



# PREPARATION AU B.I.A.

Les spécificités du vol libre



Ce document présente les particularités du vol libre et de ses aéronefs pour les élèves préparant le BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE. C'est un complément aux cours classiques du B.I.A. qui permet de préparer l'option facultative vol libre qui peut être proposée à l'examen à la demande des candidats.

Il s'articule autour de cinq grandes parties reprenant les thèmes des épreuves obligatoires du B.I.A., c'est à dire :

- Aérodynamique et mécanique du vol
- Connaissance des aéronefs
- Météorologie
- Réglementation, navigation et sécurité des vols



# Sommaire:



I. Aérodynamique et mécanique du vol :

II. Connaissance des aéronefs :

III. Météorologie pour le vol libre :

III. Réglementation, sécurité et navigation :



V. Histoire du vol libre :

# Aérodynamique et mécanique du vol :

I.1 Les profils du vol libre

I.2 Des systèmes pendulaires

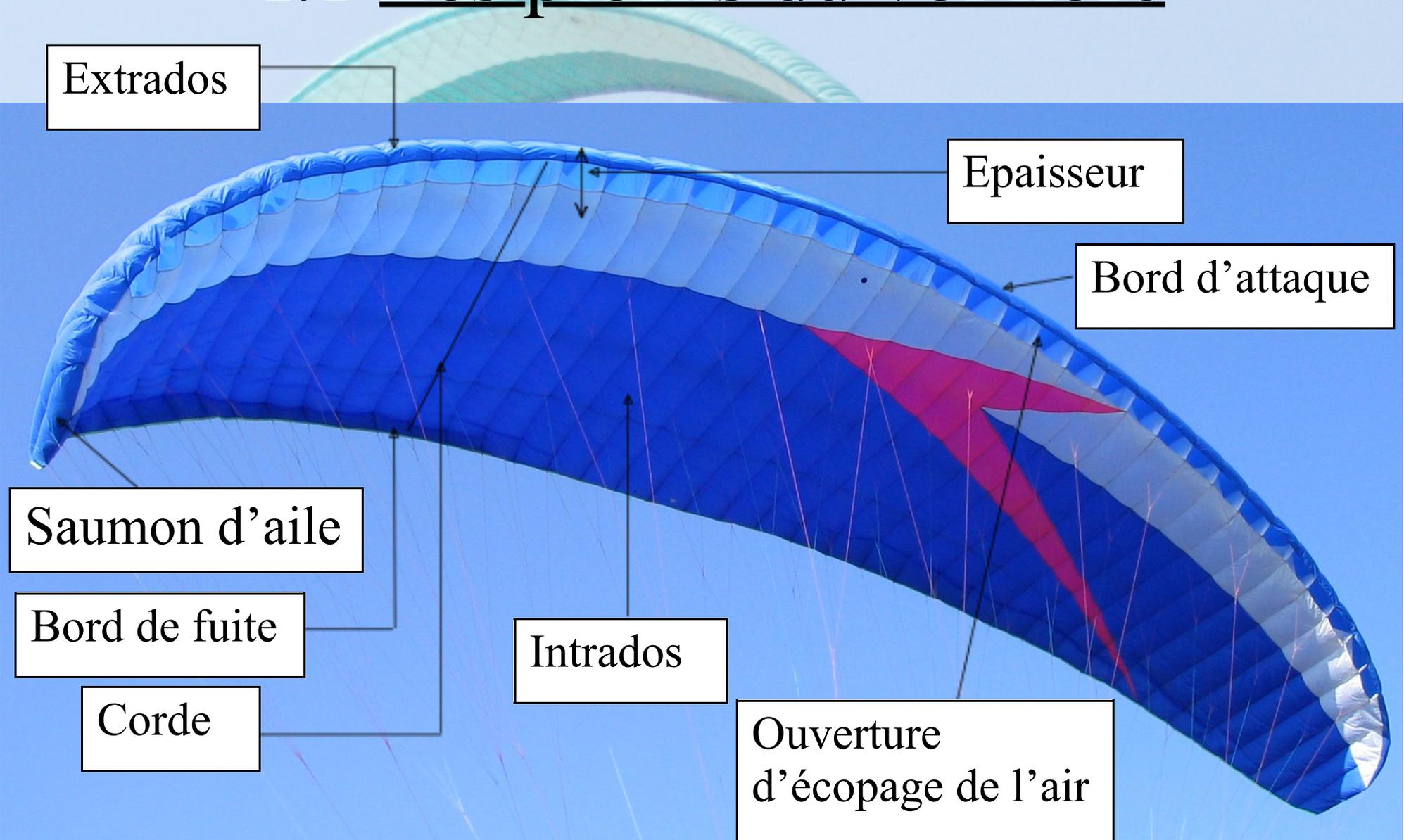
I.3 Principes de pilotage du parapente

I.4 Principes de pilotage du deltaplane

I.5 Incidents de vol



# I.1 Les profils du vol libre



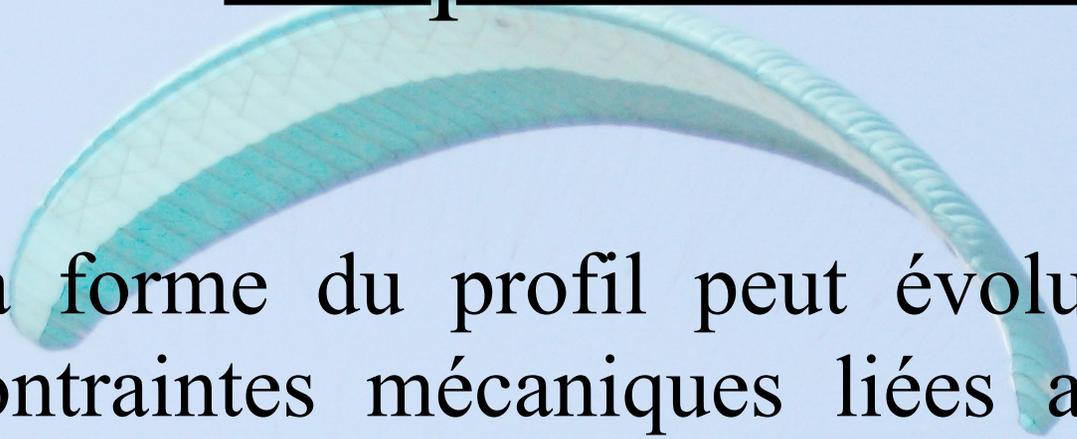
# I.1 Les profils du vol libre

- Les deltaplanes et parapentes sont des ailes qui présentent des profils biconvexes dissymétriques ou plans – convexes.
- L'épaisseur relative des profils de parapente est toujours assez importante.
- Les profils sont souples et donc déformables. Dans certaines conditions les parapentes peuvent se « dégonfler » = fermeture.



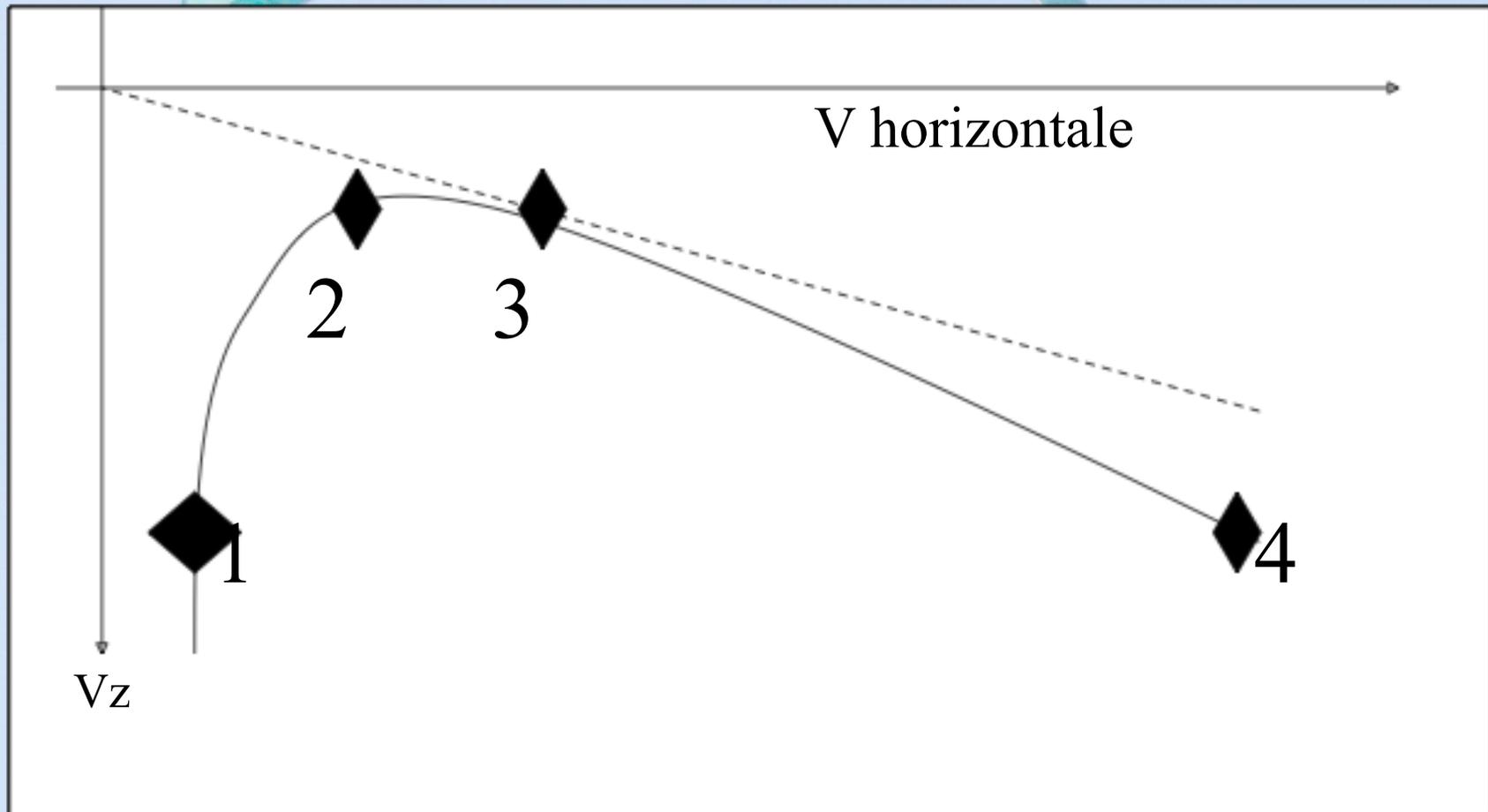
# I.1 Les profils du vol libre

- La forme du profil peut évoluer sous les contraintes mécaniques liées au vol mais aussi avec le vieillissement du tissu. Il faut réviser son aile pour vérifier que les qualités de vol sont toujours acceptables.
- Les profils utilisés portent bien aux faibles incidences mais leur stabilité aérodynamique est assez faible.



# I.1 Les profils du vol libre

Polaire des vitesses:



# I.1 Les profils du vol libre

Le point de décrochage (point 1) est atteint pour une incidence maximale dépendant du profil.

Le point de vitesse verticale minimale (point 2) permet d'optimiser le vol dans les zones ascendantes.

Le point de finesse maximale (point 3) permet de parcourir un maximum de distance pour un minimum de perte d'altitude.

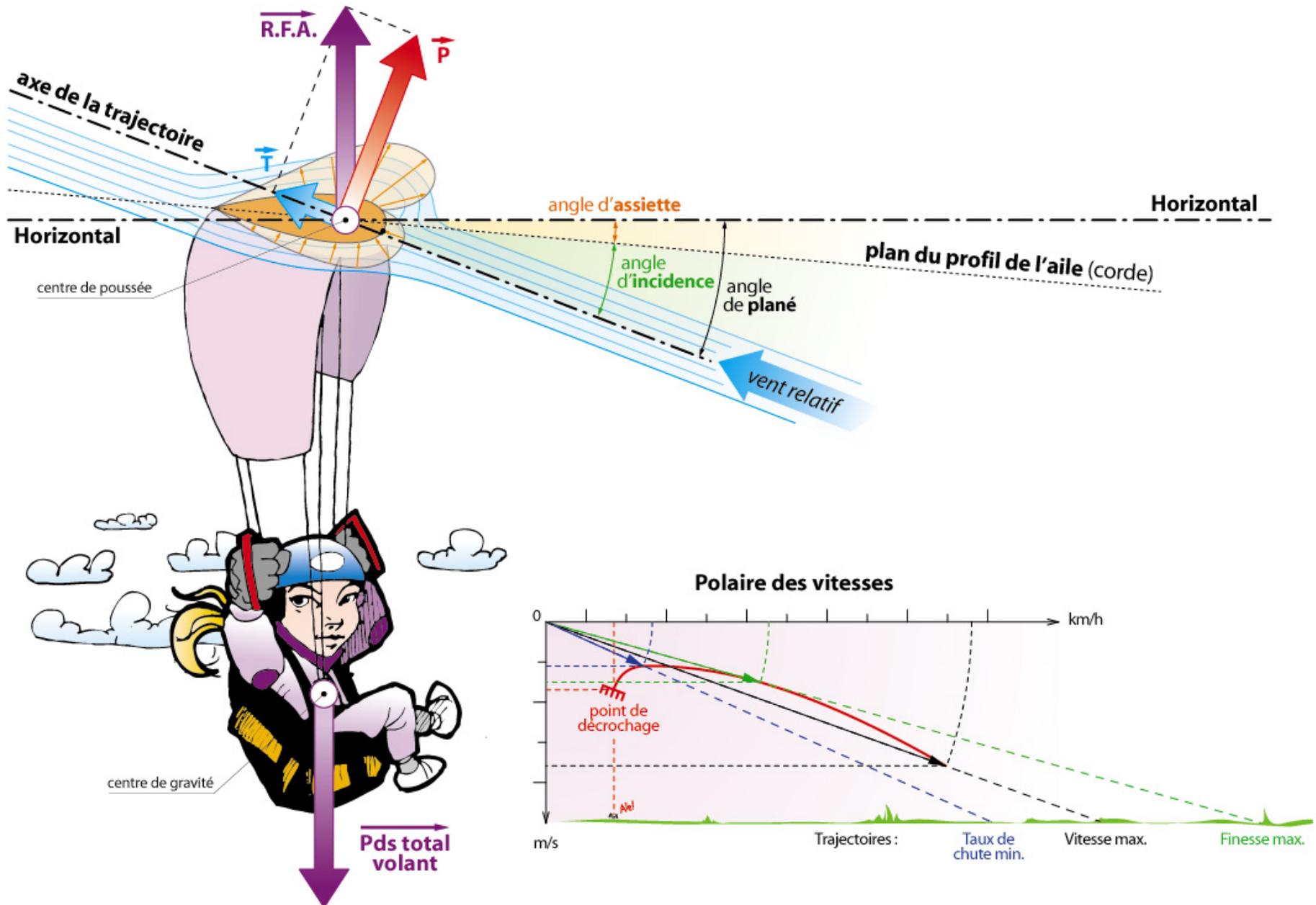
Le point de vitesse maximale (point 4) est obtenu en utilisant l'accélérateur à fond. On est alors à faible incidence et en air turbulent le risque de fermeture peut être important.



# I.1 Les profils du vol libre

- La polaire de l'aéronef complet (avec pilote et accessoires) se déduit de celle du profil par une translation. Les vitesses verticales et horizontales sont modifiées par l'augmentation du poids et les finesses peuvent être diminuées par les traînées supplémentaires.
- En fonction des profils utilisés, du calage de l'aile, et de son allongement, le pilotage et les performances peuvent être très différents.
- Une aile fortement allongée sera plus performante mais aussi plus délicate à piloter. Les allongements évoluent entre 5 et 7.

# I.2 Des systèmes pendulaires

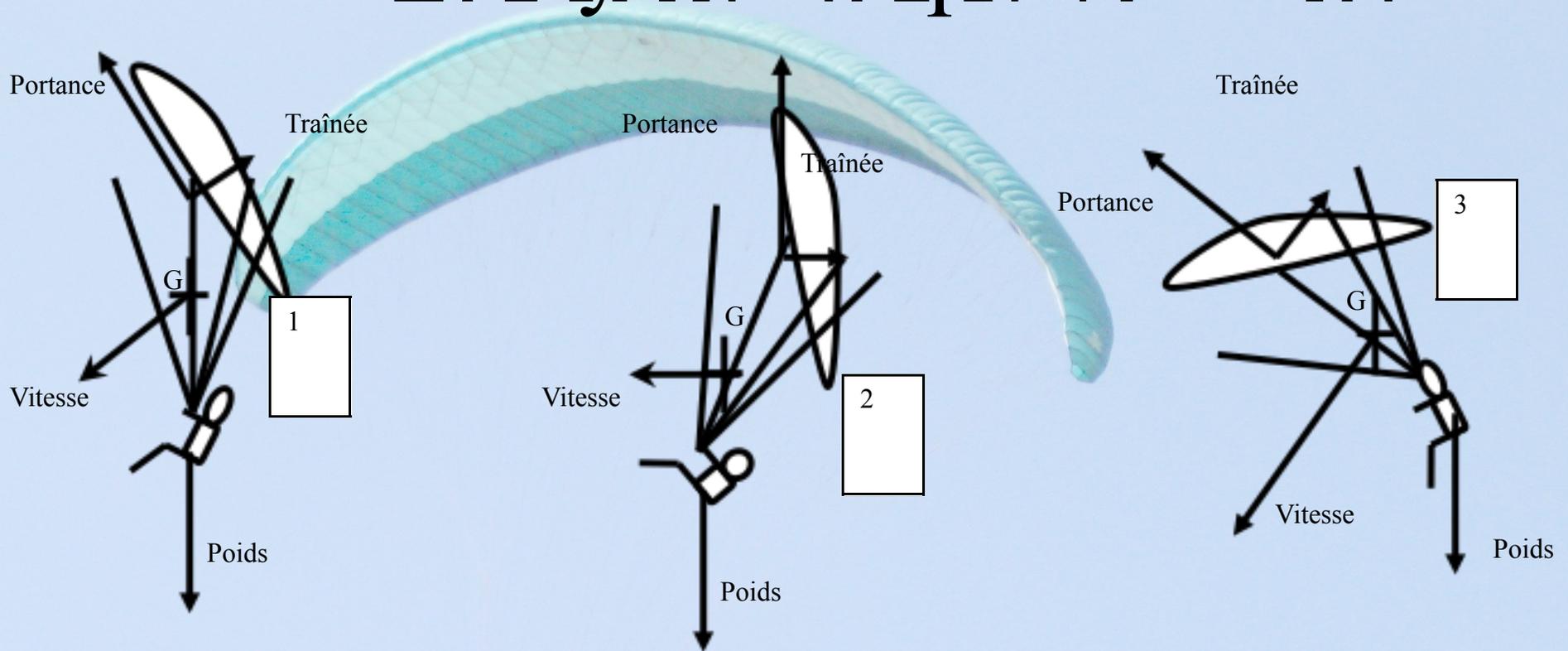


## I.2 Des systèmes pendulaires

- Le centre de gravité et le centre de portance sont éloignés l'un de l'autre.
- Cela fait de ces aéronefs des systèmes pendulaires. En cela leur équilibre en vol est différent de celui des aéronefs classiques et leurs réactions en roulis et tangage s'apparentent à celles d'un pendule.
- La stabilité aérodynamique des ailes de vol libre est plutôt faible mais leur stabilité pendulaire est importante.



# I.2 Des systèmes pendulaires



1: vol plané stabilisé. Pendule en équilibre.

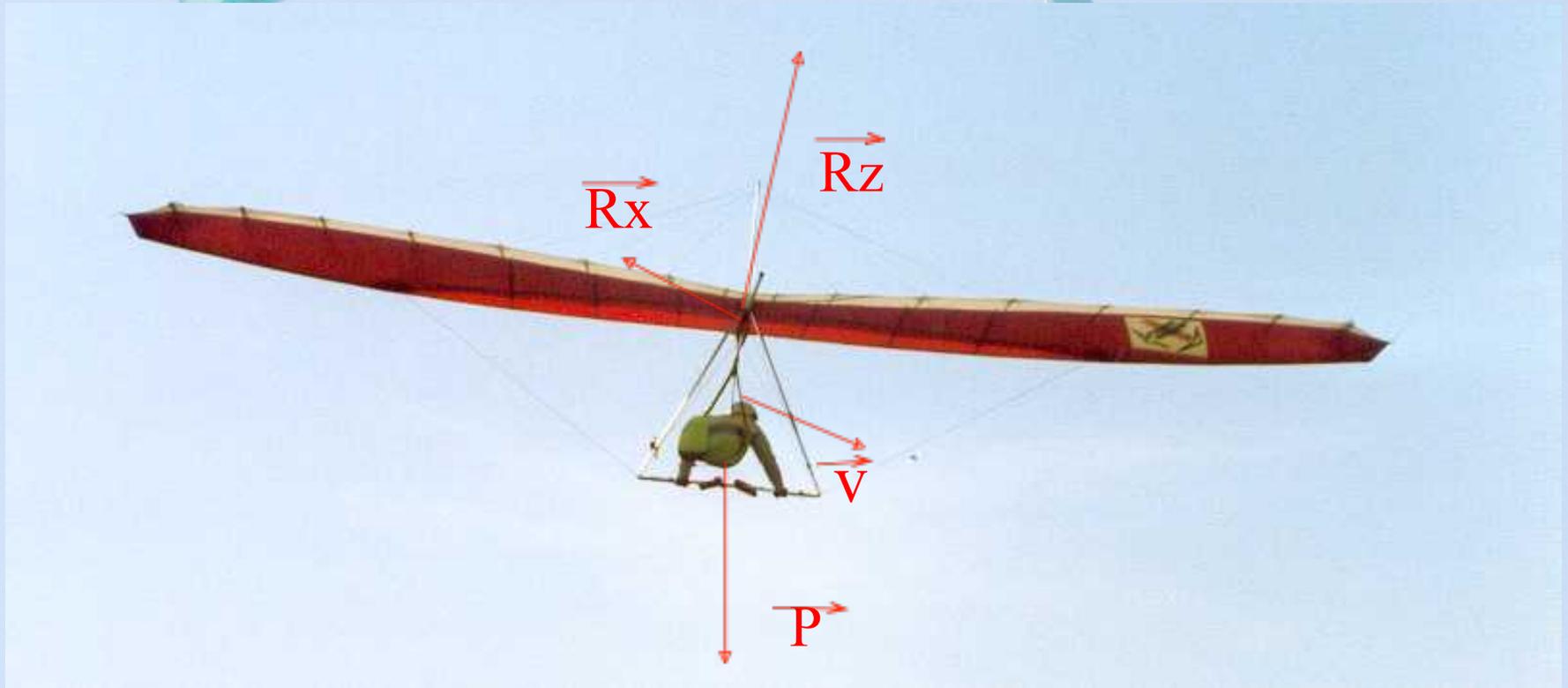
2: Fort ralentissement. Pilote en avant de la voile. Le couple de rappel du pendule va le ramener vers l'arrière.

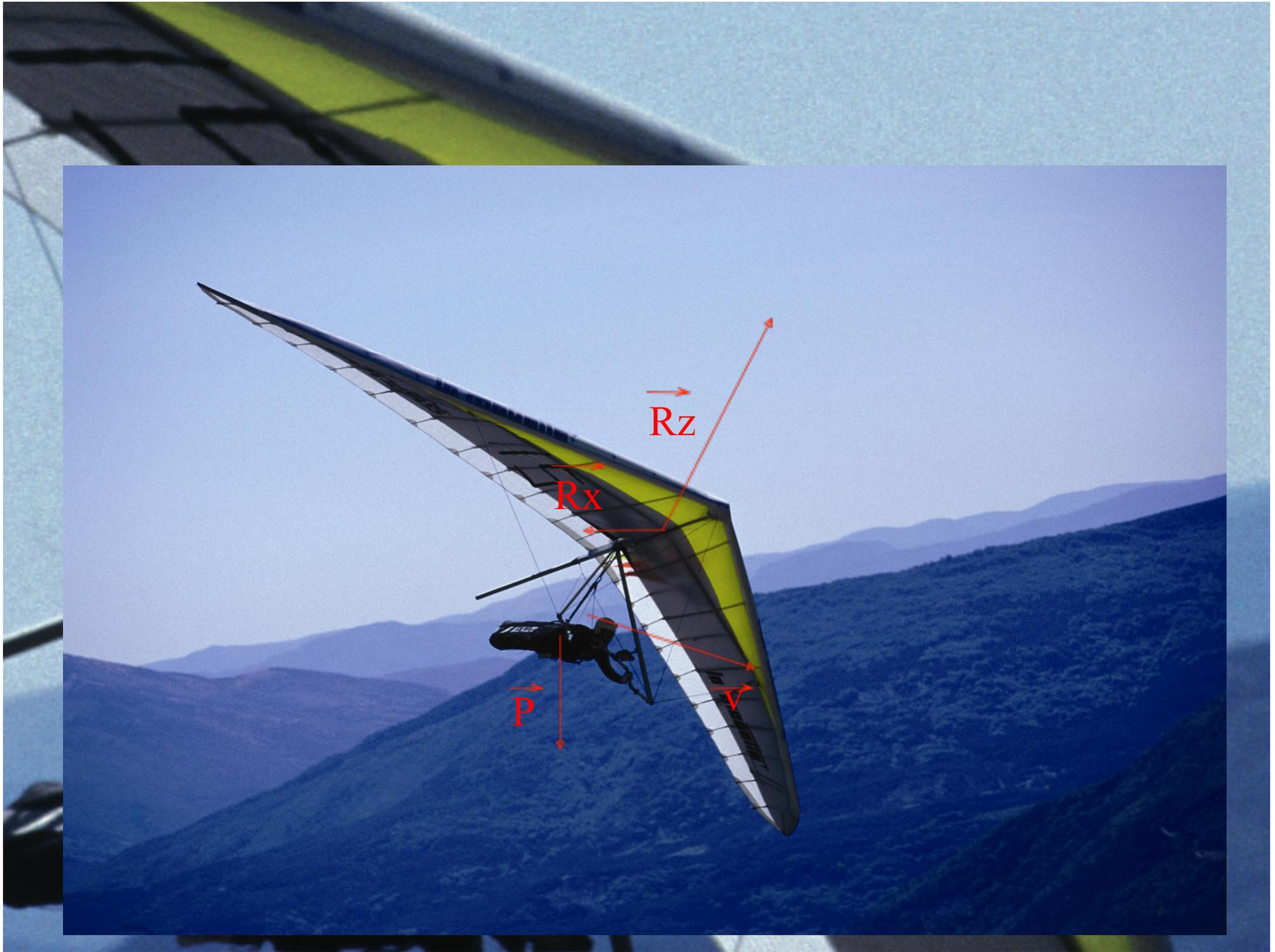
3: Forte accélération. Pilote en arrière de la voile. Le couple de rappel du pendule va le ramener en l'avant.

## I.2 Des systèmes pendulaires.



# I.2 Des systèmes pendulaires





# I.3 Principes de pilotage du parapente

Les phases du décollage:

1. Installation du parapente sur le sol et démêlage des suspentes.
2. Installation du pilote dans la sellette et check-list.
3. Prise de commandes et préparation mentale.
4. Gonflage de l'aile.
5. Temporisation au dessus de la tête pour contrôle visuel de l'aile.
6. Course d'élan dynamique et progressive.
7. Envol et éloignement du sol et des reliefs.
8. Installation dans la sellette.



# I.3 Principes de pilotage du parapente



Prise de commande  
pour un gonflage  
face à la voile.

## I.3 Principes de pilotage du parapente



Gonflage de la voile.

# I.3 Principes\_de\_pilotage\_du\_parapente



Gonflage dos à la voile pour un décollage au treuil.

## I.3 Principes de pilotage du parapente



Temporisation  
pour contrôler  
visuellement  
l'aile avant de se  
lancer.

## I.3 Principes de pilotage du parapente

- Le pilote contrôle sa voile à l'aide des freins et en déplaçant son corps dans la sellette pour transférer son poids.
- Le pilotage du parapente est un pilotage 2 axes.
- Si le pilote agit symétriquement sur les freins, il permet à l'aile d'accélérer ou de ralentir. Il accélère en relevant les mains et il ralentit en abaissant les mains.
- Le parapente étant un système pendulaire, des mouvements symétriques amples entraînent des variations rapides de la vitesse de l'aile mais le pilote a plus d'inertie. On obtient alors des mouvements de tangage.

## I.3 Principes de pilotage du parapente

Si le pilote agit de façon dissymétrique, il freine une demi aile plus que l'autre. Cela entraîne un mouvement combiné de roulis et de lacet du côté le plus freiné.

Pour virer, le pilote freine du côté intérieur au virage.

Lors d'un virage, l'inclinaison de l'aile dégrade le taux de chute. Pour augmenter le taux de virage en évitant de trop incliner l'aile, le pilote peut transférer son poids dans la sellette. En se déportant à l'intérieur du virage il va en augmenter le taux.

# I.3 Principes de pilotage du parapente

- Lorsqu'un pilote enchaîne des 360° et lâche les commandes, l'aile peut présenter trois comportements:
  - L'aile sort de virage toute seule. Elle est dite stable spirale.
  - L'aile reste en virage. Elle est dite neutre spirale.
  - L'aile s'engage encore plus franchement dans le virage. Elle est dite instable spirale.



## I.3 Principes\_de\_pilotage\_du\_parapente



Le bord de fuite est tiré vers le bas. L'aile est freinée. Plus à droite qu'à gauche.

# I.3 Principes de pilotage du parapente

Si le pilote a besoin de descendre rapidement, par exemple pour se poser lorsque les conditions météorologiques se dégradent, il peut utiliser des techniques permettant d'obtenir des taux de chute importants (jusqu'à 20 m.s-1 pour certaines):

- Les virages serrés à forte inclinaison.
- Les oreilles : cela consiste à aller chercher les suspentes extérieures assez haut, puis à les ramener à soi. Les extrémités de l'aile se ferment et le taux de chute augmente alors. Lorsque le pilote fait les oreilles il peut piloter la trajectoire de l'aile à la sellette.



# I.3 Principes de pilotage du parapente

L'atterrissage se décompose en 3 phases:

- La perte d'altitude.
- L'approche.
- La finale et le posé.

Pour la perte d'altitude, le pilote se place au vent du terrain et réalise des 8 qui lui permettent de perdre de l'altitude en vue du terrain afin de débuter l'approche à la bonne hauteur.



# I.3 Principes de pilotage du parapente

L'approche peut être en U (Prise de Terrain en U ou PTU).

Elle se présente alors comme en avion ou en planeur avec une branche vent arrière, une étape de base et un dernier virage pour arriver en finale.

Lors de la vent arrière et de la base le pilote gère son éloignement par rapport à la piste pour se présenter en dernier virage à la bonne hauteur. Il adapte ses repères de hauteur en fonction du vent pour s'assurer de se poser dans le terrain.

Dans certaines conditions les pilotes de parapente pratiquent la PTS (Prise de Terrain en S). Ils approchent le terrain dans l'axe de la finale en faisant des S pour perdre de l'altitude et se présenter dans les bonnes conditions de hauteur en début de finale.

# I.3 Principes de pilotage du parapente

La finale: le pilote relève alors les mains pour prendre de la vitesse. A l'approche du sol il freine pour ralentir l'aile et arrondir sa trajectoire.

La prise de vitesse en début de finale est très importante pour se prémunir du gradient de vent dans les 10 derniers mètres d'altitude.

En début de finale, le pilote sort de sa sellette pour se mettre debout. Il sort ainsi le train d'atterrissage (ses jambes) afin d'assurer l'amortissement à l'atterrissage.

Une fois posé, le pilote affale son aile en la freinant à fond (mains sous les fesses). La plupart du temps les pilotes se retournent face à leur aile avant de les affaler pour mieux contrôler sa descente ou pour éviter de se faire tirer en arrière quand il y a du vent.

## I.3 Principes de pilotage du parapente



Sur la photographie ci-contre, on peut remarquer que le pilote est debout dans la sellette, ses mains sont basses (il freine fortement son aile) et le bord de fuite est fortement tiré vers le bas.

# I.4 Principes de pilotage du deltaplane

Le décollage en deltaplane s'effectue à partir d'un terrain suffisamment pentu ou souvent depuis un tremplin.

Après avoir monté et vérifié sa machine, le pilote s'équipe d'un harnais et s'accroche sous l'aile.

Il porte le deltaplane en tenant le trapèze à mi-hauteur, appuyé sur ses épaules, l'aile à l'horizontale.

Il prend de la vitesse avec une course dynamique mais progressive.

L'aile gagne en portance et prend progressivement en charge le poids du pilote.

Quand les pieds du pilote quittent le sol, il s'éloigne du relief pour assurer la sécurité puis il change la position de ses mains pour venir saisir la barre de contrôle et enfile ses pieds dans le harnais s'il s'agit d'un cocon.

# I.4 Principes de pilotage du deltaplane



La photographie ci-dessus montre un deltaplane en sortie de tremplin. Les mains du pilote sont encore sur les montants latéraux du trapèze.

# I.4 Principes de pilotage du deltaplane



La photographie ci-contre montre le même deltaplane longeant la pente en prise de vitesse avant de s'éloigner du relief.

# I.4 Principes de pilotage du deltaplane

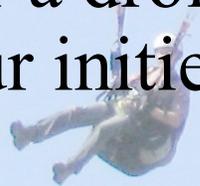
Le pilote contrôle la trajectoire à l'aide de la barre de contrôle située à la base du trapèze.

Le pilotage du deltaplane, comme celui du parapente est un pilotage 2 axes.

Le contrôle en tangage est assuré en poussant sur la barre de contrôle pour cabrer et en tirant pour piquer. Lorsque le pilote pousse la barre, la vitesse du deltaplane diminue et lorsqu'il la tire, la vitesse augmente.

Pour virer, le pilote incline l'appareil en poussant la barre à l'extérieur du virage. Cela incline l'aile dans le virage, engendre du lacet et transfère le poids dans le virage.

S'il veut virer à droite, il doit pousser la barre de contrôle à gauche pour initier le virage.



# I.4 Principes de pilotage du deltaplane

L'atterrissage s'effectue selon les mêmes phases qu'en parapente et avec le même principe pour les approches. La finale est plus difficile du fait de la vitesse plus élevée et des meilleures finesses.

En début de finale, le pilote sort les jambes du cocon. Il doit alors gérer sa vitesse pour se prémunir des effets du gradient de vent mais doit faire attention à ne pas risquer de trop allonger sa finale.

Pour l'arrondi, il ramène les main sur les montants du trapèze, incurve sa trajectoire pour tangenter le sol et pousse très progressivement le trapèze pour diminuer la vitesse afin de poser en douceur.

# I.4 Principes de pilotage du deltaplane



## I.5 Incidents de vol

- Le décrochage survient lorsque l'incidence est trop forte.
- Le risque est grand en recherche, en optimisation ou en entrée de d'ascendance.
- Près du sol il peut entraîner le crash et si le décrochage est dissymétrique l'aile peut amorcer une vrille.
- En deltaplane l'aile pique et retrouve d'elle-même son régime normal de vol.
- En parapente il entraîne une fermeture de l'aile avec risque de cravate. En général elle se regonfle d'elle-même mais la réouverture est violente et provoque du tangage qu'il faut maîtriser pour éviter un nouveau décrochage. Il n'est envisageable de s'entraîner à décrocher qu'à un certain niveau de pratique et en conditions sécurisées.

## I.5 Incidents de vol

Un parapente ferme si son incidence est trop faible (tangage trop ample ou sortie d'un violent thermique). Le bord d'attaque se replie et l'aile ferme.

Si tout le bord d'attaque ferme, on parle de frontale. Un freinage symétrique ample (mais pas violent) permet de rouvrir.

Il arrive que seule une partie de l'aile ferme. Un virage involontaire s'amorce alors. Si le pilote ne contre pas rapidement, il peut partir en vrille ou venir percuter le relief s'il en est trop proche.

Lors d'une telle fermeture le pilote doit freiner le côté resté ouvert et transférer son poids dans la sellette pour contrer le virage qui s'amorce et maintenir son cap. Il doit ensuite pomper à la commande de frein du côté fermé pour rouvrir l'aile.

## I.5 Incidents de vol

- Le tumbling est un incident propre au deltaplane.
- Il survient en prise de vitesse excessive (en sortie de décrochage dynamique par exemple) ou lors d'une diminution rapide de l'incidence.
- L'aile subit alors un important couple piqueur qui la fait passer sur le dos.



## I.5 Incidents de vol

Quand un pilote subit un de ces incidents de vol et qu'il ne parvient pas à reprendre assez rapidement le contrôle de son aile, il lui reste en dernier recours l'usage de son parachute de secours.

Celui-ci est aussi utile dans le cas d'une rupture de matériel (dé suspentage en parapente ou rupture de tube en deltaplane) ou en cas d'abordage avec une autre aile si les aéronefs restent emmêlés et ne sont plus pilotables.



## II Connaissance des aéronefs

- II.1 Constitution d'un parapente
- II.2 Constitution d'un deltaplane
- II.3 Les instruments de vol libre



# II.1 Constitution d'un parapente



# II.1 Constitution d'un parapente

Les parapentes sont construits en plusieurs tailles souvent désignées par une lettre :

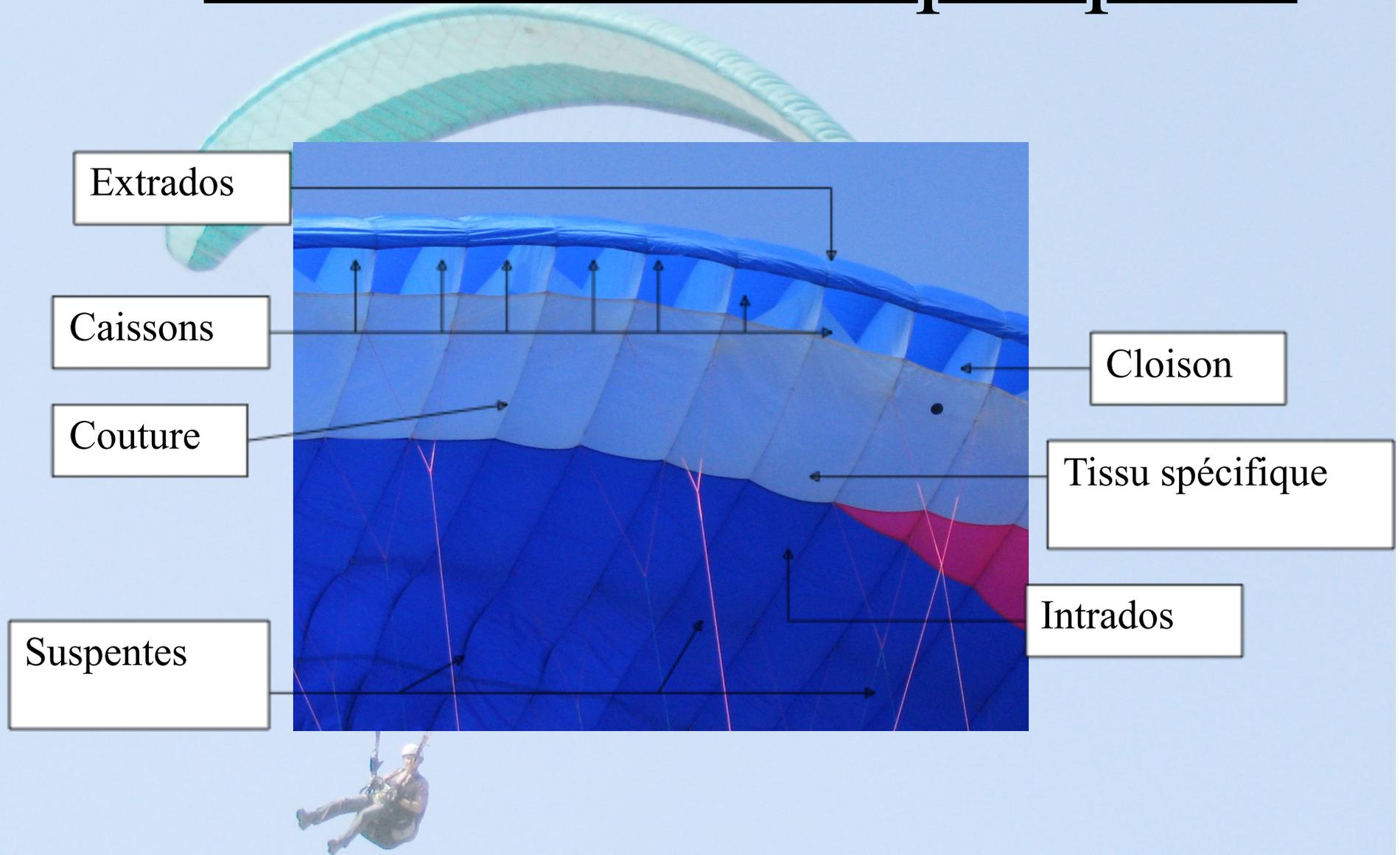
- XS (extra small)
- S (small)
- M (medium)
- L (large)
- XL (extra large)

Le poids total en vol évolue de 60 à 130kg pour des surfaces de 23 à 30m<sup>2</sup>.

Une taille d'aile donnée a une fourchette de poids total en vol d'une largeur de 15 à 20kg environ.

Les biplaces sont spécifiques. Ils ont des surfaces de 40 à 45m<sup>2</sup> environ pour des poids totaux en vol de 140 à 240kg avec une fourchette de 70 à 80kg.

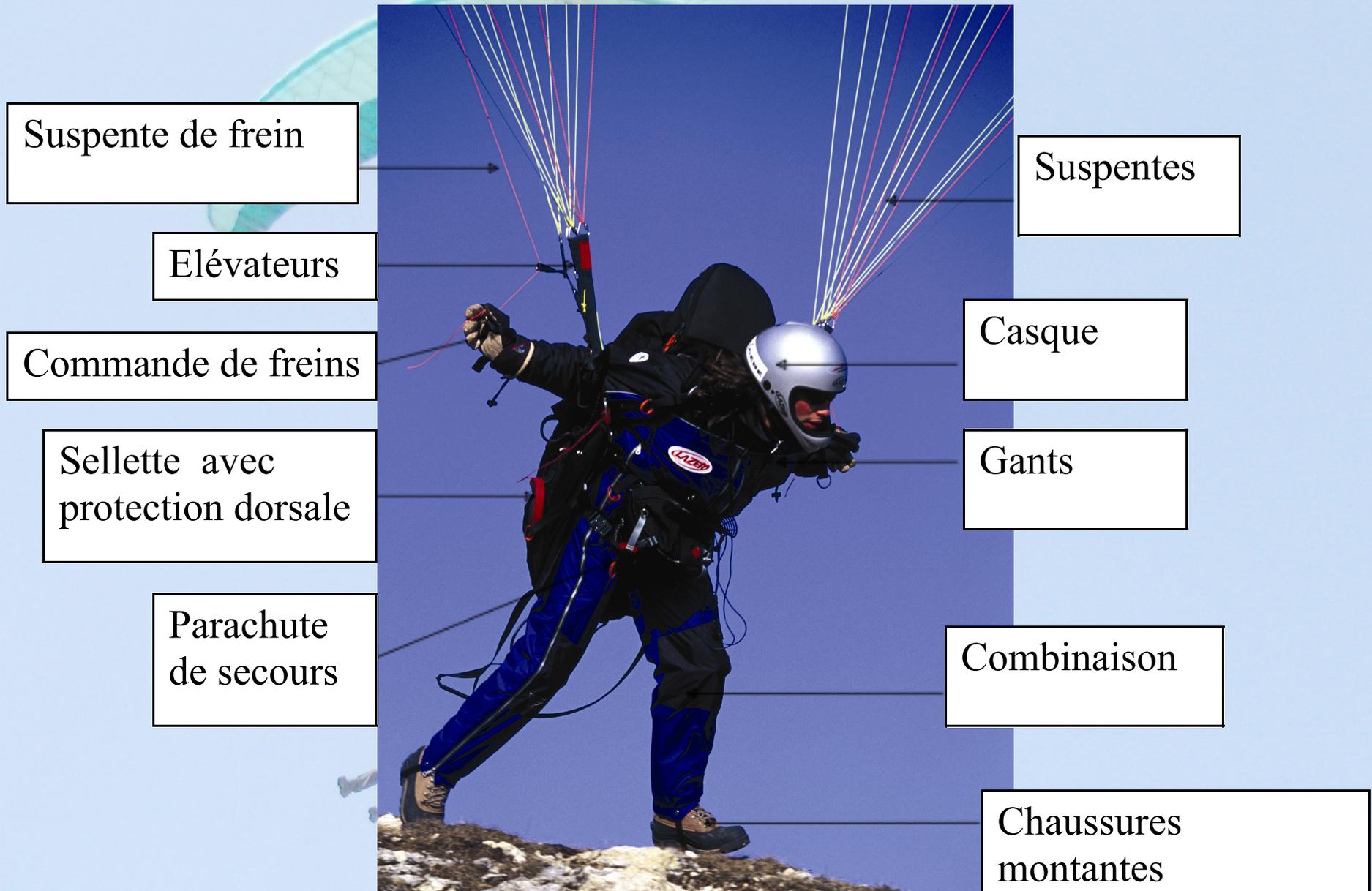
# II.1 Constitution d'un parapente



## II.1 Constitution d'un parapente

- Les tissus employés sont à base de polyesters ou de polyamides (fibres synthétiques).
- Ils sont en général enduits pour diminuer leur perméabilité à l'air et leur résistance à l'humidité et aux UV (polyuréthane et silicone).
- Ces tissus doivent être résistants à la déchirure et aux UV et présenter une faible porosité.
- L'envergure des parapentes se situe autour de 10m à plat (15m pour les biplaces) elle est un peu plus faible en ordre de vol car l'aile est voûtée pour améliorer sa stabilité de route.
- La finesse de ces ailes atteint aujourd'hui une valeur de 8 à 9 en air calme.

# II.1 Constitution d'un parapente



# II.1 Constitution d'un parapente

- Les suspentes sont fabriquées en aramide (kevlar), polyéthylène (Dyneema ou Spectra) ou polyester (Tergal), en général gainé de polyester tressé.
- Leur diamètre varie de 1 à 2,5mm selon leur position dans le suspentage.
- Le suspentage se ramifie en montant. Au final les suspentes sont reliées à la voile tous les 2 ou 3 caissons.
- Le suspentage se répartit sur 3 ou 4 lignes du bord d'attaque vers le bord de fuite. (lignes A, B, C et D). La dernière, reliée au bord de fuite est la ligne de freins. La ligne A est aussi appelée ligne des avants car elle est reliée au bord de l'ouverture des caissons.
- Ces suspentes sont très résistantes et peuvent supporter chacune plusieurs dizaines à plusieurs centaines de daN en traction.
- Le pilote doit veiller attentivement au bon état de ses suspentes. Un nœud dans une suspente peut réduire sa résistance de moitié.

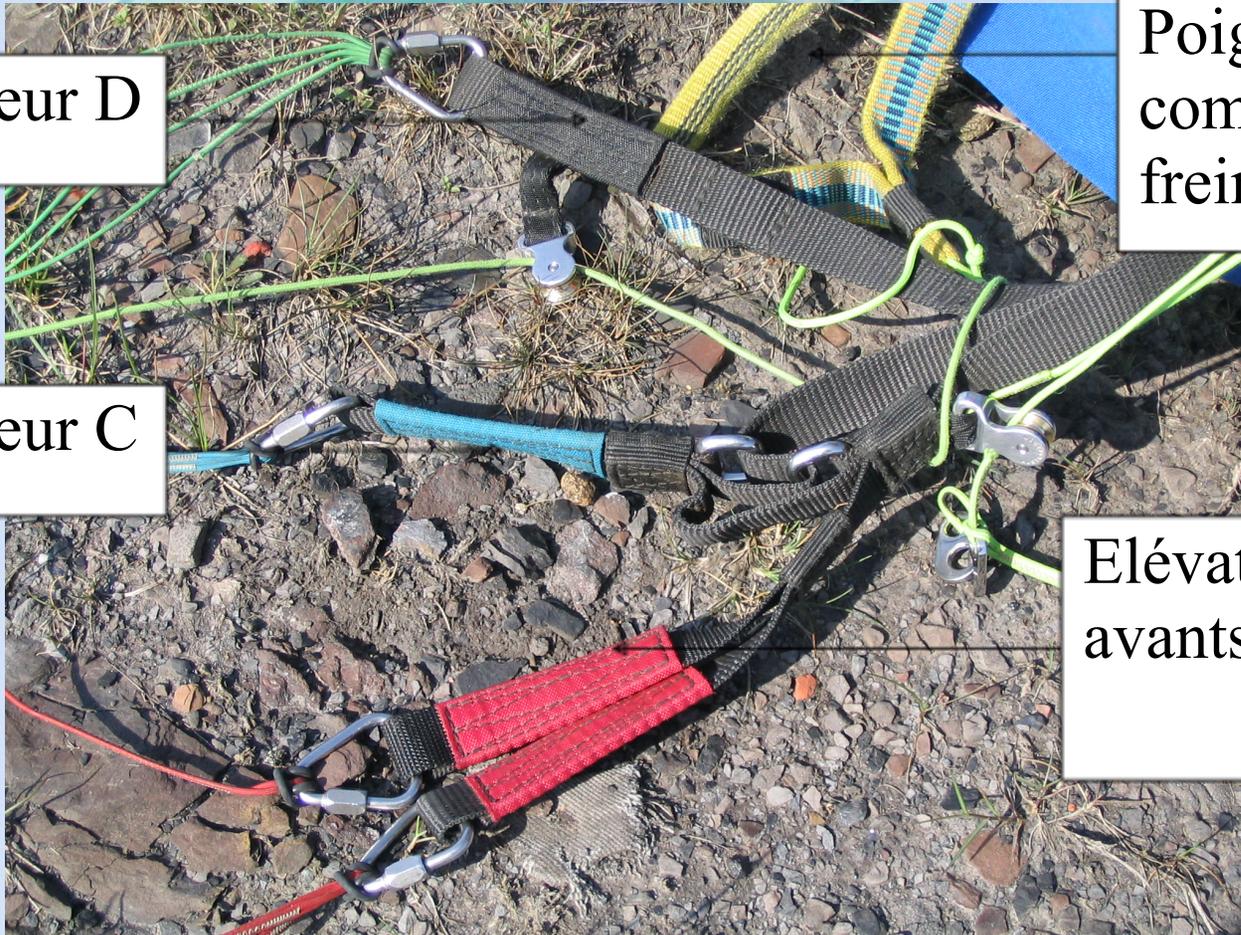
# II.1 Constitution d'un parapente

Elévateur D

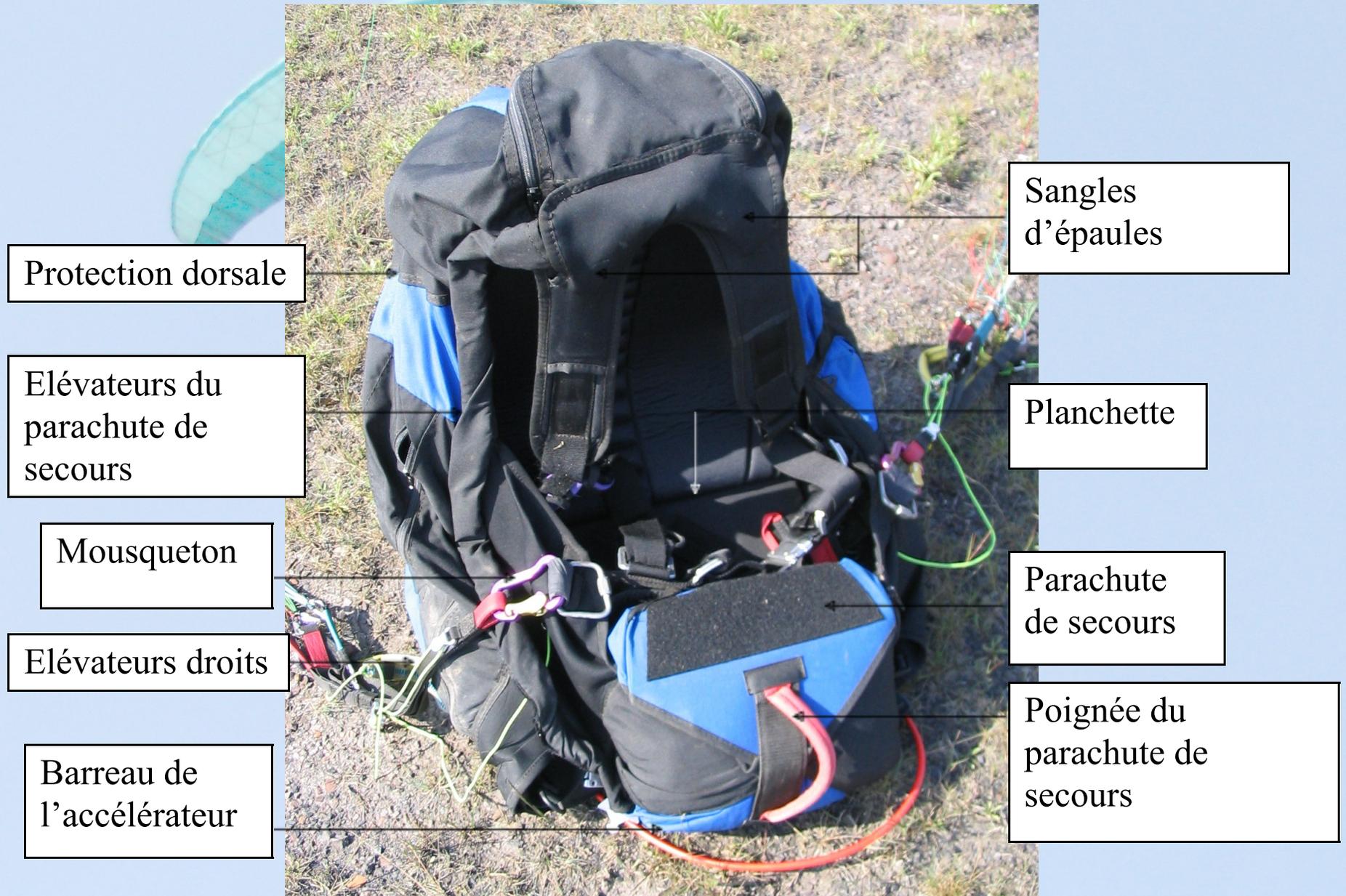
Elévateur C

Poignée de  
commande de  
frein

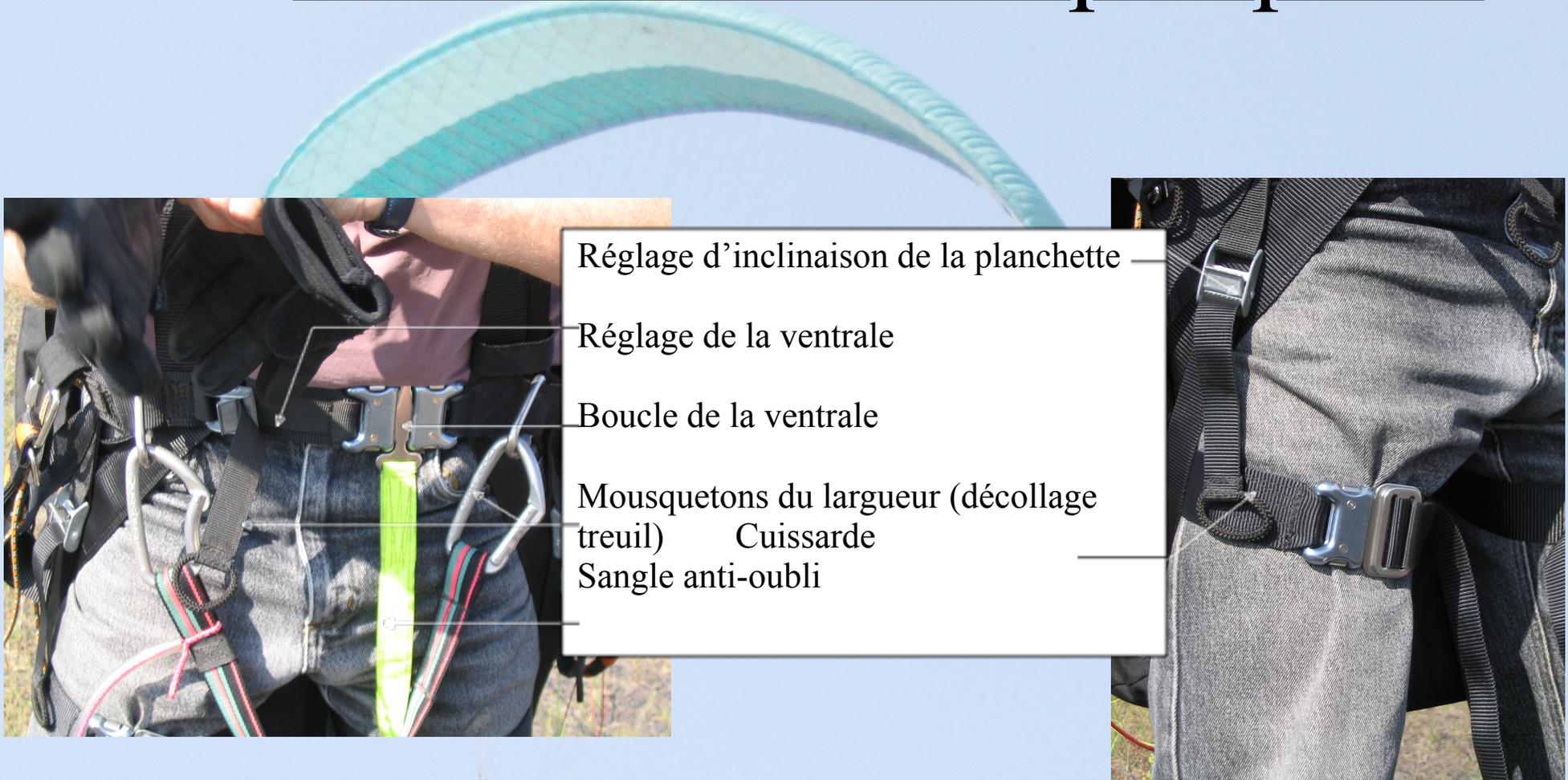
Elévateurs  
avants ou A



# II.1 Constitution d'un parapente



# II.1 Constitution d'un parapente



# II.1 Constitution d'un parapente

- La sellette sert de siège pour le pilote.
- Elle doit être confortable pour les longs vols.
- Elle doit également permettre au pilote une action de pilotage en déportant son poids sur la gauche ou la droite.
- Le pilote est maintenu dans la sellette par 2 sangles d'épaules, 1 sangle ventrale et 2 cuissardes. Toutes sont réglables pour permettre une bonne adaptation de la sellette à la morphologie du pilote.
- Le réglage de la ventrale influence énormément l'action de pilotage de la sellette. Si elle est trop serrée, la sellette n'a pas d'action de pilotage mais le pilote est stable même en air turbulent. Si elle est trop relâchée, le pilotage à la sellette est efficace mais le pilote peut être secoué en air turbulent.



# II.1 Constitution d'un parapente

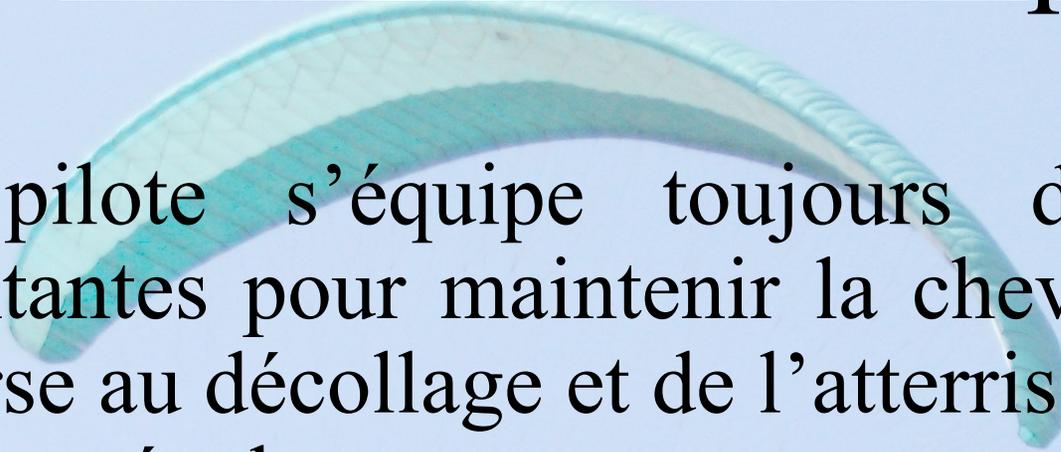
- La sellette est souvent munie d'une protection dorsale. Celle-ci peut être un « mouss-bag » ou un « air-bag ».
- Le premier type de protection est constitué de mousse permettant d'absorber l'énergie en cas de choc et de réduire les risques de lésions graves de la colonne vertébrale.
- Le second type de protection est une poche se gonflant de l'air lorsque l'aéronef avance. En cas de chute l'air constitue un matelas qui amortit le choc. Ces deux dispositifs ont prouvé leur efficacité. Chacun a ses avantages et ses inconvénients.
- Elle peut aussi accueillir un accélérateur. Il s'agit d'un dispositif constitué de deux sangles fixées aux élévateurs avants et reliées par un ou deux barreaux sur lesquels le pilote peut pousser avec les pieds. En actionnant l'accélérateur le pilote diminue l'incidence de l'aile.

# II.1 Constitution d'un parapente

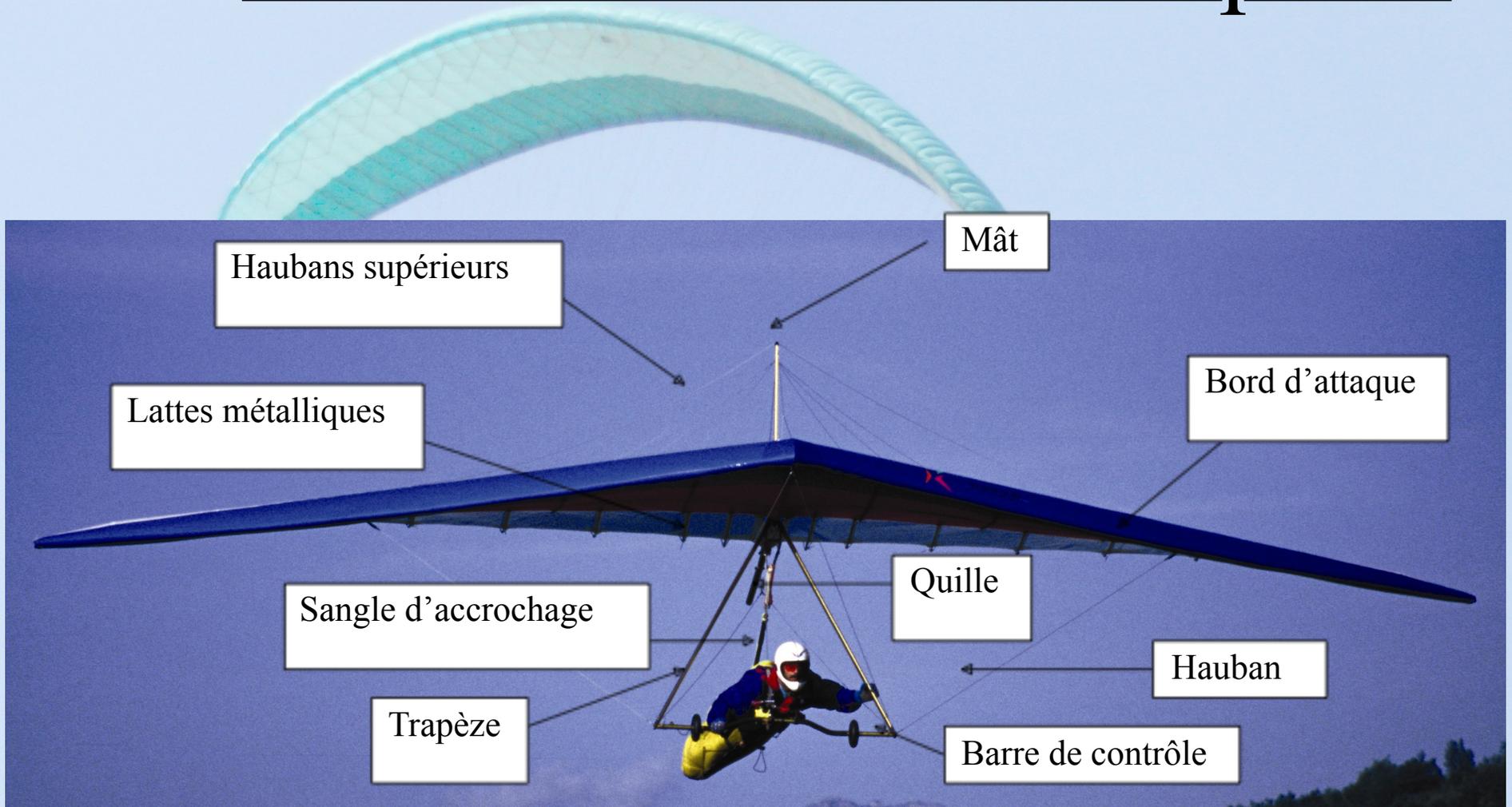
- Le parachute de secours est un élément de sécurité qui s'est généralisé.
- Pour le vol en biplace ou pour la compétition son emport est obligatoire.
- Il permet de sauver le pilote dans des situations où il ne peut plus assurer le contrôle de son aile :
  - rupture de suspentage
  - collision entre 2 ailes qui restent accrochées
  - perte de contrôle de l'aile suite à un incident de vol
  - grosse fermeture près du sol ...
- Il est accroché à la sellette : en haut du dos, en bas du dos, sous les fesses, sur le côté droit ou gauche du siège ou sur le ventre.
- L'ensemble de l'équipement d'un pilote de parapente avec aile, parachute de secours, protection dorsale, instruments de vol,... peut atteindre une quinzaine de kilogrammes.

## II.1 Constitution d'un parapente

- Le pilote s'équipe toujours de chaussures montantes pour maintenir la cheville lors de la course au décollage et de l'atterrissage.
- Il porte également un casque pour se protéger la tête en cas de chute et des vêtements lui assurant une bonne isolation thermique en cas de vol prolongé en altitude.
- Il est également prudent de porter des lunettes de soleil comme dans toutes les disciplines aéronautiques dès que le temps est un peu dégagé.



## II.2 Constitution d'un deltaplane



## II.2 Constitution d'un deltaplane

- Un mât est fixé sur le dessus de la structure pour tendre des haubans qui forment un réseau de câbles tendus vers le bord d'attaque et les tubes transversaux (en milieu de structure) ainsi que vers le bord de fuite (câbles anti-piqué) et vers l'extrémité du mât.
- Les haubans permettent d'assurer la rigidité de la structure sous facteur de charge.
- Ceux joignant le bord de fuite (cordes de rappel) le maintiennent légèrement relevé et permettent d'améliorer la stabilité longitudinale et limiter les risques de tumbling.



## II.2 Constitution d'un deltaplane



## II.2 Constitution d'un deltaplane

- Le pilote enfile un harnais qu'il accroche au deltaplane avec un mousqueton. Comme pour le parapente il s'agit de mousquetons d'alpinisme à forte résistance.
- Le mousqueton est en fait accroché sur une sangle reliée à la base du mât sur la quille. La longueur de cette sangle est ajustée pour que le pilote soit suspendu à la bonne hauteur sous l'aile.
- Pour se prémunir des blessures en cas de décollage ou d'atterrissage raté, le « deltiste » se munit d'un casque.
- Il doit aussi se vêtir pour pouvoir tenir en vol avec des températures qui diminuent en altitude. Pour lutter contre le froid il enfile également des gants.

## II.3 Les instruments de vol libre

- La radio :
- C'est aujourd'hui un instrument pédagogique incontournable pour les écoles de parapente.
- Pour les pilotes autonomes c'est un instrument qui permet d'obtenir des informations en vol par les autres pilotes.
- Il existe une fréquence réservée au vol libre (143.9875 MHz).
- La FFVL a financé des balises météo automatiques dans les lieux permettant d'avoir une bonne idée des conditions aérologiques sur des zones relativement étendues.



## II.3 Les instruments de vol libre

L'alti-vario électronique :

Il donne à la fois l'altitude et le taux de chute ou de montée.

La fonction variomètre est associée à des alarmes sonores dont la tonalité et la fréquence permettent de se faire une idée précise de la vitesse verticale

Une mesure de température est souvent ajoutée à la mesure de la pression.

L'instrument enregistre également le temps de vol.

Certains altimètres – variomètres sont munis d'une mémoire permettant d'enregistrer régulièrement les altitudes.



## II.3 Les instruments de vol libre



La boussole :

- Elle est parfois embarquée par les pilotes qui partent en cross pour déterminer leur cap. En général il s'agit d'une boussole boule baignant dans un liquide visqueux.
- Une boussole standard peut être utile au sol pour déterminer l'orientation du vent ou d'un relief.



## II.3 Les instruments de vol libre

Le GPS :

- Le GPS permet d'enregistrer les vols et de les restituer sur PC par la suite.
- Il permet également de déterminer avec précision le cap et la vitesse de déplacement afin d'intégrer le vent.
- Dans les zones voisines de zones contrôlées il est précieux pour éviter de pénétrer les espaces aériens de classe D ou supérieure (c'est à dire interdit aux VFR sans autorisation du contrôle ou carrément interdits aux VFR).



# III Météorologie pour le vol libre



- III.1 L'échelle aérologique
- III.2 Les vents locaux
- III.3 Les nuages et le vol libre
- III.4 Perturbations et vol libre
- III.5 Les ascendances thermiques



# III.1 L'échelle aérologique

- La plupart des vols en parapente se passent sur une zone géographique très restreinte et la météorologie n'est alors intéressante qu'à un niveau très local.
- L'échelle du pilote de vol libre est l'échelle aérologique.
- Quand le pilote tente de s'aventurer en cross, il tient compte de la météo à plus grande échelle. Toutefois, pour refaire le plein d'altitude après chaque transition, il devra tenir compte des reliefs et de l'aérologie très locale.
- Le pilote de vol libre est donc particulièrement attentif aux phénomènes météorologiques à petite échelle.

## III.2 Les vents locaux

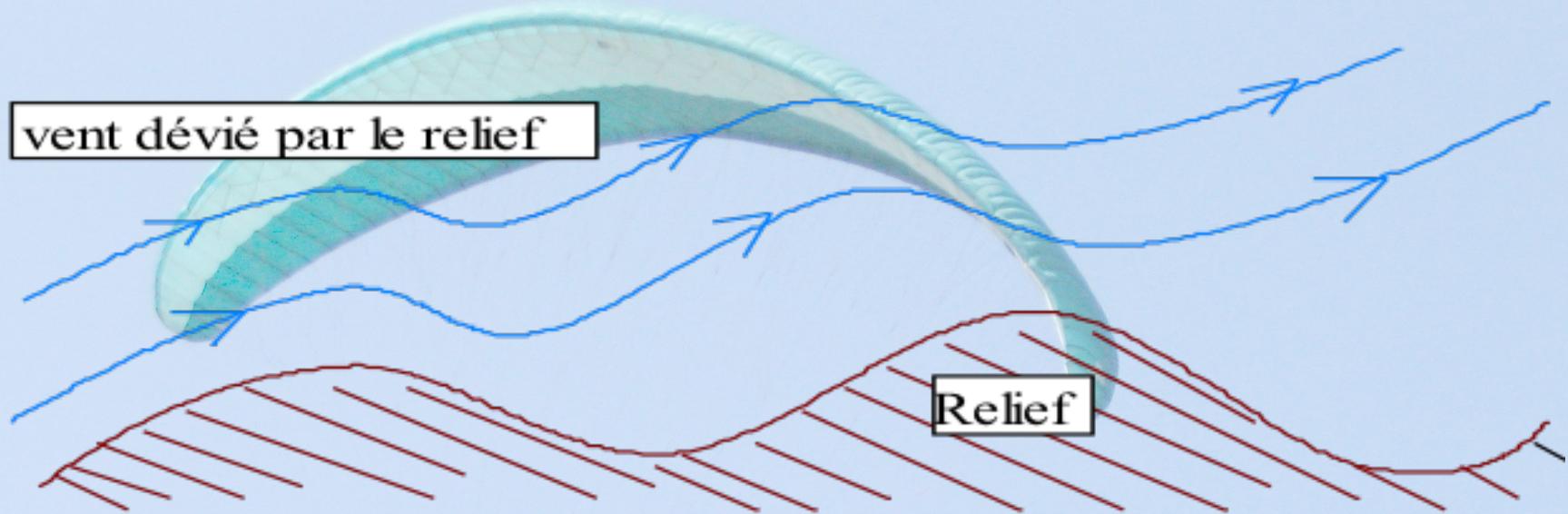
Les vents de vallée à grande échelle

- dans la vallée du Rhône : **le mistral**.
- entre les Pyrénées et le massif central :  
**la tramontane**. (en même temps que le mistral)  
**le vent d'Autan**. (quand le vent vient du sud)

Ces vents sont de force trop importante pour pouvoir voler en parapente ou en deltaplane dans les régions où ils sont forts.



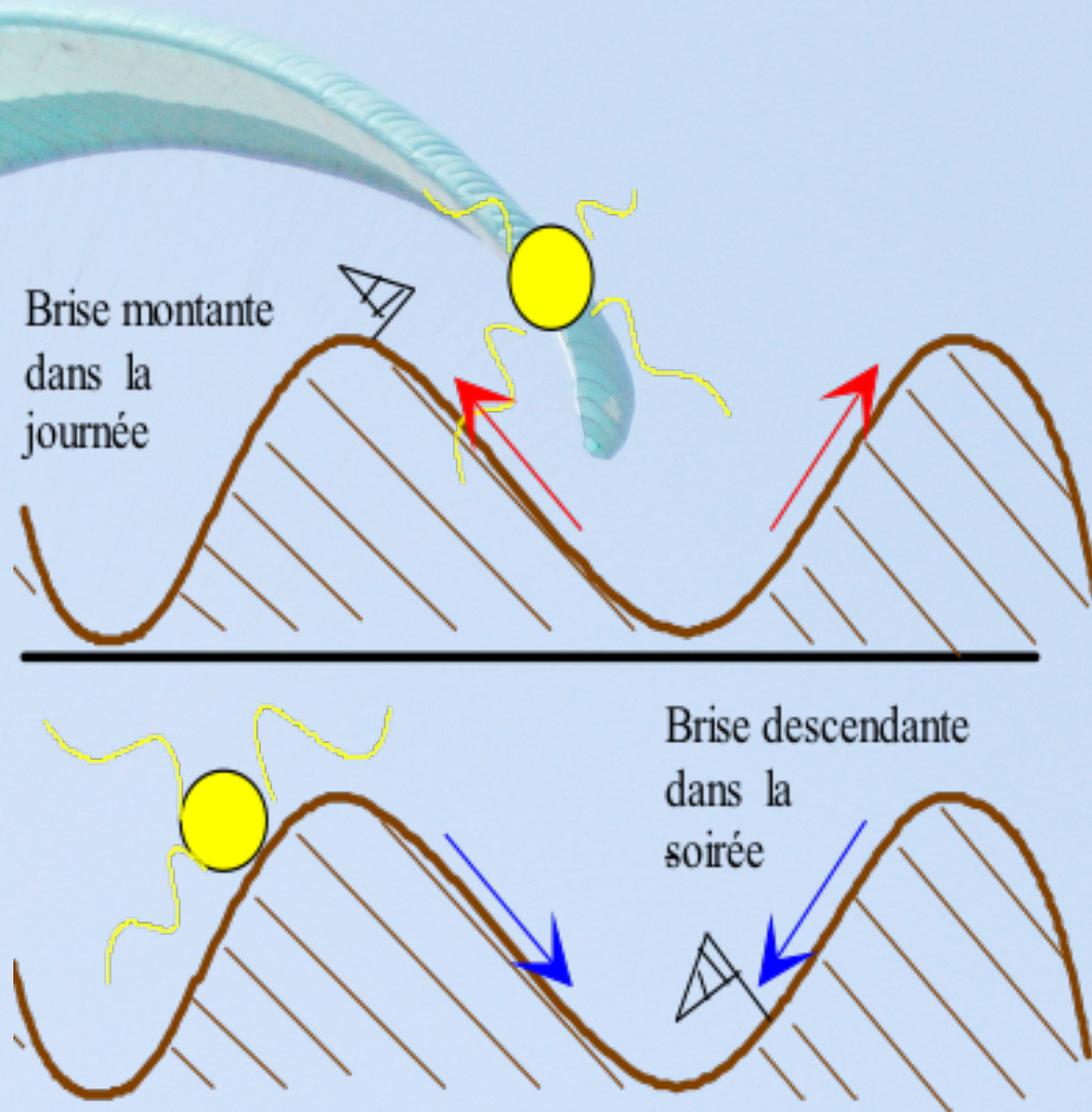
## III.2 Les vents locaux



- Par vent fort sur des reliefs perpendiculaires au vent il se crée de l'onde.
- En vol libre l'onde est rarement fréquentable.
- Avec un vent plus faible une ascendance dynamique suffisante aux libériste se crée.
- Cette ascendance est toujours très limitée en altitude.
- Elle dure aussi longtemps que le vent se maintient.
- Le vol en ascendance dynamique est à peu près le seul espoir de tenir en l'air pour le libériste en fin d'automne et pendant l'hiver.

## III.2 Les vents locaux

- Les brises de pente sont très utilisées par les libéristes.
- Elles peuvent engendrer des vents forts en vallée et il faut toujours s'assurer des conditions d'atterrissage.

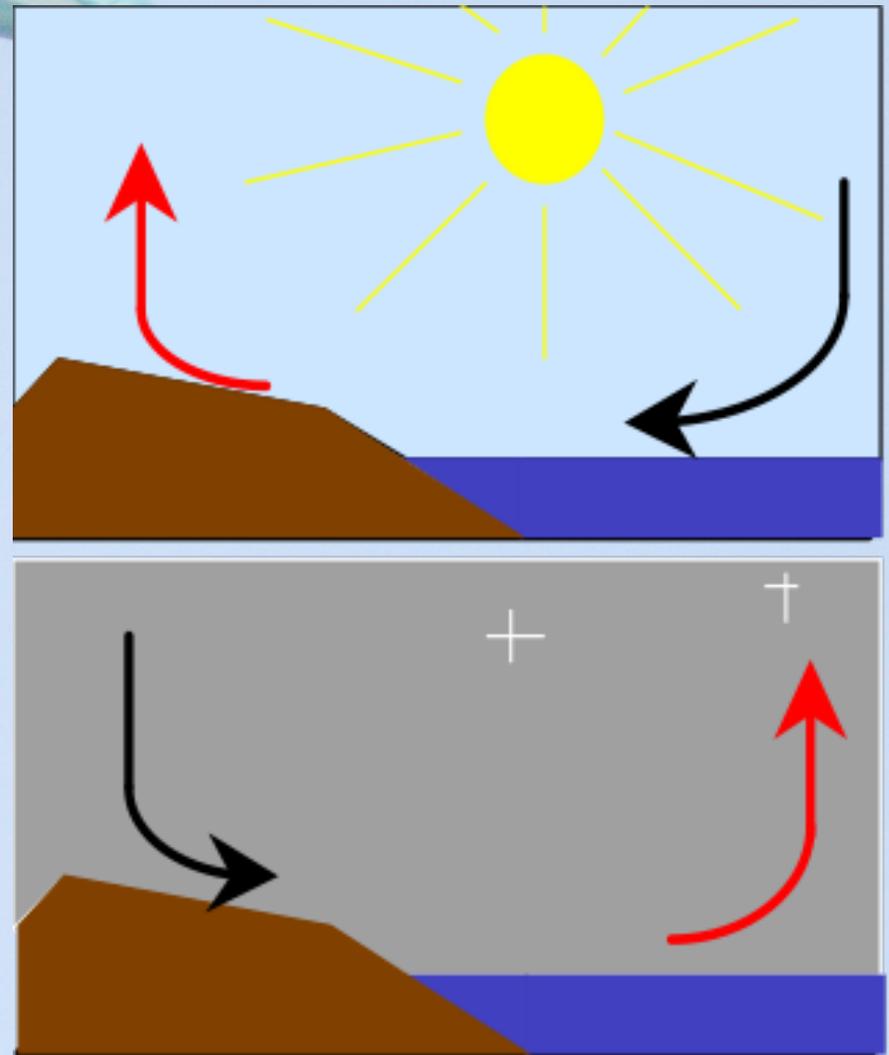


## III.2 Les vents locaux

Dans la journée, le sol s'échauffe plus et plus vite que l'eau. L'air à son contact se chauffe et s'élève, la **brise de mer** s'installe.

La brise de mer permet de voler en falaise ou le long des dunes dans les régions côtières.

A la tombée de la nuit le vent s'inverse et devient **brise de terre**.

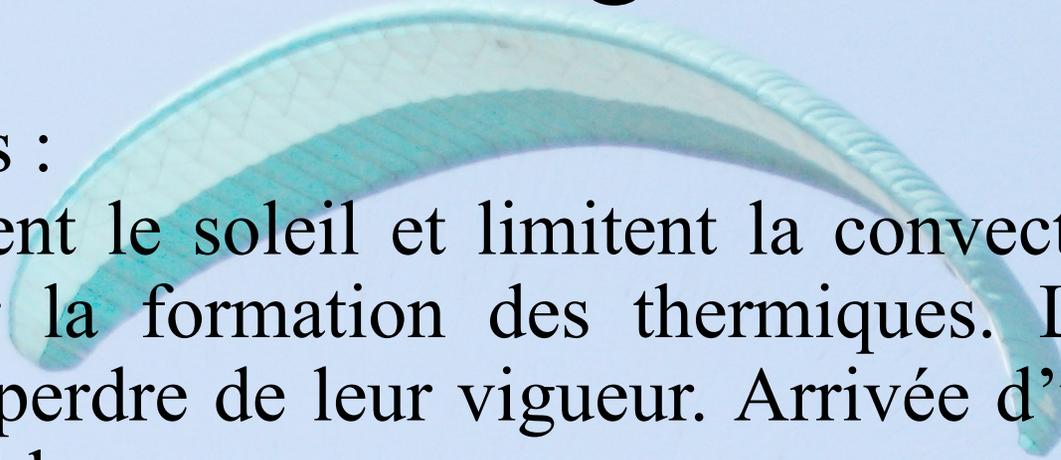


# III.3 Les nuages et le vol libre

- L'attention du libériste à déchiffrer les nuages est comparable à celle du vélivole avec qui il partage ses préoccupations :
  - il faut trouver des ascendances pour tenir en l'air.
- - les possibilités de fuite face aux phénomènes météorologiques dangereux sont limitées
- Le libériste dispose en plus d'un aéronef plus souple (très souple pour le parapente) et d'une plage de vitesse très étroite pour s'échapper d'une zone de fortes turbulences ou se soustraire à l'influence d'un cumulonimbus.
- Pour chacun des 10 genres de nuages voici quelques réflexions que peut se faire le libériste :

# III.3 Les nuages et le vol libre

- Cirrus :  
Ils voilent le soleil et limitent la convection. Ils peuvent gêner la formation des thermiques. Les ascendances vont perdre de leur vigueur. Arrivée d'une perturbation possible.
- Cirrostratus :  
Même effet que les cirrus. Plus étendus et plus épais donc plus préjudiciables à la convection. L'arrivée de la perturbation semble se confirmer.
- Cirrocumulus :  
Même effet négatif sur la convection mais leur arrivée n'est pas forcément l'annonce de l'arrivée d'une perturbation.



# III.3 Les nuages et le vol libre

- Altostratus :  
Ils sont aussi destructeur de convection que les cirrostratus. Probable qu'un front chaud approche: les conditions ne vont pas rester volables longtemps. Les premières précipitations peuvent arriver.
- Altocumulus :  
Leur arrivée est similaire pour le libériste à celle des cirrocumulus. Seule leur altitude change.
- Stratus :  
Ces nuages bas interdisent souvent de voler. Ils bouchent les décollages ou cachent la vue du sol si le décollage est au-dessus de la couche. De plus le stratus peut donner de la bruine et une aile mouillée vole moins bien et décroche plus vite.
- Stratocumulus :  
La faible altitude de leur base et les risques de pluie qu'ils représentent n'incitent pas à sortir les ailes.

# III.3 Les nuages et le vol libre

- Nimbostratus :  
Ces nuages constituant la plus grosse partie de la masse nuageuse associée aux fronts engendre souvent des précipitations continues sous lesquelles il n'est pas envisageable de voler.
- Cumulonimbus :  
La formation de cumulonimbus par surdéveloppement de cumulus en milieu ou fin d'après-midi l'été est un grand danger pour le libériste. Les violents courants d'aspiration qui alimentent le nuage peuvent entraîner l'aile dans ce dernier sans que le pilote ne parvienne à s'échapper. Il n'est pas question de voler à proximité d'un cumulonimbus.

# III.3 Les nuages et le vol libre

- Cumulus :

Il traduit une certaine instabilité de l'atmosphère et coiffe souvent les ascendances thermiques.

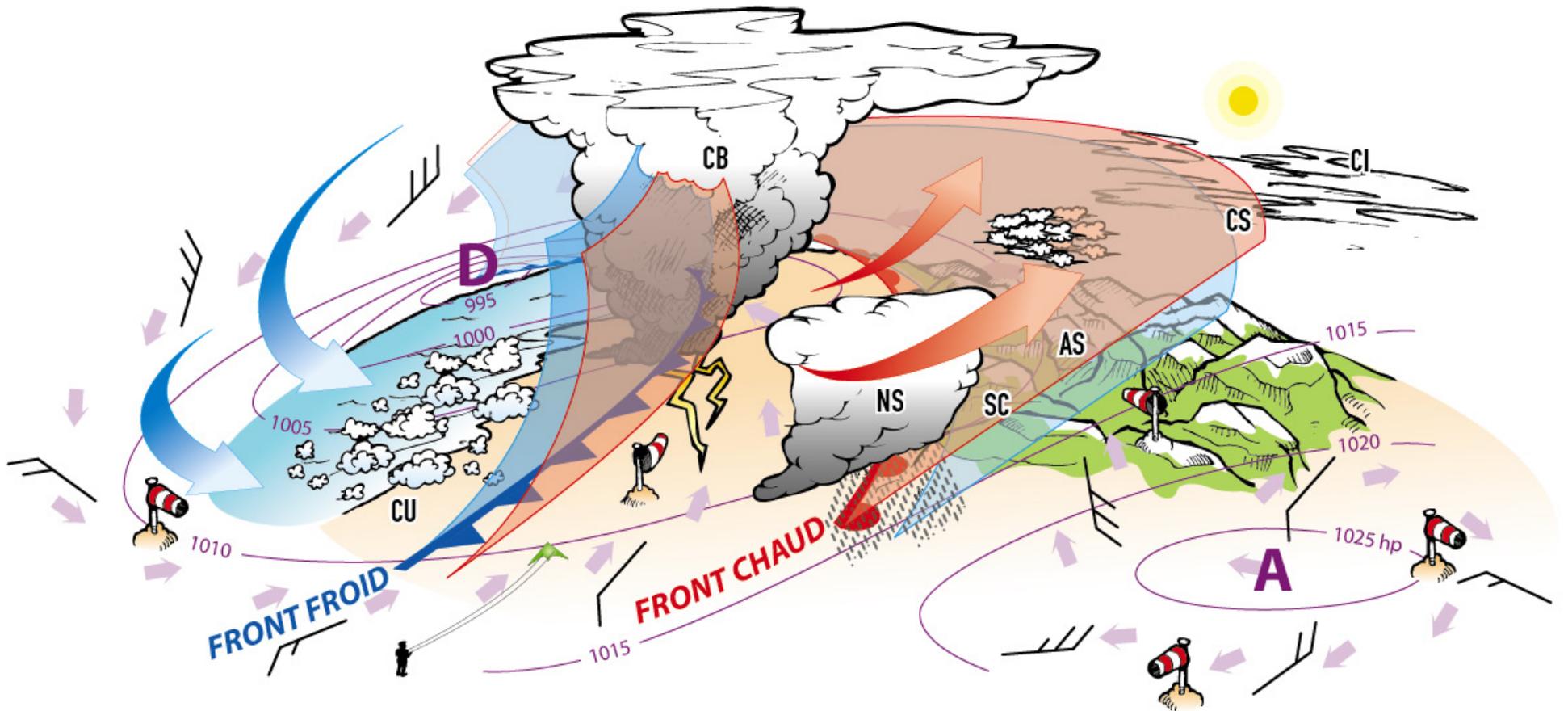
Quand le nuage se développe, sa taille peut largement dépasser celle de l'ascendance. De plus, le vent peut « coucher » les thermiques au fur et à mesure de leur ascension. Lorsque l'air arrive à saturation et commence à condenser, le nuage est parfois loin de la zone du sol qui alimente la colonne d'air chaud.

Les chances de trouver l'ascendance sont plus sérieuse dans la partie du nuage *au vent* et au soleil.

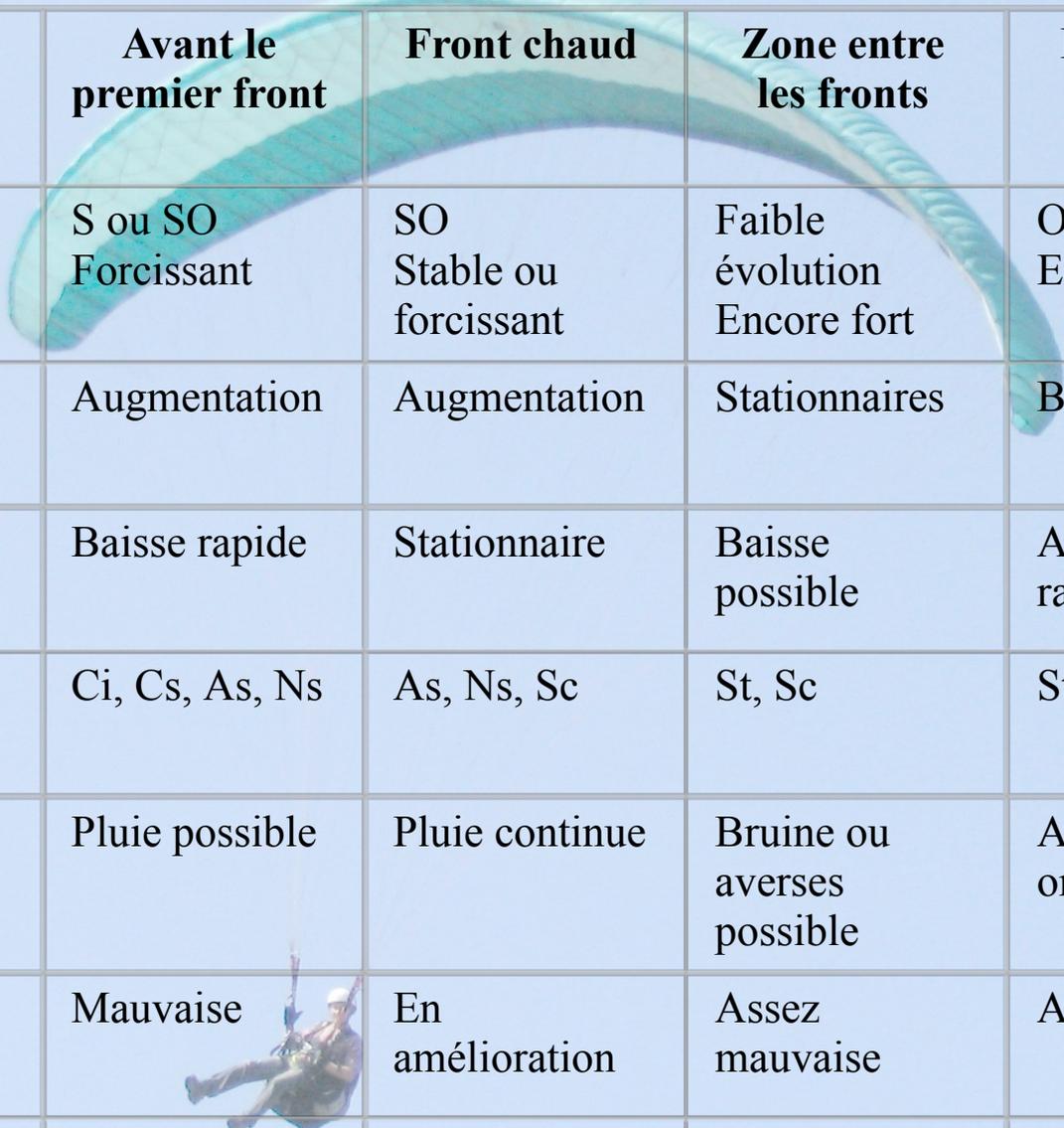
Il faut faire attention au risque de se faire aspirer dans le nuage.



# III.4 Perturbations et vol libre



# III.4 Perturbations et vol libre



	Avant le premier front	Front chaud	Zone entre les fronts	Front froid	Traîne
<b>Vent</b>	S ou SO Forcissant	SO Stable ou forcissant	Faible évolution Encore fort	O ou NO En rafales	NO à N Faiblissant
<b>Température</b>	Augmentation	Augmentation	Stationnaires	Baisse rapide	Stationnaire ou en baisse
<b>Pression</b>	Baisse rapide	Stationnaire	Baisse possible	Augmentation rapide	Augmentation lente
<b>Nébulosité</b>	Ci, Cs, As, Ns	As, Ns, Sc	St, Sc	St, Sc, Cu, Cb	Cu
<b>Précipitations</b>	Pluie possible	Pluie continue	Bruine ou averses possible	Averses et orages	Averses possibles
<b>Visibilité</b>	Mauvaise	En amélioration	Assez mauvaise	Assez bonne	Bonne
<b>Vol ou pas vol ?</b>	1	2	3	4	5

## III.4 Perturbations et vol libre

On peut encore voler mais l'arrivée de l'air froid diminue l'instabilité et gêne l'activité thermique. Les nuages hauts qui peuvent occuper le ciel plusieurs heures avant l'arrivée du front risquent de finir d'étouffer l'activité thermique. De plus le vent météo forçit et peut devenir trop fort pour les ailes de vol libre.

Précipitations, vent et nuages bas auront raison du libériste acharné.

Il pourra être possible de voler entre les averses sur des sites exposés SO si le vent n'est pas trop « rafaleux ».

Orages ô désespoir ! Un temps à ne pas mettre une aile dehors.

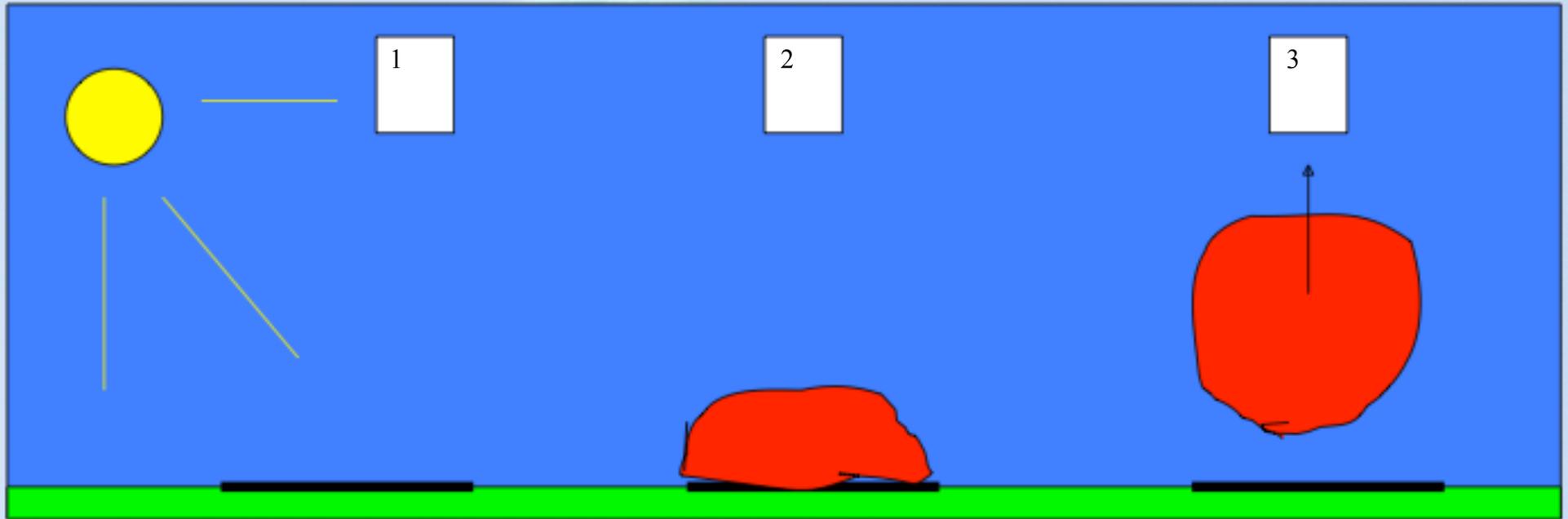
Les records vont pouvoir tomber avec l'instabilité de la traîne. Les conditions vont être favorable pour une bonne activité thermique et des vols de distance. L'été dès la fin du passage du front froid, au printemps ou en automne, il faudra sûrement attendre un peu pour que l'aérologie soit fréquentable.

## III.4 Perturbations et vol libre

Ce qui est dans les diapositives précédentes est *généralement constaté*. Il n'est pas exclu d'observer une évolution différente lors du passage de l'une ou l'autre perturbation. De même les conclusions sur les possibilités de vol ne sont pas fiables à 100%.

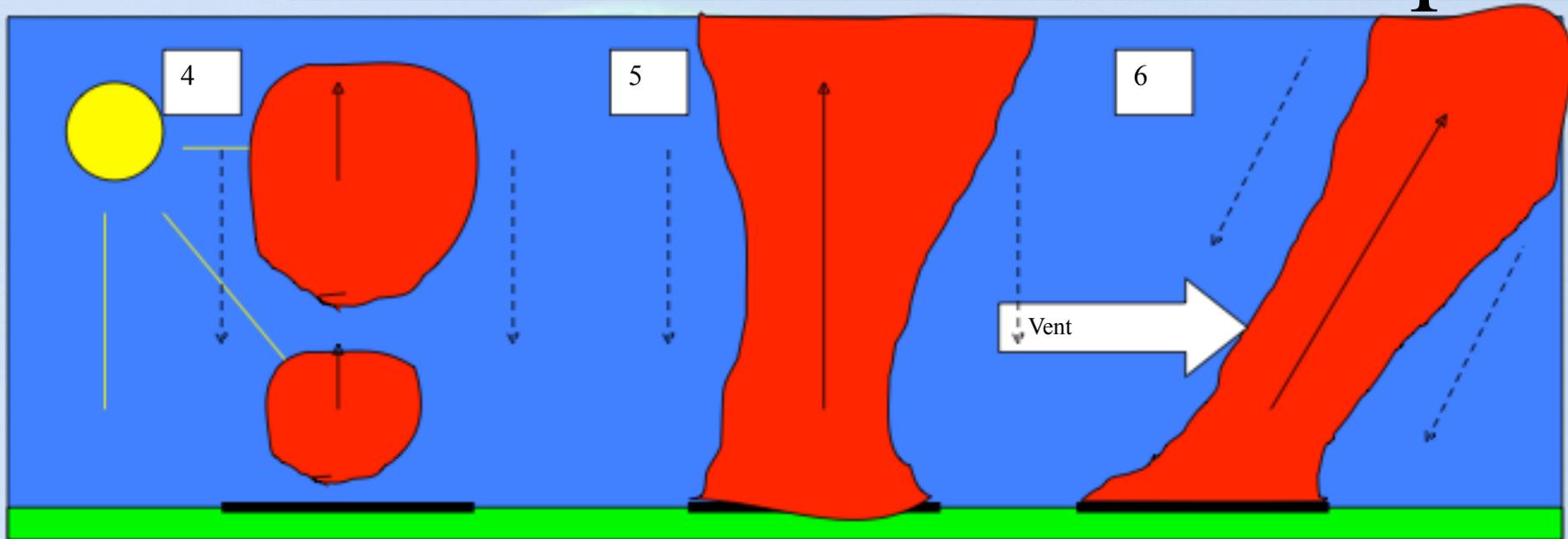


# III.5 Les ascendances thermiques



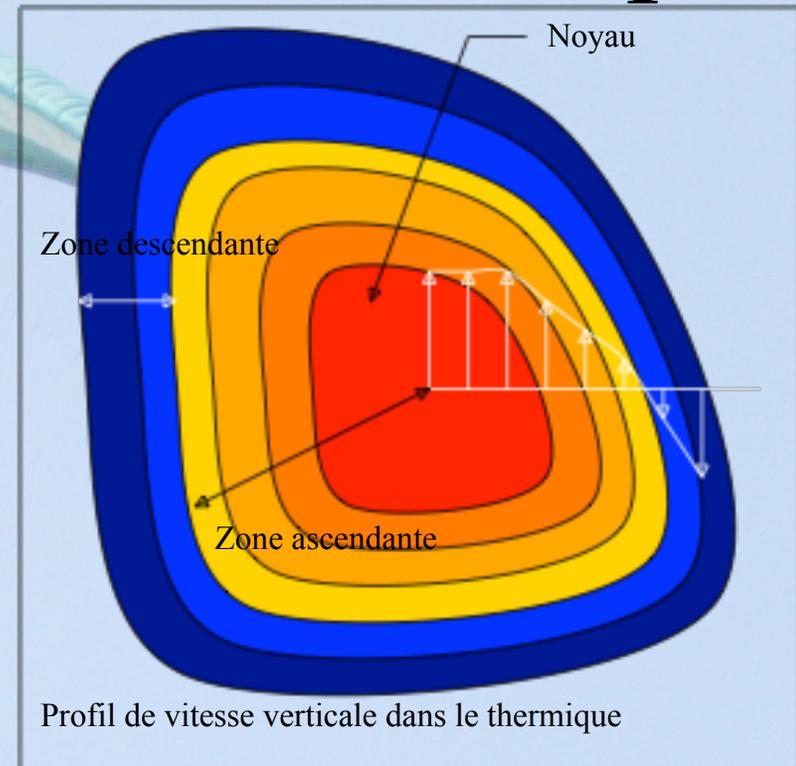
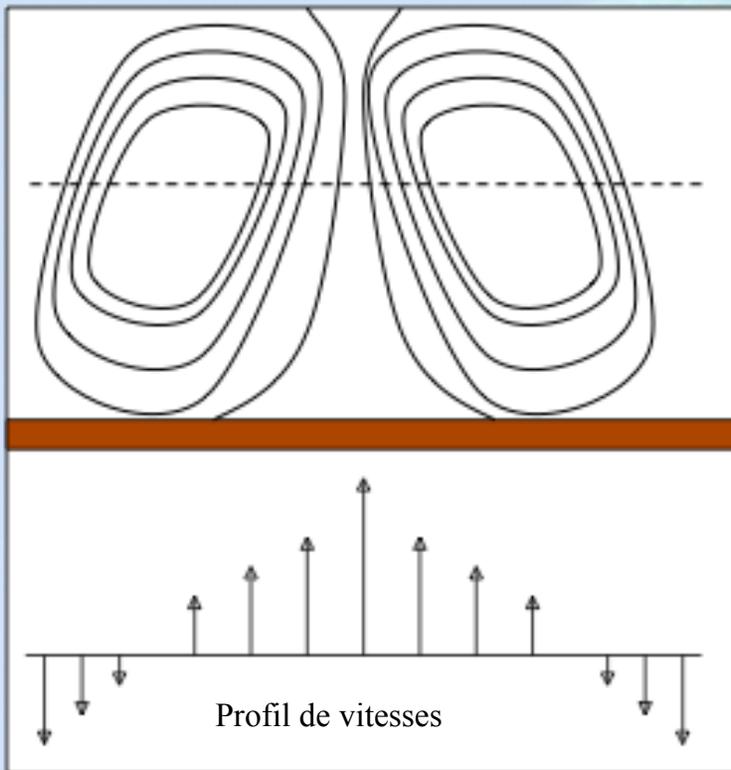
- Selon leur nature les sols ont des températures différentes (1).
- La température de l'air au contact des sols chauds augmente (2). Il se crée une bulle d'air chaud moins dense que l'air environnant.
- Quand la bulle est suffisamment grosse, elle se détache du sol et commence à monter (3).
- Tant que sa température est supérieure à celle de l'air environnant, elle continue à monter.

# III.5 Les ascendances thermiques



- Le thermique pourra être constitué d'une succession de bulles (4) ou d'une colonne continue d'air chaud (5).
- Le soulèvement de l'air chaud crée un appel d'air froid à la base pour le remplacer. On trouve donc des zones d'air descendant entourant la zone ascendante (flèches en pointillés).
- Les thermiques sont sensibles au vent. Celui-ci les couche et rend leur détection plus compliquée pour les libéristes ou les vélivoles.

# III.5 Les ascendances thermiques



Dans le thermique l'ascendance n'est pas uniforme. Il existe un noyau de forte vitesse verticale, entouré de couche de vitesse moindre. A l'extérieur du thermique, il y a une zone descendante qui l'entoure. L'art du libériste est de spiraler dans le noyau.

# IV Réglementation, sécurité et navigation

IV.1 Les obligations administratives

IV.2 Les brevets de vol libre

IV.3 Les règles de l'air

IV.4 Règles de vol VFR applicables aux ailes de vol libre

IV.5 La navigation en vol libre : le cross

IV.6 L'entretien des ailes de vol libre



# IV.1 Les obligations administratives

- La réglementation aéronautique définit les ailes de vol libre comme des PUL : Planeurs Ultra Légers.
- Leur définition légale est la suivante : « Est dit planeur ultraléger un aéronef non motorisé, apte à décoller ou atterrir aisément en utilisant l'énergie musculaire du pilote et l'énergie potentielle. »



# IV.1 Les obligations administratives

- La seule obligation légale pour pratiquer le vol libre est de souscrire une Responsabilité Civile Aéronautique.
- Celle-ci assure contre les dommages que l'on peut causer à un tiers ou aux biens d'un tiers en pratiquant le vol libre.
- Bien qu'il n'y ait aucune obligation de formation pour pratiquer, cela ne dispense pas les pilotes de connaître la réglementation de la circulation aérienne.



# IV.1 Les obligations administratives.

- Le vol libre ne se pratique pas sur des aérodromes.
- En pratique le pilote peut décoller et se poser sur des terrains non spécifiques.
- Toutefois il ne peut le faire qu'avec l'accord des propriétaires du terrain de décollage et atterrissage et après avis du maire de la commune où se situent ces terrains.
- Le Préfet a pouvoir d'interdire une activité de vol libre s'il la juge dangereuse pour les biens et les personnes.



## IV.2 Les brevets de vol libre

- Le pilote de vol libre n'a aucune obligation légale de posséder un brevet ou une licence. Il n'est pas contraint non plus à une visite médicale régulière.
- La Fédération Française de Vol Libre à délégation par le Ministère de la Jeunesse et des Sports pour assurer la formation des moniteurs et délivrer les brevets et qualifications diverses liées aux disciplines du vol libre.



## IV.2 Les brevets de vol libre

- Brevet de pilote : il atteste de la capacité du titulaire à prendre seul la décision de voler ou non selon les conditions météorologiques et à assurer son vol de manière entièrement autonome en toute sécurité. Ce brevet est délivré par les écoles de vol libre affiliées à la F.F.V.L.
- Brevet de pilote confirmé : par rapport au premier brevet il demande de faire preuve d'une capacité accrue à gérer l'aérologie pour effectuer des cross d'au moins 30km. Il est nécessaire de posséder ce brevet depuis au moins un an pour postuler aux qualifications suivantes. Ce brevet est délivré par les écoles de vol libre affiliées à la F.F.V.L.

## IV.2 Les brevets de vol libre

- Qualification biplace : elle permet à son titulaire de pratiquer le vol en biplace de façon bénévole. Elle requiert une formation dispensée par la fédération et est délivrée après un examen.
- Brevet de moniteur de vol libre : ce brevet permet d'enseigner le vol libre de façon bénévole au sein des écoles de club. La formation et l'examen sont assurés par la fédération.



## IV.2 Les brevets de vol libre

- Brevet d'Etat d'Educateur Sportif : ce brevet permet d'enseigner le vol libre de façon professionnelle (contre rémunération). La formation et l'examen sont assurés par la fédération. C'est le seul diplôme permettant de demander une rémunération pour une activité de vol libre. Pour pratiquer le biplace de façon professionnelle il est donc nécessaire de posséder cette qualification en plus de la qualification biplace.



## IV.3 Les règles de l'air



- Comme tout pilote d'aéronef, le pilote de vol libre est soumis aux règles de l'air : règles de bon sens, hauteurs de survol, priorités en vol, ...
- Il bénéficie toutefois d'une dérogation spécifique pour le vol de pente: il peut alors voler en dessous de 150m sol sous réserve de ne pas mettre en danger des personnes ou des biens à la surface.



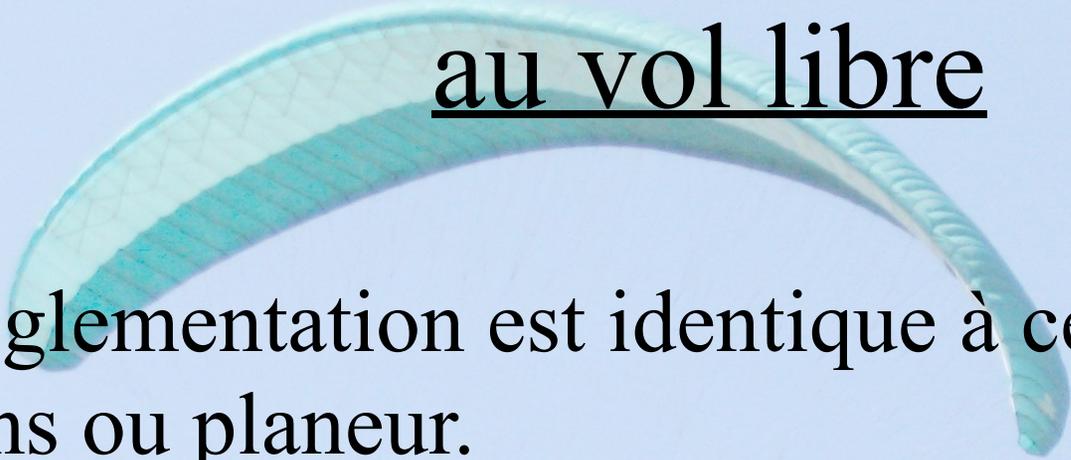
## IV.3 Les règles de l'air



- Etant en général seul sous aile, il est commandant de bord et doit en assumer toutes les responsabilités.
- Dans le cas d'un biplace, qu'il y ait un pilote et un passager ou deux pilotes sous l'aile, un seul est commandant de bord: celui qui tient les commandes.



## IV.4 Règles de vol VFR applicables au vol libre



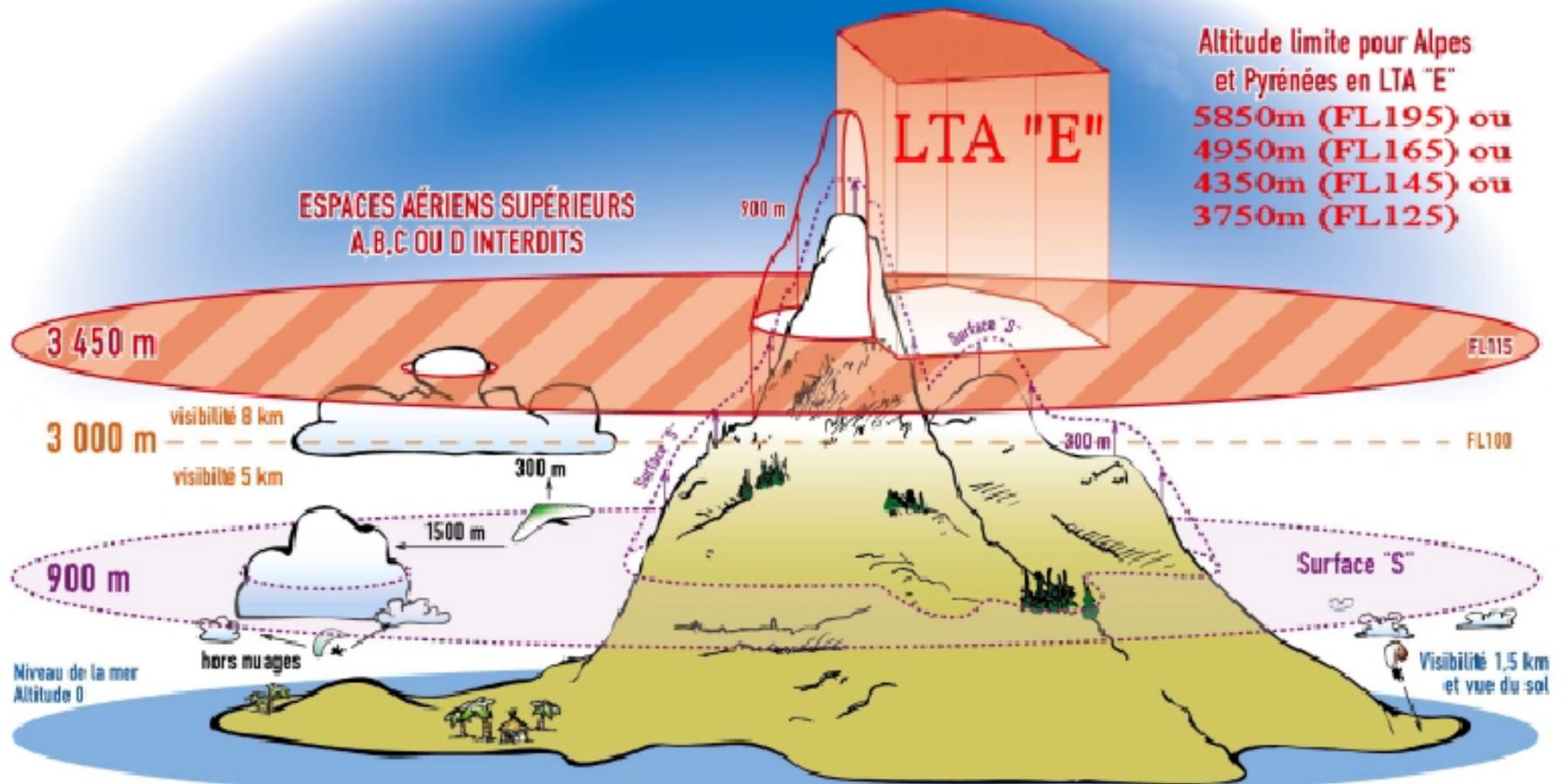
- La réglementation est identique à celle pour les avions ou planeur.
- Les espaces volables pour les ailes de vol libre sont plus restreints: les espaces de classe D sont interdits aux parapentes et deltaplanes.
- Il est à noter que réglementairement les aérodromes non contrôlés sont ouverts aux PUL sous réserve de respecter les consignes du terrain.



# IV.4 Règles de vol VFR applicables au vol libre



Octobre 2004



# IV.4 Règles de vol VFR applicables au vol libre

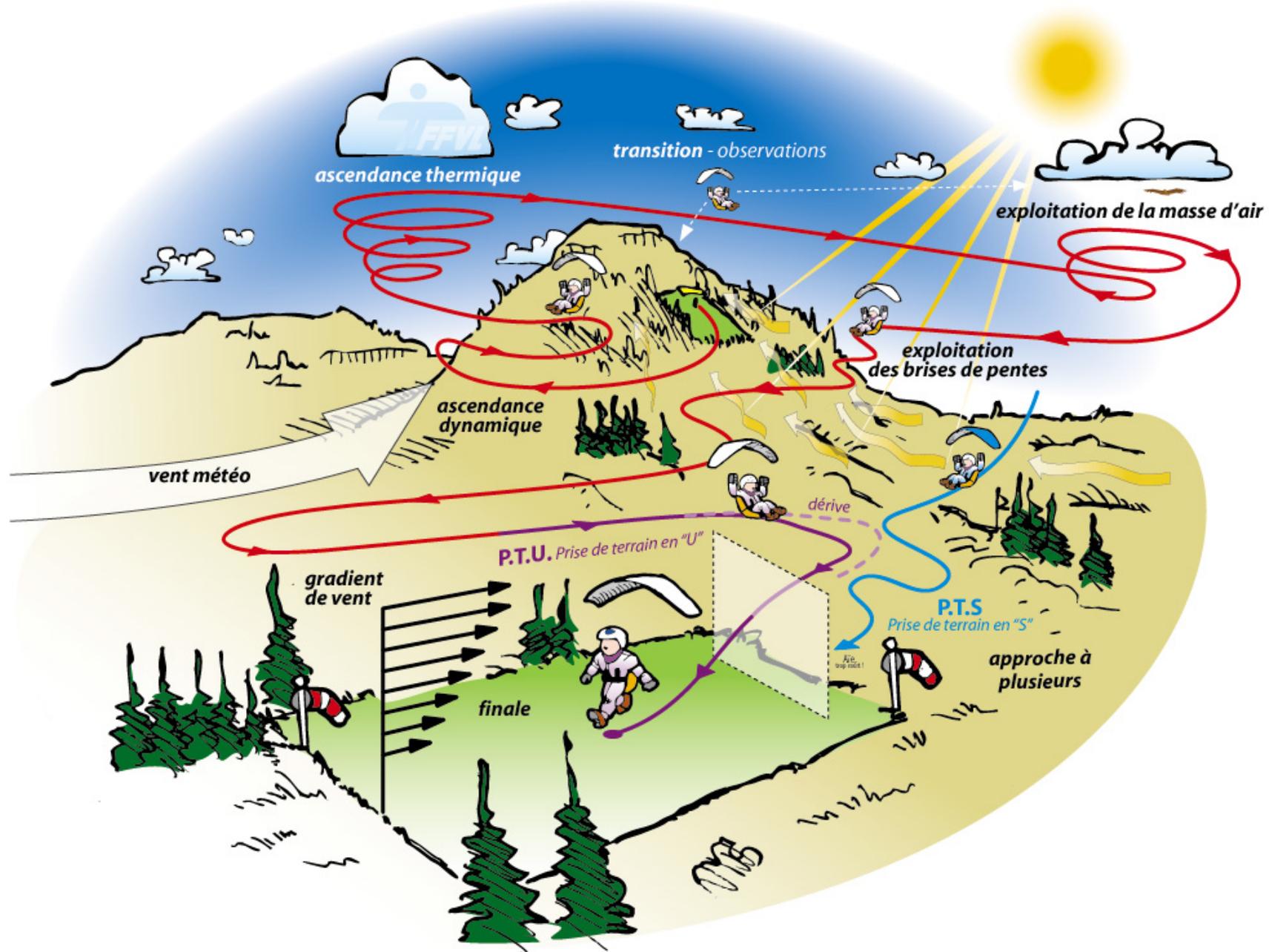
- Les parapentes sont dans la même catégorie que les planeurs pour les priorités.
- Le schéma ci-contre illustre les cas les plus courants pour le libériste.



## IV.5 La navigation en vol libre : le CROSS

- La plupart des vols se font en local: le pilote décolle d'un site connu et se pose sur l'atterrissage officiel du site au pied du relief depuis lequel il a décollé.
- Il importe de se faire mentalement un plan de vol pour déterminer les endroits où l'on va traîner ses plumes pour chercher les ascendances, les endroits infréquentables, les trajectoires d'approche envisageables sur le terrain,...
- Le site peut aussi jouxter des zones contrôlées ou des réserves naturelles et il importe d'en connaître les limites afin de respecter la réglementation en vigueur.

# IV.5 La navigation en vol libre : le cross



# IV.5 La navigation en vol libre : le CROSS

Les pilotes les aguerris partent en cross:

Ils prennent de l'altitude dans une ascendance et partent en transition vers une autre zone propice aux pompes.

De transition en transition, ils parcourent des trajets allant de quelques kilomètres à plusieurs centaines de kilomètres.

Il est difficile dans cette discipline de prévoir d'avance où les ascendances et le vent peuvent mener.

Il faut alors suivre sa progression sur les cartes afin de respecter la réglementation aérienne. L'assistance du GPS est précieuse pour s'en assurer.

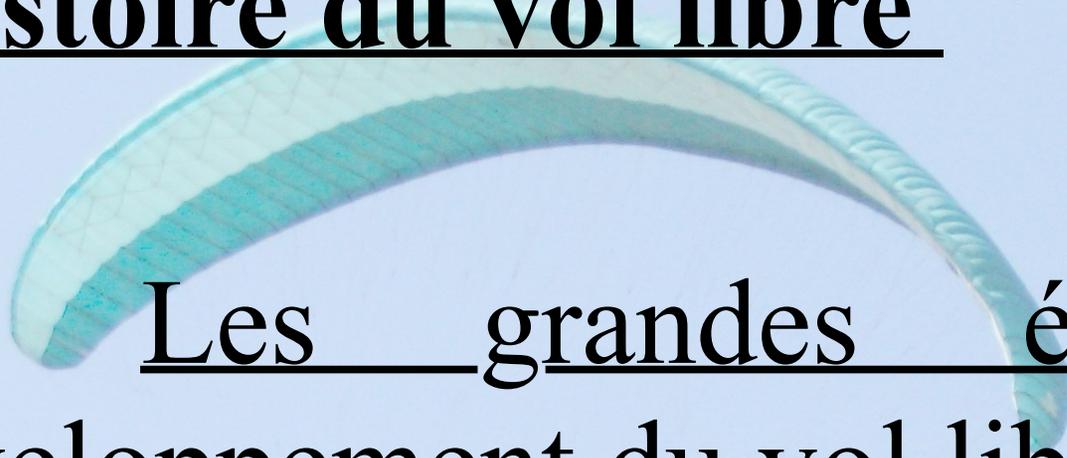
Il permettra également de valider le vol et de l'homologuer si la distance parcourue est intéressante.

## IV.6 L'entretien des ailes de vol libre

- Il n'y a aucune obligation légale pour l'entretien du matériel personnel. (pas de certificat de navigabilité ni d'immatriculation)
- Il est vivement conseillé d'entretenir régulièrement son aile: tous les 100 vols ou tous les ans si on vole peu.
- De même le parachute de secours doit être déplié et replié tous les 6 mois à un an.
- Pour le stockage il faut éviter les lieux humides et les températures extrêmes (surtout la chaleur).
- Lors du transport il faut éviter que le matériel soit trop comprimé ou tordu pour les tubes d'un deltaplane.



# V Histoire du vol libre



- V.1 Les grandes étapes du développement du vol libre
- V.2 Une petite histoire des machines du vol libre



# V.1 Les grandes étapes du développement du vol libre

Cette partie reste à développer



# V.2 Une petite histoire des machines du vol libre

Cette partie reste à développer



**Présentation réalisée par Frédéric WILLOT.**

**Crédits photographiques :**

Les photographies de deltaplane figurant dans ce document ont été fournies par le magazine Vol libre.

Les photographies de parapente figurant dans ce document ont été réalisées par Agnès CHAUVIN, Xavier MURILLO et Frédéric WILLOT.

Les illustrations issues du carnet de vol parapente sont la propriété de la FFVL.

**Bibliographie :**

Indicative mais très loin d'être exhaustive bien sur !

Manuel du vol libre F.F.V.L. aux éditions Rétine

Le parapente découvrir et pratiquer

P-P.MENEGOZ & Y.GOUESLAIN aux éditions Amphora

Parapente perf Gérald DELORME

Les visiteurs du ciel Hubert AUPETIT aux éditions Rétine

Magazines de vol libre : Aériel ; Parapente Mag ; Vol libre