

Réponses commentées du QCM (état septembre 2025) du e-learning de la FSVL pour pilotes de parapente, partie :

PRATIQUE DE VOL

Auteur principal : Jean Oberson

Contributions et mise à jour : Thierry Vallotton (2025)

Contributions et relecture :

<https://soaringmeteo.org/>

3^{ème} édition (alignée aux questions - numéro en bas de la question - du e-learning de la FSVL – état septembre 2025)

Version plus récente ? Consultez la page <https://soaringmeteo.org/docs.html>

Copyright

TABLE DES MATIERES

<i>Physiologie, pathologie, traumatisme et premiers secours.....</i>	2
<i>Préparation du vol</i>	6
<i>Décollage</i>	9
<i>Domaine et optimisation de vol, dérive latérale, vol dans les ascendances</i>	19
<i>Figures de vol, sortie du domaine de vol, incidents de vol</i>	27
<i>Atterrissage</i>	33
<i>Nous voyons dans le document Législation différentes obligations en lien avec l'ordonnance du DETEC sur les aéronefs de catégories spéciales (OACS ; RS). Toutefois, la réponse à la question 169 se trouve à l'article 11 alinéa 1 de l'ordonnance de l'OFAC sur les marques distinctives des aéronefs (OMDA ; RS 748.2 16.1). Celui-ci indique que « les planeurs de pente doivent être munis d'une marque distinctive bien visible, constituée de cinq chiffres au plus, d'une hauteur de 40 cm, et apposée sur la face inférieure des surfaces sustentatrices ». L'absence de ce marquage est donc contraire à l'ordonnance donc illégal.</i>	38

Où trouver la question

Question	Page	Question	Page	Question	Page	Question	Page	Question	Page	Question	Page	Question	Page	Question	Page	Question	Page	Question	Page
1	3	11	6	21	15	31	11	41	19	51	21	61	26	71	27	81	32		
2	3	12	6	22	15	32	11	42	19	52	23	62	26	72	27	82	32		
3	2	13	6	23	16	33	16	43	19	53	23	63	24	73	27	83	32		
4	2	14	7	24	16	34	12	44	19	54	23	64	26	74	27	84	32		
5	2	15	7	25	16	35	12	45	20	55	23	65	26	75	31	85	30		
6	2	16	7	26	16	36	12	46	20	56	22	66	24	76	31	86	30		
7	3	17	7	27	16	37	16	47	20	57	22	67	26	77	31	87	30		
8	3	18	7	28	12	38	16	48	20	58	22	68	26	78	31	88	27		
9	3	19	7	29	16	39	11	49	21	59	22	69	26	79	31	89	32		
10	6	20	9	30	12+16	40	11	50	21	60	22	70	26	80	32	90	32		
Question	Page	Question	Page	Question	Page	Question	Page	Question	Page	Question	Page	Question	Page	Question	Page	Question	Page		
91	28	101	28	111	34	121	36	131	37	141	33	151	6	161	5				
92	28	102	33	112	34	122	36	132	37	142	33	152	8	162	33				
93	29	103	33	113	35	123	35	133	36	143	4	153	8	163	33				
94	28	104	36	114	35	124	35	134	38	144	4	154	8	164	5				
95	29	105	33	115	35	125	36	135	38	145	4	155	38	165	5				
96	29	106	33	116	35	126	36	136	38	146	4	156	9	166	5				
97	29	107	33	117	37	127	36	137	32	147	5	157	8	167	5				
98	29	108	33	118	38	128	36	138	32	148	8	158	8	168	6				
99	28	109	33	119	36	129	36	139	32	149	8	159	6	169	38				
100	28	110	33	120	36	130	36	140	32	150	8	160	5	Fin QCM (état 08.2025)					

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 21% d'oxygène, de 78% d'azote ainsi que d'autres gaz en quantité négligeable. Cette proportion ne change pas avec l'altitude mais si la pression d'air (atmosphérique) diminue, les gaz se raréfient concomitamment. Par exemple, puisque la pression atmosphérique est deux fois moins élevée à 5500 mètres/mer environ la quantité d'oxygène par unité de volume sera aussi deux fois moins importante à 5500 mètres/mer. Cela veut dire qu'à chaque inspiration il y aura 2 fois moins de molécules d'oxygène à disposition pour notre organisme à 5500 mètres 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, 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, apparaît à partir de 4000 mètres environ. Jusqu'à ces **question 3** 4000 mètres, un corps en bonne santé et au repos peut en principe s'adapter à ces conditions atmosphériques. Lorsqu'un organisme ne parvient pas à s'adapter aux conditions changeant avec l'altitude, on observe d'abord **question 4** une euphorie et capacité de jugement réduite (mal des montagnes) avec diminution progressive des capacités psychomotrices et sensorielles. Ce mal des montagnes résulte donc en premier lieu **question 5** de cette diminution de la pression atmosphérique et donc d'oxygène qui conduit à une oxygénation insuffisante du corps. Si l'altitude augmente progressivement jusqu'à 7000 mètres 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 mètres, que 3-4 heures à 5000 mètres
2. Le « mal aigu des montagnes » comprend des manifestations plus insidieuses et plus tardives (5-10 heures). Cette maladie peut commencer, selon les personnes, déjà à partir de 2800-3500 mètres. Elle consiste en une réaction pathophysiologique complexe, causée par le manque d'oxygène, aboutissant à un œdème (surplus d'eau intratissulaire) 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 mètres. 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 de parapente contrairement 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 en premier lieu par **question 6** un entraînement physique régulier (surtout d'endurance) et une bonne acclimatation progressive à l'altitude.

Par contre, un manque d'entraînement, 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. Par ailleurs, lorsqu'on a consommé en grande quantité de l'alcool, de la nicotine ou d'autres substances pouvant affecter la conscience, la veille, il faut s'attendre en vol **question 1** à une diminution de ses capacités de performance et un temps de réaction plus long.

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. Aussi, lors du passage en altitude, on risque d'avoir une surpression relative de ces cavités internes qui n'arrivent pas à évacuer leur surplus d'air. Aussi, un libériste qui souffre d'un gros rhume et d'une otite peut s'attendre en vol **question 2** à l'apparition soudaine de maux de tête aigus et lancinants.

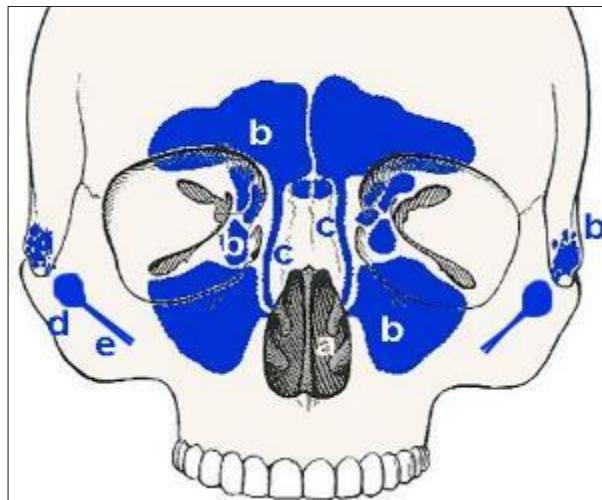


Figure P1 : Situation des cavités sinusoïdales du crâne. (a) = cavité nasale. (b) = sinus. (c) = fins conduits. (d) = cavités tympaniques. (e) = trompes d'Eustache.

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 document Météorologie) de notre organisme est augmentée lorsqu'un vent souffle contre lui, les pertes de chaleur sont plus grandes qu'en air calme. La température d'une atmosphère ventilée nous semble donc plus froide. Par exemple, lorsqu'un parapentiste vole à 32 km/h dans une masse d'air à +2°C, l'effet refroidissant du vent sur le corps est comparable à une température par air calme de **question 7** -11°C. Lorsque ce pilote est exposé à des températures inférieures à la zone de confort thermique, **question 8** ses performances physiques diminuent et ses besoins en oxygène augmentent. L'augmentation de l'évaporation induite par un flux d'air conduit aussi à une perte plus marquée de liquide par le corps. Aussi, lorsque le corps humain est soumis à un flux d'air de manière prolongée, comme c'est le cas en vol, **question 9** ses besoins en liquide augmentent considérablement

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) ? Actuellement, les secouristes professionnels mènent leur évaluation en 3 points, ABC : (A) vérification de la perméabilité des voies respiratoires. (B) contrôle de la respiration . (C) contrôler de la circulation. Lorsqu'un blessé ne répond pas mais respire normalement et ne présente aucune blessure externe, **question 144** on le positionne en position latérale de sécurité et on le protège des conditions météo (soleil, vent froid, humidité). Sa respiration doit être contrôlée en permanence .

Après un atterrissage très violent, un pilote a les lèvres bleues, des sueurs froides, un pouls faible et rapide et il tient des propos décousus. **Question 143** Il s'agit des signes d'un choc : allonger le pilote selon son souhait, à l'abri des conditions météo, et ne pas lui donner à boire. Il faut suspecter une lésion de la colonne vertébrale, lorsqu'un blessé **question 146** a de fortes douleurs au dos et n'a aucune sensation dans les pieds, les jambes, les bras ou les mains, 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.

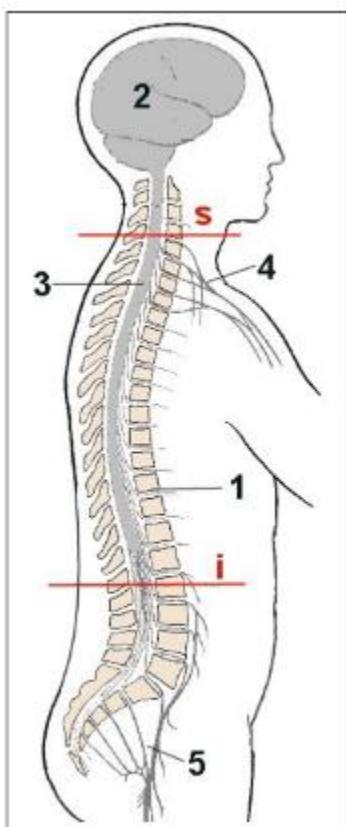


Figure P2 :

- 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 lésion et conduire à la paralysie de toute la partie du corps innervée en aval de la lésion nerveuse. Lorsque les blessés sont encore conscients et présentent les symptômes d'une blessure de la colonne vertébrale, ils doivent impérativement être **question 145** empêchés de bouger, de s'asseoir ou même de tenter de marcher pour ne pas augmenter les dégâts (irréversibles) à la moelle épinière. Voir figure P2.

Lorsqu'un blessé doit être transporté par hélicoptère, avant l'arrivée de ce dernier, il faut **question 147** immédiatement interrompre toute activité de vol libre aux alentours du lieu de l'accident et ranger les ailes, les vêtements et tous les objets qui traînent autour du lieu de l'accident. Si cette information est obtenue, par exemple par radio, alors que le pilote est encore au terrain de décollage, le comportement correct à adopter est **question 165** d'attendre la fin de l'intervention et le départ de l'hélicoptère de la zone avant de décoller. Les autres pilotes présents au décollage sont informés et sont priés d'attendre eux aussi. Au sol, avant l'arrivée de l'hélicoptère, **question 160** le pilote doit quitter la zone sans attendre avec tout son matériel, puis s'assurer, à une distance suffisante, qu'aucun élément ne peut être emporté par le vent. Au-delà du danger que génère le souffle du rotor de l'hélicoptère au sol, le danger est également bien présent en l'air, même plusieurs minutes après son passage. Ainsi, si on remarque un hélicoptère en vol stationnaire dans la direction du terrain d'atterrissement, il faut **question 161** faire un détour très au large de l'hélicoptère et respecter une distance d'au moins 500 mètres. En fonction de nos emplacements respectifs, ainsi que de l'emplacement du terrain d'atterrissement, il faut envisager de se poser sur un autre terrain dans la mesure où cela peut être fait sans risque.

Le signal officiel pour indiquer l'interdiction d'atterrissement sur un site correspond à une toile rouge d'environ 6x6 mètres avec une croix jaune sur les deux diagonales. Il **question 167** indique une interdiction d'atterrissement pour tous les aéronefs, qu'il s'agisse d'avions à voilure fixe, d'hélicoptère ou de planeur de pente. Il faut respecter cette interdiction et utiliser un terrain d'atterrissement alternatif. Si un hélicoptère de secours est en approche, ce signe d'interdiction sera brièvement retiré pour éviter qu'il ne soit emporté par le « downwash » de l'hélicoptère.



Interdiction
d'atterrir

Il n'est pas rare que des hélicoptères, notamment ceux du sauvetage, traversent des secteurs où l'activité de vol à voile a lieu. Si, pendant un vol, le pilote de parapente entend soudain un hélicoptère et le voit venir droit sur lui à la même altitude, il cherche alors à se faire voir **question 164** en agrandissant la silhouette de l'aile en effectuant des mouvements de balancier ou des virages. Il manifeste ainsi sa présence au pilote de l'hélicoptère afin qu'il puisse le voir et l'éviter. Si l'hélicoptère dévie sa trajectoire vers le haut, **question 166** le parapentiste effectue si possible un demi-tour ou virage à 90 degrés afin d'éviter l'éventuel « downwash » dû au rotor de l'hélicoptère. De manière générale et indépendamment de la trajectoire prise par l'hélicoptère, le pilote de parapente devrait toujours rester à distance de l'appareil et éviter, pendant plusieurs minutes, l'espace/couloir aérien emprunté par celui-ci afin d'éviter d'entrer dans de dangereuses turbulences de sillage.

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.

Question 168 En effet, un non-respect de ces zones met en péril le site de vol concerné.

Question 159 Il est donc essentiel que les pilotes contribuent efficacement à la protection de la faune sauvage en se conformant aux accords passés entre les clubs de vol libre et les gardes faune. En outre, **question 151** il est important de vérifier que la zone de vol prévue n'est pas soumise à une interdiction de décollage ou atterrissage liée à la protection de l'environnement. En effet, il existe des zones de protection nationales en conformité avec l'ordonnance sur les atterrissages en campagne de la confédération et les règles particulières des cantons

Connaître les conditions atmosphériques dans lesquelles on va voler est indispensable pour la sécurité, voire les performances d'un vol. Le document 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 Zurich-Kloten annonce un QNH de 1'015, cela veut dire, **question 10** qu'à Zurich-Kloten, la pression atmosphérique ramenée au niveau de la mer selon l'atmosphère de type OACI est de 1'015 hPa alors que la pression mesurable à Zurich est en moyenne de 950 hPa environ. Classiquement on prend les villes de Zurich (environ 500mètres/mer) et de Lugano (environ 270 mètres/mer.) 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-Kloten annonce un QNH de 1'015 et Lugano un QNH de 1'007, cela signifie que la différence de pression entre le nord et le sud des Alpes est de 8 hPa en faveur du nord. **Question 11** La chute de pression entre Zurich et Lugano engendre un fort courant du nord par-dessus le massif alpin, avec congestion nuageuse côté nord et foehn du nord côté sud des alpes (beau temps venteux et turbulent). Les vents de vallée au nord des Alpes (par exemple en Valais) seront aussi renforcés. Inversement, si Lugano annonce un QNH de 1'015 et Zürich de 1'007, la différence de pression nord-sud sera aussi de 8 hPa mais en faveur du sud. **Question 12** La chute de pression entre Zurich et Lugano engendre un fort courant du sud par-dessus le massif alpin, avec congestion nuageuse côté sud et foehn du sud côté nord des alpes. On peut déjà anticiper du foehn dans les vallées alpines **question 13** à partir de 4 hPa. 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.

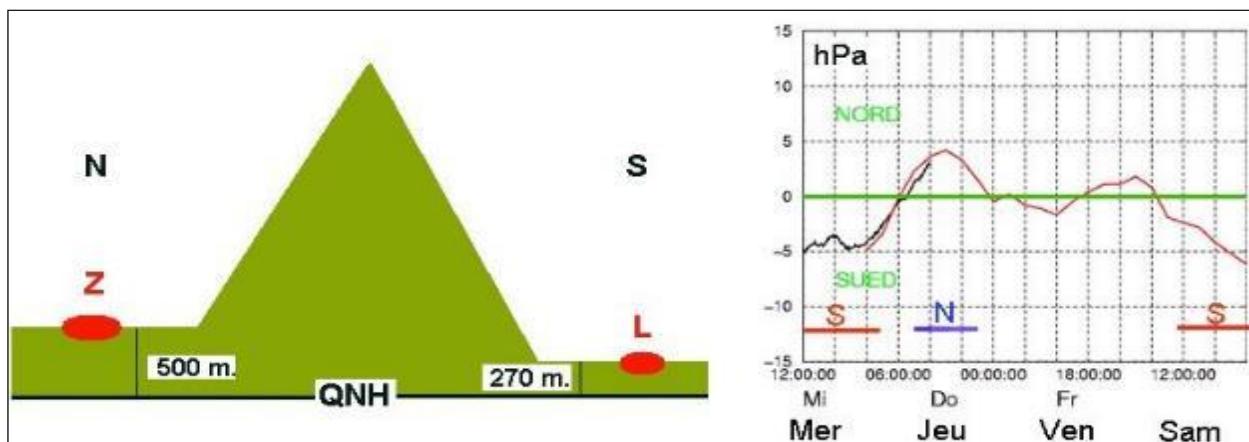


Figure P3 : A gauche, schéma géographique transalpin. Z = Zürich, L = Lugano. A droite, exemple de graphique (barogramme) de l'évolution de la différence de pression entre le nord et le sud des Alpes, fourni par Meteosuisse via Internet. En rouge, courbe prévue (calculée par ordinateur), en noir courbe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

On trouve les informations météo dans les journaux, auprès des services de [MétéoSuisse](#), à la télévision, à la radio. Mais c'est sur internet que l'on trouve le plus d'informations. Le problème est de les trier. Sur <https://soaringmeteo.org> 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 (mise à jour tous les ans en mars), vendue avec le recueil VFR de l'AIP, est certainement la plus utile. On retrouve une version numérique gratuite sur <https://map.geo.admin.ch> (recherche « [carte vol à voile](#) ») ou sur <https://www.swisstopo.admin.ch/fr> (cartes – cartes aéronautiques - « carte numérique Vol à voile »). Voir figure L7 dans le document Législation. Par exemple, **question 14+15+19** la carte de vol à voile donne des indications concernant les classifications des espaces aériens qu'on veut traverser ou la ligne qui sépare les Alpes du plateau/Jura, les heures de service de vol militaire, ou la situation des principaux câbles fixes qui pourraient être dangereux. Cette dernière information se trouve aussi sur la carte des obstacles à la navigation aérienne de la Confédération. Les fréquences radio à utiliser se trouvent aussi dans le recueil VFR de l'AIP. Les TMA et CTR temporaires dont certaines 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 **question 16** dans le bulletin Notam ou le DABS qu'on trouvera les dates d'activation des CTR et des TMA temporaires ainsi que les dates et les heures d'activité des zones dangereuses (LS-Dxx)

Lorsqu'on se rend dans un nouveau site de vol, il est important **question 17** de planifier son vol en fonction des conditions, d'inspecter le terrain d'atterrissage et de s'informer sur les obstacles aériens. Il n'est bien sûr et heureusement pas nécessaire de faire enregistrer son vol. Lors de la visite du terrain d'atterrissage, il faut faire particulièrement attention **question 18** à quelles sont les directions possibles du vent et quels obstacles doivent être pris en compte selon les différentes approches.

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 **question 148** au printemps, de mars à mai (moyen mnémotechnique : l'aigle mange volontiers des MarMotes). Dans les Alpes, le couple construit son nid **question 150** dans les falaises abruptes au-dessous de la limite de forêt. Par conséquent, les aigles risquent d'être le plus dérangés quand les pilotes volent **question 152** au printemps à proximité de l'aire de nidification et obligent l'aigle adulte à quitter ses œufs. Les aigles sont matures à 5 ans. Ils deviennent monogames à vie. Le couple vit dans un territoire d'environ 100 Km². Les aigles immatures parcourront de vastes distances à la recherche de territoires inoccupés. Le vol ondulé de l'aigle **question 149** signifie qu'il défend son territoire et sa couvée.



Figure P5 : Chamois à gauche et bouquetin à droite.

Dans les Alpes, les chamois et les bouquetins vivent, **question 153** en hiver et au printemps, en majorité sur les flancs escarpés de montagnes exposées au sud. Les femelles chamois et bouquetins mettent bas **question 154** en mai-juin. En été, le matin, après s'être nourris dans les pâturages, **question 157** ces ruminants se déplacent dans les falaises ombragées et sur les croupes ventées au-dessus des lieux de pâturage et s'y reposent. Ces animaux sont le plus dérangés par les pilotes de vol libre, **question 158** lorsque ceux-ci volent dans les zones

inhabitée au-dessus de la limite de forêt, à faible distance des flancs de montagne.
Question 156 La fin de l'hiver, en mars avril, est la période la plus rude pour les chamois et les bouquetins quand leur réserve de graisse sont épuisées et que la neige recouvre encore l'herbe.

1. Manque de nourriture :

Pendant tout l'hiver, la neige recouvre la végétation, limitant l'accès à la nourriture. À la fin de l'hiver, les réserves alimentaires sont au plus bas, et les animaux sont souvent affaiblis.

2. Épuisement des réserves corporelles :

Ces animaux dépendent de leurs réserves de graisse accumulées à l'automne pour survivre. À la fin de l'hiver, ces réserves sont souvent épuisées, ce qui les rend plus vulnérables.

3. Conditions climatiques encore rudes :

Même si le printemps approche, il peut encore y avoir des tempêtes de neige, du froid intense, et le manteau neigeux met du temps à fondre, en particulier en altitude.

4. Stress et mortalité accrue :

L'énergie dépensée pour se déplacer dans la neige profonde, associée à la rareté de la nourriture et à l'état de faiblesse général, augmente le risque de mortalité, en particulier chez les jeunes, les vieux ou les individus malades.

5. Dérangement humain :

Avec la reprise des activités de plein air à la fin de l'hiver (ski, randonnée, etc.), le dérangement par l'homme peut les pousser à fuir, ce qui leur fait dépenser une énergie précieuse qu'ils n'ont plus.

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 verrons un peu plus loin, le décollage se décompose en 3 phases, les deux 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^{ème} étant le décollage proprement dit, avec accélération de la course qui aboutit à ce que le pilote quitte le sol. Le critère essentiel lors du choix d'un terrain de décollage adapté est **question 20** qu'une interruption de décollage soit possible à tout moment sans danger. 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, 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 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.

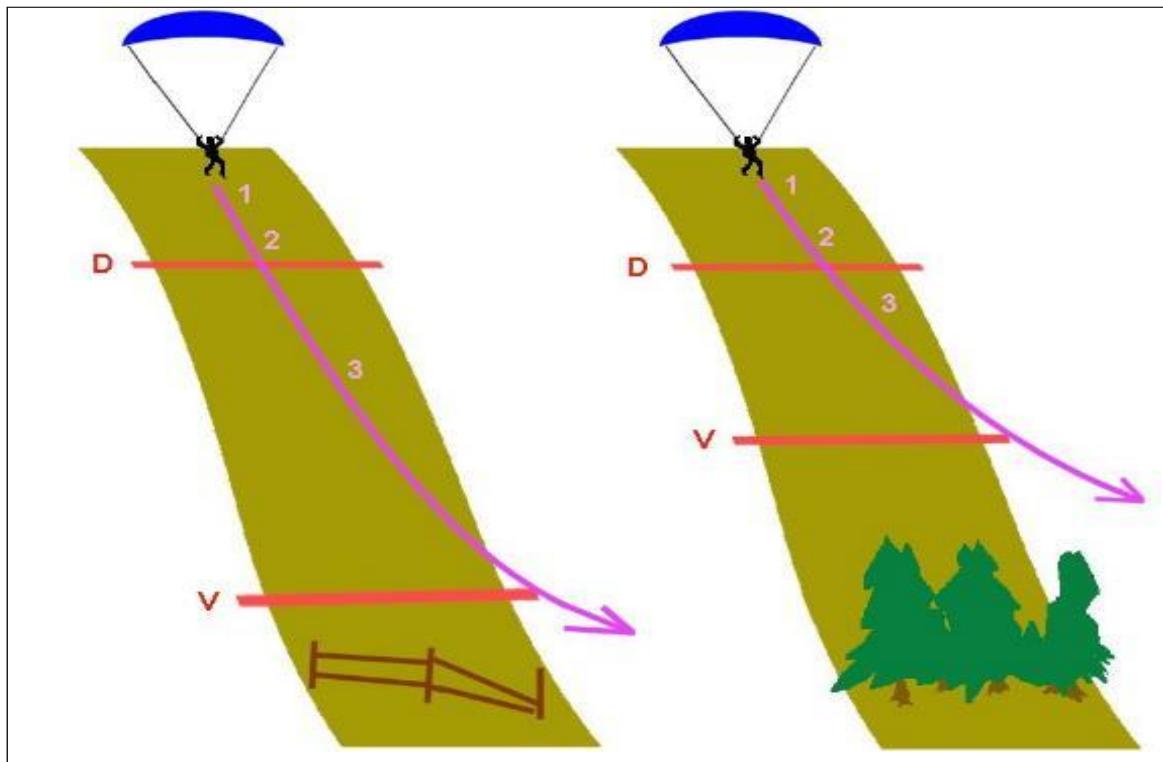


Figure P6 : terrain de décollage. D = ligne de décision. V = ligne de vie. 1, 2 et 3 = phases de décollage.

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.

Après avoir vérifié que la poche du parachute de secours est bien verrouillée, le pilote peut 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 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 » pré-vol 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 moyen 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). Si le pilote ne serre pas suffisamment les sangles des cuisses avant le décollage, il peut glisser partiellement hors de la sellette juste après le décollage **question 32**, et il peut s'avérer difficile voire impossible de s'asseoir. Si tel devait être le cas, le pilote, avant tout action corrective, devrait **question 39** s'éloigner un peu de la pente, saisir les deux freins dans une main puis glisser la planche d'assise sous les fesses avec la main libre. Durant cette action, il veillera à ne jamais toucher la poignée du parachute de secours. Bien que le pilote ait probablement envie de s'asseoir rapidement et correctement dans sa sellette, il faut absolument être suffisamment éloigné du sol avant de saisir les deux poignées de frein dans une main. En effet, **question 40** en cas de fermeture de l'aile due à des turbulences à proximité du sol, le pilote n'aurait pas le temps d'effectuer des corrections de l'aile (maintien de son cap) s'il devait d'abord chercher les poignées de freins. Scénario encore plus grave qu'une sangle mal serrée : si le pilote oublie d'attacher les sangles des cuisses (cuissardes) lors d'un check incomplet, **question 31** il peut glisser hors de la sellette et faire une chute mortelle. **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). Pour ce point, 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). E pour espace aérien (devant le décollage, qui doit être libre). Le QCM présente le contrôle de la manière suivante : **question 28** 1. Sellette, casque et parachute de secours fermés et sécurisés. 2. Elévateurs et suspentes agencées correctement. 3. Calotte bien en place. 4. Direction et force du vent . 5. Trajectoire et espace de décollage libre. Dans tous les cas, **question 30** le contrôle de la trajectoire et de l'espace aérien sont les derniers points, juste avant le décollage.



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.

Dans tous les cas, si le pilote a un doute quant au décollage dans des conditions de décollage (météo, configuration du terrain), **question 34** il décollera uniquement s'il est convaincu d'y arriver sans problème. Peu importe qu'il ait mis du temps à rejoindre sa zone de décollage, il rebroussera sans faute chemin ou attendra des conditions permettant un vol en toute sécurité.

Le décollage se déroule en 3 phases principales : **question 35** (1) gonflage, (2) contrôle/correction, (3) accélération. Les 2 premières phases ne sont qu'une préparation de la voile à l'envol, le véritable décollage se déroulant seulement à la 3^{ème} 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** (contrôle/correction) 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 et en regardant la voile de bout en bout (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, **question 36** il doit être possible au pilote d'interrompre son décollage sans danger lors de cette phase de contrôle et correction. En effet, la ligne de décision ne

<https://soaringmeteo.org>

doit en principe pas être encore franchie à ce stade. 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 immanquablement le sol, surtout si le terrain est peu incliné.
- 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 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.

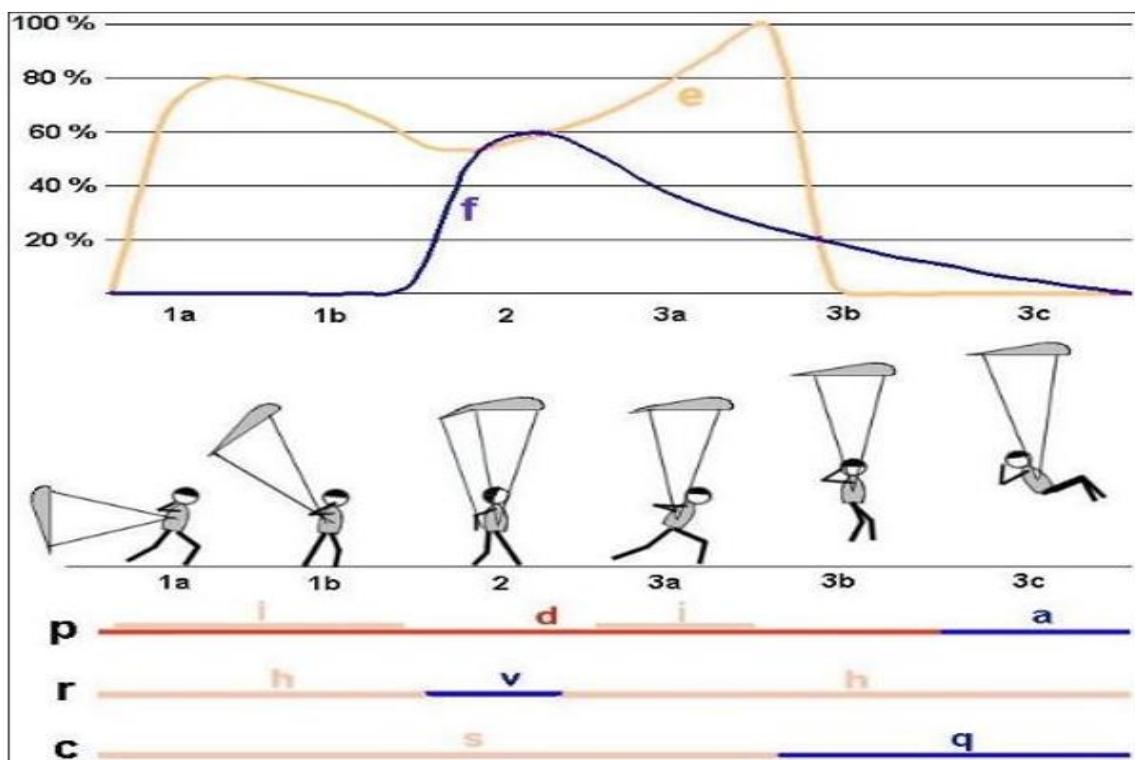


Figure P11 : Phases de décollage. 1a = gonflage, 1b = levée de la voile, 2 = contrôle, 3a = accélération, 3b = décollage proprement dit, 3c = mise en place dans la sellette, e = vitesse de la course et énergie fournie par le pilote (% de la vitesse et de l'énergie maximales), f = amplitude du freinage (% 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'atterrissement, 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 grossièrement 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 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 ralenti. 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.

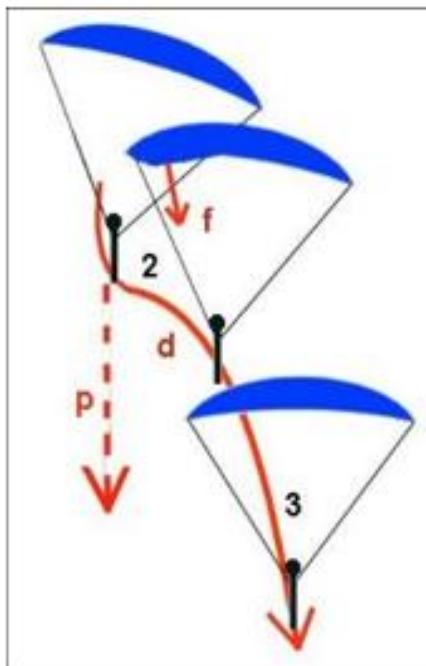


Figure P12 :

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. Dans ces conditions, **question 21** la distance de décollage sera courte et la vitesse de décollage (de course) sera faible. Par contre, si le vent est nul ou très légèrement arrière, **question 22**

la distance de décollage sera longue et la vitesse de décollage (de course) sera élevée, surtout si le terrain est peu incliné. Dans ce cas, **question 23** l'aire de décollage devant le parapente doit comporter le moins de petits obstacles et d'inégalités possible. Si le vent arrière est plus soutenu ($> 5\text{km/h}$) 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.

Si le vent au décollage est légèrement de travers (par exemple un vent de 120° 5 nœuds, autrement dit de SE, sur un décollage orienté sud) il faut **question 37** gonfler l'aile face au vent (direction SE) puis la tourner progressivement à la phase de contrôle vers la ligne de pente (direction S) puis finalement accélérer.

En haute altitude, l'air est moins dense (voir document Météorologie). La vitesse propre d'un parapente est donc augmentée (voir document Aérodynamique). Par conséquent, **question 38** par rapport à basse altitude (par exemple à 1400 mètres/mer), dans des conditions par vent nul à haute altitude (par exemple 3600 mètres/mer), la distance de décollage est plus longue car la densité atmosphérique doit être compensée par une vitesse de décollage plus élevée.

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. Néanmoins, **question 33** la calotte s'avère plus difficile à gonfler et monte moins bien (car le moment de force - poids de la calotte/longueur des suspentes agissant vers l'arrière et le bas est augmenté de façon sensible). En outre, l'aile peut décrocher plus tôt que d'habitude quand on agit sur les freins. La stabilité de vol n'est quant à elle pas affectée.

Si le terrain de décollage se situe depuis un couloir ou une clairière dans une forêt, il faut s'attendre **question 25** à un vent nul au sol alors qu'il souffle au niveau de la cime des arbres, ce qui engendre de fortes turbulences au niveau de la cime des arbres. **Question 26** Lors d'un décollage, il faut sérieusement se méfier d'un vent fortement variable qui provoque un changement abrupt de la vitesse et de la direction/force du vent). Ceci indique qu'un décollage se situe probablement sous le vent. On peut s'attendre à de très fortes et dangereuses turbulences juste après le décollage. 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. **Question 24** L'aire de décollage derrière le parapente doit être aussi plate que possible et comporter le moins de petits obstacles et d'inégalités possible, y compris une 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. Dans ces conditions de vent (25 km/h), **question 27** la technique de décollage face à l'aile (face 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. Lors du décollage face voile, le pilote évite impérativement d'être soulevé involontairement.

Le contrôle pré-vol (MA VIE) lors d'un décollage face à la voile doit aussi se faire dans le même ordre. Toutefois, **questions 29+30** puisque le pilote est face à la voile, il doit à nouveau, une fois tourné et voile levée, marquer un court temps d'arrêt (temporisation) pour contrôler sa trajectoire et l'espace de décollage avant de s'élancer. 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. 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.
3. La main droite prend la poignée du frein droite. La main gauche prend la poignée du frein gauche.
4. 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.
5. Le pilote peut faire son check en 5 points et reste sensible au vent sur son dos et sa nuque.

6. 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.
7. 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).
8. 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.
9. Le pilote se trouve face à la pente comme lors du décollage conventionnel. Une fois la trajectoire et l'espace de décollage contrôlés, 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.



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

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 du nœud. Le pilote doit alors compenser en freinant de l'autre côté pour pouvoir voler droit. Par exemple si le pilote constate qu'il doit fortement freiner à droite pour voler tout droit, **question 41** il existe certainement un nœud entre des suspentes, derrière à gauche. L'angle d'incidence de l'aile augmente du côté du nœud.

Par exemple, s'il existe un nœud entre une suspente D et les suspentes de frein, **question 42** la tendance au vol parachutal augmente et il faut s'attendre à un décrochage asymétrique (vrille) lorsque l'on vire à droite.

Par contre, si le nœud se trouve, par exemple, à gauche sur les suspentes avant (entre des suspentes A et B), il y a diminution d'incidence (donc de portance) de l'aile du côté du nœud. **Question 43** Par conséquent, l'aile sera plus sensible aux turbulences et se fermera plus vite de ce côté.

Si après le décollage un pilote constate qu'il ne peut pas actionner un frein et aperçoit un nœud au niveau du passage de la suspente de frein sur l'élévateur arrière, il doit **question 44** piloter l'aile à l'aide de l'élévateur arrière du côté concerné, jusqu'à atteindre une distance de sécurité suffisante par rapport au relief, puis essayer de défaire le nœud. Pour défaire un nœud entre les suspentes, il faut secouer les suspentes entrelacées ou éventuellement provoquer une fermeture contrôlée de la demi-aile concernée (voir plus loin). Une petite cravate latérale (classiquement la suspente du stabilo fait un tour de voilure latérale) peut aussi arriver.

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**.

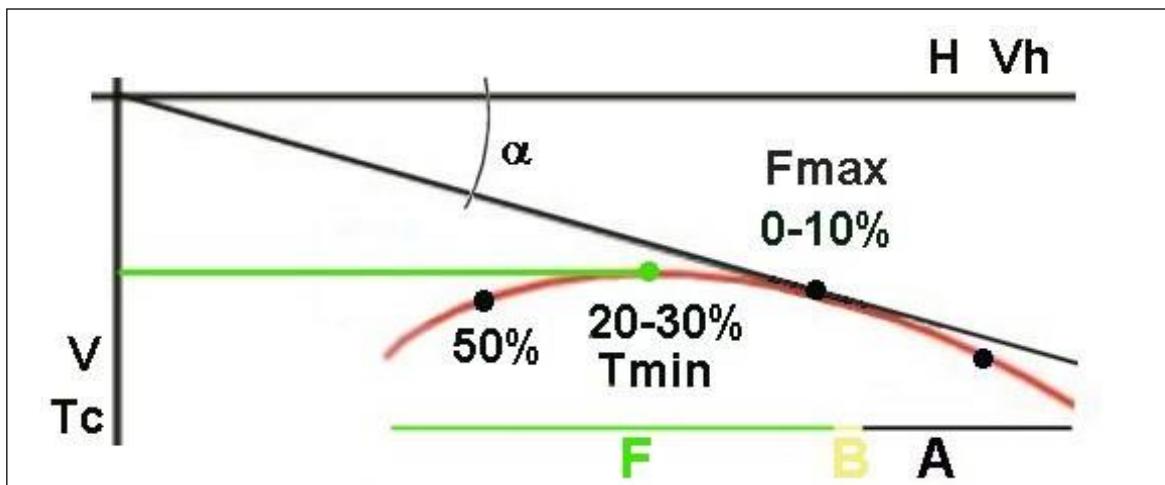


Figure P15 : Polaire des vitesses d'une voile de parapente. A = zone d'utilisation de l'accélérateur ou de l'afficheur. alpha = angle de plané à finesse maximale. Fmax = finesse maximale, Tmin = taux de chute minimal. H = distance parcourue, V = perte d'altitude, VH = vitesse horizontale, Tc = taux de 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, par vent nul, le pilote doit donc voler à finesse maximale, c'est-à-dire **question 45** voler sans freiner (bras hauts) à la vitesse trimmée. 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, par vent nul, il faut voler à taux de chute minimal soit **question 47** en freinant le parapente à environ 20-30%. Voir figure P15. Lorsque l'on connaît la finesse de son parapente, on peut calculer la distance maximale qu'on peut parcourir par vent nul. Par exemple **question 46** avec une finesse de 9 et une différence d'altitude de 1200 m, la distance qu'on peut espérer parcourir est de $1200 \text{ m.} \times 9$ (différence d'altitude x finesse) = 10'800 m.(10.8km). Voir aussi document 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. 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 important 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. Cela étant, la réponse à la **question 48** qui demande si la vitesse de vol peut être influencée par la position du corps, il convient de répondre qu'adopter une position aérodynamique en vol permet de nettement réduire la traînée et d'augmenter légèrement la vitesse de vol. Voir figure P16.

<https://soaringmeteo.org>

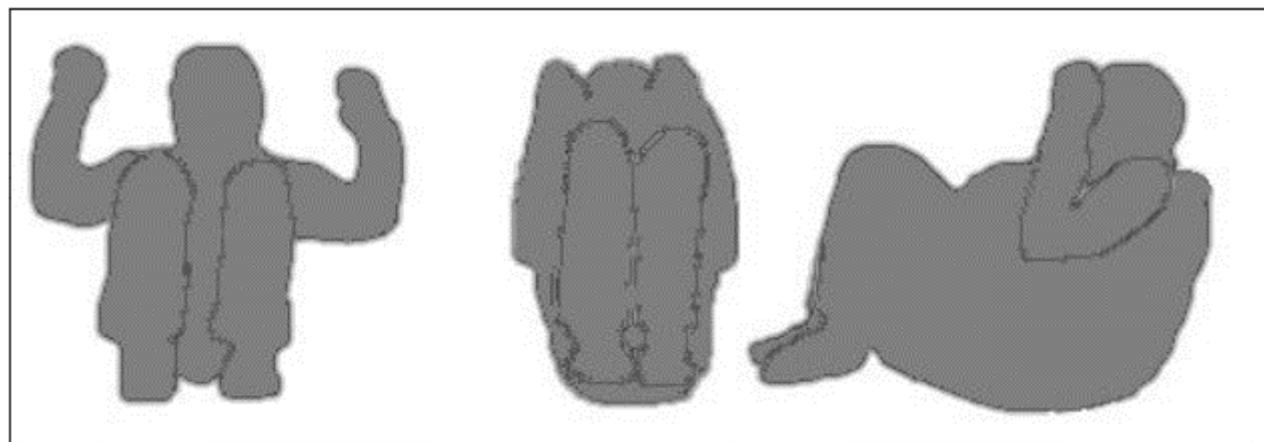


Figure P16 : Position assise standard à gauche. A droite, face et profil de la position aérodynamique offrant le moins de traînée parasite. Une position bras croisé devant le thorax offrirait même encore un peu moins de traînée mais limiterait évidemment les possibilités de pilotage.

Pour répondre à différentes questions du QCM 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. Pour voler le plus loin possible, autrement dit à finesse maximale, face à un vent de 25 km/h (cas b de la figure P17) il faut **question 49** voler aussi vite que possible, ouvrir les trims si l'aile en dispose et accélérer autant que l'aile et les turbulences le permettent.

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 km/h soit 16 km/h 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 km/h divisé par 1.5 m/s ou 16km/h divisé par 5.4kmh = 2.9. Un raisonnement identique montre que pour la situation c, **question 50** il faut freiner légèrement avec un vent-arrière de 20 km/h pour aller le plus loin possible (finesse maximale). Dans ce cas, la finesse sol maximale est égale à 13, la vitesse sol à 54 km/h et la vitesse propre à 34 km/h.

En calculant ainsi graphiquement la polaire réelle d'une aile actuelle, on remarque que les conseils de vitesse fournis par différentes questions 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 **question 51** voler à taux de chute minimale soit avec 20-30% de freins. 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 km/h. 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.

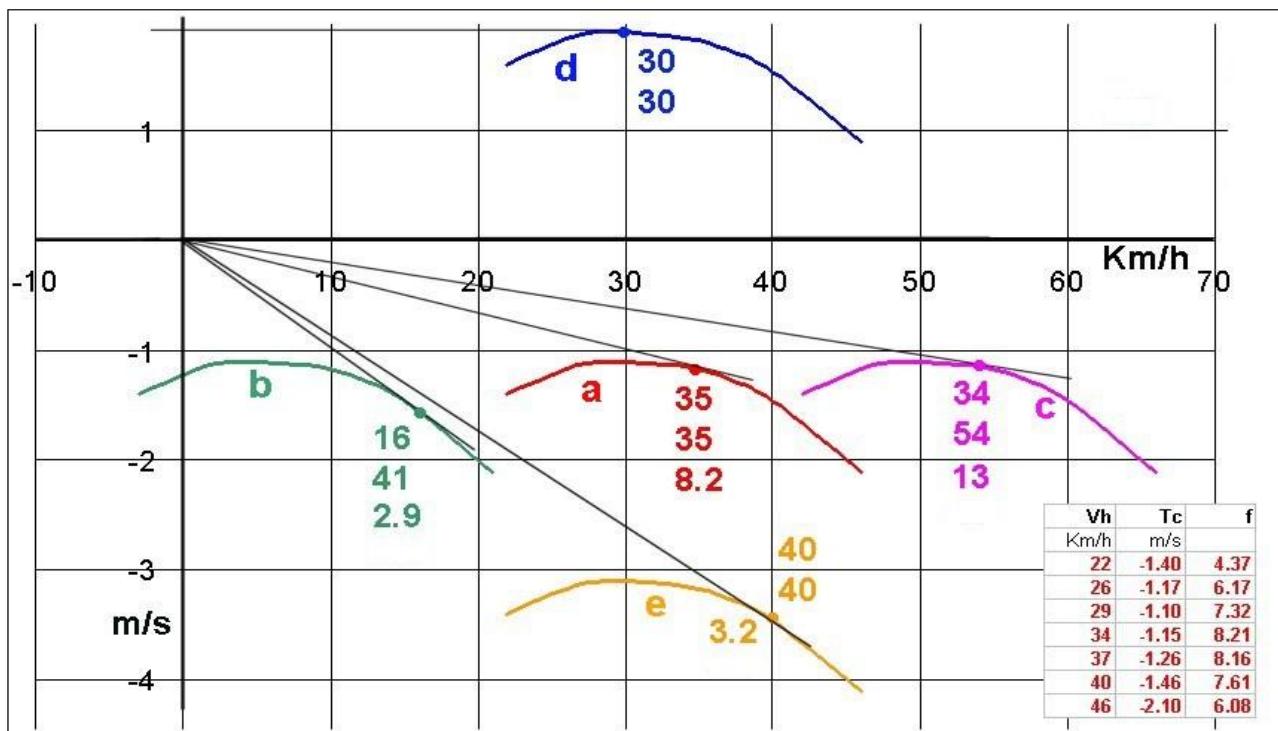


Figure P17 : Polaire d'un parapente par rapport au sol dans 5 situations aérologiques différentes. Elle ne change pas de forme mais se déplace dans le champ des axes des vents verticaux (m/s) et horizontaux (km/h). Situations : a = pas de vent, b = lors d'un vent de face de 25 Km/h, c = lors de vent-arrière de 20 Km/h, 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.

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.

Question 56 L'angle entre l'axe longitudinal de l'aile et la trajectoire de vol du parapente s'appelle angle de correction de dérive. **Question 57** Plus le vent traversier se renforce plus cet angle de correction de dérive augmente. Inversement, **question 59** plus la vitesse de vol est élevée, plus l'angle de correction de dérive diminue. Par exemple, le parapente A vole à 35 km/h tandis que le parapente B vole à 50 km/h. Tous deux suivent la même trajectoire et sont soumis au même vent de travers. **Question 58** A devra choisir un plus grand angle de correction de dérive que B. En résumé, cet angle dépend donc de la vitesse propre du planeur et de la force et de la direction du vent. Finalement, la grandeur de l'angle de correction de dérive dépend, **question 60** nous l'avons vu plus haut, de la vitesse de l'aile et également de la direction et de la force du vent.

La figure P18 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. Par exemple, si un pilote vole en direction du terrain d'atterrissement qui se trouve précisément au sud de sa position et qu'il s'aperçoit qu'un vent d'ouest modéré

souffle à 25km/h, **question 52** le pilote orientera son aile en direction du sud-ouest et volera aussi vite que possible pour avoir la meilleure finesse (autrement dit arriver le plus haut possible au but). Les polaires de la figure ci-dessus montrent que jusqu'à 15 km/h de vent traversier, les finesse 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.

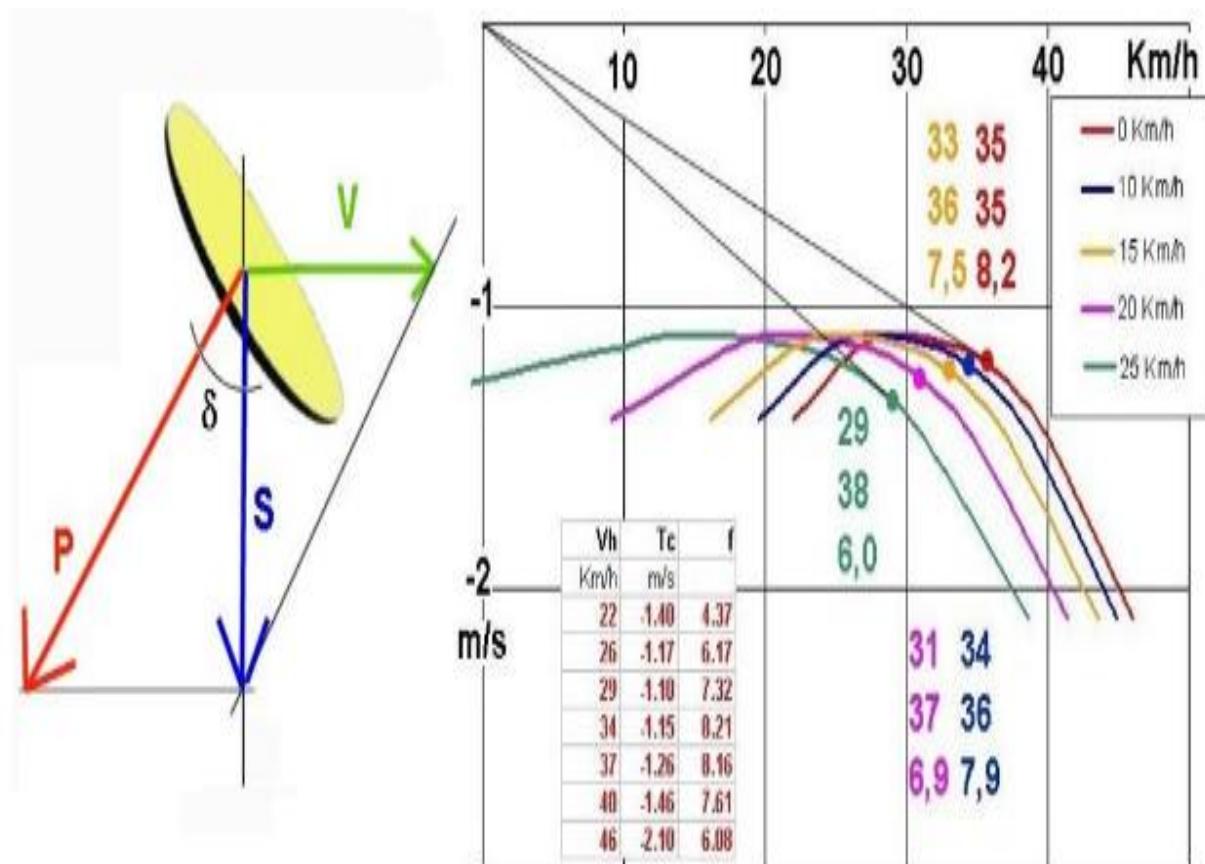


Figure P18 : A gauche, V = direction et force du vent de travers, P = direction et vitesse propre du parapente et axe de vol, S = direction (trajectoire) et vitesse sol résultantes du parapente = addition des vecteurs V et P , δ = angle de correction de dérive. A droite, polaires résultantes du parapente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

La figure **P19** montre ce qui se passe si un pilote vole ou ne vole pas en « crabe ». Le cas 1 **question 54** 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. Le cas 2 **question 55** 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. Le cas 3 **question 53** montre un pilote corrigé 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.

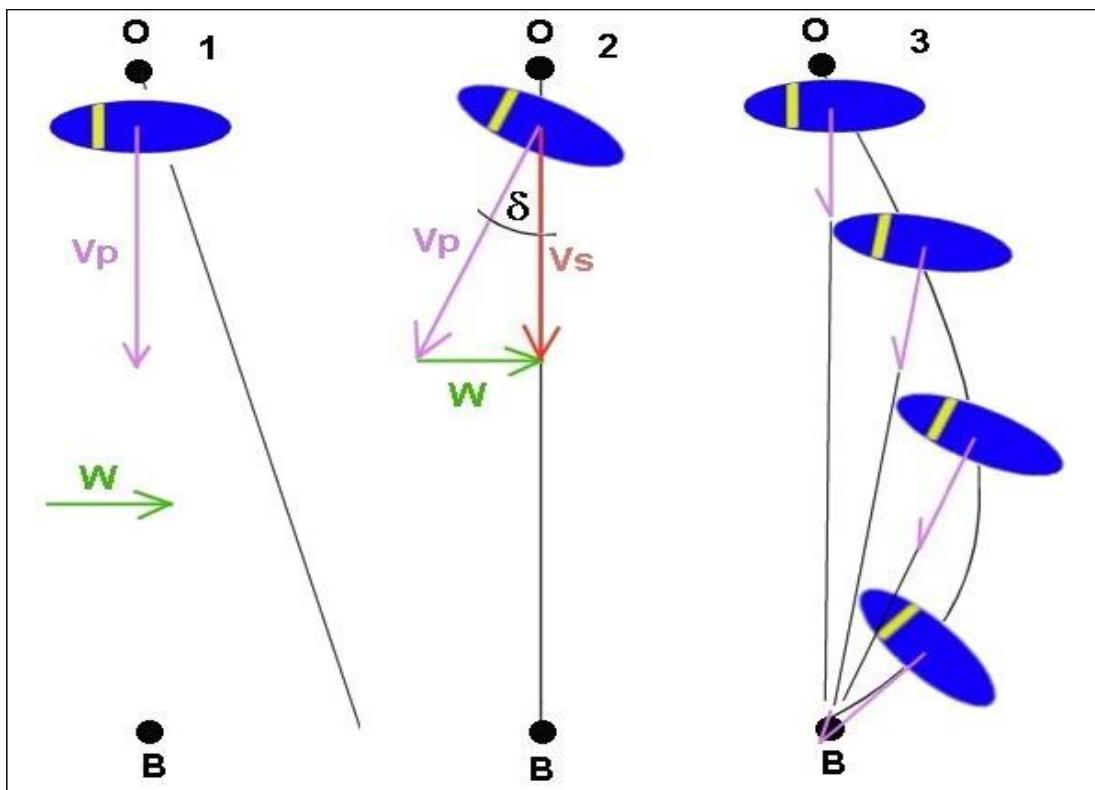


Figure P19 : O = origine, B = but (direction sud), W = vent traversier d'ouest, 20 Km/h, V_p = vitesse propre du planeur, V_s = vitesse sol du planeur. δ = angle de correction de dérive.

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. **Question 66** Le meilleur et le plus rapide chemin pour retourner dans celle-ci est d'effectuer un virage serré de 120-180° dans le sens de la spirale précédente afin de revenir le plus vite possible dans la pompe. 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 **question 63** est de continuer le virage à environ 180°, voler brièvement tout droit car l'air ascendant devrait maintenant se trouver devant le pilote qui peut alors recentrer.

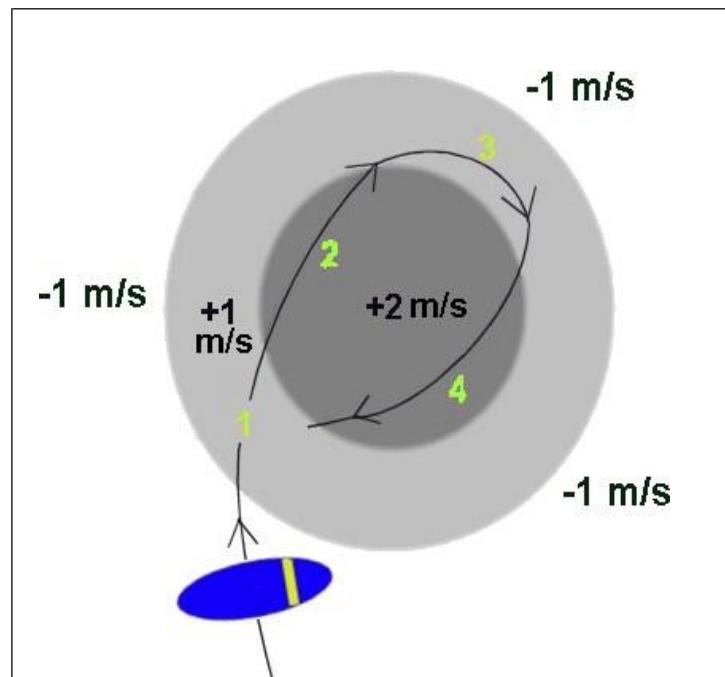


Figure P20 : Phases 1 à 4 du cerclage d'une ascendance thermique.

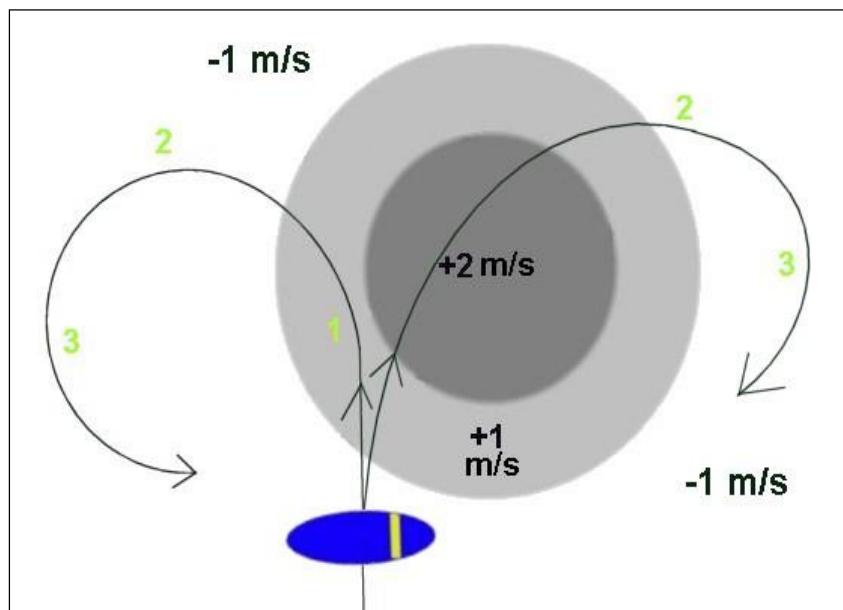


Figure P21 : Recentrage d'une ascendance thermique perdue. Phase 1, entrée dans l'ascendance thermique, phase 2 = sortie de l'ascendance après virage de 90° , phase 3, retour dans l'ascendance après continuation du virage de 180° .

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, **question 65** il entre dans la zone descendante autour de la pompe et perd ainsi beaucoup d'altitude.

Jusqu'à présent nous avons parlé des ascendances thermiques sans vent. Dans de telles conditions **question 64** ces ascendances sont évidemment verticales et le pilote doit les cercler en une spirale verticale et il monte à la verticale. Il arrive souvent que le vent soit suffisamment fort pour incliner la colonne d'air ascendant dans le sens du vent. **Question 69** Au vent de cette colonne on rencontre plutôt des ascendances turbulentes tandis que **question 68** sous le vent on rencontre de fortes turbulences et des descendances. Voir figure P22. C'est pourquoi si un pilote arrive sous un cumulus, marquant l'ascendance thermique, il doit rechercher les meilleures ascendances **question 61** en particulier au vent du cumulus (contre le vent du courant ascendant). Inversement, il doit éviter les courants descendants sous le vent.

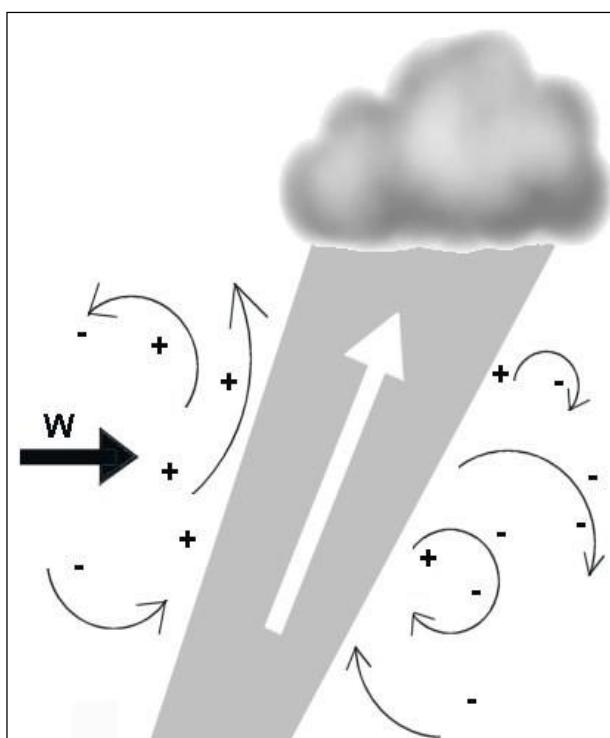


Figure P22 : Effet du vent sur une ascendance thermique : inclinaison et effets en périphérie de celle-ci. W = vent.

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 minutes pendant qu'il circule dans l'ascendance, **question 62** il peut déduire que le vent souffle à 3 Km/10 minutes ou 18 km/h. Autre exemple, **question 67** si le vent souffle d'ouest (270°/10 noeuds), le courant ascendant sera dévié vers l'est. Si le pilote sort d'une ascendance déviée par un vent assez fort (par exemple 15 noeuds), 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.

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 **question 70** l'ascendance suivante, et lorsqu'il est sûr d'avoir atteint l'altitude suffisante pour y parvenir.

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).

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 forcée 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 **question 72** en s'éloignant de la pente. Tant que le vent souffle suffisamment, le pilote peut ainsi se maintenir en l'air par des allers-retours le long de la crête. Dans tous les cas, lorsqu'on vole en soaring dans une atmosphère turbulente, il faut **question 71** augmenter la distance par rapport au relief (pour pouvoir réagir à temps en cas d'incidence de vol et pour s'éloigner des turbulences plus marquées près du sol) et adapter la vitesse aux conditions.

On se souvient que le parapente génère brièvement des tourbillons marginaux (vortex, traînée induite) dans son sillage de vol (voir Document Aérodynamique). **Question 73** Ces turbulences peuvent être ressenties par d'autres planeurs de pente derrière eux. Cela **question 74** peut causer des difficultés aux pilotes qui suivent de près, notamment au décollage et à l'atterrissement.

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. **Question 88** Dans une zone turbulente avec un balancement de l'aile, il convient de rester assis et détendu dans la sellette, piloter avec une pression légère à moyenne sur les freins et ne pas tenter de compenser les mouvements pendulaires.

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. 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.

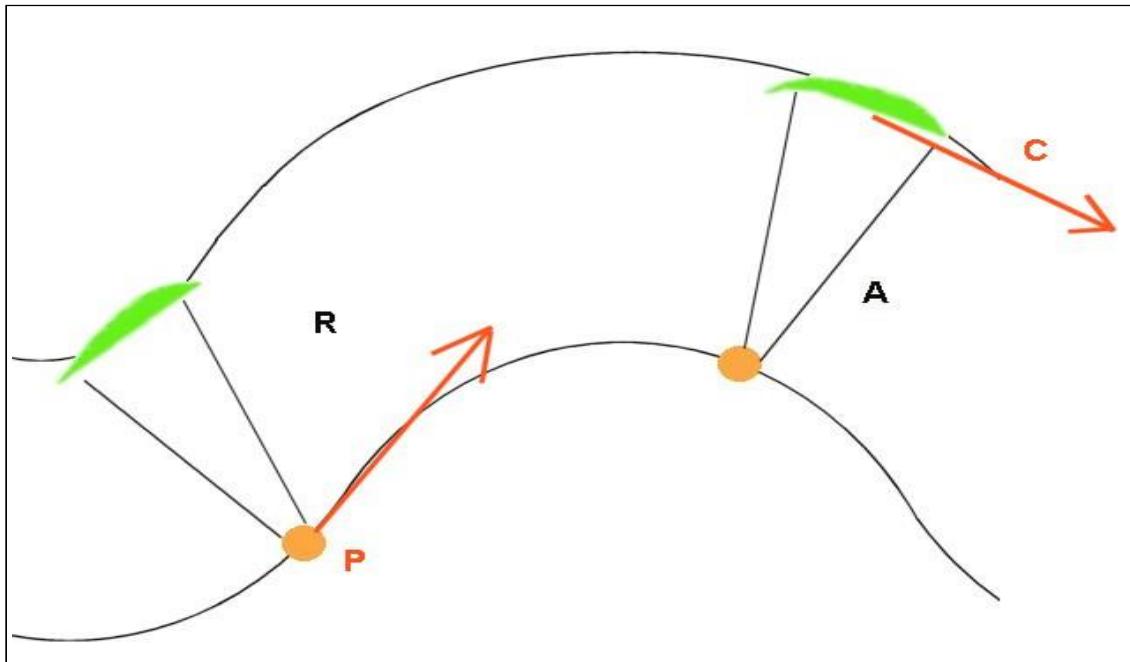


Figure P23 : Ressource R avec le pilote P qui monte plus vite que la voile (pour contrer il faut mettre les bras hauts = pas de tension sur les commandes de frein) suivi d'une abattée A avec une calotte C qui plonge plus vite que le pilote (pour contrer il faut un bref freinage symétrique).

Question 92 Une spirale engagée désigne des virages très étroits de 360°. Le facteur de charge G augmente sensiblement en raison de la force centrifuge. **Question 94** L'avantage de cette figure est d'atteindre un taux de chute très important sans déformation de la calotte. 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 99** Cette manœuvre génère ainsi une charge importante pour le corps, notamment si elle se prolonge, et elle n'est donc pas adaptée à tous les pilotes. 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. Lors d'une descente rapide par le biais d'une spirale engagée, il faut considérer **question 100** que la vitesse, le taux de chute et la force G restent contrôlables à l'aide du frein extérieur et du déplacement du poids du corps vers l'extérieur. Toujours lors d'une spirale engagée il faut considérer **question 101** qu'indépendamment de la géométrie de l'assise, de la position du corps et des caractéristiques de l'aile, chaque aile peut continuer à tourner de manière stable. Que poser la jambe extérieure sur la jambe intérieure et donc se pencher vers l'intérieur peut sensiblement augmenter la tendance de l'aile à continuer à tourner. Finalement, que pour empêcher une aile de continuer à tourner, il faut la contrôler de manière active à l'aide du frein extérieur et du déplacement du poids du corps vers l'extérieur. Voir figure P23.

Question 91 Le « wingover » désigne un changement rapide de direction, l'aile présentant parfois une inclinaison de plus de 90°). 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 de la descente rapide à l'aide des oreilles est **question 93** qu'elle permet de maintenir un cap horizontal déterminé pendant la durée de la manœuvre et le corps ne subit pas de force G malgré un taux de chute augmenté (3-4 m/s). La déformation symétrique de la calotte n'est pas un réel problème. L'aile reste stable **question 96** mais vole avec un angle d'incidence plus grand. Le risque d'entrer en phase parachutale (voir plus loin) augmente sensiblement, surtout en sortie de manœuvre. **Question 97** 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. **Question 98** Dans tous les cas, lorsqu'on rouvre les oreilles, il faut veiller à ne pas les rouvrir de manière active (en pompant) à faible hauteur au-dessus du sol. Par ailleurs, quand on fait les oreilles, **question 95** il faut veiller à n'utiliser que les suspentes A ou les petites sangles A séparées et prévues à cet effet sinon l'aile peut se fermer sur tout le front. En outre, il ne faut pas tirer sur les suspentes A intérieures lors d'une mise en œuvre trop désordonnées afin d'éviter afin d'éviter la fermeture frontale. Finalement. Il faut fermer une oreille après l'autre, pour les pilotes les moins expérimentés, afin d'éviter le risque de fermeture frontale.

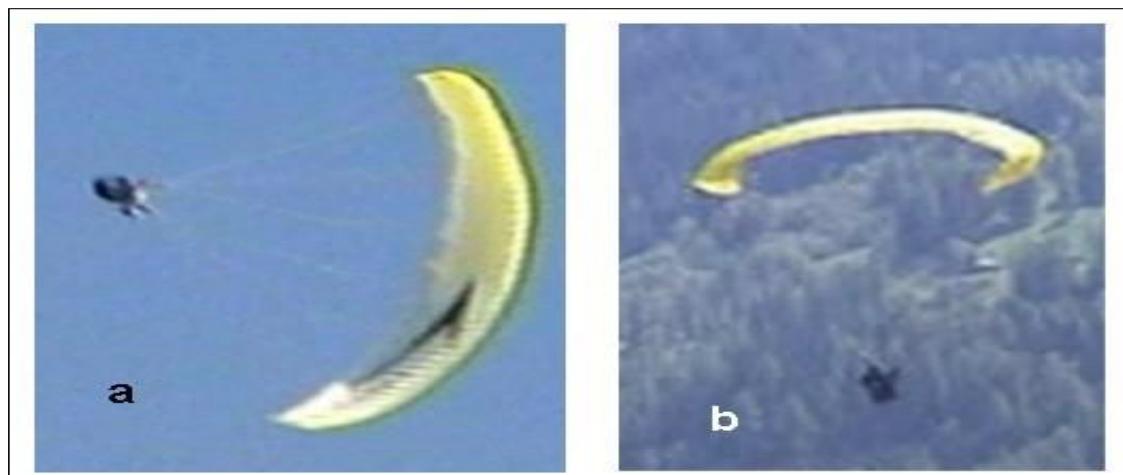


Figure P24 : Wingover en a et oreilles en b.

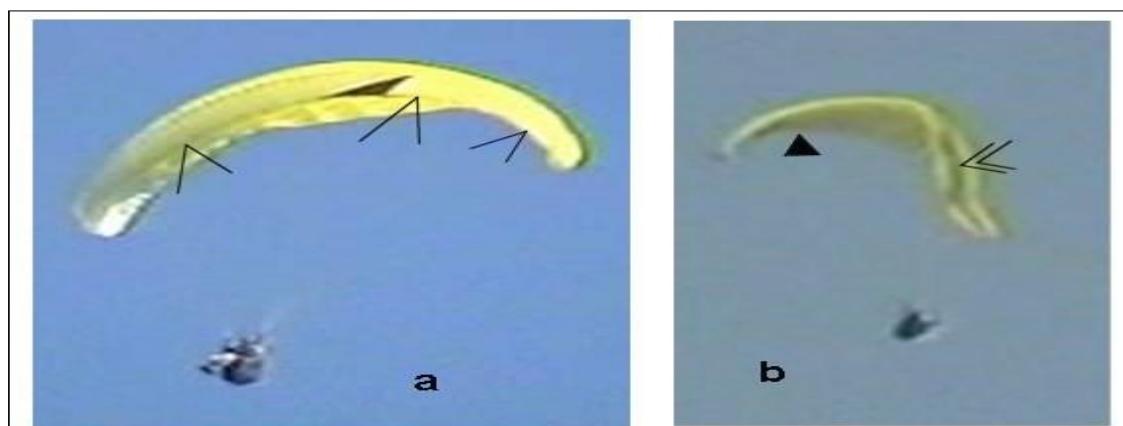


Figure P25 : Décrochage aux B en a et fermeture latérale en b. Flèche simple = pli sur l'intrados dans le sens de l'envergure et au niveau des attaches des suspentes B. Flèche double = fermeture (collapse) latérale gauche. Flèche pleine = compensation mesurée par le frein droit.

Le décrochage 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. 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. 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. 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. Ceci devrait arriver rarement car il faut toujours essayer d'anticiper l'aérologie 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 (collaps) 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). **Question 86.** Si on ne fait rien l'aile entre dans une spirale de plus en plus engagée pouvant être dangereuse. **Question 87** La réaction à avoir immédiatement après une fermeture latérale est donc une contre mesure qui consiste à stabiliser la direction de vol désirée par déplacement du poids du corps et un freinage dosé du côté non fermé, et si nécessaire, rouvrir le côté fermé en pomptant. 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.

Question 85 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. Ses extrémités peuvent alors dépasser le milieu de l'aile, de sorte qu'elle se ferme totalement. **P26.**

<https://soaringmeteo.org>

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). 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. Les conséquences peuvent être **question 75** que l'aile subit un décrochage et entre en vol parachutal, voire partie en arrière. 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. 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.

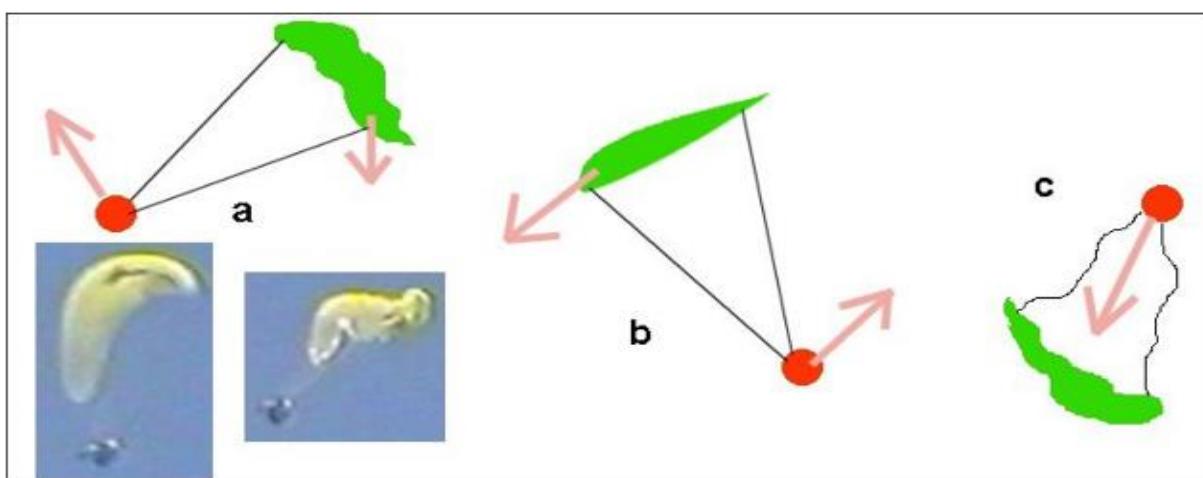


Figure P27 : Décrochage. En a, la calotte est amenée à vitesse minimale par une traction symétrique et de plus en plus importante des freins, elle devient ainsi très arquée puis se dégonfle et stoppe son mouvement horizontal. Par inertie le pilote est alors propulsé dans un mouvement de balancier vers 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 **question 76** quand il n'y a plus de sensation de vent sur le visage, pas de pression sur les freins, l'intrados n'est plus tendu mais présente une surface concave entre les points d'attache des suspentes. Pour sortir de cette configuration de vol, si on a une altitude suffisante, **question 77** il faut appuyer les élévateurs A vers l'avant afin de provoquer une abattée et une prise de vitesse vers le domaine de vol normal. On peut également utiliser l'accélérateur jusqu'à ce que l'aile revienne au vol normal. Près du sol, **question 78** il est plus prudent de laisser l'aile en vol parachutal, se redresser et atterrir en faisant un roulé-boulé au contact brusque du sol. Une phase parachutale peut aussi se produire en sortie mal gérée d'un décrochage aux B et si la charge alaire est insuffisante ($<2.5 \text{ Kg/m}^2$). **Question 79** Plusieurs autres raisons peuvent provoquer un vol parachutal stable, par exemple voler à travers une averse, une calotte mouillée, des suspentes de freins trop courtes, des suspentes déréglementées par le vieillissement qui sont passées inaperçues faute d'un contrôle annuel.

Une vrille **question 90** désigne une rotation rapide, de l'aile autour de l'axe vertical (axe de lacet), une moitié de l'aile se déplaçant vers l'avant et l'autre vers l'arrière. Figure P28. A ne pas confondre avec le twist **question 89** qui est la torsion des élévateurs et des suspentes provoquée par la rotation rapide de la calotte autour de l'axe vertical, le pilote ne parvenant pas à suivre le mouvement en raison de l'inertie de sa masse. **Questions 80-81** 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'on freine de manière excessive lors d'un virage (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. **Question 82** Un indice d'amorce de vrille est que la tension diminue brusquement sur le frein intérieur au virage qui n'offre plus aucune résistance. **Question 83** Pour sortir d'une amorce de vrille, il faut immédiatement 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. Pour ressortir d'une vrille bien engagée, les choses sont plus complexes mais ne seront pas abordées dans ce manuel. **Question 84** Pour prévenir une vrille, il faut voler constamment avec une réserve de vitesse suffisante et piloter le parapente avec finesse.

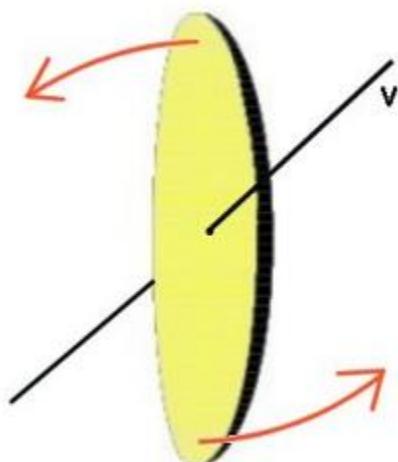


Figure P28 : Vrille et décrochage asymétrique. Rotation de la calotte autour de l'axe vertical v du lacet.

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 **question 138** absolument éviter de changer brusquement de direction de rotation dans un thermique occupé par d'autres planeurs ou deltaplanes. Une collision peut se produire entre un delta et un parapente lorsque le delta s'approche du parapente **question 137** par derrière et par le bas. Dans cette situation, les pilotes ont chacun un mauvais champ de vision vis-à-vis de l'autre. 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 **question 139** à chaque fois que la situation semble incontrôlable ou qu'une collision s'est produite, **question 140** par exemple lors d'une collision frontale en vol entre un parapente et un delta. Le pilotage devient également 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 141** Par exemple, après une vrille, les suspentes sont torsadées sur plusieurs tours (twists) et l'aile part d'elle-même en spirale engagée. Lorsque le parachute de secours est ouvert, le pilote **question 142** doit se redresser et tenter d'empêcher le parapente de voler et d'interférer avec le parachute. Il doit tirer une rangée de suspentes de manière asymétrique ou en tirant les suspentes B ou C. Avant l'impact au sol, 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. Si, lors de vol, il faut utiliser son parachute de secours, par exemple à la suite d'une grande fermeture, et que le pilote, qui s'est posé dans un terrain dégagé, n'est finalement pas blessé, **question 162** il doit contacter dès que possible la REGA au numéro 1414 afin d'indiquer sa position et ce qui est arrivé. La REGA relaiera l'information aux centrales en charge du sauvetage terrestre ou aérien du canton concerné, ce qui évitera une intervention inutile des secours qui auraient été alertés en direct par un témoin au sol inquiet de voir un parachute se déployer. Dans l'éventualité où un atterrissage s'effectue dans un arbre de grande taille, il convient **question 163** d'alarmer les secours à l'aide de son portable puis d'attendre de l'aide en bougeant le moins possible. Il ne faut surtout jamais tenter de rejoindre le sol seul, une éventuelle chute de cette hauteur provoquerait à coup sûr des blessures graves, voire la mort.

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. **Question 102** C'est pourquoi, avant d'effectuer les manœuvres d'approche (volte) il est recommandé de survoler le terrain d'atterrissage afin d'observer la manche à air. **Question 103** S'il n'y a pas de manche à air, on peut se faire une idée de la direction du vent en observant les panaches de fumée, les drapeaux ainsi qu'une éventuelle dérive latérale lors du vol. Mais également, la risée sur les surfaces d'eau, son GPS (vitesse sol), le vol d'autres parapentes. Les manœuvres de préparation à l'atterrissage s'appellent la volte ou prise de terrain en « u ». Figure P29. **Question 105** **112old** Elle permet aux autres utilisateurs de l'espace aérien d'anticiper la trajectoire d'un pilote et se prête le mieux à un atterrissage précis. 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 (cf. image suivante – **question 106**) : la « zone de destruction d'altitude » **question 110** qui consiste à effectuer des virages de 360° pas trop serrés dans le sens de la volte d'atterrissage a pour 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 (cf. image suivante – **question 107**) : le vent-arrière est un vol droit, parallèle et à côté du terrain, vent dans le dos. 3 (cf. image suivante – **question 108**) : la base est un vol droit à 90° de la trajectoire précédente, du côté du terrain. 4 (cf. image suivante – **question 109**) : la finale est le vol droit final, face au vent, qui aboutit au contact du pilote avec le sol, dans la cible.

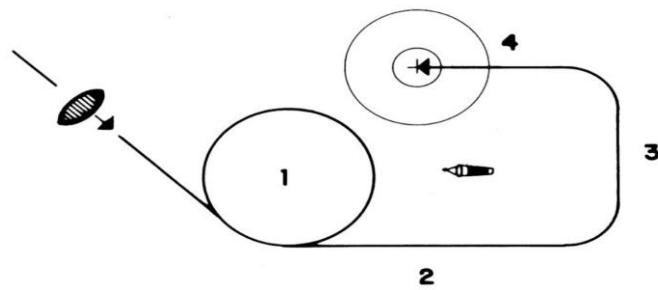


Image e-learning FSVL

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.

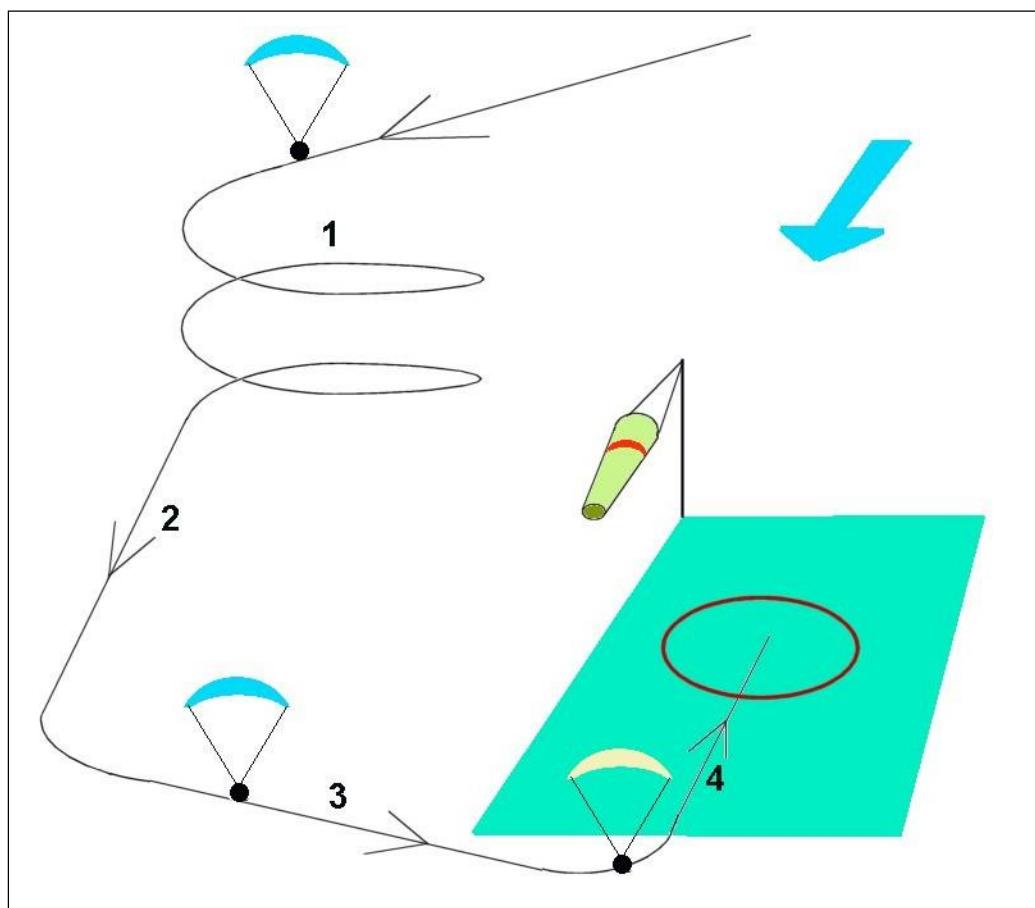


Figure P29 : Les 4 phases 1-4 de la volte, après le survol du terrain d'atterrissement pour l'observer. La flèche indique la direction du vent entraînant l'aspect de la manche à air, représenté en conséquence sur l'image.

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 (**question 111** secteur 2) et la base dans le secteur A. Avec une volte droite, la phase 1 se passe dans le secteur D (**question 112** secteur 3) et la base dans le secteur C. 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. 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. (a – QCM FSVL **question 115** réponse 1) si, par vent nul, au passage vent-arrière/base, le pilote constate qu'il est un peu bas, il peut raccourcir sa base (QCM FSVL **question 113** réponse 2) et effectuer la finale un peu de biais (entendre **question 124** réduire la base ou y renoncer entièrement). Lorsque le vent est soutenu (25-30 Km/h), (QCM FSVL **question 116** réponse 3) 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. Si, par vent nul, le pilote constate à la base, qu'il est encore un peu haut, (QCM FSVL **question 114** réponse 4) il peut faire quelques virages de 180° et des allers-retours parallèles à la base, avant de passer en finale (entendre **question 123** prolonger la base et la répéter si nécessaire).

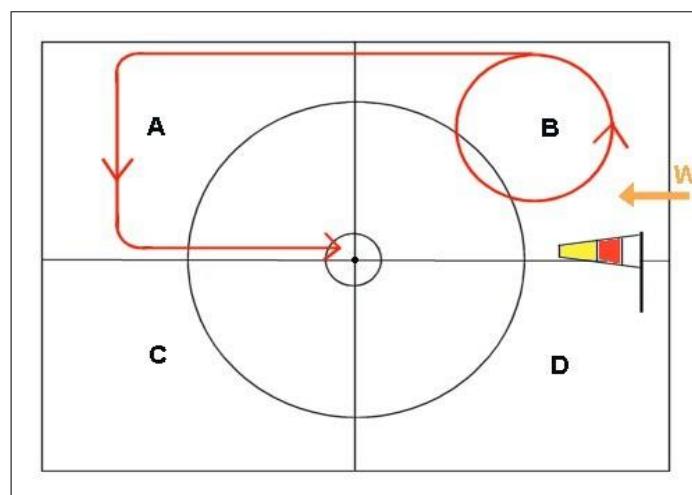


Figure P30 : Secteurs A-B des différentes phases de la volte, suivant la direction du vent et le sens de la volte.

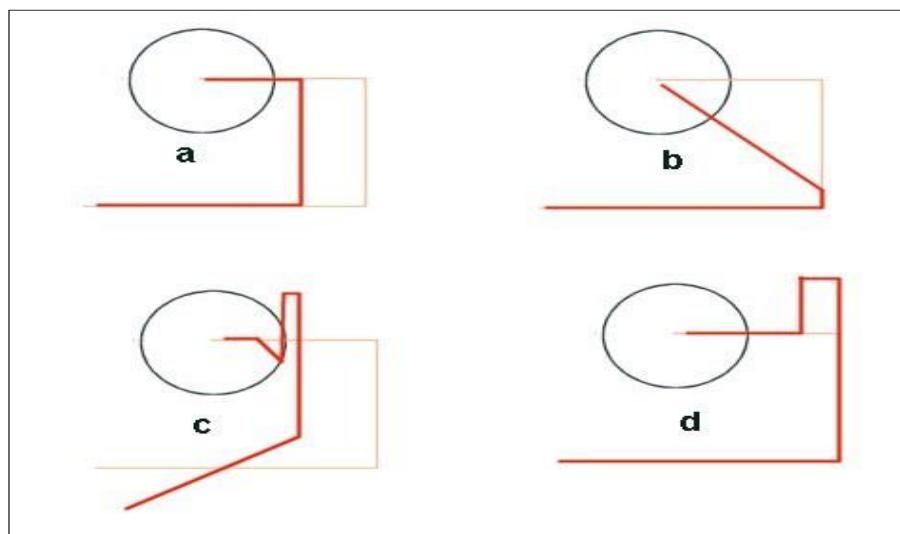


Figure P31 : En clair, le trajet de la volte standard. En foncé, les différentes variations a-d du trajet de la volte, selon les circonstances.

Question 121 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 un peu plus d'espace pour toutes les phases restantes de la volte. Si au contraire, le pilote est trop bas en phase vent-arrière **question 122**, les phases restantes doivent être raccourcies. En finale, si le pilote réalise qu'il est un peu trop haut, **question 125** 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. En effet, si un pilote tire les freins **question 127** à 80% ou plus assez longtemps, il est très probable qu'après un certain temps, son aile finisse par décrocher, ce qui est particulièrement dangereux près du sol. Si au contraire le pilote est **question 126** un peu trop bas en finale avec un léger vent de face, il faut augmenter au maximum la finesse de son parapente en pilotant sans freiner (bras haut) jusqu'à proximité du sol, puis tirer lentement les freins de manière continue. Si le vent est fort, par exemple 25 km/h, le pilote qui vient de toucher le sol avec ses pieds, doit immédiatement **question 129** pivoter à 180° puis saisir et tirer à fond les suspentes B ou C si elles sont accessibles et sinon les commandes afin que le parapente cesse de voler. 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. Finalement, juste après l'atterrissage, le pilote **question 128** doit quitter immédiatement l'aire d'atterrissage, afin de laisser la place à d'autres parapentes en finale. Par vent fort, à l'approche su sol une forte diminution du vent peut provoquer un bref affaissement de l'aile. **Question 133** Dans ce cas, il ne faut surtout pas freiner car on risque un décrochage. Il faut plutôt permettre à la voile de reprendre de la vitesse puis contrôler une possible et faible abattée de manière dosée.

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 **question 119** un angle d'approche plus plat (finesse plus grande) et une vitesse d'arrondi plus grande. Inversement, avec du vent de face, **question 120** 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. 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. **Question 104** En pente douce et par vent nul, un atterrissage précis contre la pente s'avère plus facile mais un atterrissage en douceur plus difficile. C'est pourquoi, **question 130** 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. Figure P32.



Figure P32 : Atterrissage sur une pente en parapente.

<https://soaringmeteo.org>

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.

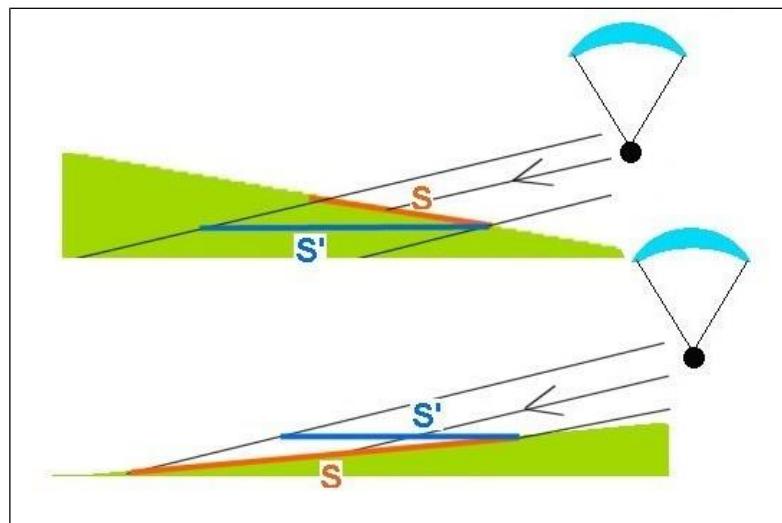


Figure P33 : Atterrissage contre la pente (en haut) et dans les sens de la pente (en bas). S = surface disponible, S' = surface correspondante horizontale. En contre pente, S < S' alors que dans le sens de la pente S > S'.

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 **question 132** par exemple, il faut s'attendre à de fortes turbulences (donc des incidents de vol potentiels) tout au long de la dernière phase en finale. Dans la mesure du possible il faut donc choisir **question 131** un terrain dont le côté au vent doit être le plus plat possible et comporter le moins d'arbres ou de constructions possible. Figure P34.

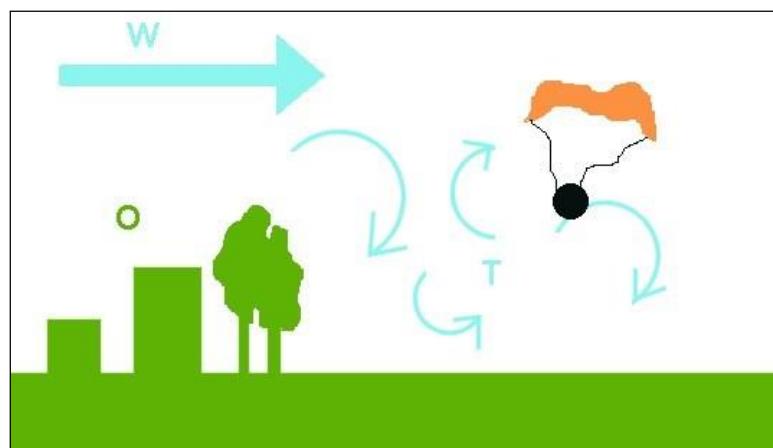


Figure P34 : Obstacles (O) au vent (W) du terrain et turbulences (T) sous le vent de O.

S'il y a 3 planeurs qui se suivent à 50 mètres lors de l'approche du terrain d'atterrissage par vent nul, **question 117** c'est le premier pilote (le plus bas) qui choisit librement la direction de l'atterrissage 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.

Si le premier pilote se rend compte en base que le vent sera en fait léger arrière en finale, **question 118** il est trop tard pour changer la volte et il est beaucoup plus sûr de poursuivre celle-ci comme prévu et choisir un angle d'approche plus plat en finale. 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.

Avec ou sans vent, entre un arbre, un torrent, le milieu d'un lac ou le toit incliné d'une maison, l'arbre est le moins dommageable s'il n'y a pas d'autre possibilité d'atterrissement. 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'atterrissement sur un arbre se produit lorsque **question 135** le pilote sort de la sellette sans s'être suffisamment assuré avec une corde. Les branches cèdent sous son poids et il tombe de l'arbre. Pour dégager le parapente accroché à la couronne d'un arbre il peut être nécessaire, pour ne pas déchirer la calotte, **question 136** d'ouvrir les maillons des suspentes et défaire les noeuds des poignées de frein. Si l'atterrissement sur un plan d'eau s'avère inévitable, la mesure recommandée est **question 134** d'ouvrir si possible les sangles de la sellette avant même l'atterrissement (le contact avec l'eau). Ceci peut éviter une noyade si le parapente est entraîné sous l'eau. Pour les sellettes avec système de fermeture à 2 boucles dont l'ouverture est moins aisée, il peut éventuellement être nécessaire de couper les sangles pour se dégager rapidement.

Nous voyons dans le document Législation différentes obligations en lien avec l'ordonnance du DETEC sur les aéronefs de catégories spéciales (OACS ; RS). Toutefois, la réponse à la **question 169** se trouve à l'article 11 alinéa 1 de l'ordonnance de l'OFAC sur les marques distinctives des aéronefs (OMDA ; RS 748.216.1). Celui-ci indique que « les planeurs de pente doivent être munis d'une marque distinctive bien visible, constituée de cinq chiffres au plus, d'une hauteur de 40 cm, et apposée sur la face inférieure des surfaces sustentatrices ». L'absence de ce marquage est donc contraire à l'ordonnance donc illégal.

Lors d'un vol en parapente., **question 155** il convient toujours de respecter la propriété et la vie privée de chacun et adapter son comportement en conséquence. Le vol à voile est une activité généralement bien acceptée par la population, il serait regrettable que cela change sur la base d'un comportement peu adapté des pilotes.

Chers amis libéristes et futurs libéristes,

Cet imprimé (3^{ème} 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.

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

Téléchargement de la dernière version : <https://soaringmeteo.org/docs.html>

En échange de la gratuité, SVP, je vous prie de ne pas hésiter à m'indiquer par email ([équipe@soaringmeteo.org](mailto:equipe@soaringmeteo.org) & soaringmeteo.org@gmail.com) 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.*

Auteur principal : Jean Oberson, mars 2005
Contribution et mise à jour : Thierry Vallotton, septembre 2025
Contribution et relecture :