

**Réponses commentées du QCM de l'examen théorique FSVL pour pilotes de parapente, cinquième partie :**

## **PRATIQUE DE VOL**

**J. Oberson, instructeur parapente, FSVL/OFAC 4427**

**[www.soaringmeteo.com](http://www.soaringmeteo.com)**

**2<sup>ème</sup> édition 2005**

*Copyright*

## **TABLE DES MATIERES**

<i>Physiologie, pathologie, traumatisme et premiers secours.....</i>	<i>2</i>
<i>Préparation du vol.....</i>	<i>5</i>
<i>Décollage.....</i>	<i>8</i>
<i>Domaine et optimisation de vol, dérive latérale, vol dans les ascendances.....</i>	<i>19</i>
<i>Figures de vol, sortie du domaine de vol, incidents de vol.....</i>	<i>26</i>
<i>Atterrissage.....</i>	<i>32</i>

### **Physiologie, pathologie, traumatisme et premiers secours**

Le manque d'oxygène en altitude est l'un des facteurs les plus importants et typiques du vol libre qui influencent le fonctionnement de notre corps. On a vu en météorologie que la pression atmosphérique diminue avec l'altitude et que l'air est composé de 20% d'oxygène et de 80% d'azote. Cette proportion ne change pas avec l'altitude mais si la pression d'air (atmosphérique) diminue, les deux gaz se raréfient concomitamment. Par exemple, puisque la pression atmosphérique est deux fois moins élevée à 5500 m. environ par rapport au niveau de la mer, la quantité d'oxygène par unité de volume sera aussi deux fois moins importante à 5500 m. Cela veut dire qu'à chaque inspiration il y aura 2 fois moins d'oxygène à disposition pour notre organisme à 5500 m qu'au niveau de la mer. Les cellules de notre corps souffrent du manque d'oxygène et particulièrement les cellules du système nerveux. Cet état pathologique de manque d'oxygène s'appelle « **hypoxie** ». Une faible hypoxie entraîne des troubles fonctionnels réversibles mais plus l'hypoxie est forte et longue et plus le risque de lésion cellulaire irréversible voire de mort cellulaire est grand. Suivant le temps que dure le manque d'oxygène, on distingue trois types d'hypoxie :

1. **L'hypoxie instantanée**, qui comprend les manifestations immédiates du manque d'oxygène, apparaisse à partir de 4000 m. environ. On observe d'abord un état d'euphorie avec diminution progressive des capacités psychomotrices et sensorielles. **Questions 003 et 004.** Si l'altitude augmente progressivement jusqu'à 7000 m, apparaissent rapidement, fatigue, convulsions, paralysie, coma puis finalement mort. Le temps resté à très haute altitude est aussi très important. Il est ainsi moins dangereux de rester 3-4 minutes à 6000 m. que 3-4 heures à 5000 m.
2. Le « **mal aigu des montagnes** » comprend des manifestations plus insidieuses et plus tardives (5-10 heures). **Question 005.** Cette maladie peut commencer, selon les personnes, déjà à partir de 2800-3500 m. Elle consiste en une réaction pathophysiologique complexe, causée par le manque d'oxygène, aboutissant à un œdème (surplus d'eau intracellulaire) en particulier cérébral et/ou pulmonaire. Ceci se manifeste par un mal de tête important, une difficulté respiratoire et une impression de râles et de sécrétions respiratoires. Dès lors, on comprend bien que la probabilité de l'apparition du mal de montagne chez un pilote est très faible. Il faudrait qu'il reste continuellement plusieurs heures au-dessus de 3000 m. En fait il s'agit surtout d'une maladie typique et bien connue du treckeur de l'Himalaya mal acclimaté.
3. On ne parlera pas de l'hypoxie chronique, apparaissant après plusieurs semaines ou mois de vie en haute altitude.

Dans le QCM de la FSVL, il y a une certaine confusion entre les deux premiers types d'hypoxie. La façon la plus simple et efficace de traiter l'hypoxie est de perdre rapidement de l'altitude, ce qui n'est pas trop difficile pour un pilote contrairement parfois à l'alpiniste. C'est ainsi que devrait réagir rapidement un pilote au moindre doute d'hypoxie.

Les effets néfastes de l'hypoxie sur l'organisme peuvent être réduits par un entraînement physique régulier (surtout d'endurance) et une acclimatation progressive à l'altitude. **Question 006.** Par contre un manque d'entraînement, une consommation excessive d'alcool, de drogues, de médicaments et surtout de tabac, une fatigue intense ou un manque de sommeil peuvent entraîner une sensibilité plus importante à l'hypoxie avec des capacités fonctionnelles de l'organisme fortement réduites. **Question 001.**

Dans le crâne, au niveau du visage et de l'oreille, se trouvent de petites cavités remplies d'air, les sinus, reliées à l'air extérieur de la cavité nasale et des 2 cavités tympaniques de chaque oreille, par de fins conduits. Voir figure **P1**. Chaque cavité tympanique est elle-

même reliée au fond de la gorge (air extérieur) par les trompes d'Eustache. Si l'altitude augmente par exemple, la pression atmosphérique (extérieure) diminue, ce qui entraîne une évacuation passive de l'air interne des sinus afin d'égaliser les pressions interne et externe. Si les fins conduits sont bouchés, comme lors d'infection et inflammation des sinus (sinusite), du nez (rhume) ou des oreilles (otite), cette compensation ne peut plus se faire facilement. Lors du passage en altitude, on risque donc d'avoir une surpression relative de ces cavités internes qui n'arrivent pas à évacuer leur surplus d'air, se manifestant par des douleurs lancinantes et soudaines de la tête, surtout au niveau du visage et des oreilles. **Question 002.**

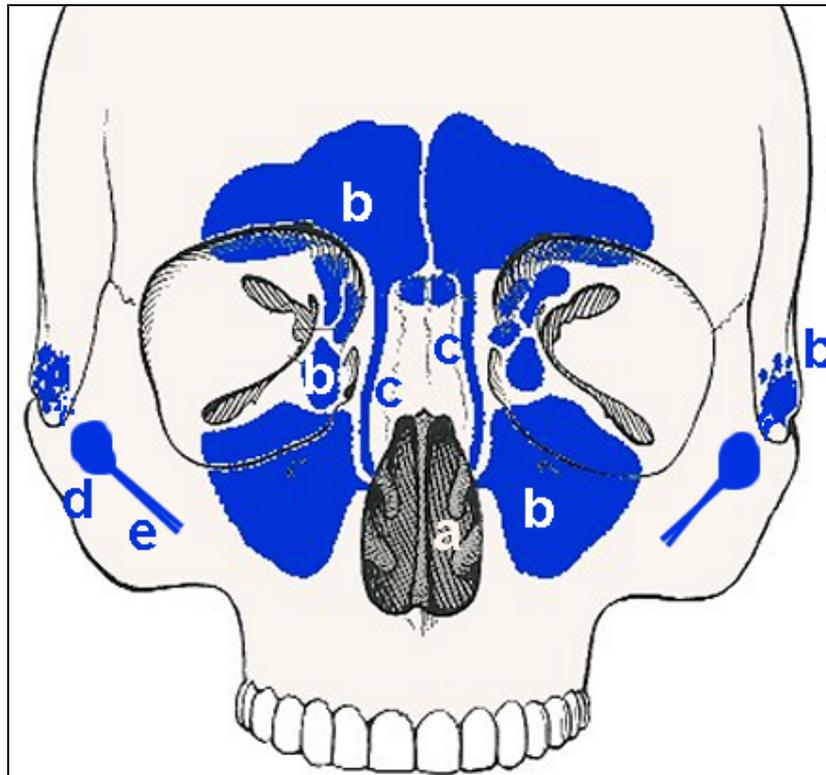


Figure P1 : Situation des cavités sinusales du crâne. (a) = cavité nasale. (b) = sinus. (c) = fins conduits. (d) = cavités tympaniques. (e) = trompes d'Eustache.

Un autre facteur important qui peut toucher l'organisme sont les basses températures régnant à haute altitude. Le corps humain est en fait plus sensible à la perte de chaleur qu'à la température proprement dite. En effet, un bain d'eau à 20 °C nous semble plus froid qu'une chambre (air) à la même température, car l'eau est meilleur conducteur de chaleur que l'air et les pertes de chaleur dans l'eau sont plus grandes. Parce que l'évaporation (qui demande de l'énergie, voir deuxième partie, météorologie) de notre organisme est augmentée lorsqu'un vent souffle contre lui, les pertes de chaleurs sont plus grandes qu'en air calme. La température d'une atmosphère ventilée nous semble donc plus froide. Par exemple, un parapente volant à 32 Km/h dans une masse d'air à 2°C, donne à son pilote l'impression d'être dans de l'air de -11°C. **Question 007.** Une perte de chaleur importante entraîne la perte de beaucoup d'énergie par l'organisme, ce qui augmente sa consommation d'oxygène et diminue ses performances physiques. **Question 008.**

L'augmentation de l'évaporation induite par un flux d'air conduit aussi à une perte plus marquée de liquide par le corps. Les besoins en liquide augmentent donc lors d'un long vol. **Question 009.**

Devant un blessé, il faut se poser les 4 questions suivantes : (1) Est-il conscient, autrement dit répond-il ? (2) Respire-t-il (fonction respiratoire non atteinte) ? (3) Saigne-t-il (risque d'état de choc) ? (4) Son pouls est-il présent et normal (fonction circulatoire préservée) ? **Question 155.** Actuellement, les secouristes professionnels semblent vouloir résumer leurs questions en 3 points ABC : (A) libérer les voies respiratoires. (B) Respiration artificielle. (C) Contrôler et assurer la circulation. Lorsqu'un blessé est inconscient mais qu'il respire et que son pouls bat (fonctions vitales, respiration et circulation, non perturbées), il risque d'aspirer le contenu de l'estomac s'il se met à vomir. Il faut donc prudemment coucher le blessé sur le côté et le protéger des intempéries et du soleil. **Question 156.** Lorsqu'un blessé se plaint de fortes douleurs au dos et de ne rien sentir aux membres inférieurs ou supérieurs, il faut suspecter des lésions sévères de la colonne vertébrale. **Question 158.** En effet, la moelle épinière qui transmet les influx nerveux du cerveau à la périphérie du corps, passe dans le canal vertébral. Voir figure P2.

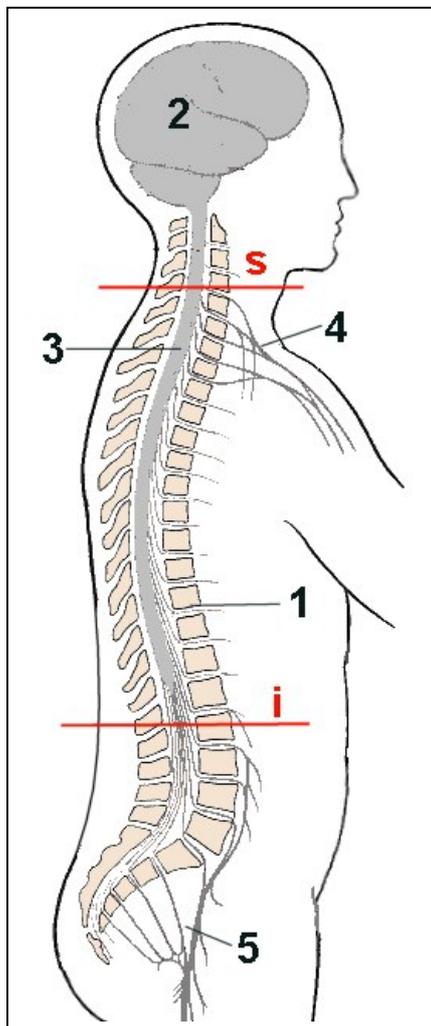


Figure P2 : 1 = colonne vertébrale, 2 = cerveau, 3 = moelle épinière, 4 = nerfs de la moelle aux membres supérieurs, 5 = nerfs de la moelle aux membres inférieurs. Une lésion complète de la moelle en i entraîne une paralysie en aval, c'est-à-dire des membres inférieurs (paraplégie). Une lésion de la moelle en s entraîne une paralysie en aval, c'est-à-dire des membres supérieurs et des membres inférieurs (tétraplégie).

Si un traumatisme de la colonne entraîne un rétrécissement important du canal vertébral par un déplacement de structure ou de fragments de fracture, cette moelle épinière, fragile, peut elle-même se léser et conduire à la paralysie de toute la partie du corps

innervée en aval de la lésion nerveuse. Il faut alors impérativement immobiliser le blessé et l'empêcher de bouger ou de se lever pour ne pas augmenter les dégâts (irréversibles) à la moelle épinière. **Question 157.** Voir figure **P2**.

Lorsqu'on appelle un hélicoptère pour demander de transporter un blessé à l'hôpital, il faut préparer la place d'atterrissage de cet aéronef. D'une part il faut interrompre toute activité de vol libre dans la région et d'autre part il faut éloigner tout tissu (parapente, vêtements) susceptible de s'envoler à l'approche de l'hélicoptère. **Question 159.**

### **Préparation du vol**

La veille d'un vol ou le matin avant de se rendre sur le site, les pilotes devraient préparer le vol, surtout s'il s'agit d'un site inconnu. Les 4 éléments à prendre en compte sont :

1. Les conditions météorologiques générales prévues durant le vol.
2. Les prescriptions juridiques (espaces aériens), temporaires ou permanentes, concernant le site ou la région survolée.
3. Les obstacles, les dangers et les difficultés spécifiques au site de vol.
4. Les règles de protection de la faune dans la région de vol.

Connaître les conditions atmosphériques dans lesquelles on va voler est indispensable pour la sécurité voire les performances d'un vol. La deuxième partie de cet ouvrage (météorologie) permet de pouvoir comprendre ces conditions et de mieux les évaluer. Le plus grand et fréquent danger aérologique du parapentiste est le vent fort qui engendre de fortes turbulences, surtout dans les Alpes. Ce sont les situations anticycloniques qui offrent en général les conditions les plus calmes avec une répartition invariable de la pression atmosphérique au sol (la pression ne varie que peu ou pas d'un lieu à l'autre) et des vents faibles en altitude. L'expérience a montré que, pour la région alpine, l'évaluation de la différence de pression au sol entre le nord et le sud des Alpes est un moyen simple et efficace pour avoir une idée de la répartition barométrique. Avant de faire cette comparaison il faut évidemment ramener les pressions à une même altitude, en général le niveau de la mer. On parle de pression QNH. Ainsi, si l'on annonce à Zurich un QNH de 1015, cela veut dire que la pression atmosphérique ramenée, selon la règle de décroissance standard OACI, au niveau de la mer est de 1015 hPa, alors que la pression mesurable à Zurich, se trouvant à environ 500 m. d'altitude, est en moyenne d'environ 950 hPa. **Question 010.** Classiquement on prend les villes de Zurich (environ 500 m.) et de Lugano (environ 270 m.) pour mesurer la différence de pression entre le nord et le sud des Alpes. La pression atmosphérique prise au même moment à ces deux endroits est ramenée au niveau QNH. Voir figure **P3**. Si Zurich annonce un QNH de 1015 et Lugano un QNH de 1007, cela signifie que la différence de pression entre le nord et le sud des Alpes est de 8 hPa en faveur du nord. Cela va engendrer un fort courant nord à travers le massif alpin avec formation de nuages orographiques (et éventuellement des précipitations) sur le versant nord des Alpes et du beau temps venteux et turbulent au sud (foehn du nord). **Question 011.** Les vents de vallée au nord des Alpes (par exemple en Valais) seront aussi renforcés. Inversement, si Lugano annonce un QNH de 1015 et Zürich de 1007, la différence de pression nord-sud sera aussi de 8 hPa mais en faveur du sud. Cela va engendrer un fort courant sud à travers le massif alpin avec formation de nuages orographiques (et éventuellement des précipitations) sur le versant sud des Alpes et un temps sec, venteux et turbulent dans les vallées du nord des Alpes (foehn du sud). Voir deuxième partie, météorologie. **Question 012.** En Valais, le vent de vallée va être renforcé en certains endroits et affaibli dans d'autres. Parfois il est même inversé (fort

courant turbulent et descendant), par exemple entre Brigue et Sierre. On peut déjà s'attendre à un effet de foehn dès que la différence de pression dépasse 4 hPa. **Question 013.** Cette différence de pression peut être mesurée mais aussi être prévue assez précisément (ce qui est évidemment plus utile) par les modèles informatiques de simulation, notamment le modèle suisse. Voir figure P3.

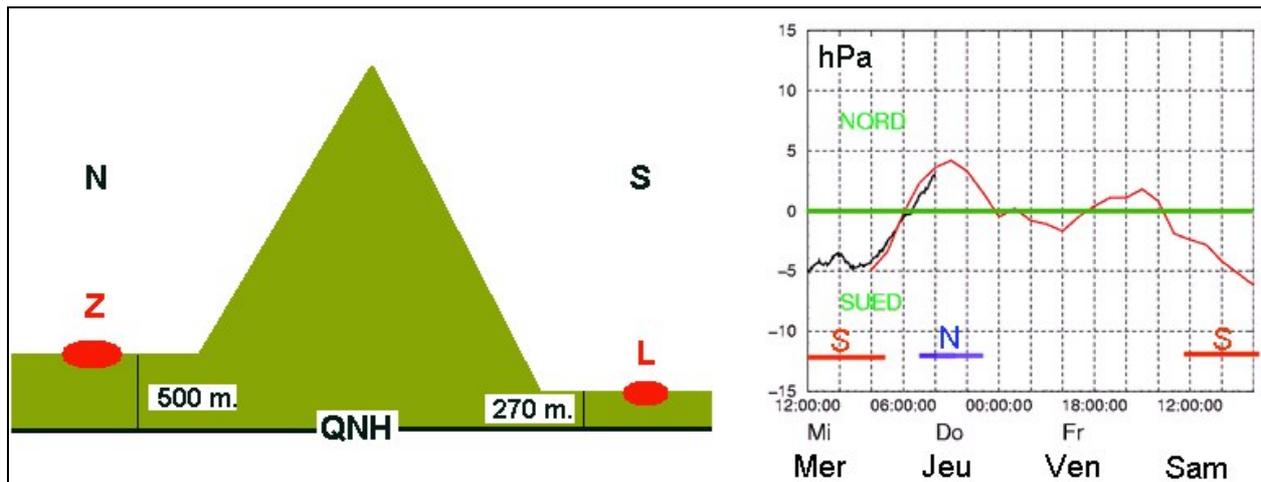


Figure P3 : A gauche, schéma géographique transalpin. Z = Zürich, L = Lugano. A droite, exemple de graphique (barogramme) de l'évolution de la différence de pression entre le nord et le sud des Alpes, fourni par Meteosuisse via Internet. En rouge, courbe prévue (calculée par ordinateur), en noir courbe provenant des mesures. S = période de surpression sud. N = période de surpression nord.

On trouve les informations météo sur les journaux quotidiens, auprès des services téléphoniques de Météosuisse (météo générale, météo vol à voile et aéronautique...), à la télévision, à la radio, dans le Teletext (prévisions vol à voile et aéronautique, KOSIF).

**Question 019.** Mais c'est sur le Web (Internet) que l'on trouve actuellement le plus d'informations. Le problème est de les trier. Sur mon site gratuit ([www.soaringmeteo.com](http://www.soaringmeteo.com)) j'ai rassemblé les informations les plus utiles au vol libre.

Après la météo, il faut se soucier aussi des limitations de l'espace aérien ainsi que des éventuels obstacles aériens dans la région de vol convoitée. Parmi les documents à disposition, la carte vol à voile au 1:300'000 vendue avec le recueil VFR de l'AIP est certainement la plus utile. Voir figure L7, 2<sup>ème</sup> partie, législation. Par exemple, la carte de vol à voile donne des indications concernant les classifications des espaces aériens qu'on veut traverser (**question 014**), les heures de service de vol militaire (**question 017**), les fréquences radio à utiliser, notamment pour prendre contact avec les planeurs (**question 018**) et la situation des principaux câbles fixes en montagne qui pourraient être dangereux (**question 022**). Cette dernière information se trouve aussi dans la carte des obstacles à la navigation aérienne au 1:100'000. Les fréquences radio à utiliser se trouvent aussi dans le recueil VFR de l'AIP. Les TMA et CTR temporaires, comme par exemple celle de Lodrino, juste au nord de Bellinzona, ne sont actives que quelques semaines par année. On peut donc les traverser quand elles sont inactives, c'est-à-dire la plupart du temps. C'est dans le bulletin VFR-Notam qu'on trouvera les dates d'activation des CTR et des TMA temporaires. **Question 015.** Les dates et les heures d'activité des zones

dangereuses, par exemple LS-D10 dans le Goms, sont par contre indiquées dans le recueil VFR de l'AIP. **Question 016.**

Lorsqu'on se rend dans un nouveau site de vol, il est important de préparer son vol, d'inspecter le terrain d'atterrissage et de s'informer sur les obstacles aériens. **Question 020.** Il n'est bien sûr et heureusement pas nécessaire de faire enregistrer son vol auprès de quiconque. Lors de la visite du terrain d'atterrissage, il faut se représenter dans quelles directions de vent le terrain est praticable à l'atterrissage et les différents obstacles éventuels se trouvant sur le chemin de l'approche en vol. **Question 021.**

Les pilotes contribuent le mieux à la protection de la faune en se conformant aux accords passés entre les clubs de vol libre et les gardes chasse. **Question 171.** Une connaissance minimale des habitudes de la faune peut être aussi utile. Dans le QCM de la FSVL, on parle de 3 animaux : l'aigle royal, le bouquetin et le chamois. Voir figures **P4** et **P5.**



Figure P4 : Aigle royal.

L'aigle royal niche au printemps de mars à mai. Dans les Alpes, le couple construit son nid dans les falaises au-dessous de la limite supérieure de forêt. Par conséquent, les aigles risquent d'être le plus dérangés quand les pilotes volent au printemps près des nids, ce qui fait fuir les aigles qui quittent ainsi leurs oeufs. Les aigles sont matures à 5 ans. Ils deviennent monogames à vie. Le couple vit dans un territoire d'environ 100 Km<sup>2</sup>. Les aigles immatures parcourent de vastes distances à la recherche de territoires inoccupés. Le vol ondulé de l'aigle signifie qu'il marque son territoire. **Questions 160 à 164.**



Figure P5 : Chamois à gauche et bouquetin à droite.

Les chamois et les bouquetins vivent en hiver et au printemps sur les flancs de vallées exposées au sud. Les femelles de chamois mettent bas en mai et celles de bouquetins en juin. En été, après s'être nourris dans les pâturages, ces ruminants se déplacent dans les falaises ombragées ou sur les crêtes ventées et s'y reposent. Ces animaux sont le plus dérangés par les pilotes de vol libre, lorsque ceux-ci volent près des flancs, dans les régions inhabitées au-dessus de la limite supérieure de forêt. **Questions 165 à 170.**

### Décollage

Lorsqu'on arrive à un site de décollage inconnu, la première chose à faire est d'inspecter et d'évaluer le terrain de décollage. Il faut qu'il soit dégagé, régulier et moyennement incliné. Nous le verrons un peu plus loin, le décollage se décompose en 3 phases, les 2 premières étant simplement la préparation de la voile à l'envol qui doit être symétrique et bien gonflée au-dessus du pilote et la 3<sup>ème</sup> étant le décollage proprement dit, avec accélération de la course qui aboutit à ce que le pilote quitte le sol. Un des critères les plus importants est qu'un décollage doit pouvoir être interrompu sans danger, le cas échéant, surtout aux deux premières phases. **Question 023.** Pour aider à évaluer un terrain de décollage, on y définit 2 lignes limites : la **ligne de vie** et la **ligne de décision**. Voir figure **P6**. La ligne de décision (d'interruption de décollage) est la limite qu'il ne faut pas dépasser si les 2 premières phases de décollage n'ont pas été effectuées de façon correcte (voile mal gonflée, encore en arrière ou complètement de travers, cravate, suspentes emmêlées). On apprendra à la définir avec l'expérience. Elle se situe en général à moins d'une dizaine de mètres devant la position du pilote qui commence à gonfler la voile. Elle dépend surtout du vent et de la charge alaire, c'est-à-dire de la vitesse propre du parapente. Plus le vent de face est faible et plus la charge alaire est grande, plus la vitesse du parapente est élevée donc plus la ligne de décision sera éloignée. La ligne de vie définit la limite avant laquelle il faut impérativement avoir quitté le sol, au risque de chuter contre l'obstacle le plus proche devant le décollage. Elle dépend de la position et de la dimension de cet obstacle. Plus il est haut et proche et plus la ligne de vie est proche de la ligne de décision. Voir figure **P6**. L'idéal serait d'avoir une pente peu inclinée avant la ligne de décision pour faciliter une interruption éventuelle de décollage et une pente progressivement plus inclinée entre la ligne de décision et la ligne de vie, afin de faciliter la course et le décollage. En cas de doute, il ne faut pas hésiter à explorer, à la marche, les différentes portions du terrain de décollage (obstacles cachés sous les herbes), même jusqu'à la ligne de vie, avant de déballer son matériel.

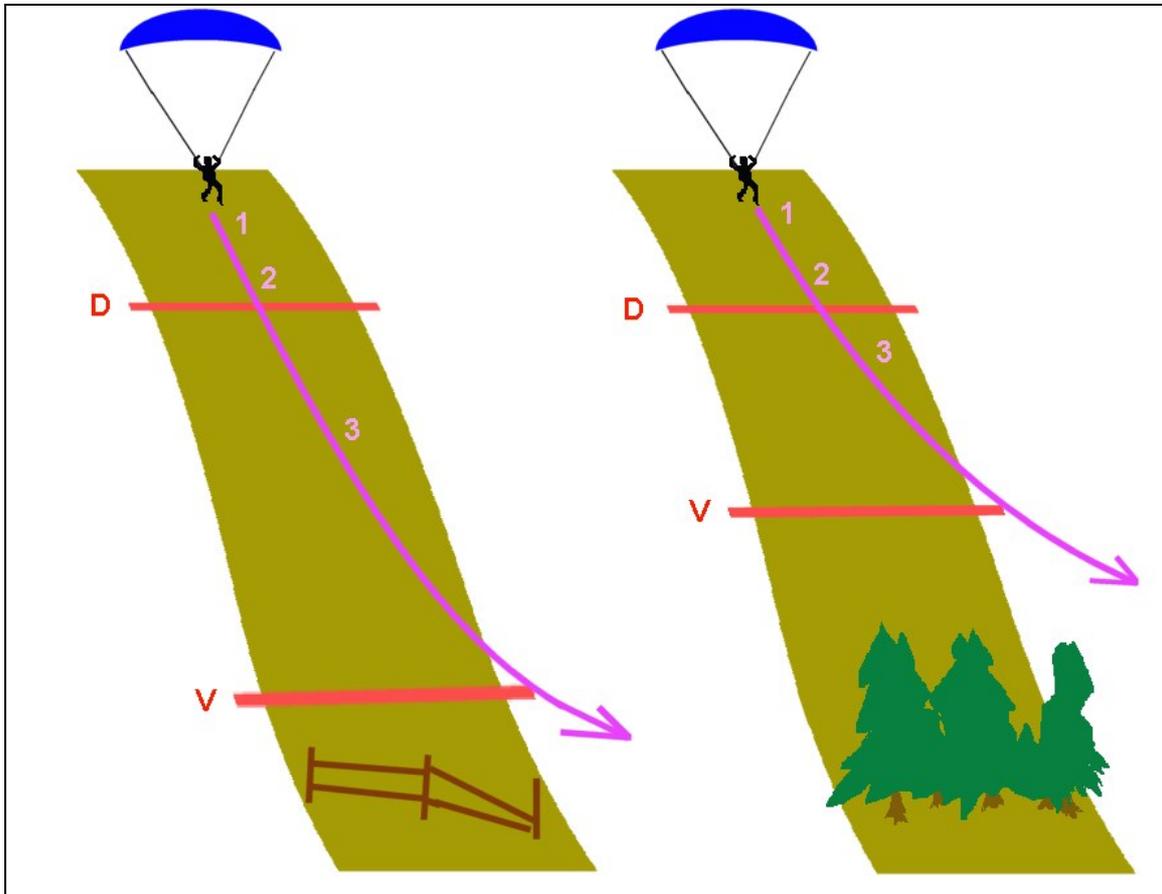


Figure P6 : terrain de décollage. D = ligne de décision. V = ligne de vie. 1, 2 et 3 = phases de décollage.

Une fois le choix de la place de décollage effectué, on peut déployer la voile et démêler soigneusement les suspentes. Il est préférable de disposer sa voile en arc de cercle plutôt que le bord d'attaque tout droit. Voir figure P7. Lors du gonflage de la voile, les suspentes centrales vont ainsi être sous tension en même temps ou un peu plus tôt que les suspentes latérales, ce qui va faciliter une levée symétrique et homogène de la voile.



Figure P7 : Disposition de la voile déployée. A gauche voile rectiligne, peu favorable. A droite, voile en arc de cercle, favorable.

Pour démêler les suspentes, le mieux est de tenir d'une main l'extrémité d'un des deux élévateurs et de l'autre séparer les groupes de suspentes A-D les uns des autres en commençant par les freins. Pour les freins, le pilote se placera latéralement par rapport à l'axe de décollage afin de bien placer latéralement les suspentes de frein. Voir figure **P8**.



Figure P8 : Démêlage des suspentes de frein (f), bien latéralement.

Le pilote peut ensuite se placer et s'attacher dans la sellette et aux élévateurs puis se positionner symétriquement devant la calotte, de façon à ce que les suspentes ne soient juste pas tendues. Il peut maintenant saisir par les mains les suspentes A et les poignées des freins de chaque côté, après avoir passé les bras sous le groupe des suspentes et des élévateurs. Avant de décoller, il est impératif de faire son « check » prévol comme chaque pilote d'aéronef. L'ordre des points à contrôler n'est pas très important mais il doit être logique et toujours la même chose. La FSVL propose le truc mnémotechnique en 5 points de contrôle « **MA VIE** ». **M** pour matériel (il s'agit en fait de se rappeler d'avoir contrôlé l'état de son matériel, notamment les suspentes, les maillons rapides et le parachute de secours avant de s'être attaché à la sellette), **A** pour accrochage (des élévateurs aux mousquetons, du pilote dans la sellette incluant les cuissardes et la sangle ventrale, le casque et l'accélérateur), **V** pour vent (force et direction) qui devrait être faible et de face, **I** pour inspection (de la calotte, du centrage du pilote par rapport à l'axe de course et de la calotte, des suspentes et des élévateurs qui ne doivent pas être emmêlés), **E** pour espace aérien (devant le décollage, qui doit être libre). **Question 033**. Le contrôle de l'espace aérien et de la piste d'envol est donc le dernier point, juste avant le décollage. **Question 035**. A ce moment et dans la pratique, on estime une dernière fois le vent. Pour le point I, il est préférable de se pencher en arrière et du côté à inspecter pour permettre de bien voir le groupe d'élévateurs se placer de façon harmonieuse par-dessus et derrière le bras. On s'assure à ce moment que les suspentes A sont bien au-dessus et que la suspente principale de frein est bien en dessous et à l'extérieur des autres suspentes, sans faire un tour de poulie ou d'élévateur. Voir figure **P9**. L'inspection de la suspente de stabilo est aussi importante. Elle doit être détachée clairement à l'extérieur des autres suspentes et se diriger directement sur les attaches au stabilo, sans faire une boucle sous l'extrados (risque de cravate au gonflage). Si le pilote oublie d'attacher les sangles des cuissardes (cuissardes) lors d'un check incomplet, il peut glisser hors du harnais lorsqu'il quitte le sol au décollage et ainsi faire une chute mortelle. **Question 036**.



Figure P9 : Le pilote, penché en arrière et du côté du groupe de suspentes contrôlées, peut bien disposer par-dessus le bras et inspecter les suspentes et les élévateurs. a = suspentes A, passant au-dessus des autres suspentes, s = suspente principale du stabilo passant bien à l'extérieur des autres suspentes, f = suspente principale du frein passant dans sa poulie, sans tour complet, en dessous des autres suspentes.

Si les cuissardes sont serrées de façon trop lâche, le pilote peut glisser partiellement hors de la sellette juste après le décollage. Il sera alors plus difficile de s'asseoir dans la sellette. Après s'être éloigné de la pente, le pilote peut prendre les deux poignées de frein d'une main et de l'autre s'aider à s'asseoir. **Questions 037 et 046.** Si on a des doutes concernant les conditions de décollage (météo, configuration du terrain) il est préférable de ne pas décoller. **Question 040.**

Le décollage se déroule en 3 phases principales : (1) gonflage, (2) contrôle/correction, (3) accélération. **Question 041.** Les 2 premières phases ne sont qu'une préparation de la voile à l'envol, le véritable décollage se déroulant seulement à la 3<sup>ème</sup> phase. Voir figure **P10.** La première phase se divise en deux. La phase **1a** est le gonflage de la voile qui passe de couchée sur le sol à gonflée juste au-dessus du sol. Elle doit se faire avec une certaine énergie et vitesse de course. La phase **1b** est la levée de la voile qui vient d'être gonflée. Puisque la voile est située quelques mètres derrière le pilote, il faut laisser le temps à celle-ci de monter au-dessus de lui. C'est pourquoi, il doit réduire à ce moment un peu son énergie et diminuer la vitesse de course. Cette diminution d'énergie permet aussi de mieux ressentir la tension dans les élévateurs et de mieux corriger son aile et la trajectoire de course le cas échéant. La phase **2** consiste à freiner son aile à environ 50% pour la ralentir et permettre de jeter un coup d'œil rapide mais précis sur la calotte en levant la tête (contrôle). Si la voile est complètement de travers ou qu'il y a une cravate (portion de calotte prise par une boucle de suspentes) ou un nœud entre suspentes, il doit être possible au pilote d'interrompre son décollage sans danger. En effet, la ligne de

décision ne doit en principe pas être encore franchie à ce stade. **Question 042.** Ou bien la voile est légèrement de travers et il est possible de corriger le problème (voir un peu plus loin). La phase 3 est subdivisée en 3 parties. La phase **3a** ne doit être réalisée que si la phase 2 s'est déroulée sans incident. Elle consiste en une accélération progressive de la course avec augmentation de l'énergie, corps penché vers l'avant et le regard dirigé vers la trajectoire de vol. Le corps du pilote quitte le sol à la phase **3b**. Figure **P11**. Le pilote reste un court instant debout pour amortir avec les jambes un éventuel retour au sol. Il peut s'asseoir enfin dans la sellette à la phase **3c**, quand il est éloigné de quelques mètres du sol. Chacune de ces phases durent environ 1-3 secondes durant lesquelles différentes fautes et problèmes peuvent survenir :

- La voile monte de travers car la tension des suspentes est asymétrique.
- La voile reste derrière le pilote car la tension sur les suspentes est mal dosée et que le pilote ne laisse pas le temps à la calotte de monter sur sa tête.
- La calotte trop rapide passe devant le pilote et fait une fermeture frontale à la phase 2. Cela arrive quand la levée de la voile a été réalisée avec trop d'énergie et que le pilote n'a pas pu suivre la voile par sa course et son freinage à la phase 2.
- Avec du vent de face soutenu, si la levée de la voile (phase 1b) est trop énergique et si le pilote compense ce surplus d'énergie par un freinage fort en phase 2, il peut se faire soulever sur place en phase 2, empêchant ensuite une accélération efficace à la phase 3.
- Si le pilote, hésitant, ne court pas suffisamment à la phase 3a et s'assied trop tôt dans la sellette, il retouchera inévitablement le sol, surtout si le terrain est peu incliné.



Figure P10 : Phases de décollage. 1a = gonflage, 1b = levée de la voile, 2 = contrôle, 3a = accélération, 3c = mise en place dans la sellette. La flèche représente la direction du regard.

- Enfin, si le pilote, crispé sur les élévateurs A lors du gonflage, tire vers le bas, la calotte peut fermer frontalement donc se gonfler et monter difficilement.

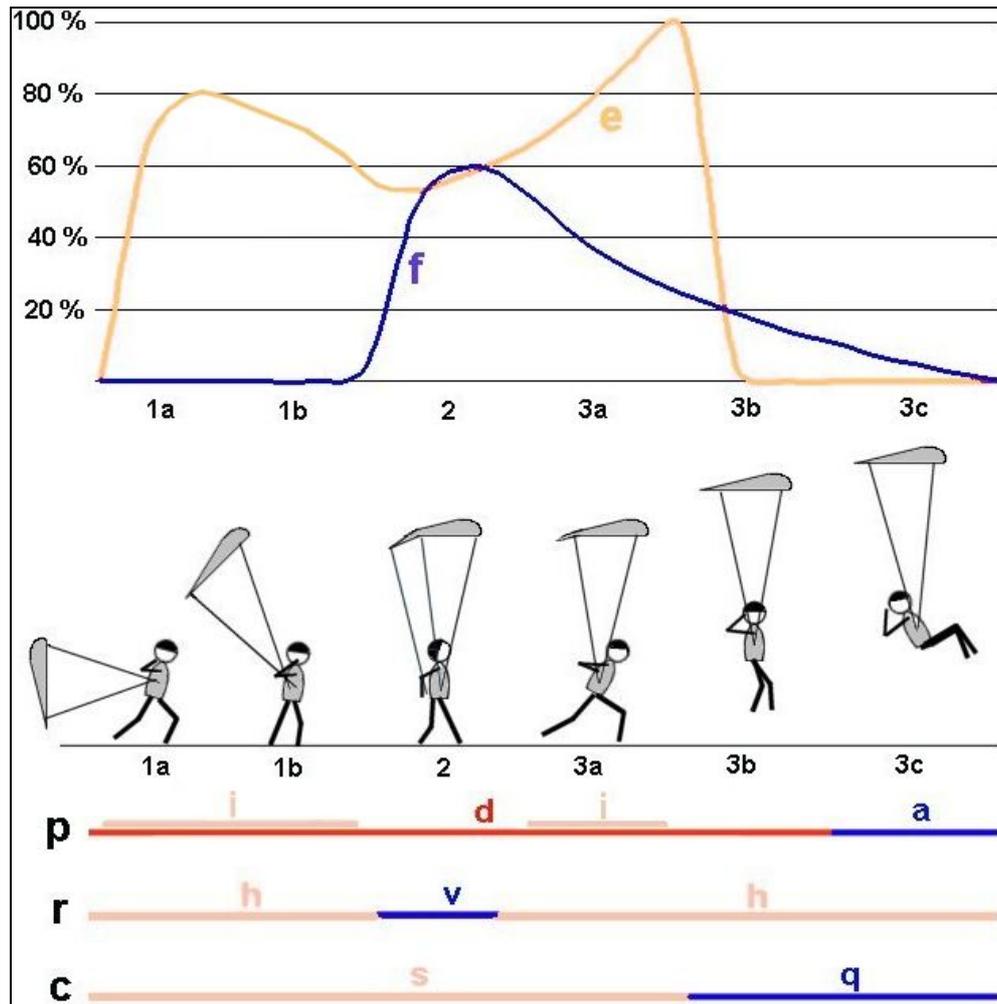


Figure P11 : Phases de décollage. 1a = gonflage, 1b = levée de la voile, 2 = contrôle, 3a = accélération, 3b = décollage proprement dit, 3c = mise en place dans la sellette, e = vitesse de la course et énergie fournie par le pilote (% de la vitesse et de l'énergie maximales), f = amplitude du freinage (% du freinage maximal), p = position du corps avec d = debout, a = assis dans la sellette, i = corps penché en avant, r = direction du regard avec h = direction vers l'horizon et v = direction vers la calotte, c = contact avec le sol avec s = contact effectif et q = pilote quitte le sol.

En principe, dès la phase 3a, aucun problème ne devrait survenir, car la ligne de décision a été franchie, c'est-à-dire que le pilote a décidé qu'il n'y avait pas de problème pour décoller en toute sécurité. Un problème à la phase 3 est potentiellement dangereux alors qu'avant cette phase, le pilote peut interrompre son décollage en toute sécurité si l'aile n'est pas prête au décollage. C'est pourquoi **les phases 1 à 2 doivent être réalisées calmement et précisément, avec tact, sans volonté trop précoce de décoller immédiatement et précipitamment.** La décision de décollage n'intervient donc qu'en phase 3.

Comme l'atterrissage, le décollage est une manœuvre délicate qui peut être dangereuse si elle est mal réalisée. Il est donc intéressant de la décortiquer encore en analysant individuellement chaque mouvement durant les 3 phases. Voir figure P11.

- La course e : elle présente 2 pics. Le premier modéré pour gonfler (1a) la voile et le deuxième maximal à la fin de l'accélération (3b). Pendant la levée de la voile (1b), la course est ralentie. La vitesse de course est grosso modo proportionnelle à la force et l'énergie que transmet le pilote aux suspentes. Si le vent est faible, nul ou légèrement arrière, la course et l'énergie des premières phases sont augmentées et peuvent atteindre alors presque 100 %.
- Le freinage f : il apparaît en début de phase 2 (calotte au-dessus du pilote) assez fermement voire même brusquement mais symétriquement. Les freins sont ensuite progressivement et prudemment relâchés jusqu'à la fin du décollage. Si la pente est très inclinée et que le vent est faible, l'intensité du freinage peut dépasser légèrement les 50%. Si la pente est peu inclinée ou que le vent de face est plus soutenu, le freinage est inférieur à 50%. Si le freinage est trop précoce, la levée de la voile est ralentie. Celle-ci peut donc rester trop en arrière ce qui interrompt le décollage.
- La position du corps du pilote p. Elle est debout d jusqu'en phase 3b, c'est-à-dire bien sûr durant la course mais aussi un court instant après avoir quitté le sol pour amortir avec les jambes un éventuel retour au sol et reprendre la course. Ce n'est qu'à la phase 3c, lorsque le pilote est éloigné du sol qu'il peut s'asseoir (a) dans la sellette en toute sécurité. Durant la position debout, le corps du pilote se penche en avant (i) pendant la phase 1b, afin de compenser la tension des suspentes vers l'arrière, et en phase 3a, pour aider à l'accélération de la course.
- Le regard du pilote r. Il est en général dirigé loin vers l'avant (h) et jamais au sol devant les pieds. La seule exception est en phase 2 où le pilote lève franchement la tête (v) pour regarder et contrôler la calotte.
- Le contact avec le sol c. Durant la course, jusqu'à l'accélération finale de la phase 3a, les jambes du pilote gardent contact avec le sol s. Ce n'est qu'à la phase 3b que le pilote quitte (q) le sol, c'est-à-dire décolle véritablement.

Si la voile monte un peu de travers (petite composante travers du vent, gonflage légèrement asymétrique), une correction peut se faire en phase 2 voire déjà à la fin de la phase 1b. Voir figure **P12**.

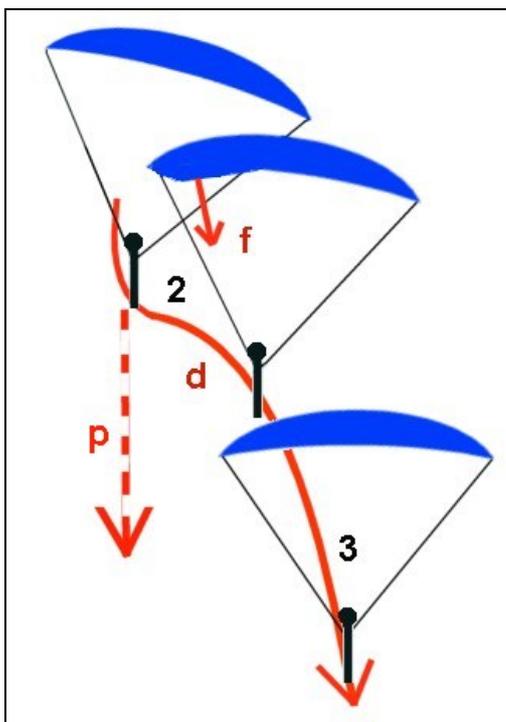


Figure P12 : Correction au décollage. f = action sur le frein d'un côté, d = déplacement latéral de la course de l'autre côté. 2 et 3 = phases de décollage, p = trajectoire prévue de la course avant la correction.

Par exemple, si la voile est inclinée sur le côté gauche, il faut d'une part contrer proportionnellement (à l'inclinaison latérale de l'aile) avec le frein droit et d'autre part se repositionner sous l'aile, c'est-à-dire se déplacer proportionnellement sur la gauche pendant la course. Les deux actions sont bien sûr inversées si la voile est inclinée sur la droite.

Un vent de face modéré (par exemple 15 Km/h) est idéal pour le décollage. Cela diminue d'autant la vitesse du parapente par rapport au sol. La distance et la vitesse de course sont donc réduites. **Question 024.** Si le vent est nul ou très légèrement arrière par contre, la distance et la vitesse de course sont augmentées, surtout si le terrain est peu incliné. **Question 025.** Dans ce cas, l'aire de décollage devant le pilote doit être longue, régulière, sans obstacle ni accident de terrain. **Question 026.** Si le vent arrière est plus soutenu (> 5km/h) il faut renoncer à décoller car le danger d'accident est trop grand. La vitesse de course risque d'être insuffisante pour suivre la forte vitesse du parapente par rapport au sol et la finesse du parapente est diminuée dans ces conditions de vent descendant. **Question 044.** Si le vent au décollage est légèrement de travers (par exemple un vent de 120°, autrement dit de SE, sur un décollage orienté sud) il faut déployer et gonfler son aile face au vent (direction SE) puis tourner progressivement son parapente à la phase de contrôle dans le sens de la pente (direction S) puis finalement accélérer. **Question 043.** En haute altitude (par exemple à 3600 m.), l'air est moins dense (voir deuxième partie, météorologie) et l'oxygène est plus rare. La vitesse propre d'un parapente est donc augmentée (voir première partie, aérodynamique) et les performances de l'organisme humain sont réduites. Par conséquent, par rapport à basse altitude (par exemple à 1400 m.), dans des conditions sans vent, la distance de course, pénible, sera plus longue. **Question 045.**

Une calotte mouillée est un peu plus lourde (quelques kilos) qu'une calotte sèche. Cela n'est cependant pas suffisant pour augmenter le PTV dans des proportions entraînant une diminution significative des performances de vol ou une augmentation sensible de la vitesse propre de l'appareil. Par contre, il sera plus dur de gonfler et lever son aile derrière soi car le moment de force (poids de la calotte - longueur des suspentes) agissant vers l'arrière et le bas est augmenté de façon sensible. **Questions 038 et 039.** La stabilité de vol n'est pas affectée mais le risque de décrochage est cependant plus grand.

Si le terrain de décollage se situe dans une clairière, il faut s'attendre à un gradient de vent donc à des turbulences (voir deuxième partie, météorologie) avec un vent faible au sol et un vent plus soutenu à la hauteur des cimes des arbres. **Question 029.** Il faut se méfier beaucoup d'un vent fortement variable (changement brusque en direction et en force) au décollage. Cela peut signifier que celui-ci se trouve sous le vent de la pente et on peut s'attendre à de très fortes et dangereuses turbulences juste après le décollage. **Question 030.**

Si le vent de face est de 20 à 25 Km/h, le terrain derrière le parapente est aussi important, car on risque de reculer en cas de rafale plus soutenue. Ce terrain doit être libre, large, sans accident de terrain et sans falaise (qui serait située forcément sous le vent). Je vous laisse imaginer la catastrophe, si le pilote recule au gonflage de la voile alors qu'un précipice se trouve juste derrière. De même une rafale peut entraîner un gonflage involontaire et un décollage incontrôlé si la pente est inclinée. **Questions 027 et 028.** Dans ces conditions de vent, la technique de décollage face à la voile (donc dos à la pente) lors des phases 1 et 2, sur un terrain pas trop incliné, est la méthode la plus sûre pour éviter un décollage trop brusque, imprécis voire incontrôlé. **Question 031.** Le contrôle prévol (MA VIE) lors d'un décollage face à la voile doit aussi se faire dans le même ordre. Mais puisque le pilote, retourné, ne voit pas sa trajectoire aux 2 premières phases de décollage, il doit aussi se concentrer d'une part sur le sens de retournement

face à la pente et d'autre part, juste après s'être retourné et avant l'accélération finale, marquer un court temps d'arrêt (temporisation) afin de jeter un dernier coup d'œil sur l'espace aérien et la piste d'envol. **Questions 032 et 034.** Voir figure **P13**.



*Figure P13 : Décollage face à la voile. Le pilote gonfle (a), lève (b) et contrôle (c) la calotte, dos à la trajectoire de décollage et avec délicatesse. A la fin du contrôle, il se tourne (d) du bon côté, ici à droite, temporise une fraction de seconde pour jeter un dernier coup d'œil sur l'espace aérien puis accélère (e), penché en avant. Une fois éloigné du relief, il s'installe enfin dans la sellette (f).*

Il existe plusieurs méthodes de maniement des élévateurs pour décoller face à la voile. Voici un exemple de méthode à mon avis la plus sûre et la plus simple. Voir figure **P14**. Il faut éviter la méthode qui implique un lâchage des poignées de frein durant la phase de contrôle afin de les ressaisir avec les mains du bon côté. Cela déconcentre l'attention du pilote sur le contrôle de la calotte et donne un aspect peu harmonieux et saccadé au décollage.

1. Le pilote attache les élévateurs à la sellette comme d'habitude, dos à la voile.
2. S'il veut se retourner par la droite lors du décollage, il doit maintenant se tourner (rotation sur lui même) de 180 ° sur la gauche en se penchant en arrière et en soulevant bien avec le bras droit le faisceau de suspentes droites par-dessus la tête.

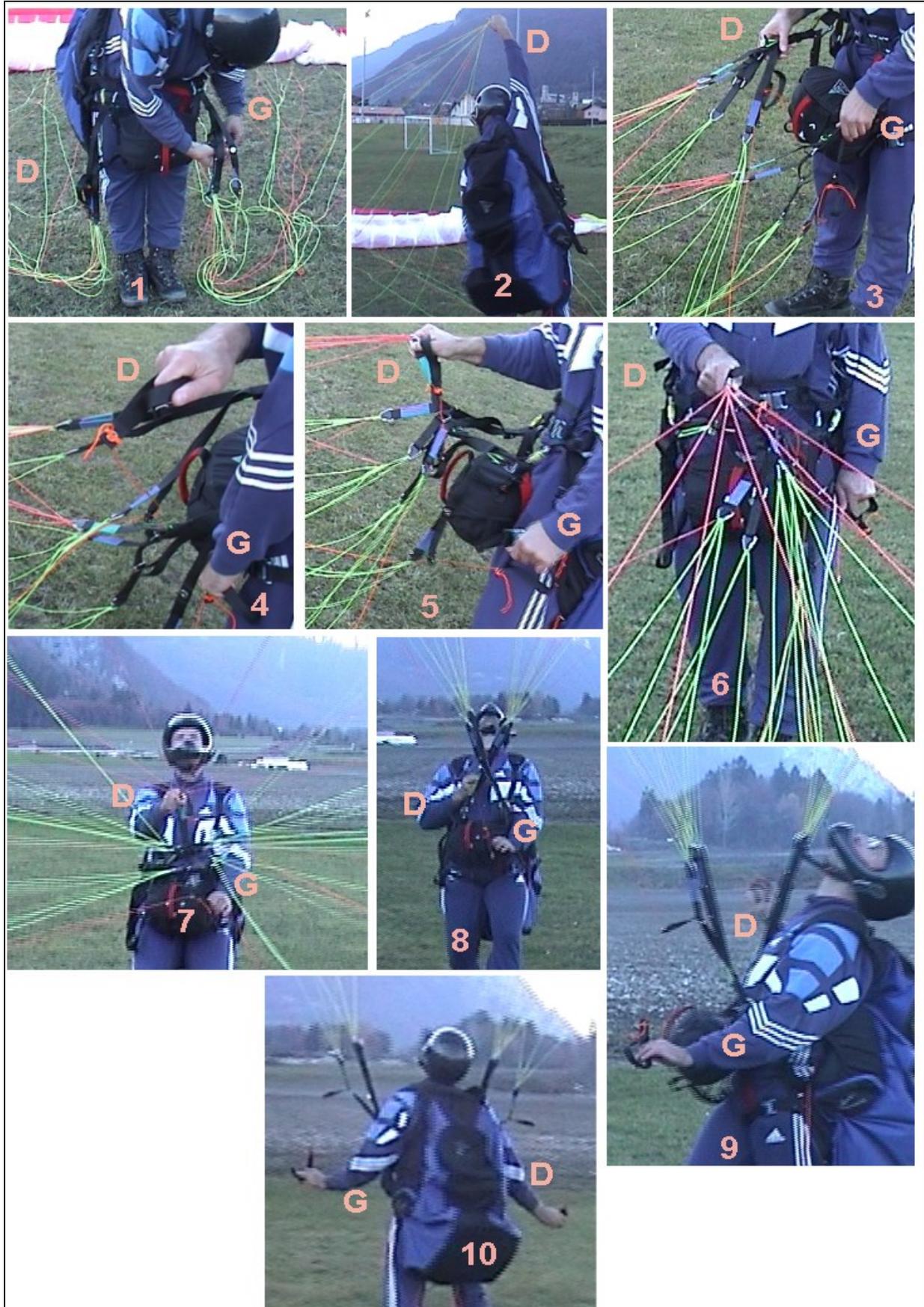


Figure P14 : Maniement des élévateurs lors du gonflage face à la voile. D = droite, G = gauche.

3. Il se trouve maintenant face à la voile. Les élévateurs et les suspentes droits sont dans le prolongement du bras droit et passent par-dessus les élévateurs et les suspentes gauches. Pour chaque groupe gauche et droit des élévateurs, les suspentes et élévateurs A se trouvent dessus les autres élévateurs B-D.
4. La main droite prend la poignée du frein droite. La main gauche prend la poignée du frein gauche.
5. Faire attention que le croisement des groupes gauche et droit des suspentes ait lieu au niveau des élévateurs et non au niveau des suspentes. Tout en gardant dans la main la poignée du frein droit, le pouce et l'index droits saisissent l'extrémité des **deux** élévateurs A parallèlement.
6. Le pilote peut faire son check en 5 points et reste sensible au vent sur son dos et sa nuque.
7. Au moment opportun, il tire (délicatement si le vent est fort) les suspentes A tout en se penchant légèrement en arrière, pour que toutes les suspentes soient sous tension de façon symétrique.
8. Il lève la voile doucement puis, dès que la calotte est sur sa tête, lâche les élévateurs A, freine et contrôle la calotte. Les élévateurs droits se trouvent entre le pilote et les élévateurs gauches. Durant tout le gonflage, le pilote peut regarder et contrôler la calotte, ce qui est un grand avantage par rapport au gonflage face à la pente (dos à la voile).
9. Le pilote se retourne du côté droit de 180° en gardant un peu de frein. Les élévateurs et les freins se décroisent et leur position, par rapport au pilote, devient naturellement normale.
10. Le pilote se trouve face à la pente comme lors du décollage conventionnel. Il peut accélérer sa course et s'incliner vers l'avant pour décoller.

Ce décollage face à la voile devrait être entraîné dès le début de la formation.

Une fois décollé, le pilote s'écarte du relief, avant de lâcher éventuellement les freins un court instant, pour aider à se remettre dans la sellette par exemple. Sinon, s'il survient une fermeture de calotte à cause d'une turbulence, le pilote n'aura pas le temps de chercher les poignées de frein puis de corriger la trajectoire qui risque d'être dirigée vers le sol.

#### **Question 047.**

Juste après le décollage, le pilote peut parfois remarquer un nœud peu important entre suspentes, qui aurait dû être repéré lors du check préalable. Comme un nœud raccourcit les suspentes concernées, le profil est déformé du côté du nœud. Ce profil sera moins performant que le profil non déformé. Le parapente aura donc tendance à tourner du côté des nœuds. Le pilote doit alors compenser en freinant de l'autre côté pour pouvoir voler droit. Par exemple si le pilote doit freiner à droite pour voler droit, il existe certainement un nœud entre des suspentes gauches. **Question 048.** Si le nœud se trouve plutôt sur les suspentes arrière, il y a augmentation d'incidence de l'aile du côté du nœud. Par exemple s'il existe un nœud entre une suspente D et le frein gauches, le pilote doit compenser en freinant à droite. L'incidence de l'aile augmente globalement et le risque de décrochage et de vol parachutal augmente dans les mêmes proportions. De plus si l'on doit tourner à droite avec les freins, il y a risque de décrochage asymétrique (vrille). **Question 049.** Par contre, si le nœud se trouve sur les suspentes avant (par exemple entre des suspentes A et B), il y a diminution d'incidence (donc de portance) de l'aile du côté du nœud. Par conséquent, l'aile sera plus sensible aux turbulences et se dégonflera plus facilement de ce côté. **Question 050.**

Pour défaire un nœud entre suspentes, il faut s'écarte du relief puis secouer les suspentes entrelacées ou éventuellement provoquer une fermeture contrôlée de la demi-aile concernée (voir plus loin). Si le nœud se trouve près du pilote (par exemple entre un

frein et un élévateur), le pilote peut essayer de démêler le nœud avec une main.

**Question 051.** Une petite cravate latérale (classiquement la suspente du stabilo fait un tour de voilure latérale) peut aussi arriver. Après s'être éloigné du relief, on peut essayer de secouer les suspentes incriminées ou provoquer une fermeture latérale contrôlée de la demi-aile concernée (voir plus loin).

### Domaine et optimisation de vol, dérive latérale, vol dans les ascendances

Le domaine de vol normal est l'ensemble de toutes les vitesses et inclinaisons de vol ne mettant pas en danger le pilote et entraînant un vol stable et harmonieux, rectiligne ou circulaire (virage). Lorsqu'un vent en altitude souffle latéralement par rapport à la trajectoire du parapente, celui-ci subit une dérive latérale dans le sens du vent latéral.

Optimiser le vol implique d'utiliser au mieux tout le domaine de vol normal à disposition pour atteindre un but précis mais en perdant le moins (ou en gagnant le plus) d'altitude et de temps possible, dans les ascendances ou entre les ascendances (vol de transition). Ce travail d'optimisation peut sembler rébarbatif pour un débutant mais avec l'entraînement il devient intuitif, précis et naturel, sans ôter le plaisir du vol, bien au contraire.

Le domaine de vol rectiligne peut être résumé théoriquement par la polaire des vitesses qui a été longuement étudiée dans la première partie, aérodynamique. Voir figure P15.

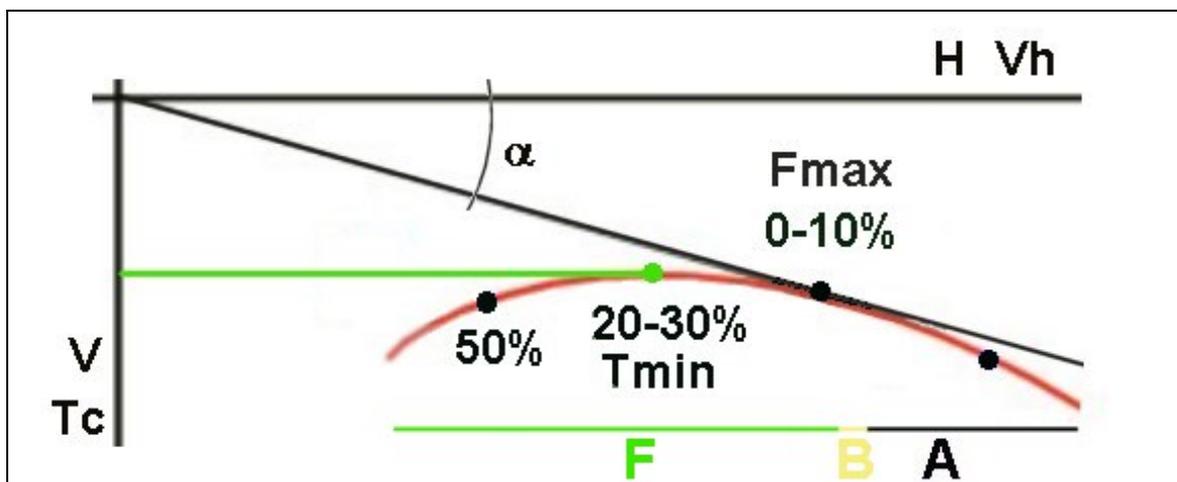


Figure P15 : Polaire des vitesses d'une voile de parapente. A = zone d'utilisation de l'accélérateur ou de l'afficheur.  $\alpha$  = angle de plané à finesse maximale.  $F_{max}$  = finesse maximale,  $T_{min}$  = taux de chute minimal. H = distance parcourue, V = perte d'altitude,  $V_h$  = vitesse horizontale,  $T_c$  = taux de chute. % = pourcentage de freinage. F = domaine de vol aux freins. B = domaine de vol bras haut. A = domaine de vol avec accélérateur ou afficheur.

Pour voler le plus loin possible, sans vent, le pilote doit donc voler à finesse maximale.

**Question 052.** Pour obtenir celle-ci, il faut voler bras haut (sans frein). Selon les modèles de parapente, la finesse maximale est obtenue avec un peu de frein (10%) ou au contraire avec un peu d'accélérateur. Pour voler le plus longtemps possible, sans vent, il faut voler à taux de chute minimal soit avec 20-30% de freins. **Question 054.** Voir figure P15.

Lorsque l'on connaît la finesse de son parapente, on peut calculer la distance maximale qu'on peut parcourir sans vent (calme plat). Par exemple avec un finesse de 6 et une

différence d'altitude de 1200 m. La distance qu'on peut espérer parcourir est de 1200 m. x 6 (différence d'altitude x finesse) = 7200 m. **Question 053.** Voir aussi première partie, aérodynamique.

Une question intéressante et qui paraît simple au premier abord est celle de la vitesse de vol par rapport à la position du pilote dans sa sellette. **Question 055.** J'ai renoncé à développer la réponse plus en détail car l'explication nécessite plusieurs pages de réflexions et de calculs compliqués. Intuitivement on peut néanmoins estimer que si l'on prend une position aérodynamique, on ira plus vite. En fait, une équipe d'ingénieurs aérodynamiciens (Toulouse, 1999) ont montré par des calculs compliqués que le gain de vitesse en position aérodynamique du pilote (réduction de traînée) était deux fois moins importants que le gain en finesse qui peut dépasser 5% de la finesse de départ. Par exemple si la finesse d'un planeur avec position du pilote assis, les bras écartés, est de 8, la finesse peut valoir 8,4 en position aérodynamique, alors que le gain en vitesse n'est que de 1-2 Km/h. Cette même équipe a montré également par des mesures en soufflerie que la position aérodynamique la plus favorable était (1) corps incliné vers l'arrière (position « couché »), (2) bras le long et derrière les élévateurs, coudes serrés contre le corps et (3) jambes symétriques, pliées et groupées devant l'orifice de l'airbag de la sellette. Tendre les jambes en avant ou les croiser seraient plutôt défavorable. Le fait d'avoir un casque aérodynamique n'apporte pratiquement rien. La position résultante est donc un « objet » groupé et compact. Dans cette position, la différence de traînée entre une sellette type compétition et une sellette standard était faible. Voir figure **P16**.

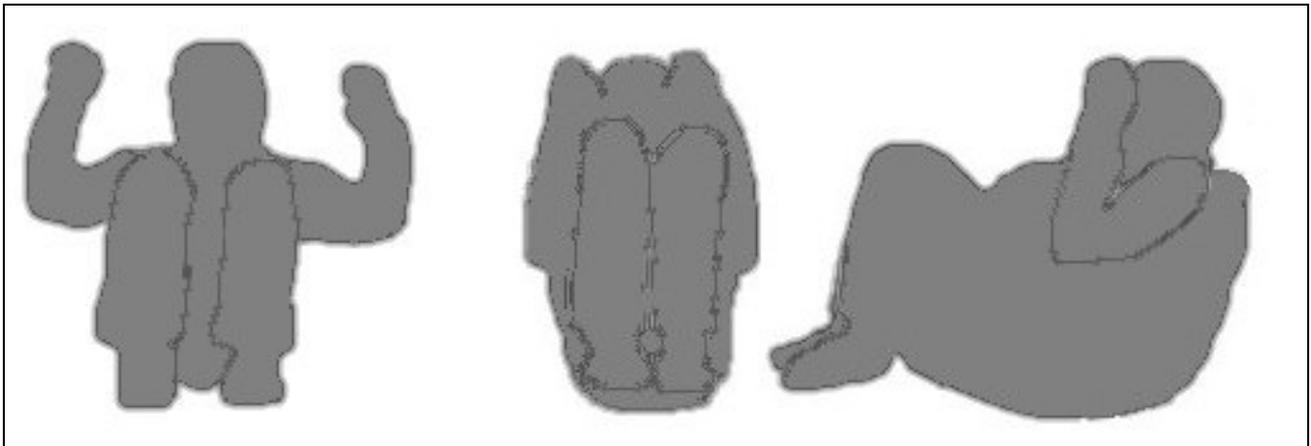


Figure P16 : Position assise standard à gauche. A droite, face et profil de la position aérodynamique offrant le moins de traînée parasite. Une position bras croisé devant le thorax offrirait même encore un peu moins de traînée mais limiterait évidemment les possibilités de pilotage.

Pour répondre aux **questions 056 à 058**, il faut étudier les polaires du parapente par rapport au sol dans une masse d'air en mouvement (vent). Figure **P17**. Sur cette figure on a reporté la polaire d'un parapente de finesse maximale = 8.2 à 35 Km/h dans diverses situations de vent. Pour comprendre ce qu'il se passe, il est plus simple de déplacer la polaire en fonction de la force et de la direction du vent. Par exemple, si le vent souffle 20 Km/h de face, il faut déplacer la polaire sur la gauche de 20 Km/h. S'il s'agit d'un vent descendant de 2 m/s, il faut déplacer la polaire vers le bas de 2 m/s. Etc.

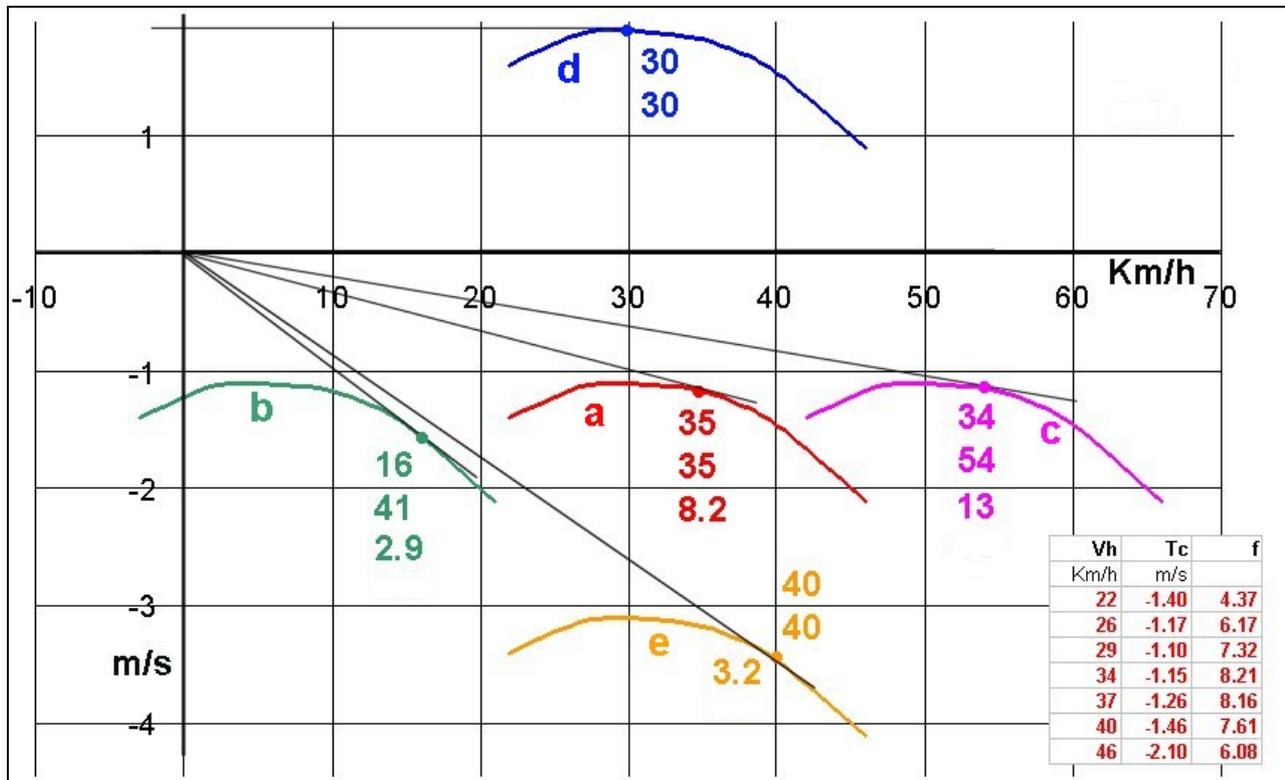


Figure P17 : Polaire d'un parapente par rapport au sol dans 5 situations aérologiques différentes. Elle ne change pas de forme mais se déplace dans le champ des axes des vents verticaux (m/s) et horizontaux (Kmh). Situations : a = pas de vent, b = lors d'un vent de face de 25 Kmh, c = lors de vent arrière de 20 Kmh, d = lors de vent ascendant de 3 m/s et e = lors de vent descendant de 2 m/s. En bas à droite, les valeurs numériques de la polaire sans vent. Pour chaque courbe le nombre du haut représente la vitesse sol, le nombre du milieu la vitesse propre et celui du bas la finesse sol du parapente.

Pour voler le plus loin possible, autrement dit à finesse maximale, face à un vent de 25 Kmh (cas b de la figure P17) il faut voler vite en actionnant modérément son accélérateur. **Question 056.** On trouve les vitesses du parapente en tirant une tangente à la polaire, passant par l'origine des axes. Cela donne une vitesse propre de 41 Kmh soit 16 Kmh sol (41-25). Le taux de chute devient égal à un peu plus de 1,5 m/s. La finesse sol devient donc égal à 16 Kmh/1.5 m/s ou 16Kmh/5.4Kmh = 2.9. Un raisonnement identique montre que pour la situation c, il faut voler avec 15 à 20 % de frein avec un vent arrière de 20 Kmh pour aller le plus loin possible (finesse maximale). **Question 057.** Dans ce cas, la finesse sol maximale est égale à 13, la vitesse sol à 54 Kmh et la vitesse propre à 34 Kmh.

En calculant ainsi graphiquement la polaire réelle d'une aile actuelle, on remarque que les conseils de vitesse fournis par les réponses des questions 56 et 57 sont un peu exagérées (trop de vitesse pour la première et trop de ralentissement pour la deuxième). Pour la situation d, le calcul de la finesse maximale n'a aucun sens. Dans une ascendance on cherche en effet à monter le plus vite possible et pas à voler le plus loin possible. Il faut donc voler à taux de chute minimale soit avec 20-30% de freins. **Question 058.** Dans ce cas, le taux de montée est égal à un peu moins de 2 m/s et les vitesses sol et propre sont égales à 30 Kmh. Lorsque on vole dans une masse d'air descendant (cas e de la figure P17) on remarque que pour obtenir une finesse maximale, il faut voler

modérément vite (action modérée sur l'accélérateur). Par exemple avec un vent descendant de 2 m/s, il faut voler à 40 Km/h (vitesse propre = vitesse sol) pour ainsi obtenir une finesse maximale de 3,2.

Lorsque le vent souffle perpendiculairement à la direction choisie, il faut voler en « crabe », c'est-à-dire de biais, en partie face au vent, pour compenser le vent et optimiser le vol le mieux possible c'est-à-dire arriver le plus haut possible au but. Figure P18.

L'angle  $\delta$  entre la trajectoire (au sol) du parapente et l'axe longitudinal (du roulis, ou axe de la trajectoire par rapport à l'air) s'appelle angle de correction de dérive. **Question 064.** Plus le vent traversier augmente et plus cet angle augmente. **Question 065.** Inversement, plus la vitesse propre du planeur est grande et plus cet angle est petit. **Questions 066 et 67.** En résumé, cet angle dépend donc de la vitesse propre du planeur et de la force et de la direction du vent. **Question 068.**

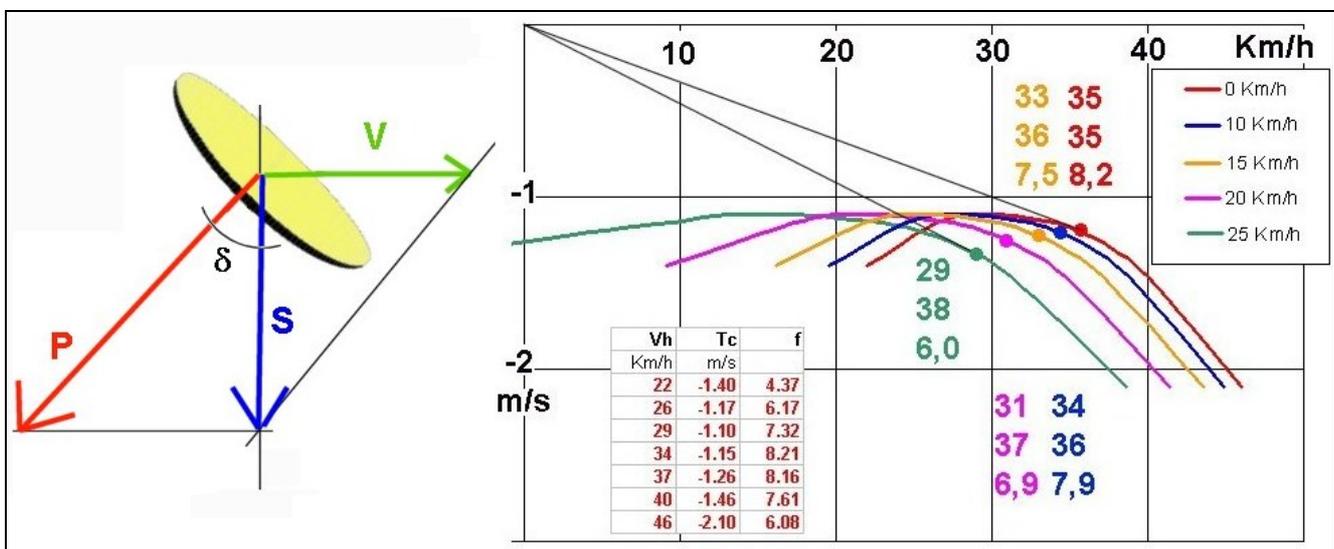


Figure P18 : A gauche,  $V$  = direction et force du vent de travers,  $P$  = direction et vitesse propre du parapente et axe de vol,  $S$  = direction (trajectoire) et vitesse sol résultantes du parapente = addition des vecteurs  $V$  et  $P$ ,  $\delta$  = angle de correction de dérive. A droite, polaires résultantes du parapente avec différentes vitesses du vent traversier.

La figure ci-dessus montre que plus le vent de travers est fort et plus il faut voler vite mais modérément (par exemple avec les afficheurs ou l'accélérateur tirant sur les suspentes A et B) pour obtenir une finesse maximale. Avec 25 Km/h de vent, par exemple, il faut voler à 38 Km/h (vitesse propre) et l'on obtient un maximum de finesse 6 avec une vitesse sol de 29 Km/h. **Question 059.** Par exemple si la trajectoire recherchée (sol) est pointée vers le sud et le vent vient de l'ouest, il faut voler assez rapidement l'aile dirigée vers le sud-ouest pour avoir la meilleure finesse (autrement dit arriver le plus haut possible au but).

**Question 060.** Les polaires de la figure ci-dessus montrent que jusqu'à 15 Km/h de vent traversier, les finesesses et les vitesses ne sont que peu altérées et ce n'est qu'à partir de 20 Km/h et surtout pour les basses vitesses (freins) que ces valeurs changent de façon significative. La figure P19 montre ce qui se passe si un pilote vole ou ne vole pas en « crabe ». Le cas 1 montre un pilote qui maintient son aile dirigée vers le sud. Avec un vent d'ouest, il sera dévié de sa trajectoire sud désirée et arrivera à gauche du but selon une trajectoire sud-est. **Question 062.** Le cas 2 montre un pilote qui vole en « crabe » dans le même vent d'ouest avec son aile dirigée vers le sud-ouest. Il arrivera droit au but

de façon optimale dans une trajectoire sol dirigée vers le sud. **Question 063.** Le cas 3 montre un pilote corrigeant souvent de cap afin de diriger l'axe longitudinal de son aile vers le but. Sa trajectoire aura une forme de courbe caractéristique. Le pilote arrivera au but mais pas de façon optimale. **Question 061.**

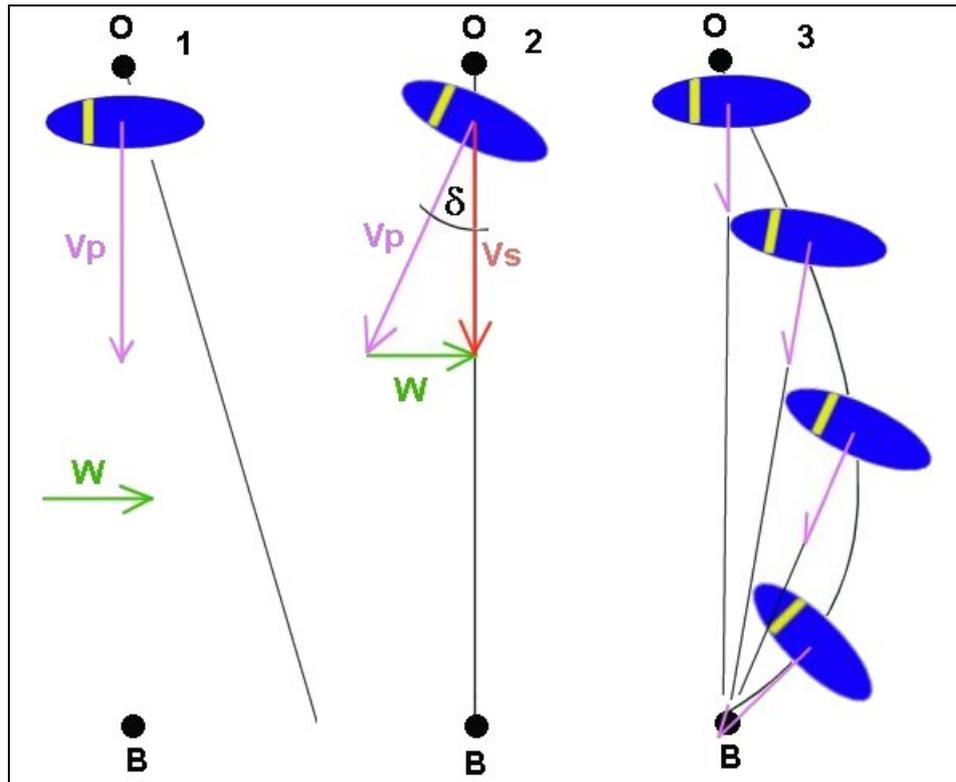


Figure P19 : O = origine, B = but (direction sud), W = vent traversier d'ouest, 20 Km/h,  $V_p$  = vitesse propre du planeur,  $V_s$  = vitesse sol du planeur.  $\delta$  = angle de correction de dérive.

La question **069** n'est pas très intéressante. Il s'agit d'une bête question piège qui joue sur les mots. Pour voler vers un but, le pilote doit simplement se diriger vers ce but, même s'il doit progresser en crabe.

L'exploitation (cerclage) des ascendances thermiques nécessite une certaine expérience souvent vite acquise par la plupart des pilotes. Chaque pilote expérimenté va de sa théorie. Cependant, un principe simple et souvent avancé est le suivant : quand le taux de montée augmente il faut diminuer l'inclinaison du virage quand il diminue ou va diminuer (anticipation) il faut serrer le virage. La figure **P20** donne un exemple concret. En phase 1, le pilote dirige son aile dans l'ascendance thermique (en générale globalement cylindrique). Puisque le taux de montée augmente, le pilote amorce un faible virage du côté du centre présumé de l'ascendance (phase 2). Dès qu'il sent que ce taux de montée diminue il accentue son virage (phase 3) pour se retrouver au plus vite dans le taux de montée le plus grand. Dès que ce taux augmente à nouveau, il dessert à nouveau son virage (phase 4) et ainsi de suite. Si à la phase 4 le pilote continue trop loin sans tourner suffisamment ou suffisamment tôt, il sort de l'ascendance. Le meilleur et le plus rapide chemin pour retourner dans celle-ci est d'effectuer un virage serré de 180° dans le sens de la spirale précédente. **Question 075.** Autre exemple : après un virage de 90°, le pilote, probablement mal centré dans l'ascendance, perd beaucoup d'altitude. Il est donc arrivé

dans la zone périphérique descendante. Voir figure P21. Le meilleur moyen de retrouver l'ascendance est de continuer le virage à environ 180°. **Question 072.**

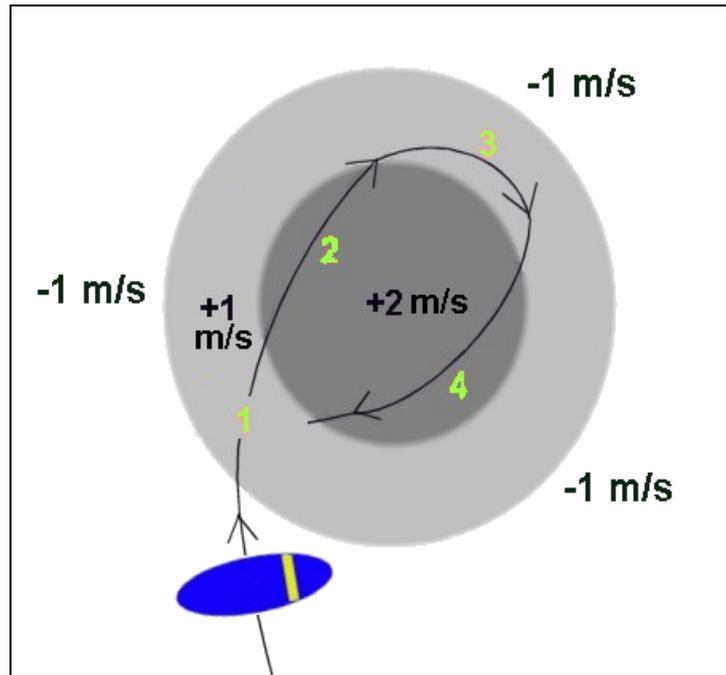


Figure P20 : Phases 1 à 4 du cerclage d'une ascendance thermique.

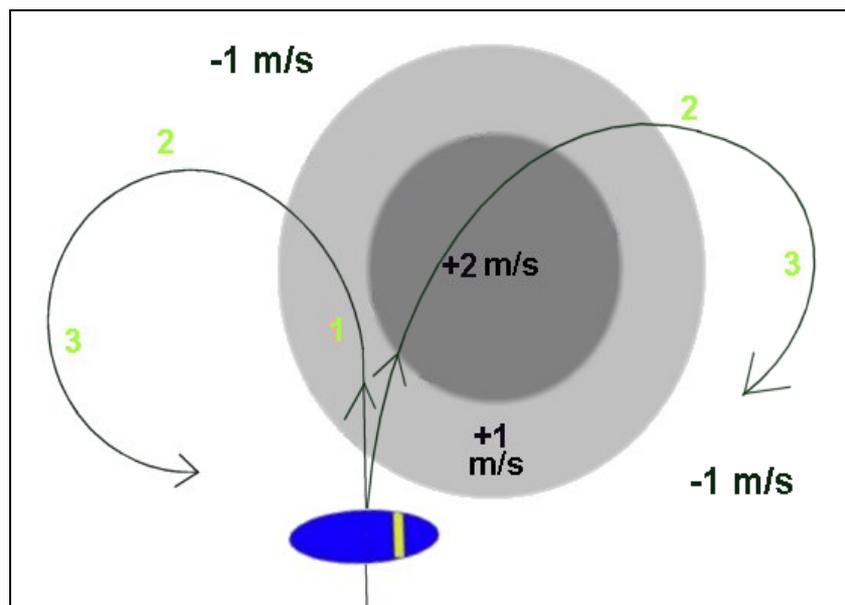


Figure P21 : Recentrage d'une ascendance thermique perdue. Phase 1, entrée dans l'ascendance thermique, phase 2 = sortie de l'ascendance après virage de 90°, phase 3, retour dans l'ascendance après continuation du virage de 180°.

Les ascendances thermiques présentent des turbulences et des vents descendant à leur périphérie. Si le pilote cercle les ascendances thermiques trop large, ou s'éloigne de leur centre, il pénètre dans la zone périphérique descendante et peut perdre ainsi beaucoup d'altitude. **Question 074.**

Jusqu'à présent nous avons parlé des ascendances thermiques sans vent. Dans de telles conditions ces ascendances sont évidemment verticales et le pilote doit les cercler en une spirale verticale. **Question 073.** Il arrive souvent que le vent soit suffisamment fort pour incliner la colonne d'air ascendant dans le sens du vent. Au vent de cette colonne on rencontre plutôt des ascendances turbulentes tandis que sous le vent on rencontre de fortes turbulences et des descendance. Voir figure **P22**. C'est pourquoi si un pilote arrive sous un cumulus, marquant l'ascendance thermique, il doit rechercher les meilleures ascendances au vent du cumulus (contre le vent du courant ascendant). **Question 070 et 78.** Inversement, Il doit éviter les courants descendants sous le vent. **Question 077.**

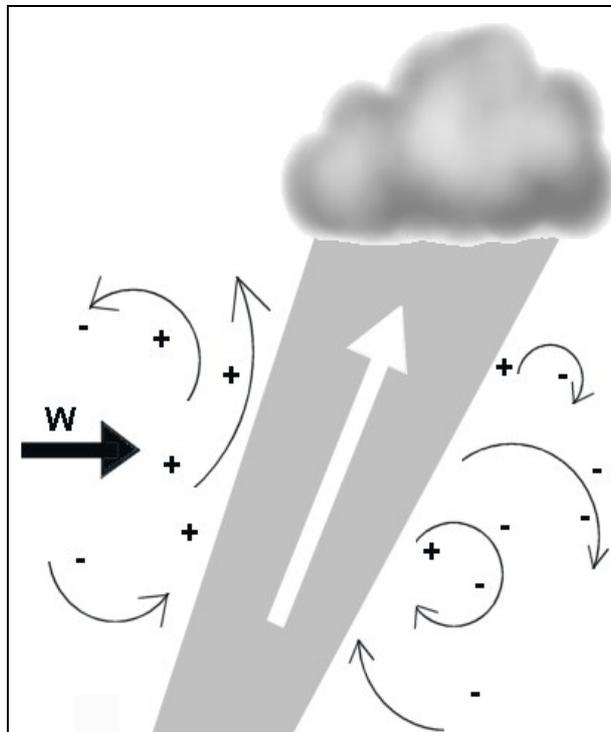


Figure P22 : Effet du vent sur une ascendance thermique : inclinaison et effets en périphérie de celle-ci. W = vent.

Si un pilote spirale dans une convection soumise au vent, il va être décalé à la même vitesse que la masse d'air ascendante. Par exemple si le pilote remarque avoir progressé de 3 Km en 10 mn pendant qu'il cercle dans l'ascendance, il peut déduire que le vent souffle à 3 Km/10mn ou 18 Km/h. **Question 071.** Autre exemple, si le vent souffle d'ouest (270°), le courant ascendant sera dévié vers l'est. **Question 076.** Si le pilote sort d'une ascendance déviée par un vent assez fort (par exemple 15 nœuds), il aura de la peine à revenir dans celle-ci. Il est en général préférable de voler tout droit dans la direction du vent à la recherche d'une autre ascendance. **Question 079.**

Lors d'un vol de distance, le pilote passe (transite) d'une ascendance à l'autre. Pour s'assurer de continuer ainsi, le mieux est qu'il quitte l'ascendance lorsqu'il a choisi clairement son objectif, par exemple l'ascendance suivante, et lorsqu'il est sûr d'avoir atteint l'altitude suffisante pour y parvenir. **Question 080.** Lorsque les ascendances thermiques sont turbulentes, il faut piloter avec calme et souplesse (voir partie suivante), freiner légèrement (ce qui augmente la pression dans la calotte et la rend ainsi plus solide et permet une meilleure sensibilité au pilotage) et s'éloigner du relief (pour pouvoir réagir à temps en cas d'incidence de vol et pour s'éloigner des turbulences plus marquées près du sol). **Question 081.**

A part les ascendances thermiques, le pilote de parapente peut se maintenir en altitude grâce aux ascendances dynamiques. Il s'agit de se placer au vent d'un relief. Ce vent est forcé de monter sur la crête et c'est devant celle-ci qu'on utilisera les courants ascendants. On parle aussi de faire du « soaring » de pente. Dans ce genre de vol, quand on veut faire un virage, il faut toujours tourner face au vent en s'écartant de la crête. **Question 082.** Tant que le vent souffle suffisamment, le pilote peut ainsi se maintenir en l'air par des allers-retours le long de la crête.

On se souvient que le parapente provoque des tourbillons marginaux (vortex, traînée induite) dans son sillage de vol (voir première partie, aérodynamique). Cette zone d'air agitée peut être ressentie par d'autres pilotes volant derrière un parapente et même leur causer des difficultés notamment lors des vols près du sol (atterrissage et décollage). **Questions 083 et 084.**

### **Figures de vol, sortie du domaine de vol, incidents de vol**

Dans de fortes turbulences et pendant ou après des figures de vols « extrêmes » l'aile réagit souvent par de forts mouvements autour des trois axes de vol mais essentiellement des mouvements de roulis et de tangages. Dans une zone de turbulences, il convient de rester souple et calme et de compenser les mouvements de l'aile de façon mesurée. En cas de doute, il vaut mieux freiner légèrement, pour maintenir la calotte sous une bonne pression et sentir son aile (anticipation) et ne pas trop compenser les mouvements de roulis. **Question 098.** Les mouvements de tangage vers l'avant (abattée) peuvent être contrés par un bref mouvement de freinage aux commandes tandis que l'inverse (la calotte reste en arrière) doit être contré en relâchant complètement la tension aux commandes (bras hauts). Ces mouvements de tangage existent aussi après certaines manœuvres extrêmes, par exemple après l'interruption brusque d'une spirale serrée (voir plus loin). On a d'abord une ressource (l'aile remonte avec un pilote qui part vers l'avant comme sur une balançoire alors que l'aile reste en arrière) suivie d'une abattée où l'aile plonge en avant. Il faut donc relâcher la tension sur les commandes pendant la ressource pour permettre à l'aile de rattraper le pilote (sinon risque de décrochage) puis freiner fermement mais brièvement lors de l'abattée (sinon risque de fermeture frontale). Il est très important de maîtriser ces gestes et réactions simples. Voir figure **P23.**

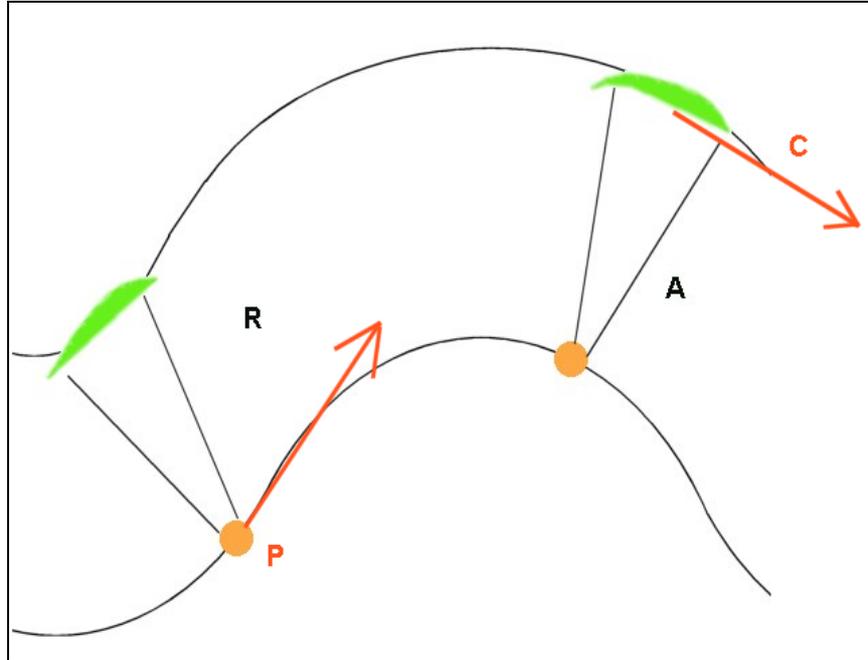


Figure P23 : Ressource R avec le pilote P qui monte plus vite que la voile (pour contrer il faut mettre les bras hauts = pas de tension sur les commandes de frein) suivi d'une abattée A avec une calotte C qui plonge plus vite que le pilote (pour contrer il faut un bref freinage symétrique).

Une **spirale serrée** est une suite de virages de 360° rapides et étroits. Le facteur de charge G est évidemment élevé (augmentation du poids apparent) à cause de la force centrifuge. **Question 102.** L'avantage de cette figure est de pouvoir perdre rapidement de l'altitude sans déformation de la calotte. **Question 104.** Mais il faut parfaitement maîtriser la technique de la spirale serrée surtout dans de l'air turbulent, notamment il faut pouvoir en sortir à temps et proprement. Un des risques de cette figure est lié au facteur de charge qui peut entraîner un trouble du bien-être du pilote sous la forme d'un « voile noir », autrement dit une syncope par une diminution de circulation cérébrale. **Question 109.** L'autre risque de cette manœuvre et de ne pas réussir à en sortir. Pour arrêter une spirale il faut freiner (commande de frein) et pencher son corps progressivement et d'abord légèrement du côté **externe**. Plus ces dernières manœuvres sont brusques et plus la ressource puis l'abattée en sortie de spirale sont violentes. Voir figure **P23**.

Le « **wingover** » désigne une succession de changement rapide de virages (entre 90 et 180°), l'aile pouvant présenter à certains moments une inclinaison latérale de plus de 90°. **Question 101.** Voir figure **P24**.

**Faire les oreilles** signifie rabattre symétriquement les deux extrémités de la calotte sous l'intrados. Voir figure **P24**. Pour réaliser les oreilles il faut saisir la suspente A externe de chaque côté et les tirer symétriquement avec vigueur vers le bas. L'avantage des oreilles est que le parapente avance horizontalement selon un cap déterminé, sans augmentation du facteur de charge, malgré un taux de chute augmenté (3-4 m/s). **Question 103.** La déformation symétrique de la calotte n'est pas un réel problème. L'aile reste stable mais l'angle d'incidence augmente sensiblement ce qui entraîne un risque un peu plus élevé de phase parachutale (voir plus loin) surtout en sortie de manœuvre. Si, durant les oreilles, le pilote utilise son accélérateur à pied, ce qui est parfaitement possible, cela a comme

double avantage d'augmenter encore le taux de chute et la vitesse et de diminuer l'incidence de vol donc les risques de phase parachutale. **Questions 106 à 108.**

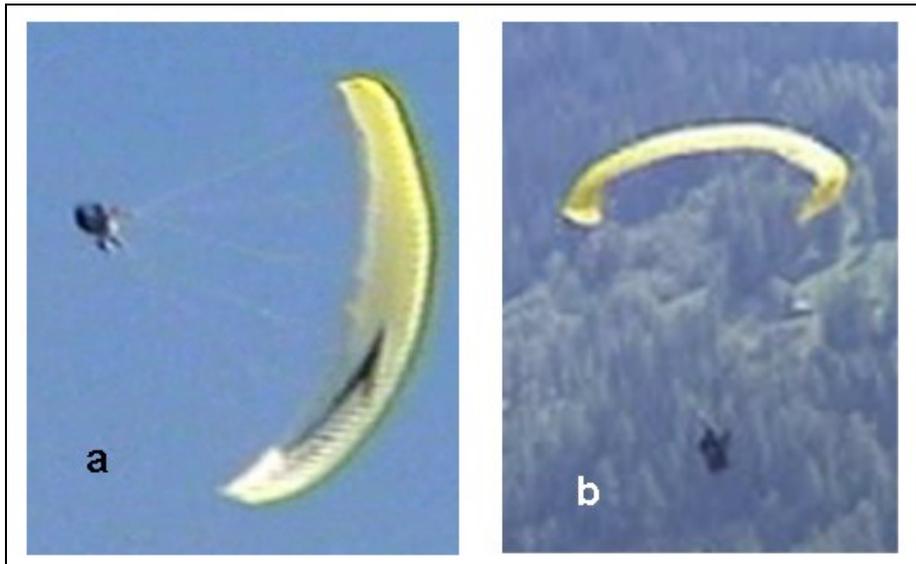


Figure P24 : Wingover en a et oreilles en b.

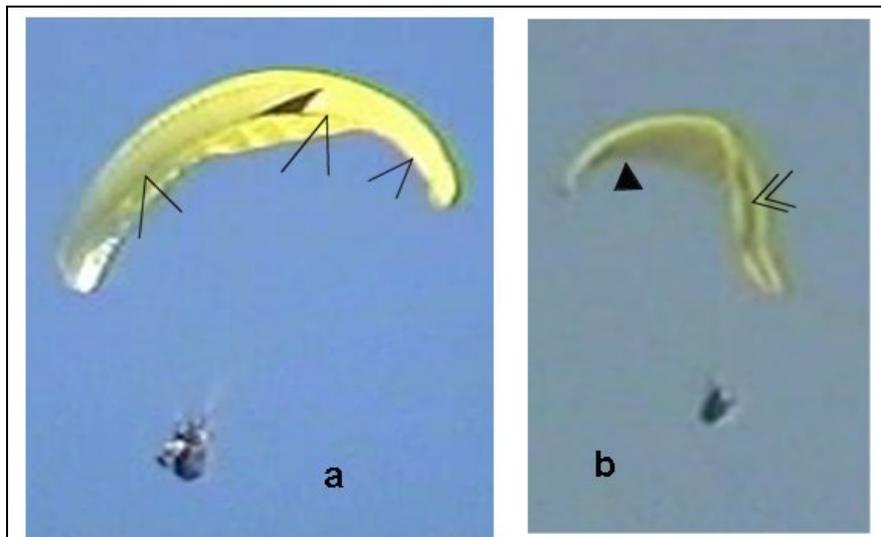


Figure P25 : Décrochage aux B en a et fermeture latérale en b. Flèche simple = pli sur l'intrados dans le sens de l'envergure et au niveau des attaches des suspentes B. Flèche double = fermeture (collapse) latérale gauche. Flèche pleine = compensation mesurée par le frein droit.

Le **détrouche aux B** consiste à tirer fermement mais prudemment et symétriquement sur les élévateurs B ce qui provoque une déformation du profil de la calotte en particulier de l'intrados sous la forme d'un pli dans le sens de l'envergure et au niveau des attaches des suspentes B. Voir figure **P25**. Le taux de chute est élevé, plus 5 m/s, mais le parapente n'avance plus (absence de vent sur le visage). C'est une manœuvre facile à déclencher et il n'y a pas de facteur de charge. **Question 105.** Par contre, l'aile est moins

solide qu'avec les oreilles et le risque de phase parachutale en sortie de manœuvre n'est pas négligeable. **Question 110.** La meilleure façon de diminuer cette fâcheuse tendance est de relâcher les B rapidement et résolument lorsqu'on décide de mettre fin au décrochage aux B. **Question 111.** Ceci entraîne une petite abattée inoffensive qui est un bon signe de reprise de vitesse sans phase parachutale.

Ces manœuvres permettant des taux de chute importants (spirale serrée, oreilles et décrochage aux B) sont utilisées par exemple lorsque le pilote se fait surprendre dans une ascendance puissante juste sous un cumulus. **Question 112.** Ceci devrait arriver rarement car il faut toujours essayer d'anticiper l'aérogologie pour optimiser son vol le mieux possible et en toute sécurité. Si les ascendances sont puissantes et larges, il vaut mieux les quitter en ligne droite et en vol normal 200 à 300 m. sous la base des nuages afin qu'en bordure du cumulus la distance légale par rapport aux nuages soit respectée. D'autre part, actuellement le décrochage aux B n'est plus utilisé en pratique.

Dans certaines turbulences fortes, la calotte peut se fermer (collapser) latéralement ou plus rarement frontalement. Une grande fermeture (50% voire plus) peut être impressionnante mais finalement pas si dangereuse si l'on réagit correctement. Voir figures **P25 et P26**. Pour les fermetures frontales, il suffit de tirer brièvement sur les freins. Pour les fermetures latérales, la priorité est de garder la direction de vol et de ne pas se retrouver par exemple face au relief. En effet, une calotte latéralement fermée a tendance à tourner du côté de la fermeture, surtout pour les ailes à homologation haute (performance-compétition). Si on ne fait rien l'aile accélère ce virage en une autorotation de plus en plus serrée pouvant être dangereuse. **Question 096.** La réaction à avoir immédiatement après une fermeture latérale est donc un contre mesuré (action sur la commande de frein et inclinaison du corps) du côté ouvert, afin de garder le cap. **Question 097.** Si le contre est trop marqué, il y a risque de vrille (voir plus loin) du côté non fermé. Figure **P25**.



Figure P26 : Fermeture frontale. Le bord d'attaque est replié vers le bas.

Les fermetures frontales et latérales peuvent être aussi provoquées volontairement. Les fermetures frontales sont réalisées en tirant symétriquement avec une certaine force sur les 2 élévateurs A. Figure **P26**. Alors que pour diminuer l'incidence (augmenter la vitesse) il faut tirer harmonieusement sur les A, B et éventuellement C (principe de l'accélérateur

aux pieds). **Question 095.** Les fermetures latérales sont provoquées par traction ferme vers le bas d'un seul des élévateurs A. Figure **P25**.

Le **décrochage (aux freins)** ou **full-stall**, est provoqué par traction trop brusque ou trop excessive des freins. Figure **P27**. On parle de décrochage lorsque la calotte se dégonfle passablement et perd sa forme arquée et de phase parachutale lorsque la calotte garde plus ou moins sa forme. **Question 085.** C'est une configuration de vol facile à réaliser mais qui peut être très dangereuse. Elle ne devrait pas se produire involontairement pour un pilote bien formé (apprentissage et exploration de la plage de vitesse). Elle peut être réalisée volontairement dans le cadre d'un cours SIV (simulation d'incidents de vol) sur un plan d'eau avec un bon encadrement (instructeur spécialisé et sauvetage). Le danger du décrochage survient surtout à sa sortie. Figure **P27**.

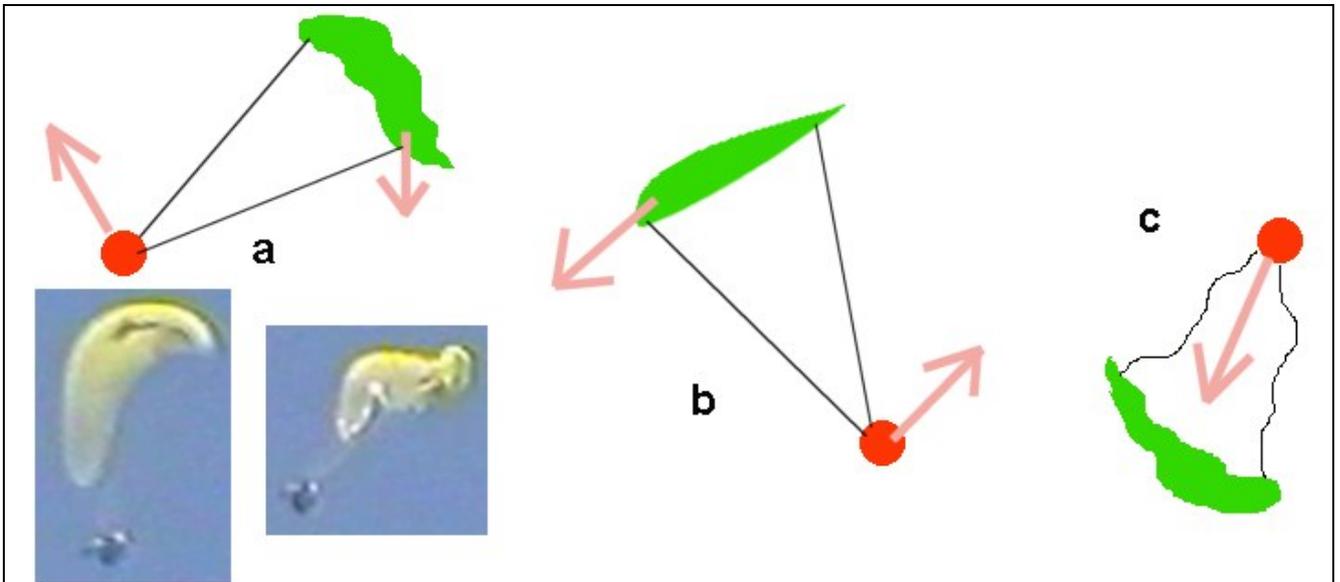


Figure P27 : Décrochage. En a, la calotte est amenée à vitesse minimale par une traction symétrique et de plus en plus importante des freins, elle devient ainsi très arquée puis se dégonfle et stoppe son mouvement horizontal. Par inertie le pilote est alors propulsé dans un mouvement de balancier vers l'avant et le haut. Il se produit immédiatement après, (en b) un mouvement de balancier inverse : la calotte se regonfle et plonge en avant rapidement (abattée sévère) tandis que le pilote est propulsé vers l'arrière et le haut. Il s'ensuit un risque (en c) que le pilote tombe dans sa voile. Emmêlé dans sa voile et ses suspentes, il sera difficile au pilote de jeter ensuite le parachute de secours... !!!

Le vol parachutal est plus doux. Il se remarque quand il n'y a plus de sensation de vent sur le visage ni de tension sur la commande des freins. L'intrados n'est plus tendu mais présente une surface concave. **Question 086.** Pour sortir de cette configuration de vol si on a une altitude suffisante, il faut simplement tirer sur les élévateurs A afin de provoquer une abattée et une prise de vitesse vers le domaine de vol normal. **Question 087.** Près du sol, il est plus prudent de laisser le parapente en phase parachutale et de se préparer à un roulé-boulé au contact brusque du sol. **Question 088.** Une phase parachutale peut aussi se produire en sortie mal gérée d'un décrochage aux B et si la charge alaire est insuffisante (<2.5 Kg/m<sup>2</sup>). **Question 089.**

Une **vrille** signifie que l'aile tourne à plat rapidement autour de l'axe du lacet, une des moitiés de l'aile se déplaçant vers l'avant, l'autre vers l'arrière. Figure **P28**. **Question 100**. A ne pas confondre avec le twist qui est une torsion des suspentes et élévateurs par rotation du pilote (inertie de sa masse) autour de lui-même par rapport à la calotte. **Question 099**. On parle plus volontiers de décrochage asymétrique lorsque la vrille est brève et que la calotte se dégonfle et se déforme. Ces deux configurations se produisent lorsqu'un freinage est excessif et asymétrique (virage aux freins) ou qu'un virage est amorcé trop brusquement. Un décrochage avec rotation postérieure de la demi aile intérieure au virage se produit. **Questions 090 et 091**. Un indice d'amorce de vrille est la diminution brusque de la tension (baisse de résistance) sur la commande de frein du côté interne au virage. **Question 092**. Pour sortir d'une amorce de vrille, il faut simplement relâcher complètement la tension sur les commandes de frein (bras haut) pour permettre à l'aile de reprendre symétriquement de la vitesse après une abattée plus ou moins importante et asymétrique. **Question 093**. Pour ressortir d'une vrille bien engagée, les choses sont plus complexes mais ne seront pas abordées dans ce manuel. Pour prévenir une vrille, il faut voler constamment avec une réserve de vitesse suffisante et piloter le parapente avec délicatesse. **Question 094**.

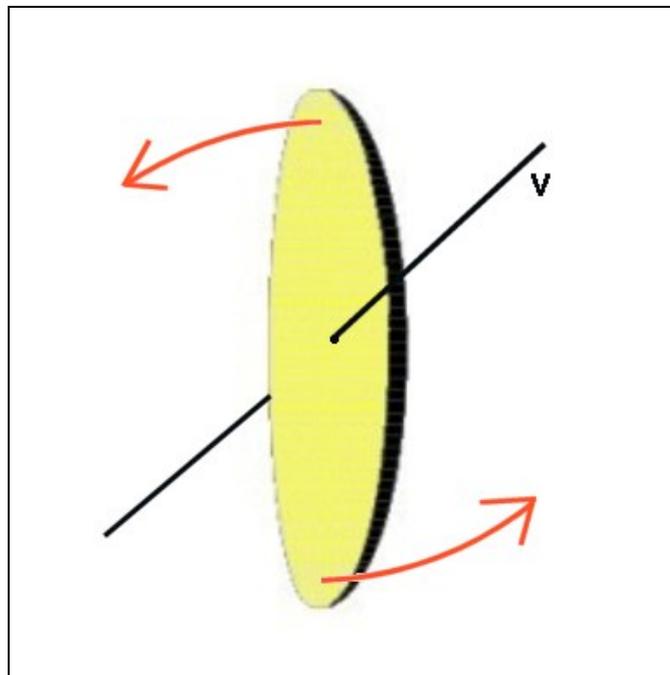


Figure P28 : Vrille et décrochage asymétrique. Rotation de la calotte autour de l'axe vertical  $v$  du lacet.

Un dernier incident de vol grave est la collision entre deux planeurs. Elle peut être évitée en respectant les règles de priorité et en pilotant avec beaucoup d'attention dans l'espace aérien lorsqu'il y a beaucoup de parapentes en l'air. En particulier il faut éviter absolument de changer de direction de rotation dans un thermique occupé par d'autres planeurs.

**Question 150**. Une collision peut se produire entre un delta et un parapente lorsque le delta s'approche du parapente par le bas et l'arrière. Dans cette situation, les pilotes ont chacun un mauvais champ de vision vis-à-vis de l'autre. **Question 149**. En effet, le pilote

de parapente, vu sa position assise, voit mal en arrière et le bas tandis que le pilote de delta, plus rapide et avec un meilleur angle de plané, a un champ de vision vers le haut masqué par son aile.

Le parachute de secours doit être utilisé à chaque fois que le pilotage de l'aile devient incontrôlable ou qu'une collision s'est produite. **Questions 151 et 152.** Le pilotage devient incontrôlable par exemple quand il y a rupture de matériel ou qu'un incident de vol entraîne une autorotation de plus en plus serrée et rapide. **Question 153.** Lorsque le parachute de secours est ouvert, le pilote doit tirer les suspentes B ou C pour empêcher l'aile de voler et d'interférer avec le parachute. Puis il doit se redresser dans sa sellette, les genoux serrés et légèrement pliés, afin de se préparer à un roulé-boulé souple au contact brusque (taux de chute entre 5-6 m/s) du sol. Cela correspond à une chute libre d'environ 1,5 m de haut. **Question 154.**

### **Atterrissage**

Avant d'atterrir, pendant le vol, il faut choisir le terrain d'atterrissage (s'il s'agit d'un atterrissage de fortune), l'observer (obstacles sur et autour du terrain), et déterminer la direction et la force du vent. C'est pourquoi, avant d'effectuer les manœuvres d'approche (volte) il est recommandé de survoler le terrain d'atterrissage. **Question 113.** La manche à air donne une bonne idée de la direction et même de la force du vent. S'il n'y a pas de manche à air, on peut observer la dérive de son vol par rapport au sol, les panaches de fumée, les drapeaux, la risée sur les surfaces d'eau, son GPS (vitesse sol), le vol d'autres parapentes. **Question 114.** Les manœuvres de préparation à l'atterrissage s'appellent la volte ou prise de terrain en « u ». Figure **P29.** D'une part, elle permet d'effectuer un atterrissage de précision, d'autre part, elle permet d'anticiper l'approche des autres aéronefs puisque tous les pilotes sont censés faire la même chose. **Question 116.** La volte doit être réalisée dans le but d'arriver finalement en ligne droite, face au vent, à l'endroit précis où le pilote a décidé d'atterrir. La volte se décompose en 4 parties : (1) La zone de destruction d'altitude qui consiste à effectuer des virages de 360° pas trop serrés dans le but de perdre de l'altitude et d'atteindre environ 50-70 m. sol. Ces virages s'effectuent au vent du terrain d'atterrissage, légèrement de côté, donc jamais au-dessus du terrain. (2) La phase vent arrière est un vol droit, parallèle et à côté du terrain, vent dans le dos. (3) La base est un vol droit à 90° de la trajectoire précédente, du côté du terrain. (4) La finale est le vol droit final, face au vent, qui aboutit au contact du pilote avec le sol, dans la cible. **Questions 117 à 120.**

Durant toute la volte le regard du pilote doit être rivé sur la cible sauf pour jeter de temps en temps un petit coup d'œil sur les éventuels obstacles autour de la cible. C'est la seule façon d'estimer en tout temps l'angle de plané par rapport à la cible et de décider du moment et lieu opportuns pour effectuer les différents virages et phases de la volte. Un regard rivé sur un seul obstacle tétanise le pilote et peut être très dangereux. Une volte est un des exercices les plus difficiles (donc demandant beaucoup de temps à maîtriser) à exécuter proprement, calmement et en toute sécurité. A la fin de chaque vol l'élève devrait donc porter une attention maximale pour toujours profiter de répéter et d'exercer ses gestes et son estimation d'angle de plané. On peut effectuer des allers-retours avec virages de 180° à la base (phase 3) pour détruire une altitude encore trop élevée. Cependant, à mon avis, un pilote concentré et exercé ne devrait utiliser cette possibilité que très rarement. La volte s'effectue en général (convention aéronautique) à gauche, autrement dit, tous les virages, à la phase 1 et entre les phases 2-3 et 3-4, s'effectuent à gauche. Si la volte est à droite, tous ces virages s'effectuent à droite. En phase 1, on spirale donc toujours dans le sens de la volte. **Question 121.**

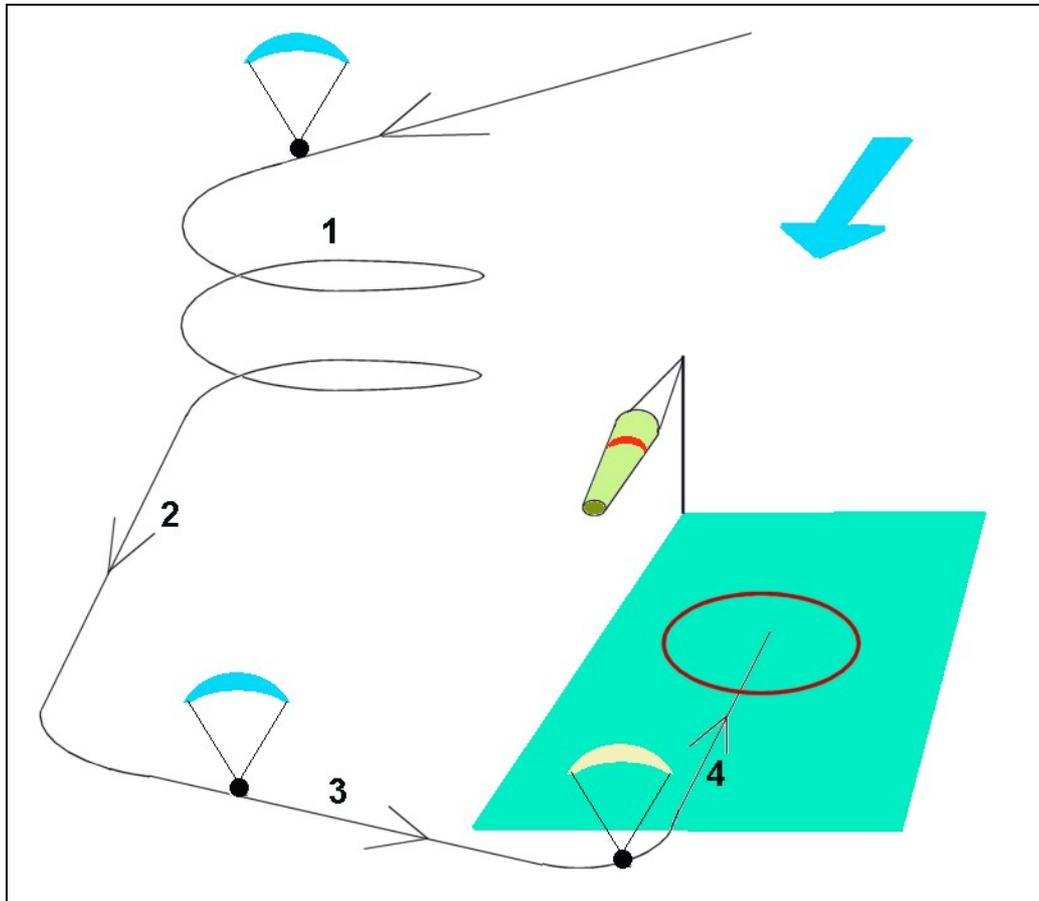


Figure P29 : Les 4 phases 1-4 de la volte, après le survol du terrain d'atterrissage pour l'observer. La flèche indique la direction du vent entraînant l'aspect de la manche à air, représenté en conséquence sur l'image.

Le sens de la volte doit bien entendu être adapté aux circonstances locales (forme du terrain, obstacles, vent...). La figure **P30** montre différentes possibilités de volte. Avec un vent *W* venant de la droite et une volte gauche, il faut effectuer sa destruction (phase 1) dans le secteur B et la base dans le secteur A. **Question 122**. Avec une volte droite, la phase 1 se passe dans le secteur D et la base dans le secteur C. **Question 123**. Avec un vent venant de la gauche du dessin et pour une volte gauche, la phase 1 se trouve sur le secteur C et la base sur le secteur D.

La forme de la volte peut aussi être adaptée aux circonstances. **Questions 124 à 127**. Figure **P31**. (a) Si le vent est modéré (10-15 Km/h), la vitesse en finale sera faible et l'angle de plané assez fort. Il vaut mieux alors faire une base proche du terrain. (b) si, par vent nul, à la fin de la phase vent arrière, le pilote constate qu'il est un peu bas, il peut raccourcir sa base et effectuer la finale un peu de biais. Voir aussi **question 136**. (c) lorsque le vent est soutenu (25-30 Km/h), il vaut mieux rester toujours à côté et au vent du terrain pour la destruction puis s'approcher en « crabe » face au vent et presque à la verticale du terrain pour finir avec quelques S juste avant une finale très courte et avec un plané très incliné. (d) Si, par vent nul, le pilote constate à la base, qu'il est encore un peu haut, il peut faire quelques virages de 180° et des allers-retours parallèles à la base, avant de passer en finale. Voir aussi **question 135**.

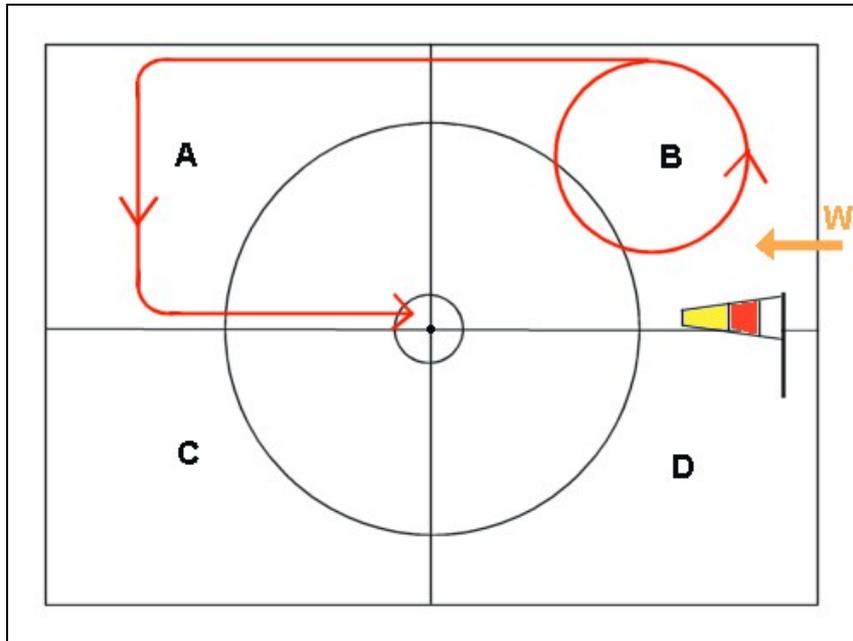


Figure P30 : Secteurs A-B des différentes phases de la volte, suivant la direction du vent et le sens de la volte.

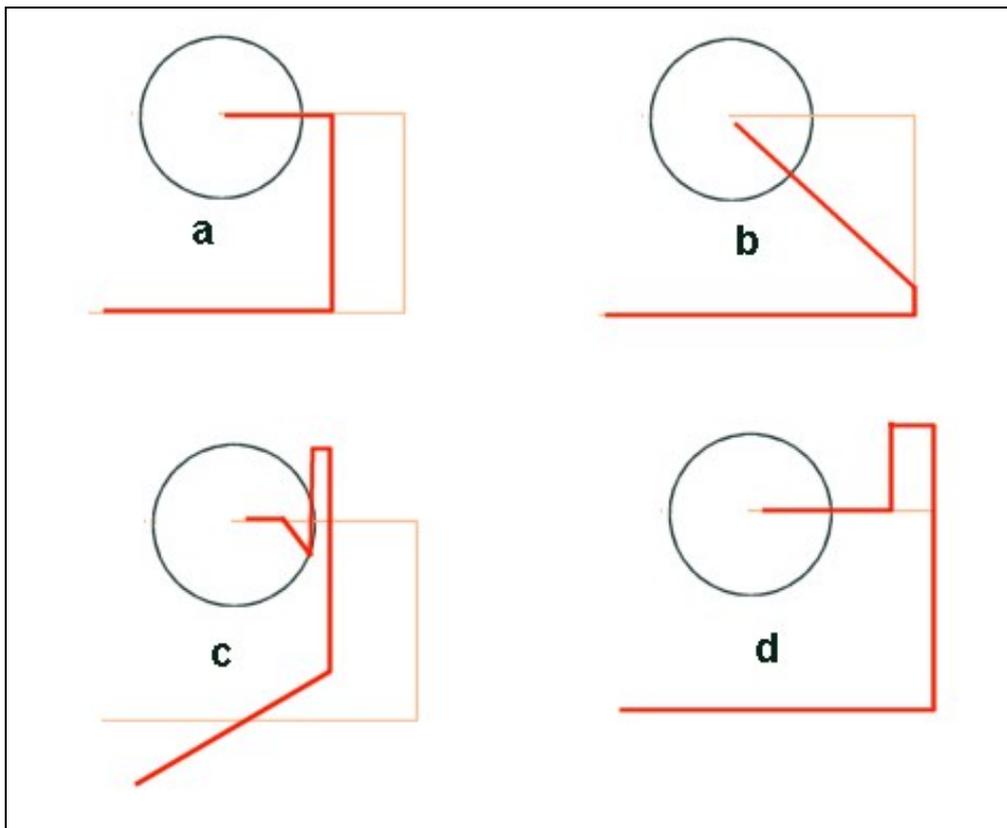


Figure P31 : En clair, le trajet de la volte standard. En foncé, les différentes variations a-d du trajet de la volte, selon les circonstances.

Si à la phase vent arrière, le pilote constate qu'il est nettement trop haut, la meilleure méthode pour corriger ceci est d'agrandir la volte, autrement dit prévoir plus d'espace pour les phases restantes de la volte. **Question 133.** Si au contraire, le pilote est trop bas en phase vent arrière, les phases restantes doivent être raccourcies. **Question 134.** En finale, si le pilote réalise qu'il est un peu trop haut, la meilleure méthode pour réussir son atterrissage de précision en toute sécurité est de freiner (commandes des freins) son aile et de se mettre en position debout dans sa sellette (augmentation de la traînée du pilote) pour diminuer la finesse, en faisant attention toutefois de ne pas décrocher. **Question 137.** En effet, si un pilote tire à 80% ou plus les freins assez longtemps, il y a risque de décrochage de l'aile, ce qui est particulièrement dangereux près du sol. **Question 139.** Si au contraire le pilote est un peu trop bas en finale, il faut augmenter au maximum la finesse de son parapente (= pas de frein = bras haut) puis freiner doucement près du sol afin de profiter au maximum de sa ressource.

Si le vent est fort, par exemple 25 Km/h, le pilote qui vient de toucher le sol avec ses pieds, doit immédiatement se tourner sur lui-même de 180° afin de faire face à sa voile et de courir dans le sens du vent en tirant sur les suspentes C ou B. Cela entraîne un affaissement de la calotte sans augmenter la portance et le pilote n'est pas entraîné dangereusement au sol par sa voile. Si on tire les freins dans ces circonstances, la portance augmente et le pilote peut se faire dangereusement soulever. **Question 141.** Immédiatement après l'atterrissage, le pilote doit quitter au plus vite l'aire d'atterrissage, afin de laisser la place à d'autres parapentes qui voudraient atterrir. **Question 140.**

Nous avons vu que, vent arrière, la vitesse et la finesse d'une aile sont plus grandes qu'à vent nul, alors que ces deux grandeurs sont plus petites avec vent de face. Il en est de même à l'atterrissage. Une finale vent arrière entraîne un angle d'approche plus plat (finesse plus grande) et une vitesse, notamment d'arrondi, plus grande. **Question 131.** Inversement avec vent de face, l'angle d'approche est plus raide (finesse moins grande) et la vitesse d'arrondi est plus petite qu'avec un vent nul, ce qui est plus facile. **Question 132.** Le parapente permet d'atterrir facilement sur un terrain incliné (pente). En général il n'a cependant pas assez de ressource pour atterrir face à la pente (à contre-pente). Ce genre d'atterrissage est donc souvent trop brutal. C'est pourquoi, il est préférable d'atterrir latéralement le long de la pente, autrement dit il faut que la finale soit perpendiculaire à la ligne de pente ou parallèle aux courbes de niveau de la pente. **Question 142.** Figure P32.



Figure P32 : Atterrissage sur une pente en parapente.

Si l'on doit atterrir (finale) face à ou dans le sens de la pente, il faut que celle-ci soit peu inclinée. La figure **P33** montre que face à la pente il est facile d'être précis, mais le contact avec le sol sera brutal, alors que dans le sens de la pente, il pourra être très difficile d'être précis (l'aile n'en finit pas de voler en finale) alors que le contact avec le sol sera doux.  
**Question 115.**

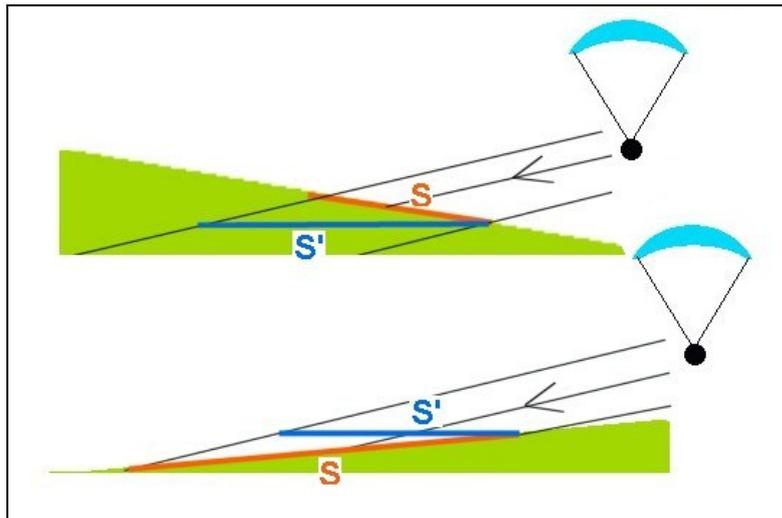


Figure P33 : Atterrissage contre la pente (en haut) et dans les sens de la pente (en bas).  
 $S$  = surface disponible,  $S'$  = surface correspondante horizontale. En contre pente,  $S < S'$  alors que dans le sens de la pente  $S > S'$ .

On a vu en météorologie que des obstacles au sol créent de fortes turbulences, dites mécaniques, en particulier sous le vent de ceux-ci. Donc s'il y a de nombreux obstacles (constructions) autour d'un terrain lors d'un vent de 20 Km/h par exemple, il faut s'attendre à de fortes turbulences (donc des incidents de vol potentiels) sur les dernières phases de la volte. **Question 144.** Dans la mesure du possible il faut donc choisir un terrain dont le côté au vent ne possède qu'un minimum d'obstacles. **Question 143.** Figure **P34**.

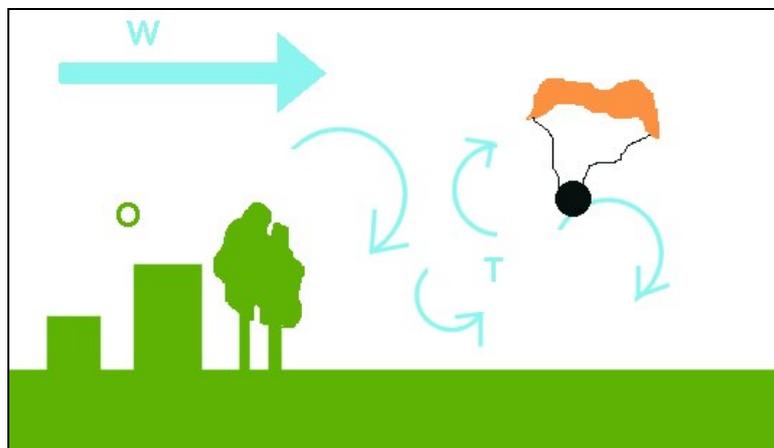


Figure P34 : Obstacles (O) **au vent (W)** du terrain et turbulences (T) **sous le vent** de O.

S'il y a 3 planeurs qui se suivent à 50 m. lors de l'approche du terrain d'atterrissage par vent nul, c'est le premier pilote (le plus bas) qui décide du sens de la finale mais par convention il doit faire sa volte à gauche. Les 2 autres planeurs qui suivent doivent se conformer à la décision du premier pilote. Cette façon de procéder permet à chacun d'anticiper et de prévoir le trajet des autres planeurs et d'éviter ainsi les collisions.

**Question 128.** Si le premier pilote se rend compte en base que le vent sera en fait léger arrière en finale, il est trop tard pour changer la volte et il est beaucoup plus sûr de poursuivre celle-ci comme prévu. Il faut évidemment s'attendre à un angle de plané très plat en finale (augmentation de la finesse sol). **Question 129.** Si le premier pilote décide de faire une volte à droite avec vent arrière en finale, ce qui est doublement incorrect, le deuxième pilote suivant de près (50 m.) doit malgré tout effectuer une approche identique, pour les mêmes raisons citées précédemment. **Question 130.**

Avec ou sans vent, entre un arbre, un torrent, le milieu d'un lac ou le toit incliné d'une maison, le premier choix est le moins dommageable s'il n'y a pas d'autre possibilité d'atterrissage. **Question 145.** Sur un plan d'eau, le risque de noyade est trop important et sur le toit incliné d'une maison le choc peut être très rude. Les statistiques ont montré que le plus grand danger de l'atterrissage sur un arbre se produit après, lorsque le pilote sort de la sellette sans être suffisamment assuré par une corde. Les branches risquent de céder sous le poids du pilote qui tombe et se blesse. **Question 147.** Pour dégager le parapente accroché à la couronne d'un arbre il peut être nécessaire, pour ne pas déchirer la calotte, de libérer les suspentes des maillons rapides et des poignées de frein.

**Question 148.** Si l'atterrissage sur un plan d'eau s'avère inévitable, il est recommandé d'ouvrir les sangles de la sellette avant le contact avec l'eau. Ceci peut éviter une noyade si le parapente est entraîné sous l'eau. **Question 146.**

*Chers amis libéristes et futurs libéristes,*

*Cet imprimé (2<sup>ème</sup> édition) est soumis à la loi sur la protection des droits d'auteur. Après réflexion et pour de nombreuses raisons que je n'exposerais pas ici, j'ai cependant décidé de le distribuer gratuitement, pour une utilisation individuelle et privée, via mon site Internet sous forme de fichier PDF. Vous pouvez donc télécharger ce fichier puis l'imprimer réellement sur papier (mais ceci ne sera malheureusement pas forcément gratuit, vu le prix du papier et les coûts de votre imprimante).*

*Néanmoins je n'autorise pas l'utilisation commerciale de cet imprimé (par exemple publication d'un extrait dans un journal ou la vente de copies dans une école) ni la modification (notamment des en-têtes) ou l'appropriation intellectuelle par un tiers d'une quelconque partie de celui-ci.*

*Il y a en tout 5 unités recouvrant chacune les 5 branches d'examen théorique (QCM) de la FSVL :*

*Aérodynamique et mécanique de vol*

*Météorologie*

*Législation*

*Matériel*

*Pratique de vol*

*Adresse de téléchargement : [www.soaringmeteo.com](http://www.soaringmeteo.com)*

*En échange de la gratuité, SVP, je vous prie de ne pas hésiter à m'indiquer par email (voir mon site Web) une faute de langage, une question oubliée ou une phrase peu claire qui m'auraient échappé afin que les autres futurs pilotes bénéficient d'un support de préparation aux examens théoriques le meilleur possible.*

*Bonnes chances pour vos examens. Merci de votre compréhension et votre collaboration.  
Bons vols et soyez prudents.*

*Jean Oberson, mars 2005.*