

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

## **M A T E R I E L**

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

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

**2<sup>ème</sup> édition 2005**

*Copyright*

## **TABLE DES MATIERES**

<i>Les parties principales du parapente .....</i>	<i>2</i>
<i>La calotte .....</i>	<i>3</i>
<i>Les suspentes.....</i>	<i>7</i>
<i>Elévateurs, commandes, afficheurs et accélérateurs.....</i>	<i>11</i>
<i>La sellette et le parachute de secours .....</i>	<i>17</i>
<i>Equipement accessoire et appareils de mesure .....</i>	<i>24</i>

### Les parties principales du parapente

Il y a quatre parties principales dans un parapente, voir figure **C1** : **(a)** La calotte, c'est la voile proprement dite, faite d'un tissu solide, léger et étanche et formant un profil d'aile assez épais (environ 30-40 cm d'épaisseur). Il y a donc deux surfaces : une surface supérieure très bombée vers le haut, l'extrados et l'autre surface, inférieure, moins bombée vers le bas, l'intrados. **(b)** Les suspentes, fils souples, peu élastiques et solides, attachés et partant de points régulièrement disposés sur l'intrados de la calotte pour se diriger et s'attacher en faisceau conique vers **(c)** les élevateurs. Ceux-ci sont un ensemble de sangles souples qui relient les suspentes à **(d)** la sellette. Cette dernière consiste en un siège confortable munis de plusieurs sangles d'attache dans lequel se place et s'attache le pilote. La plupart des sellettes actuelles sont munies de protection amortissante postérieure et inférieure (mousse ou airbag). C'est sur la sellette qu'on installe aussi la poche externe qui contient le parachute de secours plié.

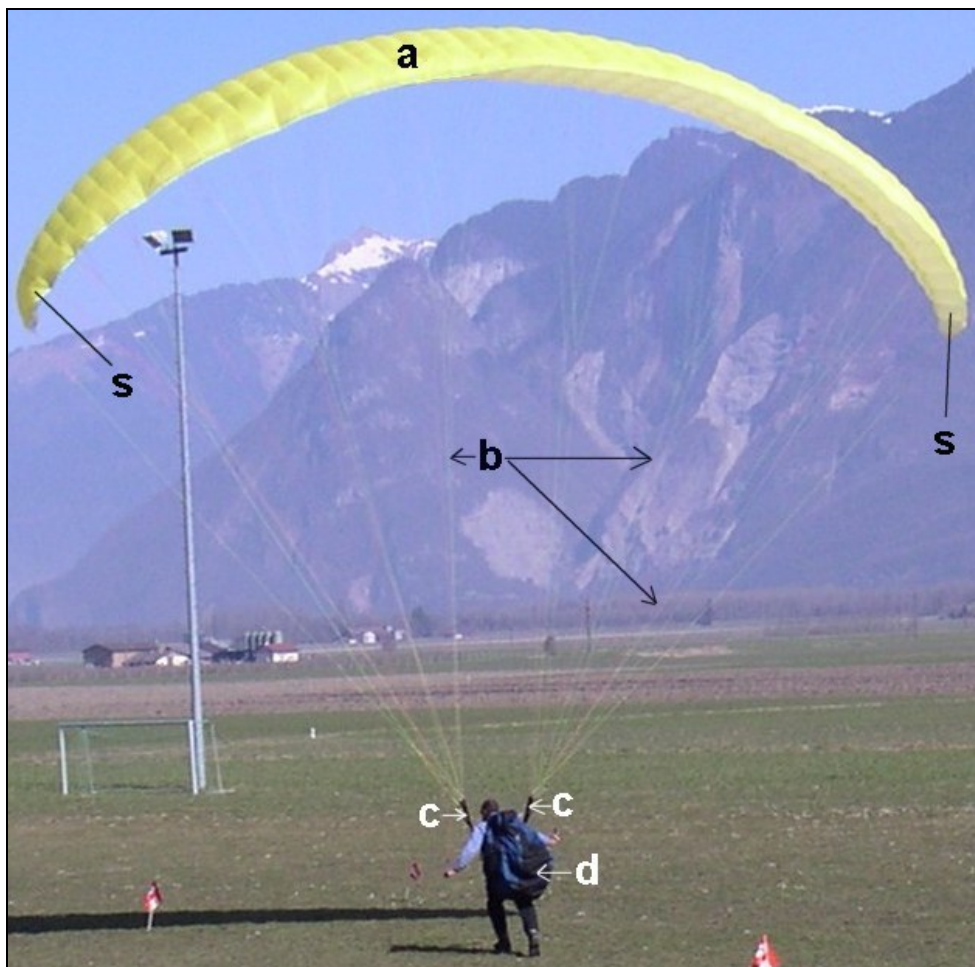


Figure C1 : les 4 parties principales d'un parapente. a = la calotte, b = les suspentes, c = les élevateurs, d = la sellette, s = stabilos.

## **La calotte**

Pour fabriquer le tissu de la voile de parapente, on utilise la fibre synthétique de **polyamide** (Nylon) et moins souvent celle du polyester (Dacron). **Question 001.** Le polyéthylène (Dyneema) ou l'aramide (Kevlar) sont utilisés, nous le verrons plus loin, pour la fabrication des suspentes. Une des caractéristiques importantes du tissu de la calotte est sa résistance mécanique, notamment à la déchirure. La technique de tissage **Ripstop** est une méthode de tissage où un fil plus solide est intercalé à intervalles réguliers dans les sens de la chaîne et de la trame (perpendiculaires entre eux), afin de stopper une déchirure éventuelle. On améliore ainsi la résistance au prolongement de déchirures du tissu. **Questions 002 et 003.** Un tissu ripstop se caractérise visuellement par un aspect finement quadrillé, dû aux fils solides intercalés. Voir figure **C2**. Cependant, dans le sens diagonal par rapport aux sens de la trame et de la chaîne, le ripstop peut être plus facilement déformé. **Question 027.**



*Figure C2 : tissu ripstop avec son aspect finement quadrillé. Une des directions s'appelle la trame, l'autre, perpendiculaire, s'appelle la chaîne.*

La perméabilité d'un tissu à l'air est mesurée par la porosité. Plus le tissu est perméable et plus il est poreux et vice-versa. La porosité d'un tissu de calotte de parapente doit être la plus réduite possible. **Questions 004 et 005.**

D'autres caractéristiques des tissus sont importantes : Elasticité minimale (pour que le profil reste le plus précis possible) et sensibilité réduite aux rayonnements solaires (UV). Pour donner ces caractéristiques aux tissus, on les traite par une enduction (imprégnation du tissu par de la résine synthétique), le plus souvent du **polyuréthane** ou moins souvent du silicone ou du Mylar. L'enduction ne réduit évidemment pas la capacité de charge (=résistance) mécanique) mais l'améliore plutôt. **Questions 006 et 008 à 011.** Les tissus en polyester et enduits au Mylar se distinguent des tissus enduits au polyuréthane ou au silicone par une extension plus faible dans le sens de la diagonale. **Question 007.**

Le vieillissement du tissu de parapente se manifeste surtout par une enduction altérée et insuffisante ce qui entraîne une augmentation de la porosité. Ceci influence le comportement en vol par une augmentation de la tendance parachutale et par une

tendance plus précoce (survenant à des vitesses plus élevées que prévues) au décrochage. Le vol parachutal est défini par un taux de chute plus grand et une vitesse horizontale moins grande que le vol plané normal. **Questions 012 et 019.**

L'enduction peut être altérée par : **Questions 013 à 017.**

- Le nettoyage de l'aile par du produit détergent agressif.
- Le stockage de l'aile pliée humide dans un endroit exposé à de fortes variations de température. Dans ces conditions des moisissures peuvent se développer sur la surface du tissu. Celles-ci altèrent directement l'enduction.
- Le frottement du tissu sur du sable, graviers, sel, goudron, etc.
- Le stockage de l'aile au soleil et/ou dans un endroit très chaud (voiture en été).
- Le contact avec des matières agressives : eau de mer, excréments de vache, carburant, insectes emprisonnés et mourant dans la voile pliée, etc.

Un parapente qui est rentré au contact de l'eau de mer doit donc être immédiatement bien rincé à l'eau douce puis séché à l'ombre. **Question 017.**

L'enduction n'est pas altérée par : **Questions 013 à 017.**

- Les manœuvres de vol extrême.
- Le nettoyage doux à l'eau froide.
- Le stockage de l'aile dans un endroit sombre, peu humide et frais.

Nous avons vu en aérodynamique que les forces de portance étaient maximales sur la partie antérieure (vers le bord d'attaque) de l'extrados. C'est donc à cet endroit que la charge subie par la voile durant le vol est la plus grande. **Question 018.**

Comme toute aile (voir première partie, aérodynamique) la calotte du parapente (voir figure **C3**) a un bord d'attaque, un bord de fuite, un extrados et un intrados. De plus, la calotte a, aux extrémités latérales, comme particularité, des stabilisateurs ou stabilos (voir figure **C1**). Ce sont les portions toute latérales et presque verticales de la voile qui contribuent, par la portance dirigée très extérieurement à ce niveau, à maintenir la voile ouverte dans le sens de l'axe transverse.

Juste en dessous et tout le long du bord d'attaque (jonction bord d'attaque et intrados), il y a une ouverture dans le profil divisée par des cloisons internes. On les appelle les ouvertures de caissons (voir figure **C3**). Elles permettent à l'air de s'engouffrer dans la voile durant le vol afin de maintenir une pression interne. L'aile reste ainsi bien et régulièrement ouverte et gonflée. A l'intérieur de la calotte, entre l'extrados et l'intrados, on trouve de nombreuses cloisons, verticales ou obliques, parallèles à la corde du profil, faites de tissu ripstop. On parle de nervures, de parois intercaissons, de renforts diagonaux ou de cloisons cellulaires (voir figure **C3**). Ces cloisons ont pour but de transmettre de manière homogène la charge des suspentes sur l'extrados de l'aile et ainsi de répartir régulièrement la charge alaire, de maintenir un profil le plus précis et rigide possible sur toute l'envergure, avec un minimum de suspentes, puisque moins il y a de suspentes et moins il y a de traînée parasite. **Questions 020 et 024.** Les nervures délimitent ainsi les caissons de la calotte. Pour pouvoir compenser la pression de façon homogène dans toute la calotte et de faciliter le mouvement d'air interne (notamment pour rouvrir une fermeture partielle de la voile), les cloisons ne sont pas étanches mais sont munies de trous (évents). **Question 025.** Voir figure **C3**. Plus une aile a de caissons et plus elle a un profil précis mais plus elle a de tissu et donc du poids et un volume de pliage plus grand. **Question 026.** La figure **C4** montre des exemples possibles, selon les modèles de parapentes, de schéma d'agencement des cloisons verticales ou obliques dans le profil et leur rapport avec les fixations des suspentes sur l'intrados.

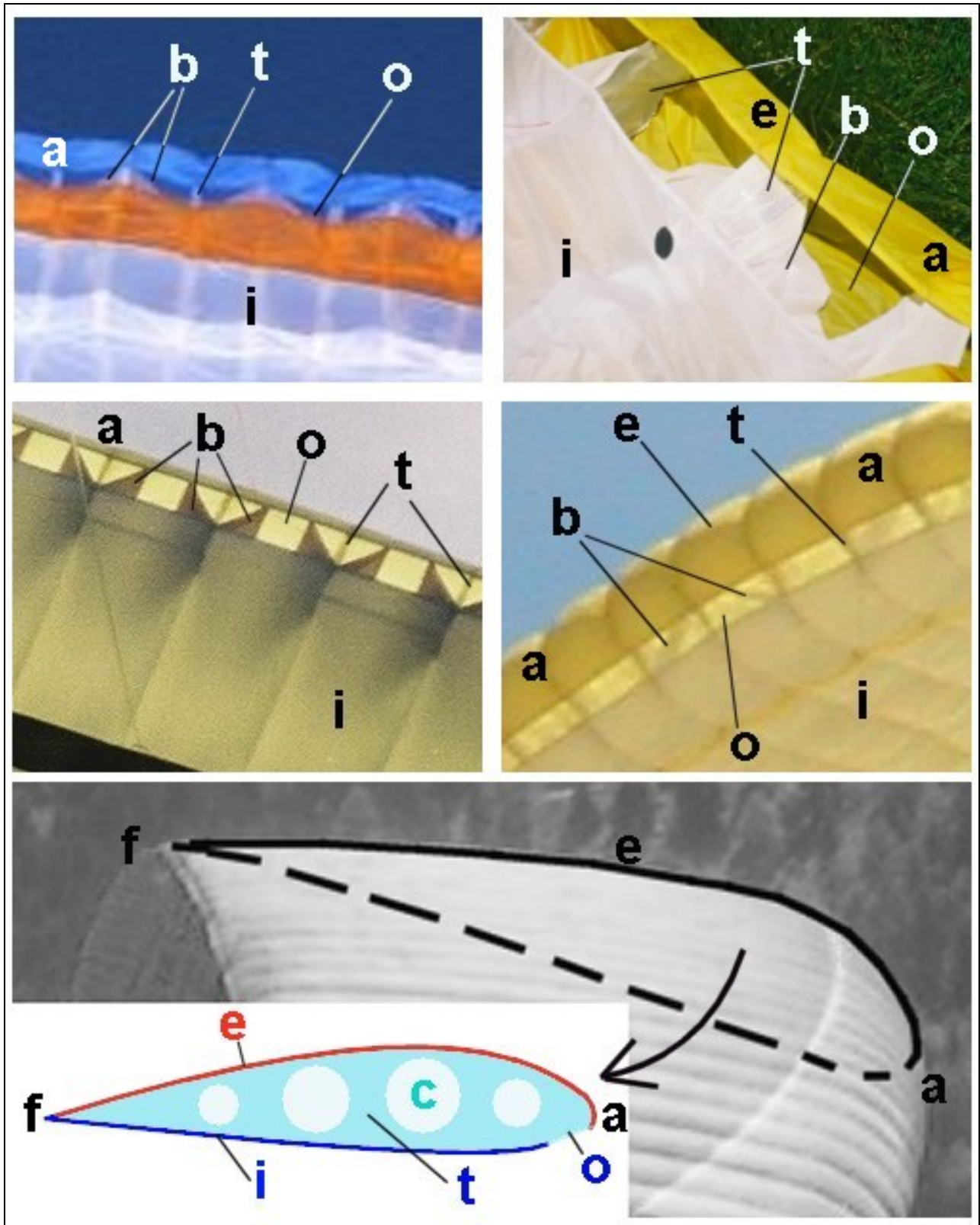


Figure C3 : Structure d'une calotte : a = bord d'attaque, f = bord de fuite, e = extrados, I = intrados, t = parois intercaissons, o = ouvertures de caisson, b = renforts diagonaux, c = trous (évents) dans parois intercaissons.

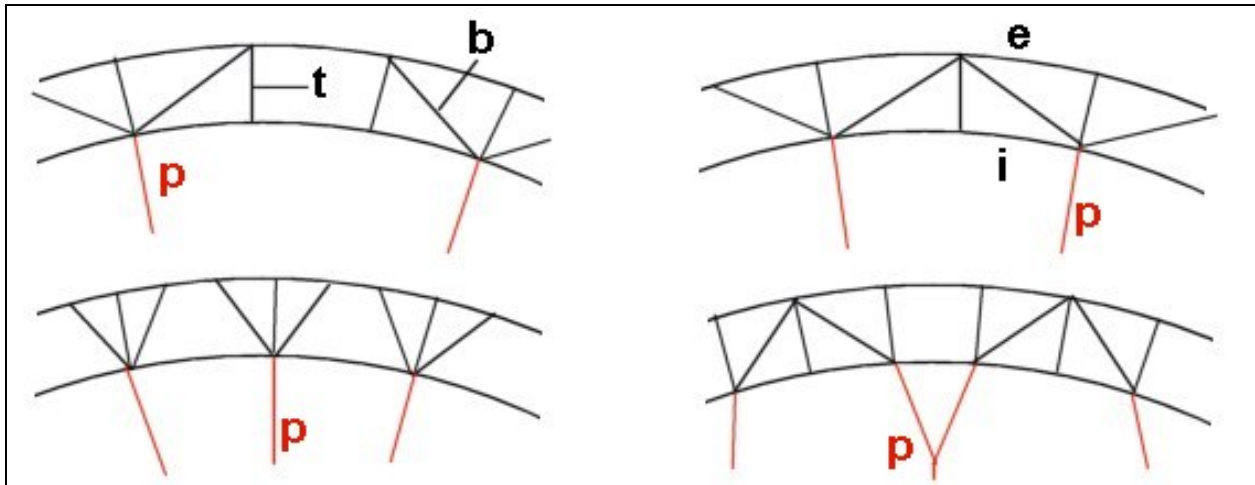


Figure C4 : Schéma vue de face de calottes avec mise en évidence de différents types d'agencement de cloisons verticales et de renforts diagonaux. t = parois intercaissons, b = renforts diagonaux, p = suspentes, e = extrados, i = intrados.

Puisque les forces de portance sont maximales sur la partie antérieure du profil (voir première partie, aérodynamique), la charge subie par les cloisons est maximale à la moitié antérieure de l'aile et évidemment au niveau des points de fixation des suspentes sur l'intrados. **Question 021.** Pour protéger les parois intercaissons et empêcher une déformation dans la zone des points de fixations des suspentes on peut répartir la charge sur une plus large zone au moyen de triangulations (voir figure C5) ou en renforçant la partie des parois intercaissons qui subit la charge maximale. **Question 023.** C'est lors de décrochage aux B (voir 5<sup>ème</sup> partie, pratique de vol), qui est une manœuvre de vol consistant à déformer vers le bas la calotte au niveau des suspentes B sur toute l'envergure, que les parois intercaissons peuvent le plus souffrir de la charge. **Question 022.**



Figure C5 : Exemple de triangulations.

Si les points de couture de la voile sont trop serrés, le tissu est perforé et perd ainsi de sa résistance mécanique. **Question 028.** Certains constructeurs mettent parfois des filets couvrant l'ouverture des caissons. Cela permet de maintenir le bord d'attaque plus homogène et rigide mais rend les travaux de nettoyage dans la calotte et de réparation plus difficiles. **Question 029.**

La partie antérieure des parois intercaissons, celle qui se trouve aux ouvertures de ces caissons, est souvent renforcée par du tissu enduit de Mylar, d'aspect lisse, brillant et un peu rigide. Ceci entraîne une certaine rigidité et solidité de cette partie de tissu, afin d'augmenter la qualité aérodynamique et la précision du profil. Le Mylar est cependant assez cassant et peut donc s'abîmer facilement lors de pliages peu soignés répétés. Voir figure C6.



Figure C6 : renforts de tissu enduit de Mylar.

### Les suspentes

On distingue les suspentes en 3-5 groupes selon le point d'accrochage à la calotte. Voir figure C7. **Question 030.** Ainsi, les suspentes A se fixent au bord d'attaque (**question 031**), puis viennent les suspentes B, C, D et les suspentes de commande F (freins). Certains constructeurs mettent des couleurs différentes pour chaque groupe de suspentes afin d'aider à distinguer les groupes notamment au démêlage. Mais ceci n'est pas constant et n'est pas fondamentalement à la base de la distinction des groupes de



suspentes. Parfois il n'y a pas de groupe D. Pour soutenir les deux stabilos de chaque côté de la calotte, on trouve un groupe particulier de suspentes qui relie le stabilisateur à l'élevateur des suspentes B ou C, en général. Voir figure C7.

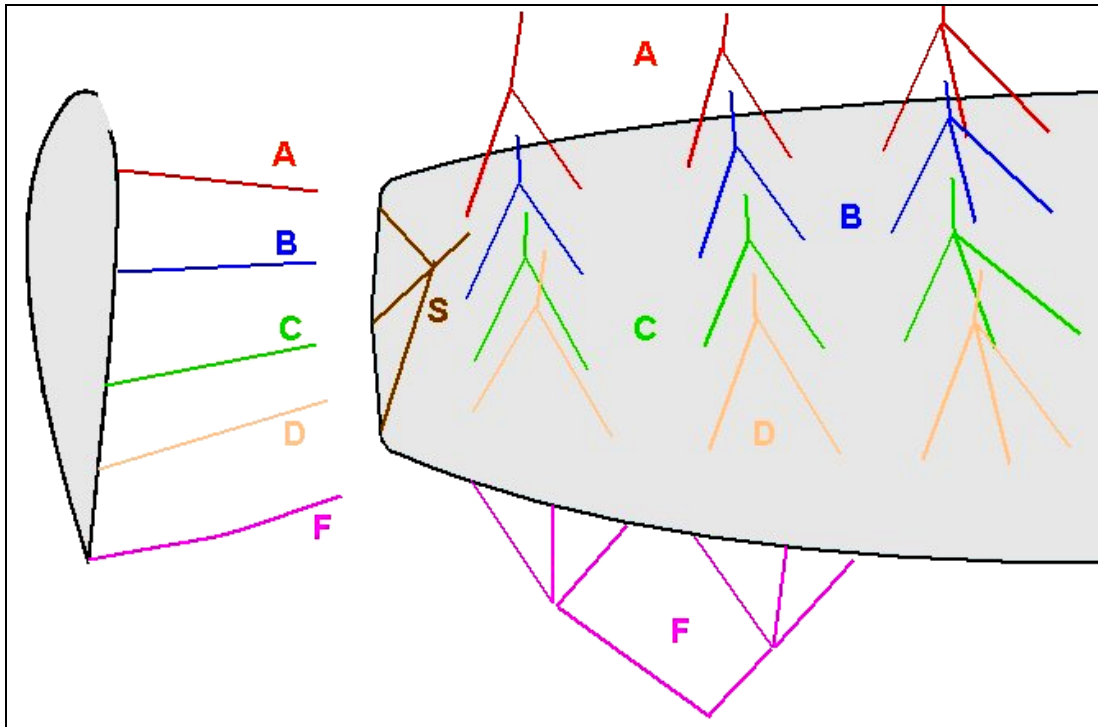


Figure C7 : Les groupes de suspentes et exemple de plan de suspentage (vue intrados). Groupes A à D pour l'intrados. F = suspentes des commandes (freins). S = suspentes du stabilo.

Pour maintenir un profil précis et peu variable, les suspentes doivent être le moins élastiques possibles. De plus, pour obtenir une traînée parasite la plus faible possible, elles doivent avoir un diamètre le plus petit possible pour une solidité maximale (capacité de charge la plus grande possible). **Question 032.** Comme ordre de grandeur pour l'élasticité d'une suspente, on tolère actuellement une extension de 3 cm pour une suspente de 6 m. chargée à 50 N (env. 5 kg). **Question 033.**

Le plus souvent, les suspentes sont formées d'une âme ou cœur de fibres synthétiques solides et de faible extension entourées d'une gaine ou manteau. Voir figure C8. La gaine, habituellement faite en Nylon tressé (polyester), sert à protéger le cœur des effets nocifs du rayonnement solaire et des frottements mécaniques. **Question 035.**

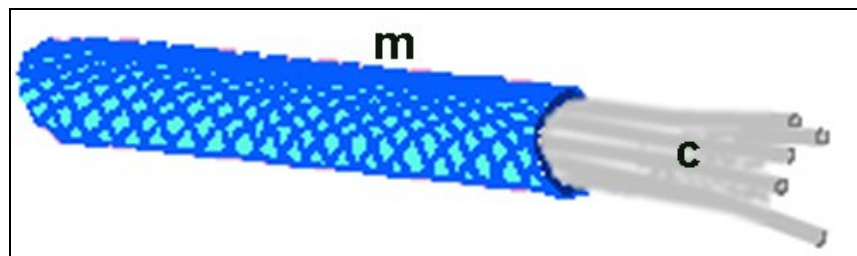


Figure C8 : structure d'une suspente. m = manteau, c = cœur.

Le cœur est fait le plus souvent de plusieurs fibres fines de polyéthylène (Dyneema) blanc ou plus rarement d'aramide (Kevlar) jaune brun clair. **Question 034.** Le Kevlar est peut-être un peu plus solide et moins élastique, à diamètre identique, que le Dyneema, mais il est aussi plus sensible à l'usure et devient ainsi plus fragile avec le temps. De plus, la technique de couture des boucles de suspentes en aramide peut diminuer la résistance de la suspente jusqu'à 40%. **Question 037.** Il est alors préférable d'utiliser la technique de l'épissure pour faire des boucles de suspentes en aramide pour ne pas diminuer de manière significative leur résistance. **Question 038.** Voir figure C9. L'épissure est la technique de jonction de deux bouts de suspentes par entrelacement des fibres du cœur.

Un simple nœud sur une suspente (voir figure C9) peut entraîner une diminution de plus de la moitié de la résistance mécanique de la suspente.

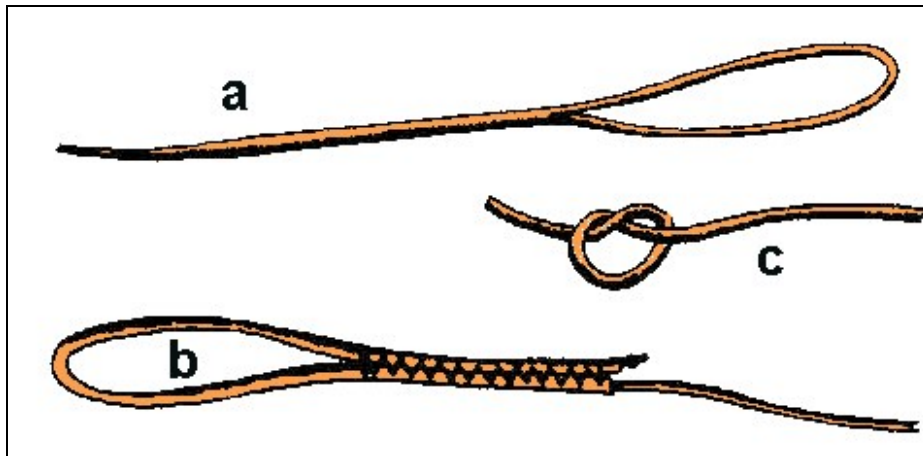


Figure C9 : a = épissure, b = couture, c = nœud simple.

Puisque la gaine est faite de fibres différentes que le cœur, même si celui-ci est composé de matériaux à faible extension (peu élastique), la longueur des suspentes est susceptible de se modifier sensiblement avec le temps. **Question 036.** Par exemple, une gaine soumise à la saleté et l'humidité peut se rétracter et donc raccourcir la suspente. **Question 046.**

Un inconvénient de la gaine d'une suspente est qu'elle peut masquer une détérioration importante du cœur de cette suspente (points de rupture blanche de la suspente) ce qui peut donc affaiblir sérieusement cette suspente. Ce genre d'incident peut arriver lorsqu'on écrase les suspentes (par exemple en marchant dessus). Un autre exemple classique est la congélation d'une suspente complètement mouillée. **Question 039.**

Quelque soit la résistance à la rupture, une suspente de petit diamètre (par exemple 1 mm) aura une traînée plus réduite et une plus forte tendance à former des nœuds qu'une suspente de plus fort diamètre (par exemple 1,5 mm). **Question 040.**

Puisque les forces de portance sont maximales sur la partie antérieure du profil (voir première partie, aérodynamique), les suspentes A et B portent le double de la charge portée par les suspentes C et D. **Question 041.**

Si les nœuds simples (voir figure C9) sur une suspente entraînent un affaiblissement de celle-ci, les nœuds par boucle cousue (voir figure C9 et C10) sur les raccords suspentes-

tissu offrent comme avantage une maintenance plus simple, sans affaiblissement significatif du matériel, puisque les suspentes défectueuses peuvent être facilement remplacées. **Question 042.** Cependant, lors de remplacement de suspente, il faut veiller à ce que seules les pièces de rechange originales, fournies par le constructeur, soient utilisées. **Question 043.** Les suspentes peuvent subir une modification permanente de leur longueur initiale (allongement définitif) par des épisodes de surcharge importante, comme par exemple lors d'accrochage au sol pendant le gonflage de la voile au décollage (**question 045**), mais aussi par les différentes charges exercées durant un usage normal. **Question 044.** L'allongement d'une ou plusieurs suspentes entraîne un changement de comportement en vol du parapente.



Figure C10 : fixation par nœud d'une suspente sur l'intrados d'une voile.

Les **questions 047 à 055** traitent des conséquences des modifications de longueur de groupes A à D de suspentes sur l'incidence, la forme du profil et donc le comportement en vol. Voir figure **C11**. Voir aussi première partie, aérodynamique.

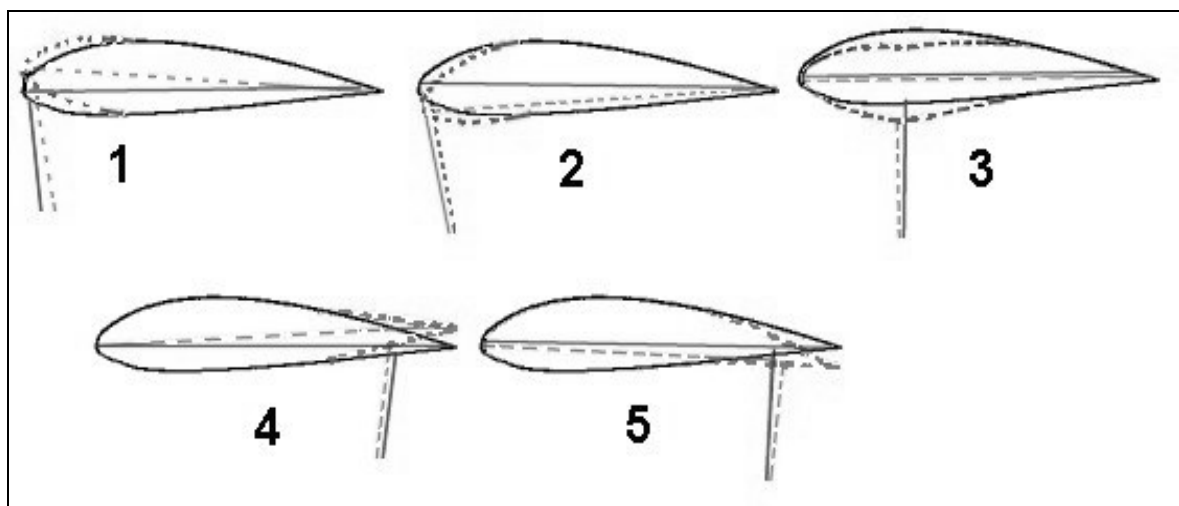


Figure C11 : en pointillé, l'incidence et la longueur du groupe A, B ou D de suspentes modifiées. En continu, l'incidence et le groupe de suspentes A, B ou D avant modification.

On peut d'abord dire que dans **tous** les cas, le profil et donc le comportement de vol sont modifiés. De plus, si **A** s'allongent (**1**) ou **D** se raccourcissent (**5**) l'incidence augmente. Inversement, si **D** s'allongent (**4**) ou **A** se raccourcissent (**2**) l'incidence diminue. Par contre, si **B** se raccourcissent (**3**), il n'y a pas de changement significatif d'incidence mais seulement la modification de profil.

Si **A** s'allongent ou **D** se raccourcissent, l'incidence augmente, donc l'aile est plus difficile à gonfler au décollage (gonflage plus lent et demandant plus de force, comme si elle était freinée) et vole plus lentement. Une fermeture frontale (bord d'attaque) de la voile est moins probable mais le risque de vol parachutal (augmentation du taux de chute et diminution de la vitesse horizontale) augmente. Si au contraire, **D** s'allongent ou **A** se raccourcissent, l'incidence diminue, donc l'aile est plus facile à gonfler au décollage et vole plus vite. Une fermeture frontale de la voile est plus probable mais le risque de vol parachutal diminue.

Plus les suspentes sont longues, plus le centre de gravité est bas et plus les amplitudes d'oscillations autour des axes de vol sont grandes, et vice-versa. **Questions 057 et 058.**

Si un pilote aperçoit au décollage qu'une suspente est sectionnée ou fortement endommagée, d'autant plus s'il s'agit de suspentes à forte charge comme A et B, il renonce à voler et va faire remplacer la suspente chez une personne compétente. Il ne faut jamais voler avec une suspente manquante ou bricoler sur place la suspente avec des nœuds et de la ficelle...En effet, dans ces conditions, la longueur juste de la suspente ainsi que sa solidité ne peuvent être en aucun cas garanties ! **Question 056.**

### **Elévateurs, commandes, afficheurs et accélérateurs**

Les élévateurs sont les éléments constitués de sangles en polyamide ou polyester qui relient les suspentes à la sellette. Les sangles sont classées comme les suspentes : A à D depuis l'avant. Voir figure **C12**. La sangle du frein (commande) est plus petite et est munie à son extrémité d'une petite poulie dans laquelle glisse la suspente principale du frein.



Figure C12 : Elévateurs à 4 sangles A à D. F = petite sangle du frein (commande). M = extrémité qui se fixe au mousqueton de la sellette.

Les maillons rapides (à vis) sont les petites boucles métalliques reliant les groupes de suspentes aux sangles d'élévateurs respectifs. **Question 063.** Voir figures **C12** et **C13**.



Figure C13 : maillon rapide

Les vis de ces maillons doivent être serrés à la main puis avec  $\frac{1}{4}$  de tour de clé. **Question 064.** Puisque les forces de portance sont maximales sur la partie antérieure du profil (voir première partie, aérodynamique) et minimales sur la partie postérieure, ce sont les élévateurs D qui subissent le moins de charge en vol. **Question 065.**

A la surface antérieure des sangles des élévateurs A, on trouve un dispositif, appelé **accélérateur à pieds**, de démultiplication à poulies (mouflage), permettant de raccourcir des élévateurs A et, dans une moindre mesure, B et éventuellement C. Ce système est relié par une cordelette à un fin étrier actionné par les pieds du pilote. Voir figures **C14** à **C16**. Lorsque le pilote pousse vers l'avant son étrier avec la force de ses jambes, il permet donc indirectement de raccourcir ces 2 ou 3 groupes d'élévateurs. Ce raccourcissement différentiel et harmonieux de A, B et éventuellement C est dû à un autre système de démultiplication dans les élévateurs. Ceci entraîne une diminution d'incidence et donc une augmentation de la vitesse (voir première partie, aérodynamique) sans modification significative du profil. **Question 067.**

L'accélérateur et la commande des freins sont donc les 2 dispositifs qui permettent de faire voler le parapente sur toute sa plage de vitesse. Voir figure **C17**. Voir première partie, aérodynamique. On obtient en général la finesse maximale en air calme sans action sur les commandes (bras haut) ni sur l'accélérateur. Selon les ailes il faut parfois légèrement freiner ou parfois légèrement accélérer pour avoir la finesse maximale. De toute façon, bras haut sans accélération, vous serez toujours sûr d'être très proche de la finesse maximale en air calme. Sur la gauche de la polaire (angle d'incidence entre  $12^\circ$  et  $20^\circ$  environ), c'est le domaine des basses vitesses, obtenues par action sur les freins. Plus on actionne (tire) les freins, plus on va vers la gauche, plus l'angle d'incidence augmente, moins on va vite avec cependant une diminution progressive et concomitante de la finesse. Voir figure **C17** gauche. Inversement, sur la droite de la polaire (angle d'incidence entre  $10^\circ$  et  $5^\circ$ ), c'est le domaine des « hautes vitesses », obtenues par action sur l'accélérateur. Plus on pousse l'étrier de l'accélérateur avec les jambes, plus on va vers la droite de la polaire, plus l'angle d'incidence diminue et plus on va vite avec cependant aussi une diminution progressive et concomitante de la finesse.



Figure C14 : O = cordelette de liaison. E = étrier. X Vue détaillée d'un accélérateur avec mouflage (démultiplicateur à poulies). T = crochet pour O.

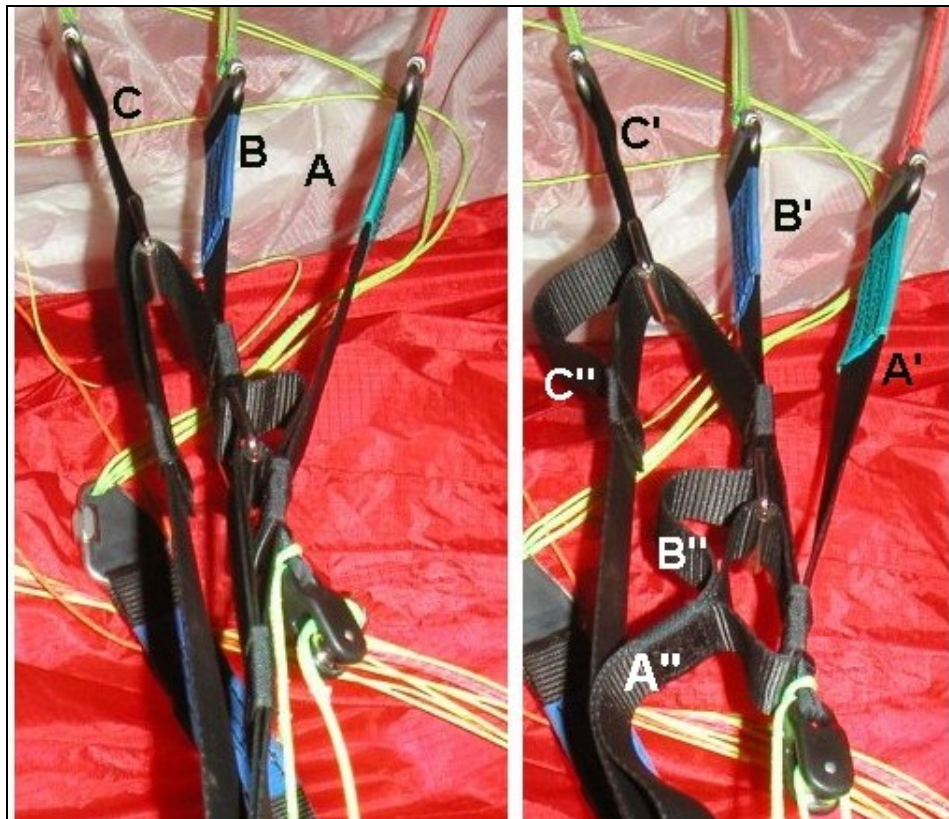


Figure C15 : Avant (gauche) et après (droite) action sur l'accélérateur. Raccourcissement de A, B, C en A', B' et C'. La partie inférieure des élévateurs est plissée A'', B'', C'' après action sur l'accélérateur.

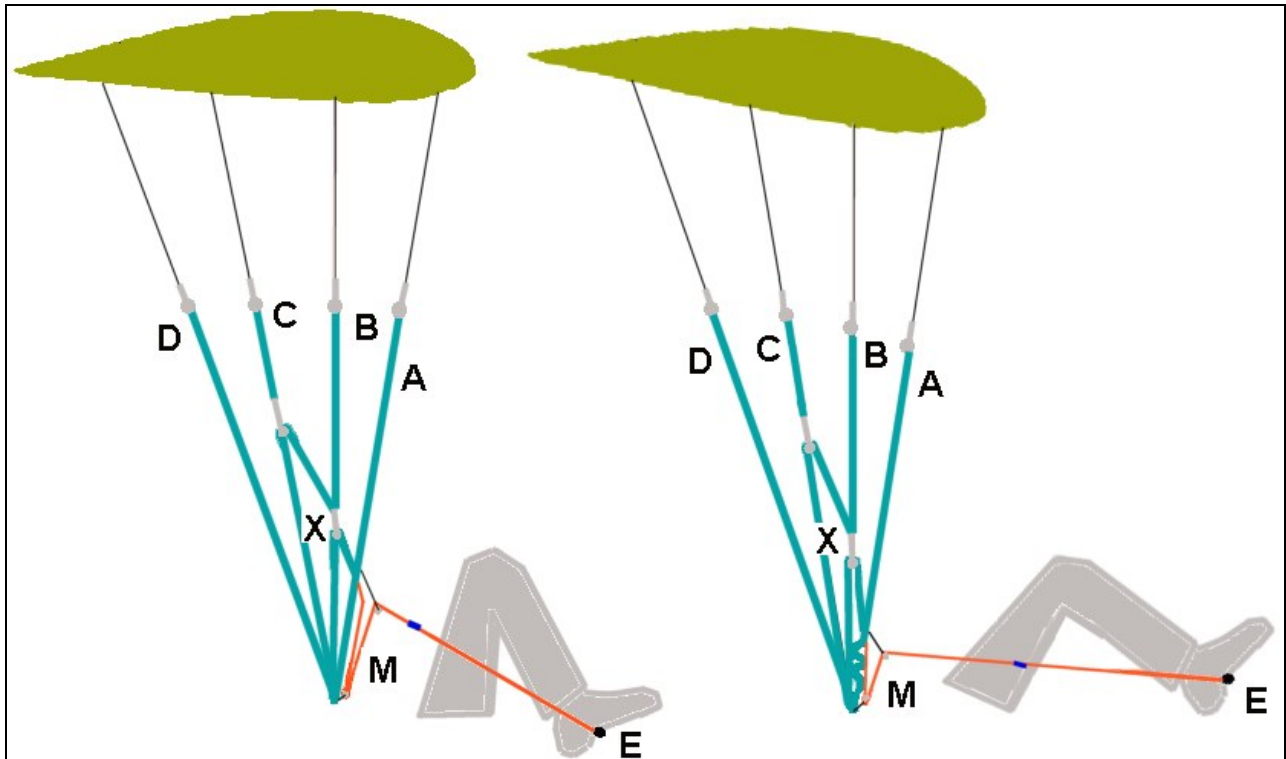


Figure C16 : Schéma de fonctionnement d'un élévateur avant (gauche) et après (droite) action sur l'étrier. A droite, on remarque le raccourcissement harmonique, progressif et différentiel des sangles D à A. X = démultiplication des sangles de l'élévateur. M = mouflage = démultiplicateur de l'accélérateur. E = étrier.

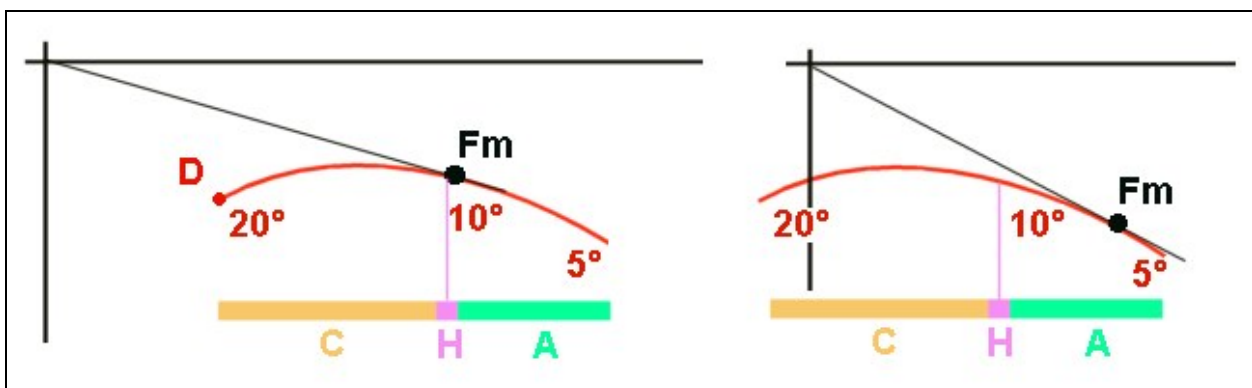


Figure C17 : Polaire d'un parapente en air calme (à gauche) et vent de face 25 Km / h (à droite). D = décrochage. C = domaine de vol avec les freins. H domaine de vol « bras haut ». A = domaine de vol avec l'accélérateur. Fm = finesse maximale.

En regardant la figure **C17** gauche, si l'accélérateur est actionné au maximum en air calme, la vitesse horizontale (de pénétration) augmente alors que la finesse diminue et le taux de chute augmente. **Question 068**. Par contre, si un vent de face de 25 Km / h souffle, (voir figure **C17** droite), on obtient une meilleure finesse en accélérant modérément à fortement que si l'on reste bras haut. Dans ces conditions, si l'accélérateur est actionné au maximum, la finesse s'améliore et la vitesse de pénétration augmente alors que le taux de chute augmente. **Question 069**.

Les **afficheurs** ou **trimm-tabs** sont des dispositifs qui ont le même but que l'accélérateur à pieds mais qui impliquent la modification de longueur du (éventuellement des) dernier(s) groupe(s) de sangle des élévateurs, c'est-à-dire, le(s) groupe(s) D (et C).

**Question 070.** Il y a donc modification de comportement de vol (vitesse augmentée). Un parapente équipé de trimm-tabs est considéré comme homologué seulement si les tests d'homologation ont été réalisés avec ce dispositif. **Question 071.** Voir figure C18 et C19.

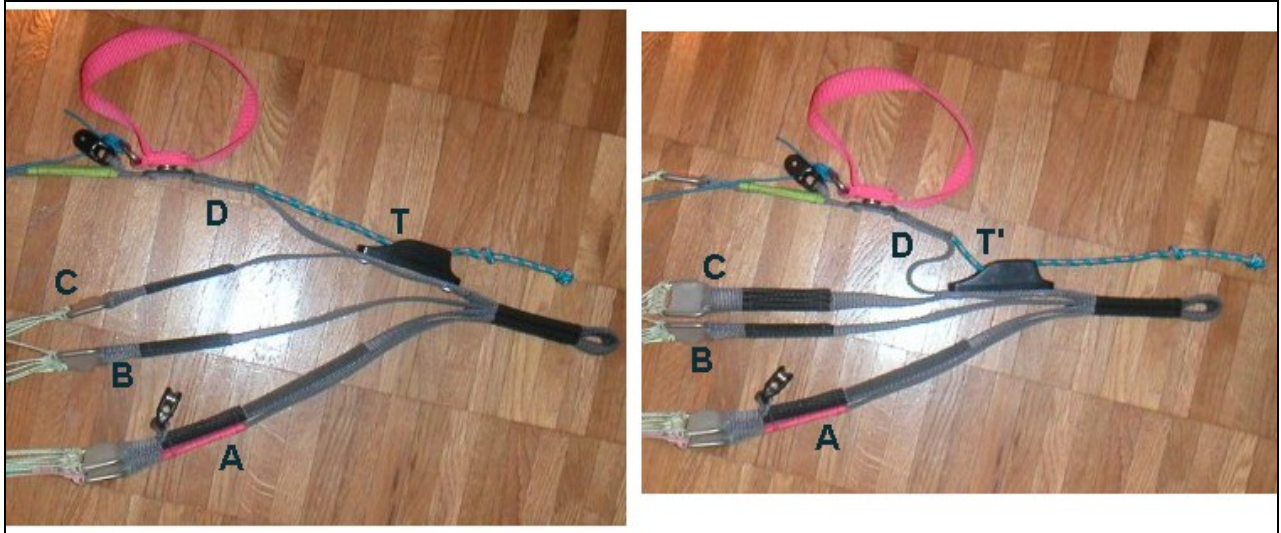


Figure C18 : Elévateur équipé de trimm-tab T détendu et T' tendu. Les groupes A à C ne sont pas touchés par T. Lorsque le trimm-tab est tendu, la partie inférieure de D se plisse et D se raccourcit globalement.

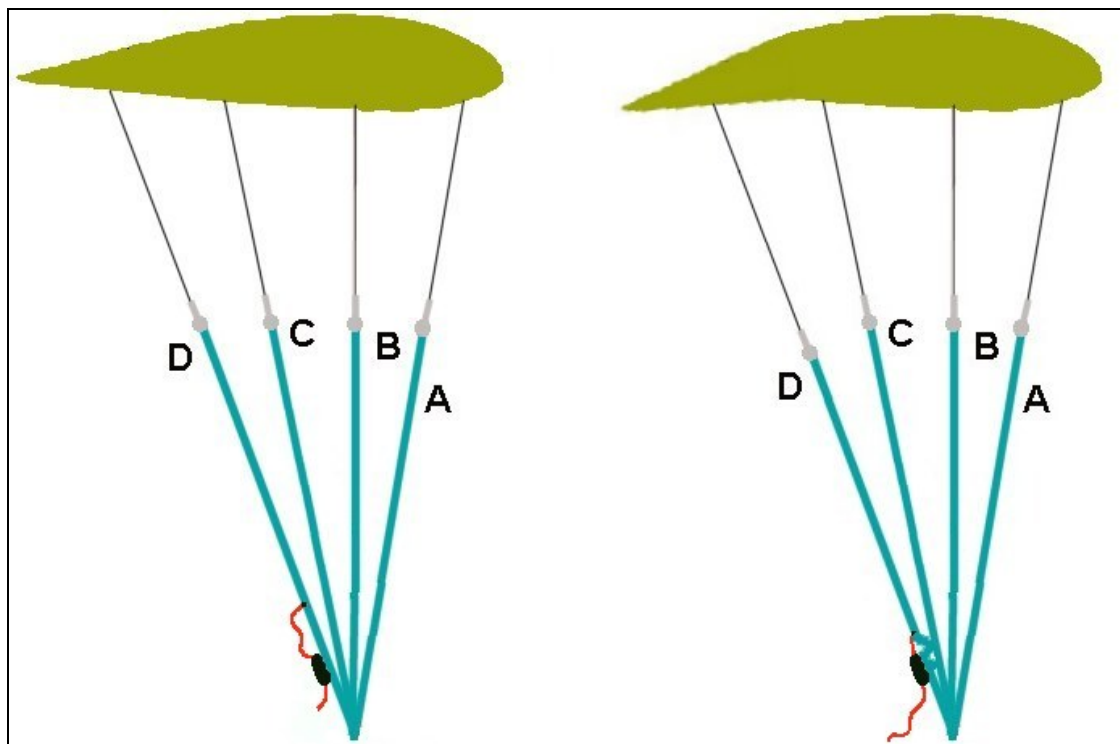


Figure C19 : Schéma de fonctionnement d'un afficheur relâché (gauche) et tendu (droite).



Pour les vols normaux à légèrement ralentis, les trimm-tabs sont tendus pour augmenter l'incidence et abaisser un peu le profil à l'arrière. Pour les vols rapides, ils sont détendus (relâchés) pour réduire l'incidence et relever le profil à l'arrière. **Question 072.** Dans cette dernière configuration de vol, la calotte a plus tendance à se fermer frontalement et les mouvements de commande aux freins deviennent plus amples que si les afficheurs sont tendus. **Question 073.**

Les constructeurs placent des afficheurs surtout pour les biplaces où évidemment l'accélérateur à pieds n'est pas possible (passager devant) et éventuellement pour les parapentes monoplace qui ne requiert pas des aptitudes exceptionnelles de la part du pilote. **Question 074.**

En résumé, le pilote peut utiliser tout le domaine de vol normal de son parapente (toute sa plage de vitesse) d'une part avec les freins (commandes) pour le domaine des basses vitesses et d'autre part, avec un dispositif d'accélération soit des afficheurs soit des accélérateurs à pieds, pour le domaine des « hautes vitesses ». **Question 075.** Voir figure **C17.** Pour aller vite, on diminue l'incidence de vol en tendant les groupes avant des élévateurs (accélérateur à pieds) ou en relâchant les groupes arrières (afficheurs).

Les **commandes** ou les **freins** sont le système de suspentes liés au bord de fuite de chaque côté de la calotte. Voir figure **C7.** A l'extrémité inférieure de chaque frein, les suspentes convergent en une seule suspente passant par une petite poulie, elle-même reliée par une petite sangle à l'élévateur D. Voir figure **C12.** Cette poulie est le guidage de la commande et permet de protéger la suspente principale de la commande contre l'usure mécanique (frottements). **Question 076.** Finalement, à l'extrémité inférieure de chaque commande, il y a une poignée en sangle permettant de bien saisir la commande de chaque côté. Pour la sécurité, il est très important de ne pas modifier la longueur des commandes soi-même. Cette longueur est déterminée par le constructeur. **Question 077.** Cette longueur a été réglée pour que le parapente puisse voler sur toute la plage de vitesse (vitesse normale bras haut à vitesse minimale). **Question 079.** En vol normal bras haut (sans action sur les commandes), les suspentes des freins décrivent clairement un arc de cercle harmonieux vers l'arrière. Voir figure **C20.**

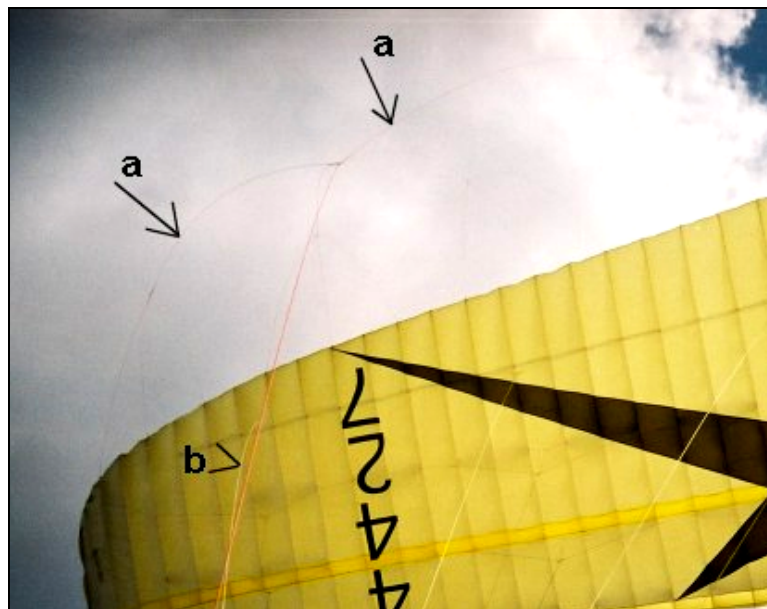


Figure C20 : a = suspentes du frein gauche arquées vers l'arrière, b = suspentes D légèrement arquées.

Ceci est dû au fait que les suspentes de freins subissent la force de leur traînée au vent relatif durant le vol alors que la tension (traction) sur les freins est faible. Si les freins ne présentent pas cet arc de cercle à l'état relâché (bras haut), mais descendent plutôt en ligne droite du bord de fuite jusqu'aux poignées, cela veut dire que les suspentes des freins sont trop courtes. Les commandes sont donc mal réglées et mettent ainsi le pilote en danger (risque de décrochage). **Question 078.** Pour les mêmes raisons, les suspentes D, dans une moindre mesure (tension un plus forte), présentent aussi un arc de cercle moins marqué vers l'arrière. Voir figure **C20**. Ceci est encore plus net lorsqu'on freine le parapente, car si l'on freine en donnant un peu de tension aux commandes, la tension des suspentes D diminue concomitamment. **Question 080.** Si une des suspentes du faisceau des commandes se rompt durant le vol, le parapente peut quand même être piloté. Si, par contre, toute une commande ou les deux commandes sont hors fonction, il faut piloter prudemment par les élévateurs D (risque de décrochage plus élevé).

### La sellette et le parachute de secours

La sellette d'un parapente peut se comparer à la carlingue d'un avion. Voir figure **C21**. On doit pouvoir y être confortablement assis pendant plusieurs heures.



Figure C21 : Exemple de sellette avec airbag, a = partie inférieure rigide (planchette), b = sangle latérales convergeant vers le mousqueton (c). d = étrier de l'accélérateur, e = protection dorsale, f = parachute de secours (ici ventral), g = poches de rangement, latérales et dorsale.

Des sangles autour des cuisses, devant le tronc et aux épaules maintiennent le pilote dans la sellette. De chaque côté, d'autres sangles partent des bords latéraux de la sellette pour converger vers les mousquetons qui permettent de relier rapidement et en toute sécurité les élévateurs du parapente à la sellette. Les sellettes modernes sont le plus souvent munies de poche (container externe) de parachute de secours cousue sur le tissu de la sellette. Voir figure C22. Le principe le plus important pour le choix de la position de la poche du secours est que le pilote doit pouvoir bien voir et facilement atteindre avec une main la poignée d'extraction du secours. **Question 098.** Chaque position a ses avantages et ses inconvénients. La poche ventrale n'est pas cousue sur la sellette mais attachée par des sangles entre les deux mousquetons.

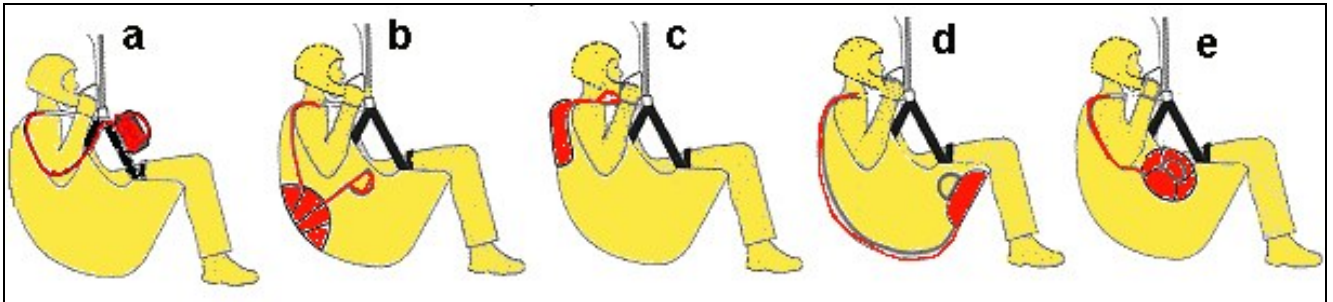


Figure C22 : Différentes positions de la poche du secours sur la sellette : a = ventrale, b = postérieure, c = dorsale, d = inférieure, e = latérale.

Les sellettes actuelles ont aussi le plus souvent des protections dorsales qui sont de larges amortisseurs remplis soit d'air (airbag) soit de mousse (mousse bag). Ces dispositifs augmentent la protection passive, comme le casque et les gants, mais ne doivent pas faire oublier la protection active (règles de pilotage, entraînement, analyse adéquate des situations météo, etc.) et ne doivent pas être un prétexte pour être plus téméraire. **Question 091.** Par rapport au mousse bag, l'airbag, qui se remplit d'air durant le vol par un orifice antérieur muni d'une valve, semble plus efficace contre le choc. **Question 092.** Par contre, le mousse bag est efficace dès le décollage, ce qui n'est pas toujours le cas pour l'airbag. **Question 093.**

Suivant la position et le genre de fixation des mousquetons, il y a différents types de sellette. Voir figure C23 à C25. Actuellement on n'utilise plus beaucoup les sellettes à croisillons. Ce système bloque toute oscillation latérale de la sellette et empêche ainsi de bien sentir les mouvements de l'aile dans les turbulences et de piloter par déplacement de poids du corps du pilote. **Question 082.**

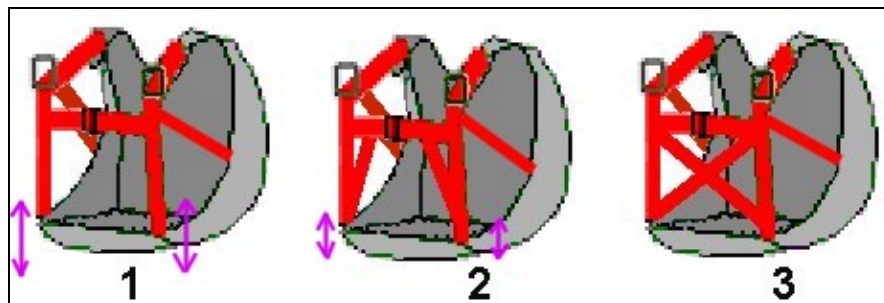


Figure C23 : 1 = sellette sans croisillon, 2 = ABS (anti balance system), 3 = sellette à croisillons. En violet, les flèches représentant l'amplitude des mouvements oscillant latéraux.

Au contraire, une sellette sans croisillon diagonal ne bloque pas les oscillations latérales de la sellette. Ceci permet de sentir les turbulences par les mouvements de la voile. De plus le pilote peut accentuer les virages par déplacement du poids de son corps.

**Question 083.** Mais le comportement de l'aile en situation turbulente peut être plus vif avec une sellette sans croisillon qu'avec une sellette munie de croisillons. **Question 088.** Le système ABS est intermédiaire et le plus utilisé actuellement. L'amplitude de ces oscillations latérales dépend aussi un peu de la hauteur des mousquetons et de l'écart entre eux. Voir figures **C24** et **C25**.

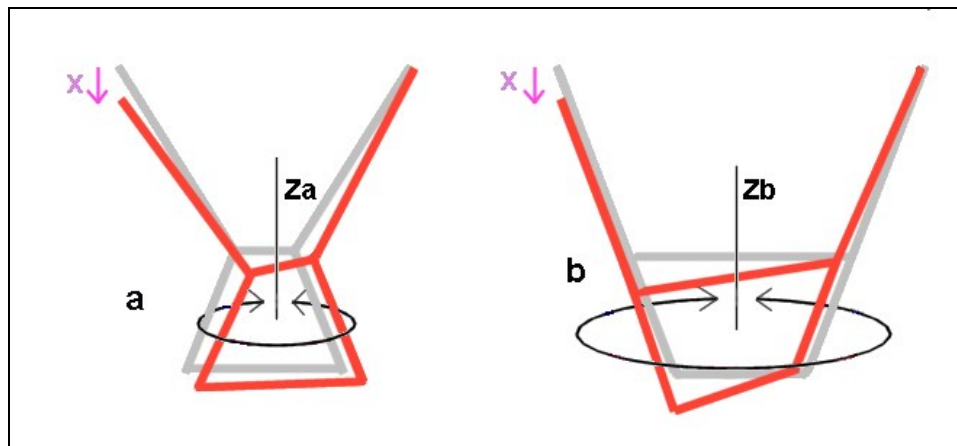


Figure C24 : Influence de l'écart entre les mousquetons, réglable en principe pas la sangle ventrale.  $a$  = petit écart,  $b$  = écart plus important,  $x$  = amplitude d'oscillation latérale transmise par la voile via les élevateurs,  $z$  = axe de rotation de la sellette (axe du moment du couple de force) retenant le twist.

Si l'écart entre les mousquetons est petit, la projection verticale des mouvements d'oscillations latérales est moins marquée que si l'écart entre les mousquetons est grand. Autrement dit, avec des mousquetons rapprochés (sangle ventrale serrée), on sent moins les turbulences. Par contre, le moment du couple de force de rotation retenant le twist est plus grand lorsque les mousquetons sont écartés (sangle ventrale relâchée) ce qui diminue la tendance au twist (rotation du pilote et de sa sellette autour de l'axe vertical).

**Questions 084 et 085.**

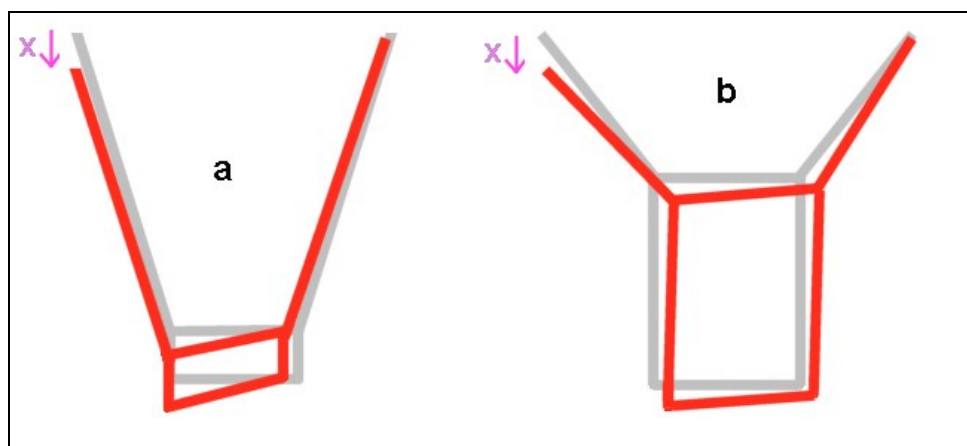


Figure C25 : Influence de la hauteur des mousquetons.  $a$  = fixations basse,  $b$  = fixation haute. ,  $x$  = amplitude d'oscillation latérale transmise par la voile via les élevateurs.

Lorsque les mousquetons sont haut situés (points d'accrochage de la sellette élevés), la projection verticale de l'amplitude des oscillations latérales est plus petite, donc les turbulences sont moins perceptibles, que si les mousquetons sont bas situés. **Questions 086 et 087.** Par contre, si les mousquetons sont bas situés, le moment du couple de force des épaules autour des mousquetons est plus grand et donc la position penchée en avant au décollage est plus facile que si les mousquetons sont haut situés. **Questions 086 et 087.** Voir figure C26.

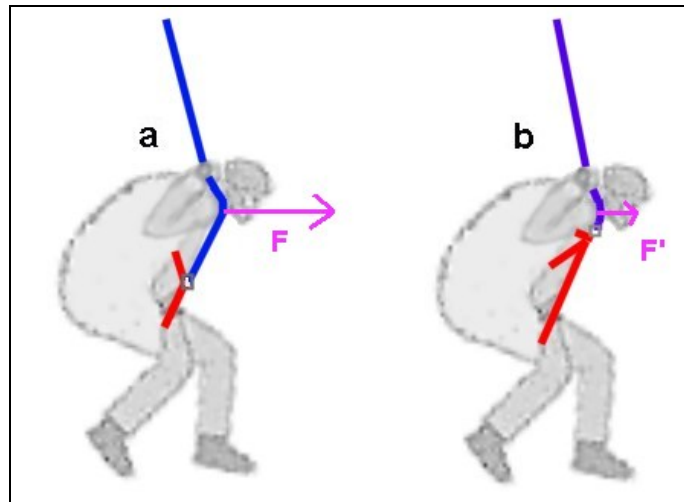


Figure C26 : Influence de la hauteur de la position des mousquetons sur les possibilités de décollage du pilote. a = mousquetons bas situés, b = mousquetons hauts situés. F et F' = moment du couple de force épaules du pilote – mousquetons.

En position couchée dans la sellette, la projection au vent de la surface pilote-sellette est moins grande que celle en position assise. Voir figure C27.

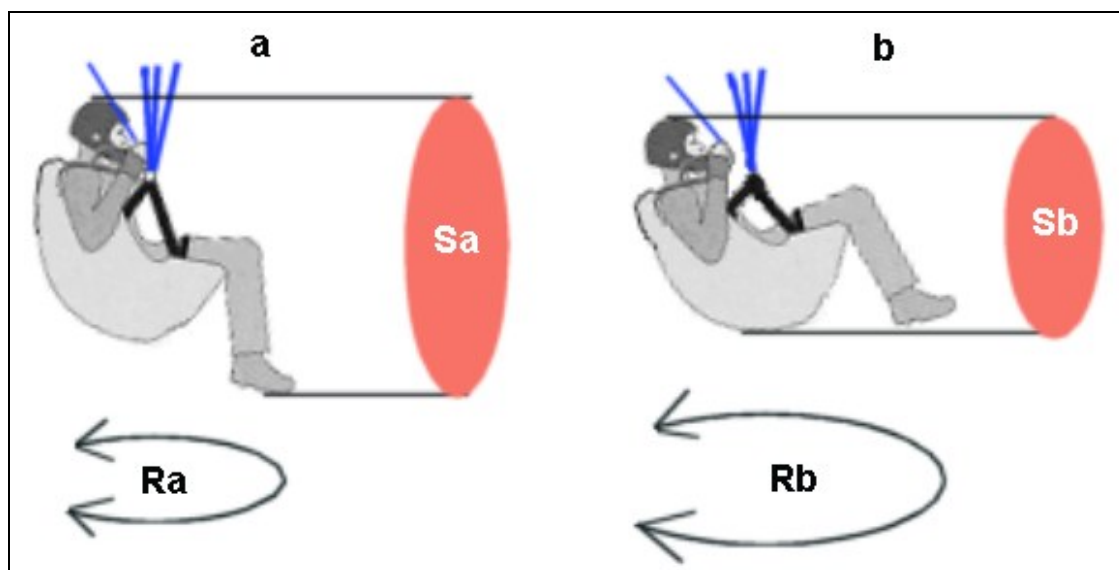


Figure C27 : Influence de la position du pilote sur la traînée et la tendance au twist. a = position assise, b = position couchée, S = surface de projection au vent du pilote et de sa sellette, R = moment du couple de force de rotation du pilote et de sa sellette induisant le twist.

Par conséquent, la traînée en position couchée est moins grande qu'en position assise, ce qui est un avantage de la position couchée. Par contre, le moment du couple de force de rotation du pilote et de sa sellette induisant le twist est plus grand en position couchée, ce qui est un inconvénient, qu'en position assise. Le danger de twist est donc plus grand en position couchée. **Questions 089 et 090.**

Comme la protection dorsale, le **parachute de secours** n'est pas un gadget et devrait faire partie intégrante de tout équipement de parapente. Son utilité a été démontrée maintes fois, même chez les meilleurs pilotes. Il est composé de 3 parties principales **(1)** d'une calotte en général hémisphérique avec un sommet rentrant et ouvert, tiré vers le bas par une ou deux suspentes centrales solides. Une telle calotte à sommet rentrant s'appelle « pull down apex ». **Question 111.** Un parachute « pull down apex » a un taux de chute plus réduit et peut-être une stabilité un peu moins bonne que les parachutes à calotte hémisphérique simple. **Question 112.** Voir figure **C28**.



Figure C28 : Eléments du parachute de secours. a = élévateur (sangle) unique bifurquant symétriquement vers le bas, b = attaches avec gros maillons rapides trapézoïdes sur la sellette (en général sur les sangles d'épaules), d = suspente centrale, c = suspentes latérales plus fines, e = calotte, f = cheminée (ouverture) d'un secours « pull down apex », g = pod (container interne) ouvert, g' = pod fermé, i = sangle et poignée du pod permettant son extraction de la poche (container externe) du secours, fixée à la sellette.

La calotte du secours est ensuite reliée à **(2)** des suspentes convergeant en faisceau conique vers **(3)** une sangle ou élévateur, en général unique. Celui-ci bifurque en V vers le bas, symétriquement, pour que les attaches sur la sellette, par des maillons à vis, soient elles-mêmes symétriques. Pour que le pilote soit debout (corps du pilote se redressant automatiquement) quand le secours s'ouvre, le centre de gravité du pilote doit être le plus bas possible par rapport à ces 2 points de fixation. Il est donc plus judicieux de les fixer

symétriquement sur les sangles d'épaules de la sellette (c'est-à-dire le plus haut possible, de part et d'autre de la nuque du pilote). **Questions 101 et 100.** Voir figure **C29**.

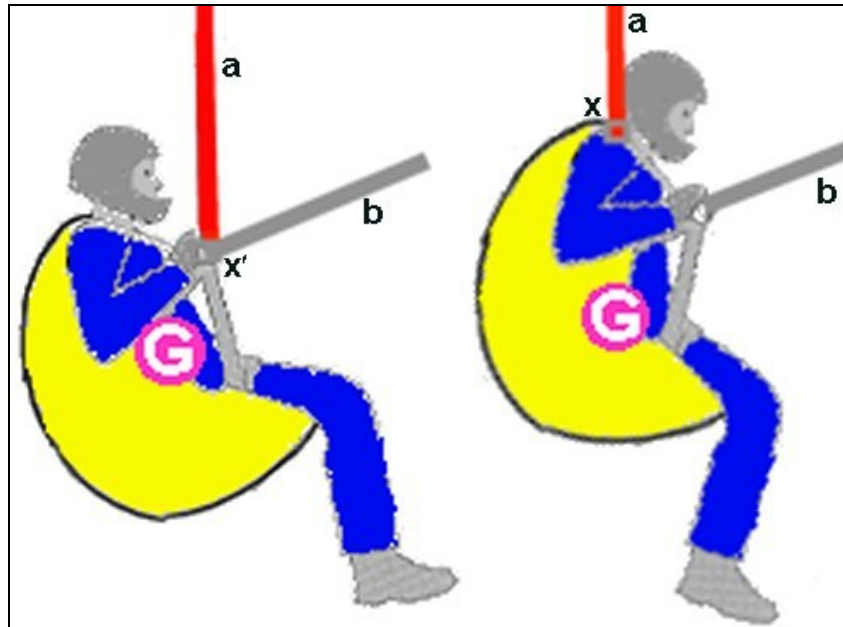


Figure C29 : Influence de la position des points de fixation de l'élévateur du secours à la sellette sur la position du pilote lors de la chute avec le secours. *a* = élévateurs du secours, *b* = élévateurs du parapente, *G* = centre de gravité, *x'* = fixation sur les mousquetons entraînant une position assise peu favorable au choc sur le sol, *x* = fixation sur les sangles d'épaules de la sellette entraînant une position verticale du pilote plus favorable.

Si les 2 points de fixation de l'élévateur du secours se trouvent trop près du centre de gravité du pilote et aussi trop vers l'avant, comme par exemple sur les mousquetons de fixations des élévateurs du parapente, le pilote va rester assis dans la sellette et devra penser à se redresser avant l'atterrissage. **Question 099.** Voir figure **C29**.

Alors que la calotte et les suspentes du parapente sont fabriquées respectivement avec du Nylon (polyamide) et du dyneema (polyéthylène), ces 2 parties du secours sont faites en général avec du Nylon (polyamide). La calotte du secours, comme celle du parapente, est tissée selon la technique « ripstop ». **Questions 102 et 103.** On a vu que les tissus du parapente doivent être le moins élastiques, pour garder des qualités aérodynamiques constantes, et aussi évidemment le plus solides possible. Pour le secours, où la constance des qualités aérodynamiques est moins importante, on privilégie plutôt des tissus plus élastiques tout en étant résistants, dans un cadre clairement défini, ceci afin de rendre le choc d'ouverture du secours moins brusque. **Question 104.** Comme pour le parapente, les tissus du secours sont sensibles à l'humidité prolongée (moisissures) et aux UV du soleil, ces deux facteurs diminuant la durée de vie du secours. **Question 107.**

Pour rendre l'utilisation (ouverture) du secours plus aisée et plus propre, on ne place pas directement le secours dans sa poche (container externe). En premier il faut le plier en « S » soigneusement dans un pod (container interne en nylon léger), d'abord la calotte puis les suspentes. Voir figure **C28**. Finalement, on peut placer le pod, contenant le

secours plié, dans la poche externe fixée sur la sellette et laisser la poignée d'extraction, reliée par une sangle au pod, bien visible et atteignable par une ou mieux les deux mains, depuis la position assise dans la sellette. Voir figure **C30**.



Figure C30 : Exemple de pod dans la poche externe postérieure d'une sellette. e = poche externe, o = mousse bag, s = sangle de liaison entre le pod (caché dans la poche externe) et p = poignée d'extraction.

Pour ne pas interférer dans le processus d'ouverture du secours, il ne faut jamais attacher le pod au secours. Lors de l'utilisation réelle du secours, ce pod sera donc probablement perdu dans la nature, ce qui n'est vraiment pas grave en comparaison à sa vie sauve. La séquence d'ouverture du secours se présente donc ainsi :

1. Regarder la poignée d'extraction.
2. Prendre fermement cette poignée entre le pouce et le reste de la main.
3. Extraire le pod, en un geste ferme et ample du bras le plus possible perpendiculaire à la poche externe. Le pod ne doit pas s'ouvrir à ce moment.
4. Repérer un espace aérien libre vers l'arrière.
5. Jeter de toutes ses forces le pod dans cette direction. Les suspentes vont d'abord se dérouler, puis le pod va s'ouvrir et enfin libérer la calotte, qui elle-même va s'ouvrir finalement.

Le pod (container interne) présente donc l'avantage de faciliter l'extraction du secours de la poche externe, de rendre la séquence d'ouverture propre, précise et continue ce qui diminue le risque d'emmêlement des suspentes. **Question 114**. Pour que le secours fonctionne le mieux possible lorsqu'on en a besoin, il faut aussi le déplier, le sécher (24 heures) puis le replier régulièrement (environ tous les 4-6 mois). **Question 105**. Plus l'intervalle de pliage du secours est long et plus il risque de s'ouvrir lentement car, à la longue, l'humidité ou l'électricité statique (lorsqu'il fait trop sec) peuvent entraîner un certain accolement des plis de la calotte dans le pod. **Question 106**. Le pliage du



secours, de même que son installation sur la sellette, nécessite une formation spécifique et une certaine expérience. Au moindre doute, adressez-vous à un plieur de secours, agréé FSVL, pour ces opérations. **Question 108.**

Les facteurs qui peuvent améliorer le temps d'ouverture sont donc : **Question 113.**

1. La faible porosité du tissu de la calotte.
2. Des intervalles de pliage courts.
3. Une vitesse importante du vent relatif lors de l'ouverture.
4. Une petite surface de la calotte.

**Truc mnémotechnique** : Pour répondre à cette dernière question, il suffit de se souvenir des 2 premiers points.

Si une petite surface de la calotte facilite l'ouverture, elle augmente cependant le taux de chute. Les constructeurs de secours offrent en général 3-4 tailles par modèle. Il est donc important, comme avec le parapente, que le pilote choisisse une taille de secours adaptée à son poids, pour un bon compromis entre temps d'ouverture et taux de chute. Normalement, le taux de chute recherché est d'environ 5,5 m/s. **Question 110.** Ceci correspond à une chute (saut) libre d'environ 1,5 m de haut. Lors de l'impact au sol, il est important que le pilote effectue un roulé-boulé pour minimiser le risque de blessures.

La bonne utilisation du secours, même si elle est assez simple, nécessite donc un entraînement préalable qu'aucun pilote ne devrait négliger. Si le secours tombe dans l'eau, par exemple lors d'un cours SIV (simulation d'incidents de vol), ce sont les suspentes qui mettent le plus de temps à sécher que les autres éléments du secours. **Question 109.**

### **Équipement accessoire et appareils de mesure**

Certains pilotes préconisent de développer essentiellement la **sécurité active** (décisions et pilotage adéquats) plutôt que la **sécurité passive** (protections, parachutes de secours, etc.). En fait il n'y a pas de raisons pour que l'une des sécurités se fasse au détriment de l'autre. A moins que l'on ne développe un maximum de sécurité passive pour outrepasser les règles de la sécurité active, ce qui serait effectivement dangereux, malgré les protections.

Nous avons déjà vu deux éléments de protection passives : les protections dorsales et les parachutes de secours. Même s'il faut un minimum d'intervention du pilote, les secours font bel et bien partie de la sécurité passive. De bonnes chaussures montantes, assez rigides pour protéger les chevilles et suffisamment souples pour courir agilement dans le terrain, sont très importantes. De même une paire de gants solides, protégeant du froid mais surtout des agressions mécaniques possibles, est indispensable. **Question 117.** Le casque l'est tout autant. Il protège la tête surtout lors de chutes au décollage ou à l'atterrissage. Il faut préférer le casque intégral qui est le plus efficace. **Questions 118 et 119.** Actuellement, il existe de nombreux modèles de casques intégraux en matériaux composite, à la fois léger et solide. Voir figure **C31.**

Parmi les instruments de vol, le **variomètre** est incontestablement le plus utile au pilote de parapente. Cet instrument informe le pilote de la vitesse verticale de son aéronef. **Question 122.** Le variomètre fonctionne en mesurant la différence de pression atmosphérique ou plus exactement l'intensité de la variation de pression avec le temps.

**Question 123.** Par ce moyen, on peut donc se faire une bonne idée de la force des ascendances, puisque la pression diminue de façon régulière avec l'altitude. Un variomètre acoustique tout simple suffit pour le pilote de loisir. Voir figure **C31**. L'**altimètre**, n'est pas indispensable pour le pilote de loisir qui n'évolue pas forcément à des altitudes très élevées. Il est plus utile au pilote de compétition ou de distance qui doit faire des choix tactiques (transition entre les ascendances) et respecter les limites supérieures autorisées de l'espace aérien. Voir figure **C32**. L'altimètre donne une valeur d'altitude en mesurant l'état instantané de la pression atmosphérique. **Question 124.**



Figure C31 : casque intégral pour le vol libre. Le petit appareil avec cellules solaires, placé au bord inférieur et latéral du casque, est un petit variomètre acoustique sans pile, puisant son énergie électrique du soleil : légèreté et efficacité.



Figure C32 : En haut appareil électronique assemblant un altimètre et un variomètre. En bas un GPS. Les deux instruments se trouvent fixé sur la poche externe ventrale d'un secours.

Puisque la pression atmosphérique diminue avec l'altitude, si la pression est basse en raison de mauvaises conditions météorologiques, l'instrument donnera évidemment une pression correspondant à une altitude habituellement un peu plus élevée et vice-versa. A la place des valeurs de pression, l'altimètre est étalonné en unités de longueur (altitude). Si une haute pression s'approche, la pression atmosphérique augmente, un altimètre calibré le matin réagira l'après-midi comme si l'on s'était déplacé à une altitude plus basse, où la pression est plus haute. L'altitude indiquée aura donc tendance à être trop basse. **Question 125.** Par un raisonnement inverse, si la haute pression s'affaiblit, un altimètre calibré le matin donnera l'après-midi des valeurs d'altitude plus haute qu'en réalité. **Question 126.**

L'**anémomètre** ou badin est probablement l'instrument le moins utile pour le vol libre. Il donne, au sol, une mesure de la vitesse du vent et, en l'air, une mesure de la vitesse de vol par rapport à l'air ambiant, c'est-à-dire du vent relatif. **Question 120.** Voir figure **C33**. Il peut être utile à un élève qui apprend à connaître le domaine de vol (plage de vitesse) d'un parapente, mais pour un pilote confirmé, la sensation du vent sur le visage ainsi que le bruit du vent relatif suffisent à donner une idée précise de sa vitesse de vol. Un anémomètre en vol doit être placé au moins un mètre sous le pilote pour obtenir des mesures conformes à la réalité. Sinon les valeurs de vitesse seront sous-estimées en raison du frottement aérodynamique qui ralentit le flux d'air près du pilote. **Question 121.**

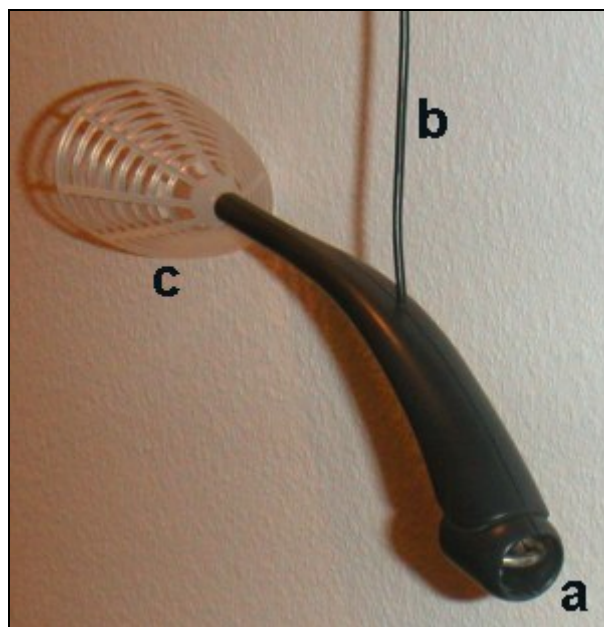


Figure C33 : Exemple d'anémomètre. a = ouverture antérieure dans laquelle est logée une hélice dont la vitesse de rotation dépend de la force du vent relatif. b = fil permettant d'attacher l'instrument à la sellette et aussi de transmettre, par des fils métalliques internes, le courant électrique, lui-même fonction de la vitesse de rotation de l'hélice. c = empennage arrière pour assurer la stabilité directionnelle de l'instrument.

Le **GPS** (global positioning system) est un petit appareil électronique sophistiqué permettant de connaître instantanément sa position exacte sur la terre, grâce à une connexion radio permanente avec des satellites artificiels. Pour le pilote de loisir, le GPS peut être utile pour connaître sa vitesse par rapport au sol et ainsi estimer plus précisément le vent en altitude. Actuellement le GPS est indispensable pour le pilote de compétition car c'est par le GPS que les organisateurs contrôlent le tracé du vol de chaque concurrent, enregistré dans la mémoire de leur appareil. Voir figure **C32**.

### Homologation et recommandations générales

La charge des éléments constituant le parapente est essentiellement due à la traction. Voir figure **C34**. En effet, puisqu'il n'y a que des éléments entièrement souples (tissu, suspentes) dans un parapente, les forces de torsion, pression ou flexion, n'impliquant que du matériel solide, ne peuvent concerner cet aéronef. **Question 062**.

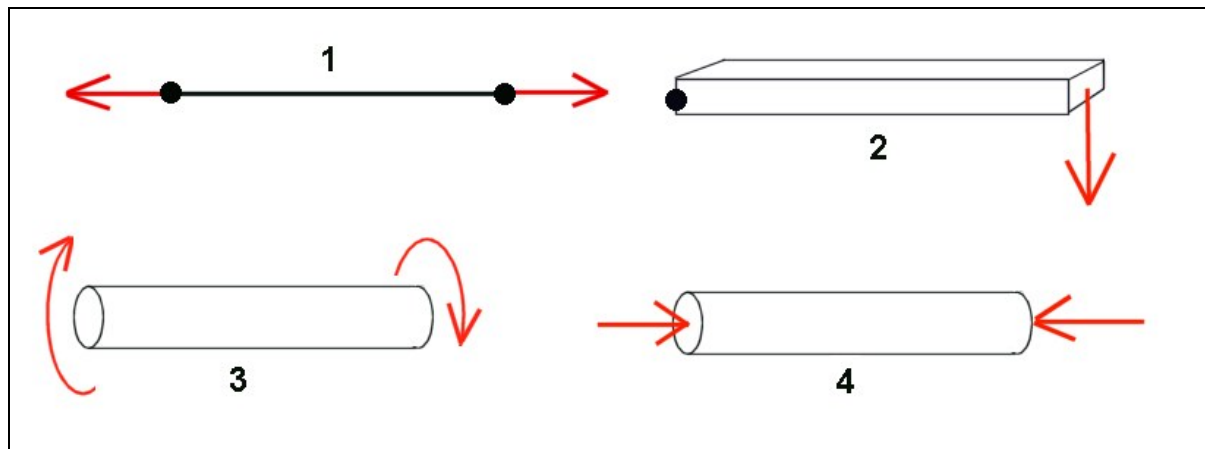


Figure C34 : Classification des forces s'exerçant sur du matériel : 1 = traction, 2 = flexion, 3 = torsion, 4 = compression.

Si un matériau de parapente subit une charge dont la valeur correspond à sa résistance maximale à la traction, on peut s'attendre à ce que ce matériau ne soit plus dans son état initial en ce qui concerne ses dimensions et sa résistance à la traction. **Question 061**. Dans cet ordre d'idée, la pratique continue de manœuvres de vol extrême (acrobatie), provoquant des charges importantes et brusques, peut entraîner l'extension de diverses pièces de construction et ainsi provoquer une modification des qualités de vol du parapente. **Question 066**.

Si, après de nombreux vols (par exemple 200), on remarque progressivement des plis dans la voile (par exemple sur toute l'envergure entre les groupes de suspentes B et C), il ne faut pas essayer de régler soi-même la longueur des différents groupes de suspentes, mais il faut donner l'aile à réviser chez une personne qualifiée (constructeur, réparateur

agréé...). **Question 059.** A l'atterrissage, juste après avoir posé les pieds au sol, il faut veiller à ce que la voile tombe latéralement ou postérieurement. Si l'aile tombe vers l'avant brusquement contre le sol, l'air dans les caissons ne peut pas s'échapper rapidement par l'ouverture des caissons. Il s'ensuit un risque de surpression dans la calotte qui peut abîmer les parois intercaissons. **Question 060.**

On choisit la surface de l'aile convoitée en calculant la future charge alaire, connaissant le PTV et la surface de la calotte. Voir première partie, aérodynamique. Classiquement la charge alaire devrait être située entre 2.5 et 4 kg/m<sup>2</sup>, ces 2 valeurs étant respectivement les limites inférieure et supérieure. Toute valeur intermédiaire, par exemple 3 et 3.5 kg/m<sup>2</sup> sont considérées comme normales. **Questions 094 et 097.** Cependant, avec les ailes actuelles, de nombreux pilotes expérimentés préconisent de choisir plutôt des charges alaires comprises entre environ 3.5 à 4.2 kg/m<sup>2</sup>. Seul le pilote de parapente est responsable de l'état de son aile. C'est lui qui décide notamment à quel intervalle son aéronef doit être contrôlé et révisé par le constructeur ou une autre personne compétente. **Question 135.**

Dans un coffre de voiture, l'équipement de parapente peut entrer en contact avec de nombreux liquides nuisibles comme l'essence, l'antigel et les produits nettoyant. L'eau distillée est bien sûr la moins dangereuse parmi les produits cités dans la **question 115**. On a déjà parlé de l'influence nuisible du rayonnement solaire (surtout par les ultraviolets) sur les tissus du parapente (calottes du parapente et du secours essentiellement). **Question 116.** Les rayons X et gamma sont aussi très dangereux mais ne se rencontrent en principe pas en quantité significative dans la nature.

Actuellement il existe deux **homologations** en vigueur : (1) AFNOR/CEN, homologation française/européenne et (2) le DHV, homologation allemande. Le QCM de la FSVL ne parle curieusement que de l'homologation AFNOR. Sans entrer dans les détails d'une malheureuse concurrence, polémique, voire dispute entre ces 2 types d'homologation, ni prendre parti pour l'une ou l'autre, force est de constater qu'actuellement (2002-2005) et dans la réalité, le DHV prend le dessus. Le DHV classe les ailes en DHV 1, 2 ou 3 avec des intermédiaires 1-2 et 2-3. Il y a donc 5 classes en tout. Le DHV 1 correspond aux ailes les plus faciles et sûres et le DHV 3 aux ailes les plus difficiles et potentiellement dangereuses et délicates à piloter notamment lorsqu'elles sortent du domaine de vol. AFNOR/CEN n'a que 3 classes : standard, performance et compétition. La classe standard correspond aux ailes les plus faciles et la classe compétition aux ailes les plus délicates à piloter. Il est important que chacun choisisse une aile adaptée à son niveau et son style de pilotage, sans honte. Il faut dire que les ailes DHV 1-2 sont actuellement les plus vendues et que leurs performances sont plus qu'honorables (finesse maximale de plus de 8 alors que les ailes pointues ont des finesses qui dépassent difficilement 9).

Pour répondre aux questions du QCM, on ne parlera ci-dessous que de l'homologation AFNOR/CEN. Il s'agit d'une vérification facultative de la navigabilité de chaque planeur de pente vendu en Suisse, conformément à des normes européennes. **Question 127.** Elle n'est donc pas du tout obligatoire, mais pratiquement vivement recommandée. Cependant, durant les examens pratiques officiels FSVL, il est obligatoire de voler sous une aile homologuée selon les instructions de l'OFAC. **Question 131.** Très peu de pilotes volent actuellement sous une aile non homologuée. La FSVL reconnaît un parapente homologué selon la norme CEN mais aussi DHV. **Question 128.** L'homologation CEN comprend une batterie de différents tests. En résumé, il y a un test de charge permanente à 8 G, diverses manœuvres de vol et une ouverture brusque sous charge (test de choc à 600 daN = 600 kg). Malgré quelques différences de méthodes et de valeurs limites, les tests du DHV ressemblent grosso modo aux tests AFNOR. **Question 129.** L'homologation est donc une déclaration concernant la résistance de structure et le comportement en vol

d'un parapente à l'état de neuf. **Question 132.** Les parapentes non homologués peuvent donc présenter de fortes divergences de résistance et de comportement en vol par rapport aux normes d'homologation. **Question 133.** On reconnaît un parapente homologué au sticker (plaquette de tissu) d'homologation apposée à un endroit sur la voile (en général la partie antérieure d'une cloison intercaisson) et sur laquelle est indiquée, entre autre, le numéro de série et la classe d'homologation. Il ne faut pas confondre ce sticker avec la plaquette du constructeur, obligatoire. Voir troisième partie, législation. **Question 130.** Une liste tenue à jour des parapentes homologués (AFNOR/CEN et DHV) reconnus par la FSVL est à disposition au secrétariat FSVL et également sur le site Internet de la FSVL. **Question 134.**

Chers amis libéristes et futurs libéristes,

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

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

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

*Aérodynamique et mécanique de vol*

*Météorologie*

*Législation*

*Matériel*

*Pratique de vol*

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

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

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

Jean Oberson, mars 2005.