le pilote sera gêné pendant l'approche par les arbres proches de la colline, et se posera dans les rouleaux des arbres du côté rivière... Avec un vent orienté à 90° (de celui du schéma), il a peu de gêne en approche, peu de rouleaux : le terrain serait utilisable sans la clôture.
- Présence d'animaux dangereux ? : taureau dans un pré, mais aussi troupeau affolé qui court dans tous les sens. Ici, ils pourraient être à l'abri du soleil sous les arbres, c'est souvent le cas !

Zone 3 :

- La pente du terrain : une pente, même assez faible, descendante face au vent peut allonger énormément la distance de posé, voire empêcher de se poser ! Pour se faire une bonne idée de la pente, on regarde le relief environnant. Par exemple : la vallée entre deux reliefs a des chances d'être raisonnablement plate au milieu, puis de continuer par des pentes qui augmentent à l'approche du relief. Ici, certaines parties sont en pente, pour d'autres c'est beaucoup plus délicat à déterminer, dans le doute... à comparer avec le fond de vallée qui, lui, est plat de façon certaine.

Delta : il est souvent intéressant de choisir une contrepente notamment parce que le sens du vent a peu d'importance s'il n'est pas trop fort (voir § posé delta). Sauf terrain de rêve ou contrepente, l'emploi du drag chute est très fortement recommandé.

En parapente, les contrepentes sont inconfortables voire dangereuses. On leur préférera le posé travers pente, même si le vent remonte cette pente (voir § posé parapente).

B) Endroit et sens du posé

Faites parler le bon sens, le meilleur endroit est celui qui donne la meilleure marge de sécurité par rapport aux limites du terrain mais surtout par rapport aux obstacles dangereux. Ainsi, on se posera généralement au centre du terrain, sauf s'il existe un obstacle dangereux en limite de terrain. Dans le cas, par exemple, d'une clôture en entrée de terrain, on pourra choisir de poser aux deux tiers du terrain. On augmente ainsi la marge sur l'obstacle dangereux et on la diminue sur le hors terrain bénin. Le bon pilote pourra se poser où il veut s'il est sûr de sa précision, mais uniquement en conditions faciles, en conditions turbulentes, il choisira les marges maximums. Sur un terrain officiel, la manche à air donne le sens du posé (face au vent bien sûr!), ainsi que le secteur du dernier virage de mise en finale. Hélas, le vent peut parfois tourner de façon aléatoire, heureusement dans ce cas il est normalement plutôt faible. Il est alors indispensable d'observer fréquemment et jusqu'au dernier moment la manche à air et d'envisager différentes approches comme possibles. Par précaution, on

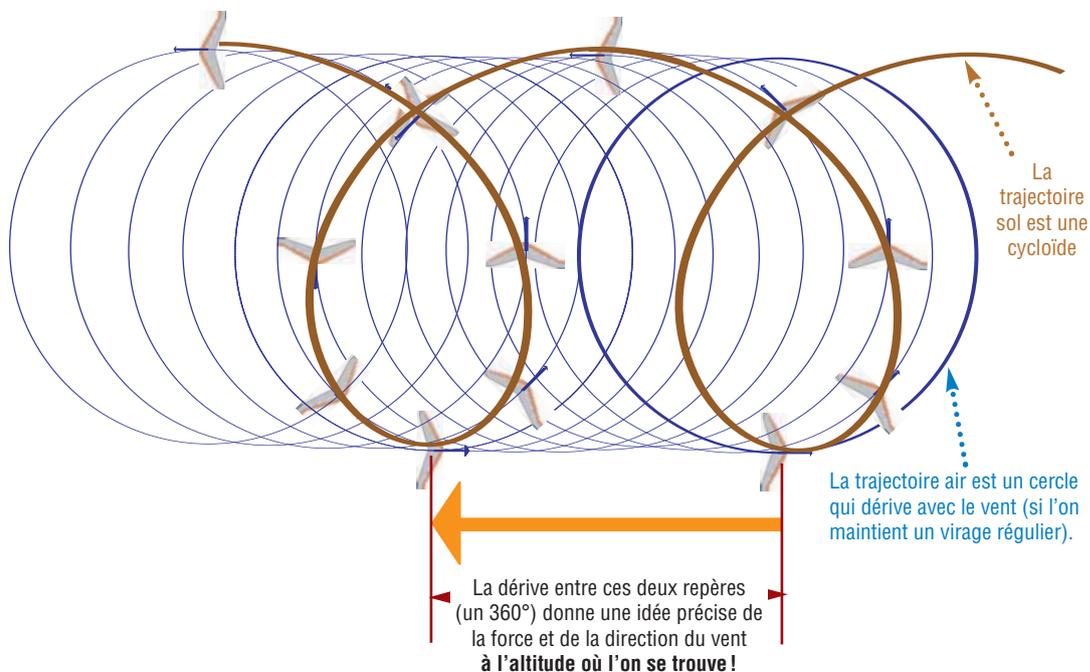
pourra choisir de se poser plutôt court; si le vent tourne en finale, le risque d'être trop long « vent arrière » en sera diminué.

Et s'il n'y a pas de manche à air! (vache en cross) on peut encore estimer le vent au sol avec :

- les indices visuels tels que les fumées, rides sur un plan d'eau, linge étendu mis à sécher, drapeaux publicitaires, mouvements de la végétation, etc. (voir chapitre Aérologie « L'observation du vent »).

- le pilotage : on doit sentir sa dérive si le vent est assez fort. Si le vent est plus faible, on peut faire un large 360° régulier en notant le point de départ survolé (objet visible au sol à la verticale). À la fin du 360°, la dérive donne le sens et la direction du vent par la distance observée entre la nouvelle verticale et le point de départ. Petite mise en garde, on obtient le vent à l'altitude où l'on se trouve, le vent au sol peut être différent ou changer par la suite.

- Enfin, si vous êtes équipé d'un GPS, vous aurez la vitesse précise du vent à votre altitude. Il faut alors le surveiller jusqu'à être sûr que la direction au sol est identique.

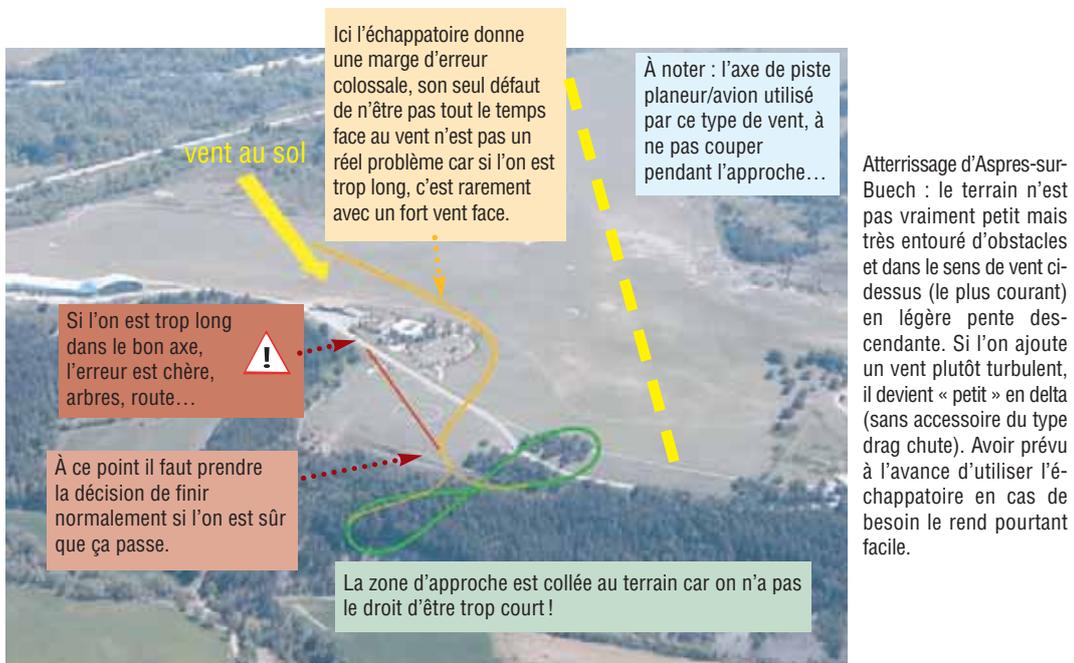


ATERRISSAGE : LES APPROCHES

IMPORTANT

ÉCHAPPATOIRE

Anticipez les problèmes qui peuvent survenir, par exemple : vous êtes presque posé mais une méchante bulle vous fait beaucoup remonter. Si vous avez pendant l'approche imaginé cet aléa possible, vous serez mieux armé. Une ou des solutions telles que, vous dévier sur le terrain annexe, utiliser la diagonale du terrain, viser des buissons accueillants ou autre auront été imaginées. Il sera alors assez facile d'en choisir une pour « sauver les meubles ». Imaginer quoi faire au moment où le problème survient, dans le feu de l'action, est beaucoup plus aléatoire... Il est bêtement classique de voir des pilotes trop longs atteindre un obstacle, alors qu'une finale axée légèrement différemment pouvait, en évitant l'obstacle, donner une marge supplémentaire en distance.



C) Choix : approche et mise en finale

Le posé est beaucoup plus simple après une longue ligne droite pendant laquelle le pilote a le temps de se préparer : sortie du harnais ou de la sellette, prise de vitesse de sécurité, vérification du vent au sol et positionnement corps et mains. On voit beaucoup trop souvent un dernier virage incliné en entrée de terrain qui ne laisse pas au pilote le temps de tout faire et qui se termine en sauvetage d'urgence ou pire !

La zone d'approche est donc imposée par le choix de l'endroit et du sens de posé. En l'absence

d'obstacle, les approches en « S » ou en « 8 » sont les plus simples à réaliser. Elles sont au minimum 100 m (delta), 50 m (parapente) sous le vent de l'endroit du posé. Les obstacles peuvent imposer d'autres approches « en L ou U » voire en zigzag (pour terrain bizarre).

On gardera présent à l'esprit que le « trop bas » ne permet pas de « rallonger », alors que le « trop haut » laisse encore du choix... en cas d'obstacle dangereux toujours garder une marge pour passer.

II. Approche

A) Approches en « S » ou en « 8 »

Dénomées PTS ou PT8 (PT pour présentation terrain) elles sont dans la plupart des cas les plus faciles.

PT8

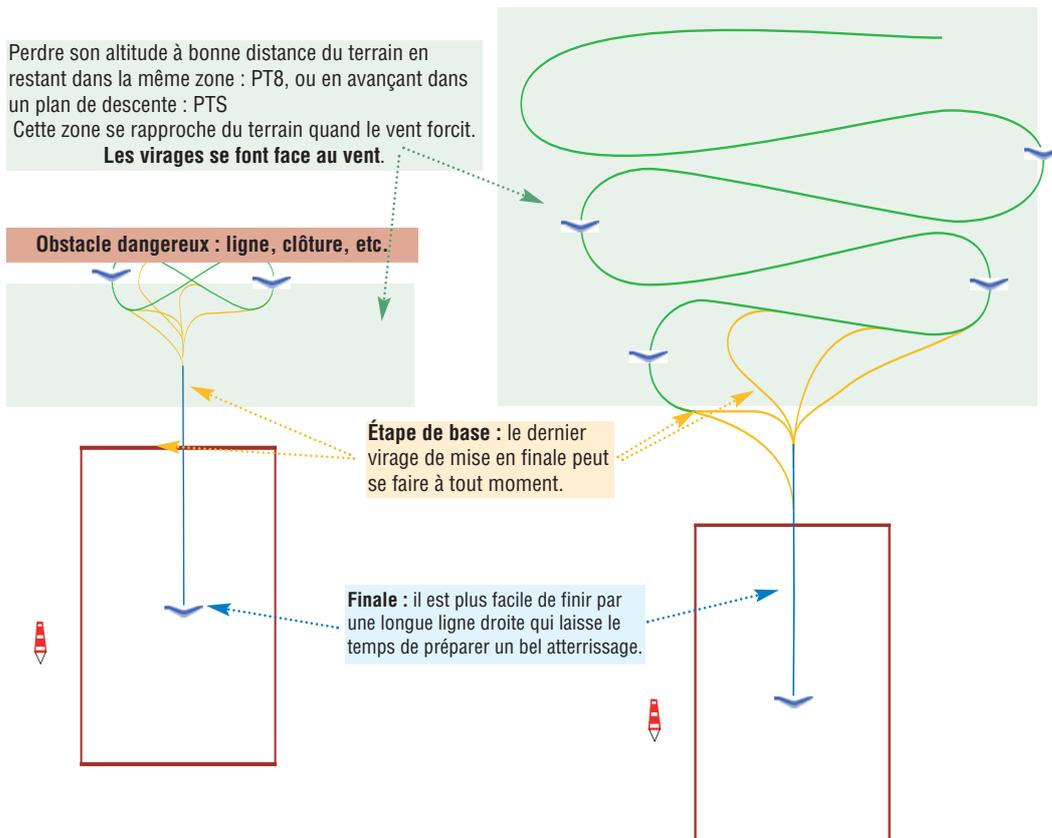
Avantages :

- la perte d'altitude se fait dans une zone plus compacte et plus proche du terrain, on voit mieux la manche à air.
- Si le vent tourne, on change plus facilement de zone d'approche (réserve de hauteur).
- Si des obstacles dangereux sont présents, on reste au-devant d'eux par rapport au vent (« au vent » d'eux). On évite ainsi le risque de se faire « enfermer » derrière.
- Il est facile de déterminer une bande de terrain (en fonction du vent) et d'y rester.

PTS

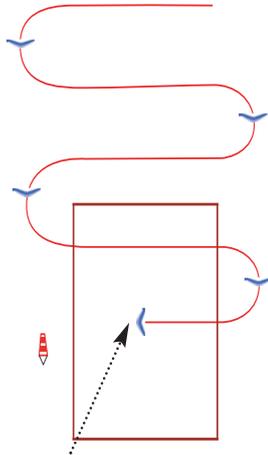
Avantages :

- les virages sont moins serrés.
- Il est plus facile de ne pas quitter le terrain des yeux.
- On raccorde avec la finale avec des virages moins serrés, le choix de l'instant est plus facile.

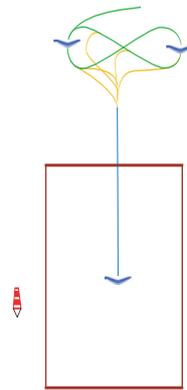


ATTERRISSAGE : LES APPROCHES

Erreur classique : trop avancer sur le terrain oblige à faire un dernier virage au ras du sol et une finale courte qui laisse trop peu de temps pour se préparer au posé. Dans le terrain ou hors terrain, on finit rarement face au vent dans ce cas.



Erreur classique : ne pas utiliser toute la largeur du terrain, on fait virage sur virage, on n'a pas le temps de regarder le terrain tranquillement pour choisir l'instant de mise en finale.



À 15 m/sol en ce point vous aurez du mal à rester dans le terrain !

À NOTER

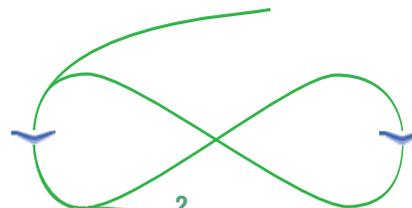
GAGNER EN PRÉCISION

Les virages inclinés près du sol rendent l'atterrissage délicat et imprécis. En revanche, des virages amples et peu inclinés peuvent permettre d'ajuster la hauteur d'entrée de terrain avec une grande précision. Éliminez de votre esprit que « la finale » est forcément une trajectoire parfaitement rectiligne.

Ainsi vous démarrez la finale de plus loin, d'un angle du terrain, d'un petit peu trop haut et vous affinez en louvoyant ou non.

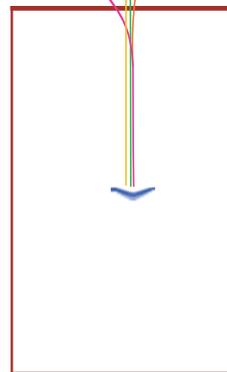
1/ Vous vous sentez plutôt court, vous raccordez la finale au plus court.

4/ Toujours un peu haut, un « s » de plus est nécessaire. En rentrant ainsi, en « louvoyant », vous sentez beaucoup mieux votre pente de descente et vous ajustez votre précision par de larges virages sans conséquence sur le posé.



2/ juste bon, raccord standard.

3/ Encore un peu haut, vous partez vers l'autre angle du terrain ; c'est bon, vous raccordez.



B) Approches en « U » ou PTU

Avantages :

- s'il y a plusieurs ailes en approche simultanément, leurs trajectoires ne se coupent pas
- Le passage très proche de la manche à air permet de bien estimer le vent au sol.

Inconvénients :

- Le moment du dernier virage doit être très précis car vent arrière on s'éloigne vite du terrain et on est vent de face pour revenir.
- Les 2 derniers virages sont des 90° (ou un 180°) et suivant la qualité de leurs exécutions, la perte d'altitude peut être assez différente (pour un débutant).

C) Approches en « L » ou autres

Peu utilisées, elles peuvent surtout servir dans le cas de terrains où les approches sont très encombrées d'obstacles hauts. Elles seront utilisées par des pilotes chevronnés quand il n'y aura pas d'autre choix !

D) Pendant l'approche

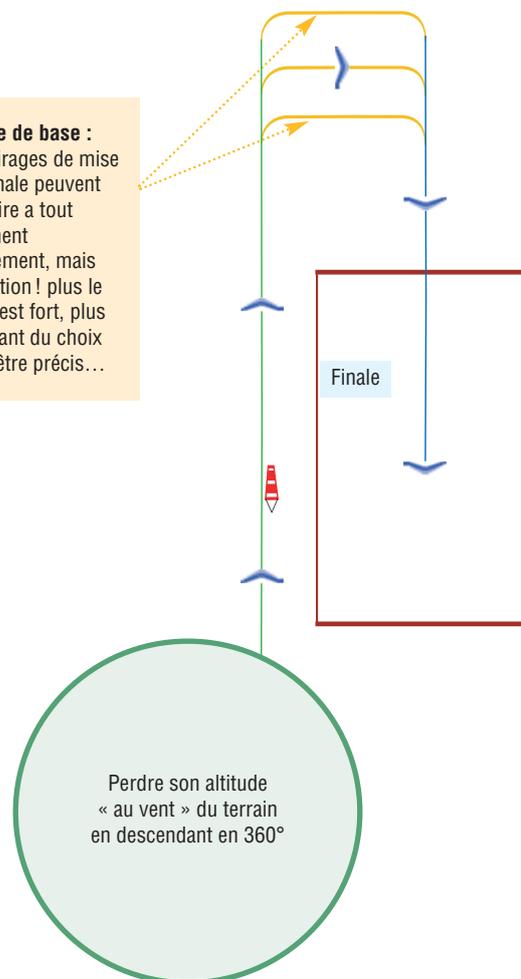
Le pilote regarde :

- sa trajectoire (approche seul ou à plusieurs ?).
- son positionnement (sa verticale).
- la manche à air périodiquement, spécialement si le vent est peu régulier.

Le pilote anticipe :

- les échappatoires possibles trop long ou trop court.
- le style du posé en fonction de la force du vent. Par exemple, en cas de vent fort, être prêt à affaler rapidement sa voile (parapente), ou penser à ne surtout pas faire de « pousser final » (delta).
- en début d'approche au plus tard, il sera prêt à pouvoir passer en position d'atterrissage. C'est-à-dire, par exemple, ouvrir la fermeture éclair et vérifier que les jambes sortent sans problème du harnais (harnais delta essentiellement pour l'instant...).
- le drag chute (delta) ou les volets (rigide) doivent être sortis bien avant la finale. Ainsi, en cas de difficulté d'ouverture, le pilote a le temps d'essayer de résoudre le problème ou de choisir de construire son approche sans ces aides.

Étape de base :
les virages de mise en finale peuvent se faire à tout moment facilement, mais attention ! plus le vent est fort, plus l'instant du choix doit être précis...



ATERRISSAGE : LES APPROCHES

III. Finale

A) Mise en finale : choix du moment

C'est le moment le plus délicat de l'approche. Trop tard ou trop bas, on pose trop court ou inversement.

Ce qu'il faut estimer, c'est une pente de descente. Celle-ci dépend bien sûr du vent. L'idéal est d'avoir en tête la pente de descente vent nul qui est la plus plate et demande le plus de précision.

Quelle pente utiliser vent nul :

Avec un delta performant, la finesse max est 15 en position couché, mais on perd facilement 3 points de finesse en se redressant. Il faut donc prendre environ entre 6 et 12 suivant le type d'aile.

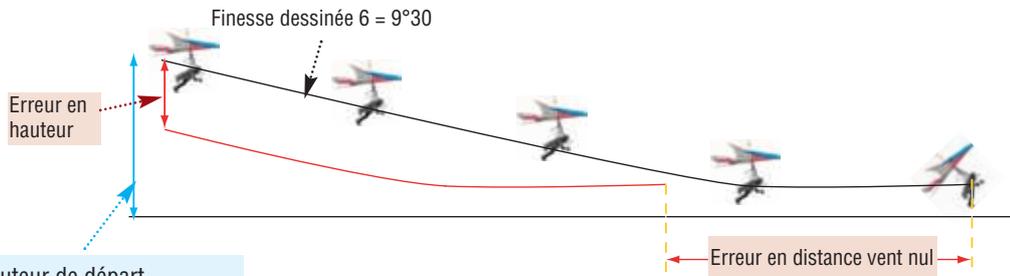
Finesse 3 = 18°26

Finesse 6 = 9°30

Finesse 8 = 7°

Finesse 10 = 5°30

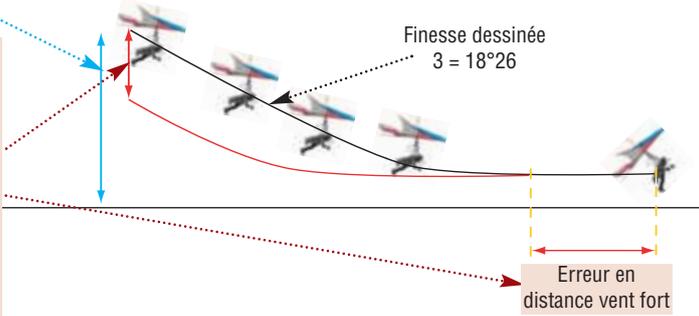
Finesse 12 = 4°45



À hauteur de départ identique, la finale raccourcit quand le vent augmente

Quand le vent forçit : la finale est à vitesse plus élevée. L'aile peu performante verra sa finesse/air se dégrader nettement avec la vitesse. À titre d'exemple, un vent de 20 km/h donnerait une finesse divisée par deux. Soit environ 6 pour un delta perfo qui vole à 40 km/h (pilote debout), mais seulement 3 pour un delta de début qui a finesse 6 à cette vitesse.

Quand le vent forçit, on augmente la pente de descente. Cette estimation n'est pas trop difficile car la même erreur donne moins d'écart en distance de posé que dans le cas du vent nul. Notons qu'à l'inverse, dans le cas du vent arrière, la même erreur donne un écart plus élevé. Ajoutez à cela, la finesse augmentée et le posé très délicat, vent tournant ou grossière erreur, il n'est vraiment pas bon d'avoir à poser vent arrière !



On peut aussi utiliser une hauteur en fonction d'une distance, cela est efficace si l'on dispose d'un bon repère de hauteur en entrée de terrain (arbre, etc.), mais cela n'est valable que sur le terrain auquel on est habitué et ne dispense pas de faire varier cette hauteur en fonction du vent.

IMPORTANT**POURQUOI UNE PRISE DE VITESSE EN FINALE ?**

Il faut de l'énergie pour s'armer contre le gradient et les turbulences. Une finale à basse vitesse en air turbulent amène le risque de décrocher (ou de s'enfoncer) sur une variation du vent (gradient ou turbulence) et ceci, près du sol c'est-à-dire sans le temps de se « récupérer ». C'est pourquoi on prend toujours une marge de vitesse par rapport au décrochage (+ 20 % mini). Et plus il y a du vent et/ou de la turbulence, plus cette marge augmente pour traverser la couche de gradient sans risque de décrochage. De plus la vitesse va en général améliorer la maniabilité de l'aile pour contrer une turbulence possible.

● Air calme : peu de survitesse

● Vent fort et thermiques :

– Delta et rigides : prise de vitesse très nette de plus haut que 15 m car l'épaisseur de la zone de gradient augmente avec la vitesse du vent.

– Parapente : la voile est beaucoup plus éloignée du sol qu'en delta. Souvent, elle traverse le début du gradient... puis le pilote touche le sol et la voile traverse tranquillement le reste en s'affalant. Mais si la zone où le vent décroît est suffisamment haute, les effets peuvent devenir très importants. La prise de vitesse choisie sera un compromis entre accélérer trop donc avoir une aile vulnérable aux turbulences (risque de fermeture) et une lenteur qui expose le parapente aux effets du gradient.

EN SAVOIR PLUS**LE GRADIENT : RALLONGE OU RACCOURCI ?**

Question assez polémique ; en fait cela dépend de la hauteur de celui-ci. Ce qui est sûr :

– en traversant les couches où le vent décroît, on perd de l'énergie et l'on dégrade franchement la finesse en s'enfonçant.

– par contre dans les couches où le vent a faiblit, la vitesse sol et donc la finesse se trouvent améliorées.

En conséquence, si la zone où le vent est faible est de faible épaisseur, le gradient raccourcira. C'est le cas des terrains lisses et sans obstacle où le vent faiblit seulement dans les derniers mètres.

Si le terrain est sous le vent d'obstacles hauts, la couche de vent faible sera haute et dans ce cas ce que l'on perd en traversant le gradient pourra largement être compensé en « allongeant » près du sol et pourra même rallonger le posé.

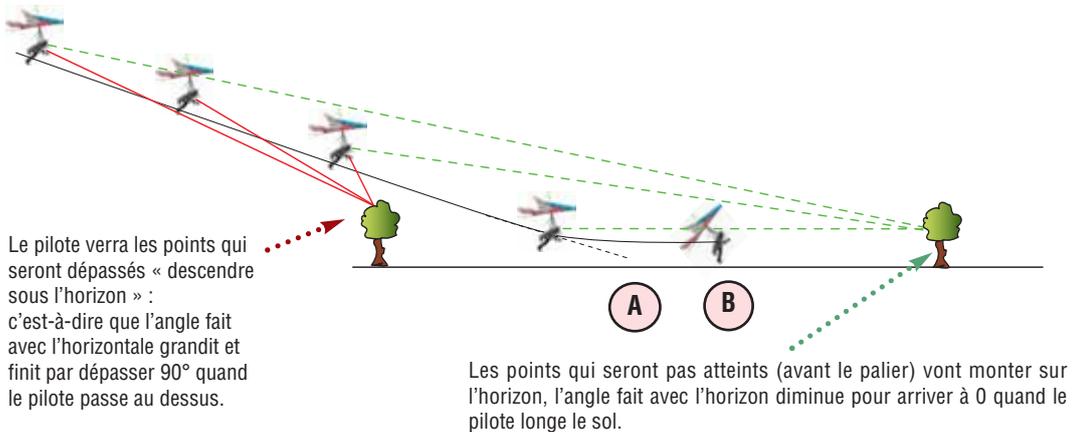
En résumé sur la plupart des terrains classiques, il aura peu d'effet... mais surtout : ne pas oublier d'avoir de la vitesse pour le traverser.

À NOTER**ASTUCE PRATIQUE : COMMENT ESTIMER LA PENTE DE LA FINALE**

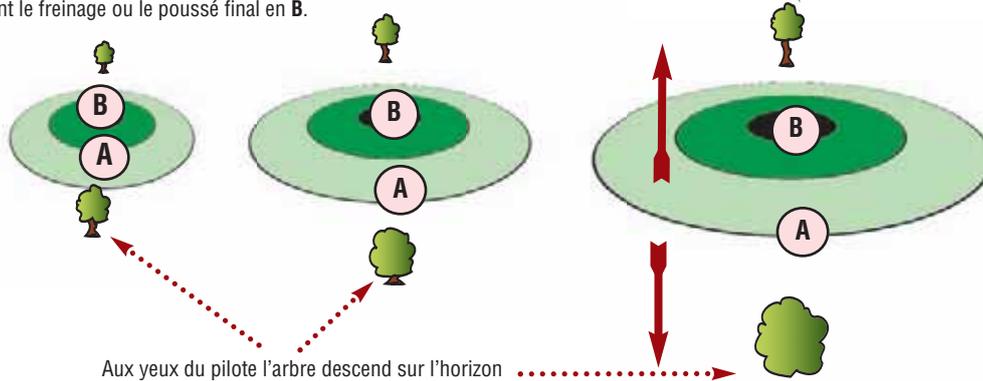
La plupart des pilotes l'évaluent « au feeling » en fonction du vent. Un débutant aura intérêt à mieux préparer son choix. En fonction de son aile et du vent, il choisit une finesse. Reste alors à estimer la bonne pente, pas si facile au début mais on peut s'y préparer avec ce petit exercice. Au sol, imaginer une pente de descente qui part des yeux (hauteur environ 1,5 m) l'exercice consiste alors à estimer l'endroit d'arrivée au sol, pour vérifier : 1 pas = environ 1 m, soit finesse 6 = 9 pas, 10 = 15 pas. Vous pourrez constater qu'au sol c'est assez facile ! En l'air, il faut estimer cette pente en tenant compte de la perte d'altitude du dernier virage de mise en finale. Si une approche de qualité vous donne du temps pour choisir cette pente, cela n'est pas si dur...

ATERRISSAGE : LES APPROCHES

B) Contrôler sa pente de descente en finale : point d'aboutissement



La pente de descente touche le sol au « point d'aboutissement » A. Le paysage se « dilate » autour de ce point, que le pilote verra toujours sous le même angle. Attention, cela ne nous donne que le point où l'aile rejoint le sol, il faut ensuite perdre sa vitesse dans le « palier » avant le freinage ou le poussé final en B.



L'angle fait avec les repères que l'on va dépasser, est celui qui varie le plus, c'est le plus simple à surveiller. Avec un peu d'habitude, on situe assez précisément ce point d'aboutissement, on sait alors si l'on est « bon » ou s'il faut envisager des manœuvres de dernière minute. N'oubliez pas que la longueur du palier dépend de la vitesse acquise, il est possible de faire des paliers de plus de 200 m en delta ! Bien que cela soit des sensations plaisantes, cela n'est pas à conseiller car le rase-mottes à haute vitesse est un exercice dangereux, spécialement en air turbulent.

C) Je suis trop court, que faire ?

- La seule manière pour « allonger » un peu est de ne pas se redresser pour garder sa performance et de voler à la vitesse qui donne la meilleure finesse/sol.
- Ne pas hésiter à utiliser assez tôt une échappatoire : il vaut mieux se poser proprement avec un léger vent travers dans le terrain d'à côté plutôt que dans la clôture d'entrée !

D. Je suis trop long, que faire ? En parapente

Plusieurs solutions s'offrent à vous selon le contexte :

- faire des « S » sans trop incliner (proximité sol) c'est ainsi rallonger la trajectoire
- utiliser une diagonale terrain quitte à se poser avec vent travers, c'est là aussi rallonger la trajectoire.
- échappatoire pour les cas sérieux.
- si vous n'êtes plus très haut au-dessus du sol (moins de 2 m/sol), vous pouvez aussi ralentir votre aile pour réduire votre finesse sol et achever votre freinage un peu haut et bénéficier des qualités de parachutage de votre aile. Cette dernière option n'est pas sans risque si elle est faite trop haut. Le parapente, en s'enfonçant trop longuement, peut alors atteindre le décrochage !

E. Je suis trop long que faire ? En delta et rigide

Delta sans drag chute et rigide sans volets

Jouer sur la vitesse ne fonctionne pas.

- Accélérer fait, certes, descendre plus vite mais l'énergie « vitesse » acquise sera rendue dans un très long palier que l'effet de sol rend plus performant. Résultat : on va aussi loin !
- Ralentir pour diminuer la finesse est totalement à proscrire : risque de décrochage près du sol !

Solutions possibles :

- faire des « S » sans trop incliner (proximité sol)
- utiliser une diagonale terrain quitte à se poser avec vent travers.
- échappatoire pour les cas sérieux.

Delta avec drag chute et rigide avec volets

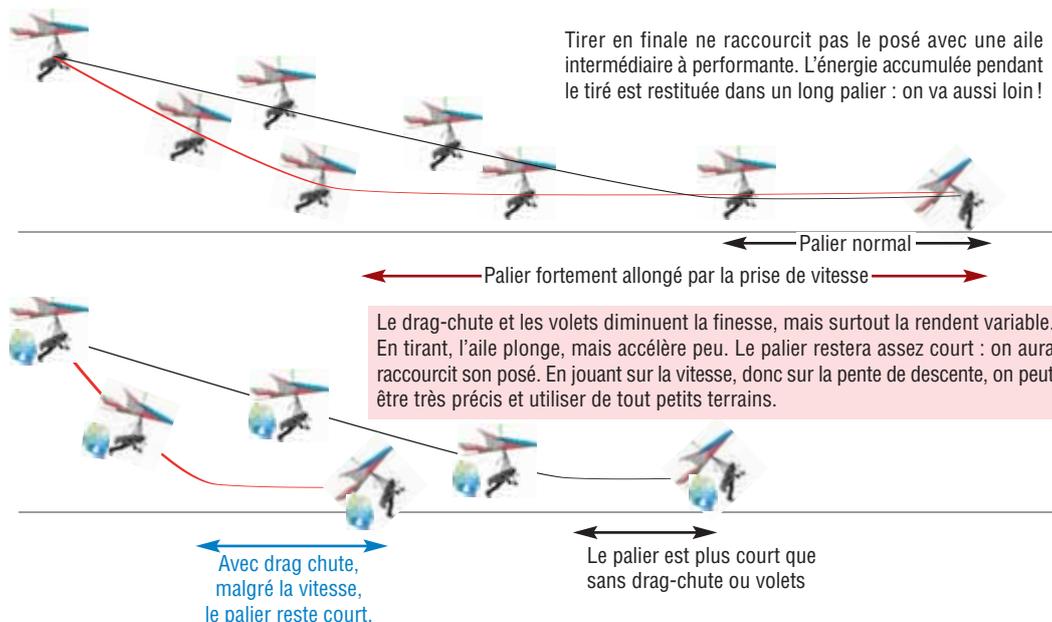
Jouer sur la vitesse fonctionne.

- Accélérer fait, cette fois, descendre plus vite et l'énergie « vitesse » acquise ne sera que très peu rendue dans le palier.

Il suffit donc de tirer pour raccourcir.

Comme on peut raccourcir à volonté, mais pas rallonger, on reste un peu trop haut en début de finale pour éviter les surprises et on s'ajuste sur la bonne pente de descente en tirant, dès qu'on est certain d'être dans le terrain.

En rigide on peut enlever un peu de volet pour se rallonger, mais il faut être conscient que cette manœuvre est délicate voire dangereuse à moins de 5 m/sol.



ATERRISSAGE : LES APPROCHES

IV. Arrondi et palier

Pour faire un bel arrondi il faut l'anticiper, ce qui ne veut pas dire le débiter trop tôt!

Avec la vitesse, le rapprochement du sol peut impressionner le pilote, il risque alors de « refuser le sol » en débutant son arrondi trop tôt. Le résultat est une perte de vitesse trop éloignée du sol qui, lorsqu'il devient nécessaire d'achever le freinage ou de cabrer l'aile, met à l'épreuve les qualités de parachutage de votre profil... et d'amortissement de vos jambes!

Il est possible de faire parachuter son aile sur quelques mètres, la vitesse verticale reste raisonnable sauf pour les ailes trop lourdes (rigides) qui retombent alors trop fort sur les épaules du pilote, ou par terre avec le risque de s'endommager.



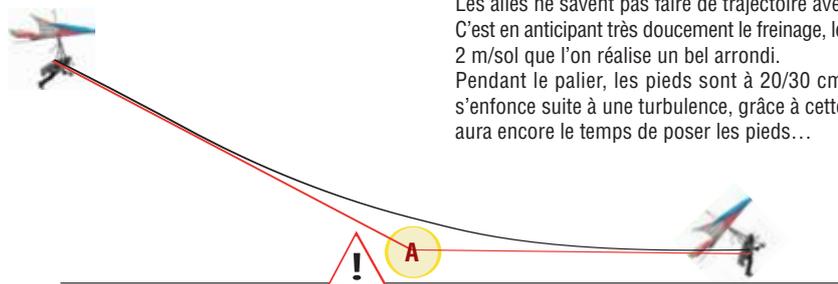
Parachuter est une technique délicate. Mal maîtrisée, vous risquez :

- en parapente, de faire décrocher votre aile et chuter sur le dos.
- en delta, de ne pas maintenir suffisamment le poussé, l'aile va alors piquer et même si elle n'a pas le temps de prendre de la vitesse, la position de réception est mauvaise car le pilote est gêné par la barre de contrôle, pour poser ses pieds. De plus, pendant cette phase parachutale, l'aile « vole » décrochée, et la moindre turbulence risque de la faire partir en autorotation, rendant très délicat le contact avec la planète...

Parachuter est une possibilité à utiliser en dernier recours, quand il n'y a plus rien d'autre à faire!

Ni trop tôt, ni trop tard ! pour faire un bel arrondi il faut l'anticiper :

Ce n'est pas au moment où les pieds frottent par terre qu'il faut débiter le freinage, mais suffisamment avant pour tenir compte de l'inertie de la réaction et de la courbe à réaliser entre la ligne droite de la finale et celle du palier : l'arrondi.



Les ailes ne savent pas faire de trajectoire avec des angles ! C'est en anticipant très doucement le freinage, les pieds à environ 2 m/sol que l'on réalise un bel arrondi. Pendant le palier, les pieds sont à 20/30 cm du sol. Si l'aile s'enfonçe suite à une turbulence, grâce à cette marge, le pilote aura encore le temps de poser les pieds...

Si le pilote n'anticipe pas assez et qu'il attend d'être au niveau du sol (point A) pour agir : Avec l'inertie de l'aile, il va descendre trop bas, et sentant cela, il va probablement exagérer son freinage et remonter. Il sera alors très difficile vu l'urgence de finir sur un palier et poser propre.

Il ne reste plus qu'à conclure le palier par un beau posé, ce qui a été traité séparément dans les chapitres pilotage.

V. Divers : le regard, l'engourdissement

Élément clef du posé, le regard doit se porter comme toujours sur la trajectoire convoitée (prévention des collisions), avec des coups d'œil réguliers sur le terrain, le lieu survolé (verticale) et la manche à air. En finale, le pilote ne regarde pas le sol, mais devant lui avec un dernier coup d'œil à la manche à air. Enfin, en présence d'obstacles, il faut regarder le point d'atterrissage désiré, **regarder un obstacle conduit généralement droit dedans par un stupide phénomène psychologique!**

Après un long vol, les jambes peuvent être engourdis. Il est bon de les sortir du harnais et de les activer un peu avant l'atterrissage, pour leur redonner vie. Même après un vol assez court, si les jambes ont été trop refroidies par un air glacial, il est possible qu'elles se dérobent sous le poids du pilote à l'atterrissage!

VI. L'après posé

Je suis posé, je vérifie que je ne gêne pas un autre pilote en finale, je me décroche (delta) et dégage rapidement la piste. Un pilote qui reste sur le terrain crée un obstacle, il est un danger pour lui même mais surtout pour les autres : le pilote peu expérimenté va le regarder et, « **fascination de l'obstacle** », parce qu'il le regarde va aller droit dessus!

Même si ce scénario est un peu catastrophe, le pilote débutant sera déconcentré/gêné par cet obstacle dans la phase délicate qu'est le posé : il n'en a pas besoin! De plus, en termes de sécurité, rappelons aussi la ressemblance entre les câbles ou les suspentes et le fil à couper le beurre...

Enfin en cas de vent puissant, il est indispensable de replier assez vite son aile pour éviter qu'elle ne redécoule seule.



Fixer son regard sur un obstacle vous fait curieusement aller dans sa direction. À moins que l'erreur soit en amont : Au lieu de choisir une finale en direction de la camionnette, en s'alignant quelques degrés à droite ou à gauche, le pilote aurait pu être « un peu trop, long ou court » sans soucis... enfin... au cas où, les secours sont sur place!

4

CHAPITRE

LE MATÉRIEL



LE MATÉRIEL COMMUN

I. Choisir son matériel

Une aile delta vieillit bien. C'est évidemment une bénédiction. Mais c'est aussi une malédiction car il y a beaucoup de « vieux tromblons » en circulation. Une aile de parapente vieillit beaucoup moins bien mais le marché de l'occasion est aussi surchargé de matériel obsolète ayant peu servi. Il n'est pas rare qu'un jeune pilote nous apporte à tester une aile dont on lui a fait cadeau. On peut très souvent parler de cadeau empoisonné, alors que ce n'était pas l'intention de départ. Une comparaison est possible avec le ski, que penseriez-vous d'utiliser une paire de skis tout bois avec carres vissées et fixation de sécurité par lanières en cuir !

Le gros problème est que dans le cas du ski, on comprend facilement les progrès réalisés, alors que c'est beaucoup plus délicat dans le cas du delta (évolution rapide et récente). Sans être initié et connaître les différents modèles, il est difficile d'évaluer la qualité et l'âge d'une aile, à sa forme. Ainsi, la forme générale des ailes de performance actuelles, existait déjà il y a 20 ans pour le delta et 10 ans pour le parapente ! Elles n'ont pourtant rien à voir en performance, ni en facilité !

Et cela explique qu'un vieux pilote qui s'est fait

plaisir avec ses « skis en bois » soit de bonne foi quand il en décrit les qualités : il ne connaît rien d'autre !!!

Et que la machine soit vendue très bon marché ou donnée, le résultat est le même : « on en a en principe pour son argent ! »

Neuf ou occasion, il faut avant tout que la machine vous corresponde. Parmi les ailes qui correspondent à votre niveau, il y a des différences de comportement importantes. En moto, par exemple, une « 2 temps » est généralement beaucoup plus vive et nerveuse qu'une « 4 temps », qui a pourtant une puissance et une capacité d'accélération égale. Les sensations sont très différentes, l'une n'est pas meilleure que l'autre, chacune doit correspondre au goût de son pilote. De la même manière, les ailes seront plus ou moins, sensibles, amorties, maniables, légères etc.

Il est important d'essayer l'aile que l'on souhaite acheter, et de pouvoir ainsi sentir si l'on est bien dessous.

Réfléchissez aussi à votre type de pratique, une aile de compétition est probablement mal adaptée si vous faites du « vol plaisir en local ». Le plaisir que l'on prend à voler ne doit pas être gâché par un point noir. Une aile trop « camion », trop dure à poser, trop longue à préparer, trop « quelque chose » pour son pilote diminuera plus le plaisir qu'un peu de « performance brute » en moins. Quelques rares pilotes ont fait la démarche de changer d'aile pour aller vers des machines faciles et légères, parce qu'ils volent trop peu, vieillissent, ou pour d'autres raisons (poids, temps de montage, maniabilité, etc.), je n'en connais aucun qui regrette son choix. On peut aussi citer quelques pilotes qui ont fait le choix, plus onéreux, de conserver deux ailes. Une aile de petit temps, pour voler en local avec des contraintes minimums, et une aile performante qu'ils sortent « quand cela en vaut la peine » !

Le but est de se faire plaisir, cela ne passe pas forcément par la performance...



*Ce type d'aile est-il fait pour vous ?
(compte tenu du temps dont vous disposez)*

LE MATÉRIEL COMMUN

A) Choix d'une aile neuve

La première démarche est de réfléchir au type d'aile qui vous convient.

Une caricature éloquent : le pilote confirmé, d'un niveau moyen, ni maladroit, ni spécialement doué achète une aile parce que « elle gagne en compétition ». S'il vole très régulièrement, cela pourra être un bon choix, mais si, très pris, il ne peut voler qu'une dizaine de fois dans l'année, il aura très probablement du mal à se sentir bien dessous... et c'est ainsi qu'on voit des débutants monter grâce à des ailes faciles, pendant que ce type de pilote rate l'ascendance, en se battant avec sa machine. Quelques questions clef :

- Quel est mon niveau ? : nombre de vols.
- Par rapport à ce niveau, suis-je doué, normal ou très moyen ?
- Quel nombre de vols pourrai-je faire par an ?
- Quel type de pratique ? vol local, plouf paisible, vol de distance, compétition, voyage, etc.

Il ne faut pas penser qu'une machine est performante, **c'est le couple aile/pilote qui est performant ou non.**

Une fois déterminé le type d'aile, il restera à choisir entre quelques modèles. Les essayer serait idéal, mais cela n'est pas toujours possible, il faudra alors se fier à leur réputation. Il faudra aussi se fier à la réputation du constructeur pour une aile qui vient de sortir : même si cela ne semble plus vrai aujourd'hui, on a déjà vu des constructeurs sortir des nouveautés un peu vite et prendre quelque peu leurs clients pour des pilotes d'essai...

Reste enfin le choix de la taille, pensez que la déformation d'une aile, donc sa forme, est calculée pour une fourchette de poids, et que, plus lourd (léger) la forme sera différente, et probablement les caractéristiques aussi. La question se pose uniquement si vous êtes à cheval entre deux tailles. Pensez que comportement et performance peuvent être assez différents d'une taille à l'autre. Pour des raisons déjà évoquées (Reynolds) et des problèmes de matériaux (taille des tubes, etc.), il est courant de voir une taille moins réussie qu'une autre. Si les deux tailles sont réussies, on pourra penser que la plus petite sera plus vive, plus rapide et plus légère, la grande aura un meilleur taux de

chute, et pourra voler plus lent pour décoller (atterrir), mais aussi pour rester dans l'ascendance. Très grossièrement, la grande sera plus tranquille et montera mieux, la petite sera un meilleur choix pour des vols de distance.

Un dernier critère de choix important est celui du revendeur. Le meilleur est rarement le moins cher, il est plutôt celui qui, près de chez vous, est déterminé à vous convaincre dans la durée par un service et un conseil de qualité. Sans « pas de porte », il peut disparaître du jour au lendemain, adieu alors au service après-vente (conseils, pièces, entretien, etc..) Le bouche à oreille prévaut comme toujours.

B) Les occasions

On achète la plupart du temps une aile pour passer au niveau supérieur, ce qui veut dire qu'on n'a pas de réelle compétence pour faire un bon choix... Une aile d'occasion doit absolument être essayée avant l'achat, si vous ne pouvez pas le faire vous-même, faites-le faire par un pilote compétent, un moniteur ou un professionnel, cela vous garantira qu'elle vole normalement...

Dans tous les cas, prenez un maximum de conseils, les professionnels font leur métier par passion et sont de bon conseil. Ils sont également liés par des obligations légales. Méfiez-vous (pour un achat) des conseils d'un pilote qui vole depuis plus de dix ans sur la même aile, à moins qu'il n'en ait essayé d'autres, il a probablement un métré de retard sur ce que peut être une bonne aile actuelle.

N'hésitez pas à « mettre le prix » qu'il faut, beaucoup de vieux tromblons ont plutôt découragé leurs acheteurs et ne se revendront pas contrairement

À NOTER

HOMOLOGATION DES PARAPENTES

La plupart de constructeurs homologuent les ailes qu'ils produisent. On distingue des ailes d'entrée, de moyenne et de haut de gamme. La quasi totalité de la pratique utilise les deux premiers niveaux laissant moins de 10 % du marché aux ailes de compétition.



à une aile un peu plus chère... faites-vous plaisir!

À éviter :

– Soyez extrêmement méfiant sur une machine âgée de 10 ans (ou moins), même « comme neuve »...

– Une aile performante d'il y a 10 ans est aussi performante qu'une aile de débutant actuelle, elle reste tout de même difficile à piloter comme une aile perf (avec son vieillissement en plus). C'est la plus mauvaise option pour un débutant!

– Cherchez à connaître la réputation de la machine. Certains modèles sont des « ratés » qui ont découragés tous leurs pilotes ou presque. Ces modèles tournent beaucoup en occasion : une aile dont on est content, on la garde longtemps!

– Attention à la « bonne affaire », c'est peut-être une vraie bonne affaire, mais si elle ne correspond pas à votre niveau ou à votre poids, c'est une mauvaise affaire pour vous!

Essayez avant d'acheter !

SPÉCIAL DELTA :

– Certains modèles ont été très peu diffusés en France, ce sont pourtant des ailes agréables. Ce sont des achats possibles, mais attention, il sera difficile de trouver des pièces en cas de besoin et la revente sera beaucoup plus difficile qu'un modèle courant.

État actuel du marché de l'occasion :

– Du fait de la pléthore de vieux tromblons pas chers, il s'est à tort vendu assez peu d'ailes de débutant neuves ces dernières années. Souvent, les pilotes qui les ont achetées ont été suffisamment bien dessous pour les conserver après l'achat d'une machine plus performante! Le résultat final est que les bonnes ailes de débutant récentes sont rares sur le marché et ce qui est rare est cher...

– Le créneau « ailes perf/plaisir » est assez bien représenté en

occasion. Il s'agit souvent d'anciennes ailes du niveau supérieur qui ont montré une bonne facilité d'utilisation. Les ailes performantes actuelles rentreront probablement assez vite dans cette catégorie.

– Pour les ailes performantes, il y a deux cas de figure. Celles qui se révèlent agréables à utiliser, conservent bien la cote au début, puis en vieillissant entament une deuxième carrière comme aile plaisir. Et puis, celles qui sont performantes et difficiles, et qui décotent très vite dès que leur performance est dépassée. Le seul type de pilote qu'elles peuvent intéresser, est un pilote de très bon niveau, adroit et désargenté... Le plus bel exemple de ce type est une aile qui avait gagné des championnats du monde et qui, l'année d'après, se bradait à 150 euros. Cette machine a découragé de nombreux pilotes par le merveilleux phénomène du « passe à ton voisin ».

LE MATÉRIEL COMMUN

II. Le parachute de secours

Conseillé **dès que les premières étapes de la formation ont été franchies**, le parachute de secours est une sécurité supplémentaire en vol libre. Son emport doit faire l'objet d'une préparation soignée des pilotes tant, pour en **éviter l'ouverture intempestive**, que pour **savoir l'utiliser**. Une progression vers l'autonomie, pour son pliage et son conditionnement doit être envisagée par les pilotes. Son emploi reste, pour une part, aléatoire, les risques d'interaction avec l'aile étant possibles. De plus une fois ouvert il rend le pilote vulnérable par sa position, et son point d'atterrissage non

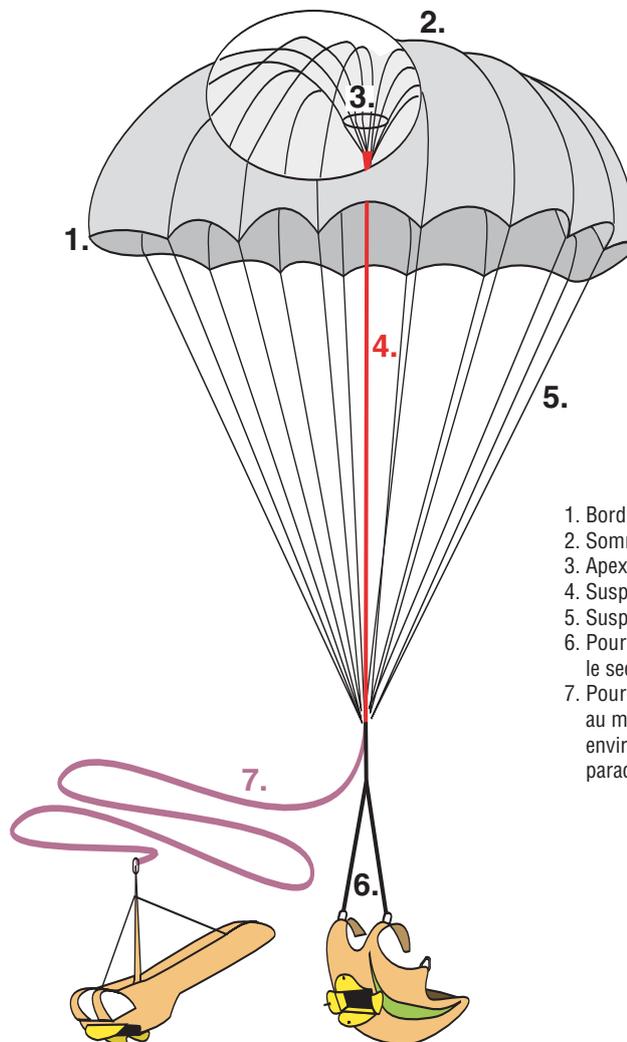
choisi. On l'utilise donc **uniquement en dernier recours**, son utilisation ne doit pas être banalisée.

A) Ce qui doit être su dès le premier emport d'un parachute de secours

1) Les cas d'utilisations d'un parachute de secours

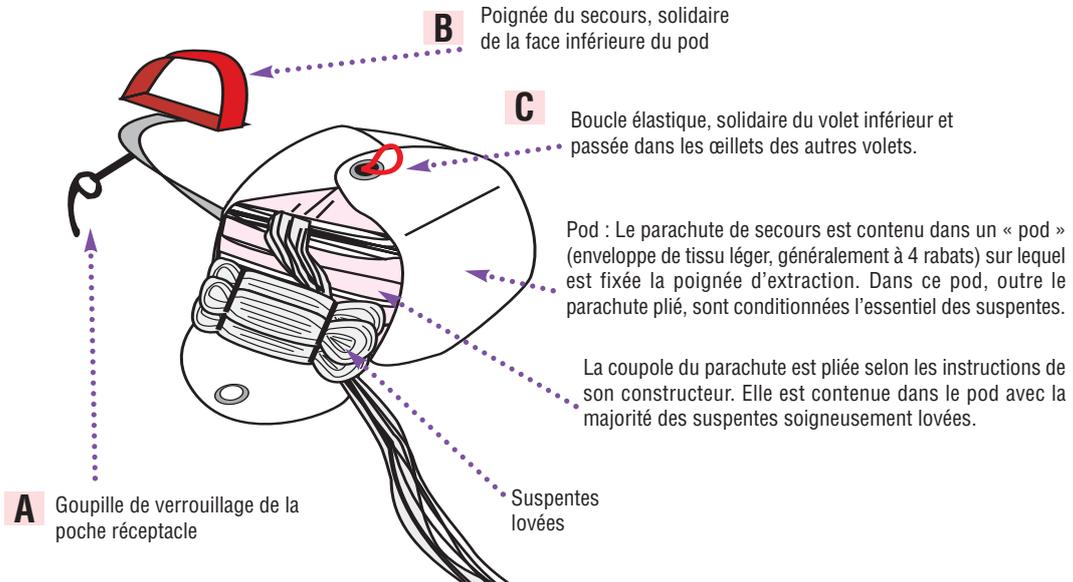
Les grandes causes d'utilisation :

- les incidents de vols non maîtrisables
- les collisions en vol.
- les ruptures de matériel.
- oubli d'accrochage (delta)

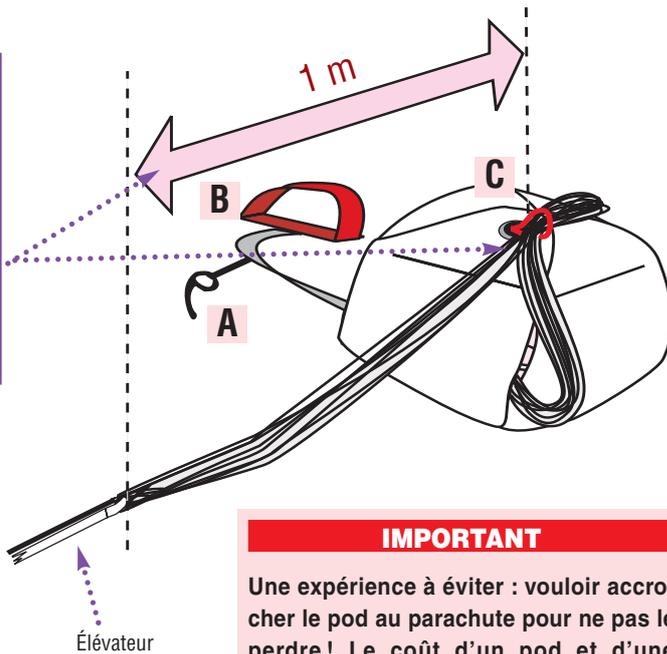


1. Bord d'attaque.
2. Sommet de la coupole.
3. Apex.
4. Suspente d'apex.
5. Suspente de bord d'attaque.
6. Pour le parapente un double élévateur relie le secours aux épaules du pilote.
7. Pour le delta une sangle unique relie le secours au mousqueton de son harnais. Sa longueur environ 5/6 m doit permettre l'ouverture du parachute hors du delta ou de ses morceaux !

2) Description générale et fonctionnement



Environ 1 m du faisceau de suspentes (côté relié aux éleveurs ou à la sangle) est laissé à l'extérieur du pod. On utilise ces suspentes pour faire une boucle qui, en passant dans la boucle élastique **C**, verrouille le pod et son contenu. Ce « paquet », soigneusement agencé est placé dans une poche réceptacle incorporée à la sellette (au harnais) et verrouillée par l'aiguille **A** solidaire de la poignée d'extraction **B**.



Lorsque la poignée **B** est tirée, la goupille **A** saute, permettant l'ouverture de la poche réceptacle, ce qui libère le pod.

Poignée en main, le pilote supporte le poids du paquet du parachute qui pend au bout de son bras. C'est l'ensemble qui doit être lâché ou projeté dans un espace libre. La première longueur de suspente en se mettant en tension tire sur la boucle **C** qui verrouille le pod, le paquet s'ouvre et le parachute peut alors se déployer.

IMPORTANT

Une expérience à éviter : vouloir accrocher le pod au parachute pour ne pas le perdre ! Le coût d'un pod et d'une poignée est ridicule au regard du service rendu par un parachute qui s'ouvre sans encombre. Lors des stages en milieu aménagé, les pods sont généralement retrouvés.

LE MATÉRIEL COMMUN

3) Avant de décoller

Savoir trouver la poignée

Le pilote doit avoir conscience, en toute situation, de l'emplacement de la poignée d'extraction du parachute. On peut envisager un « entraînement » sous portique, le pilote s'appliquant à trouver sa poignée sans la regarder. L'idée que l'accès à la poignée puisse se faire dans une position inconfortable (centrifugation droite ou gauche, twists, bascule de la sellette...) est à méditer. Cette gymnastique du bras et de la main, **ce parcours mental ne doit jamais cesser d'être fait dans la vie d'un pilote.**

Attention aux ouvertures non désirées : pour toute manipulation de la sellette (du harnais), il faut tenir compte de l'emplacement de la poignée et s'assurer qu'elle n'accroche rien qui puisse pré-engager l'extraction. L'ouverture intempestive se produit généralement peu après le décollage, lorsque le pilote s'installe dans la sellette (le harnais), soit par le fait de mettre en tension le harnais, soit en accrochant par mégarde la poignée. Le danger est grand, car l'ouverture se fait à faible hauteur, le vol est brutalement arrêté par le parachute qui s'est, soit ouvert, soit accroché par terre; le pilote part alors dans un pendule qui va le recentrer sous le secours, **si le sol n'est pas là avant...**

À chaque prévol il faudra s'assurer :

1. de l'engagement correct de la goupille de verrouillage du container;
2. que la poignée d'extraction est en place et que sa forme lui permet d'être attrapée aisément;
3. que rien n'entrave le parcours des éleveurs (notamment en parapente, pour les conditionnements ventraux où le cheminement de la drisse d'accélérateur doit être considéré).

4) Décision d'ouverture

La décision de sa mise en œuvre vient lorsque le pilote estime qu'il ne peut plus agir pour un retour au vol normal compte tenu de sa compétence et de sa hauteur/sol.

Le parachute est un élément de dernier recours qu'il faut pourtant savoir ouvrir à temps.

Par exemple, dans le cas d'un incident de vol en parapente, il faudra trouver le bon moment entre :

– ouvrir trop tôt, alors qu'on était encore haut et qu'il était possible de revenir en vol normal. On prend alors les risques inhérents à l'utilisation du parachute de secours (incidents d'ouverture, atterrissage hasardeux).

– ouvrir trop tard, et prendre le risque que le temps restant soit insuffisant (difficultés pour trouver la poignée, pour ouvrir...), mais aussi que la situation s'aggrave (rotation qui accélère).

Chaque cas est un cas particulier, faites parler le bon sens, ce qui n'est pas facile sous stress !

5) Pliage et entretien

Le pliage et l'entretien du parachute de secours doivent être faits au minimum une fois par an. En effet un parachute de secours régulièrement aéré et replié s'ouvre plus vite. On élimine ainsi les risques de compactage dus à l'humidité et à l'électricité statique. Ce manuel n'a pas pour but de rapporter ici de manière exhaustive les diverses procédures de pliage et de conditionnement des parachutes de secours. Ces informations sont transmises par les spécialistes que sont les moniteurs et les revendeurs formés à cette pratique. **Quoiqu'il en soit, tout conditionnement achevé doit être éprouvé sous portique pour vérifier qu'il fonctionne.**

6) Les points noirs à vérifier

- Poignée non reliée au pod ou mal attachée (incident lors de pliages).
- Poignée trop serrée pour entrer la main avec un gant.
- Rupture poignée attache (accident documenté).
- Soudure de la goupille sur l'œillet du pod (électrolyse).
- Traction prioritaire sur le pod, pas de sortie de la goupille (en cause dans un accident).
- ficelle d'aide à la fermeture du container principal non enlevé, extraction impossible (accident documenté).
- Présence d'une goupille fendue trop ouverte : sortie impossible.
- Goupille fendue plantée dans le tissu lors de la traction sur la poignée : sortie impossible.
- Système double poignée sortie impossible quel que soit le côté !

- Le pilote ne lâche pas la poignée après extraction, confusion parachutisme/parapente.
- Trop de suspentes hors du pod : sortie de la voile avant tension des suspentes.
- Élévateur(s) attaché(s) avec un maillon non fermé.
- Élastiques trop rigides et collés sur les suspentes délovage impossible.
- Apex non attaché : contrôle lors d'un pliage.
- Apex à l'extérieur (pliage à l'envers, constaté lors d'un contrôle)
- Ouverture dans la dépression d'extrados du parapente : ensemble élévateur/suspentage du secours trop long.
- Le matériel est bien celui décrit lors de la vente : marquage clair de la taille et du PTV (Poids Total en Vol) préconisé. Un secours solo a déjà été donné pour un biplace : impact supérieur à 8,5 m/s, sur le sol...
- Le manuel de pliage est présent et bien écrit en français.
- Pour le biplace parapente le secours est fixé aux écarteurs et non aux épaules du pilote.

B) Homologations et choix du secours

Il existe différentes formes : « pull down apex », double coupole, dirigeable, etc. Chaque modèle étant bien sûr le meilleur au dire de son fabricant. Il semble cependant que quelle que soit la forme, certaines fabrications soient réussies et d'autres moins... pour simplifier les choses, on peut tout de même se fier aux homologations. Attention, la norme reconnue, donc légale en France est la norme CEN (norme européenne), mais coexiste

notamment le Gütesiegel allemand avec des différences importantes.

Par exemple : le taux de chute donné par la CEN est de 5,5 m/s à masse maximum contre 6,8 m/s pour 70 kg. Cela peu paraître un écart faible tant que l'on ne pense pas à l'énergie du choc qui est proportionnelle au carré de la vitesse. Arriver au sol à 5,5 m/s correspond à sauter d'une hauteur de 1,54 m. Alors qu'à 6,8 m/s l'équivalent saut est de 2,69 m ! On imagine bien deux philosophies différentes, dans le premier cas on arrive au sol « confortablement » d'1,54 m, alors que dans le deuxième cas, on « sauve sa peau » en sautant de 2,69 m, avec un risque non négligeable d'entorse ou de fracture. Accepter un taux de chute plus élevé pour essayer de gagner sur d'autres paramètres est un choix qui dépend, entre autres, de la forme physique du pilote.

Ce qui est testé par la norme CEN :

- La rapidité d'ouverture qui doit être inférieure à 5 s. Un pourcentage très important (proche de 50 %) des ouvertures recensées s'est fait à moins de 100 m !
- Les oscillations après ouverture doivent s'amortir rapidement.
- Choc à l'ouverture et résistance : celui-ci ne doit pas dépasser 15 G ce qui donne la solidité « utile ». En parachutisme des dispositifs retardateurs d'ouverture permettent des ouvertures à vitesse élevée (chute libre) sans choc à l'ouverture trop violent. Pour nous, il n'est pas question de retarder l'ouverture, donc pour garder un choc qui laisse le pilote intact, nous pouvons difficilement ouvrir à plus de 40 m/s.

IMPORTANT

COMPATIBILITÉS

Il est difficile d'obtenir un haut degré de fiabilité car :

– la conception de la sellette (du harnais) et du secours n'est pas coordonnée, l'adaptation de l'un à l'autre se fait plus ou moins bien... pour des problèmes de volume (biplace), de formes, de pods ou de systèmes de fermeture.

– les situations d'utilisation sont très diverses, avec un pilote en état de penser « diminué ».

Faites vous assister par un professionnel compétent pour le choix, mais surtout pour l'intégration au harnais (il y a trop de petites erreurs à faire). Il n'est pas correct qu'on vous vende un secours en vous laissant vous débrouiller avec.

LE MATÉRIEL COMMUN

– Vitesse d'ouverture acceptée : 2 homologations possibles, l'une à 40 m/s (144 km/h) pour le vol libre, et l'autre à 60 m/s (216 km/h) plutôt réservée au parachutisme. Normalement, le parapente même en « chiffon » ou les « morceaux » du delta suffisent à réduire la vitesse de chute à une valeur acceptable. Dans les cas exceptionnels où plus rien ne freine la chute, désuspentage intégral en parapente ou rupture de l'attache pilote en delta, le pilote dispose de 4 secondes (avec une vitesse initiale importante ce délai est encore réduit) pour ouvrir, après, il dépasse les 40 m/s... c'est beaucoup et c'est peu !

– Manuel clair fourni, et marquage sur la voile des caractéristiques.

Ce qui n'est pas testé :

– Poids et volume : être plus lourd signifie décoller, voler et atterrir plus vite, avec plus de poids sur les jambes, ce qui ne va pas dans le sens de la sécurité... bien sûr les écarts sont devenus faibles. Idem pour l'encombrement.

– Prix, qualité des matériaux employés.

EN SAVOIR PLUS

THÉORIE CONTRE PRATIQUE

Le taux de chute n'est guère proportionnel à la surface ou à la charge ! Car :

– Pour une conception identique, des charges différentes vont provoquer des déformations différentes de la coupole ; la forme change, les performances aussi !

– De faibles écarts de forme peuvent déjà produire des écarts importants.

IMPORTANT

ATTENTION LES MAILLONS !

« Une chaîne ne vaut que le plus fragile de ses maillons ». La liaison sellette-secours doit être solide ! On évitera les liaisons par nœuds, lors du choc d'ouverture, le glissement sangle sur sangle peut en brûler une jusqu'à la rupture. Le phénomène est surprenant mais hélas bien réel.



C) Le parachute de secours pour le parapente

1) Positions sur la sellette

Cinq positions sur les sellettes sont recensées.

1. dans le dos en position haute au niveau des vertèbres dorsales et des premières cervicales. La poignée est alors rapportée du côté désiré au niveau de l'épaule ;

2. dans le dos en position basse au niveau des lombaires. La poignée est alors rapportée latéralement sur le flanc de la sellette ;

3. latéralement sur le flanc de la sellette, poignée attenante ;

4. sous l'assise du pilote, poignée accessible latéralement sur le flanc de la sellette ;

5. en ventrale, poignée sur le dessus du paquet.

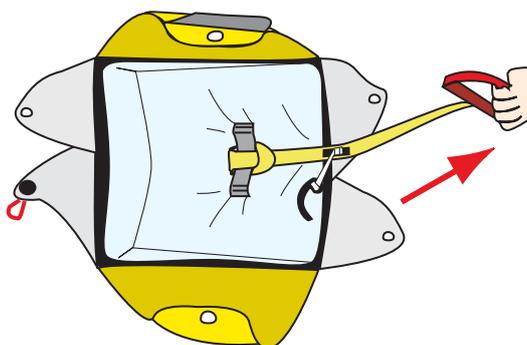
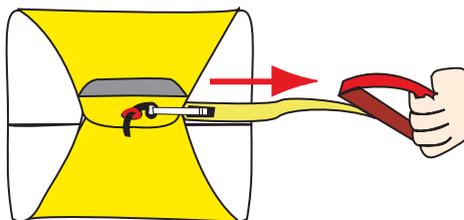
Secours : procédure d'extraction



Le pilote doit s'entraîner à attraper sa poignée d'extraction sans la regarder. Il la dégage du dispositif qui la maintient en place (velcro et élastique...).



1. Traction goupille : la traction de la poignée se fait sur le côté puis sur l'avant. Cette traction doit prioritairement libérer la goupille de verrouillage du container avant de tirer sur le pod (!).



2. Traction pod : un effort compris entre 4 et 9 kg doit être attendu par le pilote pour extraire son parachute du container. Une fois extrait, le paquet du secours pend sous le bras du pilote qui en supporte le poids (2 à 4 kg).

En cas de centrifugation (autorotation) le seul lâché de la poignée suffit. La vitesse et la force centrifuge sont dans ce cas une aide.

LE MATÉRIEL COMMUN

2) Critères de choix

Les différentes positions du container extérieur sur les sellettes ont toutes leurs avantages et leurs inconvénients. Voici quelques critères majeurs qui doivent orienter le choix personnel du pilote qui sont à confronter à chaque position du container sur la sellette :

1. Est-ce que la poignée est visible ou non une fois en position de vol ?
2. Est-ce que l'accès à la poignée est facile ou non ? Possibilité double d'accès d'une main ou de l'autre ou alors placement de la poignée d'un côté prédéfini pour une seule main.
3. Quel est le degré d'encombrement de chaque formule : visibilité réduite en ventrale, équilibre

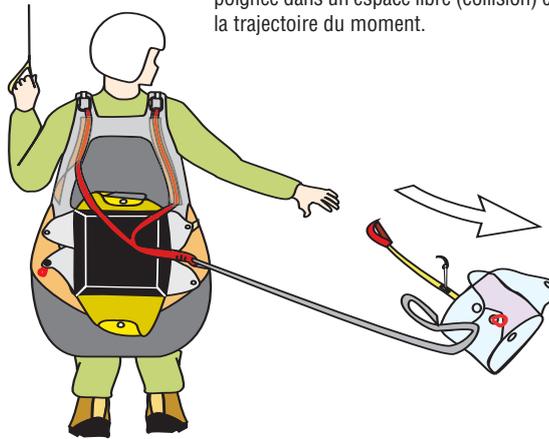
de la sellette (port latéral ou dorsal supérieur) – élévation abaissement du centre de gravité du pilote.

4. Quel est le nombre de points supplémentaires à ajouter à la prévol.

3) Mise en œuvre

Le pilote doit s'attendre à ce qu'une centrifugation importante puisse rendre difficile l'accès à la poignée d'extraction. Lorsqu'il a extrait le pod qui pend alors sous sa main qui en supporte le poids (2 à 4 kg), il projette le paquet dans son sillage ou se contente de le lâcher s'il est en autorotation. Toute autorotation est instantanément stoppée à l'ouverture du secours.

Lancé du secours : en cas de faible vitesse, il est souhaitable de lancer énergiquement le paquet du secours avec la poignée dans un espace libre (collision) et dans le sillage de la trajectoire du moment.



IMPORTANT

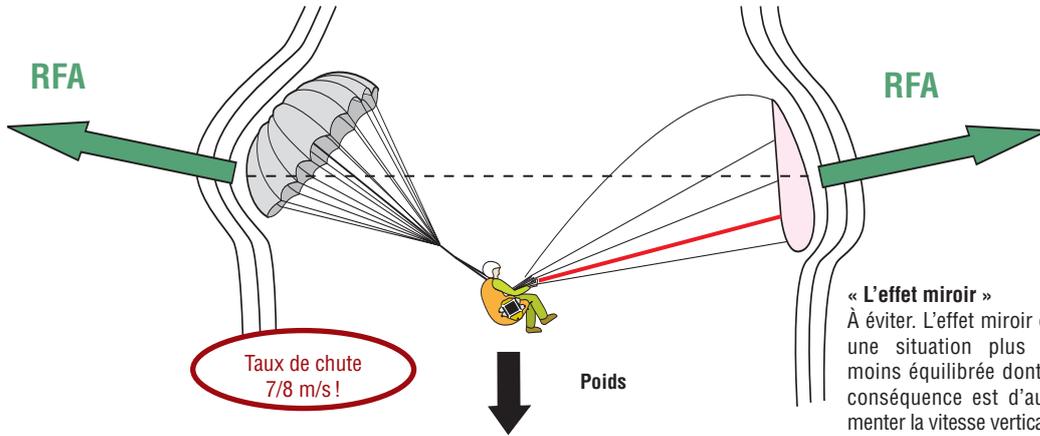
LES PARACHUTES DE SECOURS S'OUVRENT MIEUX AVEC DE LA VITESSE.

Les cas extrêmes de :

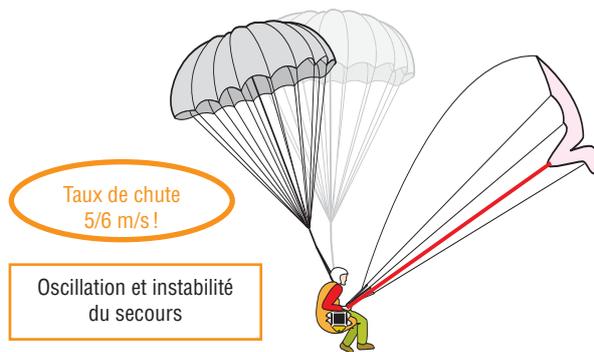
- vrilles et parachutage pour le parapente
- autorotation lors d'une rupture pour le delta posent le problème d'une faible vitesse verticale.

L'ouverture du secours devient aléatoire en se déployant mollement sous les pieds du pilote. Lorsqu'il finit par prendre consistance, il remonte vers le pilote (et son aile pour le delta) qu'il risque de faucher pour s'y emmêler. C'est pourquoi ces cas de figure doivent faire l'objet d'un lancé latéral puissant afin d'avoir les meilleures chances de résultats.

Afin de stabiliser sa descente et éviter toute interaction entre le secours et le parapente, le pilote doit "mettre en panne" son aile.

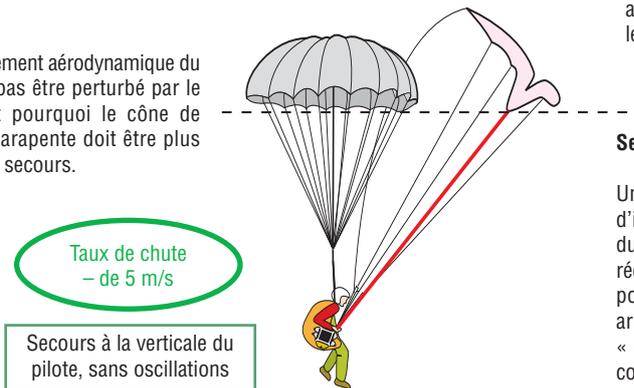


« L'effet miroir »
À éviter. L'effet miroir est une situation plus ou moins équilibrée dont la conséquence est d'augmenter la vitesse verticale. La combinaison des forces montre que l'ensemble vole vers le bas...



Traction des « B »
C'est pourquoi il est vivement conseillé de tenter de mettre « en panne » le parapente. Pour le décrocher, la solution ici représentée, est celle d'une **traction symétrique** des « B ». D'autres méthodes peuvent s'envisager :
– la traction des « C » ou des « D ». En présence de twist, les torsades rendent la sélection des éléments concernés plus difficile. Elle se fait au-dessus des twists quitte à tracter les suspentes correspondantes.

Le bon fonctionnement aérodynamique du secours ne doit pas être perturbé par le parapente. C'est pourquoi le cône de sustentage du parapente doit être plus long que celui du secours.



Se préparer à la réception du sol

Une fois le parapente hors d'état d'interférer sur le fonctionnement du secours, le pilote se prépare à se réceptionner au sol. Il se met le plus possible debout et regarde le sol arriver. Il se prépare à un éventuel « roulé boulé » pour amortir son contact avec le sol.

IMPORTANT

Les actions asymétriques sur le parapente (traction d'un frein ou d'un seul élément) risque de mettre la voilure du parapente en rotation ce qui peut compromettre la stabilité du parachute de secours et même provoquer l'emmêlement des deux coupoles.

LE MATÉRIEL COMMUN

D) Le parachute de secours pour le delta

Ici, l'ouverture du parachute de secours est généralement conditionnée, soit par la rupture de l'aile (collision, acrobaties non maîtrisées...), soit par un oubli d'accrochage.

1) Positions sur le harnais

- latéralement sur le flanc du harnais, poignée attenante ;
- en ventrale au niveau de la poitrine, poignée sur le dessus du paquet.

2) Mise en œuvre

En delta, comme en parapente, le pilote extrait le pod qui pend sous sa main (2 à 4 kg), il projette le paquet de préférence dans son sillage, sauf s'il est gêné par un morceau de l'aile : le pod ne doit s'accrocher nulle part avant son ouverture, lorsque toute la sangle est dépliée (5/6 m).

Cette généralité demande à être précisée pour différents cas de figure.

Rupture de l'aile

Aile cassée, le risque d'autorotation est élevé. Le pilote peut bénéficier d'un court intervalle, pendant lequel **l'aile ne tourne pas encore** et possède une bonne vitesse (tant horizontale que verticale). Il faut donc **être rapide pour en profiter** et lancer son parachute avant que cette figure ne ralentisse le taux de chute (sans vitesse verticale l'ouverture du parachute est de loin plus aléatoire). La rotation de l'aile pourrait aussi gêner l'ouverture, en emmêlant la sangle, voire les suspentes. Une fois l'autorotation installée le taux de chute de l'aile est faible. Il est alors souhaitable de projeter le secours le plus loin possible vers l'extérieur de la rotation.

Oubli d'accrochage

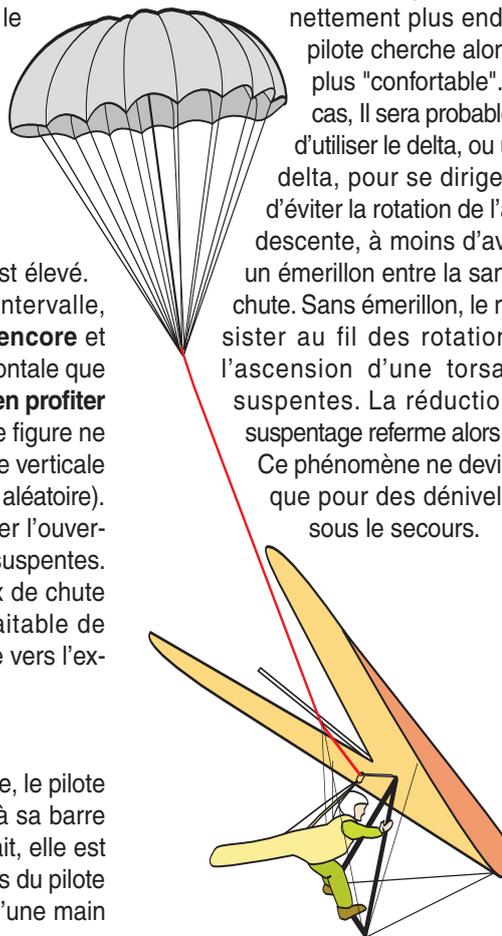
Ayant oublié de relier son harnais à l'aile, le pilote est généralement pendu par les bras à sa barre de contrôle et l'aile est piqueuse. De fait, elle est sensible à un éventuel transfert du poids du pilote d'un bras sur l'autre. Il doit se libérer d'une main pour tirer sa poignée. Les mains sont alors rappro-

chées du centre de la barre de contrôle. Le vol ainsi équilibré en ligne droite permet au pilote de libérer une main pour aller chercher sa poignée. Une fois son parachute ouvert, il peut lâcher la barre de contrôle et abandonner son aile, Il peut aussi essayer de s'en servir pour diriger ou simplement la tenir pour éviter qu'elle n'aille « se poser » n'importe où.

Ce dessin donne la meilleure position pour une aile peu abîmée. En montant les pieds dans le trapèze et les mains sur les montants, le pilote cumule les avantages de pouvoir faire cabrer sensiblement son aile au moment du contact avec le sol (ralentissement supplémentaire) et d'amortir le choc grâce aux montants qui flamberont au moment de l'impact. Souvent l'aile est

nettement plus endommagée. Le pilote cherche alors la position la plus "confortable". Dans tous les cas, Il sera probablement possible d'utiliser le delta, ou un morceau du delta, pour se diriger... Il est utile d'éviter la rotation de l'aile pendant la descente, à moins d'avoir positionné un émerillon entre la sangle et le parachute. Sans émerillon, le risque est d'assister au fil des rotations de l'aile à l'ascension d'une torsade dans les suspentes. La réduction du cône de suspentage referme alors le parachute...

Ce phénomène ne devient dangereux que pour des dénivelés importants sous le secours.



III. Les accessoires de protection

A) Le casque

Élément incontournable de la sécurité, le casque doit être homologué pour le vol libre. Sa capacité à absorber différents chocs est une qualité indispensable, mais il est aussi très important qu'il ne soit pas une gêne pour le pilote. Il ne doit pas ou peu réduire champs de vision et d'audition, et rester d'un poids raisonnable.

Le casque « intégral » présente une meilleure protection de la face pour un poids à peine supérieur. Il est le meilleur choix, après vérification du champ visuel.

Un casque vieillit surtout sur un choc. S'il a subi un choc important, il doit être changé. Même si rien n'est visible, la coque peut être endommagée et la mousse amortissante tassée...

Durant un vieillissement d'usage normal, il va s'agrandir et moins bien tenir à la tête, attention s'il bouge trop, il peut gêner considérablement votre vision...

Enfin, il peut avoir une forme aérodynamique, bien que la différence en terme de performance semble encore très faible.

B) Les chaussures

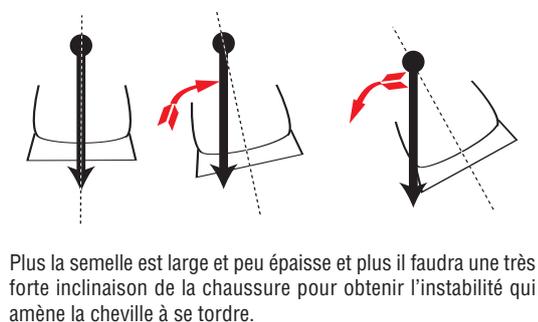
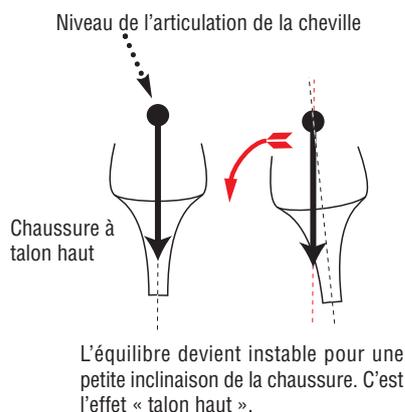
La qualité souvent mise en avant est une bonne tenue de la cheville. Sans vraiment s'opposer à cette idée, force est de constater que les chaussures à la tenue suffisante pour empêcher totalement une entorse n'existent pas. Pour la plupart des modèles vous pouvez faire l'expérience de tenter de vous tordre la cheville volontairement et constater que « même si la chaussure tient un peu, c'est hélas très largement possible... »

En revanche, semblent plus importantes (à peu près dans cet ordre) les qualités suivantes :

1/ *un bon amortissement* : certains matériaux (sorbothane, etc.) très absorbants empêchent l'onde de choc d'un atterrissage brutal de résonner jusqu'à la colonne vertébrale.

2/ *une bonne stabilité* : En terrain accidenté, on pose facilement le pied de travers (motte de terre, cailloux...). Une chaussure bien stable sera précieuse.

3/ *une bonne adhérence* : sur sol glissant, cela permettra d'éviter un décollage (atterrissage) scabreux. Si toutes les qualités pouvaient être réunies ce serait parfait, hélas, beaucoup de chaussures vendues « pour tenir la cheville » ont aussi un talon très marqué (assez haut) et étroit, en matériau plutôt dur, donc peu amortissant. On pourra facilement améliorer l'amortissement par une fine semelle additionnelle en matériau spécial. L'adhérence de ces différents modèles est généralement bonne.



LE MATÉRIEL COMMUN

C) Les gants, le masque

Le rôle premier est d'avoir chaud aux mains, c'est une tâche ardue car nous montons haut en altitude, donc au froid et avec du vent. De plus, en delta, la vitesse est élevée et les mains sont posées sur un métal conducteur. En parapente, c'est plutôt pire, avec les mains en effort constant en l'air, ce qui ne facilite pas la circulation sanguine donc la température. N'achetez donc pas de qualité trop moyenne... le deuxième rôle, la protection en cas d'accident, est facilement rempli par la majorité des modèles.

Un masque néoprène pour le visage peut être un confort appréciable dans les cas extrêmes.

D) Les lunettes

Avec la vitesse, les yeux se dessèchent et peuvent subir l'agression de poussières, cela peut être un problème pour les porteurs de lentilles. Les vols de haute montagne, donnent aussi une forte exposition aux UV, spécialement si les sommets sont toujours enneigés (réflexion). Bref, de bonnes lunettes de protection solaire sont conseillées, voire impératives!

E) Les vêtements

La seule chose à en dire est qu'il est important de ne pas avoir trop froid en l'air (perte de lucidité et de plaisir). S'habiller chaudement au dernier moment permet de ne pas transpirer au sol et d'éviter ainsi d'avoir froid en l'air. En delta, les harnais, très enveloppants règlent le problème (sauf les bras). Il est toujours très frustrant d'avoir à écouter un vol pour cette raison.

IV. Les instruments

Altimètre et variomètre sont maintenant intégrés dans un même boîtier avec de nombreuses fonctions additionnelles, dès l'entrée de gamme. Suivant les modèles, s'y rajoutent badin (vitesse), barographe enregistreur ou même GPS.

A) l'altimètre

L'altimètre mesure la pression de l'air, et c'est grâce à une table de correspondance pression-altitude



Il est dommage d'avoir à écouter un vol à cause du froid.

(atmosphère standard) qu'il en déduit une altitude. Cette démarche entraîne une série d'erreurs car : **1/ au même lieu la pression varie : on peut facilement passer de 1030 hpa (hectopascals) dans un anticyclone (au niveau de la mer) à 980 hpa dans une dépression, ce qui représente une différence d'environ 425 m ! Grossièrement aux faibles altitudes 1 hpa = 8 m**

2/ pour un même dénivelé l'écart de pression varie aussi...

Bref, la précision est médiocre et l'altimètre a besoin d'être calé avant utilisation, voire pendant (aviation). On peut s'attendre sur un vol de durée à des écarts de 50 m...

Sur un décollage ou un atterrissage vous pouvez faire un calage :

– QNH : vous connaissez l'altitude du lieu, vous réglez votre alti sur cette altitude et lors du vol vous afficherez votre altitude par rapport au niveau de la mer.

– QFE : vous calez votre alti à zéro, vous obtenez alors, pendant le vol, des dénivelés par rapport à ce point.

Petite astuce pour éviter de mélanger les deux : pensez à QNH avec le H pour l'altitude.

Autre moyen beaucoup plus efficace de mesurer l'altitude : le GPS. La précision s'améliore, les prix baissent, déjà très utilisé par les compétiteurs, il y a fort à parier qu'il remplace l'alti classique dans un futur proche.

B) Le barographe

Il permet d'enregistrer la variation de pression, donc d'altitude, pendant le vol. Il est utilisé comme preuve, que le vol s'est déroulé selon les dires du pilote, pour les records ou les compétitions. Là encore, le GPS va le rendre très vite obsolète...

C) Le variomètre

Le variomètre permet de connaître sa vitesse verticale ou « taux de chute ». S'il est possible de s'en passer près du relief car celui-ci procure un très bon repère visuel, en revanche, en plein ciel, il est difficile de savoir si l'on monte ou descend. Ce que l'on ressent sous l'aile sont les accélérations, mais impossible de savoir si l'on quitte du -1 m/s pour du 0 m/s ou du 0 m/s pour du +1 m/s, on sent juste une accélération vers le haut correspondante à un « mieux » de 1 m/s.

À l'origine, il était constitué d'un réservoir d'air communicant avec l'air extérieur par un petit tube. En montant, l'air du réservoir passe en surpression et crée un débit d'air dans le tube. Plus on monte vite, plus la différence de pression est importante, et donc plus le débit d'air est élevé, idem bien sûr en descente. Donc, en mesurant soit le débit d'air, soit la déformation du réservoir, on obtient sa vitesse verticale. Ces variomètres dits « mécaniques » sont maintenant devenus « électroniques », le principe reste la plupart du temps identique, mais miniaturisé et intégré à un composant électronique.

Plus légers, ils ont surtout l'avantage d'être munis d'un système sonore qui permet de connaître son taux de chute sans avoir à regarder l'appareil. Ils disposent aussi de différents types de correction pour obtenir une information plus précise, ainsi que des fonctions annexes (heure, maxi et mini enregistrés, etc.).

Certains modèles très simples et légers n'ont qu'une fonction sonore et se fixent sur le casque, leur utilisation peut être aussi agréable qu'une « usine à gaz » pleine de fonctions pas toujours utilisées... question de goût!

1) Vario à énergie totale

Le variomètre de base ne donne pas la valeur de l'ascendance mais notre vitesse de montée (ou descente). En air parfaitement calme, il suffit de

faire une prise de vitesse suivie d'une ressource pour le voir d'abord chuter puis passer positif dans la montée! Cet effet gênant est compensé dans le vario à énergie totale.

Un piqué augmente le taux de chute, donc fait perdre plus vite son énergie potentielle (sa hauteur), mais fait accumuler de l'énergie cinétique (de vitesse). Il se produit un transfert d'énergie d'une forme à l'autre qui s'inverse pendant la ressource. C'est en prenant en compte la somme de ces deux énergies que le vario réalise la correction, d'où son nom « d'énergie totale ».

Concrètement :

- il faut, bien sûr, disposer d'une sonde vitesse, de la polaire de son aile, puis régler le vario en fonction.

- le vario gomme les effets des variations de vitesse.

- à vitesse constante, il n'y a pas de différence avec un vario normal.

- très utile sur des machines très performantes (planeurs) il perd beaucoup de son intérêt sur des machines aux performances plus modestes.

2) Variomètre « netto » ou masse d'air

Les corrections sont faites de telle manière que le vario n'indique que la valeur de l'ascendance (ou descente) et ce quelle que soit la vitesse. C'est une fonction intéressante pour affiner sa vitesse pendant les transitions.

3) Délai de réaction et vario intégré, utilisation combinée avec l'alti

Le temps de réaction est réglable.

Avec un temps de réponse très court (inférieur à la seconde), nous disposons de l'information très vite ce qui est bien, mais en turbulences l'affichage peut être trop « nerveux », donc peu lisible. Le vario « intégré » nous donne la valeur moyenne du taux de chute pendant la « constante de temps », valeur choisie par le pilote. Cette moyenne donne une meilleure vision de la valeur de l'ascendance.

En petites conditions, après quelques minutes passées entre du zéro plus et du zéro moins, il est difficile, sans bon repère visuel, de savoir si l'on est légèrement monté ou descendu; en regardant

LE MATÉRIEL COMMUN

périodiquement son alti, on saura vite s'il est « rentable » de rester ou de chercher ailleurs. C'est une autre manière complémentaire « d'intégrer » la valeur moyenne de l'ascendance.

D) Le ventimètre ou anémomètre ou « badin »

Ses indications servent au pilotage, essentiellement pour le delta où la plage de vitesse le justifie. Il est très complémentaire avec le GPS qui donne la vitesse sol. Bien que différents modèles existent, nous utilisons surtout des capteurs à hélice. Adaptés aux faibles vitesses, ils ont le défaut d'être plutôt fragiles. Il retrouve un intérêt majeur en parapente au sol ! il est en effet plus qu'utile sur un départ venté, pour estimer la vitesse du vent et donc la possibilité de décoller en sécurité ou non. En condition de vol dynamique, connaître la vitesse du vent permettra de savoir si l'ascendance est suffisante pour tenir en l'air ou non, sans avoir à voler (avec une petite connaissance du site).

À NOTER

Il mesure le vent relatif à l'aile, et non la vitesse air ! Bien sûr les deux sont très proches, mais il faut préciser quelques détails :

– L'écoulement de l'air est ralenti sous l'extrados et accéléré sur l'intrados. En parapente pas de problèmes, la voile est loin, mais en delta, pour les basses vitesses, on peut mesurer plus de 10 % de moins que la vitesse vraie !

– avec l'altitude, la pression baisse, les molécules se raréfient, les effets du vent diminuent, avec pour conséquence une vitesse affichée plus faible que la vitesse réelle sur les appareils à capteur du type pitot ou venturi. Pour le pilote, peu de différence car l'aile subit le même phénomène, ce qui veut dire qu'à incidence égale, vitesse affichée et sensations seront les mêmes qu'à basse altitude, pour une vitesse vraie plus élevée !

Les anémomètres à hélice, par leur principe de fonctionnement, ne sont pas affectés. Ils indiquent donc la vitesse vraie. Avec une correction d'1 % par tranche de 200 m, à 3000 m l'aile décrochera à une vitesse vraie lue de 31 km/h contre 27 au niveau de la mer.

E) Le GPS

Peu utile pour voler en « local » sur son site, il a bien d'autres vertus pour les vols de distance :

– le pilote connaît en permanence sa vitesse sol, il peut donc adapter sa vitesse air et sa trajectoire pour optimiser ses performances. C'est aussi un atout non négligeable pour un posé improvisé sans le confort d'une manche à air !

– il est possible de mémoriser avant le vol des « waypoints » (positions), pour pouvoir se diriger vers eux et ainsi suivre un parcours programmé à l'avance sans risque de se perdre et en évitant les zones réglementées. Sur certains appareils, votre position apparaît sur une carte précise.

– le pilote connaît en permanence sa position, ce qui avec le téléphone portable (attention à la couverture) est très utile pour se faire récupérer après un cross (ou même pour rentrer seul).

– le pilote connaît aussi son altitude avec une précision qui s'améliore, très utile pour les transitions et beaucoup plus simple d'utilisation qu'un altimètre qui varie d'un jour à l'autre.

– Il est désormais indispensable en compétition pour prouver la véracité de ses dires, en enregistrant les données du vol effectué.

– certains modèles font aussi le café... plus sérieusement, cet appareil relativement récent ne cesse de s'améliorer et de s'enrichir de nouvelles fonctions. On le connecte actuellement au boîtier « altivarior », ce qui permet d'obtenir un véritable calculateur de vol, et certains modèles sont déjà totalement intégrés. Il est probable que la fonction altitude s'affinant, on puisse s'en servir de variomètre dans un futur proche...

F) La radio

Sur le terrain nombre de pilotes utilisent des émetteurs récepteurs VHF en marge de la légalité. Rappelons que :

– Seule est libre d'accès la fréquence FFVL (143.9875 MHz), et cela, avec un poste homologué, bloqué sur cette fréquence.

– Cette fréquence nous a été attribuée pour la sécurité. Elle sert donc, bien sûr, en cas d'accident. Elle permet aussi de diffuser les informations des balises météo présentes sur de nombreux sites, ce qui participe à la sécurité.

Y faire passer quelques informations utiles, notamment sur les conditions de vol est acceptable, l'encombrer de bavardage est une action nuisible.

– Il est devenu difficile de « louer » des fréquences officielles, les écoles ont donc, en grande partie migré vers l'« UHF » dont l'usage est assez libre. Une certaine tolérance semble de règle actuellement, mais en certains lieux, siège de trop d'abus, la répression a déjà frappé... les radios officiellement vendues en France sont verrouillées sur la bande 144-146 MHz, cette bande est réservée aux radioamateurs. Ceux ci ont des contraintes importantes liées à l'utilisation de cette bande et sont donc très chatouilleux sur son utilisation (à juste titre). Une radio « bridée » sur cette bande sera donc inutilisable...

Le contact radio entre pilotes en vol est un plaisir, voler « en groupe » permet d'améliorer les performances, et aussi la sécurité dans une très large part. C'est très probablement la raison pour laquelle nos débordements sont tolérés, faisons notre possible pour utiliser intelligemment cette tolérance, maintenir ce statu quo à défaut de pouvoir l'améliorer.

G) Boussole et nuages

La boussole, déjà peu utilisée par le passé, est avantageusement remplacée par le GPS.

Dans le cas où l'on se serait fait « prendre » par un nuage, sortir par le bas n'est pas toujours possible ou sans danger car :

– Pendant une manœuvre descente rapide vous pourriez dériver vers le relief.

– L'ascendance pourra être plus rapide que votre meilleure vitesse de descente.

Dans ces cas, bien que tenir un cap soit difficile, fuir latéralement sera la seule solution, la vitesse sol donnée par le GPS sera alors, plus précieuse qu'une simple indication de direction.

Rappelons que voler dans un nuage est interdit et représente un très réel danger.

Un pilote avion, sans visibilité et sans horizon artificiel, à toutes les chances de passer sur le dos dans un délai très court. La forte stabilité de nos machines nous avantage, mais ne nous assure pas l'impossibilité du passage dos, dans un nuage turbulent... D'autre part, le phénomène de « spirale

engagée » en parapente peut poser problème à un pilote stressé et désorienté.

Le débutant ou le distrait se fera généralement « aspirer » par un cumulus de grande taille (et puissance), rappelons que l'ascendance se renforce très souvent à l'approche de la base du nuage. Il est donc indispensable, dès que l'on se rapproche de la base d'un nuage étendu, de rester en bordure, de façon à ce que, si il n'y a plus moyen de descendre, on puisse s'échapper sur le côté. Rappelons qu'au-dessus de la surface S (cf. réglementation), on ne doit pas approcher la base à moins de 300 m (en vertical). Si toutefois vous utilisez une boussole, rappelez-vous qu'une masse métallique proche ou un autre aimant (2° boussole) peuvent facilement la rendre complètement fausse.

H) Les cartes

Le seul GPS ne permet pas de tout faire (en tout cas pour le moment). En particulier, pour bien situer les espaces aériens interdits et les altitudes mini/maxi à respecter, le GPS n'est la plupart du temps pas adapté. Il est de loin préférable de l'utiliser pour afficher les indications nécessaires à l'estime, au suivi d'une route, à l'affichage de la vitesse-sol.

Une carte embarquée doit permettre le cheminement et aussi de mieux se repérer si on manque de points-balises programmés dans le GPS. Pour nous libéristes, il est en pratique impossible de manipuler une carte de navigation en vol. Il existe par contre des portes-cartes souples qui permettent d'insérer une carte dans un format A4.

Il n'existe pas aujourd'hui de cartes spécifiques Vol Libre publiées, il faut donc les préparer.

On ne peut pas définir une méthode unique, mais il est à la portée de chacun aujourd'hui de mettre au point les cartes qui lui seront utiles. Le choix de l'échelle peut dépendre du lieu, des ambitions de vol, etc.

Les éléments essentiels suivants sont à prévoir : représentation graphique de l'échelle, des zones interdites, affichage clair des altitudes maximales autorisées. Il est aussi intéressant d'y inclure les « pompes de service », les directions « cul de sac », les altitudes requises pour les transitions, et tout renseignement, utile au vol, tiré de votre expérience ou du savoir collectif.

LE MATÉRIEL DELTA ET RIGIDE

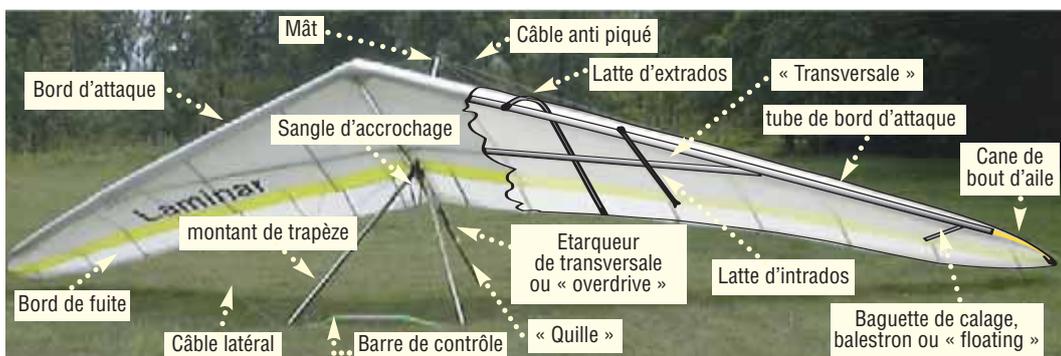
Que de chemin parcouru !

De la finesse 3 du début, nous en sommes maintenant à 15 (16?) pour les deltas, et 19? pour les rigides! Cinq fois mieux, c'est déjà un très joli score, obtenu au prix d'une plus grande complexité, mais aussi avec une meilleure sécurité. Avec le « Swift » caréné, on approche même les 25 de finesse, mais dans son cas, on est à la limite du vol libre. En effet, à cause de son poids, très rares sont les pilotes qui le décollent à pied. Il est de plus en plus utilisé comme motoplaneur, avec un décollage roulé.

Les deltas sont répartis en trois genres :

- Ailes « débutant-intermédiaire » légères et faciles.
- Ailes « intermédiaires-perf » ou ailes « plaisir » : toutes ressemblent plus ou moins au modèle ci-dessous. Elles ont généralement un « mât » et les « plumes » (bout d'aile) elliptiques.
- Ailes de « perf-compétition ». Le mât a disparu, c'est une transversale en carbone qui donne à l'aile sa résistance en négatif. Les câbles anti-piqué sont remplacés par des balestrons internes moins pénalisants en terme de traînée. La forme générale reste très proche.

Les rigides sont un peu plus variés dans leur conception, le Swift par exemple, utilise un pilotage au manche. Ceci dit, la plupart des modèles utilisent des spoilers commandés par le déplacement du trapèze et une voile entièrement rigidifiée par des nervures. On distinguera les rigides destinés à débiter ce type d'activité, de ceux axés vers le maximum de performance, au pilotage plus exigeant.



I. L'aile Delta

A) La voile et les réglages

1) Matériaux et vieillissement.

Deux grandes familles de tissus sont utilisées : le dacron et les tissus « trilam ». Les grammages varient de 160 g/m² à 250 g/m². Du fait de leur épaisseur, ceux-ci vieillissent assez peu avec les ultra violets, par contre, ils se déforment avec le temps. Certaines parties soumises à des efforts importants peuvent s'allonger, mais la déformation principale reste le rétrécissement, pouvant atteindre quelques % en quelques années ! Si la solidité d'une voile (en utilisation normale) n'est guère entamée, les déformations vont petit à petit provoquer un changement de comportement de l'aile pouvant aller jusqu'à la rendre très désagréable à piloter. L'aile se tend en vieillissant, il peut donc être utile de la détendre légèrement pour lui redonner des caractéristiques plus proches de celles d'origine, mais attention chaque modèle d'aile vieillit différemment.

Les tissus trilam, constitués d'une âme coincée entre deux couches de Mylar semblent moins se déformer, mais sont plus sujets au vieillissement. Une minuscule déchirure et l'humidité se glisse

entre les deux couches, le tissu se délamine...

En résumé : une voile reste solide, mais se déforme et change le comportement de l'aile.

Une voile est imputrescible, mais pas indestructible, attention :

- Une voile stockée humide et sale peut voir se développer une moisissure qui finit par l'attaquer...
- Le tissu trilam n'aime pas l'humidité
- Un insecte, de l'herbe, oubliés dans la voile au pliage sont aussi néfastes...
- Ne pas la laver avec des produits autres que du savon doux, à moins d'être certain que le type de produit que vous voulez utiliser est inoffensif sur cette toile.
- Idem pour les peintures de décoration.
- Enfin pour rire, ne pas la passer en machine à laver ! (si, si, vu).

2) Réglages.

Les réglages ont tous le même but : donner sa forme à la voile et positionner le pilote dessous. Le réglage de base, c'est-à-dire le centrage, par déplacement du point d'ancrage pilote, est simple et peut être pratiqué par tout pilote. Pour les autres réglages, la plus grande prudence s'impose car une action identique peut provoquer des effets différents selon l'âge de la voile et le réglage initial... D'autre part, les machines sont devenues performantes, donc « pointues » et de petits réglages peuvent déjà créer de grands effets ! Bref, trouver un réglage correct est plus une affaire de professionnel connaissant le modèle, que d'amateurl, même éclairé. Si vous pensez que votre aile ne vole pas comme elle le devrait, si vous voulez régler le problème vous-même, bien que cela soit plutôt déconseillé, la démarche suivante s'impose :

1/ Collecte d'informations. Certains constructeurs (trop peu...) diffusent des informations très pertinentes sur ce sujet, entre autre sur leurs sites web. Les revendeurs connaissent souvent les particularités de leurs machines. Les pilotes possédant le même type d'aile peuvent avoir rencontré le même type de problème.

2/ Si vous pouvez essayer le même modèle, la comparaison avec la vôtre peut être instructive... Un autre pilote peut aussi tester votre aile, un autre avis est précieux.

IMPORTANT

ATTENTION À LA PLUIE !

Il n'y a que sur les tissus en dacron que les gouttes d'eau « mouillent » et s'étalent. Sur les tissus « trilam » (et le « gel coat »), elles restent sous forme de gouttes, modifiant ainsi l'état de surface de façon importante. Les conséquences :

- Une vitesse de décrochage fortement augmentée (de l'ordre des 10 km/h).
- Un comportement en virage nettement dégradé (variable d'une aile à l'autre).
- Des performances, finesse et taux de chute, fortement diminués.

Les seules exemptées sont les ailes de débutant (même avec tissus trilam), le phénomène est d'autant plus présent que l'aile est performante.

LE MATÉRIEL DELTA ET RIGIDE

3/ Faire de très petites modifications et faire l'essai dans des conditions faciles.

Il y a très peu de réglages possibles sur les ailes actuelles, voici tout de même quelques généralités :

- Bien que le bord de fuite puisse se détendre et « flapper », le reste de la voile rétrécit généralement en vieillissant. Donc on ne doit pas généralement retendre la voile le long du bord d'attaque, mais plutôt l'inverse (sur les ailes à cane, on diminuera la tension de la voile au niveau de la cane). Le flappement se réduit grâce à un « nerf de chute », petite ficelle qui court le long du bord de fuite. Si votre aile en est équipée, il suffira de le retendre un peu, dans le cas contraire, il n'y a rien d'autre à faire... Que d'en rajouter un.

- Une aile qui vieillit devient souvent cabreuse et perd de la maniabilité (par tension et donc diminution du vrillage). Comme ceci arrive très graduellement, il est très utile, de temps en temps, de tester vitesse barre lâchée et maniabilité, sous peine de s'habituer peu à peu, à une machine au comportement désagréable.

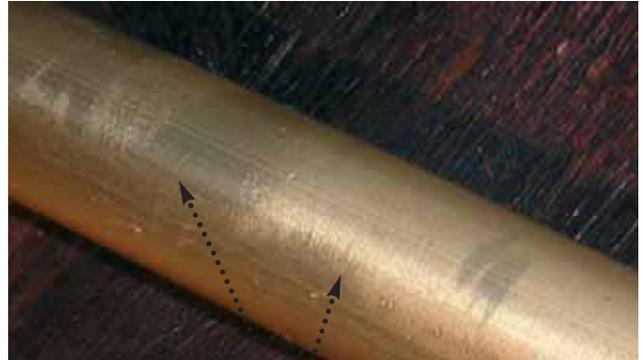
- Si votre aile tourne, vérifiez d'abord structure et lattes, il y a de fortes chances qu'un élément soit tordu, si tel n'est pas le cas, cela veut dire que votre voile s'est déformée de manière dissymétrique, il faudra alors jouer sur la tension le long du bord d'attaque (pour une petite correction). Jouer sur la courbure des lattes est une solution de derniers recours qui conduit à une aile dissymétrique, c'est à déconseiller. Quand l'aile est trop vieille...

- On peut par contre jouer sur la tension des lattes, avec des effets très variés d'une machine à l'autre.

- Sur les ailes sans mât, on peut jouer sur le calage des balestrons internes, l'effet est sensible sur les hautes vitesses mais aussi sur la stabilité en tangage de l'aile. À moins d'être très compétent sur le sujet, il sera préférable de s'abstenir d'y toucher.

B) Les tubes

S'il existe beaucoup de variétés d'aluminium, la famille des « zical » est de plus en plus utilisée pour sa grande résistance. Comme tout aluminium, il s'oxyde à l'air libre et forme une très fine couche d'alumine qui le protège ensuite. Pour éviter cette alumine, qui a pour principal défaut



L'anodisation qui recouvre le métal a blanchi. Le tube a trop travaillé lors d'une torsion, il est affaibli et doit être changé.

d'être très salissante, on pose une fine couche de protection, soit de métal par anodisation, soit de peinture époxy.

Guère de problèmes de vieillissement (en tout cas à notre échelle de temps), un tube est soit intact et donc bon, soit tordu et donc à changer : **notre variété d'alu ne se détord pas sans perdre une trop grosse partie de sa résistance!**

Seul piège possible, les trous : avec le temps ceux-ci peuvent s'ovaliser et il même possible, quoique très rare, de voir apparaître des fissures partant de ceux-ci. Avec des renforts bien faits, en utilisation normale, celles-ci ne devraient pas apparaître.

C) Les matériaux composites

Carbone et Kevlar ont fait leur apparition ces dernières années sur les rigides, mais aussi de plus en plus sur les deltas, avec d'abord les transversales et maintenant les barres de contrôles.

Le carbone possède un très haut « module d'élasticité », il se déforme donc très difficilement ce qui le destine aux efforts de flexion (« D » tube du rigide) et de compression (transversale du delta). Il donne la rigidité.

Le Kevlar est très résistant à la traction, il est utilisé en « renfort » là où les contraintes sont importantes. Il donne la solidité.

Ces merveilleuses caractéristiques mécaniques sont à tempérer par des défauts, le carbone est cassant (les mâts de bateau en sont une preuve). C'est la raison pour laquelle, il est très peu utilisé

pour les montants de trapèze, car cassé, il est coupant donc beaucoup plus dangereux que l'aluminium qui lui, tord. Après un choc, même avec une inspection méticuleuse, il est difficile de détecter une possible faiblesse du matériau, il est donc utilisé « très surdimensionné » pour améliorer sa sécurité. Autre problème potentiel, le vieillissement est difficile à prévoir. Les planeurs ont été confrontés à ce problème à l'arrivée des « plastiques » (planeurs en composite). Ils ont donné des durées de vie, au début assez faibles, puis en utilisant les planeurs accidentés pour tester la résistance des matériaux, ont petit à petit augmenté les potentiels en heures de leurs appareils. Pour l'instant, le recul sur les rigides de première génération ne semble pas faire apparaître de problèmes, mais cela n'est pas très vieux. L'influence des chocs, atterrissage raté, transport ou manutention, est difficile à estimer, c'est une différence importante avec l'expérience planeur. Le principe de précaution implique une certaine méfiance sur les machines âgées...

D) Les câbles

Ils représentent peu de poids et sont donc généralement largement surdimensionnés. Ils sont en Inox, les plus courants sont faits de 7 fils tressés en torons et de 7 torons tressés, soit 49 fils au total. Gainés ou non de plastique ils sont sertis

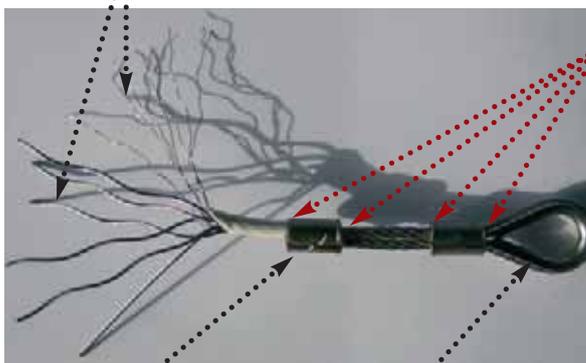
avec des « manchons de sertissage » alu ou cuivre. Une « cosse cœur » permet de faire travailler le câble correctement sur les pattes d'attache. Il faut les surveiller très étroitement, car à chaque pliage, les torsions fragilisent petit à petit les fils extérieurs et l'on voit apparaître des « gendarmes » ou fils coupés, très agressifs pour les doigts.

À partir du premier gendarme, la dégradation est très rapide : le câble doit être changé immédiatement !

Du fait de leur surdimensionnement, avant apparition d'un gendarme, un câble, même vieux, peut être considéré comme assez solide. Pour éviter un vieillissement prématuré, on fera attention au pliage de l'aile. Les câbles doivent faire le moins de courbes possibles et avoir de larges rayons de courbure.

En atmosphère marine, il faudra s'inquiéter d'une possible corrosion. L'eau salée est conductrice, manchons de sertissage et câble sont faits de métaux différents, il y a donc un couple électrolytique (une pile) et l'un des métaux est attaqué... Une aile qui a été dans l'eau de mer doit impérativement être rincée soigneusement, une aile qui vole beaucoup en bord de mer peut l'être de temps en temps.

7 fils tressés en 7 torons pour un câble standard



Manchon de sertissage

Cosse cœur, pour éviter au câble les angles vifs.

Les « gendarmes » apparaissent presque toujours aux « points singuliers » que sont les sorties de manchon de sertissage.

Il est clair qu'avec un tel câble, l'aile ne tient plus les 6 G ! Les vérifier, est l'élément le plus important de la visite prévol (avec le harnais).



LE MATÉRIEL DELTA ET RIGIDE

E) Quincaillerie, boulons et push pin

Nous utilisons des boulons en acier haute résistance 80 kg/mm² avec un traitement anti corrosion (le bichromatage très courant est de couleur dorée). Ne pas remplacer par de la boulonnerie ordinaire ! Les écrous sont généralement freinés par une bague de plastic (nylstop), dans ce cas, ils sont à usage unique. Bien que traités, ils peuvent à la longue, rouiller légèrement en surface sans que leur résistance soit fortement diminuée. La broche à bille ou « push pin » permet un gain de temps appréciable sur le montage d'une aile. Attention, il est indispensable de vérifier que les petites billes, qui assurent le verrouillage, coulisent bien., car dans le cas contraire rien ne tient cette « goupille automatique » en place ! C'est essentiellement le sable ou la boue, qui en pénétrant le mécanisme, arrivent à le gripper. Il est déconseillé de graisser, car cela amalgame la poussière et encrasse le push pin. Les petites billes dépassent peu, un trou « ovalisé » par le vieillissement pourrait permettre leur passage, une petite rondelle « inox », attachée au push pin, vient régler le problème.

Il existe d'autres pièces métalliques, celles-ci, comme la boulonnerie, vieillissent peu et une simple vérification visuelle suffit à s'assurer de leur état.

Un boulon est très sollicité en cas d'atterrissage brutal, c'est le boulon de haut de trapèze, il est à vérifier systématiquement. Il peut même tordre alors que les montants restent intacts. Fort heureusement, l'acier dont il est fait supporte un peu les déformations, il faut malgré tout le changer immédiatement : n'oubliez pas de le vérifier.

F) Les dispositifs de sécurité

Les câbles anti-piqués contribuent à la stabilité en tangage, leur longueur ne doit pas varier dans le temps. S'ils sont en cordelette, ils peuvent changer en vieillissant, ainsi que perdre de leur résistance : ils sont à changer de temps en temps. En câble, seule l'usure est à vérifier.

Sur les ailes performantes actuelles, ceux ci sont remplacés par des « balestrons internes » plus performants, mais dont le réglage doit être précis.

G) Pliage et housse

Une aile mal pliée souffre énormément pendant un transport, les vibrations peuvent par frottement trouser le tissu, fragiliser les câbles ou user un tube qui frotte sur une autre pièce métallique. Une housse correcte n'est pas trop large, pour limiter les mouvements de l'aile. Des protections bien étudiées empêcheront les frottements.

H) Les nœuds

Bien que les ancrages pilotes soient de mieux en mieux conçus par les constructeurs, avec sécurité incluse. Il peut tout de même être utile de savoir faire des nœuds solides et fiables. Il faut savoir qu'un nœud fragilise une corde, il peut aller jusqu'à diminuer sa résistance de plus de moitié.



Nœud de sangle : facile à retenir, faire un nœud simple, puis faire le chemin inverse avec l'autre sangle. La résistance tombe à 44 % de la résistance initiale.



Nœud de pêcheur double : la résistance de la corde est affaiblie jusqu'à 56 % de sa valeur initiale. C'est l'un des meilleurs, mais il est difficile à retenir !



Nœud en huit : très facile à retenir, faire un huit, puis faire le chemin inverse avec l'autre corde. La résistance reste correcte avec 48 % de la valeur initiale.

II. Le harnais

C'est un élément essentiel qui joue sur confort, performance et sécurité du couple aile/pilote. Il y a beaucoup à dire sur ce qu'est un bon harnais et sur les défauts de certains...

– **Confort couché** : à votre taille et bien réglé, rare est le harnais inconfortable. Ceci étant, le réglage n'est pas forcément très simple. Il est utile de faire régler son harnais par un professionnel, quitte à affiner en passant un peu de temps sous un portique.

– **Profilage** : vu les performances actuelles des meilleures machines, il est très important d'avoir un harnais aérodynamiquement propre. C'est environ un point de finesse, voire plus dans les cas graves, qui peut être gagné et plus la vitesse augmente, plus c'est important!

– **Sécurité 1** : quelques harnais présentent des défauts pouvant créer de réels problèmes. Pour les harnais avec ouverture ventrale (la majorité), il faut au moins deux boucles pour assurer la sécurité; une boucle peut être mal fermée (sur le tissu par exemple) et dans ce cas on ne peut plus compter que sur la fermeture éclair...

La poche parachute doit permettre au parachute de sortir normalement! Elle doit être placée de telle sorte que les mouvements du pilote ne puissent pas induire d'ouverture accidentelle et enfin on doit pouvoir accéder facilement à la poignée d'ouverture.

– **Sécurité 2** : le pilote doit être à l'aise dans les différentes positions de vol, ainsi que dans les gestes qu'il doit effectuer. Par exemple, les harnais de type « cocon » ont été abandonnés car trop de



Harnais « intégral » profilé récent.

LE MATÉRIEL DELTA ET RIGIDE

pilotes, n'arrivant pas à attraper le bas du cocon pour passer couché, ont fait des retours pente en oubliant de piloter pour s'acharner sur le harnais. Idem pour l'atterrissage, où sortir du harnais peut causer problème au pilote qui s'y prend trop tard (poignée dure à trouver, fermeture coincée...). Enfin, défaut majeur des harnais, plus ou moins présent sur tous les harnais : la position relevée.

– **Confort debout : Il est essentiel d'être correctement relevé, sans trop d'efforts, dans la phase délicate de l'atterrissage.**

Un pilote « cramponné » au trapèze (sous peine de rester couché) ne sent pas les efforts du trapèze dans ses mains, il est obligatoirement contracté puisqu'il fait un effort pour maintenir sa position, bref il est très handicapé pour faire un posé correct. Rappelons, qu'avec une aile correctement réglée, le pilote relâche doucement la pression dans les montants jusqu'au neutre et pousse peu après. Il est impossible de sentir « le neutre » suspendu aux montants ! Le pilote ne peut pas non plus ramener la main facilement de la barre de contrôle au montant, il est obligé de « jeter » la main vers le montant, déséquilibrant plus ou moins l'aile suivant son adresse et gare s'il le rate ! puis de monter alternativement les mains par à coups, pour les avoir assez haut...

– **Côté pratique :** disposer de poches, drag chute, radio, housse de l'aile, plus une ou deux (bazar, eau, etc.) est utile. Pouvoir enfiler et vérifier le harnais simplement (accrochage, cuissard, poche parachute) est une qualité en rapport avec la sécurité.

– **Entretien :** pas de soucis de vieillissement (à moins le laisser trop longtemps au soleil), pensez à « soigner » les fermetures éclair, il est bête de faire un vol harnais ouvert ou pire de rester coincé dedans à l'atterrissage... Donc, maintenir la fermeture propre et la lubrifier avec savon sec ou silicone.

– **Adaptation du drag chute au harnais :**

● La poche du drag chute doit être à l'arrière et du côté opposé au parachute (si celui-ci est sur le côté). Elle doit être facile à trouver et à ouvrir. Dans le cas de poche avant, des ouvertures intempêtes du drag chute ont été répertoriées par frottement sur la barre de contrôle. De plus il serait dommage par inadvertance de se tromper de poignée de parachute...

IMPORTANT

MOUSQUETON

Un mousqueton aluminium peut avoir des pailles, il faut donc utiliser, soit un mousqueton acier (exempt de défaut par fabrication différente), soit doubler d'un deuxième mousqueton alu. Trois ruptures répertoriées depuis les débuts du Delta c'est peu, mais c'est trois de trop...

● Il faut des suspentes courtes sans rallonge, le drag chute ne doit pas pouvoir s'enrouler autour de la quille. Dans ce cas vous vous retrouveriez attaché à votre quille et dans l'impossibilité de pouvoir tirer...



Sa simplicité d'utilisation fait du harnais barrette un très bon harnais de début.

Accroché sous l'arbre, le « pilote » ne triche pas, il n'a pas besoin de poser le pied par terre pour maintenir une position « debout » sans l'aide de montants de trapèze. Ainsi les mains pourront être posées détendues sur les montants de trapèze et le pilote sentira les informations que ceux-ci transmettent. Cette caractéristique rend les atterrissages beaucoup plus faciles à maîtriser, elle est malheureusement rare à trouver sur les harnais plus performants.

● L'accrochage doit être symétrique sur l'axe central de votre harnais, et accroché le plus près possible du centre de gravité pilote + harnais, afin de ne pas perturber votre pilotage drag chute ouvert par une composante de travers. De nombreux harnais ne vous proposent pas cette solution, c'est moins bien, mais pas trop gênant.

– **Occasion** : beaucoup de formes et de modèles, depuis le harnais « barrette » parfait pour débiter, aux « intégraux » actuels. Quelques vieux harnais étaient plutôt réussis, mais beaucoup ne permettent pas une position correcte pour atterrir. Un essai « suspendu » est indispensable pour vérifier, le confort en position couché, la facilité à enfiler et fermer le harnais, et surtout la facilité à en sortir, se redresser et rester debout.

Un harnais vieillit très bien au sens solidité, mais certains éléments, telle la fermeture éclair, peuvent créer des problèmes.

Attention au container parachute, le velcro ne suffit pas, surtout vieux ! Faire éventuellement rajouter « des aiguilles » comme sur les harnais actuels.

EN RÉSUMÉ :

Le harnais est un élément important de sécurité, être inconfortable rend beaucoup moins performant !

Il est trop souvent choisi sans tenir compte de la position relevé, cela peut être la cause de difficultés à l'atterrissage. Le confort couché dépend essentiellement d'un bon réglage.

III. Autres accessoires

A) Les roulettes

Très utiles à la sécurité, peu de pilotes s'en passent, à partir de 2 montants changés elles sont déjà remboursées !

Attention à leur solidité, certains systèmes supportent peu le choc, c'est le cas par exemple des « demi-coques » qui bien souvent se séparent en deux et n'amortissent plus rien. Le modèle le plus efficace est monobloc avec pneu et chambre à air : pas très lourdes, solides et très amortissantes.



LE MATÉRIEL DELTA ET RIGIDE

B) Les barres de toit et l'arrimage de l'aile

Suivant le type de voiture, de simples barres de toit suffisent ou non. Pour un Delta, qui est tout de même très solide de nos jours, à moins d'avoir deux barres de toit très rapprochées, on peut utiliser tel quel, ou ajouter une mousse sur les barres. Si les barres sont très rapprochées (voiture courte), il est utile de rajouter un support avant ou arrière pour diminuer le ballant générateur de contrainte. Une échelle est souvent utilisée, mais attention, si l'aile est bien protégée, les barres de toit, trop rapprochées, seront fortement sollicitées : il y a risque d'arracher la galerie complète ! Dans ce cas il faut empêcher le ballant, par exemple en amarrant l'échelle sur les pare-chocs avant et arrières par des cordes.

Le cas du rigide est différent, car les bords d'attaque sont composés d'une fine peau (en général de carbone). Poser directement le rigide simplement sur deux barres de toit fera très probablement apparaître des petits enfoncements au niveau des barres. De même, si l'on fait facilement cohabiter beaucoup d'ailes sur un toit, y mélanger un rigide sans précautions particulières, c'est lui faire prendre beaucoup de risques. Attention, enfin aux pièces séparées, spoilers et volets sont fragiles. Le rigide, très solide en l'air, est fragile au transport.

Une attention très particulière doit être portée à l'arrimage des ailes sur un toit, rares sont les vieux pilotes qui n'ont jamais perdus une aile sur la route. C'est de très désagréable à très dangereux !

Dans le cas visible sur les photos, si la corde n'attache que l'arrière, il reste au moins l'arrimage avant : utilisez 2 attaches distinctes ! Attention c'est un cas très courant dès que l'on se fait aider par un « non initié ». Enfin, si vous mettez 3/4 ailes côte-à-côte, et si vous les attachez toutes ensemble, celle (s) du milieu seront très mal tenues, quand au fil des kilomètres, les cordes se desserreront. Préférez un arrimage par groupe de deux maximum.



Cela paraît solide !



Mais dans un virage, le chargement d'ailes pousse la corde vers l'extérieur...



La corde échappe de la barre de toit, l'arrière n'est plus attaché !

LE MATÉRIEL PARAPENTE

I. Descriptions d'un parapente

A) Le cône de suspentage et les élévateurs

Le cône de suspentage représente l'ensemble des suspentes classées dans le sens de la corde en lignes A, B, C et D. Elles sont rapportées sur la sellette par deux faisceaux d'élévateurs droit et gauche. Les élévateurs, respectivement du même nom que les suspentes qu'ils reçoivent, sont des sangles qui font le lien, par un mousqueton à vis, avec la sellette. Les élévateurs sont agencés pour recevoir le dispositif de l'accélérateur ou des trims. Sur les élévateurs « D », les plus en arrière, sont placées des poulies qui rapportent les poignées des commandes de frein à la portée permanente du pilote.

Par le réglage des longueurs de chaque suspente, le constructeur définit le calage de l'aile, son centrage (cf. « MécaVol générale »), sa voûte ainsi que son vrillage.

B) Un calage particulier : la cage

La cage est un concept séduisant. Sans plus d'élévateurs ni commandes de freins, le calage de l'aile est fait en répartissant les suspentes sur une structure métallique. Le pilote, accroché à un point d'équilibre sous cette « cage », manipule le cadre métallique pour se diriger et jouer sur sa vitesse.



Ici, à St-Hilaire-du-Touvet lors de la Coupe Icare, ce pilote déguisé en professeur Tournesol a remporté le premier prix.

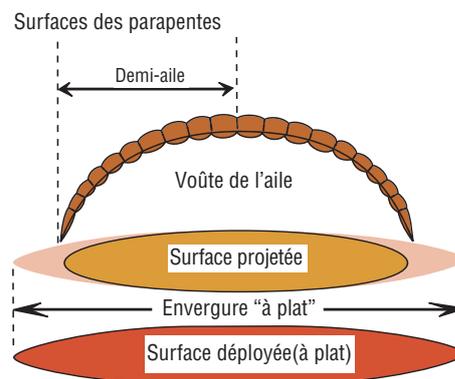
Lorsque les barres, solidaires du cadre et tenues par le pilote, sont tirées à lui ou repoussées, il fait piquer ou cabrer son aile. En faisant pivoter la cage latéralement il obtient un virage. Comme pour le delta avec sa barre de contrôle, c'est avec les mains et les bras décontractés que le pilote sent le mieux ce que fait son aile. Il peut alors agir pour régler sa vitesse et contrôler le cap désiré.

C) Quelques définitions géométriques des ailes de parapente

La voûte : la voûte définit la forme d'une arche, particularité du parapente dans le monde de l'aéronautique. Plus ou moins prononcée, la voûte influence le fonctionnement aérodynamique des ailes.

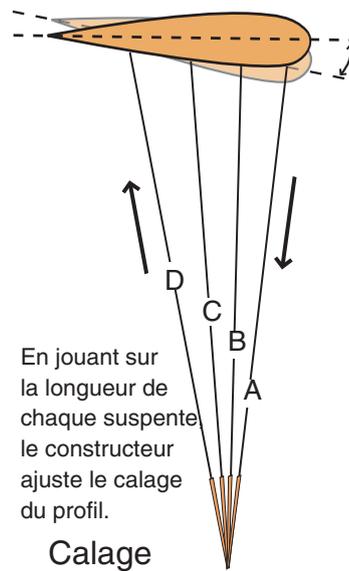
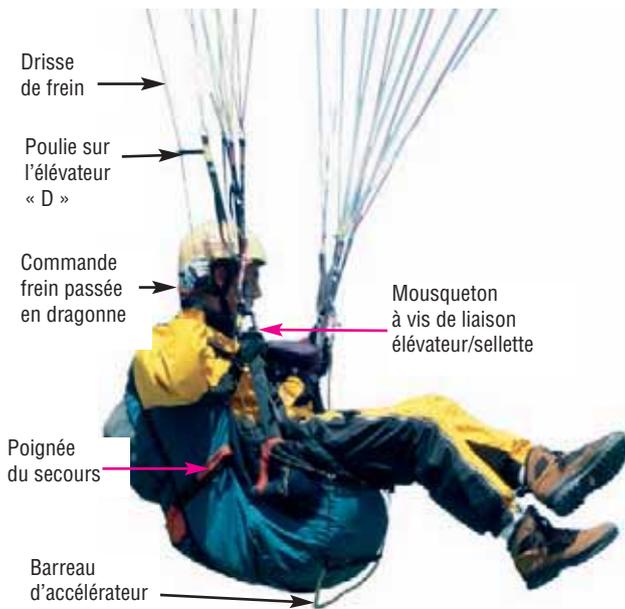
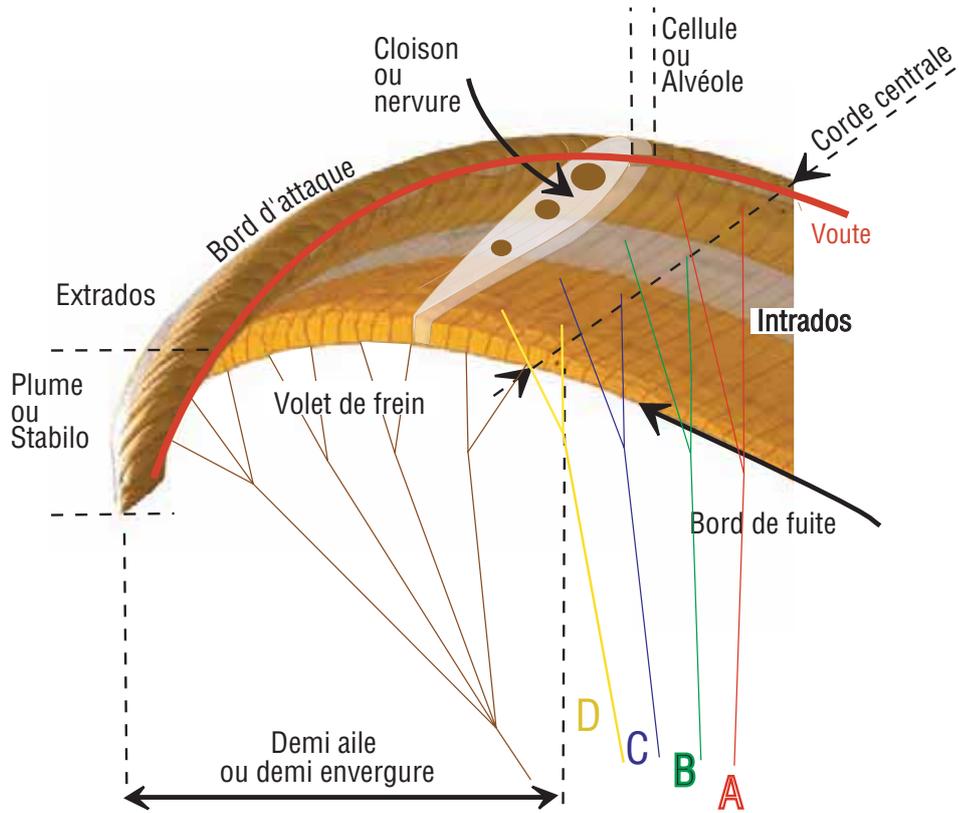
Demi-aile : les parapentes sont des voilures entièrement souples. Les sellettes et leurs réglages permettent aux pilotes de participer activement aux déplacements de la charge sous un parapente. On distingue alors deux « demi-ailes » qui correspondent aux deux faisceaux d'élévateurs droit et gauche.

L'envergure, la surface et l'allongement : ces trois notions sont définies au chapitre de mécanique de vol générale. Elles sont relatives à leur mode de calcul qui peut se faire à plat ou en surface projetée. Du fait de la forme voûtée des parapentes ces valeurs se doivent d'être précisées « à plat » ou « projetées ».



C'est la surface à plat de l'intrados qui est souvent retenue comme étant la surface de l'aile.

LE MATÉRIEL PARAPENTE



II. Réglage des freins

Sorties d'usine les ailes de parapente sont réglées pour qu'au maximum de l'amplitude de traction des freins, le décrochage soit à peine accessible ; ceci sans prise des freins en « dragonne » ni « tour de frein ». Ces dernières pratiques qui « relèvent » avantageusement l'ergonomie du pilotage, raccourcissent les drisses de frein et donnent accès au décrochage.

Une garde de dix centimètres : à la traction d'une commande, une garde de dix centimètres avant la moindre déformation du bord de fuite est nécessaire. C'est généralement le « réglage usine » des constructeurs mais c'est aussi le réglage utilisé pour la norme CEN. Toute modification de cette garde peut induire des comportements hors norme (mise en phase parachutale tant pour une garde trop courte que pour une garde trop longue). Chaque pilote peut, sous sa responsabilité, ajuster la longueur de ses freins à sa convenance. Seule une très étroite latitude d'ajustement est accessible pour ce réglage.

Raccourcir les drisses de frein : le réglage des freins le plus court est tel que, mains hautes (les dragonnes en butée sur les poulies), aucune déformation (même la plus minime) ne doit être observée sur le bord de fuite. Un tel réglage demande d'être vérifié régulièrement compte tenu du rétrécissement courant des drisses de frein. Par ailleurs, avec un réglage court il est possible que l'aile se trouve légèrement bridée lors de l'utilisation de l'accélérateur...

Rallonger les drisses de frein : rien ne peut vraiment justifier une telle opération. Néanmoins si cela devait se faire il est bon de savoir que des freins trop longs peuvent maintenir une aile en parachutage. Le bord de fuite relevé par une trajectoire trop verticale accentue le « réflexe » du profil. De fait, l'abatée ne pouvant avoir lieu, empêche le retour au vol normal.

LONGUEUR DE FREINS : VÉRIFICATIONS

La longueur des freins doit être vérifiée en pente école sur toute aile que vous ne connaissez pas ou sur toute aile neuve que vous recevez venant d'un revendeur que vous ne connaissez pas.



Voler avec un réglage des freins tel que, « mains hautes » le bord de fuite soit bridé, est dangereux. Ici le galbe de la drisse de frein garantit une garde prudente de dix centimètres.

III. Les suspentes et leurs matériaux

Les suspentes sont en deux parties :

- Une gaine de protection en polyester. Elle est tressée.
- Une âme qui assure la résistance, soit :
 - En fibre aramide (Kevlar couleur « or » qui ne fond pas à la flamme, fusion 450°, sensible aux UV et à l'abrasion)
 - En polyéthylène (Dyneema – couleur blanche, fusion 160°, d'où une grande sensibilité aux frottements – une certaine souplesse qui en favorise l'allongement).

Leurs diamètres varient entre 1 et 2 millimètres, en fonction du type de voile et de leur situation dans le cône de suspentage. Les suspentes basses, les plus grosses, doivent résister à une charge de l'ordre de 100 déca Newton.

On peut trouver sur certaines voiles de compétition, des suspentes plus fines et non gainées (dans ce cas les fibres aramides ou polyéthylène sont apparentes et tressées). Ce type de suspentage vieillit beaucoup plus rapidement et pose des problèmes de démêlage.

Sous l'influence répétée du soleil et des frottements les suspentes peuvent vieillir de deux manières.

- Des problèmes de stabilité dans leur longueur finissent par modifier le calage des ailes au point de les rendre dangereuses. Ce problème appartient

LE MATÉRIEL PARAPENTE

plutôt au polyéthylène lorsqu'il est utilisé sur de grandes longueurs.

- Des problèmes de résistance qui appartiennent plutôt à la fibre aramide (kevlar).

De fait un cône de suspentage s'entretient, se contrôle régulièrement et se change si le tissu de l'aile est encore en état.

IMPORTANT

Réaliser un nœud sur une suspente peut réduire sa résistance de 50 %.

À NOTER

Sur un parapente les suspentes les plus sollicitées en vol normal sont les lignes des A et des B. C'est le lieu où se concentrent les forces aérodynamiques maximums : le Centre de poussée (CP)

IV. Les ailes et leurs tissus

De différentes origines les tissus des parapentes sont remarquables par leur enduction pour les rendre étanches, leur traitement anti UV (ultra violet) mais surtout par leurs différents grammages qui ont une incidence sur le poids de l'aile et le comportement dynamique du profil. Un tissu lourd (éventuellement robuste) fait une aile lourde à plus forte inertie, à l'inverse d'un tissu léger.

À ces tissus souples s'ajoutent des portions de tissus plus rigides destinés à « préformer » l'aile. Ils en facilitent son gonflage. Placés au bord d'attaque sur les plans verticaux des nervures, ces tissus demandent à être préservés au pliage. En évitant de les marquer par de mauvais plis, on prolonge les qualités d'écopage de l'aile lors de sa mise en œuvre (photo ci-dessous).



V. L'accélérateur

La présentation et l'utilisation de l'accélérateur sont développées au paragraphe « L'accélérateur » du chapitre « Pilotage parapente ».

Un accélérateur donné pour chaque modèle/taille : le concepteur de chaque modèle de parapente, et pour chaque taille, développe une manière particulière de jouer sur la longueur des élévateurs. Il assure une modification propre et spécifique à chaque aile des longueurs des suspentes sur l'ensemble de la surface de l'aile pour obtenir le meilleur compromis vitesse/sécurité.

Les dispositifs font jouer des systèmes combinés de poulies, de sangles, de rappel et des renvois.

L'accélérateur est un dispositif modifiant le calage de l'aile. En faisant basculer le plan du profil le pilote réduit l'incidence de son aile. La diminution de la traînée, permet d'augmenter ainsi la vitesse.

IMPORTANT

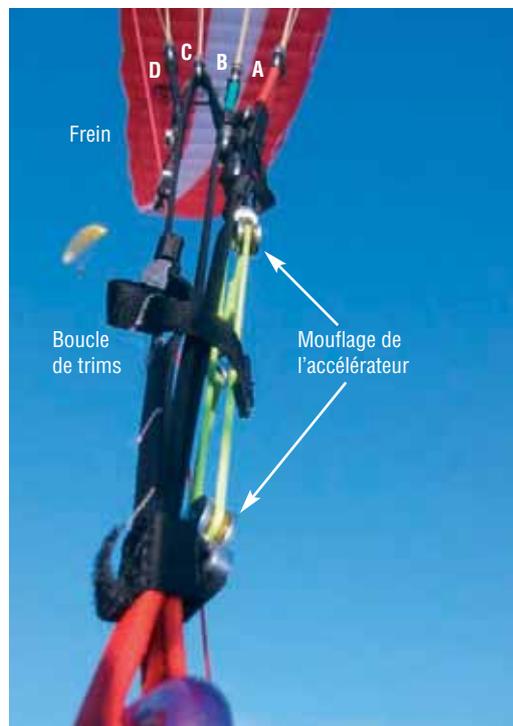
Avec l'utilisation de l'accélérateur ou des trims, la classification des parapentes est à la hausse. Même, la sécurité passive apportée par les ailes d'entrée de gamme est partiellement perdue lorsqu'elles sont accélérées.

VI. Les « trims »

Les « trims » sont un système de sangles et boucleries qui permet de modifier le calage de l'aile en vol. Ils peuvent se concevoir tout autant pour accélérer un profil que pour le ralentir. Les boucles des trims qui doivent être manipulées sont disposées très généralement sur les élévateurs « D ».

Les « trims » en vol :

Inconvénients : le réglage des trims prend du temps, temps pris sur le pilotage. On ne peut pas agir sur les trims sans relever les mains pour y accéder. On abandonne donc momentanément le pilotage de l'aile ce qui pose problème en conditions turbulentes. Sur ce point, la possibilité d'un relevage immédiat des genoux avec l'accélérateur est un



Sur cette aile de compétition, de droite à gauche : élévateurs A, B, C et D. On observe le mouflage de l'accélérateur sur le A, la boucle des trims sur le D.

incontestable atout pour retrouver un calage moins vulnérable à l'abord d'une turbulence. *Avantages* : ils permettent des réglages fins de la vitesse et de la finesse. Ces réglages sont permanents et maintenus sans effort contrairement à l'accélérateur. Ces réglages peuvent se combiner à l'utilisation de l'accélérateur. On a alors une multitude de régimes de vol accessibles qu'il faut apprendre à utiliser intelligemment. On est là dans la pratique de haut niveau, en compétition, pour optimiser les conditions aérologiques et les tactiques de vol.

Influence de comportement des ailes avec les « trims » :

Au décollage, avec un réglage « cabré », l'aile est généralement plus paresseuse en cours de gonflage. En conséquence elle a moins tendance à doubler son pilote. À l'inverse, un réglage « à piquer » produit un comportement de l'aile plus vif. Elle s'élève alors avec plus de facilité mais le risque de dépassement, sans actions du pilote,

LE MATÉRIEL PARAPENTE

est plus important. En vol, certains trims, donnent accès à une vitesse plus lente que le « neutre » de l'aile. L'aile est alors proche de son « taux de chute mini » mais aussi plus proche du décrochage ! Les risques de phases parachutales sont alors d'autant plus élevés. Dans le cas « accéléré » l'aile est plus sensible aux fermetures puisque son incidence de vol a diminué.

Délicats d'utilisation, les trims n'équipent que les ailes de grandes performances et les biplaces. Pour ces derniers qui ne peuvent pas être équipés d'accélérateurs classiques, les trims sont le seul moyen actuel d'accélérer au-delà de la vitesse max. À l'inverse, l'utilisation des trims « à cabrer » sur les biplaces est un moyen de tempérer la vitesse acquise par la surcharge d'un passager très lourd. Ceci a pour effet de notablement réduire les efforts sur les commandes qui durcissent sous l'effet de la vitesse (vitesse diminuée = commandes moins lourdes). Ainsi en biplace l'utilisation des trims est peut-être moins souvent motivée par des raisons tactiques (réduire ou augmenter la vitesse) que pour le confort de pilotage.

Trims au neutre : les maillons des élévateurs sont alignés sur un même plan horizontal



Les trims sont ici réglés au neutre, comme le montre l'alignement horizontal des maillons des quatre élévateurs de droite. La photo est prise dans le cadre d'un biplace pédagogique. Une formule d'apprentissage qui se décline à tous les niveaux d'une formation.

À NOTER

Le réglage « au neutre » des trims est tel que les maillons reliant les suspentes aux élévateurs se présentent au même niveau (longueur d'élévateurs identiques).

VII. Les sellettes

Les modèles de sellettes sont aujourd'hui nombreux. Elles aussi sont testées en résistance et leurs divers procédés de protection dorsale sont soumis à une norme (EPI).

Chaque modèle peut, par sa conception, influencer la perception de l'aile avec laquelle elle est assemblée. Elle doit de plus s'adapter à votre morphologie. Il est donc souhaitable que son choix se fasse en l'ayant essayée au moins sous un portique.

Sellettes : côtes de conception

Des côtes variables de largeur et de profondeur du plateau d'assise se combinent avec une position et une hauteur très sensiblement différentes des points d'accrochages des élévateurs au-dessus de ce plateau. Le tout produit des changements notables dans la manière de percevoir une aile. Ceci avec votre réglage de sangle ventrale habituel bien sûr !



Pour cette sellette, « air bag » sous les fesses pour se protéger en cas de choc et parachute dorsal.

Critères de choix :

- La taille
- Le confort
- La facilité d'accès à la position de vol à l'issue du décollage
- La possibilité d'obtenir une position relevée stable pour l'atterrissage
- L'emplacement du container extérieur du parachute de secours
- Les différentes protections dorsales associées
- Les dispositifs d'amortissement en roulis (ABS, croisillons...)
- Les différents réglages possibles au sol et en vol
- La légèreté et l'encombrement (volume)
- Les systèmes de bouclerie et l'option « anti-oubli d'accrochage »
- Les poches et les différentes options
- L'aérodynamisme
- ...

VIII. La classification des parapentes

Les ailes sont classées pour leurs comportements et leurs qualités d'amortissement. Les pratiquants du parapente en France utilisent en très large majorité des ailes d'entrée et de moyenne gamme. Ces ailes offrent à leurs utilisateurs les meilleurs compromis sécurité/performances. Le classement qui les distingue s'adresse à des niveaux de pilotage plus ou moins intégrés. Ceci veut dire que, les ailes sont testées dans diverses configurations extrêmes et précisément normées (notamment la fermeture asymétrique). Elles sont alors classées en fonction de leur capacité à revenir au vol normal sans être pilotées. Le temps mis pour l'obtention de ce résultat, les angles obtenus sur les axes de roulis/tangage et l'amplitude des changements de cap ne doivent pas dépasser certaines valeurs. En allant vers les classes d'ailes plus élevées, la tolérance en temps et en angles augmente jusqu'à une nécessaire intervention du pilote pour revenir au vol normal.

Toutefois, le pilote doit savoir que, si dans l'extrême, il devait commettre l'erreur de se confronter

IMPORTANT

HOMOLOGATION DES AILES : LA LOI

La loi française stipule qu'en présence d'une norme française ou européenne, le matériel concerné vendu sur le territoire se doit d'y être conforme. C'est pourquoi, dans le cadre du label des Ecoles Françaises de Vol Libre, la FFVL impose du matériel respectant la norme CEN aujourd'hui en vigueur.

à des turbulences au-dessus de son niveau technique, un incident de vol survenant, même une aile classée sur le premier échelon ne peut pas totalement le protéger. Les effets des turbulences s'ajoutant aux valeurs du test peuvent produire des configurations dangereuses si le pilote reste passif. C'est pourquoi l'enseignement du parapente s'appréhende en termes de « pilotage actif » dès l'initiation.

Les ailes sont livrées avec un manuel d'utilisation. Il doit décrire les manœuvres de descente rapide préconisées ainsi que les limites d'utilisation de l'aile. D'éventuelles techniques particulières y sont rapportées.

Ce manuel stipule expressément le niveau et la norme qui a été utilisée pour la classification de l'aile.

IMPORTANT

CLASSIFICATION DES AILES : ATTENTION

C'est un piège que de penser être totalement protégé par une aile placée au premier échelon d'une norme. Rien ne peut protéger le pilote mieux qu'une bonne technique de vol et de pilotage. Il est toutefois impératif de protéger les différentes étapes d'une progression avec du matériel adapté, au niveau de son utilisateur.

LE MATÉRIEL PARAPENTE

IX. Les normes et les tests d'homologation

Plusieurs normes en constantes évolutions ont servi la sécurité du vol en parapente jusqu'à ce jour. La Norme Européenne (CEN), aujourd'hui en place, détaille vingt-quatre tests notés sur une échelle de 5 notes dont une éliminatoire. Si l'on utilise les lettres A, B, C, D, et F pour la notation, les lettres A et B désignent crescendo la facilité et des qualités d'amortissement optimum. Les lettres C et D des critères de technicité de plus en plus élevés (matériel de haut de gamme ou de compétition). La lettre F est éliminatoire et condamne l'aile à toute homologation.

Une aile classée A doit avoir l'ensemble des 24 tests classés en A. Il suffit d'une seule note en B, C ou D à l'un des tests pour qu'une aile soit classée au niveau de cette note. Par ailleurs un test de résistance est fait à 8G (huit fois la charge préconisée d'utilisation). Il doit laisser l'aile sans rupture ni déformation.

Une fois l'aile testée et classée, son modèle et sa taille sont archivés et sa production se doit d'y être conforme.

Les tests d'homologation ne sont pas tenus de se passer au sein d'un laboratoire spécifique pour qu'une aile soit commercialisée. La responsabilité du constructeur est alors directe vis-à-vis de son client/pilote.

Toutefois la majorité des constructeurs font viser leur production par des centres de tests notoirement connus du milieu du vol libre.

X. L'entretien d'une aile de vol libre et les contrôles

A) Un carnet de suivi pour chaque aile

Correctement assurer l'entretien d'une aile de vol libre, c'est connaître son histoire et être capable d'évaluer le degré d'usure qu'elle a subi.

Pour cela un carnet de suivi répertoriant les heures de vol, les temps passés sur pente école et les événements spéciaux vécus par l'aile est conseillé.

B) Les contrôles techniques

Le manuel d'utilisation qui accompagne l'achat d'une aile neuve spécifie la fréquence des contrôles préconisés par le constructeur. Les organismes de contrôle peuvent être mandatés par le constructeur ou le distributeur pour opérer avec les parapentes de la marque. Ils possèdent alors toutes les données techniques et géométriques du matériel concerné pour sa vérification et, éventuellement, pour le réparer.

On mesure au minimum d'une part le vieillissement du tissu et d'autre part le cône de suspentage.

Pour le tissu on opère de deux manières. L'une est un test au déchirement avec un « bettso-metter » et l'autre est un contrôle de la porosité¹ avec un « porosimètre ». On compare alors les valeurs du test avec les valeurs initiales du tissu neuf données par le constructeur. Sur ses indications des limites ont été fixées.

Pour les suspentes, leur longueur est contrôlée ainsi que leur symétrie sur chaque demi-aile. Le calage de l'aile est aussi vérifié. Des suspentes sont prélevées au centre et à l'avant de l'aile, siège des contraintes aérodynamique les plus élevées. Avec un dynamomètre on mesure leur résistance au moment de leur rupture. On compare alors ces valeurs avec celles préconisées par le constructeur.

Le certificat délivré par le contrôleur fait état du pourcentage d'usure de l'aile et du temps d'utilisation qui lui reste avant le contrôle suivant.

1 Les déformations que les ailes finissent par subir et dont le tissu est responsable reste le problème le plus difficile à évaluer par les contrôles techniques. Ainsi les valeurs de porosité donnent des indications sur l'avancement du vieillissement du tissu.

PRÉSERVER SON PARAPENTE

- Ne pas marcher sur des suspentes
- Ne pas exposer inutilement son parapente au soleil
- Ne pas faire frotter son parapente au sol
- Au pliage, ne pas emprisonner d'insectes dans la voile
- Ne pas stocker un parapente humide ou mouillé
- Respecter la fréquence des contrôles techniques

IMPORTANT**CONTRÔLES TECHNIQUES**

Hors des contrôles techniques programmés, faites contrôler votre aile dès que vous lui trouvez une « paresse » au gonflage ou que sa vitesse de vol semble diminuer.

**À NOTER**

Les contraintes sur le matériel sont très couramment doublées par le facteur de charge (définition en chapitre mécaVOL générale) par exemple en virage. Ponctuellement, ce facteur de charge peut atteindre 3, voire 4, notamment lors de 360° engagés ou lors des figures de voltige. Il est acceptable d'atteindre des facteurs de charge de 4G. Au delà les risques de rupture augmentent considérablement au regard de l'usure normale d'une aile vieillissante. C'est pourquoi les pilotes qui pratiquent la voltige ont une attention particulière sur leur matériel qu'ils vérifient régulièrement et dont ils changent les suspentes à des coefficients de résistances différents de la pratique normale.

5

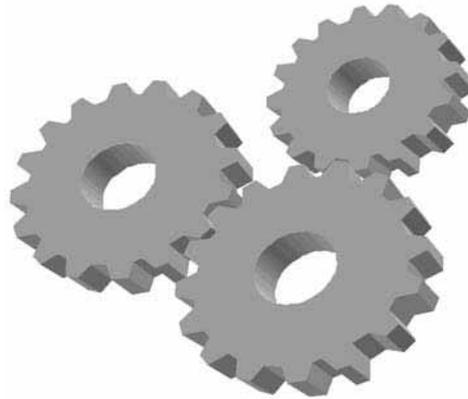
CHAPITRE

LA MÉTÉOROLOGIE



I. Caractéristiques physiques de l'atmosphère

De sites en sites, d'années en années, les observations aérologiques des pilotes sur les sites s'étoffent d'hypothèses plus avisées pour expliquer les phénomènes qu'ils observent. La sécurité en est accrue et une meilleure exploitation des situations aérologiques repousse les limites du vol. Pour cela et pour augmenter son autonomie le pilote doit s'armer de la connaissance des principes physiques qui régissent l'atmosphère.



A) Définition physique d'une particule d'air

D'un point de vue météorologique, l'air est un gaz qui se définit principalement par sa température, sa pression et son humidité.

B) La température

1) Modes de propagation de la chaleur

1. Le rayonnement est une onde qui se propage comme la lumière, sans support matériel. Le soleil rayonne sa chaleur qui est reçue par l'écorce terrestre qui se réchauffe. Tous les corps rayonnent. La terre elle-même se refroidit la nuit en rayonnant. Elle disperse sa chaleur dans l'espace.
 2. La conduction concerne les corps solides et exige un contact direct pour transmettre la chaleur. En appliquant une casserole au contact d'une plaque chauffante elle s'échauffe et communique sa chaleur à son contenu. Selon la matière concernée la conduction est plus ou moins bonne.

L'air est mauvais conducteur. Il peut néanmoins échauffer ou refroidir sa surface au contact d'un sol chaud ou froid.

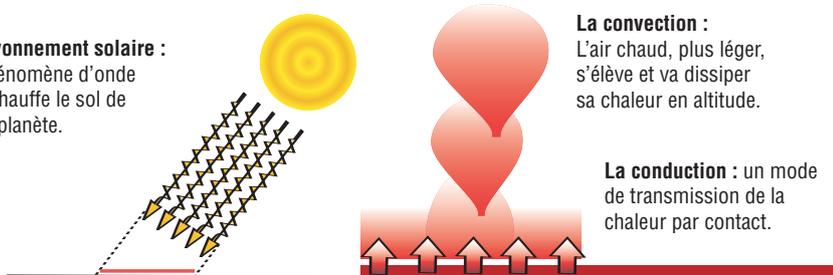
3. La convection caractérise les fluides et un mode de réchauffement par transport de matière. La convection permet le réchauffement des couches supérieures de l'atmosphère. L'air réchauffé par conduction au contact du sol diminue en densité. Il s'allège et dans un mouvement d'ensemble s'élève remplacé par un air plus frais et plus lourd. La particule d'air échauffé emporte avec elle sa chaleur qu'elle va disperser en altitude. C'est la convection.

4. Des masses d'air de températures différentes ne se mélangent pas facilement. Leur différence de densité les distingue. Il faut alors du mouvement, du vent et donc de la turbulence pour harmoniser leur température et autoriser leur mélange.

À NOTER

À pression et volume égaux, l'air froid est plus lourd que l'air chaud.

Le rayonnement solaire :
un phénomène d'onde qui échauffe le sol de notre planète.



La convection :
L'air chaud, plus léger, s'élève et va dissiper sa chaleur en altitude.

La conduction : un mode de transmission de la chaleur par contact.

Les modes de transmission de la chaleur

LA MÉTÉOROLOGIE

2) Températures dans l'atmosphère

En considérant un lieu donné on observe des variations de température à plusieurs échelles :

– Variations de températures quotidiennes et régulières liées au rayonnement solaire et terrestre sur un cycle de 24 h. On constate la température la plus basse peu avant l'aube et la plus chaude après 12 h (soleil au plus haut dans le ciel) au cours de l'après midi.

– Variations de températures observées sur un cycle de 12 mois. Le rayonnement solaire dont l'angle d'attaque varie sous notre latitude en fonction de la saison a ses deux extrêmes aux solstices d'été et d'hiver respectivement les 21 juin et 21 décembre. Les mois les plus chauds et les plus froids de l'année sont décalés sur les deux mois suivant les solstices.

– Variation de températures irrégulières. Elles sont l'objet des variations du temps sous l'influence des mouvements de l'atmosphère qui tendent à harmoniser le décalage de température entre les pôles et l'équateur.

La température normalement décroît avec l'altitude jusqu'à la tropopause, vers 11 km. Cet abais-

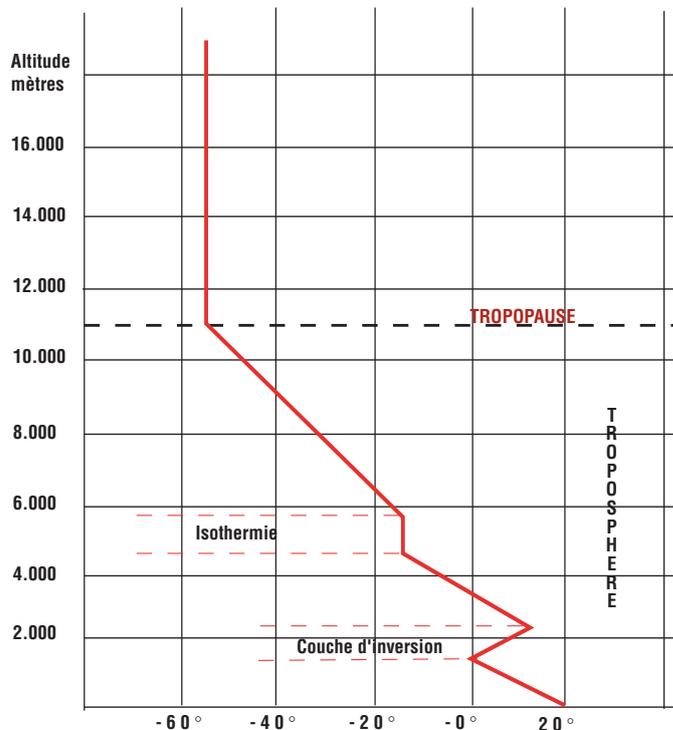
sement de la température avec l'altitude n'est pas régulier. On rencontre parfois des couches dans lesquelles la température cesse de décroître (isothermies) ou se réchauffe avec l'altitude (inversions). La tranche d'atmosphère située entre le sol et la tropopause s'appelle la troposphère. Les phénomènes météorologiques qui nous intéressent sont situés dans la troposphère.

C) Pression atmosphérique et altitude

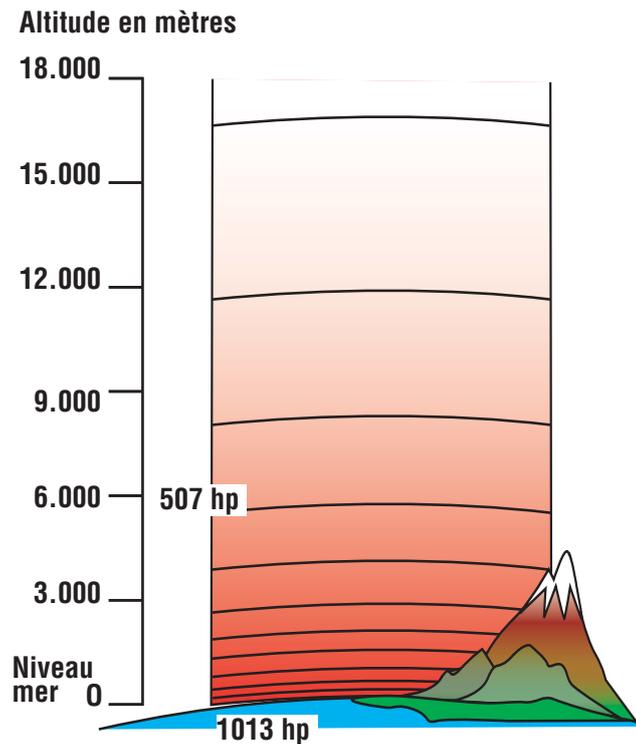
Pour donner une unité de valeur à la pression atmosphérique on utilise l'hectopascal. Son outil de mesure est le baromètre. Comme la pression diminue avec l'altitude, en graduant un baromètre on obtient un altimètre.

En un point donné, associées aux phénomènes atmosphériques, des variations très irrégulières de la pression sont observées. C'est pourquoi il n'est pas possible de faire rigoureusement correspondre une pression à une température d'une part et à une altitude d'autre part.

Pour étalonner le fonctionnement des altimètres



La pression atmosphérique

**L'atmosphère a un poids.**

Ses couches inférieures supportent le poids de l'air qui les surplombent. C'est pourquoi la pression de l'air et sa température sont plus élevées au niveau de la mer.

Pour comptabiliser la pression on utilise l'hectopascal.

La pression moyenne de l'atmosphère au niveau de la mer est de 1013 hp.

À 6 000 mètres elle est déjà réduite de moitié.

La décroissance de pression est proche d'être linéaire jusqu'à 3 000 m. Elle est de 1 hp tous les 8 mètres.

L'essentiel des phénomènes météo sont concentrés dans les 12 000 premiers mètres de l'atmosphère.

une « atmosphère type » (ou « atmosphère standard ») a été définie sur une décroissance moyenne de la pression et de la température en fonction de l'altitude. Pour utiliser l'altimètre un jour donné, il est nécessaire de préalablement le caler sur une altitude connue. Si tel n'est pas le cas, il n'affiche qu'une altitude approchée.

La pression atmosphérique : explications

Assujéti à la pesanteur, l'air a un poids. Il est aussi compressible. On comprend alors que l'air soit plus dense au niveau de la mer, ayant à supporter le poids de la colonne d'air qui le surmonte. C'est la pression atmosphérique. Cette pression décroît donc avec l'altitude. On peut la mesurer en hectopascal (hp.) avec un baromètre. Dans les basses couches de l'atmosphère on considère 1 hp = 8 mètres

Pression et température

Comme tous les gaz, la température de l'air varie en fonction de sa densité. Plus la pression de l'air diminue, plus ses molécules sont éloignées les unes des autres et plus sa température diminue. À l'inverse sa température augmente.

Par ailleurs, pour un même volume et à pression égale l'air chaud est plus léger que l'air froid.

D) La vapeur d'eau

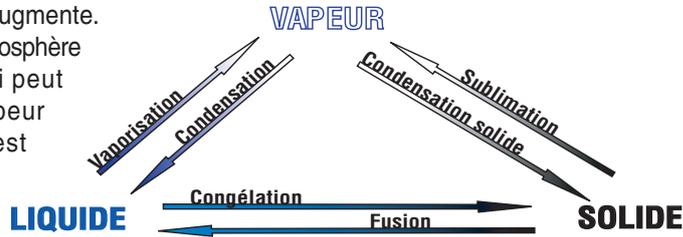
La vapeur d'eau est un composant plus léger et déterminant de l'air. Elle est invisible. Sa quantité dans l'air est variable. Un moyen de la quantifier s'exprime en pourcentage et se nomme « humidité relative ». On désigne cette humidité comme étant « relative » car son pourcentage va croître si la température de l'air baisse ou dimi-

LA MÉTÉOROLOGIE

nuer si la température de l'air augmente. On peut ainsi se figurer que l'atmosphère est une immense éponge qui peut contenir d'autant plus de vapeur d'eau que sa température est élevée.

Lorsque le pourcentage d'humidité relative aborde les 100 % l'air est saturé et il condense. Des micros gouttelettes se forment et un nuage apparaît. Une température suffisamment basse produit des cristaux de glace dont les nuages d'altitude sont constitués.

C'est le phénomène de vaporisation, dont l'essentiel se produit au-dessus des océans, qui maintient une présence permanente et en tout lieu de



POINT DE ROSÉE

Si on abaisse la température d'une particule d'air à pression constante jusqu'à saturation, la température à laquelle on obtient la condensation est appelée « point de rosée ».

SUBLIMATION :

En montagne et à des températures inférieures à 0°, de l'évaporation existe quand même. Cette création directe de vapeur d'eau à partir de l'état de neige ou de glace (solide) est appelée « sublimation ».

| NÉCESSITÉ D'UN APPORT DE CHALEUR | LIBÉRATION DE CHALEUR PAR LE PHÉNOMÈNE |
|----------------------------------|--|
| | |

vapeur d'eau dans l'atmosphère. L'évaporation de l'eau demande de l'énergie (chaleur). Au moment où l'air sature et condense (100 % d'humidité relative) cette chaleur est libérée. On appelle cette énergie présente dans l'air non saturé « chaleur latente ».

SURSATURATION ET SURFUSION

Le phénomène de condensation est rendu possible par la présence dans l'atmosphère de « noyaux de condensation ». Il s'agit de micro poussières ou cristaux de sel marin. Sans eux la condensation n'a pas lieu. Si la saturation est atteinte et que le nuage ne se forme pas on parle alors de « sursaturation ». En atmosphère de température inférieure à 0° on parle de « surfusion ». La surfusion est dangereuse pour l'aviation car les vibrations produites au passage de l'avion remplacent les noyaux de condensation et provoquent la cristallisation de la vapeur d'eau dans l'air sursaturé. Du givre se forme sur l'avion qui s'alourdit et entrave potentiellement ses gouvernes.

Ici du givre s'est formé sur la végétation : de la condensation solide.



1) Cas du brouillard de rayonnement et du brouillard d'advection

Lorsque par une nuit claire et sans vent (généralement l'automne ou l'hiver) le sol se refroidit par rayonnement, la température de la couche d'air au contact du sol s'abaisse jusqu'à saturer. C'est le brouillard de rayonnement.

Le brouillard d'advection se crée à partir d'une masse d'air humide qui se déplace. En venant au contact d'un sol froid elle condense et forme un nuage. C'est souvent le cas lorsqu'un air marin et donc humide rencontre le sol froid d'une côte.



7 h 30 – Troisième week-end de septembre. Avec la Coupe Icare dans la vallée du Grésivaudan, l'automne arrive comme le révèle ce brouillard de rayonnement qui s'est formé dans la nuit au contact du sol.

E) La pression atmosphérique et le vent

1) Les courbes isobares

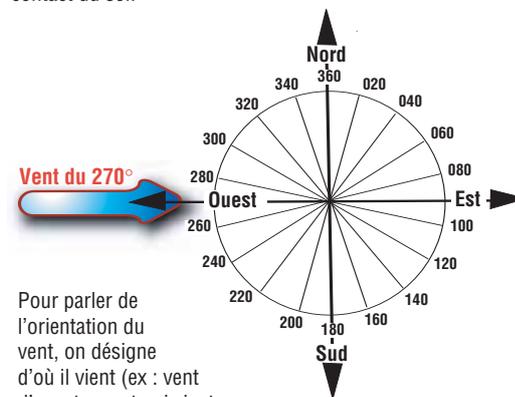
Les courbes isobares rassemblent des points d'égale pression. Elles sont des courbes de niveau de la pression. On les représente généralement espacées de 5 hectopascals. La trajectoire du vent suit approximativement les lignes isobares.

Les cartes isobariques qui se succèdent d'heure en heure contribuent à visualiser les mouvements de l'atmosphère.

2) Les reliefs atmosphériques et la lecture du vent

L'étude quotidienne de la pression atmosphérique dans le monde est un paramètre nécessaire à la prévision du temps. La pression est très variable d'un point à l'autre du globe. Pour révéler ces différences, des cartes isobares montrent le relief de la pression, comme le font les cartes topographiques. On découvre des zones de hautes pressions (anticyclone), de basses pressions (dépressions ou cyclone), des « vallées » (thalwegs), des « crêtes » (dorsales) et des cols. Les marais barométriques désignent de grands espaces où la pression varie peu. Ces derniers sont propices aux orages au cours de l'été sous notre latitude.

Le vent se dirige des anticyclones (hautes pressions) vers les dépressions (basses pressions). Dans l'hémisphère nord le vent diverge du centre des hautes pressions vers leur périphérie en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre. Par



Pour parler de l'orientation du vent, on désigne d'où il vient (ex : vent d'ouest = vent qui vient de l'Ouest ou encore sur une échelle de 360° « vent du 270 » ou provenant du cap 270°).

ailleurs l'air des anticyclones descend et alimente les basses couches de l'atmosphère.

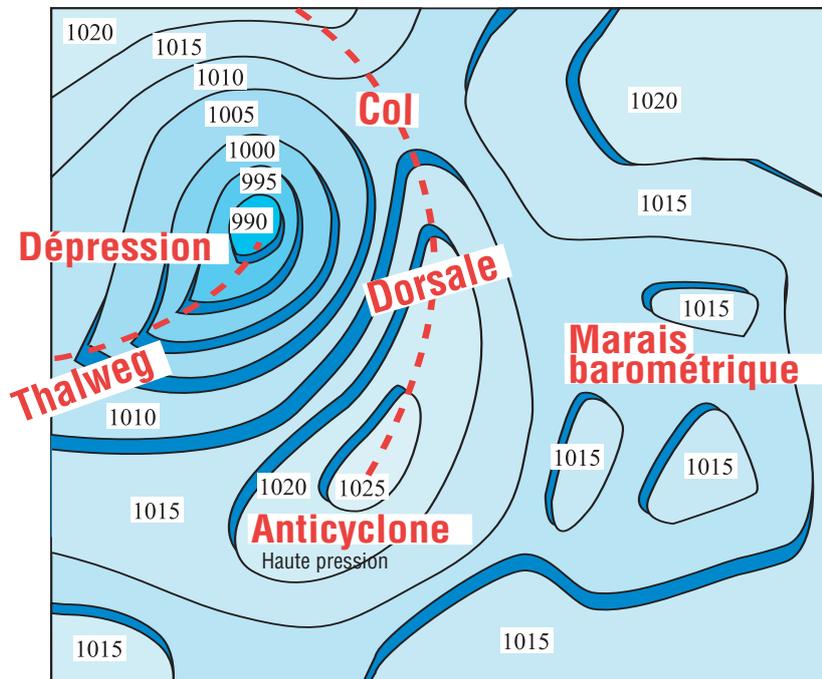
Dans les basses pressions, le vent converge vers leur centre en tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Par ailleurs les basses pressions aspirent l'air des couches inférieures de l'atmosphère et le dispersent en altitude au travers de leur « cheminée » dépressionnaire.

Plus la différence de pression (gradient de pression) est élevée entre les deux systèmes de haute et basse pression plus le vent sera fort. Les courbes isobares sont alors d'autant plus proches les unes des autres.

3) Le vent au sol

Le vent dans les basses couches peut être orienté très différemment de celui en altitude. Le frottement et le ralentissement de la masse d'air au sol

LA MÉTÉOROLOGIE



À NOTER

Tous les corps en mouvement à la surface de la Terre, du fait de sa rotation, sont soumis à une force déviante appelée « force de Coriolis ». Celle-ci s'exerce perpendiculairement aux déplacements. Dans l'hémisphère Nord les trajectoires sont déviées vers la droite, dans l'hémisphère Sud vers la gauche.

ou la présence de reliefs en sont la cause. Ainsi le Mistral, la Tramontane ou le vent d'Auran sont canalisés par des massifs montagneux. Le vent en altitude peut parfois différer de près de 90° de l'axe de vallées.

À NOTER

Unité de mesure du vent et/ou de la vitesse :

En aéronautique c'est le nœud (kt) :

1 nœud = 1 mile marin = 1,852 km/h.

De fait quand on veut convertir des nœuds en km/h on multiplie les nœuds par deux et on révisé à la baisse de 20 %. Ainsi 20 kt = (20 X 2) – 20 % = 36 km/h

On peut aussi parler en mètre par seconde : 1 m/s = 2 kt – 20 % = 3,6 km/h.

La vitesse de croisière d'une aile delta est d'environ 10 m/s soit 36 km/h.

II. Les fronts

A) Introduction à la frontologie

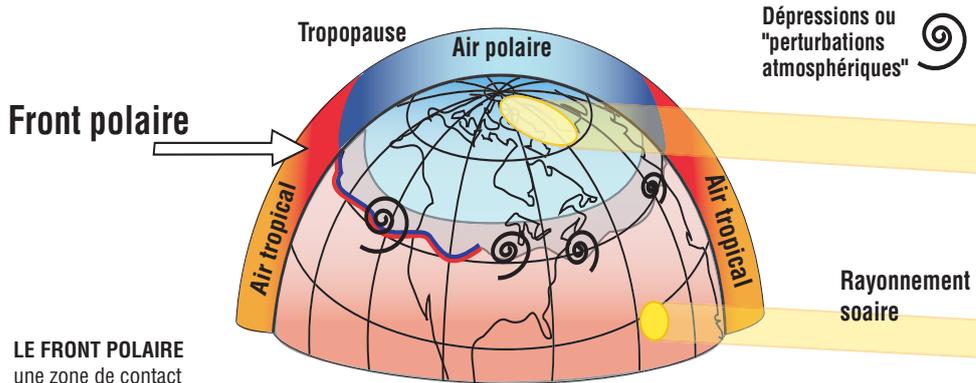
La distribution du rayonnement solaire à la surface du globe est inégale et crée des écarts de température importants. Les mouvements des fluides, mers et atmosphère tendent à les réduire. Les masses d'air prennent peu à peu l'identité des lieux où elles séjournent. Avec leur déplacement, les zones de contact entre elles deviennent plus précises : ce sont des fronts.

B) Le front polaire

C'est à la hauteur des 55° parallèles que le contraste entre des masses d'air polaires et des masses d'air tropicales est maximum. Cette zone de contact est nommée « front polaire ». Elle est à l'origine des perturbations atmosphériques qui

NOTION DE « MASSE D'AIR »

Une masse d'air se définit par ses caractéristiques physiques de pression, température et humidité. On parle alors de l'identité d'une masse d'air. Des masses d'air de nature différentes se côtoient dans l'atmosphère sans pouvoir se mélanger. Leur taille peut couvrir un continent ou être plus petite selon leur origine. On appelle « fronts » les surfaces de contacts entre elles.



LE FRONT POLAIRE

une zone de contact entre les masses d'air polaires et les masses d'air tropicales aux alentours des 55° de latitude (Irlande, Ecosse pour l'Europe). Il est à l'origine des perturbations atmosphériques propres aux climats dits tempérés.

PÔLES FROID/ÉQUATEUR CHAUD

Les rayons du soleil atteignent les pôles avec un angle qui dilue son pouvoir d'échauffement sur une grande surface. En se rapprochant de l'équateur le rayonnement solaire se concentre et permet un échauffement plus important du sol.

À NOTER

La faible épaisseur de l'atmosphère au regard de la taille du globe, doit permettre de comprendre que les mouvements de l'atmosphère (qui visent à équilibrer sa température), sont essentiellement horizontaux.

produisent les régulières pluies du climat des latitudes dites tempérées. En relation avec la rotation de la terre ces perturbations se déplacent d'ouest en est. Les perturbations atmosphériques possèdent leurs propres fronts.

C) Les perturbations atmosphériques du front polaire

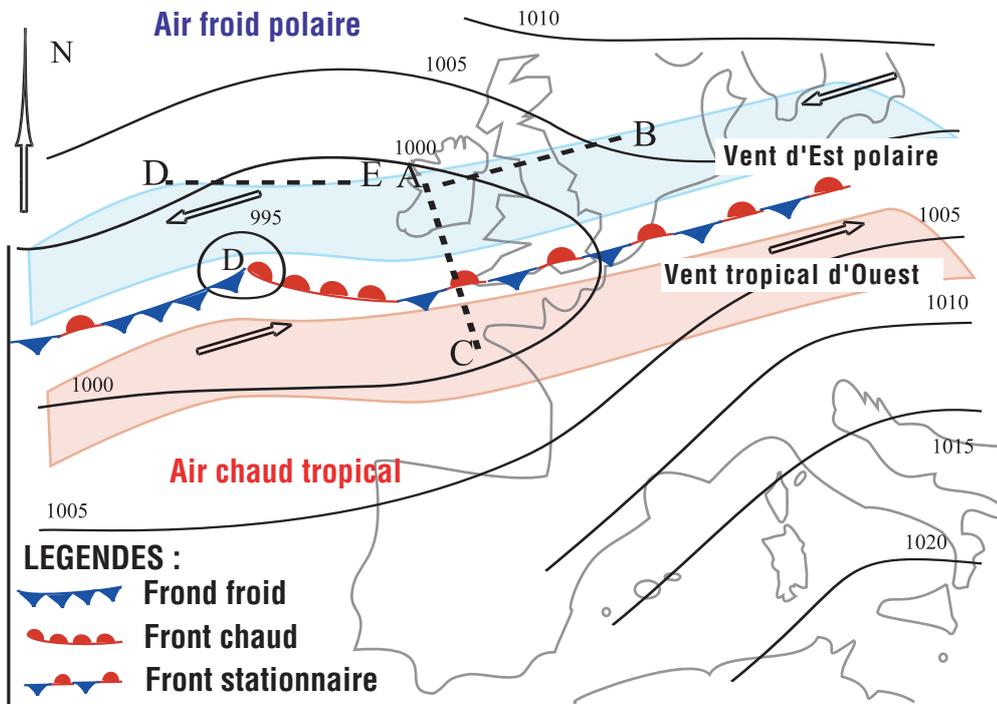
Elles naissent du contraste d'identité des masses d'air polaires et tropicales. L'effondrement de la pression qui en résulte en un point donné du front

polaire appelle ces masses d'air à converger et à s'affronter au sein d'une dépression. C'est donc dans un mouvement de rotation anti-horaire (cf. « Les reliefs atmosphériques ») que les dépressions œuvrent au mélange de ces masses d'air. Le vent et ses turbulences, la condensation et ses précipitations y participent.

En France, les perturbations nous viennent généralement de l'Atlantique et se dissipent en progressant vers l'Europe de l'Est.

LA MÉTÉOROLOGIE

1) Front stationnaire et naissance d'une perturbation



1) FRONT STATIONNAIRE : SYMBOLE

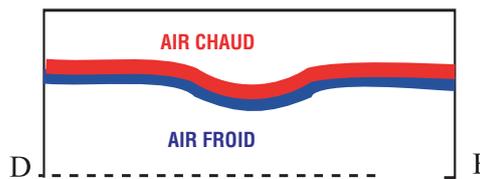
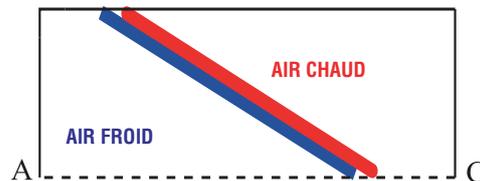
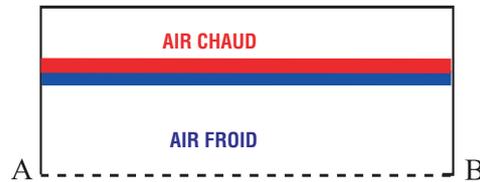
Coupes Verticales AB et AC

L'air chaud, plus léger, surplombe l'air froid. Peu de mouvements sinon un possible et faible vent d'Est polaire et tropical d'Ouest.

2) AMORCE D'UN FOYER DÉPRESSIONNAIRE

Coupe verticale DE

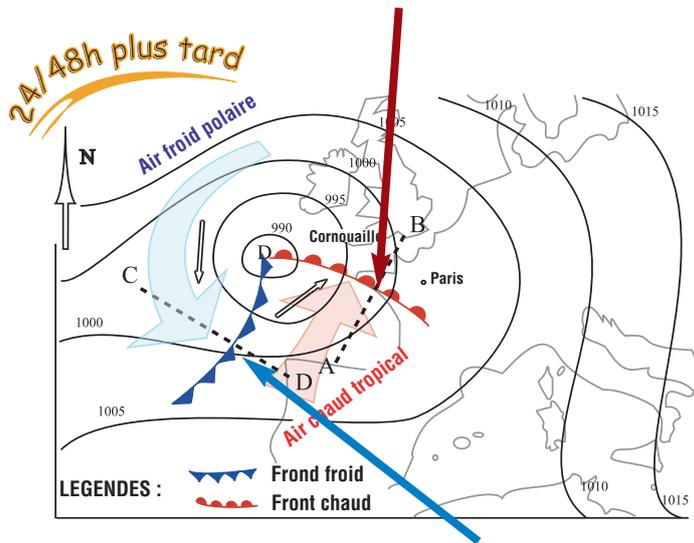
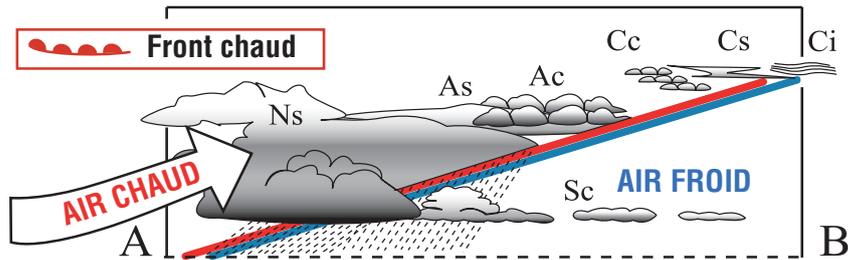
Un foyer dépressionnaire s'amorce. Air chaud et air froid se mettent en mouvement. Sur cette poussée, les fronts froids et chauds apparaissent.



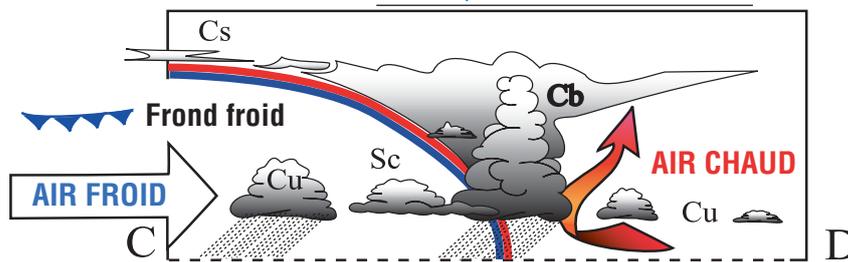
2) Front chaud et front froid

COUPE VERTICALE

Le centre dépressionnaire s'est creusé tout en se déplaçant vers l'Est. Le vent d'Ouest, chaud et humide (il vient de l'Atlantique), s'oriente vers le nord. Le flux se hisse lentement sur l'air froid présent sur son trajet. Des cirrostratus (cf. Les nuages) apparaissent dans le ciel de Paris à la Cornouaille (Angleterre). Ils précèdent et annoncent l'arrivée d'un air saturé d'eau : c'est le nimbo-stratus. Une pluie continue s'abat sur la Bretagne et la Vendée.



La dépression est maintenant marquée. À l'image du siphon d'un lavabo ou d'une baignoire qui se vide, le mouvement de l'atmosphère s'enroule autour de la zone de basse pression. Le mouvement se fait dans le sens inverse des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère nord du fait de la force de Coriolis.



COUPE VERTICALE

Le vent froid s'est rapidement orienté vers le sud et s'enroule autour du noyau dépressionnaire. L'air froid accélère sa vitesse de déplacement. Il repousse aisément l'air chaud qui le précède. De nombreux et volumineux cumulus se forment à son passage prodiguant de violentes averses et rafales de vent. Les orages sont fréquents (cumulo-nimbus).

LA MÉTÉOROLOGIE

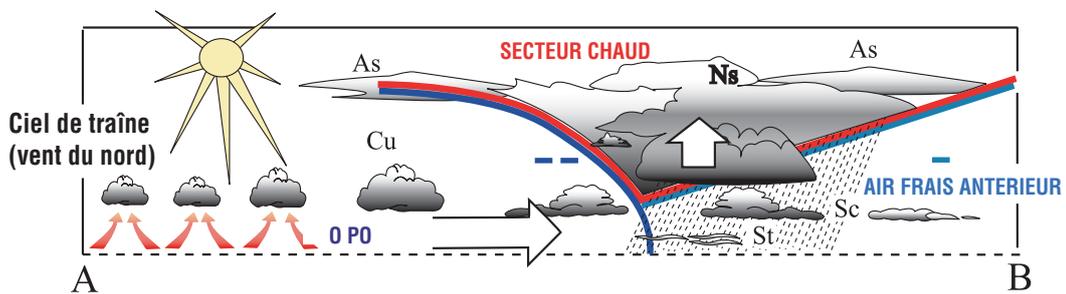
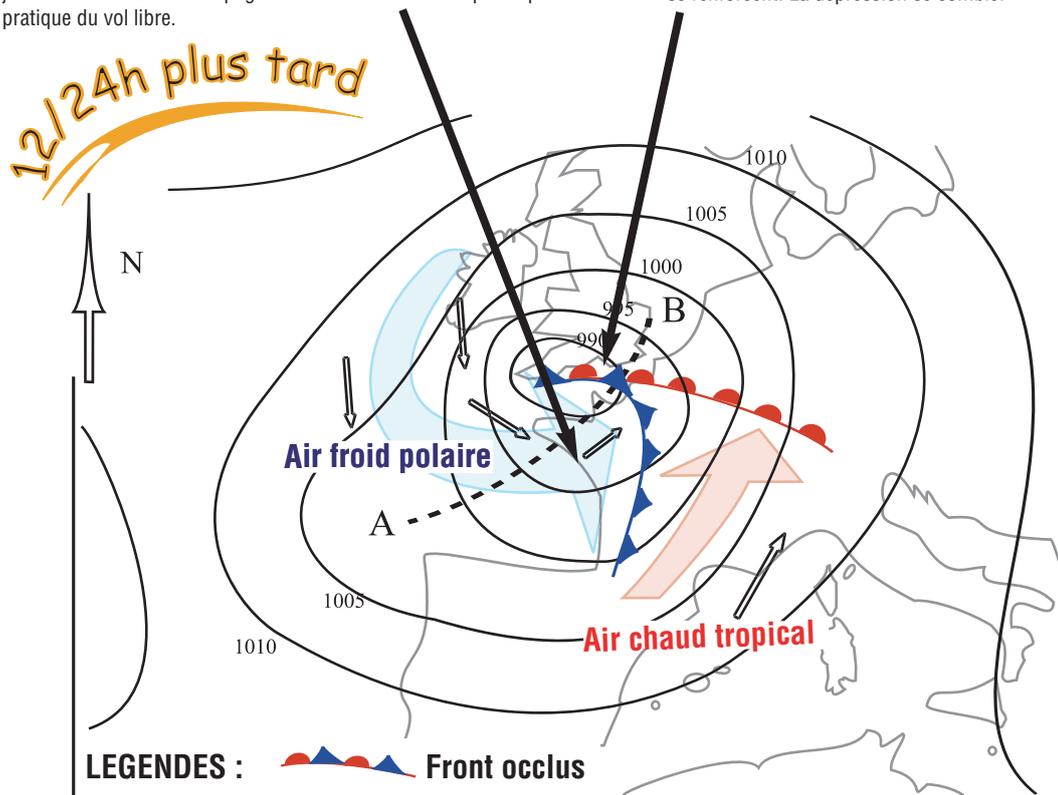
3) Front occlus et ciel de traîne

CIEL DE TRAÎNE

À l'arrière du front froid, la pression remonte, le vent tourne au nord et l'air froid et sec polaire laisse un ciel dégagé. Le soleil réapparaît. De petits cumulus épars dénoncent une activité thermique. C'est la « traîne » de la perturbation. Au cours du printemps, il est fréquent que le premier jour de traîne soit accompagné d'un vent du nord trop fort pour la pratique du vol libre.

FRONT OCCLUS

L'air chaud et léger du front chaud est lent à se mouvoir. Le front froid le rattrape formant ce qui est appelé une occlusion. Le secteur chaud est alors rejeté en altitude. Les précipitations se renforcent. La dépression se comble.



FRONT OCCLUS

Le front froid et son air froid polaire, beaucoup plus rapide que le front chaud, ont rejoint l'air frais sur lequel le front chaud s'est hissé. Lorsque le front chaud ne touche plus le sol on parle de front occlus. À la suite de l'occlusion, la dépression s'est comblée et le système perturbé se dissipe en se décalant vers l'Est. Il laisse à sa place un ciel de traîne.



Ciel de traîne : Le rêve pendant l'hiver pour les deltistes et les parapentistes ! Le premier jour qui suit le passage d'une perturbation est souvent associé à des vents trop forts (vent météo de nord + brises puissantes). Le ciel de traîne est souvent le ciel des records de distance.

III. Les nuages

De l'air qui s'élève se refroidit par détente. Si sa température s'abaisse suffisamment un nuage se forme.

En fonction de leurs formes, de leurs altitudes, de leurs épaisseurs, les nuages révèlent des situations météorologiques connues ; ils sont donc de bons indices pour l'analyse aérologique des pilotes.

A) Classification des nuages

Les nuages peuvent se classer selon deux formes caractéristiques. De ces formes sont tirées des genres. Un nuage déterminé ne peut appartenir qu'à l'un d'eux.

On peut aussi les répertorier en fonction de leur altitude sur trois niveaux :

- Étage inférieur de 0 à 3 000 mètres

- Étage moyen (suffixe « alto » de 2 500 à 5 000 mètres)

- Étage supérieur (suffixe « cirro » de 6 000 à 10 000 mètres)

Deux d'entre eux se caractérisent par leur grande hauteur et occupent les trois étages à la fois ;

B) Deux formes principales

1. Une forme à extension verticale dont le cumulus est le représentant le plus typé.

Le cumulus (Cu). En forme de chou-fleur, il est la preuve de l'activité thermique qui l'alimente. Il matérialise le haut de l'ascendance qui l'a créé. En mouvement à l'image d'une fumée de feu, ses abords sont d'autant plus turbulents que l'ascendance qui le génère est puissante. Sa base est nette et, en France, souvent inférieure à 3 000 mètres

LA MÉTÉOROLOGIE



Le Cumulus : Comme la fumée d'un feu, le cumulus balise le sommet des ascendances.

(en montagne elle peut dépasser 4 000 mètres). C'est un nuage de beau temps.

ATTENTION : le cumulus peut atteindre des extrêmes dangereux pour le vol libre. Sa forme « congestus » précède le surdéveloppement du « cumulo-nimbus » (Cb – orage). La hauteur d'atmosphère concernée et les volumes gigantesques d'air chaud drainés en altitude génèrent alors des vents horizontaux et verticaux très forts. En montagne, son rayon d'influence peut dépasser 20 kilomètres.

2. Une forme à étalement horizontal dont le stratus est le représentant le plus typé.



Le stratus : en bancs, collé au sol, il occasionne la nuisance du brouillard.

Le stratus (St). Sa particularité est l'étalement horizontal. Sa base est floue et proche du sol. Il traduit la présence d'une masse d'air très humide. Il apparaît surtout autour des périodes de pluie. Il produit occasionnellement de la bruine. Il ne contient peu ou pas de mouvements verticaux ni de turbulence.

C) Les genres



Le cirrocumulus (Cc) est un nuage de haute altitude (7 à 10 km). Il est constitué de multiples petits volumes cumuliformes agglomérés en nappes parfois ridées. Un ciel « pommelé », souvent mêlé à des cirrus et annonciateur d'un changement de temps.



Le cirrostratus (Cs) est un voile d'altitude (7 à 10 km) qui rend le ciel laiteux. Les rayons du soleil filtrés créent un halo caractéristique sur ce nuage annonciateur de mauvais temps. Il est fréquent en France et précède l'arrivée d'un front chaud.



Le cirrus : des cristaux de glace organisés en nappes filandreuses... haut dans le ciel... très haut.

Le cirrus (Ci) est un nuage de haute altitude (7 à 12 km). Typique par son aspect filandreux il est constitué de cristaux de glace. Il traduit une présence de vent fort et d'humidité résiduelle en altitude dans les périodes de beau temps. Associé au cirrocumulus ou au cirrostratus il peut participer à l'annonce d'un front chaud.



L'altocumulus lenticulaire est un nuage orographique.



Altocumulus et altocumulus lenticulaires dans un ciel voilé par un cirrostratus.

L'altocumulus (Ac) appartient à l'étage moyen. Sa base, rarement inférieure à 3000 mètres ne dépasse pas 5000 mètres. Il est un assemblage en nappe de cumulus, soudés ou non, à faibles développements verticaux. Aucune ascendance n'est présente sous ce nuage, seule une légère instabilité interne lui donne sa forme. Les plafonds compacts d'altocumulus sont caractéristiques de l'arrivée imminente d'un front chaud.

L'altocumulus lenticulaire et la forme lenticulaire. Fréquent sous nos latitudes il est l'un des nuages qui se prête à se « lenticulariser » sous l'effet du vent.

La forme lenticulaire, en galet effilé, dénonce ainsi un vent trop fort pour le vol libre à l'altitude où elle est observée. Ainsi le vent peut-il faire prendre une forme partiellement lenticulaire au nimbostratus tout comme, dans les basses couches au strato-cumulus ou même au stratus. Elle peut être l'objet d'un nuage dit « orographique » (créé par une ascendance dynamique et immobile par rapport au sol). C'est le cas sur les sommets montagneux lorsqu'un flux rapide est contraint de s'élever pour les franchir. La forme lenticulaire peut aussi se remarquer sur des altostratus qui balisent les secteurs ascendants d'un puissant mouvement ondulatoire de l'atmosphère. Ce nuage lenticulaire né du refroidissement et de la condensation du flux dans la partie ascendante de l'onde (« bord d'attaque » du nuage) disparaît et se vaporise dans la partie descendante du mouvement (« bord de fuite du nuage »).

LA MÉTÉOROLOGIE



Altostratus et stratus bas : plafond d'altostratus à 2500 mètres, ici en marge d'une perturbation et après un épisode pluvieux. Des stratus bas s'étalent et s'accrochent aux reliefs entre 800 et 900 mètres.



Strato-cumulus (sc)



Proche du sol, un tapis de strato-cumulus au-dessus de la Manche. Plus haut un voile de cirrostratus rend le ciel laiteux.

L'altostratus (As) situe sa base entre 2 000 et 3 000 mètres. C'est un nuage étalé pouvant occuper partiellement ou totalement le ciel. Son sommet culmine exceptionnellement entre 5 et 6 000 mètres. Il filtre parfois le soleil dont on peut apercevoir le disque sans être ébloui. Souvent, un halo de petit diamètre est alors observable. L'altostratus peut produire quelques faibles précipitations. En épaississant il devient le corps des fronts chaud sous la forme opaque et humide du « nimbo-stratus ».

Le strato-cumulus (Sc) est un nuage de basse altitude, sa base étant située entre 0 et 2 000 mètres. Son aspect est gris blanchâtre, avec des parties sombres, composées de dalles ou de rouleaux, soudés ou non. Le strato-cumulus donne rarement de la pluie, plutôt de la bruine, et se rencontre surtout dans les ciels de traîne, à la fin d'une perturbation. Il se transforme parfois en nimbo-stratus. Sa base devient alors uniforme.

50 kilomètres séparent le photographe de ce redoutable **cumulo-nimbus**. Des vents très forts, des pluies diluviennes et violentes le caractérisent. Aucun aéronef ne peut prétendre s'en approcher sans risque. Sa puissante ascendance déverse l'air chaud des basses couches dans la couche d'inversion ici présente autour des 7 à 8000 mètres. Ainsi se forme cette « enclume » de cirrostratus qui constitue le sommet du cumulo-nimbus.



Le cumulo-nimbus (Cb). Nuage dense à extension verticale considérable, en forme de montagne ou de tour immense. Une partie au moins de sa région supérieure est généralement lisse, fibreuse ou striée et presque toujours aplatie; cette partie cirriforme s'étale souvent en forme d'enclume ou de vaste « panache ». Ceci correspond à une couche d'inversion de haute altitude, dans laquelle se déverse et s'étale horizontalement l'immense ascendance qui génère cet énorme nuage. Au-dessous de sa base, rendue très sombre par sa grande épaisseur, il existe fréquemment des nuages bas déchiquetés et de fortes précipitations. Son aspect rappelle souvent celui d'un nimbostratus, pour un observateur placé au-dessous. Les cumulo-nimbus résultent de mouvements verticaux violents engendrés par :

- le réchauffement de l'air au voisinage du sol, le jour ;
- de la surface de la mer la nuit (convection thermique) ;
- le relief ou la rencontre de masses d'air d'origine et de structure thermique différentes (« fronts »).

Ces mouvements peuvent se propager et s'amplifier jusqu'à 10-12 km, voire 20 km d'altitude dans les régions tropicales (vitesses verticales de l'ordre de 5 à 30 m/s).

On peut donc rencontrer les cumulo-nimbus de manière isolée, l'été, notamment en montagne, mais également en lignes de grains plus ou moins

continues, le long des fronts froids, à nos latitudes ou le long de « tornades » en Afrique.

Leur base est située le plus souvent entre quelques centaines de mètres et 2000 mètres d'altitude aux latitudes tempérées et leur sommet peut atteindre 12 000 mètres. À l'intérieur d'un cumulo-nimbus, les vents atteignent parfois la vitesse de 200 km/h.



Pluie continue sous ce nimbo-stratus

Le nimbo-stratus (Ns). C'est le nuage qui fait le corps du front chaud. De grande épaisseur, sa base est foncée, rendue floue par les chutes de pluie plus ou moins continues. Il masque complètement le soleil sur toute son étendue. Sous sa base on retrouve fréquemment des nuages bas, déchiquetés.

À NOTER

Nimbo-stratus et cumulo-nimbus sont les deux nuages qui peuvent couvrir les trois étages de la classification des nuages.

6

CHAPITRE

L'AÉROLOGIE



L'atmosphère et l'air qui la compose sont au pilote ce que la mer et l'eau sont pour le marin.

« Observer et analyser l'air et le vent » s'apprend et participe à l'expérience du pilote de vol libre.

I. Sur le chemin de l'autonomie : l'observation du vent

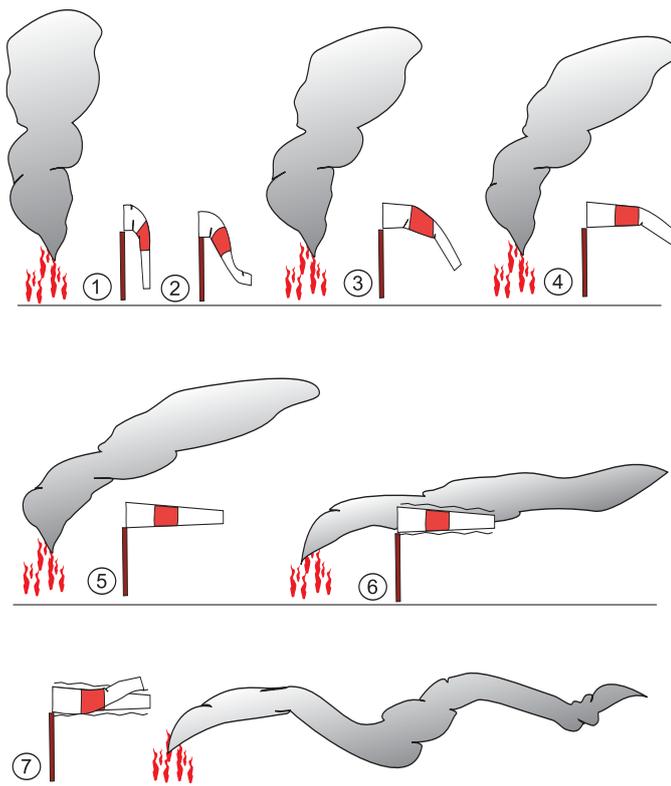
Le vent s'observe à travers les manches à air, les arbres et leurs feuilles, le linge sur les étendages, les drapeaux des stations services, les fumées qui se voient de loin tout comme les risées sur les plans d'eau, les nuages, leur forme et leur déplacement dans le ciel. Une fois en vol il est aussi

possible de déduire l'orientation et la force du vent par l'observation de sa trajectoire/sol en évaluant la dérive. Cette liste est sans fin et chacun s'appliquera à la compléter pour lui-même. On cherche ainsi à connaître l'intensité et la direction du vent en un lieu donné.

Chaque observation faite est utilisable sur deux plans.

Plan local et utilisation à court terme :

Au décollage et à l'atterrissage mais aussi en vol, ce sont des informations utiles pour gérer la sécurité et la stratégie des instants à venir (décision de décoller, anticipation des dérives, suspicion de gradient, construction de l'approche...). Ces observations sont le minimum raisonnable pour assumer la sécurité des vols.



MANCHE À AIR ET FUMÉES

Les observations des manches à air développées ici sont différentes des manches à air lestées de l'aviation. Celles du vol libre sont très légères et permettent de révéler des valeurs de vent très faibles qui sont indispensables à la sécurité de nos vols.

Voici quelques références de base que chaque pilote complètera au fil de son expérience.

1. Vent nul ;
2. Une haleine de vent ;
3. Vent faible ;
4. Vent moyen 7/15 km/h ;
5. Vent assez fort à fort 15/30 km/h ;
6. Vent très fort, supérieur à 30 km/h. L'oscillation rapide de la manche à air produit une vibration ;
7. Vent très fort, supérieur à 30 km/h et turbulent.

IMPORTANT

Observer le vent est une nécessité pour la sécurité des vols.

L'AÉROLOGIE

Plan large et utilisation à moyen et long terme :

Le pilote doit préalablement avoir pris la météo ou s'en être fait une idée. Dans son esprit, les observations du vent, utiles pour gérer le court terme, sont aussi placées dans un contexte météo large. Avec l'expérience, l'observation répétée des scénarios météo et aérologiques permet au pilote d'anticiper leur déroulement. C'est un confort et une sécurité considérable.

Reconnaître la présence d'une activité thermique

1. Régime de brise de pente
2. Affaiblissement du vent
3. Changement sensible de l'axe du vent
4. Forcissement du vent
5. Rafale thermique sur un axe différent qu'en 1

UNE AUTRE ÉCHELLE DE VALEUR DE LA FORCE DU VENT

De 0 à 5 km/h

Fumées verticales, pas de mouvement dans la végétation :
Fumées verticales les feuilles commencent à frémir

De 5 à 8 km/h

Les fumées s'inclinent, les brindilles des arbres bougent

De 8 à 16 km/h

La fumée s'incline environ à 45°, petites branches et herbe commencent à bouger

De 16 à 29 km/h

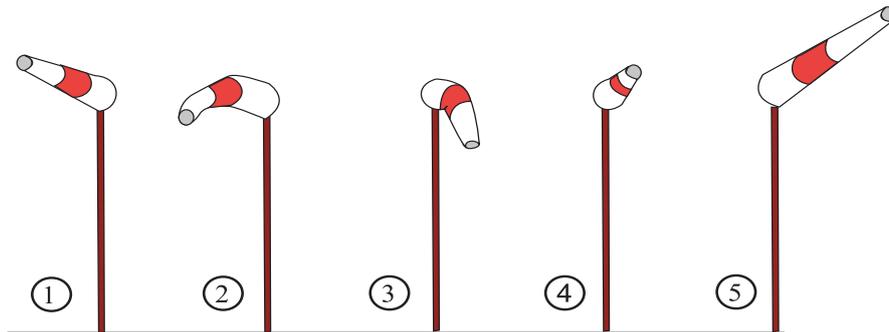
Fumées inclinées environ 30° au-dessus de l'horizontale, l'intégralité des branches commence à bouger. L'herbe ondule, les vêtements remuent sur les fils à linge

De 29 à 40 km/h

Fumée aplatie, les grosses branches bougent, l'herbe se ride et les vêtements s'agitent. Des tourbillons de poussière apparaissent

De 40 à 56 km/h

Très grosses branches et troncs de taille moyenne se balancent. Les vêtements flappent. Poussières et neige sont emportées rapidement



Irrégularité du vent dû à la présence d'une activité thermique.

OBSERVATIONS MINIMUM PRÉALABLES AU VOL :

Prendre la météo du jour et son évolution probable ; la force et la direction du vent à différentes altitudes.

Le vent présent à l'atterrissage et au décollage. En déduire le vent probable dans l'espace du vol.

Confronter ces observations à la connaissance de son niveau technique, au site envisagé et au matériel dont on dispose ; prendre alors la décision de voler ou non.



Le côté au vent d'un arbre est plus clair car les feuilles « retournées » montrent leurs dessous plus clairs.

II. Écoulements dynamiques

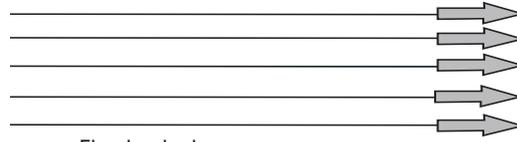
Mise en garde : bien des phénomènes traités dans ce chapitre sont le siège de danger pour le vol libre. Ils sont mis en évidence dans la section VI « Aérologie pratique » page 203.

A) Laminaire ou turbulent

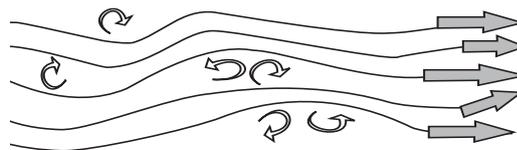
« Dynamique » se dit du vol en présence de vent. À l'image parlante de l'eau s'écoulant dans une rivière, l'air est un fluide. Son écoulement peut être « laminaire » (filets d'air parallèles) ou turbulent s'il a été désorganisé par un obstacle.

B) Turbulences

Rotors, rouleaux, cisaillements, rabattants, autant de termes différents pour désigner les turbulences, siège de danger pour le vol libre.



Flux laminaire



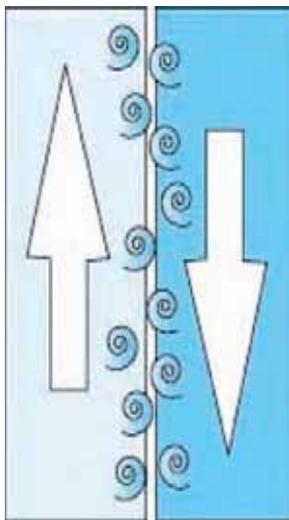
Flux turbulent

À NOTER

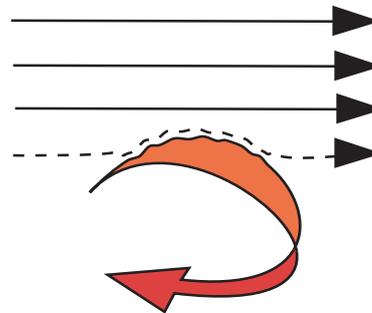
En montagne, le vent est plus rarement laminaire qu'en bord de mer.

Les reliefs accidentés et les interférences de l'activité thermique en sont la cause.

En bord de mer, lorsque le vent vient du large, son flux est particulièrement laminaire.



Cisaillement.



Entraînement du rouleau par « friction » avec le flux principal.

CISAILLEMENTS

Forme abrupte de turbulence faisant côtoyer deux masses d'air de vitesses élevées et de directions radicalement différentes.

ROTORS

Les rotors désignent plus particulièrement un foyer de turbulences associé au phénomène d'onde décrit au chapitre « Les pièges aérologiques ».

ROULEAUX

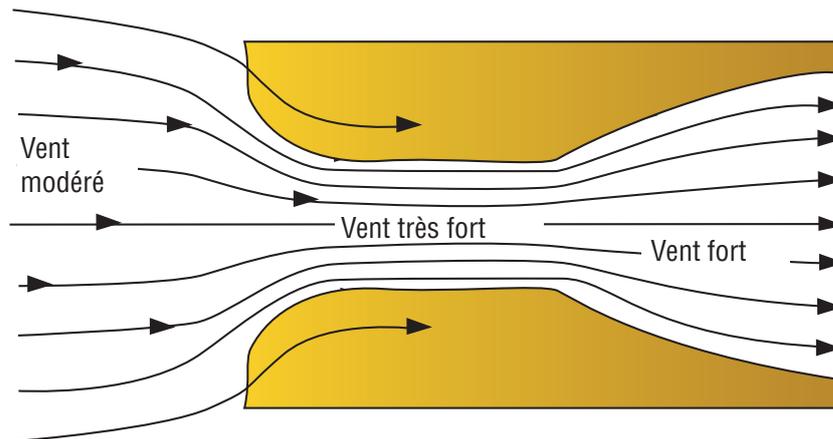
Enroulement local d'un écoulement qui en se séparant du flux général est momentanément à contre-courant.

AUTRE...

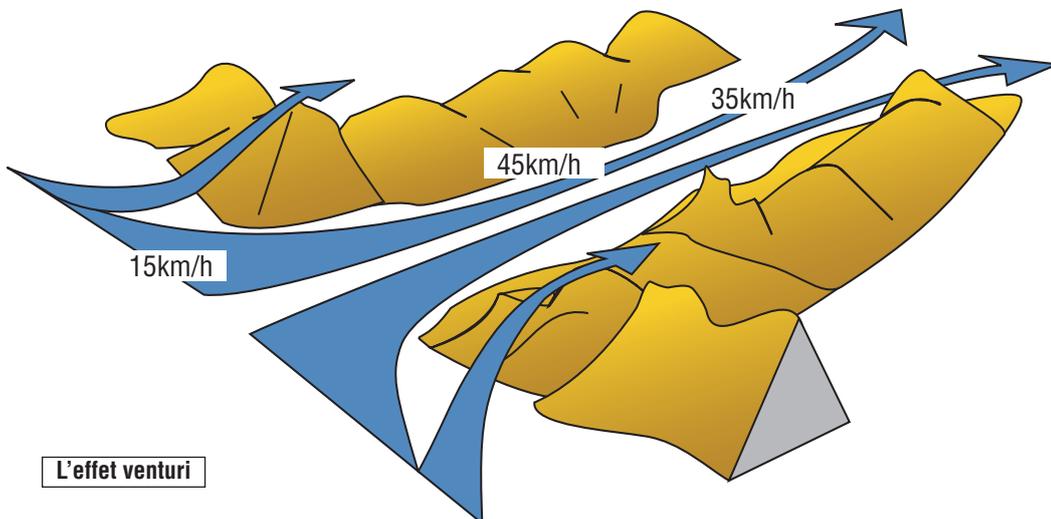
Baffes, tabasses, claques, un truc monstrueux, les pilotes de vol libre ne manquent pas d'imagination pour parler des turbulences qu'ils franchissent.

L'AÉROLOGIE

C) Phénomènes aérodynamiques



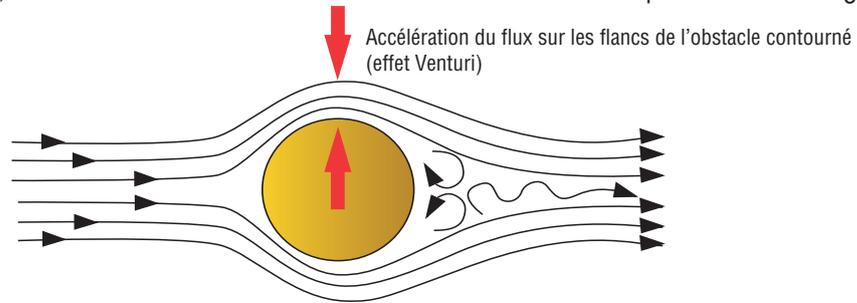
Contraint de s'écouler dans une étroiture, le vent s'accélère. C'est l'effet Venturi.
Si le passage s'élargit le flux se détend et sa vitesse diminue.



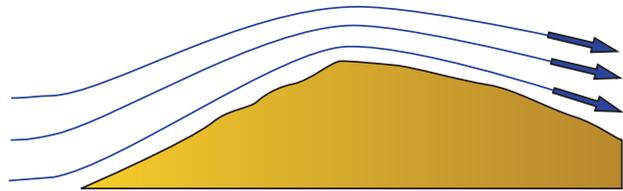
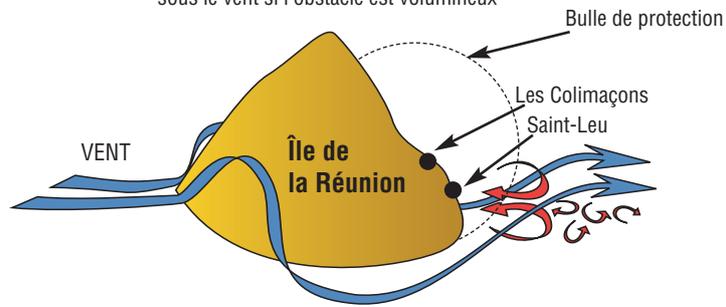
Comme tous les phénomènes appartenant aux fluides, le venturi existe à toutes les échelles. Il existe tant dans le plan horizontal (vallée cf. schéma) que vertical (sommet d'une crête voir page 204).

D) Quelques particularités des écoulements dynamiques

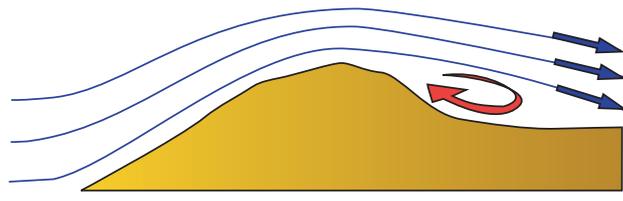
La forme du relief, la force du vent et son orientation sont déterminantes de la présence et du siège des turbulences.



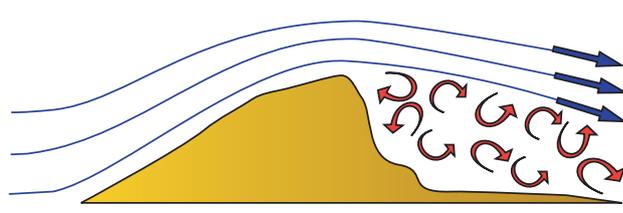
Un obstacle isolé est contourné par le vent et produit des turbulences derrière lui... mais aussi une zone protégée sous le vent si l'obstacle est volumineux



Flux laminaire « au vent » et « sous le vent » lorsque la pente est douce.

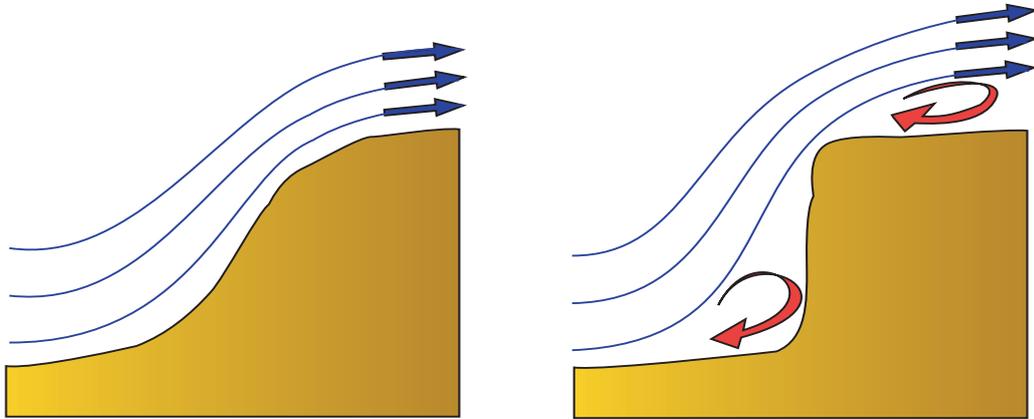


Rouleau sous le vent lors d'une rupture de pente.

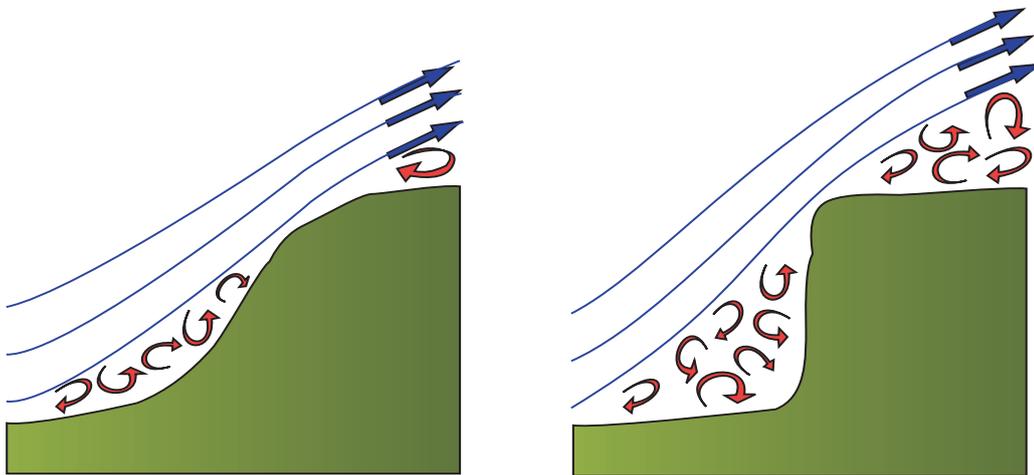


Versant sous le vent abrupt = vaste secteur de turbulences.

L'AÉROLOGIE



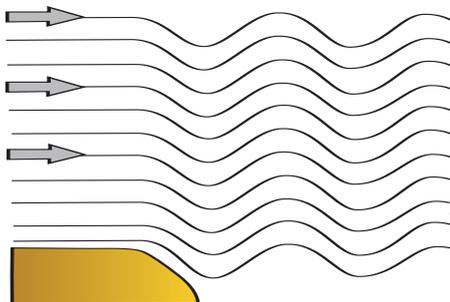
L'arrondi des reliefs favorise un écoulement laminaire.



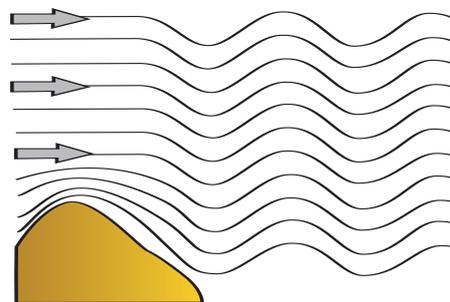
Par vent fort, la tension du flux fait apparaître des zones turbulentes dans les angles des reliefs.

Impossible en parapente, le décollage d'une falaise reste délicat en delta.

Observable dans l'écoulement d'une rivière, la création d'une succession d'ondes de ressaut...



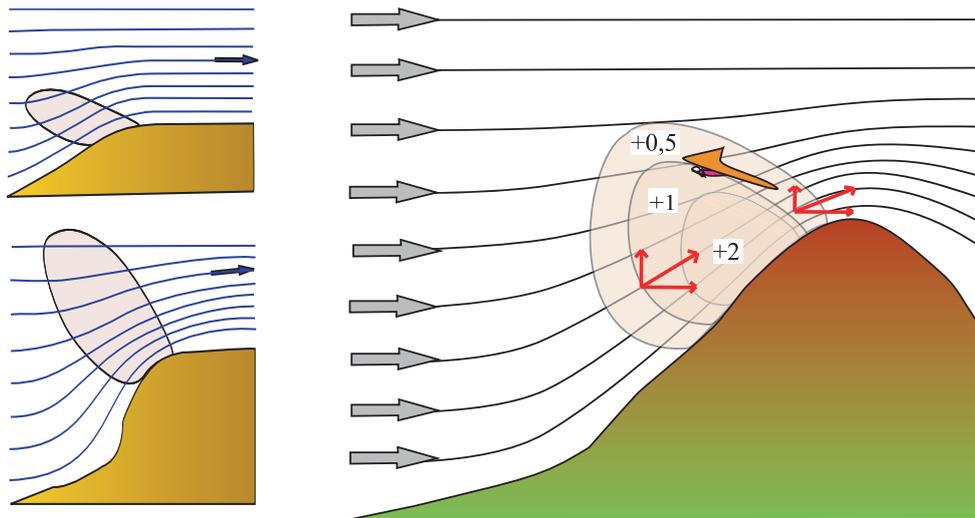
Au passage d'un plateau... ou



... en aval d'une crête placée en travers du courant...

E) Création d'une ascendance dynamique

L'obstacle d'une crête en travers du vent dévie son écoulement vers le haut. Le flux, en s'élevant le long de la pente crée une ascendance dite « dynamique ». Un volume ascendant exploitable se définit en fonction de la force du vent, la hauteur et l'inclinaison de la pente. En forme de bulle inclinée, on le situe au dessus et en avant du relief contourné.



Positionnement de la zone d'ascendance en fonction de l'inclinaison de la pente.

La valeur de la composante ascendante est variable selon son emplacement dans l'ascendance.

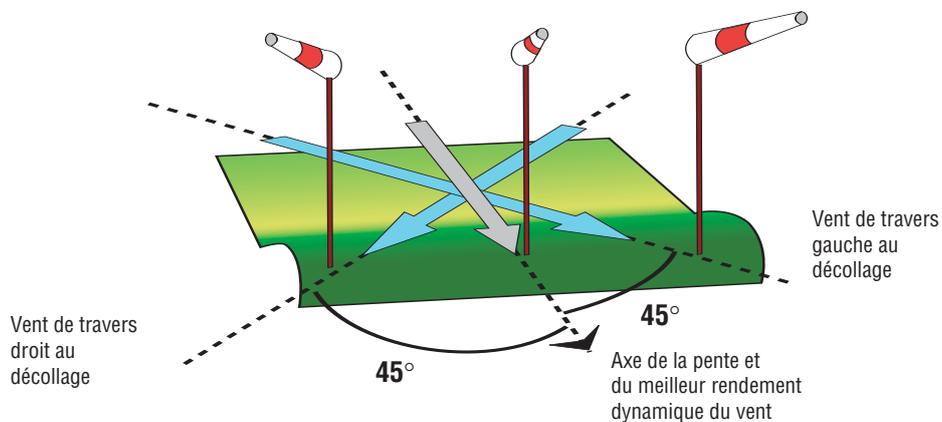
Ordre de grandeur du vent

Un minimum compris entre 15 et 20 km/h de vent est nécessaire pour obtenir une ascendance dynamique. Il va de soit que cette grandeur est variable en fonction de l'inclinaison de la pente de l'altitude (densité de l'air) et de la performance de l'aile.

Vent de travers et ascendance dynamique

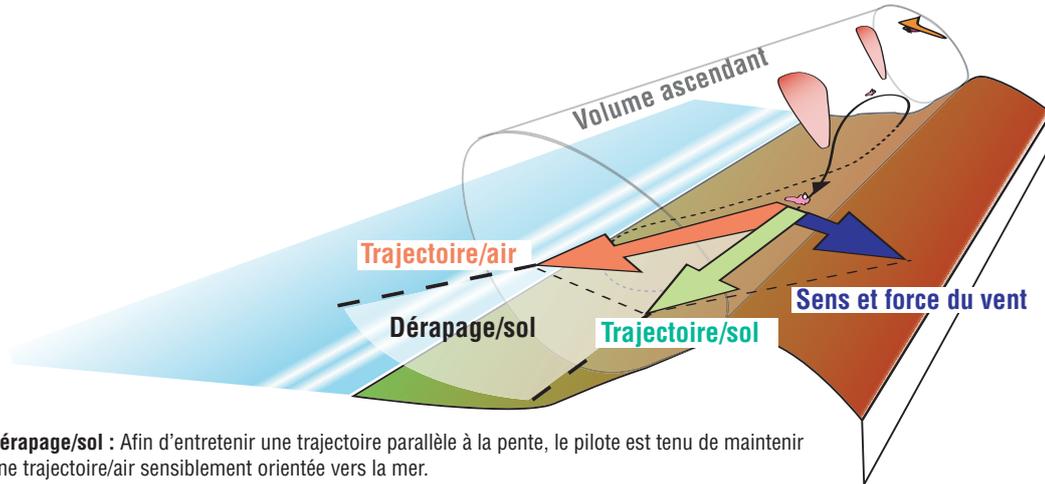
L'orientation du vent par rapport à l'axe de la pente ne doit pas dépasser 45° pour un bon fonctionnement de l'ascendance.

Dès 45° d'angle, l'ascendance devient de moins en moins efficace. De plus, des turbulences, dues aux irrégularités de forme de la pente, peuvent rendre le vol dangereux.



L'AÉROLOGIE

F) Exploitation des conditions dynamiques



Dérivage/sol : Afin d'entretenir une trajectoire parallèle à la pente, le pilote est tenu de maintenir une trajectoire/air sensiblement orientée vers la mer.

Le décollage par vent fort pour le parapente est le point délicat de cette forme de vol. Un entraînement sérieux au gonflage face à l'aile est recommandé.

À l'inverse pour le delta, le vent fort facilite généralement l'envol.

Ce type de vol en bord de mer se caractérise par un flux laminaire et donc sans turbulences. Le vol est ainsi calme. Les effets du vent sur la trajectoire/sol sont faciles à prendre en compte si le pilote se dirige en permanence par rapport à des repères/sol et s'il évolue selon des tangentes et parallèles à la pente (cf. « Exploitation de la brise de pente » page 201).

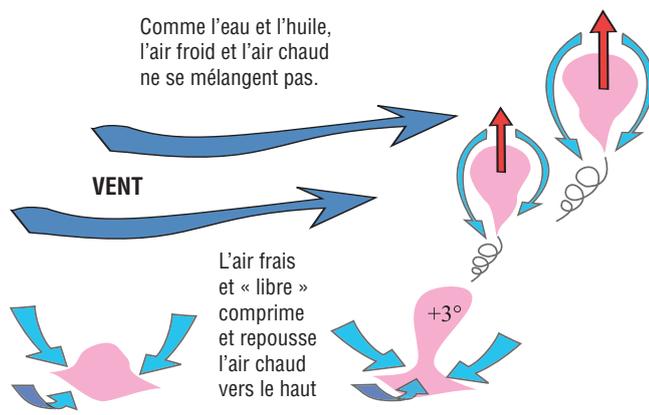
III. Les ascendances thermiques

A) Naissance d'une bulle thermique

L'air échauffé au contact du sol s'alège et s'il obtient une température suffisante (environ $+3^\circ$) par rapport à l'air environnant, il s'en décolle à l'image d'une goutte qui tombe d'un plafond. Une turbulence, une vibration de l'air permettent son décollement avec un contraste de température plus faible. Simultanément de l'air plus frais et disponible le remplace.

Aux abords de l'ascendance qui s'élève on observe une descente de l'air pénétré par le mouvement ascendant

de la bulle. En vol, ce mouvement descendant, souvent présent, est perçu comme préalable à l'imminence de l'entrée dans un thermique.



Décollement et dérive d'une bulle thermique

B) Ce qui influence le déclenchement thermique

Pour que de l'air puisse s'échauffer au sol et s'élever en ascendances, notons les paramètres qui y sont plus ou moins favorables.

1) La priorité : résorber l'humidité

L'humidité du sol doit être résorbée avant qu'il puisse s'échauffer. L'énergie du rayonnement solaire est nécessaire pour vaporiser l'eau dans l'air. L'assèchement des sols est aussi favorisé sur les terrains en pentes sur lesquels l'eau ruisselle. Les plans d'eau tout comme la neige ne se réchauffent pas. Ils réfléchissent majoritairement le rayonnement solaire. Ces surfaces sont généralement des secteurs d'air frais, libres et disponibles pour remplacer au sol les masses d'air qui s'élèvent. La végétation contient de l'humidité. Elle utilise le rayonnement solaire pour sa photosynthèse. Elle tempère plus ou moins le réchauffement du sol selon son épaisseur (forêts, prairies...).

2) L'ensoleillement et l'exposition

C'est le rayonnement solaire qui permet le réchauffement du sol. Par contact, cette chaleur se transmet aux basses couches de l'atmosphère. Plus l'angle d'attaque du rayonnement solaire est perpendiculaire au sol, plus il est concentré et permet d'obtenir des températures élevées dans les basses couches. Le soleil se lève à l'est et les versants tournés vers l'est sont les premiers et les mieux exposés pour s'échauffer le matin. Le soir, les versants ouest sont les derniers à recevoir le soleil d'une journée.

3) Le vent et la turbulence

Un vent modéré ainsi que de la turbulence favorisent le décollement des ascendances.

Un vent fort ne permet pas la stagnation de l'air au sol et donc son échauffement. Dans ce cas ce sont les secteurs « sous le vent » qui, protégés, sont les endroits privilégiés de la création des ascendances.

4) Le contraste

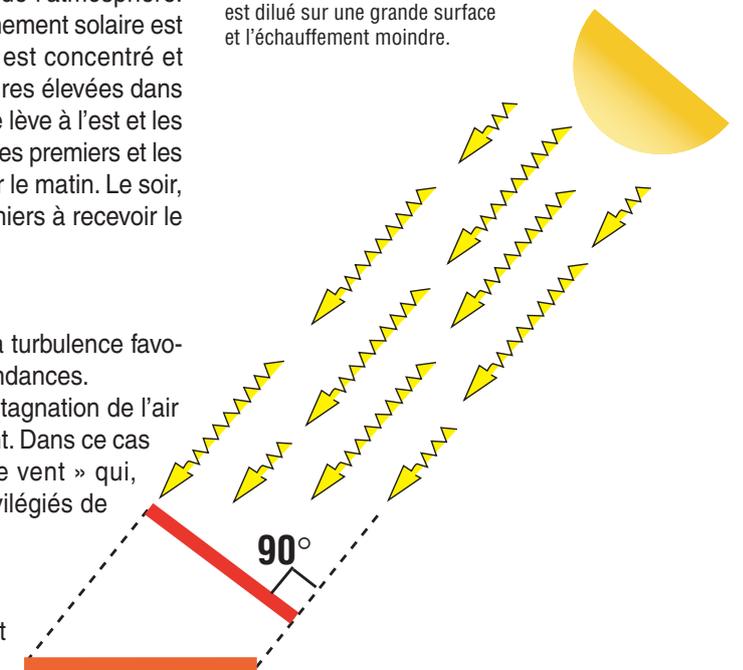
La variété de nature des sols et leurs différentes expositions

sont à l'origine de nombreux contrastes de température au niveau du sol. Le contraste est favorable au déclenchement thermique. Il est nécessaire que de l'air frais et « libre » soit présent dans le périmètre immédiat de l'air qui s'échauffe afin de venir le remplacer lorsqu'il se décolle du sol. Il est dit qu'un contraste de 3° avec l'air environnant permet ce décollement sans l'aide mécanique d'un vent ou d'une turbulence.

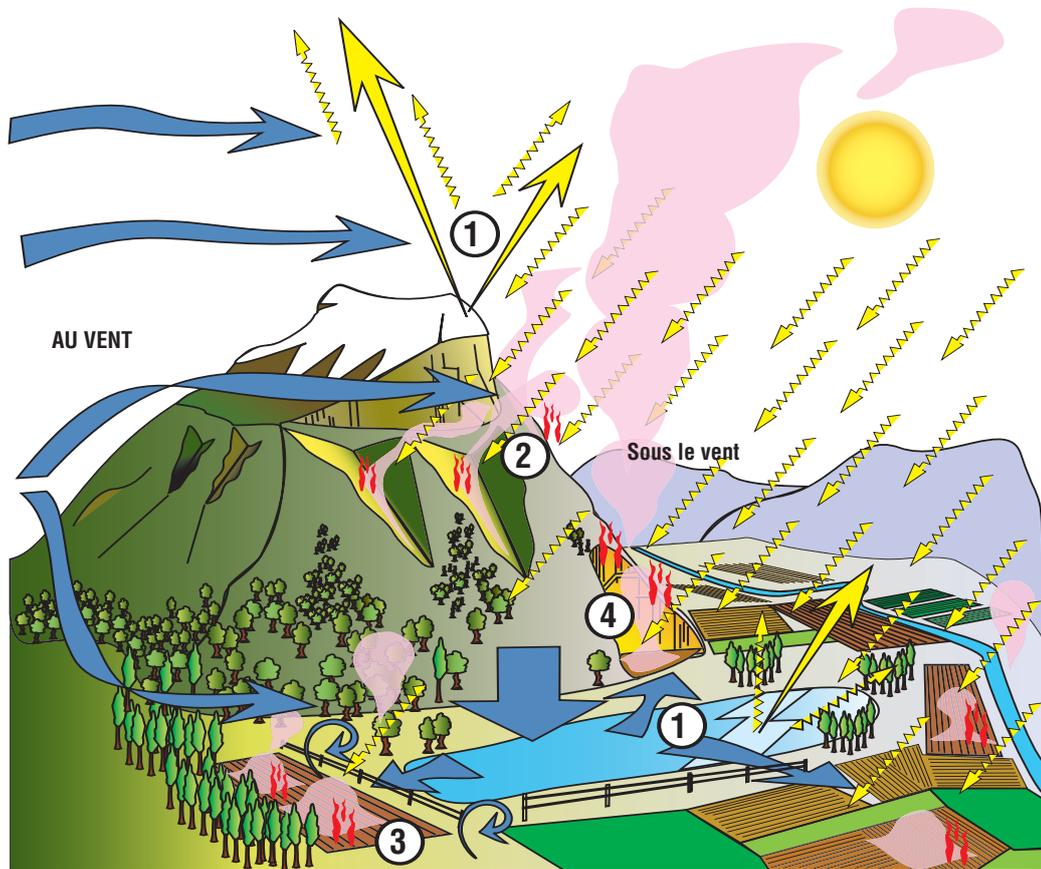
5) La nature du sol

Le rayonnement solaire n'est pas « absorbé » de la même manière selon la nature du sol. L'albédo des couleurs est à l'origine d'un phénomène physique qui montre que plus les couleurs se rapprochent du noir, plus elles absorbent du rayonnement et s'échauffent d'autant plus. Les couleurs claires favorisent le réfléchissement du rayonnement dans l'atmosphère. Ainsi les sols sombres ont une capacité d'échauffement supérieure aux sols clairs.

Avec un angle de 90°, le rayonnement est plus concentré ; l'échauffement est optimum. Plus l'angle est ouvert plus le rayonnement est dilué sur une grande surface et l'échauffement moindre.



L'AÉROLOGIE



1 – Plans d'eau et neige réfléchissent le rayonnement solaire. Ces surfaces tout comme celles à l'ombre alimentent en air frais les espaces laissés libres par les masses d'air ascendantes.

2 – L'exposition de la pente vent que plus le rayonnement du soleil est perpendiculaire au sol, plus sa densité et l'échauffement du sol sont élevés.

3 – Le contraste entre un sol chaud (ici protégé du vent par les arbres) et la proximité d'air frais (plan d'eau, forêts...) favorise le déclenchement thermique. Un peu de vent ou de turbulence contribue au décollement du sol des ascendances.

4 – Sous le vent de la montagne et correctement exposée au soleil, cette carrière sèche et sans végétation agit comme un four. Son rendement thermique est à l'origine d'une vaste ascendance thermique. Celle-ci, dans sa partie supérieure, est représentée ici sectionnée par le vent en altitude.

À NOTER

INERTIE THERMIQUE

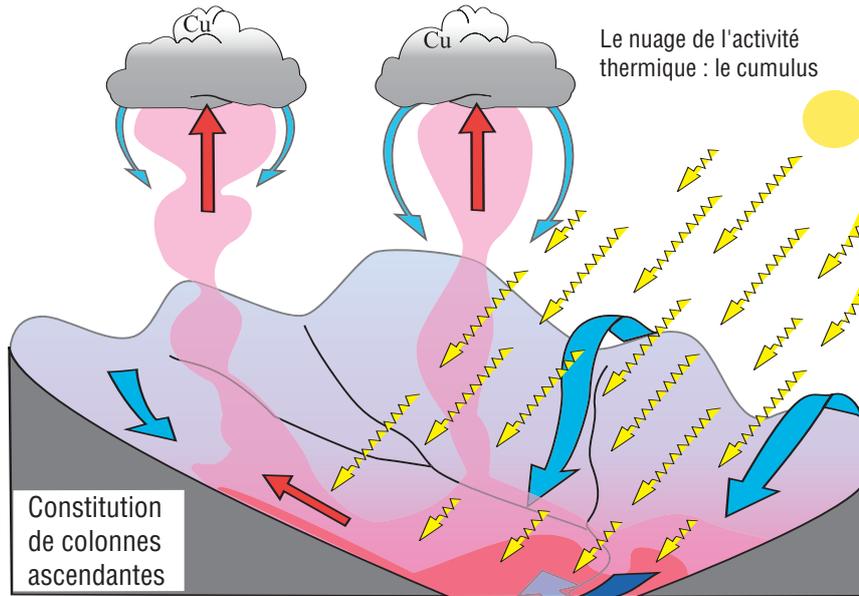
C'est lorsque le soleil est au plus haut dans le ciel que son rayonnement est optimum. Néanmoins, les températures les plus chaudes d'une journée sont observées quelque temps après que le soleil ait atteint son zénith.

PRATIQUE !

Très « pratique » pour imaginer les zones favorables, on peut s'imaginer au sol à la recherche de fraîcheur ou de chaleur. Chacun sait bien trouver la fraîcheur d'une forêt ou la chaleur d'un lieu protégé du vent et bien exposé au soleil.

C) Création de colonnes ascendantes

Il est aussi possible d'observer de vastes poches d'air chaud qui se vident cycliquement par un passage dans leur partie supérieure. C'est une colonne ascendante qui « s'écoule » vers le haut le temps que se tarisse son réservoir comprimé par l'air frais qui converge vers lui. On parle de « cycle thermique » car le processus se répète à un rythme qui peut être régulier.

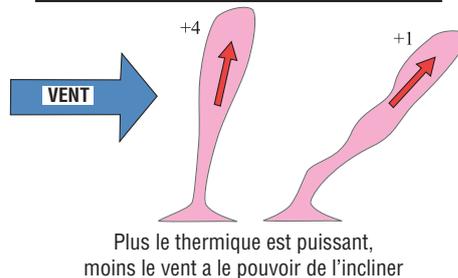


D) Influence du vent sur les ascendances

Les bulles thermiques sont telles des montgolfières et se déplacent au gré du vent. La présence de vent favorise leur convergence vers des passages qui les rassemblent. Ceci constitue généralement les secteurs d'ascendances notoires présents sur chaque site ou itinéraire de cross. Ces emplacements sont modifiés par l'orientation du vent météo et/ou l'apparition des brises. Les brises peuvent se trouver sérieusement renforcées par le développement des ascendances. Les colonnes ascendantes subissent l'influence du vent en s'inclinant. Elles se couchent plus ou moins selon leur taille, leur puissance ascendante et la force du vent.

VENT FORT ET THERMIQUE SOUS LE VENT

Là où le vent est fort, aucune ascendance n'est à espérer. L'air en contact avec le sol est renouvelé en permanence, il ne peut se réchauffer à son contact. Les ascendances se développent alors dans les secteurs protégés du vent (sous le vent).



À NOTER

Le cumulus est le nuage de l'activité thermique. La vapeur d'eau contenue dans l'air ascendant se condense dès que la température de l'air s'est suffisamment abaissée avec l'altitude (cf. chap. Stabilité/instabilité page 196). On appelle « thermique bleu », une colonne ascendante qui n'est pas chapeauté d'un cumulus.

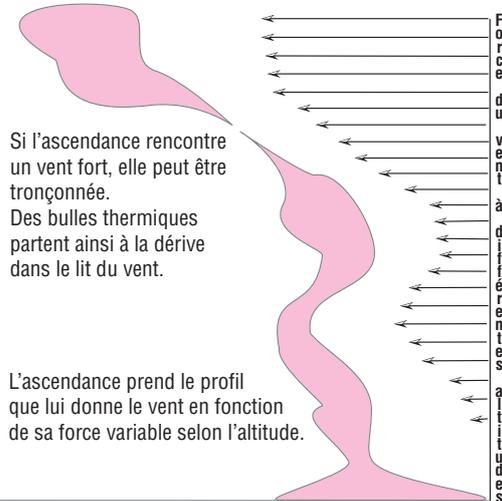
L'AÉROLOGIE

Si une colonne ascendante s'incline variablement selon la force du vent, son cheminement ascendant peut prendre des formes tortueuses si le vent varie en intensité en fonction de l'altitude.

À la rencontre d'un vent très fort, la partie supérieure de l'ascendance s'incline et se déforme au point de se désolidariser du reste de la colonne thermique. Une bulle part ainsi à la dérive en continuant son ascension si les conditions d'instabilité sont réunies.

IMPORTANT

Si la puissance des brises est renforcée par l'activité thermique, il en va de même d'un vent météo dont la force peut cycliquement devenir très fort sous l'influence d'un passage thermique. Ceci s'observe tout particulièrement sur les décollages.

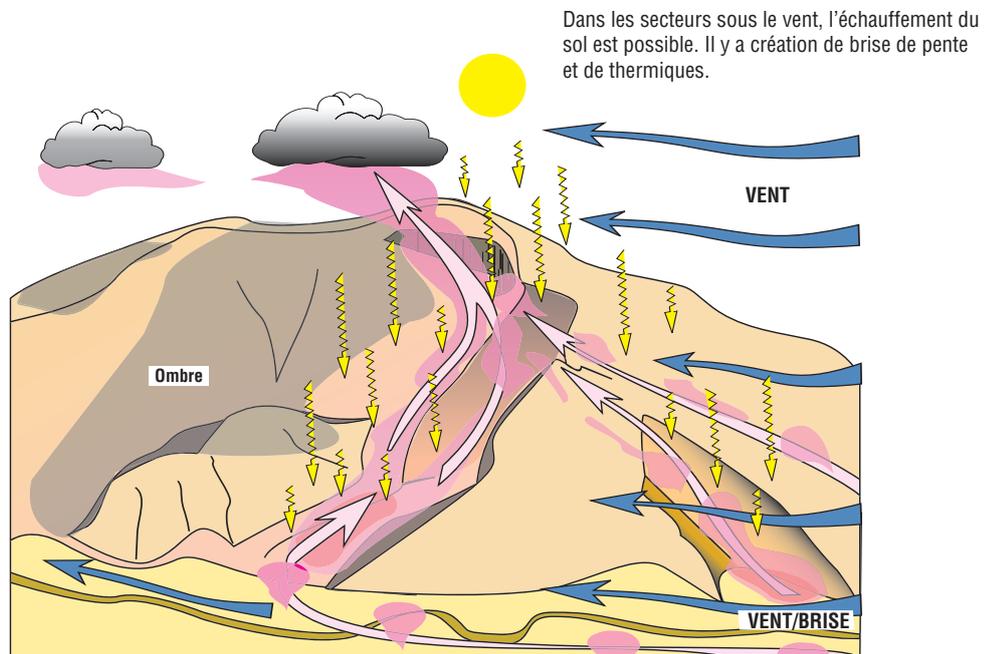


Si l'ascendance rencontre un vent fort, elle peut être tronçonnée. Des bulles thermiques partent ainsi à la dérive dans le lit du vent.

L'ascendance prend le profil que lui donne le vent en fonction de sa force variable selon l'altitude.

E) Convergence des bulles thermiques

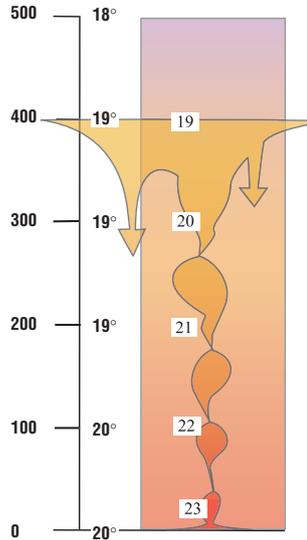
Les bulles thermiques, plus légères, confluent vers les zones de dépressions que l'on peut observer dans le sillage de bulles plus grosses ou les secteurs protégés du vent eux même générateurs de « thermiques sous le vent ». Ainsi, en gagnant de l'altitude, leur convergence renforce une activité thermique déjà présente. Elles créent de véritables colonnes thermiques de volume et d'intensité plus ou moins régulières.



Dans les secteurs sous le vent, l'échauffement du sol est possible. Il y a création de brise de pente et de thermiques.

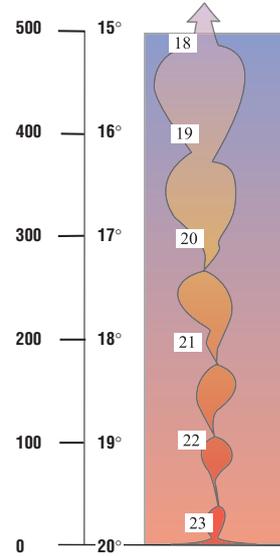
Des particules thermiques (bulles) sont drainées dans le flux du vent. Ces bulles, plus légères, sont aspirées par les écoulements ascendants présents dans les secteurs ensoleillés et protégés du vent. Elles y convergent et viennent renforcer ces ascendances.

Conditions stables



Lorsque la température de l'air ascendant s'équilibre avec la température de l'air environnant l'ascendance est stoppée.

Conditions instables



L'air échauffé qui s'est décollé du sol, bien que se refroidissant au cours de son ascension, reste plus chaud que l'air environnant à chaque altitude atteinte.

F) La « restitution »

La restitution est un phénomène d'ascendance qui se produit en soirée. Elle met souvent en scène des secteurs boisés qui restituent leur chaleur dans un périmètre qui s'est déjà refroidi. N'étant plus exposés au rayonnement solaire, ces sols ont rapidement rayonné leur chaleur et se sont refroidis dans des proportions telles que les forêts environnantes se trouvent plus chaudes. Le contraste fait alors son effet et une vaste et faible ascendance se met en place au-dessus des versants boisés.

GRADIENT ADIABATIQUE C'EST QUOI ?

Gradient = variation d'une valeur (ici température).
 Adiabatique = par détente et donc sans échange de chaleur avec l'extérieur.
 Une masse d'air en ascension dans l'atmosphère se refroidit uniquement car sa pression diminue avec l'altitude. Il n'y a pas d'échange de chaleur avec l'extérieur.
 Elle perd -1° par 100 mètres lorsqu'elle est dite sèche (sans nuage, sans être condensée). C'est le gradient de température adiabatique sec.
 Elle perd 0,6° par 100 mètres lorsqu'elle est dite humide (condensée, nuageuse). C'est le gradient de température adiabatique humide.

IV. Stabilité et instabilité de l'air

Préalable à ce chapitre : « Caractéristiques physiques de l'atmosphère » en page 168.

La stabilité ou l'instabilité d'une masse d'air définissent sa capacité à produire des ascendances (convection) lors du réchauffement du sol par le rayonnement solaire.

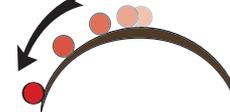
À l'image de l'eau versée dans de l'huile, l'air dense et froid, plus lourd, tend à descendre dans un air plus chaud et moins dense. Des conditions

EQUILIBRE STABLE



Au fond du bol, si l'on écarte la bille de son point d'équilibre, elle revient à son point de départ.

OU INSTABLE



Bol inversé, la bille en équilibre sur son sommet, si l'on écarte la bille de son point d'équilibre elle tombe et ne revient pas à son point de départ.

Avec un bol et une bille, expliquer la stabilité ou l'instabilité.

L'AÉROLOGIE

instables seront celles où de l'air froid surplombe de l'air chaud et léger.

Inversement, l'air chaud recouvrant de l'air froid est une situation stable. Néanmoins, air chaud ou froid sont des notions relatives à l'altitude. On peut ainsi considérer chaude une masse d'air à 0° mais à 3000 m et, ce même jour, froide une masse d'air à 10° à 200 m. Il faut donc étudier la manière dont la température de l'atmosphère décroît avec l'altitude (par détente), ce qui est appelé gradient adiabatique. Air sec (translucide) ou saturé (nuage), ces deux nuances donnent lieu à deux échelles de décroissance de température respectivement nommées gradient adiabatique sec ou gradient adiabatique humide (cf. schéma page suivante).

On peut ainsi noter les cas suivants :

– **Stabilité absolue** : si, un jour donné, le sondage de l'atmosphère révèle une décroissance de la température avec l'altitude inférieure au gradient adiabatique humide soit inférieure à 0,6 °C pour chaque 100 mètres, une ascendance se développant dans ce contexte se détendra et se refroidira plus vite que l'air environnant. Ainsi, plus froide et plus lourde que l'air environnant, redescendra-t-elle vers sa position initiale. Ce cas se nomme « Stabilité Absolue ».

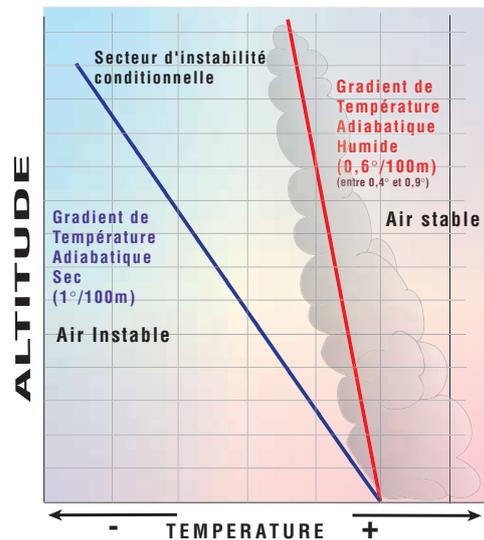
– **Instabilité extrême** : si, un jour donné, le sondage de l'atmosphère révèle une décroissance de la température avec l'altitude supérieure au gradient adiabatique sec soit supérieure à 1 °C pour chaque 100 mètres, une ascendance se développant dans ce contexte se détendra et se refroidira moins vite que l'air environnant. Ainsi, plus chaude et plus légère que l'air environnant, continuera-t-elle son ascension. Ce cas se nomme « Instabilité Extrême ». Ce cas est rare. Il correspond aux orages ou à des situations ponctuelles vite équilibrées par la convection et le réchauffement des couches supérieures de l'atmosphère.

– **Instabilité conditionnelle** : entre les deux cas précédents, et donc entre les gradients adiabatiques sec et humides, se situe le « secteur d'instabilité conditionnelle ». C'est la situation la plus fréquente de la pratique du vol libre. C'est un secteur stable pouvant devenir instable sous certaines conditions.

Les conditions manipulent deux variables importantes.

1. D'une part la quantité d'humidité contenue sous forme de vapeur d'eau dans la masse d'air en élévation. Cette dernière en s'élevant se refroidit en suivant la courbe du gradient adiabatique sec (1 °C. de décroissance de T° tous les 100 m) puis ayant atteint 100 % d'humidité relative et condensée (nuage) se refroidira selon le gradient adiabatique humide (plus que 0,6 °C. tous les 100 m) et donc moins vite. L'ascendance peut potentiellement monter plus haut. On note ainsi que l'humidité de l'air augmente la qualité instable de la masse d'air.

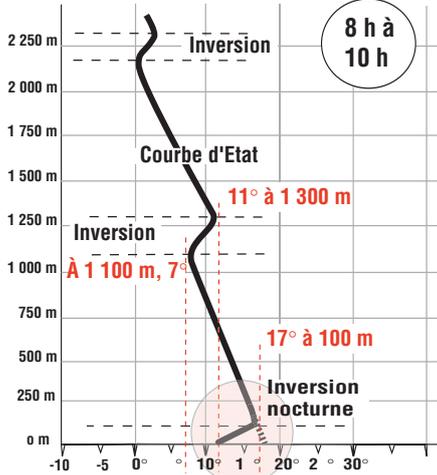
2. D'autre part la température pouvant être obtenue au niveau du sol et pouvant se transmettre par conduction aux masses d'air des basses couches. L'augmentation de la température du sol et donc des basses couches de l'atmosphère peut être la condition qui conduit une masse d'air plutôt stable à produire des ascensions. Ainsi des critères d'exposition au rayonnement solaire, de nature du sol (humidité, couleur) sont déterminants de l'échauffement du sol à des lieux et horaires donnés.



Les lignes de décroissance adiabatique sèche (en bleu) et humide (en rouge), sont à confronter à la « courbe d'état ». On les applique à la température du point de départ d'une masse d'air en ascension. Si leur projection vient à couper la courbe d'état, l'ascendance s'arrête à cette altitude.

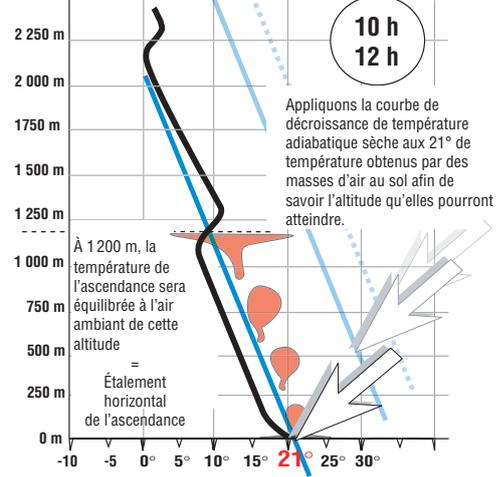
A) Exemples et applications

Courbe d'état



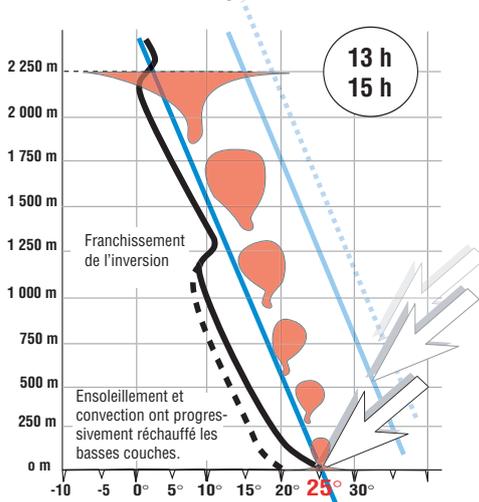
Un jour donné, le sondage de la température entre 0 m et 2500 mètres révèle des valeurs transcrites ici par cette courbe noire. C'est la « courbe d'état ». On peut noter une « inversion nocturne » souvent présente les matins. Elle s'explique par le refroidissement du sol pendant la nuit. Ici la température au sol est tombée à 12° environ alors que 100 m plus haut l'air est à 17°. Les deux premières heures d'ensoleillement vont permettre de résorber cette inversion. L'air au sol aura alors atteint 18°.

Adiabatique sèche



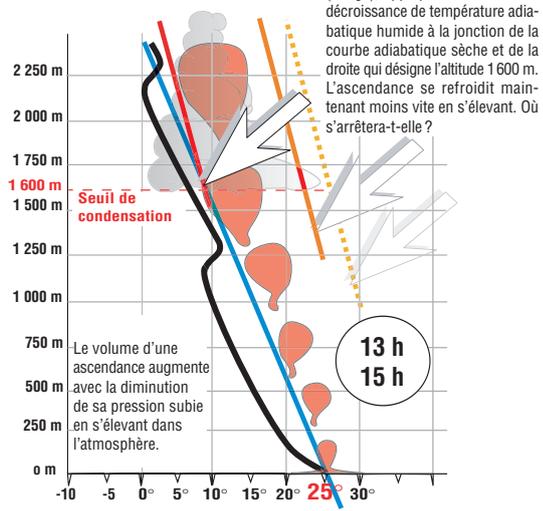
Une température de 21° s'est maintenant communiquée à certains volumes d'air au contact du sol alors que la température ambiante est de 18°. Des ascendances thermiques vont pouvoir se détacher du sol. L'intersection entre la courbe de décroissance de température adiabatique sèche et la courbe d'état se fait à l'altitude de 1200 m. Bloquées par l'inversion présente à cette altitude, les ascendances ne monteront pas plus haut. Si leur température de départ du sol est plus élevée, elles pourront franchir l'inversion.

Élévation de température au sol



Avec 25° atteint par les bulles thermiques qui se détachent du sol, leur décroissance de température en s'élevant suit la courbe adiabatique sèche. Cette fois la couche d'inversion présente à 1200 m est franchie et les ascendances seront stoppées aux environs de 2200 m dans la seconde inversion présente ce jour-là.

Adiabatique humide



À 1600 m, le refroidissement de l'ascendance lui fait atteindre 100 % d'humidité relative. Elle condense et un nuage apparaît. Le refroidissement de l'ascendance suit alors la courbe de décroissance de température adiabatique humide. Elle se refroidit donc moins vite (0,6°/100 m), ce qui lui permet de continuer son ascension et de franchir la couche d'inversion présente à 2200 m sur cet hypothétique sondage (courbe d'état noire).

L'AÉROLOGIE

Un « thermique bleu » est une ascendance qui n'est pas balisée par un cumulus. L'air qui s'étire, composé d'un air très sec, bien que se refroidissant et augmentant son pourcentage de vapeur d'eau (humidité relative), n'arrive pas à saturation ; aucun cumulus ne se forme.

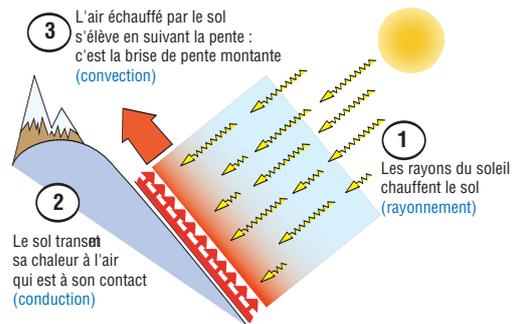
V. Les brises engendrées par les effets thermiques

Les brises sont des vents d'origine thermique.

A) Brises de pente montantes

Les brises naissent du réchauffement des pentes des massifs montagneux. L'air réchauffé au contact du sol s'allège et s'élève en suivant le contact chaud de ces pentes. Ce sont les brises de pente montantes.

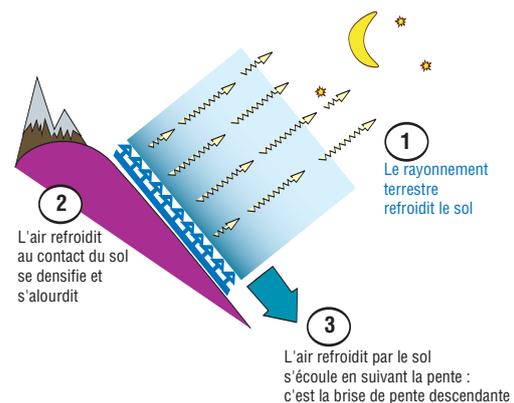
Création de la brise pente montante



B) Brises de pente descendantes

Elles naissent du refroidissement du sol lorsque celui-ci n'est plus réchauffé par le rayonnement solaire. L'air refroidi au contact du sol se densifie, s'alourdit et s'écoule, par simple gravité, le long des pentes. Ce sont les brises de pente descendantes.

Création de la brise pente descendante

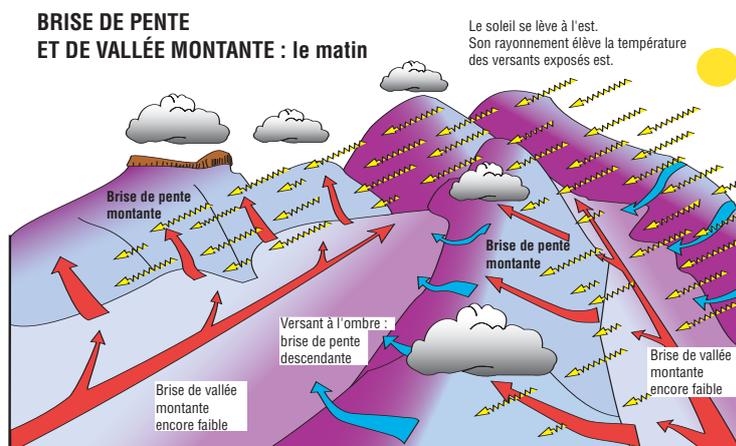


À NOTER

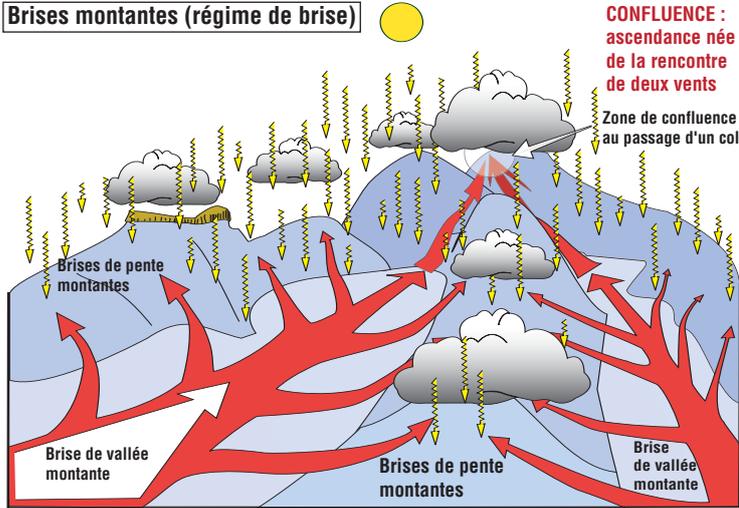
Un régime de brise s'entend sans présence de vent « météo » pouvant renforcer, dévier ou modifier l'organisation des brises.

C) Brises de vallée montantes

En s'élevant le long des pentes, les brises de pente appellent dans les basses couches l'air des vallées. Cette « aspiration » crée un flux remontant les vallées. Ce phénomène se fait sentir jusque dans les plaines aux abords des massifs. Le vent s'oriente alors des plaines vers les reliefs. Ce sont les brises de vallée montantes.



Brisés montantes (régime de brise)



CONFLUENCE :
ascendance née
de la rencontre
de deux vents

Zone de confluence
au passage d'un col

Brisés montantes

Un regard d'ensemble des massifs montagneux et de leurs abords permet d'observer un mouvement de convergence des brises allant des plaines vers les montagnes. Elles s'engouffrent par le réseau des vallées jusqu'aux cœurs des massifs, débordant parfois par-dessus les reliefs les plus bas qui leur font obstacle et s'affrontant aux passages des cols.

À NOTER

Brisés de pente et de vallée montantes s'intensifient en cours de journée. Le point culminant de leur intensité se situe environ deux heures après que le soleil ait atteint son zénith. Elles diminuent alors au fur et à mesure de l'abaissement du soleil sur l'horizon.

ATTENTION :

La puissance des brises de pentes est variable en fonction du degré d'instabilité de la masse d'air. Plus la masse d'air est instable plus les brises seront fortes et potentiellement turbulentes. On doit aussi se méfier de l'évolution de la force de la brise de vallée où se situerait un atterrissage. La brise de vallée est souvent plus forte que la brise de pente sur le haut des reliefs.

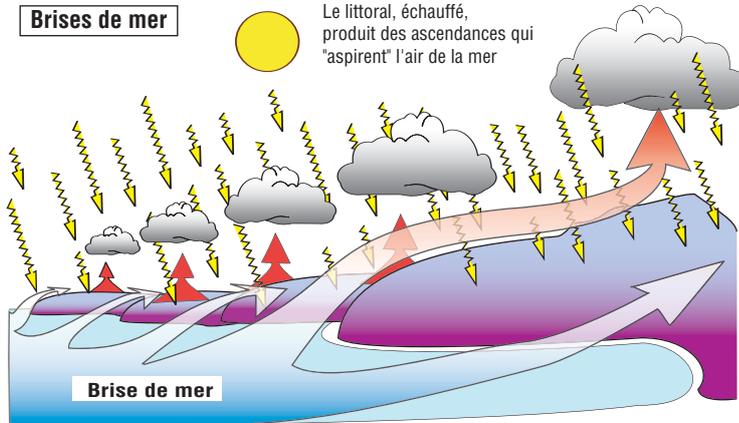
E) Brise de mer et de terre

Le même phénomène s'observe en bord de mer. En journée, lorsque le continent est échauffé par le soleil, les ascendances produites au-dessus du sol appellent l'air frais et humide de la mer et dirigent un flux vers la côte. La nuit, ou lorsque le continent se trouve être plus froid que la mer, le schéma s'inverse, l'air plus froid du littoral « coule » vers la mer : c'est la brise de terre.

D) Brisés de vallée descendantes

L'écoulement des brises de pente descendantes se prolonge dans les vallées. Le flux froid et lourd se déverse vers les plaines. Ce sont les brises de vallée descendantes.

Brisés de mer

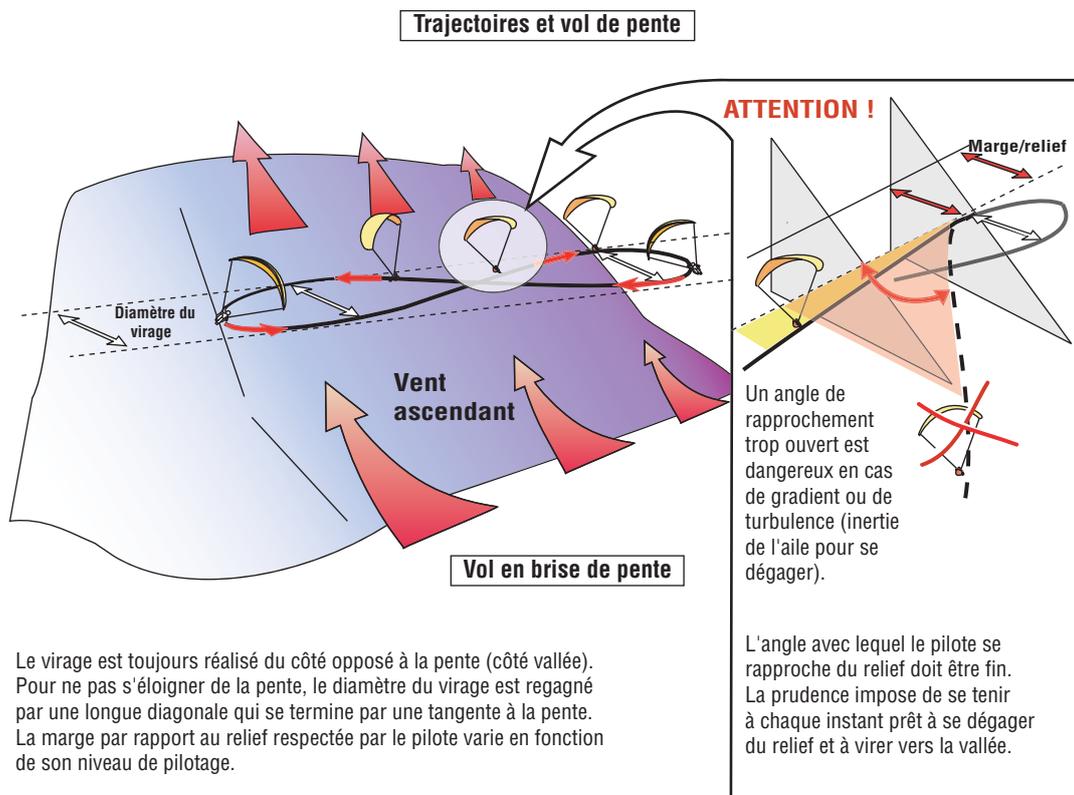


L'AÉROLOGIE

F) Exploitation des brises de pentes montantes

La faible épaisseur de la brise de pente impose de maintenir des trajectoires proches du relief afin de bénéficier de son effet ascendant. C'est pourquoi on préfère l'exploiter en réalisant des 8 dont

chaque virage est initié côté vallée. On systématise ainsi un rapprochement tangentiel de la pente. En s'initiant à cette forme de « vol de pente », on exclut donc l'utilisation du 360° qui laisse l'aile ponctuellement face au relief dans un périmètre favorable aux turbulences et/ou gradients.



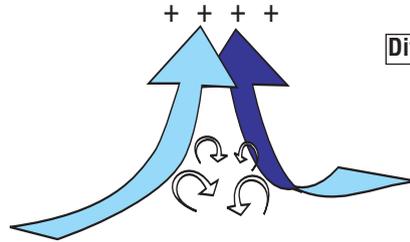
La brise de pente est faiblissante au décollage

L'affaiblissement de la brise de pente sur un décollage s'explique souvent par son décollement du sol plus bas dans la pente. On a alors affaire à une colonne thermique qui doit être recherchée en s'éloignant de la pente.

Brise de pente et instabilité conditionnelle

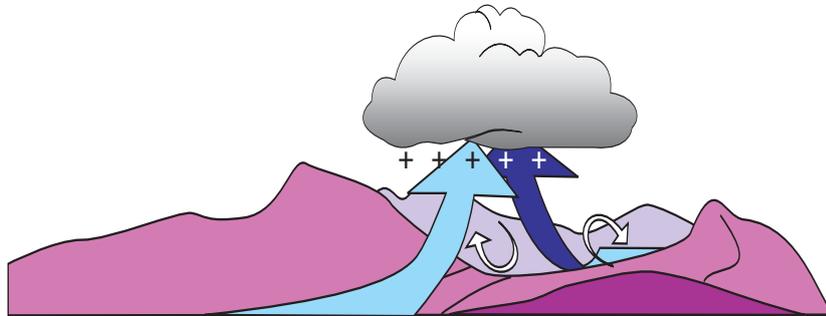
Certains jours, la brise de pente peut être la seule forme d'instabilité en présence (peu ou pas de colonne thermique). L'ascendance est alors tenue de suivre la pente échauffée pour continuer à s'élever. C'est là une forme d'instabilité conditionnelle.

G) Les confluences

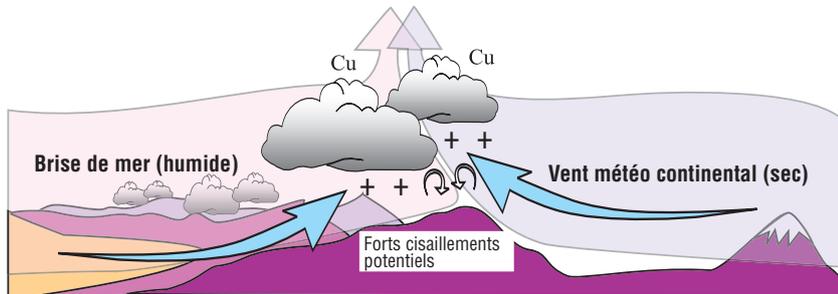


Différents types de confluences

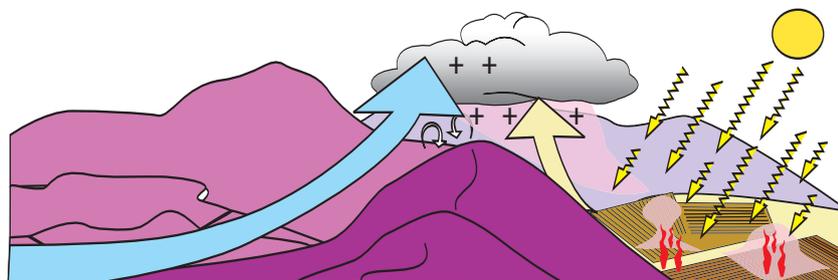
Une confluence est la rencontre de deux vents. Elle génère une ascendance puissante qui permet d'obtenir des gains d'altitude supérieurs aux autres ascendances observables ce même jour. De forts cisaillements peuvent être présents dans la zone d'affrontement.



Confluence de deux brises ou de deux vents météo à la croisée d'un col.



Confluence d'une brise de mer et d'un vent météo avec des hauteurs de plafond différents. Ce phénomène peut exister jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres à l'intérieur des terres.



Un vent ascendant fait office de "relief aérologique" sur lequel s'appuie le vent météo ou une brise. Une ascendance dynamique se crée ainsi.

L'AÉROLOGIE

VI. Aérologie pratique

L'autonomie du pilote s'acquiert en pratiquant des conditions aérologiques calmes sur site connu. Afin de garantir une progression sereine, le pilote doit connaître très tôt quels sont les pièges aérologiques classiques.

A) Les pièges aérologiques

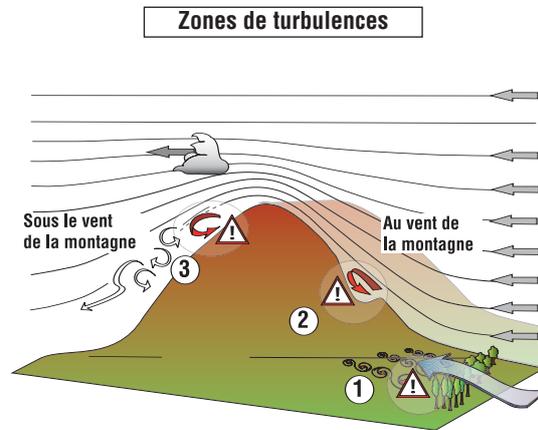
En présence de vent, la masse d'air présente des mouvements similaires à ceux observables dans l'écoulement d'une rivière (accélération du courant, bouillonnements, contre courants...).

1) Les turbulences

Les turbulences produisent des variations instantanées de vitesse et d'incidence sur nos ailes. Présentes derrière les obstacles, dont certains (aérogiques) sont invisibles, les turbulences sont aisément franchissables avec une bonne technique de vol. Au-delà d'une certaine force de vent, elles ne peuvent plus se compenser par un pilotage adéquat. Le danger est alors maximum.

2) Les venturi

Le venturi est une augmentation de la vitesse du vent observé aux passages des cols, aux sommets



1 – Turbulences d'obstacles : si le vent est fort, les turbulences sous le vent des arbres peuvent se faire sentir au-delà de 200 m.

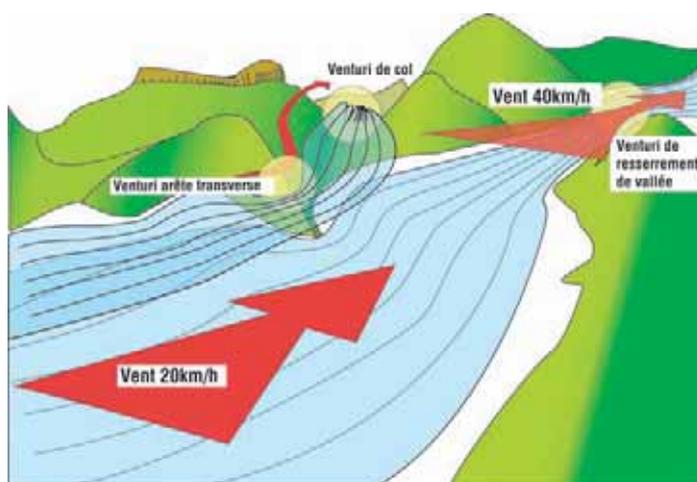
2 – Turbulences de relief : une irrégularité dans le profil d'une pente peut générer de fortes turbulences.

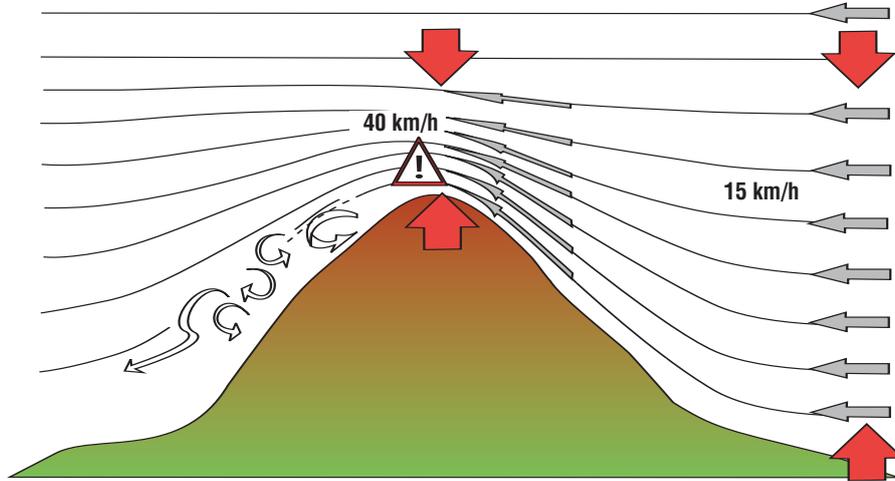
3 – Rouleaux : le rouleau sous le vent d'un sommet peut prendre une forme régulière et permanente dont il faut se méfier (observation des nuages en altitude par ex.)

des crêtes et dans les vallées. Comme le pincement d'un tuyau d'eau dont le jet s'accélère, le flux du vent augmente sa vitesse dans tous les lieux qui resserrent son écoulement. Le risque est de ne pas l'anticiper, le pilote risque de reculer s'enfermant dans une situation réduisant dangereusement son champ d'action. Il s'expose aussi à de fortes turbulences.

C'est un phénomène qui concerne toutes les échelles d'écoulements. Le vent s'accélère de la même manière dans l'enfilade d'une rue ou d'un porche, que dans la vallée du Rhône pour créer le mistral.

Différents types d'effet venturi



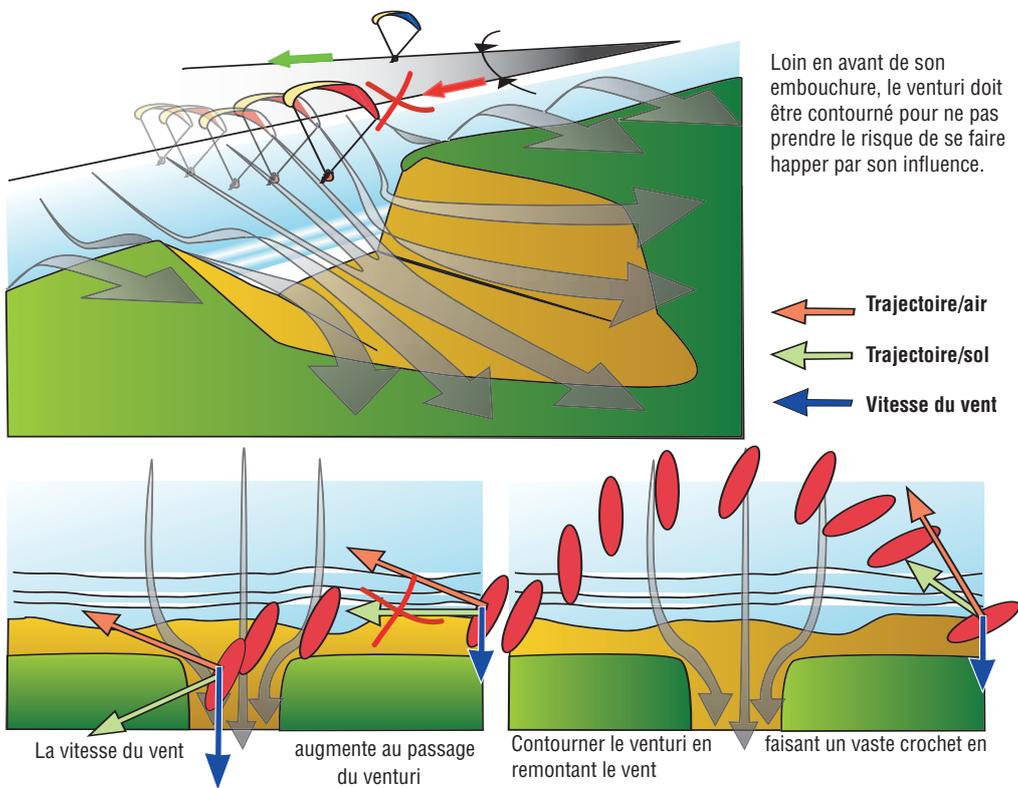


Venturi :

Le flux, pincé dans une étroiture (ici entre le poids de l'atmosphère et la montagne), doit s'accélérer.

Expérience : pincer l'extrémité d'un tuyau d'arrosage...

Le venturi est un danger si son emplacement n'est pas identifié ou si l'augmentation de la force du vent n'est pas anticipée.

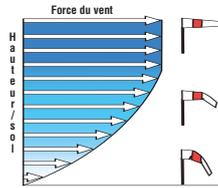


L'AÉROLOGIE

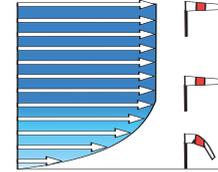
3) Gradient

« Gradient » est un terme mathématique qui signifie grosso modo vitesse de variation. Nous parlons ici du gradient de vent dû au frottement de l'air sur le sol. L'usage a fait que nous appelons gradient, la zone proche du sol où le vent décroît. Sa forme est variable suivant la nature du sol et les obstacles. Son effet sera d'autant plus gênant que le vent est fort.

Pour bien comprendre ce qui se passe, nous allons prendre un cas extrême en simplifiant un peu les choses. Imaginons ce qui se passe derrière un immeuble avec 30 km/h de vent.

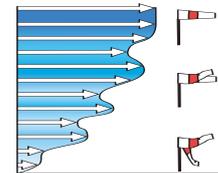
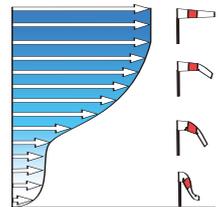


Le gradient



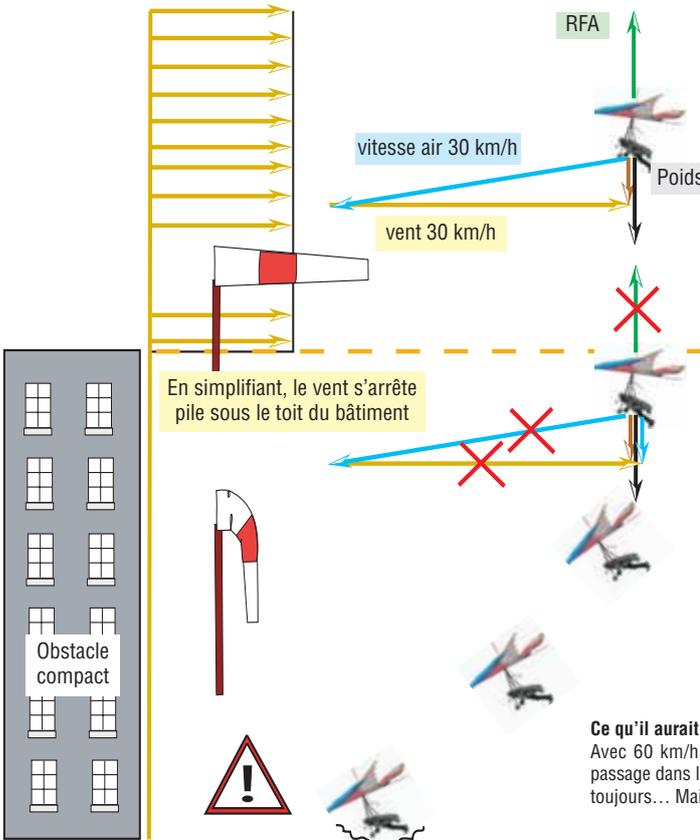
Le gradient est une diminution plus ou moins progressive du vent à l'approche du sol. Les formes qu'il prend varient à l'infini. Voici quelques cas types.

Le gradient peut ne concerner que les derniers mètres avant le sol. Il n'a alors pas d'influence sur le vol en parapente dont l'aile est près de 10 m plus haut.



En vol, si le gradient est suffisamment haut, il est franchi sans que la présence du sol n'inquiète le pilote. Ici, le retour d'un vent constant près du sol indique sa disparition.

Le gradient peut être turbulent. La couche de vent près du sol est dans ce cas souvent perturbée par des obstacles "au vent".



Dans la couche ventée, le pilote rencontre un vent de face égal à sa vitesse : il n'avance plus, sa vitesse sol (en marron) est verticale, c'est son taux de chute.

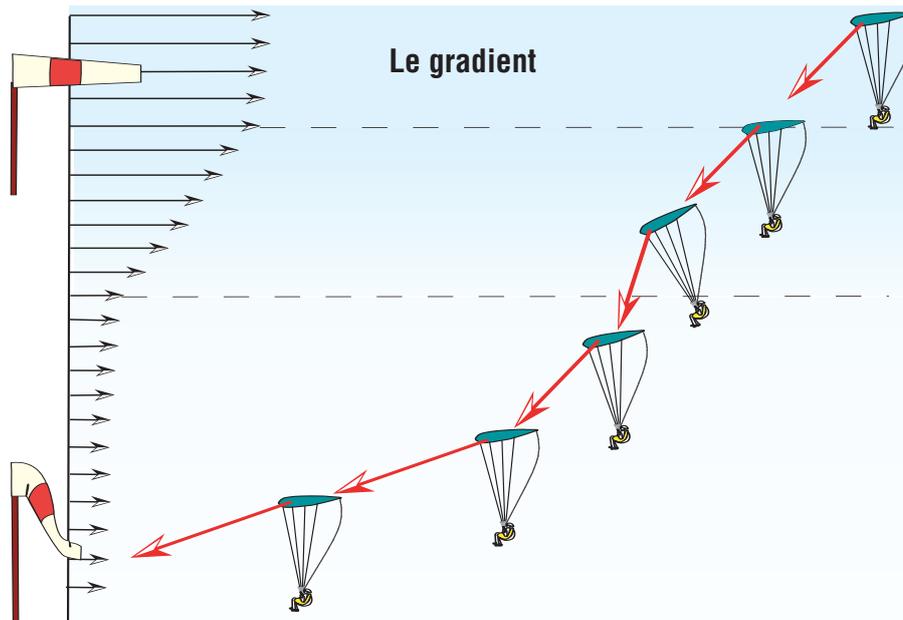
Au moment où il passe dans la zone sans vent, sa vitesse air chute et devient sa vitesse sol. Il ne reste donc presque plus de RFA, l'aile soumise au poids s'enfonce en pleine situation de décrochage !

Sur le schéma la suite est très malsaine, car suite au décrochage, le pilote n'a pas assez de hauteur pour avoir le temps de redresser l'aile avant le sol...

Ce qu'il aurait fallu faire :

Avec 60 km/h c'est-à-dire 30 km/h de survitesse, après le passage dans la zone sans vent il restait 30 km/h et l'aile volait toujours... Mais surtout évitez ce genre d'endroits !

Le cas précédent, bien que simplifié, montre bien à quel point il peut être dangereux d'aller se poser derrière un obstacle compact avec vent fort ! En fait la réalité est pire, la zone déventée est une zone où le vent est certes faible, mais surtout turbulent et dans tous les sens. En principe, sur un terrain correct, cela se passera tel que décrit ci-dessous si vous avez pris soin de prendre la survitesse adaptée aux conditions de vent.



Gradient en vol de pente

Le même phénomène de ralentissement du flux du vent le long des pentes expose nos ailes à des changements de cap soudains. En vol de pente la demi-aile la plus proche de la pente se retrouve abruptement avec une vitesse relative inférieure. En s'enfonçant dissymétriquement l'aile pivote vers la pente. Ainsi, en vol de pente, le pilote doit entretenir une vitesse plutôt élevée et rester prêt à contrer les effets du gradient en se dégageant côté vallée.

Gradient au gonflage pour le parapente

Au gonflage, l'aile, au cours de son ascension, accède à du vent plus fort ce qui a pour effet d'augmenter sa charge et sa vitesse de montée. Le phénomène peut déséquilibrer le pilote et le surprendre tant la vitesse de rotation de l'aile augmente. Le risque est de se faire soulever au passage de l'aile à la verticale du pilote puis de

se faire « doubler » par l'aile qui fait une fermeture frontale. Pour limiter ce risque la technique consiste à lever son aile à faible charge (lentement) et prévoir de ne pas trop résister (avancer vers l'aile en technique « face voile ») au franchissement du gradient.



Gradient au décollage pour le delta

En delta l'augmentation rapide de la vitesse de vol due au gradient facilite le décollage. Une croissance brutale de la vitesse d'écoulement autour de l'aile a aussi pour effet de faire cabrer le profil. Le pilote doit être prêt à tirer la barre de contrôle pour contrer les effets du gradient.

L'AÉROLOGIE

B) Aérologies dangereuses pour le vol libre

1) Les nuages qui dénoncent le danger pour le vol libre

a) *Le Cumulus congestus*

Le cumulus congestus est une forme gigantesque de cumulus. Les ascendances dans son périmètre sont d'une puissance telle que les pilotes doivent se méfier de voler trop près de sa base pour ne pas s'y trouver piégés. Les brises au sol peuvent être fortes.

Le congestus est la forme qui précède le cumulonimbus. Si une tendance orageuse est prévue par la météo, un arrêt des vols anticipé est prudent.



Cumulus congestus : puissante ascendance et vent localement fort.

b) *Le Cumulo-nimbus (CB)*

Les phénomènes ascendants, les turbulences et la force des vents dans le périmètre d'un cumulonimbus sont tels qu'aucune pratique aéronautique n'est possible. C'est une tempête à éviter coûte que coûte.

Les marais barométriques (pression uniforme sur de grands espaces) sont propices au développement de cumulo-nimbus isolés. Par ailleurs l'arrivée d'un front orageux bouleverse en quelques heures, sur un vaste espace, l'équilibre de l'atmosphère.

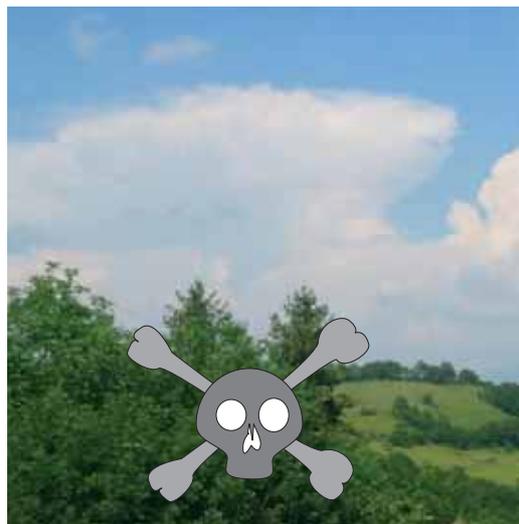
Sur le terrain, les signes avant-coureurs peuvent être :

NUAGES ET VISIBILITÉ

Voler dans un nuage, quel qu'il soit, est un danger pour le vol libre. Perdre la visibilité et donc ses repères par rapport au sol est dangereux. L'utilisation d'une boussole ou d'un GPS n'autorise pas le vol dans un nuage qui est strictement interdit.

En dessous de (FL30) et 300 m autour des reliefs (surface S), il suffit de voler hors nuages. Plus haut, nos ailes doivent respecter, lors du rapprochement d'un nuage, une distance de 300 m verticalement et 1500 m horizontalement (cf. « Règles de vol à vue » page 226).

- présence en altitude de petits cumulus à développement verticaux tôt le matin ;
- grossissement des cumulus en cours de journée tant horizontalement que verticalement ; abaissement du plafond ;
- chaleur étouffante, atmosphère lourde (été) ;
- conditions ascendantes vastes et régulières ceci même sans ensoleillement ;
- le vent en présence tombe et le calme précède une levée rapide du vent ;
- à l'inverse du critère précédent, forcissement du vent et rafales ;
- assombrissement partiel du ciel se généralisant à l'ensemble (la base du CB est très noire, la lumière étant bloquée par une épaisseur du nuage de plusieurs milliers de mètres).
- éclairs et tonnerre...



Cumulo Nimbus : tempête, vent fort, fortes ascendances et descendances, turbulences.

Se faire piéger par des conditions orageuses est inadmissible au regard des risques encourus.

Les deltas modernes sont néanmoins mieux armés que les parapentes pour fuir des conditions orageuses. La vitesse et la finesse sont pour eux un atout qu'ils doivent mettre à profit à l'opposé de l'arrivée du front orageux. Ceci dans l'optique de rejoindre au plus vite un terrain dégagé pour se poser.

c) Lenticulaires, nuages orographiques et nuages de rotors

Les lenticulaires sont révélateurs de vent fort à l'altitude à laquelle ils sont observés. Ils sont lisses et effilés. Leur présence peut être aussi le signe d'une ondulation de l'atmosphère dont ils matérialisent la partie haute.

Un lenticulaire peut chapeauter un sommet montagneux et être unique dans l'observation du ciel.



2) Aérologies dangereuses et particulières

a) L'onde

Au passage d'un relief faisant barrage au vent, ou au franchissement d'un plateau, le flux dévié perpétue une ondulation sur plusieurs oscillations. Ce sont des ondes de ressaut. Ceci s'observe particulièrement dans des masses d'air stables lorsque le vent est très fort.

Si de l'humidité est présente dans la masse d'air, des lenticulaires se superposent (empilement d'assiettes) ou se succèdent pour marquer ces ondulations successives. Ils se forment à leur partie au vent et se désagrègent à leur partie sous le vent.

IMPORTANT

SE PRÉSERVER DU CUMULO NIMBUS

Consulter le bulletin MTO est le premier réflexe du pilote pour se protéger. Les « tendances » orageuses ne sont pas réhivitoires pour voler mais sont un sérieux souci pour le pilote. Il doit en permanence exercer sa vigilance pour reconnaître les prémices d'une dégradation orageuse afin d'arrêter les vols à temps.

ARGUMENTS POUR INTERROMPRE LES VOLS AVANT L'INFLUENCE DU CB ET PIÈGES POUR LES PILOTES QUI SAVENT...

- Mésestimer la vitesse d'arrivée du front orageux qui peut stagner longuement et se déclarer soudainement ;
- Mésestimer le temps de descente compte tenu du mouvement ascendant et généralisé de la masse d'air ;
- Surestimer ses capacités à résister à des 360° engagés maintenus longtemps pour descendre vite dans une masse d'air en ascension (parapente) ;
- Sous-estimer la force du vent et son caractère rafaleux au sol, son intensité étant encore modérée en vol.

Le phénomène d'onde, facilement visible dans l'écoulement des rivières, intéresse une forte épaisseur d'atmosphère. C'est à l'aide de ces ondes que les records d'altitude en planeur ont été réalisés.

L'ONDE ET LE VOL LIBRE : DE L'ONDULETTE ?

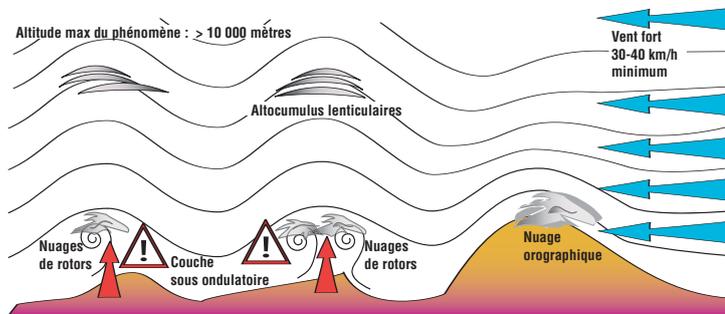
Il est aujourd'hui de plus en plus fréquent d'entendre témoigner des pilotes d'une expérience de vol d'onde. Né de vents modérés pour ce phénomène (35 à 50 km/h), le terme d'ondulette est maintenant utilisé. Privilégié par sa vitesse, le delta est mieux armé pour ce genre de vols. Néanmoins, le parapente a déjà exploré ce genre de conditions.

Bien que le phénomène d'onde se développe en conditions aérologiques stables et que le flux soit plutôt laminaire, la moindre turbulence est à l'échelle d'un vent très fort. Ainsi l'onde se réserve à une pratique marginale pour des pilotes d'excellence.

La difficulté majeure est d'y accéder sans remorqué. On ne peut pas y accéder depuis le relief qui l'a créée. Il faut partir d'un relief sous le vent qui tombe au niveau ascendant d'un ressaut.

L'AÉROLOGIE

L'onde



Le phénomène d'onde est favorisé par une atmosphère stable et un vent d'au moins 30/40 km/h. Des lenticulaires peuvent baliser le sommet des ondes si de l'humidité est présente dans le flux. Un calme relatif dans la couche sous ondulatoire peut piéger des pilotes. Cette couche, proche du sol, si elle est instable et suffisamment humide, permet d'observer des « rotors ». Ces nuages, qui se présentent sous la forme de cumulus déchiquetés, ont la particularité de rester à la même place. Les nuages « rotors » traduisent de fortes turbulences et un vent puissant qui les surplombent.

b) L'effet de Föhn

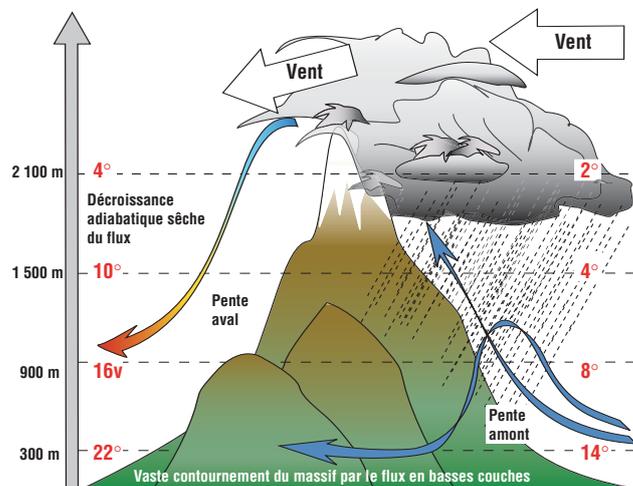
Selon une théorie classique, une masse d'air qui traverse un massif montagneux s'appauvrit en eau (pluies) sur la pente amont. Cela provoque un réchauffement en raison du dégagement de la chaleur latente (cf. « Caractéristiques physiques de l'atmosphère »). En aval, le vent dévale les pentes et son air se réchauffe encore par compression. On observe des fortes différences de température et d'humidité entre les deux versants. L'effet est accentué par l'absence de nuages sur le versant aval ce qui permet d'ajouter les effets du rayonnement solaire. Il n'est pas rare d'observer des différences de température de 10 degrés, et des différences d'humidité de 50 %, entre les deux versants.

On observe parfois des effets de Föhn en l'absence de pluie sur le côté amont. Il semble ainsi que la théorie classique soit insuffisante.

Une nouvelle théorie fait intervenir un modèle en trois dimensions de l'écoulement atmosphérique autour de la montagne. L'air arrivant en basses couches sur la pente amont n'a pas assez d'énergie pour franchir dans sa totalité le relief qui le sépare du versant aval. Il se divise en deux courants qui contournent la montagne par la gauche et par la droite.

Ces flux se rejoignent loin en aval. L'air des couches supérieures, lui, franchit la montagne et se déverse sur la pente aval avant de rejoindre le courant général en aval de l'obstacle. Il y a réchauffement par compression adiabatique (cf. « Stabilité et instabilité »), car les particules d'air subissent une diminution nette d'altitude dans ce mouvement.

L'effet de Föhn



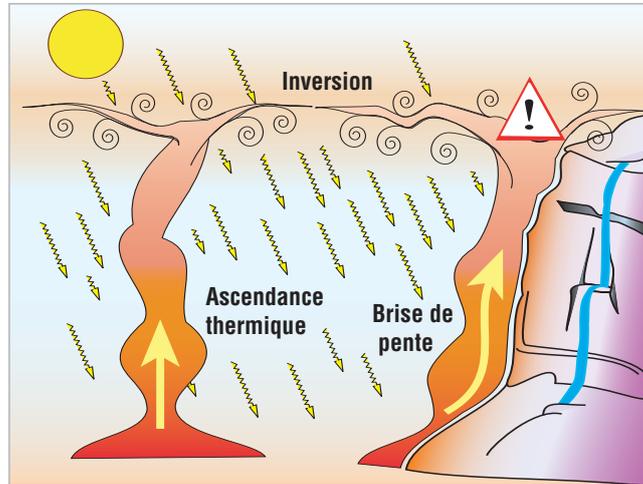
CE QUE L'ON SAIT DU PHÉNOMÈNE

- 1) Pluies et assèchement de l'air « au vent » du relief. Nuage orographique (dû à la présence d'un relief).
- 2) Températures largement supérieures à égale altitude « sous le vent » du massif.
- 3) Vent fort chaud et sec dévalant la pente aval.
- 4) Aérologie particulièrement turbulente sur l'ensemble du massif (danger pour le vol libre)

c) Les inversions

Les inversions de températures qui existent dans l'atmosphère peuvent représenter un danger pour le vol libre. Ainsi une tranche d'atmosphère instable, surplombée d'une inversion, voit ses thermiques s'écraser dans cette couche stable qui devient alors très turbulente.

Ce piège est fréquent. Il est d'autant plus vicieux qu'il concerne des journées plutôt stables et ne peut être réellement évalué qu'une fois en vol. Depuis le sol les conditions aérologiques pressenties sont celles qui ouvrent le ciel aux premiers niveaux d'autonomie pour de jeunes pilotes. Le piège est essentiellement associé au rapprochement du relief qui demande un niveau technique élevé pour contrôler les variations importantes de vitesse et d'incidence dans les turbulences.



Couche instable coiffée d'une inversion



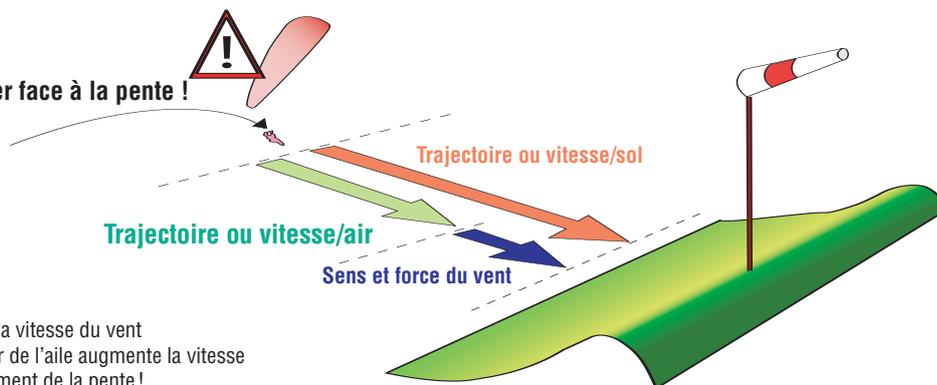
Les ascendances thermiques, bloquées par l'inversion, y pénètrent avec leur vitesse. Ceci a pour effet de rendre la couche d'inversion turbulente dans des proportions insoupçonnées par de jeunes pilotes.

3) Vol à proximité du relief

Le vol près du relief impose au pilote de connaître la situation précise du vent et de ses effets sur sa trajectoire. De plus cette proximité est le siège de turbulences qui doivent s'anticiper, s'évaluer et être gérées techniquement. Le rapprochement du relief est un long apprentissage (des années) qu'il ne faut pas provoquer trop vite dans une progression.

Épave de pente

Ne pas virer face à la pente !



L'addition de la vitesse du vent à la vitesse/air de l'aile augmente la vitesse de rapprochement de la pente ! Les risques d'erreur sont tels que, par principe, on ne réalise jamais de demi-tour en tournant vers la pente.

7

CHAPITRE

FACTEUR HUMAIN ET SÉCURITÉ



Basé sur les statistiques et le vécu, ce chapitre a pour but de dégager les grandes causes d'accident.

– Premier constat, **la responsabilité du pilote est quasi systématiquement en cause**. Même dans le cas d'une collision, si un des pilotes est fautif (vol ou virage, sans regarder où l'on se dirige, refus de priorité, etc.), l'autre pilote, s'il surveille de part et d'autre de sa trajectoire, doit pouvoir l'éviter (à nos faibles vitesses de vol, nous avons du temps pour réagir, à moins d'accepter d'être trop proche).

– Deuxième constat, fatigue, stress et comportement sont les premières causes, bien avant le manque de compétence ou la prise de risque consciente.

Dans l'esprit très « pratique » de ce manuel, nous allons essayer de décrire les situations et comportements qui mènent trop souvent à la casse...

I. Fatigue et stress

A) Stress

Le stress est une réaction normale du corps face à une situation de danger. Ainsi, en augmentant la fréquence cardiaque, il permet une meilleure circulation sanguine qui irrigue mieux muscles et cerveau : les possibilités de réaction, physiques et mentales, face à la situation sont améliorées. Hélas, si un stress mesuré est bénéfique, un stress trop important « sature le cerveau » allant jusqu'à bloquer toute réaction ! On a malheureusement tous vu un élève devenir « sourd » aux conseils radio de son moniteur et ne pas faire le moindre geste jusqu'au retour à la planète.

Sans aller jusqu'au blocage, il est facile de voir la différence entre le pilote non stressé qui maîtrise son pilotage avec des gestes efficaces et esthétiques, et le même après une très forte turbulence (pour son niveau) : la position change, les gestes deviennent nerveux, moins adaptés, l'esthétique a disparu... l'efficacité aussi. Sur une phase délicate (décollage, atterrissage, etc.) le pilote est en danger, au minimum celui de faire du « pas propre ». **Il est essentiel à la sécurité d'arriver à gérer son stress**. Les accidents arrivent la plupart du temps au pilote dont les réactions sont inadaptées ou absentes.

En effet le pilote qui arrive à « garder ses réflexes » a de fortes chances d'empêcher le crash ou d'en limiter fortement les conséquences.

B) Gestion du stress

Nous ne sommes pas tous égaux au départ, certains tolèrent mieux que d'autres les différents produits que le stress crée dans notre organisme (adrénaline, etc.). Mais, comme pour beaucoup d'autres choses, le corps, exposé régulièrement, s'y habitue (surtout jeune !) et le gère mieux. Cet apprentissage est bénéfique pour le vol libre, mais aussi dans tous les cas où des réactions d'urgences sont souhaitables (en voiture, etc.).

Quelle que soient les capacités de départ, l'entraînement permet d'acquérir la maîtrise des gestes et des situations : plus on maîtrise son sujet moins on stresse, et moins on stresse plus il est facile de maîtriser... **le savoir faire diminue le stress**.

À l'inverse, une phase que l'on maîtrise mal apporte de plus en plus de stress. De fait, on la maîtrise de moins en moins, c'est un **cercle vicieux** qu'il ne faut pas laisser s'installer. Une catégorie de pilotes laisse ainsi grandir et devenir de plus en plus obscur un maillon faible de leur pratique.

La bonne manière de progresser est de doser la difficulté, de façon à ce que le stress n'empêche pas une maîtrise suffisante.

Dans la phase initiale, c'est au moniteur de « sentir » ce qui vous convient, mais si vous pensez que l'exercice est trop difficile pour vous et que vous allez rater, alors un stress trop important va probablement vous faire rater !!! Nous avons pris l'habitude de dire aux élèves « je te pense parfaitement capable de faire cette progression, mais si tu ne le "sens" pas reste au même niveau jusqu'à te sentir prêt... »

Par la suite vous devez vous-même estimer votre progression. Il est correct de passer à un stade de difficulté légèrement supérieur quand le stade précédant est correctement géré et digéré.

Cela se résume dans la règle des additions : **ne pas additionner les difficultés**.

– conditions plus turbulentes que celles connues.

FACTEUR HUMAIN ET SÉCURITÉ

- changement d'aile.
- changement de harnais (delta), de sellette (parapente).
- site inconnu.
- fatigue.
- tête encombrée de problèmes personnels.

Cumuler plusieurs de ces facteurs a de fortes chances de conduire à l'accident.

Avant de décoller, il n'est pas inutile d'avoir un petit regard sur soi-même, pour sentir dans quel état l'on se trouve. Fébrilité, rythme cardiaque, mains moites sont autant de signes de son état de stress. Si ces signes sont forts, il faut prendre le temps de se relaxer et si nécessaire, être capable de renoncer au vol. Une petite maxime de circonstance :

Il vaut mieux regretter d'être au sol que regretter d'être en l'air !

C) Influence de la fatigue

Avec la fatigue, la capacité du corps à gérer le stress diminue très fortement, et le pilote capable normalement de gérer les situations difficiles en gardant toute sa tête, aura des réactions faibles, tardives, inadaptées, voire inexistantes !

Pour un vol facile c'est tolérable, mais à la première difficulté la sécurité est très vite en jeu.

Pour caricaturer, on peut parler de « l'accident du citoyen » : après avoir fait 500 km et être arrivé tard dans la nuit, il faut quand même voler, même avec des conditions limites, « pour ne pas être venu pour rien »... dans le même registre, à ski, le troisième jour en fin de journée est très réputé pour ses fractures...

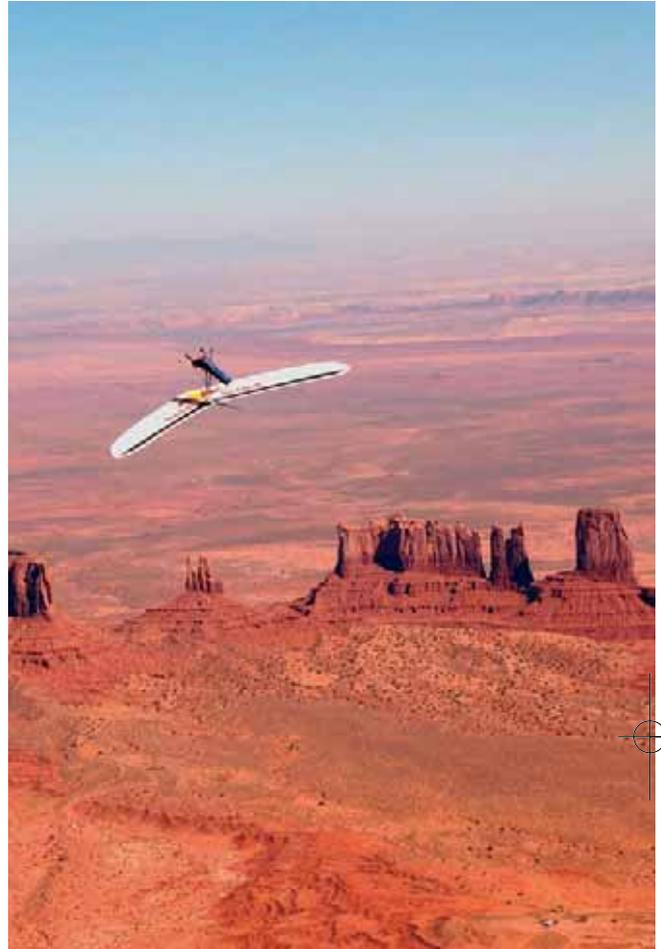
C'est très visible en apprentissage, où un élève est curieusement maladroit un matin. À la question « qu'as-tu fait hier » la réponse classique est : « la fête ».

La fatigue, le plus souvent causée par un manque de sommeil, est aussi révélatrice de votre état général.

Soyez attentifs à votre état de :

- fatigue physique : maladie, douleurs...
- fatigue psychique : soucis, surmenage...
- fatigue liée à la prise de toxiques : médicaments, alcool, drogue...

Il est indispensable d'être en forme pour voler.



Attention aux vols de longue durée, surtout les premiers en début de saison, « non aguerri » : pensez à garder un peu de « jus » pour atterrir correctement !

II. Comportements à risques

Beaucoup de pilotes aiment les sensations fortes, ils se « droguent à l'adrénaline » mais cela n'est pas incompatible avec la sécurité. Un cascadeur fait des choses beaucoup plus extrêmes de manière calculée, réfléchie et ça passe le plus souvent. Le bon pilote s'il veut s'engager dans des pratiques délicates (acrobatie, conditions très

fortes, etc.) doit le faire à la manière d'un cascadier en pesant bien les difficultés et ses compétences.

Petite théorie étonnante et pourtant si logique.

Il semble que le niveau d'accidentologie des pratiquants dites « à risques » soit très proche d'un sport à l'autre. Cet « équilibre » a une logique qui est la suivante : trop d'accidents et les pratiquants réduisent leur prise de risque, pas assez d'accidents et ils prennent de plus en plus de risques...

Les statistiques existent, sont conformes à la théorie ci-dessus. À vous de ne pas en faire partie ! Vous connaissez ou connaîtrez des « furieux » qui s'en chargeront pour vous.

Ce n'est pas le risque attribué à un sport qui le rend dangereux, mais le niveau de vigilance de son pratiquant.

A) Gestion des distances et prévention des abordages

1) Par rapport au relief

La distance entre le pilote et l'obstacle (relief ou autre pilote) dépend de sa capacité à évaluer et conserver sa trajectoire. Bien évidemment, les marges prises sont d'autant plus fortes que le pilote est débutant et que les conditions sont fortes, le problème est : comment les évaluer ?

Les turbulences dans lesquelles vous volez provoquent des écarts de trajectoire. Pour les deltas, les mises en virages seront gênantes, le parapente, plus stable en cap, subira plus les écarts de hauteur, et plus rarement des fermetures. Dans les deux cas, ce sont ces écarts majorés d'une marge de sécurité qu'il faut prendre.

Ceci veut dire qu'il faudrait déjà connaître la force des turbulences par rapport à son niveau de pilotage avant d'accepter de se rapprocher.

Concrètement, on peut :

1/ Observer le comportement des ailes en vol avant de décoller ;

2/ Prendre d'abord des marges importantes puis lorsque l'on s'est fait une bonne idée de la force des turbulences, les réduire progressivement... ;

Il ne faut pas attendre d'être passé trop près d'un obstacle et s'être fait une « chaleur » pour considérer qu'on a trop réduit ses marges, à chaque

écart important, on doit imaginer ce qui se serait passé avec l'obstacle au mauvais endroit et si la marge de sécurité est entamée : c'est qu'on vole trop près...

Il n'est pas acceptable de voir (trop souvent hélas) des pilotes voler à quelques mètres du relief en conditions turbulentes et de les entendre banaliser le fait d'atterrir dans un arbre. Un crash dans un arbre, s'il est souvent inoffensif, peut aussi devenir un accident grave...

Passez juste trop souvent et tôt ou tard la statistique vous rattrapera...

2) Par rapport aux autres pilotes

Il y a deux règles fondamentales pour éviter toutes collisions :

1/ **S'attendre à tout** et à n'importe quoi de la part des autres pilotes, dont :

– Non respect des règles de priorité (ne pas les savoir, ne pas être habitué à les appliquer...)

– Ne pas regarder où ils vont : c'est bien là le plus dangereux, notamment dans le cas du pilote qui vous tourne dessus, sans regarder !

Mais aussi beaucoup plus bête, voir méchant :

– Vous avoir vu, mais penser que c'est à vous de l'éviter !

– Vous avoir vu, mais rester bloqué sans rien faire (débutant stressé)

– Vous voler une priorité, en vous regardant bien pour vous faire céder, afin de rester dans l'ascendance.

2/ **Regarder où l'on va** : avec une marge de sécurité correcte, si l'on voit l'autre, à nos vitesses, il n'est pas difficile de l'éviter même s'il fait n'importe quoi !

Voir et être vu est la chose la plus importante Évitez les couleurs « camouflage », bleu ciel évidemment (quand l'aile est sur fond ciel), mais aussi celles qui pourraient vous faire confondre avec la végétation. Soignez la qualité de votre vision, et votre adaptation à de nouvelles lunettes, celles-ci peuvent, dans certains cas, générer des problèmes (taille du champ de vision, adaptation aux verres progressifs...).

Le principe d'évaluation des turbulences est le même que pour le relief, mais cette fois-ci, ce sont deux trajectoires qui peuvent subir des écarts

FACTEUR HUMAIN ET SÉCURITÉ

(volontaires ou non !). La marge de sécurité doit donc tenir compte de deux écarts qui peuvent s'ajouter : elle doit être plus importante que celle prise pour un relief. C'est d'autant plus vrai que la collision est potentiellement beaucoup plus dangereuse qu'un retour relief et que, s'il est à la limite acceptable de choisir de prendre des risques pour soi, il n'est pas correct d'en faire prendre à l'autre ! Bien sûr l'idéal serait que tout monde connaisse et applique les règles de priorités. Il est très agréable de tourner à deux dans le même thermique, dans le même sens et à 180°. Chacun voit l'autre en permanence ce qui permet aux deux de mieux centrer le thermique et assure la sécurité.

S'il y a trop de monde en l'air tout se désorganise très vite...

À partir d'un certain nombre, il devient difficile d'assurer sa sécurité car éviter un premier pilote vous amène au milieu d'autres trajectoires avec une sortie pas toujours évidente : il n'est pas sain de rester dans la « meute », il vaut mieux perdre cette ascendance et en chercher une un peu à l'écart...

certains sites sont souvent surfréquentés ; d'autres, tout aussi intéressants, le sont moins et nous attendent...

Quelques situations propices à collisions

L'approche est aussi un endroit qui « rapproche les pilotes ». Si deux pilotes arrivent en même temps, l'idéal est que celui qui pense être le plus bas écourte légèrement son vol par quelques virages serrés (ou les « oreilles » en parapente), pour poser avant. Et s'ils doivent poser en même temps le mieux est que l'un se décide à suivre l'autre pour éviter que les trajectoires ne se croisent trop souvent.

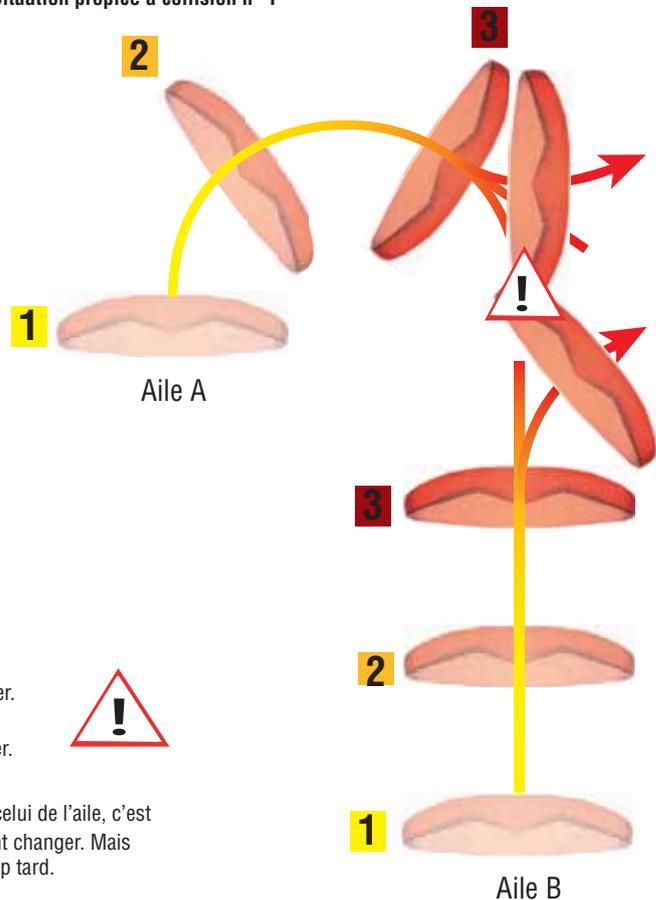
En résumé, il faut :

- Toujours regarder, le plus souvent vers sa trajectoire avec un large cône à droite et à gauche, mais aussi dessus et dessous.
- Ne pas se mettre dans des positions dangereuses.
- Anticiper des changements de trajectoires bizarres.
- Adapter les distances aux conditions (turbulences mais aussi fraîcheur du pilote).



IMPORTANT**DEUX CONCLUSIONS
ESSENTIELLES**

– **Ne pas tourner sans regarder !**
 – Mais aussi : la position 1 du pilote B (derrière à environ 45 °) est potentiellement dangereuse, il vaut mieux éviter de s'y mettre. S'il est trop difficile d'éviter cette position (dépassement le long d'un relief, etc.), le pilote B sera très attentif aux mouvements du pilote A, et sera prêt à tourner, en urgence, pour l'éviter. Ce qui veut notamment dire, qu'il aura vérifié qu'il peut tourner sans gêner un troisième pilote !

Situation propice à collision n° 1

1 Le pilote A initie un virage sans regarder.

2 Le pilote B l'a vu et crie pour se signaler.

3 Avec le temps de réaction du pilote et celui de l'aile, c'est seulement maintenant que les trajectoires vont changer. Mais quelque soit la direction choisie, c'est déjà trop tard.

B) Estimation des conditions

Un vol en air calme pose rarement problème, une mauvaise estimation des conditions de vol par rapport à son niveau peut créer des surprises... il faut donc être capable d'estimer les conditions **sur toute la durée du vol** et pas seulement pour décoller ! Même avec une grande expérience, on n'est pas à l'abri des surprises. Toutefois une connaissance correcte de l'aérologie permet d'éviter les pièges les plus dangereux ; après une bonne analyse des conditions il ne devrait rester que de petites surprises gérables...

Un pilote qui connaît bien son site de vol habituel, sait quels en sont les pièges. Il peut estimer s'il est sain pour lui de se mettre en l'air. En revanche, sur un site inconnu, il peut être surpris par, l'apparition de fortes brises de vallée (classique l'après

midi dans les vallées étroites de hautes montagnes), un vent qui arrive à « sauter » un relief et forcé soudainement (classique à Chamonix et aux Arcs), etc. il est donc plus qu'utile de demander aux pilotes locaux les particularités du site, les panneaux FFVL peuvent aussi indiquer les difficultés possibles.

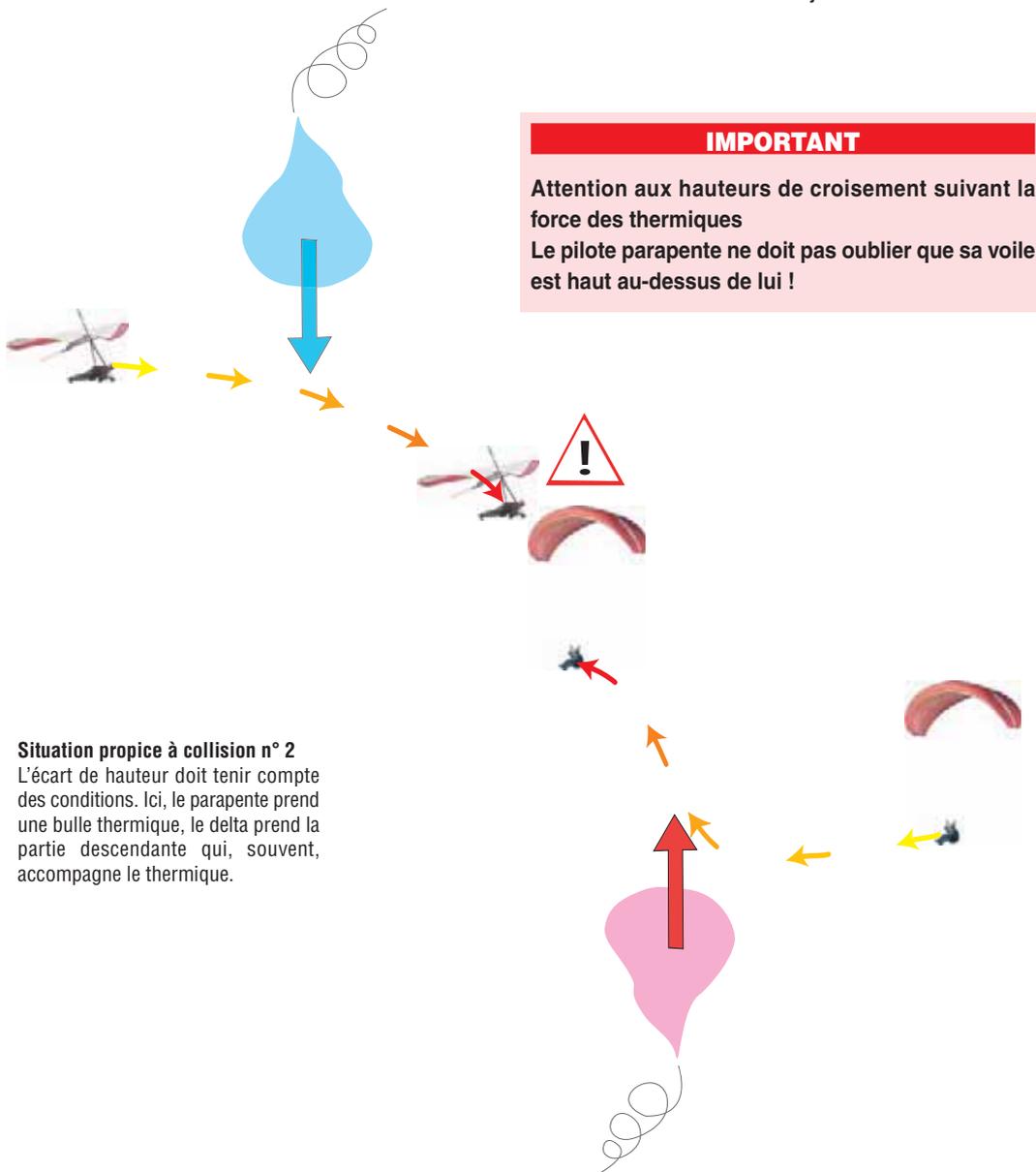
Voir voler les autres est aussi un important élément d'évaluation, en n'oubliant pas que s'il s'agit d'un très bon pilote, il peut être capable, par un pilotage efficace, de vous faire penser que les conditions sont simples ! Enfin, il faut absolument connaître le vent météo en altitude pour éviter les rouleaux, on peut généralement l'observer en regardant défilier les nuages d'altitude. Prendre une météo avant de partir voler vous donnera une bonne part de ces informations.

FACTEUR HUMAIN ET SÉCURITÉ

L'évolution en cours de vol est à surveiller, les conditions sont les plus fortes généralement au milieu de l'après midi, mais une brise de vallée peut se renforcer très tard, un orage aussi !

En cross, on ne fait que traverser des territoires inconnus, en l'absence de renseignements sur le parcours, on sera particulièrement méfiant. D'un massif à l'autre les conditions peuvent être très différentes ! En résumé :

- Prenez une météo,
- Observez le vent météo,
- Renseignez-vous auprès des pilotes locaux,
- Observez la force du thermique et le vol des autres pilotes,
- Continuez à observer en vol (renforcement du vent ou évolution orageuse),
- Imaginez avant le vol l'évolution probable des conditions au cours de la journée.



C) Comportements dangereux

Ce qu'il ne faut pas être au sol :

- trop pressé : « vite, vite, vite, ça monte, je fonce m'équiper ».
- trop pressé variante : pousser le pilote qui est devant à décoller, c'est l'énerver et le pousser à la faute.
- trop stressé...
- trop énervé et impulsif : « cochonnerie de vent qui tourne, m'en fout j'y vais ».
- trop sûr de soi, prétentieux ou m'as-tu-vu : « ya quelqu'un en l'air donc moi aussi ».
- trop têtu : « c'est pas bon, mais j'suis pas venu pour rien, je vole quand même ».
- trop fier : « qui t'es toi pour me donner des conseils ! ».
- trop distrait : prévol, accrochage.
- trop égoïste : occuper le décollage très longtemps pour attendre la bulle, alors que le décollage est sain et que beaucoup d'autres pilotes attendent. Tout le monde s'énerve y compris, au final, vous !
- trop fatigué, malade, drogué, etc.

Ce qu'il ne faut pas faire en l'air :

- se moquer des priorités, passer au culot en regardant bien l'autre pour qu'il cède.
- se croire seul en l'air.
- être distrait, regarder un peu partout, mais pas assez où l'on va.
- oublier de regarder l'évolution des conditions de temps en temps.
- faire le c..., pour épater la galerie.
- faire de l'acrobatie près du sol : le parapente est bien le seul sport aéronautique où l'on voit faire cela et ça casse souvent...
- voler jusqu'à être épuiséeeee.

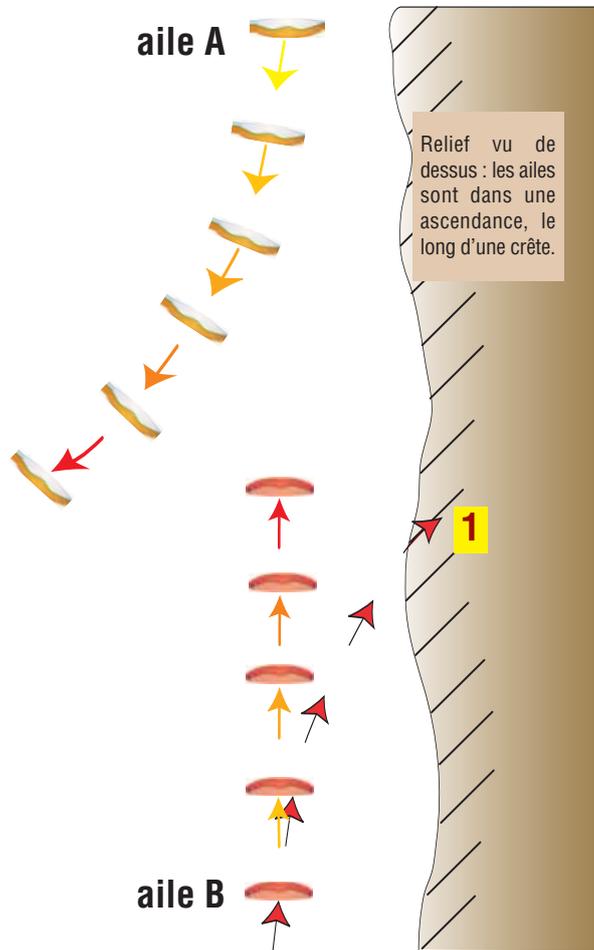
Et même au sol :

- au posé, traîner au milieu du terrain d'atterrissage, le pilote en approche est d'autant plus stressé qu'il y a d'obstacles sur le terrain et a donc d'autant plus de chance de faire un couac. C'est encore plus important avec un delta en approche, celui-ci est tout de même un super « fil à couper le beurre volant ».
- et tous ceux que nous avons oubliés...



*Peut-être serait-il temps de penser à trouver une « vache » ?
En cross, la sagesse commande d'être toujours « en local d'une zone posable ».*

FACTEUR HUMAIN ET SÉCURITÉ

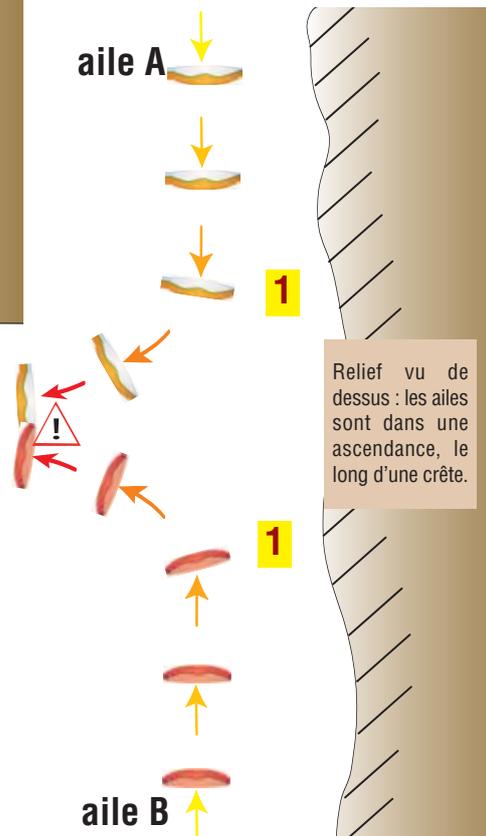


Les deux ailes arrivent face à face, normalement elles devraient dégager par la droite pour se croiser.

IMPORTANT

Un bon moyen pour ne pas se tromper de côté est de penser que l'on se croise comme en voiture (en France, bien sûr !).

Dans le cas présent, le pilote B ne peut pas dégager car la trajectoire (1) l'amène au relief : il est donc prioritaire. L'aile A doit lui céder le passage, et c'est fort heureusement le plus souvent le cas.



Situation propice à collision n° 3

Le C... de pilote A ne respecte pas la priorité du pilote B, soit par ignorance... ou pire, car le ciel est à lui. Le pilote B avait malheureusement fait confiance à A, ou n'a pas voulu se laisser griller « sa priorité ». Quand ils arrivent en position (1) il est trop tard, la collision ne peut plus être évitée.

EN CONCLUSION

Si vous êtes dans le cas du pilote B, ne faites pas confiance au pilote A pour vous laisser la priorité. S'il n'a pas manifesté suffisamment tôt sa volonté de dégager, ne vous laissez pas enfermer dans une situation sans issue.

III. Divers

A) Accidents « trop classiques » dûs au matériel

Vient immédiatement à l'esprit, l'**oubli d'accrochage**. En delta, il représente environ **1 accident grave sur deux** ! Et d'année en année, depuis que le sport existe, cela ne change pas...

Dans le même « style » on trouve les erreurs de montage :

– Elles concernaient beaucoup le delta, mais les constructeurs ont fait de gros efforts pour faire des ailes « idiot proof ». Cela veut dire, qu'avec une aile moderne, il est quasi impossible de faire une erreur de montage. Les possesseurs de rigides seront très attentifs au cheminement des câbles (volets et spoilers).

– Les parapentes sont aussi concernés. Des mailons rapides, mal serrés, peuvent s'ouvrir en vol. Aujourd'hui, Sur la liaison aile/sellette, les mailons rapides sont remplacés par des mousquetons à « bague autoverrouillante ». Par ailleurs, l'oubli de verrouillage des cuissardes fait aujourd'hui l'objet de dispositifs destinés à réduire ce risque.

– Attention aux clefs dans les suspentes qui peuvent être, trop petites pour faire échouer le gonflage, et suffisamment grosses pour produire des déformations dangereuses sur l'aile parvenue en vol. Au sujet des suspentes, leur « fluidité » et donc leur facilité de démêlage sont très variables en fonction des matériaux employés ; l'aramide non gainé détenant la palme de la galère.

– les ouvertures intempestives du parachute de secours. Là encore, l'effort de conception des fabricants, a rendu la chose moins courante. Attention au vieux matériel : il n'est pas acceptable que le container du harnais (sellette) ne soit fermé que par du velcro. Les aiguilles ont grandement contribué à réduire le problème.

Quelques parades :

– Une bonne prévol du matériel, de la sellette (harnais), ainsi que du secours.

– Delta, d'abord accrocher le harnais sous l'aile, puis l'enfiler. Attention, avec cette méthode on peut tout de même oublier les cuissards !

– Prendre l'habitude de se contrôler entre pilote est un bon réflexe. Par exemple : en delta, il est facile de jeter un simple coup d'œil à l'accrochage du pilote qui va décoller.

– En parapente, l'apprentissage du gonflage face à l'aile réduit notablement le risque de partir avec une clef.

B) Conduite à tenir en cas d'accident, risque de sur-accident

Il n'est pas question de faire ici un cours de secourisme, rappelons qu'il existe des formations gratuites au secourisme et que, aussi bien dans la vie courante que dans notre sport, cela peut vous éviter d'être inutile devant la détresse d'une personne proche. Quelques conseils :

Attention au sur-accident. Un accident est un événement stressant qui induit facilement des comportements dangereux. Le pilote posé dans un arbre sera généralement bien inspiré d'attendre des secours organisés et équipés. Essayer de redescendre seul, sans moyens techniques et dans l'état d'énerverment où il doit se trouver... est très risqué. Les statistiques sont bien là pour le démontrer. S'il se pense isolé et qu'il doit se débrouiller seul, il doit au moins consacrer un temps important à bien réfléchir à sa situation. Le sur-accident concerne aussi le témoin qui pourrait tomber de l'arbre en cherchant à aider...

– La description de l'état du blessé est très importante dans l'envoi des secours. Une description trop floue et l'on peut vous envoyer une équipe d'évaluation en premier. Il est utile de consacrer un peu de temps afin d'être prêt à passer un appel efficace.

– De la même manière, il faut être capable de situer et décrire le lieu précisément.

– Basculez votre radio sur la fréquence fédérale 143.9875 mhz. Fréquence de secours officielle du Vol libre, elle est faite pour cela et peut vous permettre de communiquer avec, l'accidenté, un autre témoin ou l'équipe de sauvetage.

– Dans le cas de problèmes incluant une ligne électrique, n'oubliez pas que celle-ci essaye en général trois fois de se remettre en fonction avant de disjoncter définitivement. Cela est particulièrement dangereux en présence de flaques d'eau au sol.

FACTEUR HUMAIN ET SÉCURITÉ

IMPORTANT

FAUSSES ALERTES

Il est très important, en cas d'incident sans conséquence de malgré tout prévenir les pompiers. En effet, si vous savez que le pilote va bien et pourra se débrouiller seul sans aucun problème (contact radio ou autre), ils doivent en être informés. Sinon, alertés par une autre personne qui a vu le même incident de loin, en l'absence d'informations, ils seront obligés d'envoyer une équipe de secours. Deux conséquences très néfastes : un, l'équipe envoyée pourrait être indispensable ailleurs... deux, s'ils se déplacent trop souvent pour rien... ils ne vont pas nous apprécier !

À l'heure où existe le risque que les secours deviennent payants, soyons efficaces et responsables.

– En cas d'intervention d'un hélicoptère, rien ne doit pouvoir s'envoler. Il faut replier la voile de manière à être assuré qu'elle ne pourra plus avoir de prise au vent.

– Les classiques très basiques : ne pas bouger le blessé, le tenir au chaud, ne pas le faire boire, l'assurer s'il est dans une position dangereuse, etc.

C) Médical : hypoxie, froid, oreilles, hydratation

1) Hypoxie et froid

L'hypoxie, c'est le « manque d'oxygène ». La recommandation officielle préconise l'utilisation d'un apport d'oxygène à partir de 3 750 m. Attention tout de même, car à partir de 2 000 m, des personnes fragiles peuvent en ressentir les premiers effets. Vers 3 000 m les problèmes peuvent devenir plus sérieux pour le commun des mortels. Et quelques rares « mutants » sont capables d'efforts à plus de 8 000 m (alpinisme, Everest), après une longue accoutumance à l'altitude. La résistance est variable d'un jour à l'autre, elle dépend de l'état physique. Les symptômes en sont : maux de tête, nausées, somnolence, troubles visuels, mais aussi plus traîtres : diminution des facultés intellectuelles et euphorie. Le pilote

euphorique (hypoxie + plaisir du vol !) peut avoir du mal à prendre conscience de la dégradation de son état, d'autant que ses facultés de jugement sont altérées... il risque endormissement et œdème avant l'arrivée de problèmes plus graves. Il est possible d'emmener des petites bouteilles d'oxygène pur, mais c'est une pratique très rare en France où les plafonds sont très rarement à plus de 4 000 m. Le pilote qui atteint une altitude élevée sera très attentif aux premiers symptômes, et conscient que la qualité de son jugement va en se dégradant... le temps passé en altitude est important. Une brève incursion, le temps de faire un plafond sera mieux tolérée qu'un séjour plus long. En redescendant, le pilote récupère très vite état physique et mental, encore faut-il le faire à temps ! Ce phénomène est bien sûr aggravé par le froid, n'oublions pas que la sensation de froid ainsi que la déperdition réelle d'énergie sont très dépendantes de la vitesse : en volant à 40 km/h dans de l'air à 0°, on a la même impression de froid qu'immobile au sol par -16° !

2) Oreilles

En cas de rhume, les tympans peuvent être mis à rude épreuve. Si le nez est trop « bouché », l'air peut ne pas circuler suffisamment pour équilibrer le côté interne du tympan. Ce risque est bien connu des plongeurs car dans leur cas, en insistant un peu, on peut aller jusqu'à éclater le tympan. Pour nous, les variations de pression sont plus faibles, le risque est plutôt, par le jeu des pressions, de répandre l'infection vers l'oreille et risquer une otite. Rappelons au passage à nos amis plongeurs, qu'il n'est pas bon de monter en altitude après une plongée profonde.

3) Hydratation

Nous évoluons en général en montagne, milieu très sec dans lequel le pilote va beaucoup se déshydrater. Les efforts physiques et la vitesse du vol vont aussi accentuer le phénomène. Or, on résiste très mal à l'effort en étant déshydraté et on augmente considérablement les risques de claquages, déchirures musculaires, tendinites et crampes.

Moralité, buvez beaucoup... d'eau.



8

CHAPITRE

RÈGLEMENTATION



L'espace aérien est un milieu ouvert, sans feu rouge ni ligne blanche.

C'est un espace partagé, avec d'autres usagers. Un espace de liberté et de responsabilités.

Chacun comprendra que l'on ne peut accepter un risque d'abordage entre un parapente et un avion gros porteur transportant plusieurs centaines de passagers... Les conséquences de ce type d'événement seraient sans doute tragiques pour les personnes en l'air. Les conséquences sur le cadre de pratique du Vol Libre n'en seraient pas moins catastrophiques. Contrairement à la route qui tolère les milliers de morts de la circulation, le domaine du transport aérien ne peut accepter l'accident de la circulation aérienne. La société accorde plus d'importance aux « faits aériens » qu'aux faits du domaine terrestre, acceptons-en le constat.

Pour un pilote de parapente ou de delta, les règles à connaître sont peu nombreuses, ce qui donne de l'attrait à la pratique du "Vol Libre". Les quelques règles qui nous concernent sont pour la plupart justifiées par des obligations de sécurité envers autrui.

Respecter ces règles c'est donc respecter autrui, c'est aussi préserver pour demain la liberté qui est la nôtre aujourd'hui.

I. Le vélo du ciel

Il n'y a aucune obligation légale d'avoir un quelconque diplôme, brevet, licence, certificat médical d'aptitude pour voler en France avec un parapente ou un delta.

Il n'y a aucune obligation légale de voler sous une aile homologuée ou révisée.

Il n'y a pas plus d'obligation d'immatriculation ou d'identification de l'aile.

Nous sommes parmi les rares usagers de l'air à avoir cette liberté.

En comparaison, le vélo peut être pratiqué sur la voie publique sans permis de conduire et sans immatriculation. Mais le cycliste est tenu de connaître et respecter le Code de la Route.

De plus, certaines voies (autoroutes, 4 voies...) sont interdites aux vélos.

En l'air c'est pareil, le libériste doit connaître les Règles de l'Air (RCA-1) définies dans le Code de l'Aviation Civile et il n'est pas autorisé dans tout l'espace aérien. **Le non-respect de la réglementation aérienne est un délit pénal qui peut être sanctionné par de lourdes amendes et des peines d'emprisonnement.**

A) Les textes réglementaires

Arrêté/DGAC du 07/10/85 publié au J.O. du 01/11/85 p.12665.

– Article 1 : Est dit planeur ultraléger un aéronef non motopropulsé, apte à décoller ou atterrir aisément en utilisant l'énergie musculaire du pilote et l'énergie potentielle.

– Article 2 : Les PUL sont dispensés de document de navigabilité.

– Article 3 : La réglementation relative aux conditions générales d'utilisation des aéronefs n'est pas applicable au PUL.

Arrêté/DGAC du 07/10/87 relatif à l'utilisation des aérodromes

– Annexe 4 : procédures générales complémentaires pour les ULM et PUL.

Les aérodromes déclarés civils, non contrôlés et sans procédure IFR peuvent être utilisés par les ULM et les PUL. Pour les autres aérodromes, le texte permet leur utilisation avec l'accord de l'autorité compétente des services de la circulation aérienne et en se conformant aux consignes particulières établies à leur intention.

– VIII. – Il est rappelé que les accidents aériens occasionnés aux, ou par les PUL, devront faire l'objet d'une enquête de première information, conformément à la circulaire 1097/SFACT/TR.

Ces textes nous dispensent donc,

- des contrôles et visites techniques périodiques obligatoires de notre matériel de vol,
- d'immatriculation et de certificat de navigabilité,
- de décoller et atterrir sur les aérodromes régulièrement établis
- de titre de pilotage, etc.

Par ailleurs, l'Arrêté-Type du 18/5/78 du Ministère de l'Intérieur aux Préfets s'applique également :

Arrêté-Type/Ministère de l'Intérieur – Préfets du 18/05/78

– Article 2 : Les vols peuvent être pratiqués librement sous la double condition suivante :

1) Avis du maire sur le territoire de commune où se feront les vols.

2) Accord du ou des propriétaires de l'aire d'envol et du lieu d'atterrissage. Néanmoins l'utilisation d'un site peut être interdite à tout moment par le préfet pour des raisons de sécurité et d'ordre publics.

– Article 3 : L'utilisateur d'un PUL doit être en mesure de justifier aux fonctionnaires de police ou de gendarmerie :

1) d'une attestation d'assurance couvrant les conséquences

RÈGLEMENTATION

des dommages qui pourraient être causés aux personnes et aux biens par le fait ou à l'occasion des vols.

2) d'une autorisation parentale s'il est mineur.

– Article 5 : Les vols revêtant le caractère de manifestations publiques ou de compétitions sportives doivent faire l'objet d'une autorisation préfectorale et être soumis à des règles particulières de sécurité.

Le point 1) de l'article 3 ci-dessus oblige donc le libériste volant, même s'il est élève, à être assuré en responsabilité civile aérienne (RCA). Il est à noter que les contrats d'assurance classiques couvrant les risques aux tiers excluent le risque aérien. C'est la raison pour laquelle le libériste souscrit une assurance spécifique pour la RCA. Enfin, la FFVL a reçu en 1977 délégation du Ministère en charge des Sports pour gérer l'activité vol libre en France. La FFVL est aussi l'interlocuteur des autorités pour les questions relatives au vol libre.

B) Quelques précisions

Les PUL sont des aéronefs non motorisés. La mise en œuvre d'un moteur embarqué pour la propulsion sur un delta ou un parapente change complètement le statut de l'aéronef qui devient alors ULM (Ultra-Léger Motorisé). Dans ce cas, le pilote doit répondre aux exigences réglementaires pour la pratique de l'ULM.

Le parapentiste ou le deltiste est soumis aux règles de l'air en tant que «Pilote Commandant de bord ». Quelques obligations :

– Il assume l'entière responsabilité du vol et de l'application des règles de l'air. Il ne pourra déroger à ces règles que s'il le juge absolument nécessaire pour des motifs de sécurité.

– Avant d'entreprendre un vol, il doit s'assurer du bon fonctionnement de son appareil et de son équipement (visite prévol notamment) et connaître tous les renseignements disponibles qui seraient utiles au vol (conditions d'utilisation des sites de décollage et d'atterrissage, information aéronautique, météo-aérologie, etc.)

– Pas de négligence ou d'imprudance dans la conduite d'aéronefs, pas d'usage de boissons alcoolisées, de narcotiques ou de stupéfiants, pas de fatigue excessive avant d'entreprendre un vol...

II. Division de l'Espace Aérien

A) Quelques définitions

– FL195 = niveau de vol (flight level) 195 soit 19 500 pieds d'altitude avec une pression de 1 013,25 hpa au niveau de la mer. Pour obtenir des mètres à partir des pieds, on multiplie par 3, puis l'on divise par 10, donc 19 500 pieds = 5 850 m.

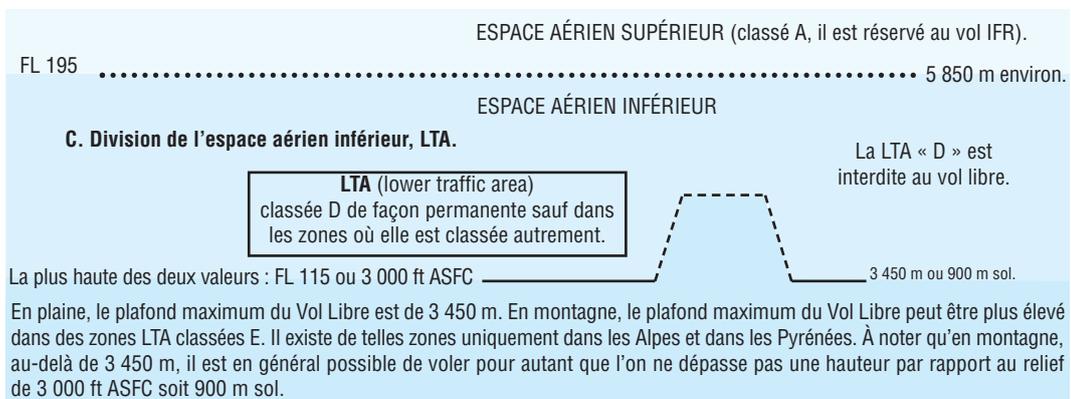
– ASFC : Above Surface (au-dessus de la surface terre ou eau).

– IFR : Instrument Flight Rules : règles de vol aux instruments, réservés pour des aéronefs et des pilotes qualifiés.

– VFR : Visual Flight Rules, les règles de vol à vue, seules règles applicables à la pratique du vol libre.

B) Espace aérien inférieur/supérieur

L'espace aérien français, si l'on pratique une coupe verticale, est divisé comme suit :



C) Règles du vol à vue

La pratique du vol à vue repose sur le principe : **voir, être vu et éviter**

Les règles du Vol à Vue imposent le respect de conditions de visibilité et de distance par rapport aux nuages.

Le vol sans visibilité, dans le brouillard ou les nuages est strictement interdit et dangereux.

Les conditions nécessaires de visibilité sont appelées « conditions VMC » (Visual Meteorological Conditions), elles définissent les valeurs minimales à respecter. La surface S est une limite franchissable qui détermine un changement des conditions minimales de visibilité.

Attention, dans les espaces de classe G, on peut avoir des « Zones à statut particulier ». De même, la classe d'une portion d'espace aérien n'est pas forcément constante, un espace classé D peut par exemple être déclassé en E à certaines périodes. L'espace de classe G est prédominant en basse altitude, il reçoit tout type de trafic VFR et peut même être fréquenté par du trafic IFR pour autant que l'on applique les règles du Vol à vue (voir paragraphe "Règles de vol à vue"). On y rencontrera du trafic "loisir" mais aussi du trafic professionnel (services de secours, transport aérien ..) et du trafic militaire (avion, hélicoptères de transport et/ou de combat ...).

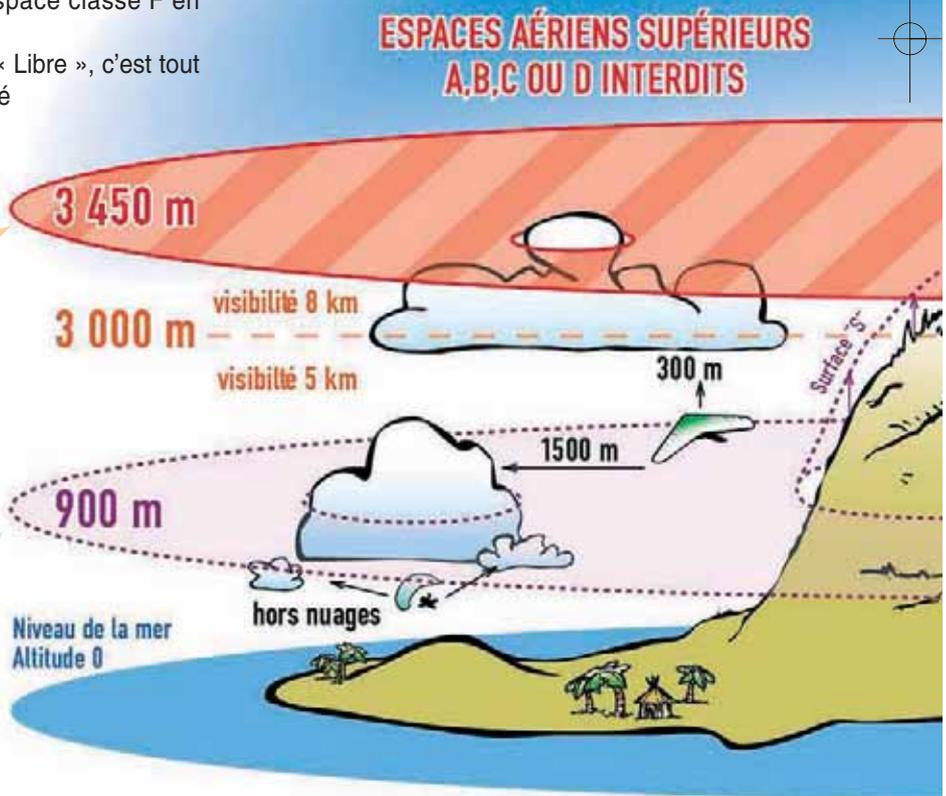
D) Espaces aériens classés

Les espaces de classe E, F ou G sont les seuls où sont autorisés vol libre et vol selon les règles "VFR Non contrôlé".

- Classe E : C'est une classe où le vol VFR peut cohabiter avec le vol IFR
- Classe F : Il n'y a pas d'espace classé F en France
- Classe G : Appelé Espace « Libre », c'est tout l'espace qui n'est pas classé autrement, il n'est pas représenté explicitement sur les cartes aéronautiques.

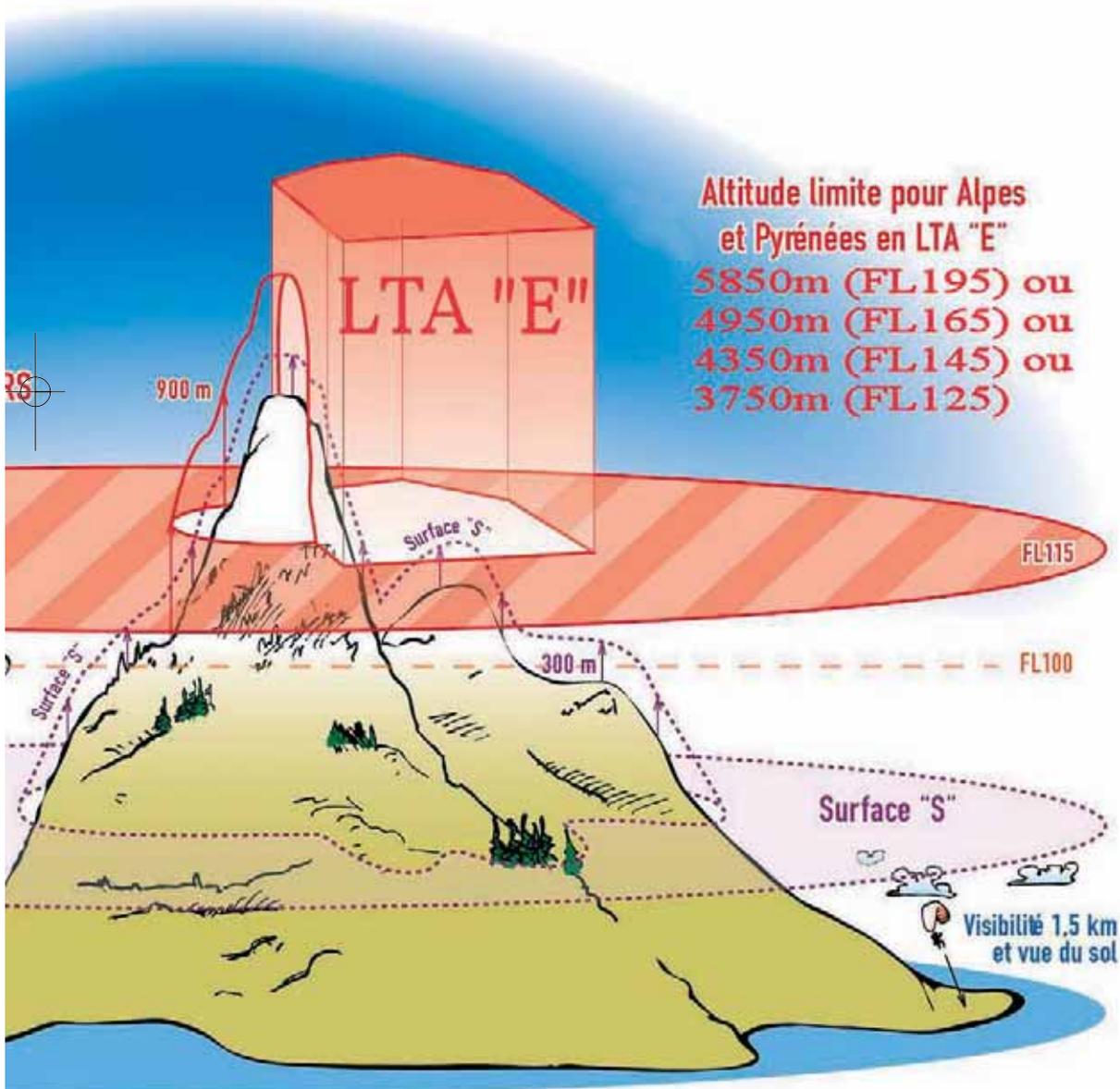
LIMITE BASSE DE LA LTA
Elle se situe à l'altitude 3 450 m ou à une hauteur de 900 m sol, la plus haute des deux valeurs est retenue pour dessiner les points de cette surface. En montagne, le plafond maximum du Vol Libre peut être plus élevé dans des zones LTA classées E. Il existe de telles zones uniquement dans les Alpes et dans les Pyrénées.

SURFACE S
Elle se situe à l'altitude 900 m ou à une hauteur de 300 m sol, la plus haute des deux valeurs est retenue pour dessiner les points de cette surface.



RÈGLEMENTATION

| Conditions minimales de Vol à Vue pour le Vol Libre (VMC) | Visibilité horizontale | Distance aux nuages |
|---|---|--|
| En classe E ou En classe G au-dessus de la Surface S | 8 km au-dessus de 3 000 m 5 km au-dessous de 3 000 m | 1 500 m horizontalement 300 m verticalement |
| En classe G sous la Surface S | 1 500 mètres | Hors des nuages et en vue du sol |



ZONES AWY

Il s'agit des couloirs aériens (AirWaY) empruntés pour la navigation « en route ».

À noter que cela ne veut pas dire qu'en dehors de ces couloirs il n'y a pas de trafic. La tendance est d'ailleurs de pratiquer davantage de « routes directes ».

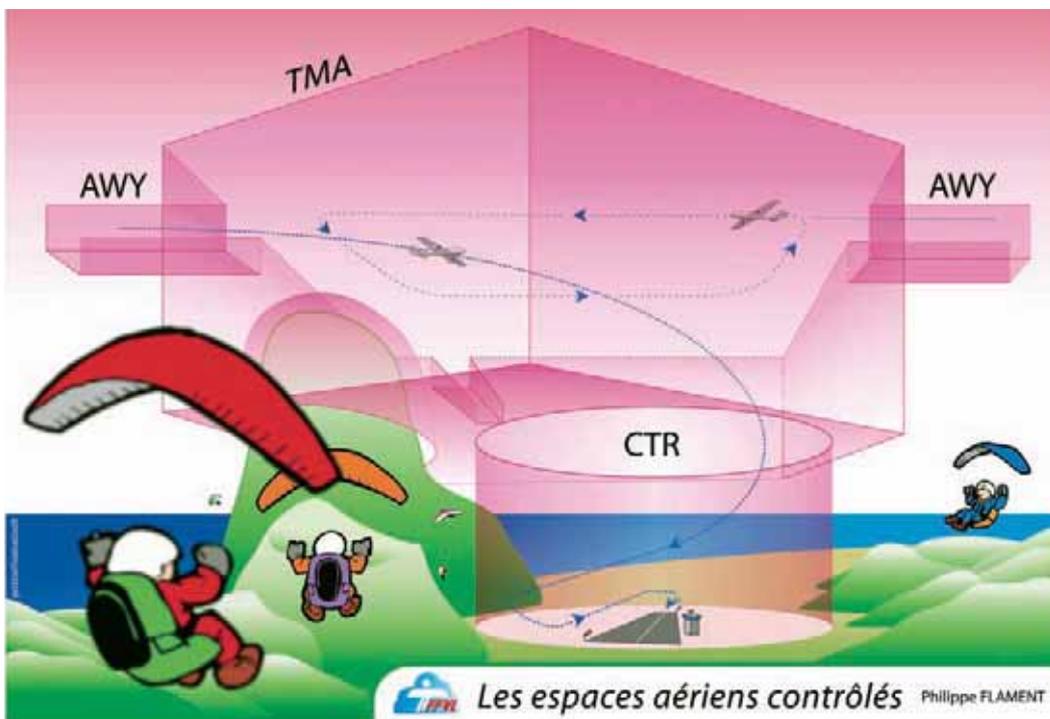
CTR (CONTROL RÉGION) ET TMA (TERMINAL AREA)

L'objectif principal de ces espaces est la protection en espace aérien inférieur des vols commerciaux au départ et à l'arrivée des aéroports. Il peut être défini un premier volume de protection appelé CTR centré sur l'aérodrome et d'autres volumes périphériques appelés CTR ou TMA.

Il s'agit d'espaces qui peuvent être classés A ou B ou C ou D ou E.

Sauf exception, une CTR commence au sol et se termine relativement bas (1 000 mètres de hauteur par exemple).

Les étendues horizontales des CTR et des TMA peuvent être très importantes (> 50 km).

**ESPACES CLASSÉS DE TYPE CTA, S-CTR, S-CTA**

En dehors des aérodromes, des espaces aériens classés peuvent être définis, typiquement pour des exercices civils ou militaires. Le préfixe S- précise que le contrôle est rendu par des militaires. Ces espaces sont assimilables à des CTR ou des TMA.

E) Vol à proximité d'un aérodrome

La pratique du Vol Libre à proximité d'un aérodrome est extrêmement sensible. Dans tous les cas, il convient de se renseigner afin de déterminer les informations suivantes :

- La nature des activités : civiles/militaires, commerciales, loisir...
- Le type de trafic possible : VFR/IFR
- L'aérodrome est-il contrôlé ou non contrôlé ?
- Existe-t-il des espaces de contrôle (CTR) et des

espaces d'approche (TMA) ?

– Quelles sont les trajectoires et circuits de piste ? La plupart de ces informations pourront être obtenues à la lecture de la carte VAC de l'aérodrome concerné (voir chapitre sur l'information aéronautique).

Mais certaines informations peuvent manquer, les circuits de pistes ne sont pas toujours publiés par exemple. On pourra s'informer au service de la circulation aérienne de l'aérodrome, par téléphone

RÈGLEMENTATION

ou en se rendant sur place. Un protocole d'accord peut avoir été défini pour la pratique du Vol Libre. Dans le doute, les abords de l'aérodrome ne seront pas fréquentés.

Une fois la prise d'information effectuée, le pilote pourra déterminer s'il peut s'approcher ou non de l'aérodrome, voire éventuellement s'y poser.

Un PUL est en effet autorisé à atterrir sur un aérodrome non contrôlé et sans procédure IFR, en respectant le circuit de piste. Respecter le circuit de piste signifie pour un aéronef non-motopropulsé de respecter si possible les trajectoires publiées et de s'insérer dans la circulation sans mettre en danger les autres usagers, en adaptant sa trajectoire si nécessaire.

Dans le cas où l'aérodrome est interdit aux PUL, il est aussi interdit d'interférer avec la "circulation de l'aérodrome". La circulation englobe les trajectoires des aéronefs au départ et à l'arrivée. La délimitation du périmètre de ces trajectoires n'est pas toujours disponible ce qui ne permet pas de déterminer une distance définie. À titre de recommandation, le pilote de Vol Libre gardera une distance de 2,5 km par rapport au "travers de la piste" et une distance nettement plus importante dans la direction des "axes de pistes".

G) Zones à statut particulier.

Complémentairement aux espaces classés, des zones à statut particulier peuvent avoir été définies. Elles sont identifiées sur les cartes aéronautiques par des délimitations en rouge et un identifiant court comme par exemple D12 ou R46S. Il existe 3 types de zones à statut particulier, la première lettre de l'identifiant détermine ce type.

Zone Dangereuse (D) :

Il peut s'agir de zones de tir par exemple, cela signifie que la zone pendant certaines heures d'activité peut présenter un danger pour les aéronefs. La pénétration dans cette zone n'est pas interdite même en cas d'activité.

Zone Réglementée (R) :

Il s'agit typiquement des zones du Réseau Très Basse Altitude (RTBA) utilisé par la Défense Nationale. Ces zones peuvent être actives ou non, l'information est accessible par téléphone ou sur le site Internet du SIA.

Lorsque la zone est active, il est interdit d'y pénétrer. Lorsque la zone est inactive, c'est comme si elle n'existait pas.

Zone Prohibée (P) :

Il s'agit de zones totalement interdites à toute pénétration par des aéronefs civils, elles sont peu nombreuses.

Pour connaître précisément la nature des activités, les horaires d'activation et les conditions d'activation, se reporter par exemple au Guide Complémentaire aux Cartes Aéronautiques du Service de l'Information Aéronautique.

En complément à ces zones qui sont définies de manière permanente, il peut être défini des zones similaires de type temporaire.

Les Z.D.T., Z.R.T. et Z.I.T. sont des zones temporaires.

L'existence de ces zones peut être signalée par NOTAM, elles sont parfois représentées sur les cartes aéronautiques.

III. Règles de survol

Observations/commentaires :

– Atterrissage : il est à noter que les hauteurs minima ne s'appliquent jamais, y compris dans le cas de l'atterrissage en campagne qui est bien un... atterrissage.

– Survol du relief (Situation 3) : franchir une crête, passer un col, faire un point bas, ou enrayer un thermique à moins de 150 m sol sont donc hors cadre.

– Survol d'agglomérations ou rassemblements de personnes (Situation 4-) : enrayer un thermique à 250 m sol au-dessus d'un hameau ou au-dessus de la zone de décollage sur laquelle plusieurs personnes sont présentes sont donc hors cadre.

– Beaucoup de villes font l'objet de restrictions de survol mentionnées sur les cartes aéronautiques, comme c'est le cas de Grenoble avec une altitude minimum de survol de 2 000 m ou de Paris, au survol interdit. Ces situations "aux limites" sont mentionnées pour permettre de répondre à de fréquents questionnements sur le sujet. Le libériste gardera toujours à l'esprit le principe général

| Situation de vol du pilote de Vol Libre | Hauteur de survol minimum |
|--|---|
| 1- Décollage, atterrissage et toutes manœuvres qui s'y rattachent | Pas de minimum |
| 2- Vol de pente | Pas de minimum |
| 3- Survol (hors cas 1- et 2-) du sol, de l'eau ou d'obstacles isolés | 150 m |
| 4- Survol (hors cas 1-) de villes, agglomérations ou rassemblements de personnes | 300 m dans un rayon de 600 m autour de l'aéronef ou hauteur mini définie par arrêté |
| 5- Survol (hors cas 1-) de Parcs et Réserves naturelles | Conditions spécifiques pour chaque Parc et Réserve |
| 6- Survol (hors cas 1-) d'installations portant marque distinctive  | 300 m |

qui lui incombe : ne pas mettre indûment en danger les biens et les personnes à la surface.

IV. Priorités

Il faut distinguer les priorités entre aéronefs d'une même catégorie et entre aéronefs de catégorie différente. **Les PUL, cage, delta, parapente ou rigide entrent dans la même catégorie que les planeurs.** Les autres catégories doivent la priorité aux planeurs à l'exception des ballons qui sont la catégorie la plus prioritaire (RAC 1.3.3.2). Dans une même catégorie, les priorités classiques s'appliquent. Cela veut dire qu'**un parapente n'est pas prioritaire sur un delta, pas plus que sur un planeur !** Bien que le parapente soit relativement immobile par rapport au planeur, il doit chercher à l'éviter. En aucun cas, il ne cherchera à forcer le passage sous le prétexte d'être moins manœuvrant. Une jurisprudence existe, lors d'une collision delta-planeur (qui a surtout fait du dégât matériel), le tort a été partagé pour moitié. Il a été jugé qu'il était possible pour chacun des deux aéronefs de dégager par la droite, ce qu'ils n'ont pas fait, les deux pilotes étaient donc fautifs...

V. Divers

A) Voltige

La pratique de la voltige est interdite au-dessus des zones urbaines ou des autres agglomérations à forte densité ou des rassemblements de

personnes. Définition : (extrait des règles de l'air). Voltige aérienne : Vol au cours duquel un aéronef effectue intentionnellement des manœuvres comportant un changement brusque d'assiette, une position inhabituelle ou une variation inhabituelle de la vitesse, généralement associée à des variations importantes de niveau.

B) Vol de nuit

Le vol de nuit est très réglementé.

La nuit aéronautique commence 30 minutes après l'heure légale de coucher du soleil et se termine 30 minutes avant le lever du soleil. À noter qu'un vol de jour ne peut commencer après l'heure légale de coucher du soleil.

Pour pratiquer le vol de nuit en règle et en conservant la couverture d'assurance, il est nécessaire d'obtenir une dérogation du District Aéronautique.

Les conditions minimales suivantes seront à respecter :

- 3 nuits avant et après la pleine lune
- sites dépourvus d'obstacles
- conditions météo favorables (VMC, aucun nuage sous le décollage, ciel clair (<4/8), vent inférieur à 3 m/sec.)
- balisage lumineux de l'atterrissage
- balisage lumineux normalisé des PUL.

C) Vol en altitude

Avec l'altitude, la concentration d'oxygène diminue. Pour prévenir le risque d'hypoxie, un appoint d'oxygène au-delà de 3 750 m (FL125) est recommandé.

RÈGLEMENTATION

**Planeurs, Parapentes, Deltas, Ailes Rigides :
Même Niveau de Priorité.**
En vol, le pilote doit VOIR et ÊTRE VU pour éviter l'abordage

Face à face :
chacun dégage à droite

Routes convergentes :
priorité à droite

Vol en ascendance et rattrapage vertical :
le plus haut laisse la priorité

Vol en spiralant :
intégrer dans le même sens et à l'opposé

Vol de pente :
pente à droite prioritaire et pas de dépassement

Hauteurs de survol applicables en vol libre

| Situation de vol du pilote de Vol Libre | Hauteur de survol minimum |
|--|---|
| 1) Décollage, atterrissage et toutes manœuvres qui s'y rattachent : | pas de minimum |
| 2) Vol de pente : | pas de minimum |
| 3) Survol (hors n°1 et n°2) du sol, de l'eau ou d'obstacles isolés : | 150 m |
| 4) Survol (hors n°1) de villes, agglomérations rassemblement de personnes : | 300 m dans un rayon de 600 m autour de l'aéronef |
| 5) Survol (hors n°1) de Parcs et réserves naturelles : | conditions spécifiques pour chaque Parcs et Réserves(*) |
| 6) Survol (hors n°1) d'installations portant marque distinctive sur carte aéronautique : | 300 m |

(*) Liste disponible dans le Complément aux Cartes Aéronautiques. Les conditions publiques peuvent être assouplies par des conventions écrites spécifiques.

D) L'information aéronautique

Carte Editera France Jour

Cette carte au 1/1.000.000 est destinée principalement aux pilotes avion amateur. Elle utilise des conventions de représentation différentes des cartes IGN ou SIA.

Cartes IGN 1/500.000

C'est la carte la plus détaillée pour la basse couche. Ne concerne qu'un quart de la France à chaque fois. Attention, elle ne comporte pas l'information aéronautique au-delà de l'altitude de 5000 ft.





Cartes aéronautiques du SIA (avec la pochette VFR du SIA)

Ce sont incontestablement les meilleures références. 2 cartes à 1/1.000.000° France Sud, France Nord intéressantes.

– Complément aux cartes aéronautiques (avec la pochette VFR du SIA) :

- Liste des Parcs et Réserves naturelles,
- Pour chacun : hauteur minimum de survol et conditions particulières,
- Guide VFR livré (avec la pochette VFR du SIA) : liste des installations portant marque distinctive (divers sites industriels, hospitaliers et toutes centrales nucléaires).

Carte vol à voile Alpes

Cette carte destinée principalement aux pilotes de planeur ne reprend aucune information relative aux règles de survol. En outre, les altitudes sont représentées en mètres ce qui est différent des autres cartes aéronautiques.

Les cartes VAC

Ce sont les cartes spécifiques à chacun des aérodromes. Toutes les informations nécessaires à l'approche à vue sont fournies sous la forme de une ou plusieurs petites pages. VAC signifie "Visual Approach Chart" (carte d'approche à vue).

La consultation de ces cartes est nécessaire lorsqu'on évolue à proximité d'un aérodrome. Les cartes VAC sont disponibles gratuitement sur le site Internet du SIA.

E) Radio aéronautique

Les communications radios entre usagers de l'air se font dans la bande de fréquences du service mobile aéronautique à l'aide d'émetteurs-récepteurs VHF étagés en 25 ou 8,33 kHz.

Les émetteurs doivent être conformes à des normes précises attestées dans un carnet spécial. Pour utiliser ce type d'équipement, il faut en outre avoir une licence de station d'aéronef.

L'usage de tels émetteurs en émission par un pilote pratiquant le Vol Libre est interdit.

F) Les organismes officiels

DGAC : Direction Générale de l'Aviation Civile (www.dgac.fr). Le site Internet de la DGAC donne une bonne présentation de la structure et des missions. Des chiffres sur les trafics et des informations sur les projets d'infrastructures sont fournis.

La DGAC est placée sous l'autorité du ministre chargé des Transports.

Elle regroupe plusieurs "Directions" et plusieurs "Services", notamment :

- La Direction de la Navigation Aérienne (DNA),
- Le Service de la Formation Aéronautique et du Contrôle Technique (SFACT),
- Les DAC, implantations régionales de la DGAC.

G) Les informations de référence

La liste ci-après reprend les principales références du chapitre et donne les éléments de détail permettant d'accéder au contenu référencé.

AIP : Aeronautical Information Publication regroupe toutes les informations relatives à la structure de l'espace aérien. L'AIP France est disponible gratuitement sur le site Internet du SIA. **RCA : Règles de la Circulation Aérienne** : disponible au SIA sur leur site Internet mais sous une forme peu pratique. Le SIA publie et vend aussi le fascicule correspondant.

SIA : Service de l'Information Aéronautique www.sia.aviation-civile.gouv.fr

À NOTER

BULLETINS NOTAM

Les bulletins NOTAM sont des informations à caractère temporaire destinées aux usagers de l'air. NOTAM est l'abréviation de Notice TO Air Men.

Typiquement, un exercice militaire, une activité de parachutage sportif ou une interdiction temporaire seront signalés par NOTAM.

Les NOTAM sont consultables sur le site Internet du SIA ou sur Minitel : 3614 NOTAM

Sur le site du SIA, les NOTAM sont accessibles sous la rubrique "Information Aéronautique en ligne" ; ils le sont également au niveau de la rubrique "Nos Services/Préparation de vol". Les NOTAM sont difficilement accessibles et peu compréhensibles, ceux pouvant concerner le libériste sont noyés dans la masse d'information de ce type. Le problème ne date pas d'hier mais n'a toujours pas trouvé de solution satisfaisante à ce jour.

9

CHAPITRE

VERS LA PERFORMANCE



I. Optimiser son vol

Il s'agit dans ce chapitre de vous montrer à quel point la connaissance peut améliorer vos vols, en vous initiant à quelques méthodes, astuces et raisonnements. Cela vous donnera peut-être l'envie d'en savoir plus...

A) Trouver un thermique

Vous avez vu au chapitre aérologie où et comment naissent les thermiques, voici quelques astuces de plus.

- Observez les autres pilotes (vous y aviez déjà pensé), mais aussi les oiseaux et pas uniquement s'ils spiralent. Une ascendance entraîne avec elle de la nourriture (mouchecons, etc.), et attire d'autres types d'oiseaux que les rapaces (passe-reaux, etc.).
- Le long d'une crête, observez les arbres, ils trahissent la présence d'un vent localement plus fort, preuve du renforcement de la brise de pente par un thermique plus puissant
- La quête d'indices est très différente suivant l'altitude à laquelle on se trouve. Près du sol, on cherche principalement les zones de déclenchement des thermiques (cf. aérologie) avec un petit œil sur les nuages. Plus haut, plus proche de la base des nuages, ce sera l'inverse. Il faut observer attentivement les nuages, et plus particulièrement

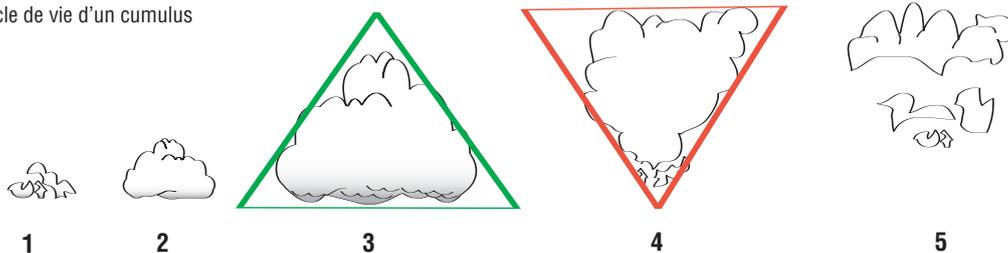
l'évolution de leurs formes qui est une précieuse indication.

- Quand on monte dans un thermique, il faut déjà penser au suivant ! Ce qui veut dire observer l'endroit où l'on souhaite se diriger pour comprendre à quel moment en est le cycle du nuage, ceci afin de ne pas y arriver trop tôt ou trop tard.
- Si vous avez perdu votre thermique, cherchez-le par de larges cercles autour du dernier point connu.

Quelques remarques :

- Le cycle décrit est « idéal », la réalité est souvent beaucoup moins précise. La forme 5, peut notamment être mélangée à la 1 car une « bulle neuve » arrive au même endroit, etc.
- En cas de vent météo, c'est généralement le côté « au vent » du nuage qui « marche » le mieux.
- La puissance des ascendances est visible à la taille des nuages... dès qu'ils ont grandi.
- Si l'ascendance est une colonne montante régulière, le nuage est persistant. Un nuage stable, de taille conséquente est la garantie d'une « bonne pompe ».
- Un nuage peut avoir une vie propre. Si l'air devient franchement instable dans le nuage (gradient adiabatique humide au lieu du sec), celui-ci peut s'auto-alimenter quelque temps sans avoir besoin du sol ! L'ascendance qui y correspond étend généralement sa zone d'influence quelques

Cycle de vie d'un cumulus



- 1/ La bulle atteint le niveau de condensation, c'est l'apparition des premières barboles. Si le ciel contient déjà des cumulus, il y a de fortes chances que ces barboles se transforment aussi en cumulus, signe de l'existence du thermique.
- 2/ La forme 1 n'était pas une preuve suffisante, sa transformation en forme 2 est un meilleur indice. La forme des nuages doit être complétée par son évolution, il faut arriver à imaginer la suite.
- 3/ Le nuage arrive à maturité. L'examen de la zone où il est né, ainsi que sa taille comparée aux autres nuages présents dans le ciel, doivent permettre de « sentir » si la bulle est en fin de vie. Si le nuage semble déjà être à sa taille maximum, cela peut signifier que la bulle est en train de se tarir.
- 4/ La différence de forme entre 3 et 4, montre bien la fin de l'ascendance. En 3, la base bien plate est évidemment active, en 4 celle-ci commence à se déliqueter et se dissoudre, les contours deviennent flous.
- 5/ Le haut du nuage était la dernière partie active, c'est aussi la dernière à se désagréger. Cette forme peut se confondre avec la 1, une raison de plus pour surveiller les évolutions !

VERS LA PERFORMANCE

centaines de mètres sous le nuage. En présence de vent, une bulle qui démarre régulièrement du sol va créer une série de nuages qui, s'ils ont une vie propre, vont former une « rue de nuage », en dérivant dans l'axe du vent.

– Une très bonne ascendance crée un vaste nuage qui peut couper l'alimentation en énergie en cachant le soleil. C'est un phénomène très classique sur certains sites, le sol passe dans l'ombre et l'ascendance s'éteint près du sol, elle peut tout à fait continuer plus haut (nuage auto-alimenté). Si vous avez trop tardé à décoller, vous « mangez votre chapeau » à l'atterrissage pendant que les copains sont au plafond.

– « Renifler » les thermiques demande un bon sens de l'observation, de l'analyse et du flair ! Observer les nuages en permanence, et comprendre leur évolution au cours de la journée est aussi un élément de sécurité important (prévision des cumulo-nimbus).

B) Centrer un thermique

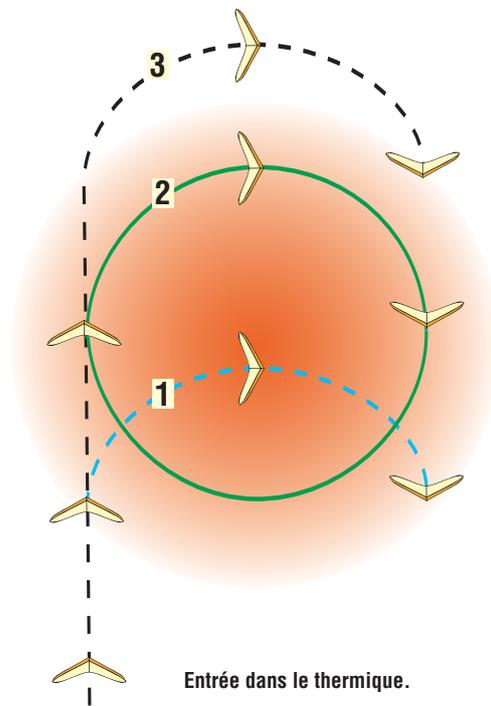
Savoir tirer le maximum d'une ascendance est à la fois très simple et très difficile. Très simple car :
– Il suffit d'être bien centré au cœur de l'ascendance. Si l'ascendance est régulière, c'est plutôt simple et assez mécanique tel que décrit sur le schéma. On ne doit pas se contenter d'un vario qui augmente et diminue à chaque tour.

– Être au cœur de l'ascendance signifie aussi qu'il faut choisir son rayon de virage en fonction de la taille de l'ascendance (cf. schéma). On sent assez facilement, en quelques tours, la taille « intéressante » d'un thermique et l'inclinaison qui convient.
– Il faut être au meilleur taux de chute possible, la vitesse correspondante est facile à tenir en parapente. C'est un peu plus dur en delta, où les variations de vitesse sont plus facilement importantes, voler 10 km/h trop vite peut faire augmenter de 50 % le taux de chute, avec une aile de performance moyenne.

Très difficile car :

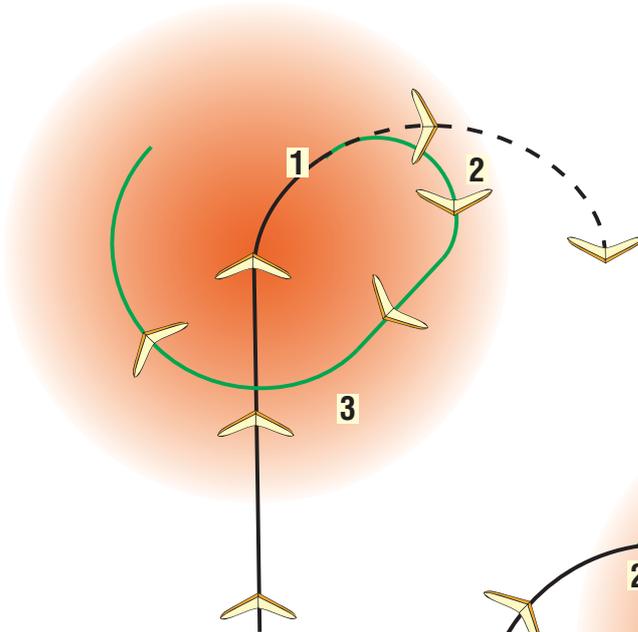
– Un thermique est loin d'être régulier, il est souvent indispensable de le recentrer en permanence.
– Les turbulences induisent des variations de vitesse et de trajectoire nuisibles, ou pas suivant la qualité du pilotage.

– Et puis, il faut aussi surveiller le relief, les autres pilotes, l'évolution météo, la suite du parcours, etc. Et au bout du compte, en constatant que dans le même thermique certains montent toujours mieux que d'autres, on en vient à considérer qu'être toujours bien centré, à bonne vitesse, n'est pas si simple et qu'une bonne dose de feeling aide à faire la différence.



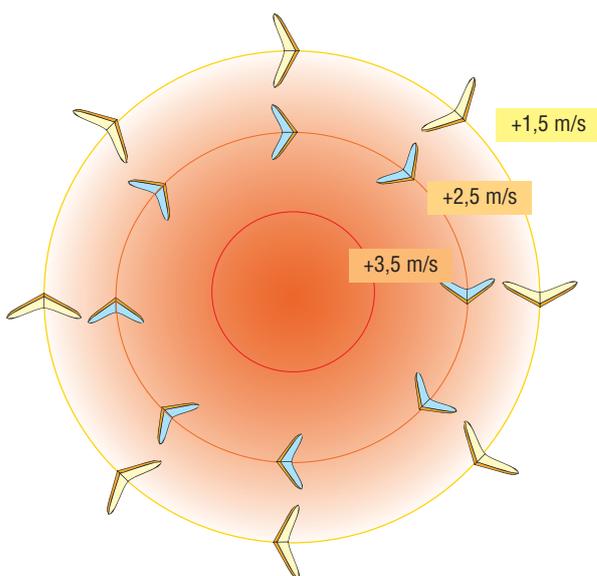
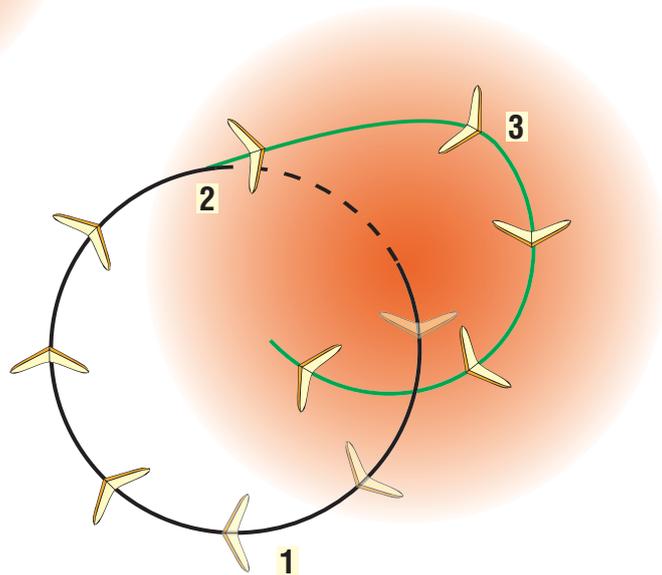
Le pilote entre dans l'ascendance. Il sent son aile droite se soulever, le thermique est donc de ce côté, il ne se laisse pas emmener en virage à gauche, il contre et :

- 1/ Il a tourné trop tôt, il sort, il faudra « recentrer ».
- 2/ Il a attendu environ 2/3 secondes, temps nécessaire pour avoir la place de spiraler.
- 3/ Trop tard ! c'est l'erreur la plus classique du débutant, il faudra tourner dans le « dégueulant » pour revenir !



Le pilote aborde le thermique par le milieu. Il n'a pas d'information qui lui permette de choisir « le bon côté ». Il tourne au bon moment mais sort tout de même, il doit recentrer. Si l'on sent (en 1) que l'ascendance diminue (sensations ou vario), on va resserrer le virage (2) pour revenir dans le thermique. Après un éventuel mini morceau de ligne droite, on reprend un rayon de virage adapté (3).

Le pilote est mal centré dans son thermique, à chaque tour, il en sort (en 1). Pour recentrer, il doit, dès qu'il sent l'ascendance augmenter (2), desserrer son virage pour faire un petit bout de ligne droite, puis reprendre son rayon de virage (3). En fait, recentrer est assez bête et mécanique, ça monte, on desserre, ça descend, on resserre. Si l'on applique cela en permanence, avec un minimum de feeling, on sera bien centré dans le « noyau ».



CHOISIR SON INCLINAISON :

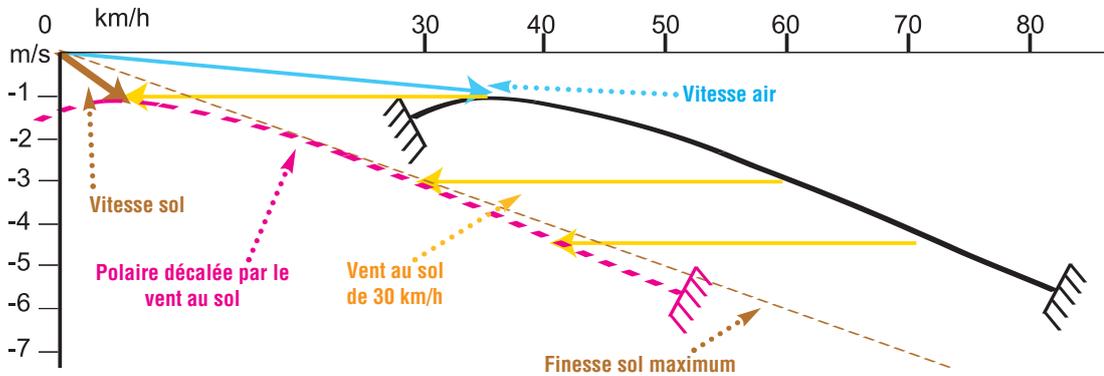
Sur le schéma ci-contre :

- L'aile extérieure qui tourne à 30° d'inclinaison chute environ à 1,1 m/s dans une ascendance de 1,5 m/s, le bilan est un gain de 0,4 m/s.
- L'aile intérieure qui tourne à 50° d'inclinaison chute environ à 1,5 m/s dans une ascendance de 2,5 m/s, le bilan est un gain de 1 m/s, soit plus de deux fois mieux.

Selon la taille de l'ascendance, il faut choisir son inclinaison, il sera souvent intéressant de tourner assez serré.

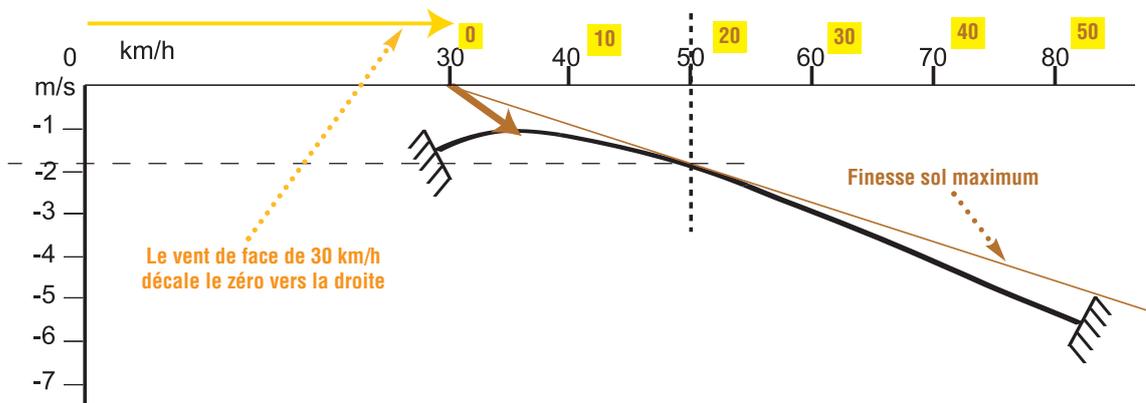
VERS LA PERFORMANCE

C) Finesse sol, vent et polaire



De la même manière qu'on parle de vitesse (ou de finesse) air et de vitesse sol, on pourrait parler de « polaire air » et de « polaire sol ». La polaire sol est obtenue en ajoutant la dérive à la polaire air, ce qui revient à lui faire subir une translation sur le graphique. Elle nous permet de voir toutes

les vitesses sols accessibles ainsi que les finesesses associées, donc de voir graphiquement la finesse sol max. Notez que cela fonctionne de la même manière avec une ascendance (décalage de la polaire air vers le haut), une descendance ou du vent arrière.



Plutôt que de redessiner la polaire, il est plus pratique de décaler l'origine, ce qui offre les mêmes possibilités. On peut donc sur le dessin ci dessus, après avoir déplacé le zéro de 30 km/h vers la droite (vent face), tracer la finesse max. Celle ci s'obtient à 50 km/h, avec un taux de chute 1,8 m/s. Le calcul de la finesse-sol se fait en divisant la vitesse-sol par le taux de chute soit :
 $20 \text{ km/h} / 1,80 \text{ m/s} = 11,11$
 (Vitesse sol = 50 km/h – 30 km/h de vent de face) divisé par 6,48 km/h (taux de chute 1,80 m/s converti en km/h) égal 3.09 de finesse ! (contre environ 10 en l'absence de vent).
 La polaire utilisée est celle d'un delta débutant/inter-

médiaire car c'est celle avec laquelle les schémas sont les plus clairs et l'exemple, le plus parlant. Elle est aussi assez proche des parapentes haut de gamme dans la fourchette 30/50 km/h qui nous intéresse dans cet exemple. Que permettent 3 points de finesse ? Avec une perte de 1 000 m pour avancer de 3 300 m, 30 km/h de vent de face représente presque un mur ! Seules les machines plus performantes peuvent espérer cheminer un peu contre le vent quand le besoin s'en fait sentir (circuit en boucle, avec vent météo, par exemple). Le même calcul, dans leur cas, donne une finesse grossièrement divisée par 2 pour tomber aux environs de 8.

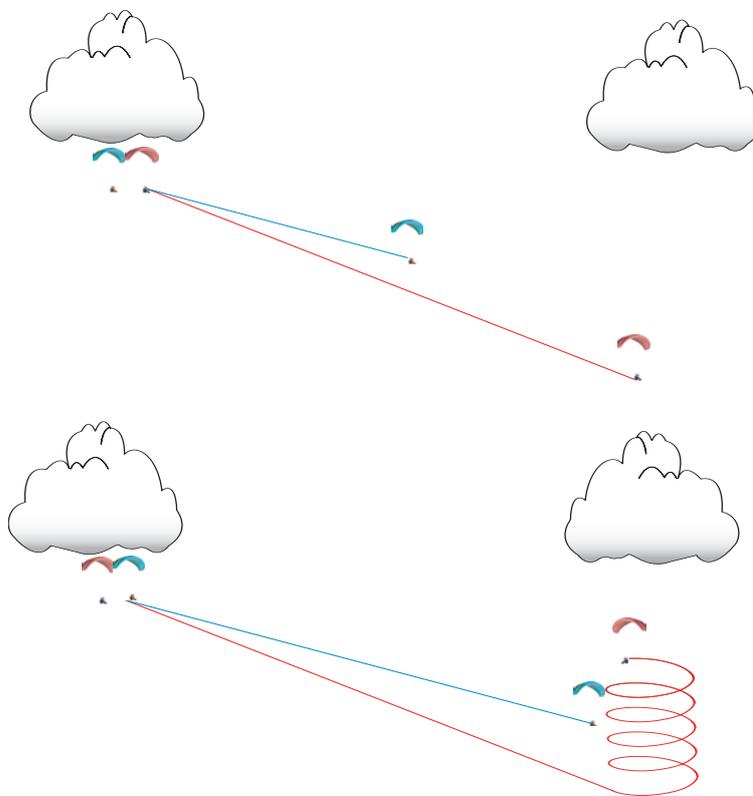
Bien sûr, vous n'allez pas faire ce type de dessin en l'air, mais une bonne idée de la vitesse à adopter est importante pour des transitions avec un peu de vent face. Vous pouvez apprendre les vitesses correspondantes aux finesses max pour 10, 20 et 30 km/h, ainsi que les finesses correspondantes, cela peut vous permettre d'estimer si une transition est possible ou non à partir de votre altitude. Si vous utilisez un GPS, vous connaissez le vent météo à votre altitude, l'estimation de la perte d'altitude peut alors devenir plus précise (à condition que les conditions soient les mêmes sur la durée de la transition). Vous pouvez même avoir votre finesse sol affichée sur certains instruments sophistiqués. En l'absence d'instruments, il reste la bonne vieille méthode du « pifomètre », qui revient à sentir le meilleur compromis entre : j'accélère trop peu, je chute peu, mais n'avance pas ou, j'accélère trop, j'avance bien, mais je chute trop. Quand les machines ne sont pas trop performantes, cette méthode est déjà très efficace.

En conclusion, il est important d'estimer le vent à votre niveau. Cela peut vous permettre des choix de transition efficace. Par exemple, faire un détour en adaptant les vitesses aux dérives, peut permettre d'éviter d'écourter le vol par une transition, contre le vent, vouée à l'échec.

D) Optimisation des transitions

Au paragraphe précédant, nous avons donné la méthode pour transiter à la finesse max-sol. Lors de vos premiers « cross », vous serez probablement bloqué par une transition qui échoue. Le choix de transiter finesse max-sol s'impose donc, pour arriver le plus haut possible. Une plus grande marge de sécurité en hauteur permet d'avoir du temps pour trouver l'ascendance suivante.

Avec plus d'expérience, vous pourrez aussi utiliser la méthode suivante, qui permet de progresser plus vite, au prix d'un petit risque. Pour réaliser de longues distances, il faut avancer vite car la disparition du soleil le soir interrompra forcément le vol !



Les parapentes bleu et rouge sont au « plafond », ils partent au même moment vers le nuage suivant. Le parapente rouge transite à vitesse élevée, il arrive sous le nuage plus vite, mais plus bas que le parapente bleu qui vole à finesse max, il prend le risque de ne pas pouvoir rattraper !

L'ascendance est forte, le parapente rouge monte rapidement et quand le parapente bleu arrive enfin dans l'ascendance, le rouge est bien au-dessus... au prix du risque pris lors du « point bas ».

Les corrections de Mac Cready permettent de calculer toutes ces manières d'optimiser finesse sol et transitions, mais nous débordons déjà très largement d'un niveau brevet, et si la curiosité vous taraude, il existe de bons ouvrages pour en apprendre plus...

VERS LA PERFORMANCE



E) Les moyens pour naviguer

« Sortir du bocal » est devenu accessible au plus grand nombre. Les ailes du vol libre permettent de s'envoler pour parcourir de longues distances. Le plaisir du vol est immense mais savons-nous seulement naviguer ?

Naviguer, le mot est lâché, la notion est familière aux pilotes d'avion, d'ULM, de planeur, mais aussi aux skippers de voilier. C'est pourtant devenu indispensable, notamment car nos vols de distance doivent éviter les zones interdites au vol libre.

Deux grandes méthodes de navigation peuvent s'appliquer au vol libre :

– Le cheminement : le principe consiste à suivre les lignes naturelles du relief et d'autres repères au sol. C'est ce que nous pratiquons dès nos premiers vols. Pour un vol local, l'observation visuelle avant le décollage suffit souvent. Mais dès lors que l'on « quitte le bocal » pour survoler un secteur inconnu, notre positionnement devient rapidement incertain. Dans cette situation, une carte embarquée devient précieuse. Connaître sa position est possible en comparant notre observation visuelle avec les éléments de la carte tels que crêtes, villes, axes routiers, rivières etc.

– L'estime : c'est une méthode complémentaire au cheminement

Avec des indications de vitesse et de cap suivies, on peut estimer une distance parcourue, et donc une position, à partir de la position précédente. Suivre cette méthode devient nécessaire dans certains cas : en plaine ou lors de vols à altitudes élevées où les petites villes peuvent fréquemment être confondues.

Les meilleurs outils à notre portée sont la carte et le GPS. Le GPS, dans lequel on aura préalablement rentré les coordonnées de quelques points-balises (waypoints), peut en permanence nous présenter la route vers ce point et la distance restant à parcourir. Avec une carte embarquée sur laquelle les « points-balises » sont figurés, le positionnement peut être fait.

Importance de la carte

Le seul GPS, sauf à être très sophistiqué, ne permet pas encore de tout faire, en particulier, pour bien situer les espaces aériens interdits et les altitudes minimum/maximum à respecter. Une carte embarquée permet de mieux se repérer si on manque de « points-balises » programmés dans le GPS. Elle doit aussi permettre d'**anticiper la trajectoire** pour trouver les bons cheminements (lignes de crêtes, etc.) et éviter les culs de sac (fonds de vallées, zones « imposables », zones interdites, etc.).

À titre de comparaison, tous les autres usagers de l'air utilisent des cartes de navigation, et pour les vols autres que « locaux », c'est même une obligation. **L'emport de GPS n'a pas supprimé l'usage de la carte.**

Pour nous libéristes, il est en pratique impossible de manipuler une carte de navigation en vol. Il existe par contre des portes-cartes souples qui permettent d'insérer une carte de format A4. Il n'existe pas aujourd'hui de cartes spécifiques Vol Libre publiées, il faut donc les préparer (cf. chapitre matériel commun).



10

CHAPITRE

LES DIFFÉRENTES PRATIQUES DU VOL LIBRE



Le vol libre se pratique de multiples manières. Cela dépend des moyens techniques du pilote, de sa motivation et de son environnement.

I. Voler en air calme

Le seul plaisir de voler en conditions aérologiques calmes n'appartient pas uniquement à l'apprentissage. Nombreux sont ceux qui trouvent leur compte dans des vols calmes et de courte durée. La maîtrise d'une balade aérienne est ici la source du plaisir.

II. Voler en conditions dynamiques

Les conditions ventées des reliefs de basse altitude ou de bord de mer favorisent le vol dynamique. Des flux laminaires, de force adaptée,

permettent des vols de longue durée sans grande difficulté technique.

Pour le delta rien n'est plus facile que de décoller même par vent fort. Il faut, quand même, respecter certains principes lors de la manipulation de l'aile au sol. Seul point un peu délicat, s'il y a lieu, l'atterrissage vent de travers, sur la bande étroite d'une plage.

Pour le parapente, le décollage avec du vent fort est délicat et demande de l'entraînement. Les bons gestes doivent être inscrits sur l'« arc réflexe » du pilote pour qu'il assume sa sécurité dans ce cas. Un travail au sol (gonflage statique), avec du vent, doit être préalablement répété par le pilote.

III. Le vol de plaine

Bien que l'on puisse accéder à de vastes plaines depuis un relief, c'est souvent avec un treuil que le ciel s'ouvre pour ceux qui vivent loin des montagnes. Le remorqué derrière ULM concerne surtout le delta ;



Castelluccio (Italie) – Vol dynamique ou « soaring »

LES DIFFÉRENTES PRATIQUES DU VOL LIBRE

la différence de vitesse de vols entre un remorqueur ULM et un parapente n'étant pas résolue. Le treuil est une technique facile d'accès. Le remorqué est un peu plus délicat à mettre en œuvre. Un entraînement approfondi de ces deux pratiques est nécessaire pour augmenter les chances d'« accrocher » des conditions thermiques. Une aérologie turbulente exige plus d'habileté de la part des pilotes (tout comme des treuilleurs et des pilotes d'ULM).

En vol de plaine, les ascendances généralement moins balisées qu'en montagne, demandent du doigté et de la patience. Les « plafonds » étant souvent plus bas qu'en montagne, les vols se passent plus près du sol et les erreurs tactiques débouchent vite sur un atterrissage. Néanmoins, beaucoup pensent que les prochains records européens de distance se feront en plaine où aucun relief ne vient entraver la régularité de progression des ailes. Certaines conformations aérologiques, notamment les « rues de cumulus » se prêtent ainsi à des vols de grande distance en plaine.

IV. Le vol thermique

Dès qu'une certaine aisance permet d'affronter des conditions thermiques, le jeu est de prolonger les vols. C'est une période délicate dans la construction des pilotes. Préalablement au vol, une évaluation du degré de turbulence est à faire.



Au « plafond » tout est plus facile !

Pour cela une compréhension plus fine de l'aérologie est nécessaire. Cela demande du temps. L'accès à des conditions progressivement plus fortes se fait grâce à cette analyse et à une technique de pilotage qui s'affirme.

Ainsi en multipliant les expériences à différentes saisons, dans des conditions d'instabilité variables et sur de nombreux sites, le vol thermique devient spontané. Le pilote peut seulement alors envisager de quitter le « bocal » du vol « local ».

V. Le vol associé à la pratique de la montagne

Savoir dire non au vol, alors que l'équipement a été porté pendant plusieurs heures et qu'il faut maintenant le redescendre..., est une grande qualité pour faire un « vieux » pilote. Ainsi, le vol autonome en moyenne et haute montagne s'adresse plus à des pilotes confirmés. Il ne doit pas être une motivation immédiate de l'apprentissage du vol libre.

C'est un rêve pour beaucoup quand l'amour de la montagne cherche à s'allier au vol libre. Pourtant rien n'est plus ambitieux.

Pour le delta l'objectif est difficile car l'aile est lourde à transporter. Du matériel allégé et repliable pour obtenir un volume moins encombrant existe ; il est peu utilisé.

Pour le parapente du matériel spécifique ultra léger ramène le poids de l'équipement complet à moins de dix kilos. Un soin particulier doit y être porté. Ce matériel, aussi résistant que les autres à l'état neuf, est plus fragile.

La grande difficulté du vol montagne tient dans la capacité du pilote à faire une analyse de l'aérologie suffisante pour le protéger. Outre la nécessaire consultation des bulletins météo, les indices révélateurs de l'aérologie ne sont plus ceux, bien connus, des sites de vol officiels et très fréquentés. Cette difficulté augmente avec l'altitude et pose aussi le problème du renoncement dans les cas analysés « tangents ».

VI. Le cross

Armé d'une nécessaire expérience du vol thermique, le pilote peut s'ouvrir au vol de distance. Ce type de vol ne s'improvise pas et une étude préalable de l'itinéraire va dans le sens de la sécurité. Les premiers cross doivent se choisir pour leurs terrains d'atterrissages faciles et disposés tout au long du parcours. Certains pourront même être repérés préalablement. Par ailleurs, on doit s'attendre à rencontrer des secteurs de vol turbulents, passages obligés de certains itinéraires. Avant de s'engager sur un cross on doit se poser les questions suivantes :

1. Statut de l'espace aérien tout au long de l'itinéraire

Cartes aéronautiques à l'appui, étude des altitudes plafond au-delà desquelles le vol n'est plus autorisé. Périmètres d'influence des aérodromes, des zones à statut particulier et des parcs nationaux et régionaux pouvant être approchés au cours du vol ; étude de leurs limites et des règles particulières de chacun de ces espaces.

2. Les conditions aérologiques du jour

Elles vont déterminer le choix du site, point de départ du cross. L'orientation générale du vent et l'ensoleillement désignent généralement l'axe du parcours. En effet voler « vent de face » rend la progression plus difficile et réduit l'espérance de faire une longue distance. En montagne, l'exposition des versants au rayonnement solaire et l'horaire qui leur correspond seront soigneusement calculés.



À plus de 2 800 mètres d'altitude, beaucoup d'itinéraires s'offrent à vous.

3. Les moyens de communication et la sécurité

Comme pour d'autres pratiques, telle que la montagne par exemple, on ne pratique pas le cross seul ou sans avoir prévu quelqu'un de l'itinéraire prévu. S'équiper d'une radio permet de communiquer avec d'autres pilotes et d'échanger des informations intéressantes mais surtout représente une sécurité en cas de galère. La fréquence FFVL (143.9875) est aujourd'hui une fréquence nationale utilisée pour les secours. L'emport d'un téléphone portable va aussi dans ce sens. On n'oubliera pas non plus de prévoir d'emporter de l'eau et quelques provisions de bouche.

VII. La Coupe Fédérale de Distance (CFD)

Parce que la compétition n'est pas dans l'état d'esprit de tous les pilotes, certains tempéraments assoiffés de liberté et de longs vols sont à l'origine de la CFD. Aujourd'hui, pour d'autres tempéraments plus « compétiteurs », c'est aussi une manière de se confronter entre pilotes, à partir de toutes les belles journées de vol offertes par le temps, hors compétitions programmées.

Pour y participer une déclaration sur l'honneur du vol réalisé est faite sur un formulaire type. Elle est envoyée au responsable du classement qui tient à jour un site en ligne sur le site de la FFVL. Toutefois pour faciliter le traitement de la CFD il est fortement recommandé de déclarer les vols via internet, les vols déclarés par courrier restant traités... à la main !

On prépare d'abord sa déclaration de vol sur papier pour être sûr qu'elle soit valide et complète. Elle doit alors pouvoir être vérifiée par un bénévole qui n'a d'autres outils que des cartes et un mètre ! Tout est expliqué dans le règlement (www.ffvl.fr).

LE CROSS

Le vol de distance se pratique généralement à plusieurs. Raison de sécurité mais aussi beaucoup pour faciliter la recherche des ascendances. La progression sur l'itinéraire est ainsi meilleure.

LES DIFFÉRENTES PRATIQUES DU VOL LIBRE

VIII. Les compétitions

Tournés exclusivement vers le vol de distance et la vitesse, plusieurs circuits de compétitions s'adressent à différents niveaux de pratique.

Les plus jeunes ont la possibilité de s'affronter sous l'égide de l'UNSS (sport scolaire) avec des tâches qui ne concernent pas uniquement le vol de distance.

Les circuits régionaux et nationaux

Deux circuits principaux, l'un régional (B), l'autre national (A – Coupe de France) font l'objet de classements distincts ; le circuit B donnant accès au circuit de la Coupe de France

Les compétitions régionales B, très fréquentées par un tout public d'un certain niveau, sont une vraie richesse. Elles représentent un tremplin qui élève le niveau général des hommes volants. Dès que les pilotes sont libérés des contraintes de technique de pilotage (niveau marron) ils peuvent alors progresser dans le cadre de ces compétitions. Aidé par le nombre d'ailes en vol, on optimise ici l'utilisation de l'aérodynamisme, on la découvre dans différentes régions et à une nouvelle échelle. Une grande variété de phénomènes est observée et progressivement on se structure pour mieux anticiper l'inconnu. C'est là une école qui prolonge les valeurs éducatives du vol libre. D'un point de vue plus technique et tactique, une meilleure connaissance de son matériel permet d'améliorer la glisse et les manières de cheminer tout comme de monter plus vite dans le thermique. Le circuit régional B, outre son propre classement, débouche sur un classement national B.

Les compétitions de la Coupe de France rassemblent les meilleurs pilotes du moment. Ils sont tous issus de l'écroulement annuel des pilotes en tête de liste des résultats du circuit B. Parallèlement les derniers du classement de la Coupe de France redescendent en B.

Pour ce niveau de compétition on trouve des ailes généralement plus performantes, parfois plus exigeantes. Lorsqu'elles sont bien utilisées elles permettent d'augmenter la moyenne horaire des vols sur les parcours, et donc leurs tailles. La victoire appartient souvent au pilote qui a fait un

INSTRUMENTATION

Pour toutes ces compétitions le GPS est rendu obligatoire. On dispose ainsi des paramètres objectifs du circuit réalisés par chaque pilote. Les « balises », points de passage obligatoires, sont programmées dans cet appareil qui permet alors au pilote de faire un « marque/enter » pour enregistrer leur contournement. L'utilisation du badin est fréquente pour optimiser la finesse lors des transitions entre les ascendances.



*La compétition :
Au « bord à bord »
et « à fond ».*

tour de moins dans le thermique à moins qu'une « option » d'itinéraire ou d'altitude ait été déterminante pour voler plus vite vers le but... A l'issue de la dernière compétition de l'année, le pilote en tête du classement est détenteur de la Coupe de France.

Le championnat de France

Le règlement des compétitions ([www. ffvl. fr/competition](http://www.ffvl.fr/competition)) désigne les pilotes qui sont sélectionnés pour le Championnats de France. Cette épreuve majeure se concentre sur une semaine pour qu'un Champion de France existe tous les ans.

Les circuits internationaux

Un « Groupe France » a été constitué afin qu'un réservoir de pilote puisse alimenter l'Equipe de France qui défend les couleurs de la nation dans les rencontres internationales. Deux grands circuits co-existent.

Chaque année ont lieu en alternance, soit le Championnat du Monde soit les Championnat continentaux (actuellement Europe et Asie). Ces rassemblements ont lieu sous l'autorité du Comité International de Vol Libre (CIVL) dépendant de la Fédération Aéronautique Internationale (FAI). Les nations inscrites au CIVL et désireuses de participer peuvent alors constituer leur équipe nationale. Ces manifestations ont lieu sur deux semaines. La région du monde ou du continent concernée qui reçoit le championnat doit avoir préalablement postulé pour son organisation.

Annuellement, concernant uniquement le parapente, l'organisation de la Coupe du Monde est indépendante des aéro-clubs et des fédérations. Elle a beaucoup de succès, les pilotes ayant participé à la mise en place et à l'évolution de son règlement. Cinq rencontres, toutes dans différentes régions du monde, organisent la saison. Un classement attribue la « Coupe du Monde » au pilote ayant cumulé le plus de point au cours de ces rencontres.

IX. Les records

La chasse aux records est pratiquée par une petite élite. Les records sont nombreux. Distance pure, aller-retour, triangle, on peut les faire « à but fixé », d'altitude, au féminin, à la plus grande vitesse, en delta, en parapente, en biplace, ce pour chaque pays, chaque continent et, bien sûr, du monde. On peut aussi en inventer...

Seule contrainte pour qu'il soit officiel, se munir d'un juge étiqueté CIVL (www.fai.org) et d'un barographe (le GPS n'est pas encore reconnu par le règlement de la Fédération Aéronautique Internationale). À ce jour quelques records révélateurs :

En delta : 700,60 km en ligne droite
517,23 km en ligne droite à but fixé
En parapente : 423,40 km en ligne droite
285,20 km en ligne droite à but fixé

X. Le vol bivouac

Le vol bivouac est une itinérance aérienne sur plusieurs jours. Initié par son précurseur Didier Favre (CH), le « vol bivouac en delta » met en avant le principe d'autonomie qui doit faire partie de son éthique. Ainsi le pilote s'équipe pour dormir dans le périmètre de son atterrissage en fin de journée de vol. Il tente de le faire en altitude pour ne pas devoir porter son matériel sur un nouveau décollage le lendemain. La nourriture doit être emportée ou bien trouvée sur place...

Le niveau technique nécessaire des pilotes est variable en fonction de la nature plus ou moins engagée des itinéraires. Pour le delta, maîtriser

le posé « à contre-pente » est obligatoire pour pouvoir atterrir en altitude.

Des compétitions de type « raid aérien » ont créé leur règlement en s'inspirant du vol bivouac.

XI. La voltige

Il fallait que la pratique discrète du vol libre se trouve une expression plus visible et « médiatisable ». Inaccessible à la très large majorité des pratiquants, elle offre un créneau aux pilotes en possession d'un niveau technique achevé. Son apprentissage demande un engagement très fort qui ne peut pas s'envisager hors le cadre strict de stages en milieu aménagé. Les arabesques ainsi obtenues dans le ciel sont très exigeantes pour le corps (jusqu'à 5 « g ») et sollicitent le matériel qui se doit d'être adapté.

Les compétitions de voltige sont de remarquables shows. Elles tiennent néophytes et spécialistes en haleine. On ne peut que souhaiter que l'image du vol libre ne soit pas déformée, réduite aux stupéfiantes images de ce mode d'expression. On verrait alors la merveilleuse opportunité de permettre à tous d'accéder au ciel, anéantie par une image de trop grande technicité, faisant fuir tous ceux et celles prêts à se contenter, de la joie pure et simple de voler.



Photo : Mélanie Raibon - pilote : Antoine Boisselier

Rythmique Sat : chaque rotation approche le pilote de la verticale de sa voile.

ANNEXES

LES BREVETS FÉDÉRAUX DELTA OU PARAPENTE



I. Le Passeport de vol libre

Délivré par les écoles lors de votre premier stage, il est le document de suivi de la formation. Il contient l'ensemble détaillé des trois cycles de formation au Brevet de Pilote. On y trouve aussi les pages à valider des autres qualifications fédérales telles que Biplace, Treuil, Monitorat, etc. Dans le passeport, les étapes des acquis pratiques et théoriques sont signées par le DTE des Écoles Françaises de Vol Libre. Le Responsable Régional des Formations de la ligue qui contrôle cette formation attribue un numéro de brevet ou de qualification puis le valide sur le passeport.

II. Les brevets de base de pilote delta ou parapente

Trois brevets attestent les différentes étapes de la formation des pilotes.

Un premier cycle débouche sur la validation du Brevet Initial. Il est apporté ici l'ensemble des fondamentaux techniques de la pratique du delta ou parapente. Le Brevet Initial valide une somme importante de « savoir faire » et impose un fort investissement dans l'apprentissage.

Le terme du second cycle consacre l'autonomie du pilote avec le Brevet de pilote. Il faut considérer ce brevet comme le minimum raisonnable de connaissances pratiques et théoriques avalisant le vol autonome en conditions aérologiques modérées.

Un troisième cycle débouche sur le Brevet de Pilote

Confirmé (BPC). Il donne accès à la compétition et aux diverses qualifications fédérales (Qualification Biplace, Accompagnateur de Club, Treuil, monitorat...). Aucun repos dans la vigilance et l'attitude des pilotes face à leur pratique ne doit être compris dans l'appellation « pilote confirmé » ; apprendre et progresser n'ont pas de fin.

La loi française n'impose aucun brevet pour la pratique du delta ou du parapente. La responsabilité endossée par un pilote est entière et directe. Les pilotes préservent leur espace de liberté par l'autodétermination de chacun à s'investir dans la collectivité et de s'y assumer au regard de la société. Progresser en franchissant les différentes étapes du Brevet de Pilote est une manière de se prendre en charge.

A) Le brevet initial

Il atteste la compétence à voler en autonomie en conditions calmes sur site connu (souvent celui de l'apprentissage). Cela correspond au niveau vert de la fiche de progression du pilote et certifie le premier cycle.

Ce brevet comprend deux parties :

– Évaluation théorique, réalisée par un moniteur d'École française de vol libre sous la forme de son choix (oral ou QCM.), portant sur les sujets théoriques tels que définis sur la fiche de progression entre le niveau blanc et vert.

– Évaluation pratique : réalisée par un moniteur d'École française de vol libre qui certifie l'acquisition du niveau vert de la fiche de progression.

Une fois ces deux parties acquises, un directeur technique d'École française de vol libre atteste le Brevet Initial sur le passeport.

Les brevets fédéraux de pilote delta ou parapente sont organisés et pilotés à partir des ligues. Un Responsable Régional de la Formation (RRF) dans chaque ligue valide le travail des DTE des Écoles françaises de vol libre et attribue les numéros de brevet sur le passeport des pilotes.

ANNEXES

niveau blanc
cycle 1
Découverte de l'activité et manipulation du matériel

l'Analyse

- Repérer le sens et l'intensité du vent
- Prendre en compte la forme du relief

la Technique

Préparer le matériel

- Orientation face au vent
- ☐ - Démontage
- ☐ - Montage de l'aile
- ☐ - Installation sellette (tour de sellette)
- ☐ - Prise des commandes
- ☐ - Procédure d'accrochage, soulèvement de l'aile
- Prévol (points de sécurité)

Construire, mettre en mouvement

- Choix du moment
- ☐ - Gonflage (face/dos, prégonflage)
- ☐ - Recentrage, course
- ☐ - Freinage/arrêt : faire retomber l'aile sous le vent du pilote
- ☐ - Partage dynamique
- ☐ - Méthode directe ou méthode traditionnelle (rotation des mains)
- ☐ - Passer, final/arrêt

Connaissances théoriques nécessaires :

- **Aérodynamique :** vent (direction/intensité)
- **Mécanique :** équilibre aile/pilote (au sol), axes de tangage, roulis, lacet, pourquois ça vole ? (poids, vent relatif) → principe du virage, centre
- **Matériel :** description, utilisation des commandes

la Technique (suite)

Piloter l'aile au sol

- Course pilotée avec gestion des mouvements de l'aile sur les axes de tangage et de roulis
- Course pilotée avec respect du cap
- Accès à la sustentation

le Mental

- Observer le milieu
- Respecter le matériel
- Se concentrer avant la mise en mouvement

le Cadre de pratique

- Connaître les obligations légales (assurance, autorisation)

objectif
Être capable de préparer et de piloter son aile au sol.

L'Analyse

L'ensemble des connaissances et leur utilisation dans la pratique font appel à l'analyse.

La Technique

L'apprentissage lié au pilotage de l'engin relève de la technique.

Le Mental

Les données psychologiques du pilote en relation à lui-même et aux autres, sont de l'ordre du mental.

Le Cadre de pratique

Se regroupent ici tous les aspects réglementaires, environnementaux et sociaux de notre milieu.

niveau jaune
cycle 2
Pratice voh en pente école

l'Analyse

- Repérer les variations d'intensité et d'orientation de l'alimentation
- Choisir l'emplacement sur la pente
- Choisir le moment de la mise en action

la Technique

Réaliser un décollage

- Prévol
- ☐ - Respect des 3 phases (prévol, contrôles, décision)
- Accélération (attitude corporelle : appui sur la ventrale, centre de gravité, finalité)
- Gestion de l'équilibre aile/pilote (incidence, vitesse aile/pilote, axe de course)

Suivre un plan de vol simple

- Respect d'un cap en vol droit
- Corrections de cap

Réaliser un atterrissage

- Finale (vitesse, stabilité)
- ☐ - Arrondi, posé (amplitude du freinage, position du pilote, réception)
- ☐ - Pousé (amplitude, position, réception) avec une aile pente école et une aile grand vol

Connaissances théoriques nécessaires :

- **Aérodynamique :** notion d'équilibre (au vent, sous le vent, turbulences)
- **Mécanique :** fondamentaux (forces, angles) du vol rectiligne stabilisé, vitesse air/sol, trajectoires, régimes de vol, configurations pendulaires
- **Pilotage :** utilisation des commandes (préférence, gestuelle)

le Mental

- Prendre en compte des consignes de sécurité
- Réagir correctement aux consignes

le Cadre de pratique

- Respecter l'environnement des zones de pratique (accès, terrains privés, riverains, autres utilisateurs)

→ Le biplace, le travail, comme les divers simulateurs sont à la fois des outils pédagogiques et des moyens d'accès au vol. À ces titres, ils peuvent être intégrés à tout moment de la progression.

objectif
Être capable, en pente école, de respecter un plan de vol simple. → avec une aile grand vol.

LE MANUEL DU VOL LIBRE

niveau orange

Principaux grands vols

L'Analyse

- Prendre des repères topographiques (configuration de pente au décollage, dénivelée du vol, zone d'approche et atterrissage)
- Lire l'aérologie (alimentation, force et orientation)

La Technique

Gérer le décollage

- Adaptation de la technique à la configuration de la zone d'envol
- Maintiens du cap, éloignement du relief

S'installer en position de pilotage

- Passage assis dans la sellette
- Installation confortable (sensation de mobilité latérale et avant/arrière)
- Passage montant/barré de contrôle
- Passage couché

Manœuvrer

- Mise en virages (90°, 180°, 360°)
- Pilotage (sellette, commandes)

Tenir un plan de vol

- Situation dans l'espace (cap, repères sol)
- Déplacements, respect des zones d'évolution

Connaissances théoriques nécessaires :

- **Aérologie** : évolution des conditions d'une journée, repères de base de pente de vallée
- **Mécanol** : mécanique de la mise en virage
- **Matériel** : sellette (réglages, utilisation) => harnais (différents types de harnais, formés, réglage...)
- **Pilotage** : mise en virage, utilisation des commandes (arrêt/accélération, vitesse d'ouverture, chute), appui sellette
- **Technique de vol** : plan de vol (avec, décroch, repères au sol, pente d'altitude), prises de terrain (placement / terrain / vent, différentes approches), prise de vitesse
- **Règlementation** : règles de priorité, règles d'utilisation des sites

La Technique (suite)

Réaliser une approche, un atterrissage

- Perte d'altitude
- Finale (régime de vol adapté, équilibre aile/pilote)
- Sortie de la sellette, arrondi, posé

Le Mental

- Gérer l'anxiété liée au changement des repères et à la hauteur sol
- Prendre conscience de son fonctionnement et le respecter (aspect émotionnel, envie/appréhension)

Le Cadre de pratique

- Respecter les règles d'utilisation des sites
- Appliquer les règles de priorité en vol

Être capable de réaliser un grand vol avec assistance en conditions calmes.

niveau vert

Principaux vols BREVET INITIAL

L'Analyse

- Relever les indices pertinents sur le site avant le vol
- Repérer un changement aérologique lors du vol et adapter sans plan de vol et son atterrissage
- Rechercher les informations manquantes pour élaborer progressivement sa propre analyse

La Technique

Réaliser un vol sans assistance

- Sevrage progressif radio
- Choix d'un plan de vol

Piloter l'aile

- Tangage : faible amplitude (ressource, abattée, accélération)
- Roulis : inversions de virages à faible inclinaison
- Plage de vitesse
- Orelles

S'adapter à l'évolution des situations

- Vol à plusieurs
- Problème de commandes, défis
- Prise en compte de l'environnement durant le vol

Réaliser une approche sans assistance

- Construction de différentes approches
- Approche à plusieurs

Connaissances théoriques nécessaires :

- **Météo/Aéro** : classification des nuages, différence vent / brèves, pièges aérologiques, différents types d'ascendances
- **Mécanol** : notion de polarité des vitesses, mécanique du virage et mouvements pendulaires associés
- **Matériel** : pliage adéquat, facteurs de vieillissement, réglage commandes, sensibilisation au parachute de secours
- **Règlementation** : bases de réglementation aérienne (P.U.L., règles de vol à vue, règles d'utilisation radio), cursus fédéral de formation du pilote

La Technique (suite)

Contrôler l'aile au sol dans le vent (10/15m/s)

- Contrôle statique (ca dors et face voile)
- Techniques d'affilement

Le Mental

- Mesurer le niveau atteint, les exigences et les risques de l'activité

Le Cadre de pratique

- S'inscrire dans une pratique sécuritaire (formation en école, suivi en club)

À tout niveau, le pilotage au sol permet le développement des sensations et une meilleure maîtrise de l'aile.

Être capable de voler sans assistance technique en conditions calmes sur site comme avec du matériel adapté.

* La compétence à l'analyse des conditions doit être complétée à ce niveau de la progression, l'assistance sur site est subtile au cours du vol.

ANNEXES

B) Le brevet de pilote

Après validation du premier cycle par le brevet Initial, le brevet de pilote atteste les compétences suffisantes pour rechercher les informations qui permettront de voler ou non en fonction du site et des conditions aérologiques. Ces compétences doivent permettre au pilote de gérer en sécurité son évolution sur site en conditions aérologiques modérées et de maîtriser le vol en dynamique (niveau bleu de la progression) et valident le deuxième cycle.

Le brevet comprend 2 parties :

– Évaluation théorique : un questionnaire à choix multiples de 60 questions, à réaliser en 1 heure, porte sur les contenus théoriques tels que définis sur la fiche de progression jusqu'au niveau bleu. Son organisation dépend du Responsable Régional de la Formation (RRF) qui en délègue souvent la prérogative aux écoles. Certaines ligues organisent un calendrier, d'autres agissent à la demande.

– Évaluation pratique : elle est menée par un moniteur et attestée par un Directeur Technique d'Ecole qui signe le passeport de vol libre.

Une fois ces deux parties acquises, le pilote adresse son passeport de vol libre au RRF de sa ligue pour faire valider son brevet. Il joint à son courrier une copie de sa licence et une enveloppe timbrée à son adresse pour le retour de son passeport.

**DESCRIPTION
DU NIVEAU BLEU :**
Brevet de pilote

niveau bleu
Autonomie sur sites en conditions variées
cycle 1?
BREVET PILOTE

L'Analyse

- Lire le site (repères topographiques et aérologiques)
- Confronter les données météorologiques et l'observation des conditions sur le site
- Prévoir l'évolution possible des conditions sur la journée

le Mental

- Avoir une attitude responsable sur site fréquente (au sol, en vol)
- Développer la capacité à l'auto-évaluation
- Pouvoir voler au moins une heure (gestion de la fatigue, euphorie, attention)
- Savoir prendre la décision d'aller se poser (évolution des conditions, niveau personnel)
- Avoir la démarche de solliciter les personnes ou structures reconnues compétentes pour poursuivre sa progression

le Cadre de pratique

- Identifier les différents types de pratique et les exigences qui y sont liées
- Avoir conscience de l'importance de ses actes pour la reconnaissance et l'avenir de l'activité
- Participer à la vie fédérale (passer le brevet,...)

objectif
Être capable de voler sans assistance sur différents types de sites et en conditions variées. Être capable d'exploiter les conditions du jour.

Connaissances théoriques nécessaires :

- **Météo/aérologie :** bases (grands échanges, dépression / anticyclone, frontologie, nuages, nuages de stabilité / instabilité), compréhension des bulletins (phénomènes généraux), phénomènes météo dangereux
- **Mécanol :** évolution de la portance avec l'incidence, effet de l'assiette sur l'accélération, effet de la rotation des ailes, stabilité statique, stabilité pendulaire, ad, décrochage et rapport au terrain
- **Technique de vol :** différents techniques de pose selon les situations
- **Pilotage :** phases transitoires (entrée et sortie de thermique, gales), formation (trajectoire, élévation, virage à terre), utilisation de la plage de vitesse, exploitation de la polarité de l'aile
- **Matériel :** accélération (montage, utilisation), différences catégorielles d'ailes et leurs exigences de pilotage, montage et conditions d'utilisation du parachute de secours, -> utilisation des manivras
- **Réglementation :** réglementation aérienne (lecture de cartes, recherche d'informations), bases d'évaluation du matériel

niveau bleu
Autonomie sur sites en conditions variées
cycle 2
BREVET PILOTE

la Technique

Utiliser différents types de atollages

- Adapter les techniques dos et face à l'aile selon la force du vent (ral à soutenu) et l'incision de la pente
- Confluer et décoller avec un vent de travers (45° maximum)
- Décoller par vent nul à soutenu

Développer un pilotage actif (100) action alternée ou simultanée des commandes et de la selle

- Insérer et stopper les mouvements pendulaires en énergie associée sur les différents axes (tangage, lacet, roulis) lors de virages à 180°, wing over, alambes
- Utiliser les différents régimes de vol et se positionner par rapport au relief afin d'exploiter une ascendance dynamique
- atteindre une incidence correcte, modifier son rayon de virage, afin d'exploiter une ascendance thermique homogène (suffisamment large et peu turbulente)
- Régler correctement (trajectoire, incidence, mouvements pendulaires) en situation de formation frontale et asymétrique de faible amplitude
- Régler avec précision (trajectoire, incidence) en turbulence
- Stabiliser son aile en prise de vitesse

la Technique (suite)

Adaptar la technique de vol

- Elaborer et réaliser un plan de vol sur site en conditions aérologiques variées
- Exploiter les ascendances dynamiques et thermiques hétérogènes
- Respecter les primés en vol (pente et éloigné du relief, en vol thermique)
- Utiliser l'accélérateur sur des situations simples (pose, ascensions)
- Faire les essais associés à l'accélérateur et contrôler sa trajectoire
- Exploiter une zone de descentance
- Connaître une approche sur une aire d'atterrissage répétée en conditions aérologiques variées
- Gérer les angles de densité près du sol ("crabber") pour perdre de l'altitude sans avancer sur le terrain
- Se poser avec précision en utilisant les régimes de vol adaptés lors de la phase finale et de l'amorti

Régler et entretenir le matériel

- Régler le hamais et la hauteur d'accrochage
- Régler une selle (taux, ventrale)
- Régler l'accélérateur
- Prendre en compte les différents facteurs d'usage du matériel de vol
- Comptabiliser le temps d'utilisation de son aile
- Être sensible au suivi du parachute de secours (sécheresse, pilotage, conditionnement)

C) Le brevet de pilote confirmé

Après validation du deuxième cycle par le brevet de pilote, le brevet de pilote confirmé atteste la compétence à optimiser l'exploitation de l'aérologie du jour à la fois en terme de pilotage, d'analyse, de respect des règles et d'état d'esprit. Il valide le troisième cycle. Le brevet de pilote confirmé permet de pratiquer en compétition. Il ouvre la porte aux autres qualifications fédérales (qualification biplace, monitorat, accompagnateur) dans la mesure où le brevet de pilote a été obtenu depuis plus d'un an. Il est composé de 3 parties :

1. Evaluation théorique sous forme d'un questionnaire à choix multiples de 30 questions et de 2 fiches techniques à compléter le tout à réaliser en 1 heure portant sur les contenus théoriques tels que définis sur la fiche de progression entre le niveau bleu et marron. Son organisation dépend du Responsable

Régional de la Formation (RRF) qui peut déléguer aux cadres techniques ou à un membre de l'équipe régionale de formateurs.

niveau marron
Optimisation du pilotage

cycle 3
BREVET CONFIRMÉ

L'Analyse
Faire une prévision de la journée aérologique
- Rechercher et confronter les données météorologiques
- Faire l'observation sur terrain
- Anticiper l'aérologie d'un secteur à partir d'une carte topographique
Poursuivre l'analyse des conditions et de leur évolution tout au long du vol
Savoir choisir une zone de décollage lors d'une pratique hors site
Anticiper le choix d'un atterrissage en campagne

Le Cadre de pratique
- Préparer son vol à partir d'une carte aéronautique et agir en tant que commandant de bord
- S'inscrire dans une démarche de poursuite de progression (autres formes de pratique, accès aux qualifications fédérales)

le Mental
- Objectiver les situations (faire la part entre le moment et le matériel)
- Se concentrer sur les actions à venir tout en pilotant
- Être capable d'endurance en vol (résistance au stress, maintien de l'attention, récupération)
- Rester à l'écoute des possibilités du jour et savoir s'en servir
- Avoir conscience des exigences et des risques liés à la poursuite du vol de performance, l'arrêter dans son comportement

objectif
Être capable d'analyser et d'exploiter les conditions afin de se déplacer.

Connaissances théoriques nécessaires :
- Météo / Aérologie : formation détaillée, notions de stabilité/instabilité appliquées à la pratique, phénomènes particuliers liés à une région, phénomènes de circulation
- Matériel : principe des vitesses appliqués au vol (influence du vent), incidents de vol, sortes de données de vol
- Pilotage : différents types de virages, descentes rapides, les procédures de l'atterrissage en contre pente
- Matériel : utilisation du parachute de secours, configurations alternatives, connaître bien aux incidents de vol et à l'utilisation en vol
- Réglementation : connaissance des différents cadres réglementaires (instructions, institutions)

2. Déclaration, sur l'honneur, d'un vol de distance (15 km finesse 10 min. pour le parapente, 30 km finesse 20 min. en delta). Une fiche est prévue à cet effet sur le passeport de vol libre.

niveau marron
Optimisation du pilotage

cycle 3
BREVET CONFIRMÉ

la Technique
Maîtriser différents types de décollages
- Adapter sa technique à la situation (alimentation, pente, site)
- Neutraliser son site dans le vent (éviter l'aile de décoller le pilote)
Avoir un pilotage sensitif (disponibilité des capteurs équilibre dans le sellette, usage précis des commandes aux commandes) et dynamique (utilisation et gestion des mouvements prévalents) pour :
- Anticiper et gérer les incidents de vol (site homologué hors catégorie compétition)
- Exploiter les différents types de thermiques
- contrôler le vol en turbulences
Optimiser la technique de vol
- Prospecter le thermique (identifier les sources potentielles, repérer l'orientation et la force du flux, se positionner par rapport au relief, aux nuages)
- Adapter son mode de déplacement à la situation (trajectoire, chemins, se mettre en attente)
- Savoir utiliser l'accélérateur pour améliorer les performances en vol
- Utiliser la technique de descente rapide adaptée à la situation (conditions, proximité relief)
- Utiliser les bases vitesses près du sol à bon escient
- Gérer la vitesse en fonction des conditions de vol

la Technique (vol)
Gérer un décollage statique
Mettre en place la tactique de vol
- Créer un scénario de vol et savoir l'adapter
- Se repérer lors de son déplacement et se positionner par rapport au sol
- Utiliser les données fournies par ses instruments de vol
Gérer son matériel
- Suivre les signes de vieillissement (drones de frein, état du tissu, des coutures, du suspension)
- Adapter le réglage de sa sellette à son pilotage
- Gérer son parachute de secours (simulation d'utilisation, axes, replier et déplier)
- Connaître le fonctionnement et savoir utiliser les instruments de vol (altimètre, GPS...)

à savoir
- Avoir les qualifications fédérales - 18 ans + 1 an de brevet + BFC.
- Jusqu'à compétition - 18 ans + brevet + BFC.

3. Niveau technique correspondant au niveau marron de la fiche de progression validée par un moniteur.

Tout comme pour le brevet de pilote, une fois ces éléments acquis, le pilote adresse le passeport de vol libre au RRF de sa ligue pour validation. Il joint à son courrier une copie de sa licence et une enveloppe timbrée à son adresse.

DESCRIPTION DU NIVEAU MARRON :
Brevet de pilote Confirmé

ANNEXES

III. Les diverses qualifications fédérales

L'accès aux diverses qualifications fédérales impose le pré-requis suivant :

- Cycle 2 (brevet de pilote) obtenu depuis un an révolu
- Brevet de Pilote Confirmé

A) La qualification biplace

L'emport d'un passager, possible en utilisant une aile spécifique, vient, dans le cursus d'un pilote, comme le transfert d'une pratique personnelle affirmée. Cette pratique impose une extension d'assurance pour couvrir le passager.

Une Qualification Biplace (Q-Bi) fait l'objet d'un cursus de formation organisé par les ligues. Une préformation qui évalue le statut d'« élève biplaceur » précède une année de formation. Cette dernière est sanctionnée par un examen théorique et pratique visé par les formateurs de la ligue et validée par le Responsable Régional de la Formation (RRF).

B) La qualification treuil

Les régions de plaine ne sont pas sans moyen pour pratiquer le vol libre. L'utilisation du treuil permet de gagner de l'altitude comme on le pratique avec un cerf-volant.

Cette technique impose une qualification de « treuilleur » propre à assurer sa sécurité. La Qualification de treuilleur est acquise après un examen pratique et théorique visé par les formateurs de la ligue puis validé par son Responsable Régional de la Formation (RRF).

C) L'accompagnateur de club

Le statut fédéral d'Accompagnateur de Club a été créé pour améliorer la sécurité des activités proposées par les clubs. Ses prérogatives concernent l'encadrement de pilotes ayant au préalable réalisé un minimum d'un stage d'initiation dans une Ecole Française de Vol Libre. Ces pilotes auront pour le moins validé le niveau vert de la fiche de progression. Une spécificité d'« accompagnateur de club de plaine » demande au préposé de maîtriser la

pratique du treuil. Ce dernier ne peut pas encadrer de pilote en terrain de montagne.

Cette qualification est organisée par les ligues.

D) Le monitorat fédéral

Le plan de formation du monitorat fédéral est détaillé dans un dossier qui doit être demandé à la FFVL. L'entrée en formation doit être avalisée par le RRF. Son contenu est fragmenté en différentes unités de formation telles que théorique, pédagogique, performance, stages en école... L'obtention de ce diplôme permet des équivalences sur certaines unités de formation du cursus du Brevet d'Etat.

E) Le statut de pilote de compétition

La pratique de la compétition dans le circuit des « Nationales B » est un excellent terrain de progression. Outre le niveau pré-requis pour y accéder, il est nécessaire de faire une demande à la FFVL d'une « carte de compétiteur » qui sera délivrée sous réserve d'un certificat médical d'aptitude à la pratique de la compétition renouvelable chaque année. Vous devez aussi souscrire un complément d'assurance « individuelle accident » (différent de la RC qui, elle, concerne le tort que vous pouvez faire aux autres) et qui couvre vos dommages corporels. Il sera alors délivré un numéro de compétiteur qui devra être apposé lisiblement sur l'aile.

F) Le statut d'entraîneur fédéral

Cette qualification organisée par la commission compétition est destinée à des pilotes d'expérience désirant encadrer des pilotes ayant au moins le brevet de pilote confirmé. Cette activité se doit d'être bénévole, dans le cadre d'un club, d'un comité départemental ou d'une ligue.

PRATIQUE DE LA COMPÉTITION

Le casque et l'emport du parachute de secours deviennent obligatoires en compétition.