

Treuillé/Tracté

- Aérodynamique
- Incidents

Module n° 1 - V. 3.42 – 2/02/2015

Préambule :

Cet opuscule est un support de cours destiné aux formateurs FFVL. Ce qui est décrit ici est une trame, un des nombreux aspects possibles de l'activité treuillé et ne saurait être retenu comme référence absolue.

Aérodynamique

La Résultante Aérodynamique

D'autres forces s'exercent sur l'aile. La plus connue est la traînée, l'aile est en effet un obstacle pour l'air et elle le freine car elle s'oppose au déplacement de l'air. Cette force est représentée par un vecteur parallèle au vent relatif et partant de l'aile.

On a ainsi 2 forces, la portance, perpendiculaire à l'aile donc au vent relatif, et la traînée. La composante de ces 2 forces est appelée **résultante aérodynamique (RA)** et non plus RFA). La résultante aérodynamique (portance et traînée), est appliquée au centre de poussée qui se déplace lorsque l'incidence varie.

Pour des raisons de notation, on nomme **Rz**, la portance et **Rx** la traînée.

$$R_x = \frac{1}{2} R V^2 S C_x$$

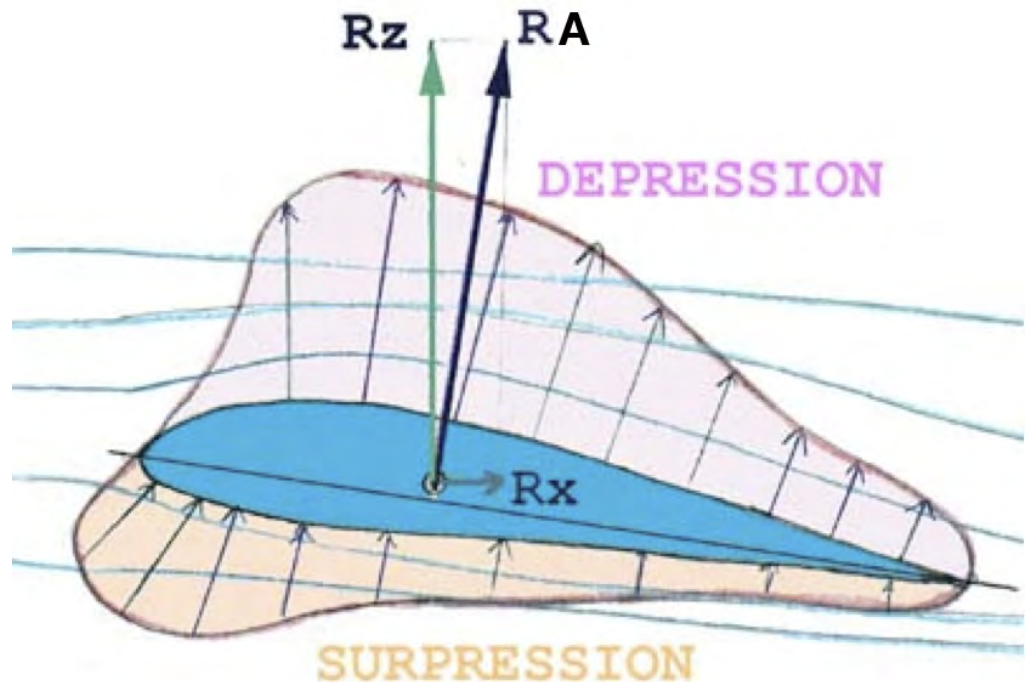
$$R_z = \frac{1}{2} R S V^2 C_z$$

où

R = masse volumique de l'air

S = surface de l'aile

V = vitesse de l'air

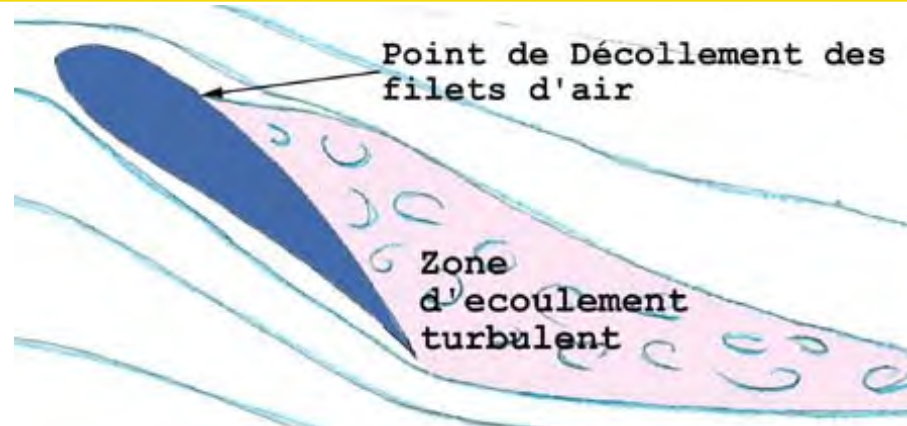


Aérodynamique - L'incidence

Une aile n'est pas toujours parallèle au vent relatif, en effet pour effectuer des changements d'altitude, elle pivote autour de son **axe de tangage** ; l'aile n'est alors plus dans les mêmes conditions de portance. On parle alors **d'incidence** pour exprimer l'importance du piqué ou du cabré. **L'incidence étant l'angle formé entre la corde de l'aile et la trajectoire du vent relatif** (Les principaux angles seront rappelés un peu plus loin).

Limite de la portance : le décrochage

Le décrochage est une perte brutale de portance due le plus souvent à une incidence trop élevée ou à une vitesse trop basse (ce qui revient au même).



Les filets d'air, deviennent turbulents à partir d'un point de décollement pour l'incidence de décrochage. Ce décollement détruit la zone génératrice de dépression ; l'absence de portance entraîne par conséquent le décrochage. La traînée augmente, ce qui aggrave encore le phénomène, les commandes n'ont plus d'efficacité et l'aile, recherchant de la vitesse, prend alors une assiette à piqué assez importante.

NOTA : Les termes utilisés ici concernent une aile rigide, dans le cas du parapente l'incidence est calée par le suspentage et n'est modifiable que par une action sur les freins ; c'est donc l'assiette qui est à considérer.

Principe du treuillé/tracté

Définition :

- On **TREUILLE** à partir d'un **treuil fixe**
- On **TRACTE** à partir d'un **dévidoir**
- On **REMORQUE** derrière **un engin volant motorisé**

Le simple fait d'exercer une traction vers l'avant fait basculer la RFA vers l'arrière, ce qui relève la trajectoire. La technique utilisée consiste à appliquer une force extérieure momentanée de manière à obtenir cette trajectoire ascendante. Le principe est simple, chaque P.U.L. a une finesse propre qui correspond au rapport :

$$\text{Finesse} = \frac{\text{vitesse horizontale}}{\text{vitesse verticale}}$$

Cette finesse correspond à un angle de plané par rapport à la direction de la force motrice, (l'attraction terrestre).

Le treuillage consiste donc, par l'ajout de la force de traction, à orienter la force motrice vers l'avant de telle sorte que l'angle de plané étant conservé, la trajectoire soit déviée vers le haut.

Cette intervention extérieure implique d'importantes modifications tant sur le plan de la mécanique de vol que sur les sensations de pilotage.

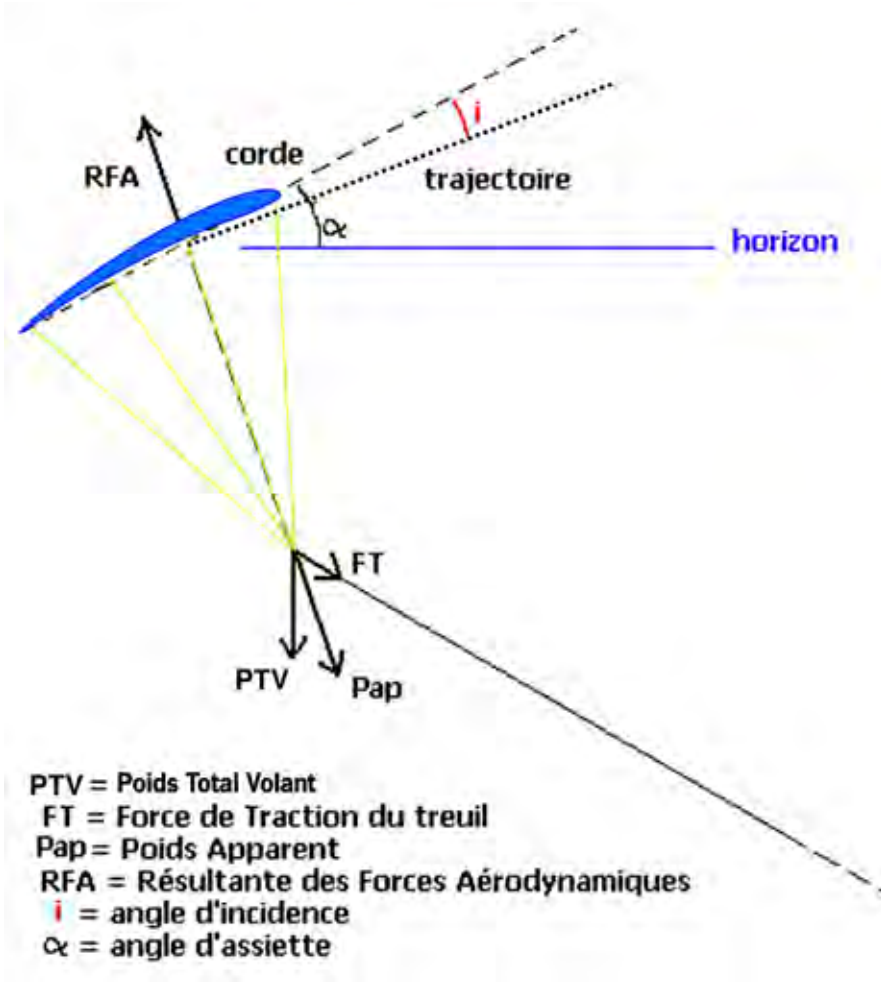
En premier lieu, il faut se rappeler que la traction provoque une surcharge de l'aéronef et que celle-ci élève la vitesse de décrochage.

Ainsi, sous une aile décrochant à 25 Km/h, **sous un facteur de charge = à 2, l'aile décrochera à 35 km/h**

Il est donc prudent de voler avec une marge suffisante au-dessus de la vitesse minimale de l'aile pour éviter tout risque de décrochage, que ce soit en delta ou en parapente.

La mécanique du vol treuillé

Modifications apportées par le treuillage.



L'assiette de l'aile

L'assiette de l'aile peut impressionner l'observateur ou le pilote treuillé néophyte. Cette position particulière de l'aile peut faire penser à un risque de décrochage. Cette impression résulte d'une possible confusion entre assiette et incidence.

EXPLICATION :

Dans le cas du vol treuillé, c'est l'**assiette** qui augmente. Le phénomène est analogue pour un paramoteur en montée.

L'**incidence** i est par définition l'angle entre la corde et la trajectoire de l'aile. Le fait d'être treuillé ne modifie pas ou très peu la valeur de l'angle d'incidence. Cet angle d'incidence variera surtout en fonction des actions du pilote sur ses commandes.

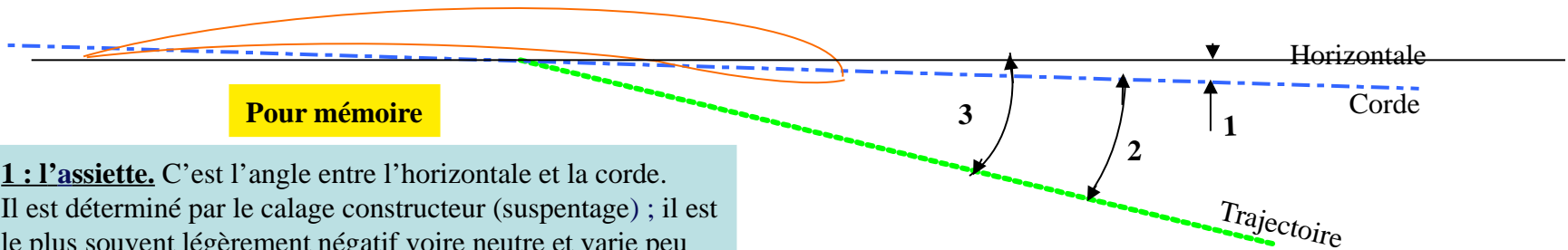
Facteur de charge

Le fait d'ajouter une Force de Traction (FT) au système génère une augmentation des forces aérodynamiques (RFA). Cette augmentation est modérée, comme l'indiquent la théorie et les mesures constatées à condition **de se limiter à une FT raisonnable**.

En treuillé/tracté, on vole plus vite, mais les incidences et les f nesses (air) restent sensiblement les mêmes, alors qu'en remorqué on volera plutôt à des incidences faibles et f nesse/air dégradée.

La mécanique du vol treuillé en parapente

Rappel des 3 angles principaux en vol "normal"

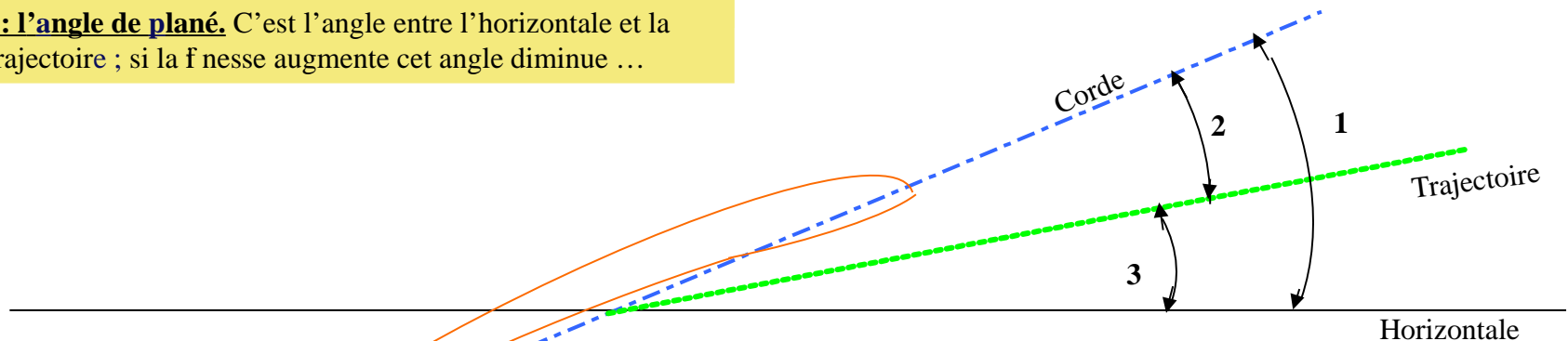


Pour mémoire

1 : l'assiette. C'est l'angle entre l'horizontale et la corde. Il est déterminé par le calage constructeur (suspenlage) ; il est le plus souvent légèrement négatif voire neutre et varie peu en vol normal. **Il est toujours positif en treuillé/tracté**

2 : l'incidence. C'est l'angle entre la trajectoire et la corde ; il est d'autant plus faible que la finesse est élevée. Le gain en altitude au treuil fixe comme au dévidoir en dépendra en partie.

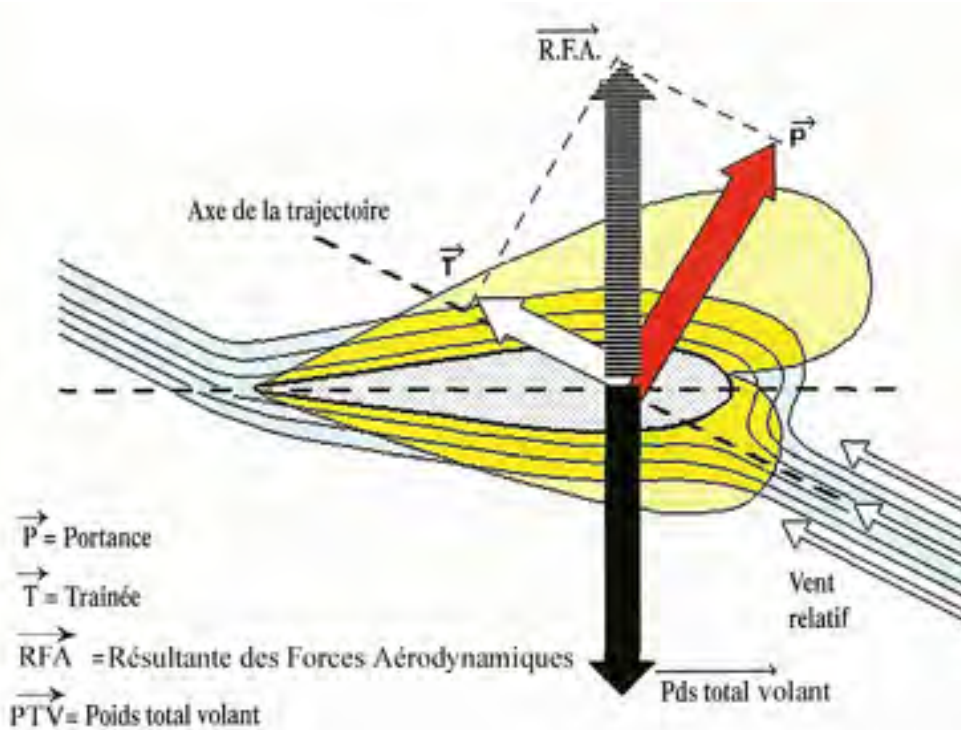
3 : l'angle de plané. C'est l'angle entre l'horizontale et la trajectoire ; si la finesse augmente cet angle diminue ...



En vol treuillé/tracté

L'incidence ne change pas, (ou très peu) c'est essentiellement l'angle d'assiette qui varie !

La mécanique du vol treuillé en parapente



Pour qu'un parapente puisse voler, il est nécessaire qu'il acquière de la vitesse. Le poids de l'ensemble volant, et notamment celui du pilote, permet de l'obtenir ; il s'applique verticalement.

Lorsque portance et traînée sont additionnées, leur résultante vient s'opposer au poids ; c'est la Résultante des Forces Aérodynamiques (RFA).

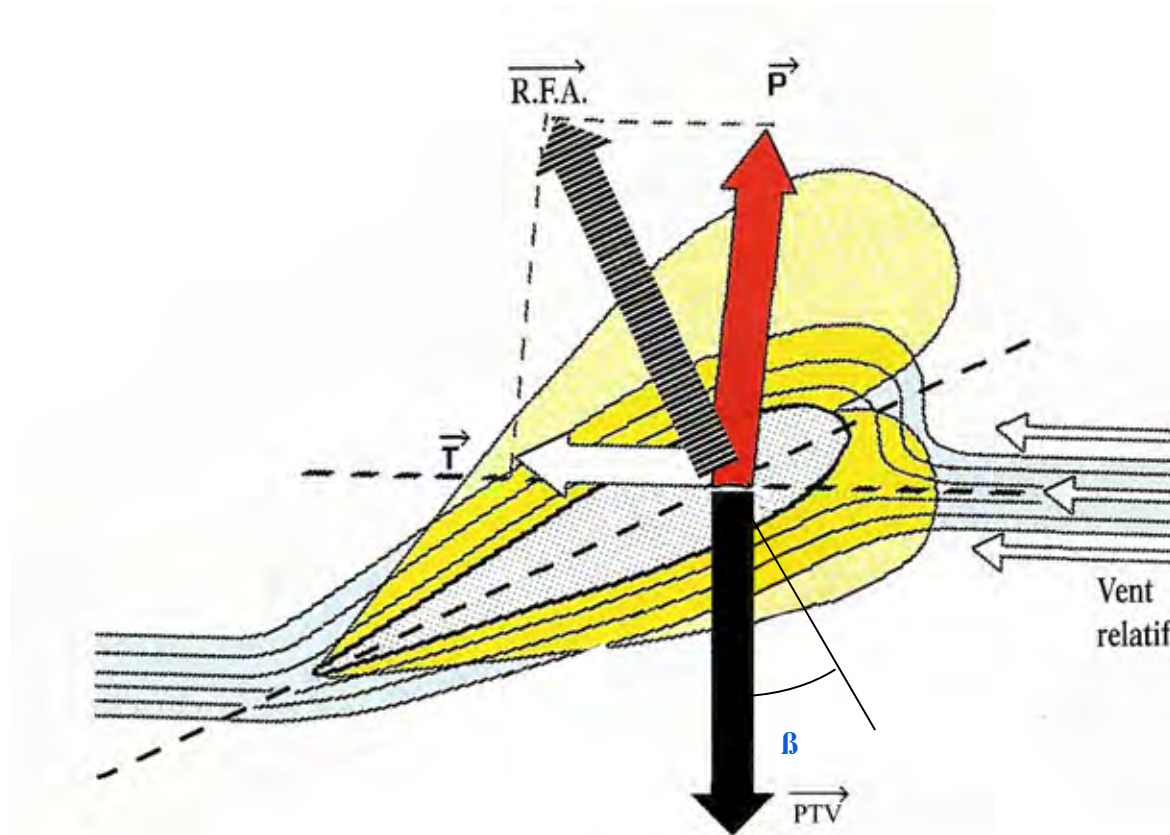
À vitesse constante l'ensemble des forces aérodynamiques mises en œuvre sont équilibrées.

En trajectoire stabilisée le poids aile+pilote est équilibré par la RFA

Toute accélération ou ralentissement du parapente produit un déséquilibre qui modifie la trajectoire.

La mécanique du vol treuillé en parapente

Lorsqu'on rajoute une force vers l'avant sur le schéma fondamental de la mécanique du vol plané, l'équilibre n'est possible que si la RFA bascule vers l'arrière, d'un angle d'autant plus grand que la traction est intense ; c'est l'angle de basculement noté β sur le schéma ci-dessous.

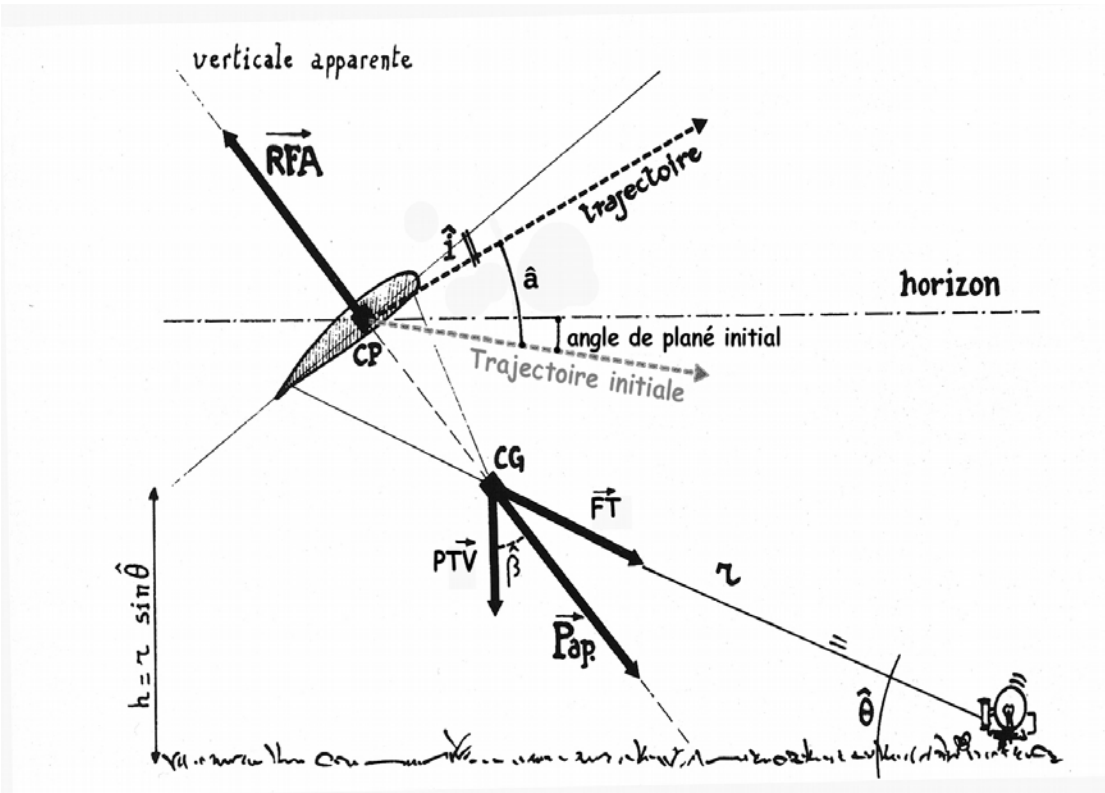


La mécanique du vol treuillé en parapente

L'observation capitale est bien sûr que la trajectoire bascule en même temps vers le haut du même angle β .

L'angle de montée est la différence entre l'angle de basculement et l'angle de plané (initial) ; il est d'autant plus élevé que :

- la traction est intense et s'exerce horizontalement (plus la ligne de traction tire vers le bas, plus le rendement baisse),
- le poids du pilote est faible,
- et pour une faible part, la finesse (et non le taux de chute) est élevée.

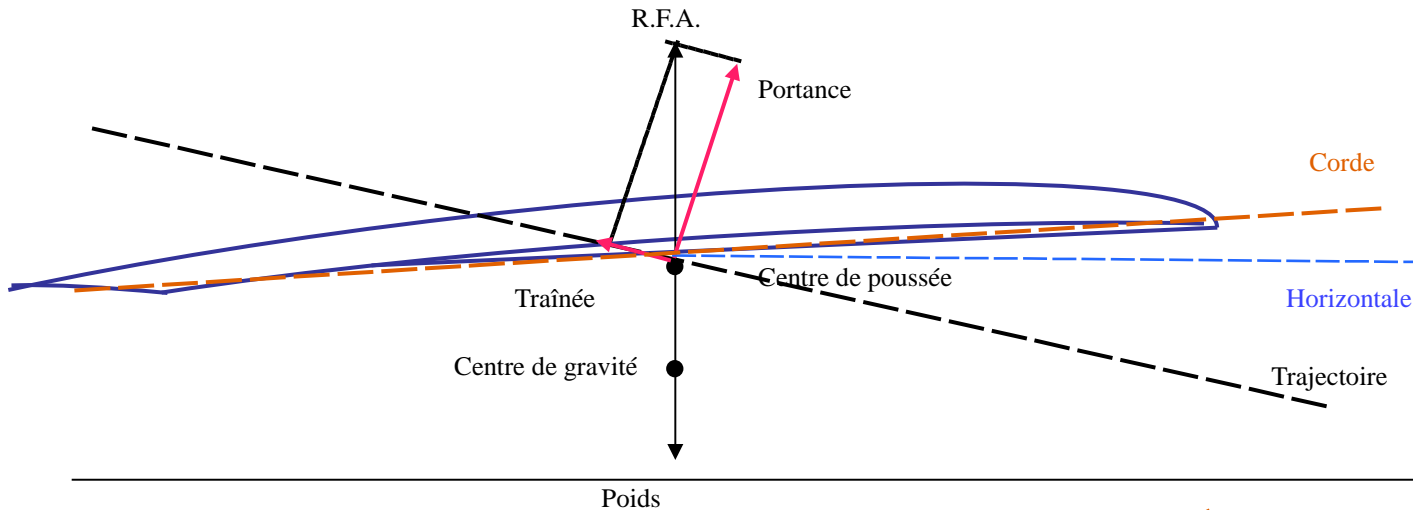


Pour une aile et un pilote donnés, le moyen de monter haut est donc de tracter fort ; on est limité par 4 impératifs :

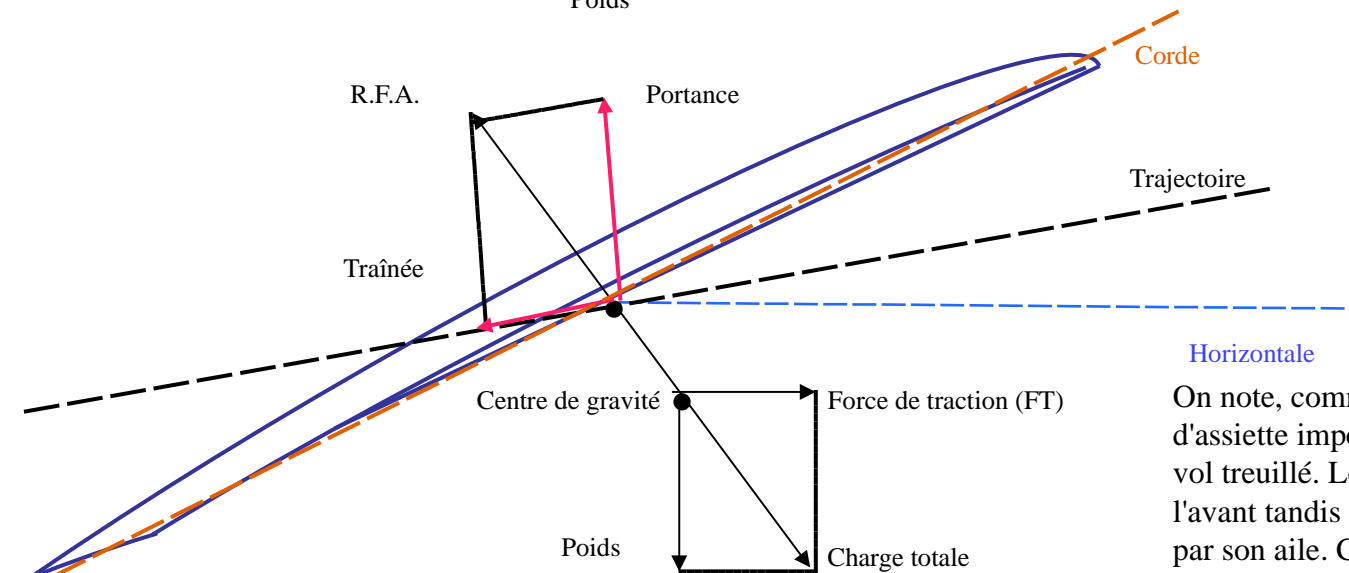
- la résistance structurale de l'aile qui supporte le poids apparent,
- la conservation d'une assiette de vol afin de ne pas provoquer une abattée dangereuse en cas de rupture de ligne ; **la limite admise est 30°**,
- la conservation de l'incidence de vol conduisant à ne pas imposer de variations brusques de la force de traction qui induiraient des moments cabreurs ou piqueurs hors du domaine de vol de l'aile,
- et la résistance du dispositif de traction.

Notons également le rôle capital du vent de face qui, diminuant la vitesse sol, augmente la durée du treuillage et permet un gain d'altitude significatif.

La mécanique du vol du delta et du rigide



Delta en vol normal

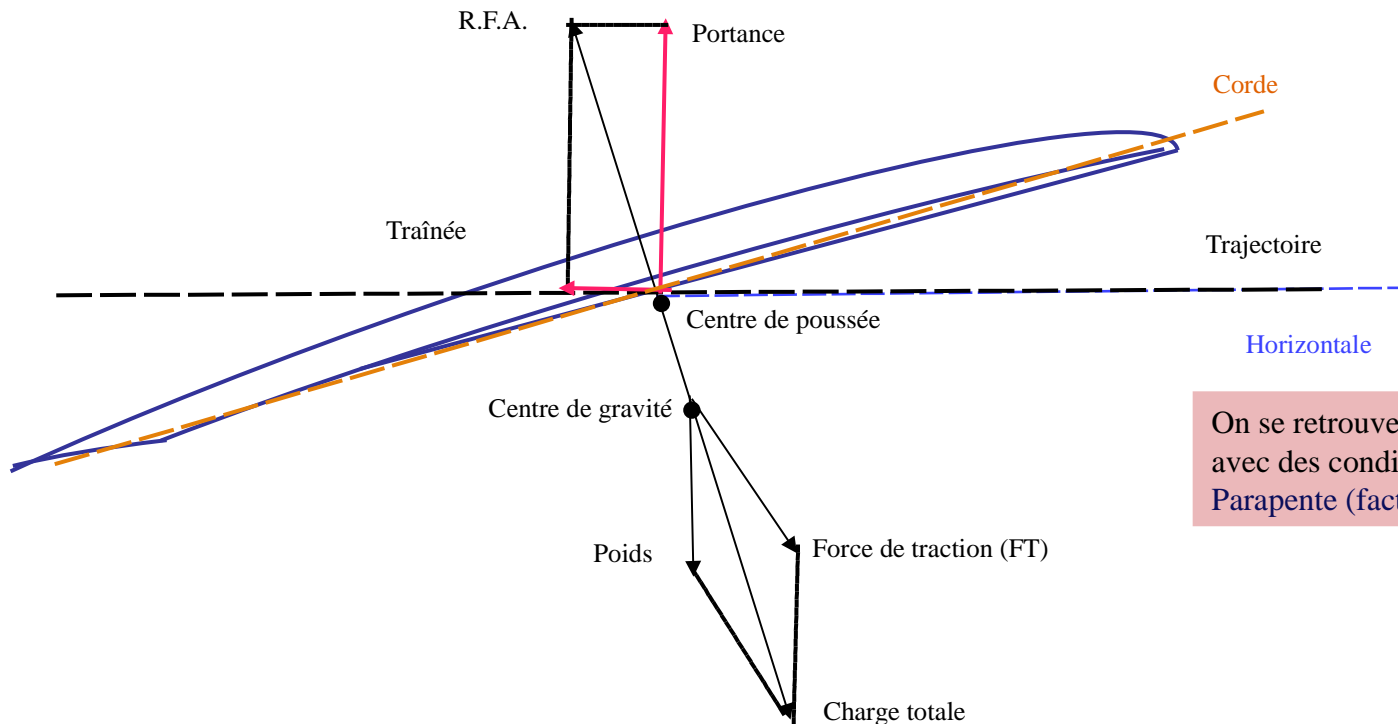


Delta au décollage en vol treuillé

d'angle sont importants par rapport au poids. Estimer la vitesse par la position de la barre de contrôle est aléatoire puisque celle-ci dépend de l'action du pilote sur celle-là. Il peut seulement se fier aux sensations d'écoulement de l'air ou au badin.

On note, comme pour le parapente, l'écart d'assiette important entre le vol libre glissé et le vol treuillé. Le câble tire en effet le pilote vers l'avant tandis qu'il a l'impression d'être retenu par son aile. Cette modification de l'assiette est d'autant plus importante que la traction et l'écart

La mécanique du vol du delta et du rigide

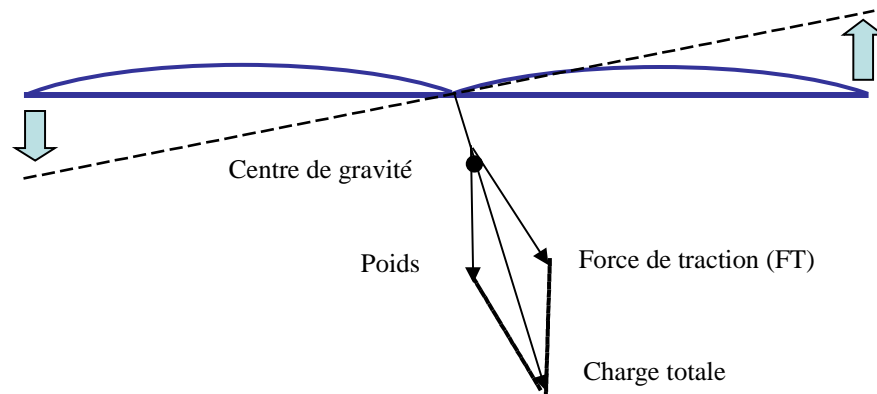


Delta à l'apogée de la treuillée.

On se retrouve à l'apogée de la treuillée delta avec des conditions semblables au treuillé Parapente (facteur de charge).

Sensibilité particulière des deltas et rigides :

Au cours de la treuillée, la difficulté de pilotage en tangage comme en roulis **est proportionnelle à la force de traction appliquée** ; le phénomène de verrouillage, expliqué plus loin dans les incidents, est d'autant plus sensible à ce paramètre pour ce type de PUL que si la composante latérale de la force de traction dépasse la force de contrôle du pilote en roulis, l'appareil peut partir en virage engagé. Le verrouillage peut se produire également au décollage par vent de travers ou lors de la traversée d'une turbulence.



Exemple d'évolution du facteur de charge FC

Si La Force de Traction **FT** reste constante et égale au Poids Total Volant **PTV**, la résultante **FC** dépasse rapidement

sa valeur maximum admise de : 1,6 x PTV

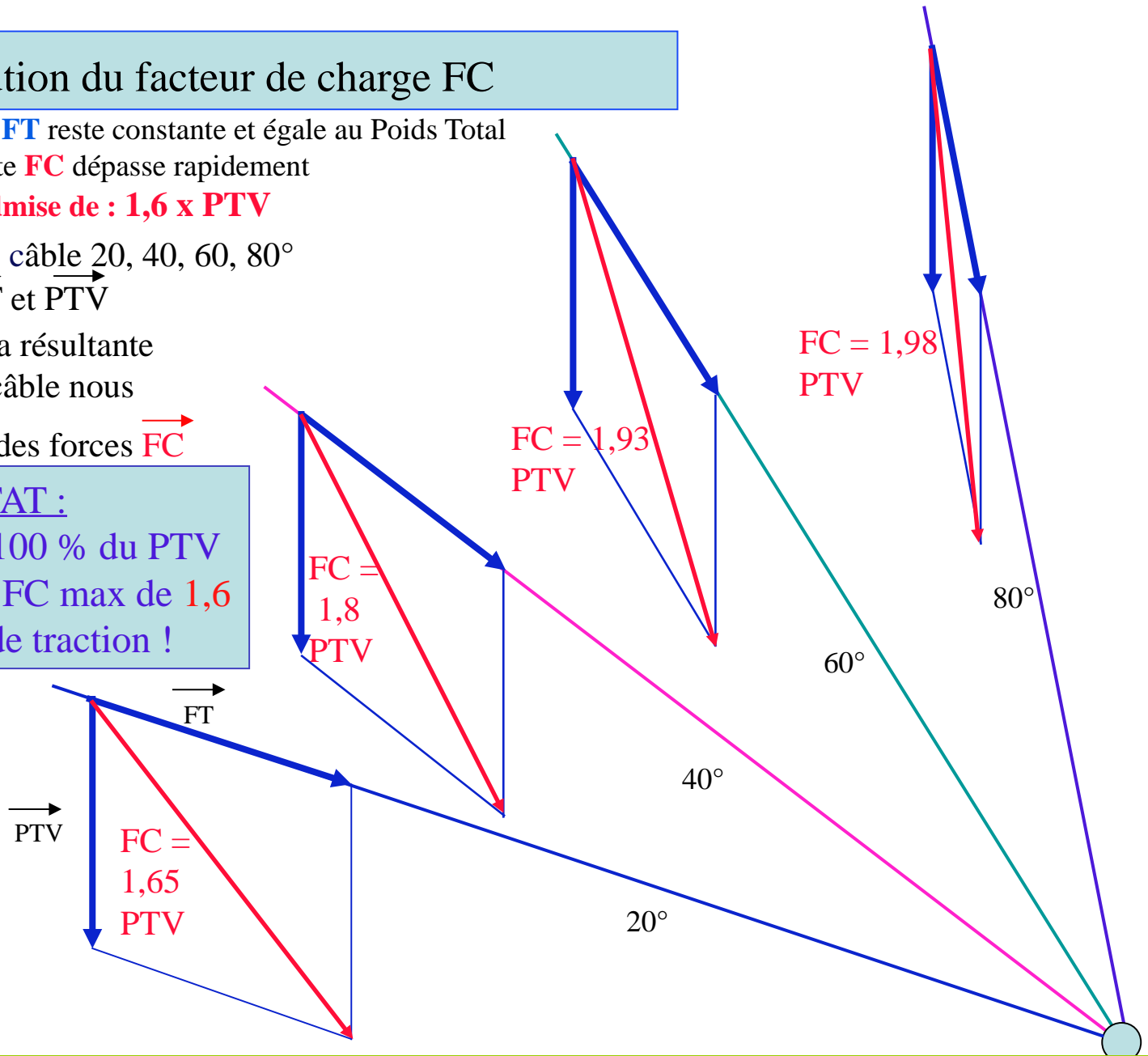
- Traçons 4 angles de câble 20, 40, 60, 80°
- Puis les vecteurs **FT** et **PTV**

Traçons et mesurons la résultante pour chaque angle de câble nous

obtenons la résultante des forces **FC**

CONSTAT :

Avec une FT = à 100 % du PTV on dépasse déjà le FC max de 1,6 à 20° d'angle de traction !



La mécanique du vol treuillé

En résumé :

Si la Force de Traction **FT** est maintenue à 100% du Poids Total Volant **PTV** pendant toute la montée, on obtient les valeurs de FC énumérées ci-dessous

Angle en °	FC
10	1,53
20	1,64
30	1,73
40	1,81
50	1,88
60	1,93
70	1,97
76	1,99
80	1,99

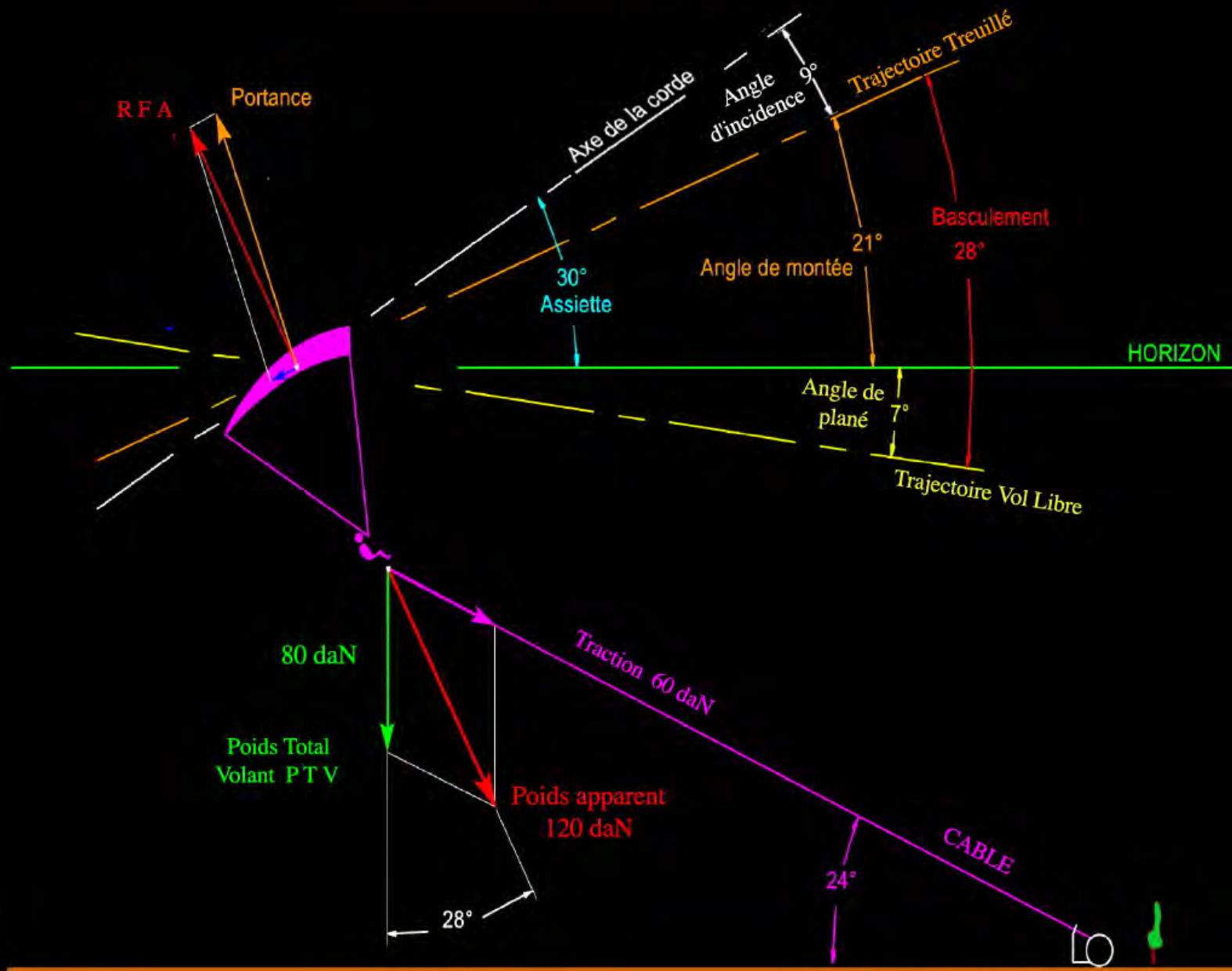
Pour que la résultante FC ne dépasse pas $1,6 \times \text{PTV}$
il faut donc réduire la Force de Traction FT

Angle en °	FC/PTV	FT en % PTV
10	1,6	100
20	1,6	95
30	1,6	85
40	1,6	77
50	1,6	70
60	1,6	66
70	1,6	62
76	1,6	61
80	1,6	61

On notera dans ce tableau, qu'à partir de 76° d'angle il n'y a plus d'évolution de **FT** !

Ces valeurs de FT (parapente) sont le résultat du calcul trigonométrique brut ; il ne prend pas en compte la phase gonf age décollage. Dans la pratique, compte tenu de la finesse des ailes actuelles, on se limitera en fait à 80 % pour finir à 50% du PTV au maximum, afin de garder une marge de sécurité convenable

RÉPARTITION DES FORCES



Nous allons observer sur les vues suivantes la courbe de montée théorique type dans le strict respect de ce qui a été énoncé jusqu'ici ...

La phase décollage parapente (par vent nul)

La phase décollage delta et rigide (par vent nul)

La phase décollage => altitude de sécurité

Courbe théorique complète par vent nul

Courbe théorique complète avec vent 20 km/h

Courbe complète avec vent 20 km/h et F.T. à 60% du PTV

Un nouveau terme fait son apparition, PRÉTENSION

Cela consiste à effectuer progressivement une mise en tension saine du câble pour,

- Au niveau du pilote

- absorber l'excédent de câble débobiné lors du dévidage,
- aligner le câble dans l'axe de treuillage,
- faciliter la phase initiale (gonf age pour le parapente et acquisition vitesse pour le delta),
- éviter une mise en tension soudaine à la demande de treuillage.

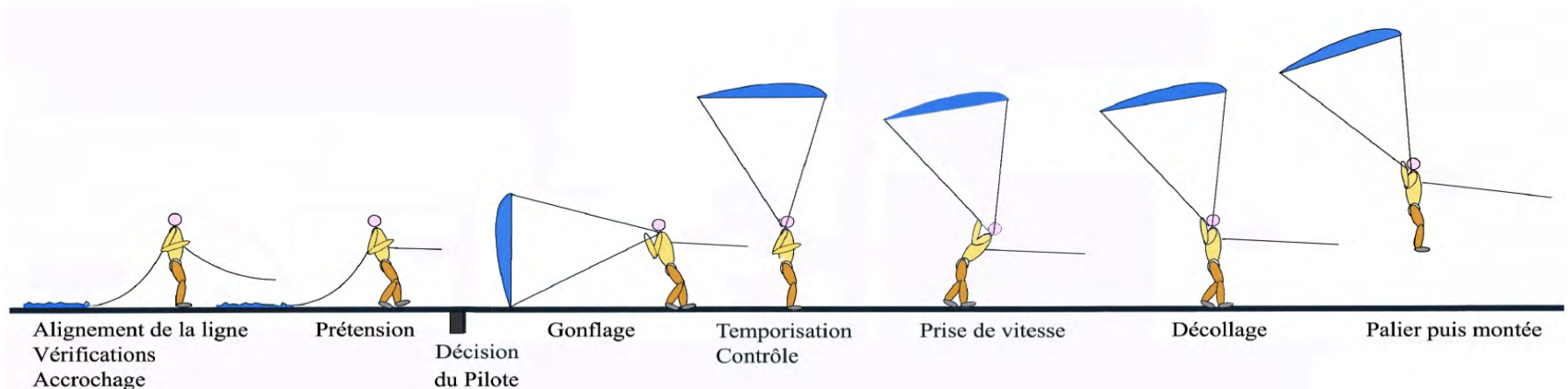
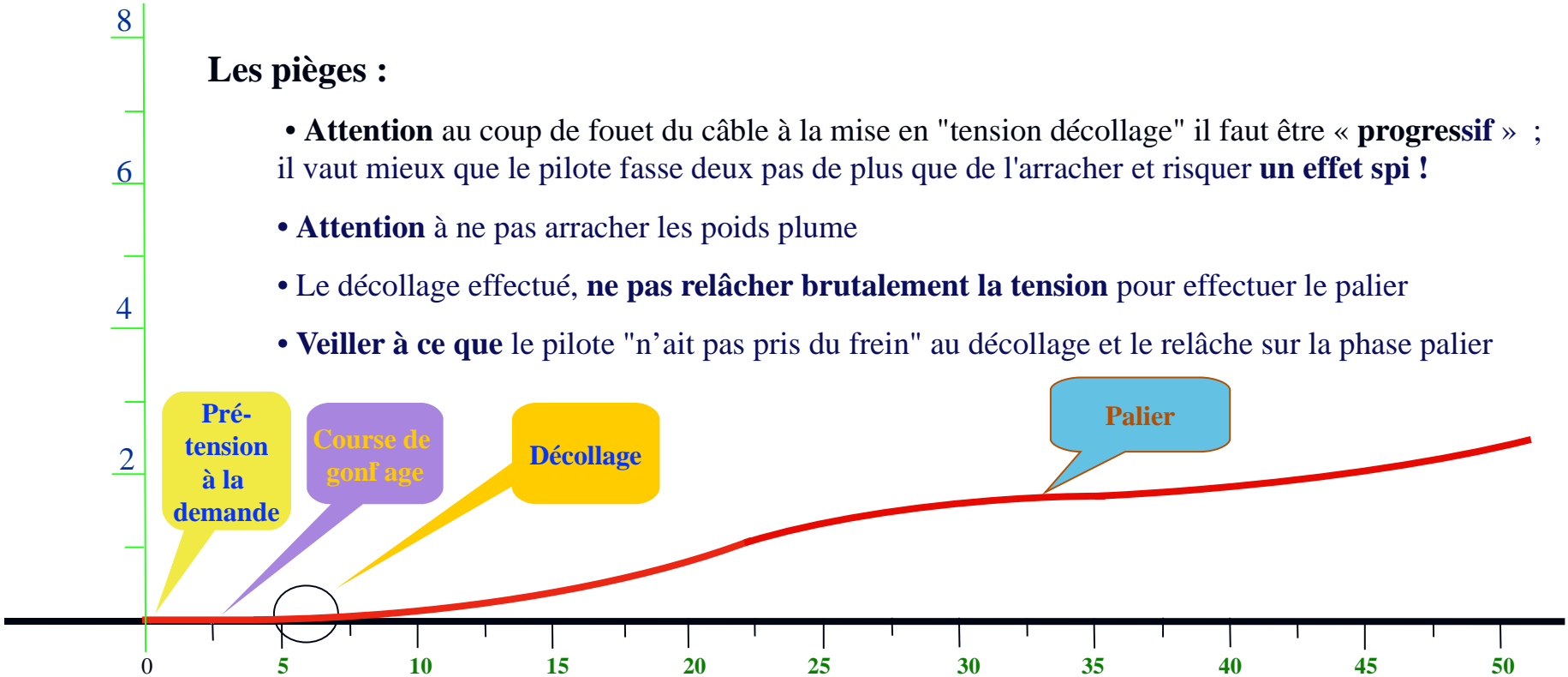
- Au niveau du treuilleur

- Avoir une idée de la tension (FT) exercée.

La phase décollage parapente (par vent nul)

Les pièges :

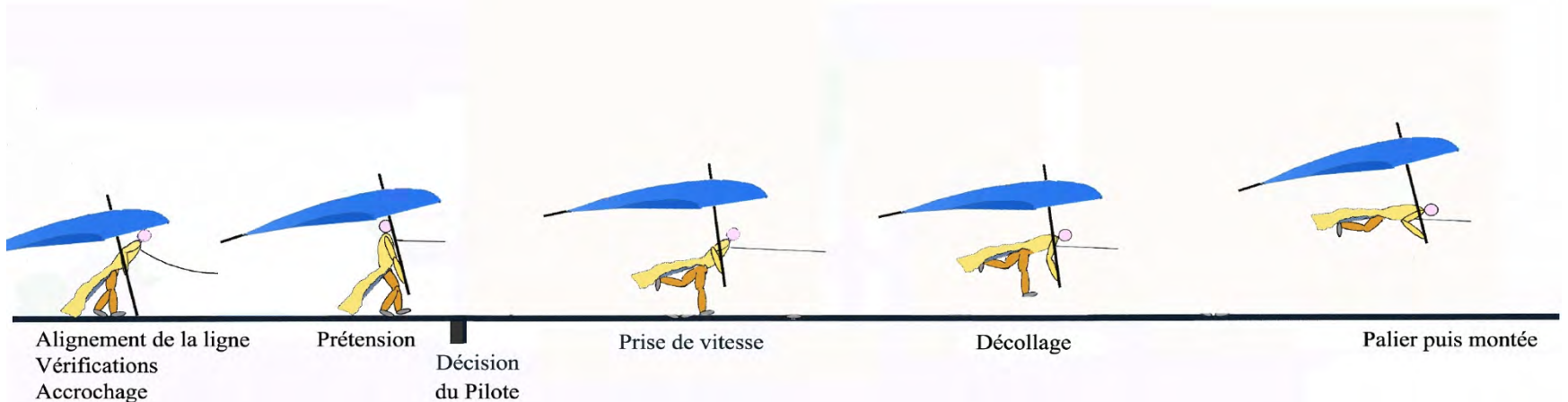
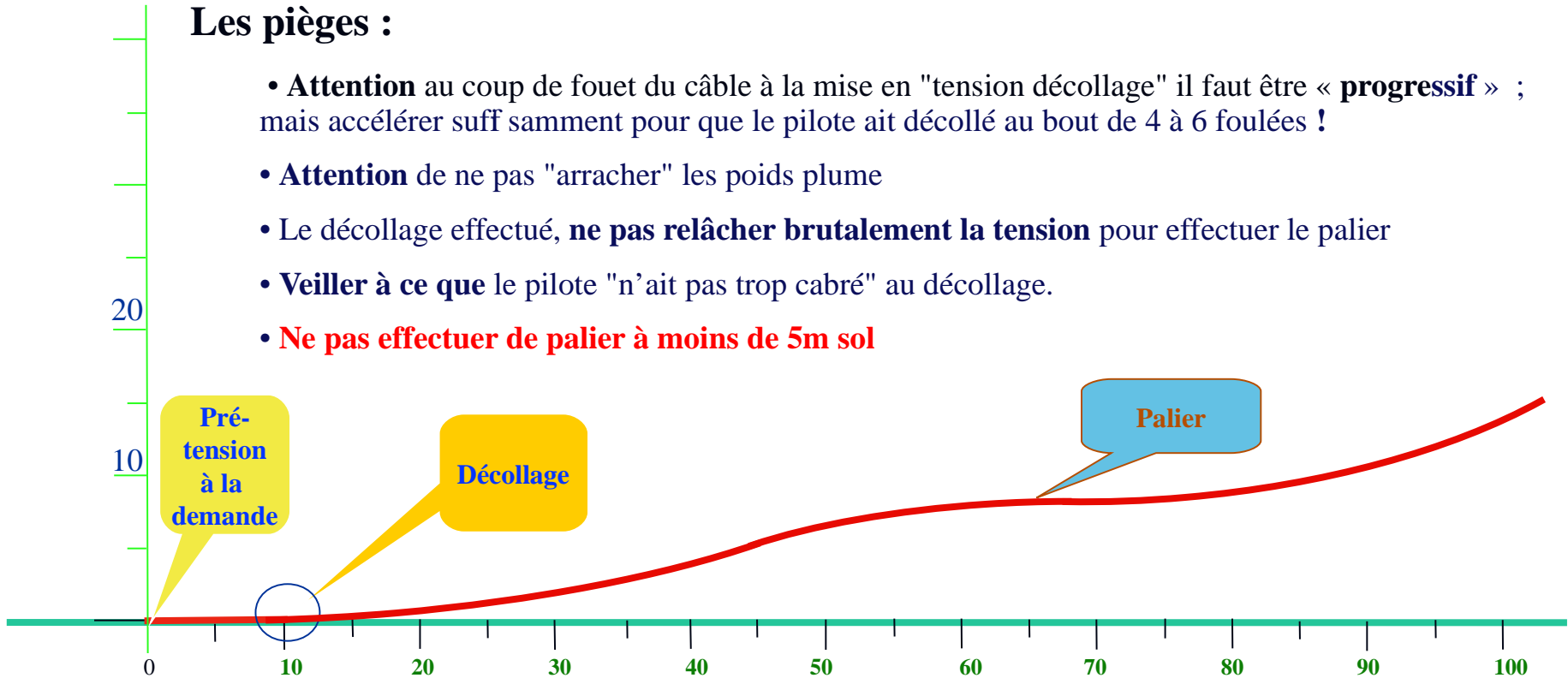
- **Attention** au coup de fouet du câble à la mise en "tension décollage" il faut être « **progressif** » ; il vaut mieux que le pilote fasse deux pas de plus que de l'arracher et risquer **un effet spi !**
- **Attention** à ne pas arracher les poids plume
- Le décollage effectué, **ne pas relâcher brutalement la tension** pour effectuer le palier
- **Veiller à ce que** le pilote "n'ait pas pris du frein" au décollage et le relâche sur la phase palier



La phase décollage delta et rigide (par vent nul)

Les pièges :

- **Attention** au coup de fouet du câble à la mise en "tension décollage" il faut être « **progressif** » ; mais accélérer suffisamment pour que le pilote ait décollé au bout de 4 à 6 foulées !
- **Attention** de ne pas "arracher" les poids plume
- Le décollage effectué, **ne pas relâcher brutalement la tension** pour effectuer le palier
- **Veiller à ce que le pilote "n'ait pas trop cabré"** au décollage.
- **Ne pas effectuer de palier à moins de 5m sol**



La phase décollage => altitude de sécurité (courbe théorique par vent nul)



Trajectoire de montée théorique type, par vent nul, à FT maxi = 80% PTV

REMARQUE IMPORTANTE

Cas particulier par vent nul : la longueur de câble à l'apogée est faible, on notera que de 40° à 76° d'angle, sa vitesse angulaire s'accroît donc très vite; conséquence, la distance correspondante sera parcourue en :
~ 7'' de 40 à 50° mais à peine 3'' de 70 à 76°

Temps de treuillé : ~1'45

Altitude maxi atteinte ~ 270 m

Augmentation progressive de la FT depuis le palier pour atteindre au maximum 80% PTV au delà de l'altitude de sécurité

Altitude minimum de sécurité

FT Max = 80% PTV

FT Max = 77% PTV

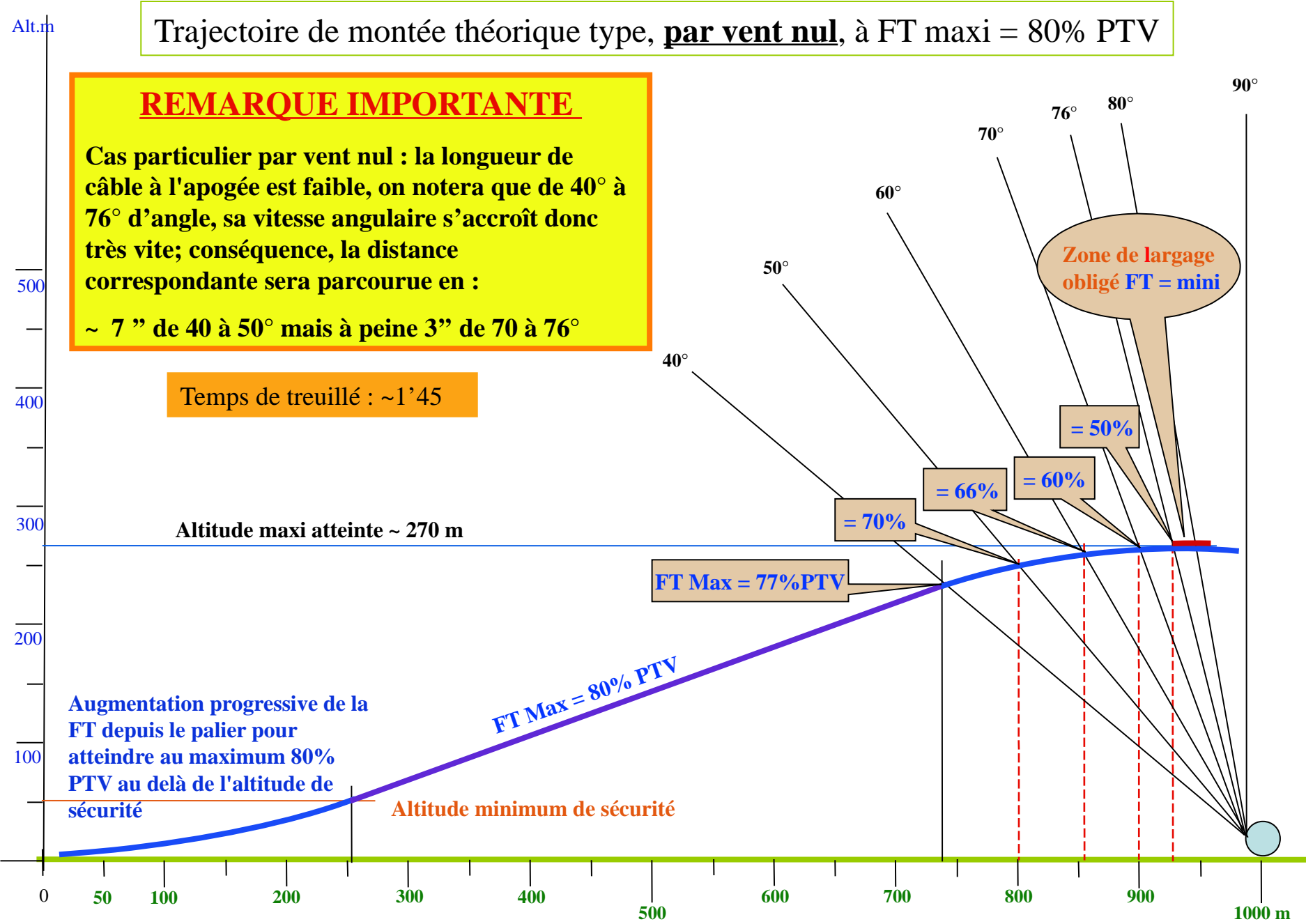
= 70%

= 66%

= 60%

= 50%

Zone de largage obligé FT = mini



Cette courbe et celles qui suivent ont été établies, à titre d'exemple, pour un treuil fixe, sur la base d'une pente de finesse 8.

Observations sur la page précédente :

On constate sur ce graphique qu'à partir de 60° d'angle de câble, le gain d'altitude est peu significatif et ne justifie guère de treuiller plus longtemps.

A force de traction égale on retiendra que l'impact de la finesse sur le gain de montée, s'il est perceptible sur les parapentes, l'est très peu sur les deltas et rigides...

L'expérience démontre que les meilleurs gains de montée sont obtenus par brise soutenue.

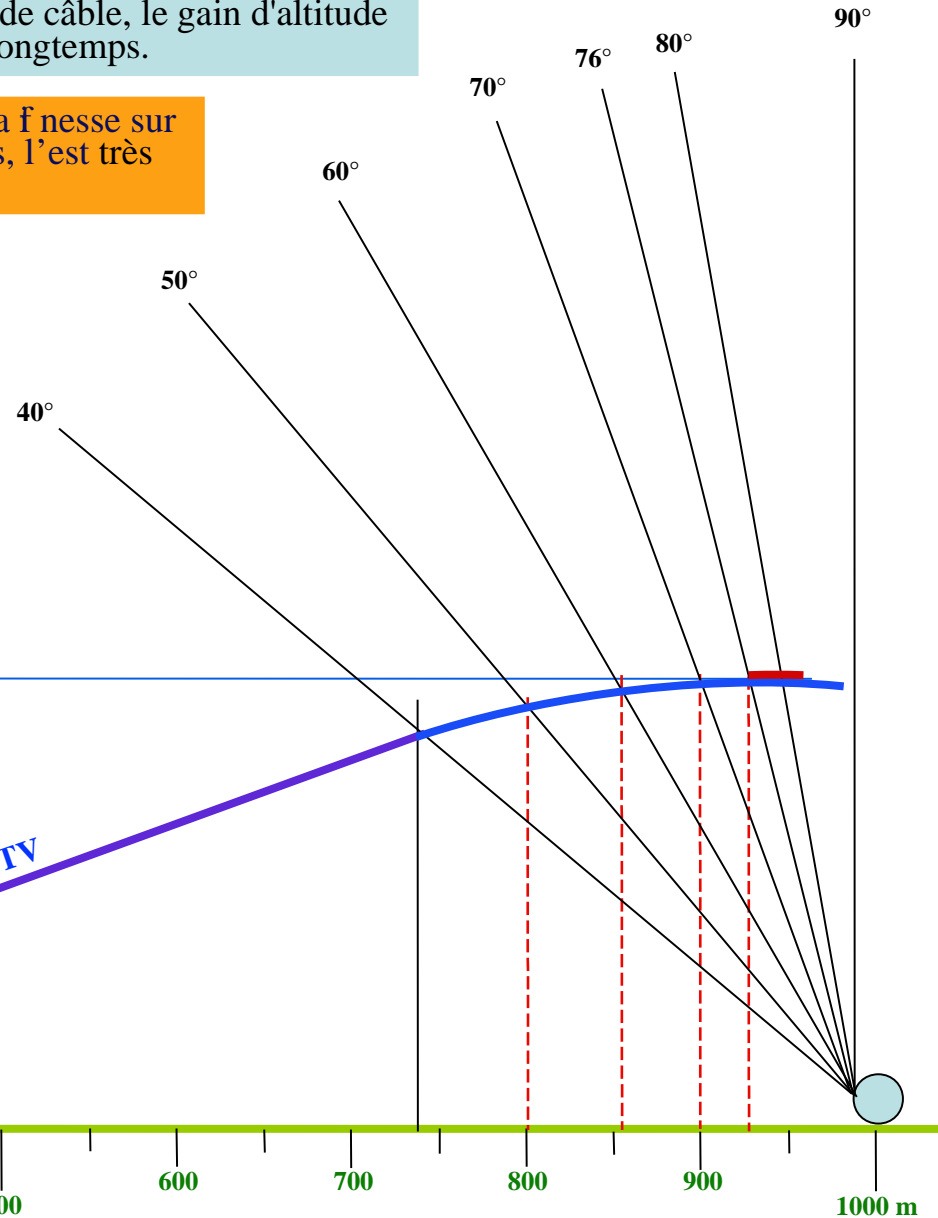
Avantages : un FC faible, une moindre fatigue pour le PUL tracté, des marges de sécurité accrues face au phénomène de verrouillage, moins de stress éventuel etc. mais un temps de treuillé important.

Altitude maxi atteinte ~ 270 m

Augmentation progressive de la FT depuis le palier pour atteindre au maximum 80% PTV au-delà de l'altitude de sécurité

Altitude sécurité

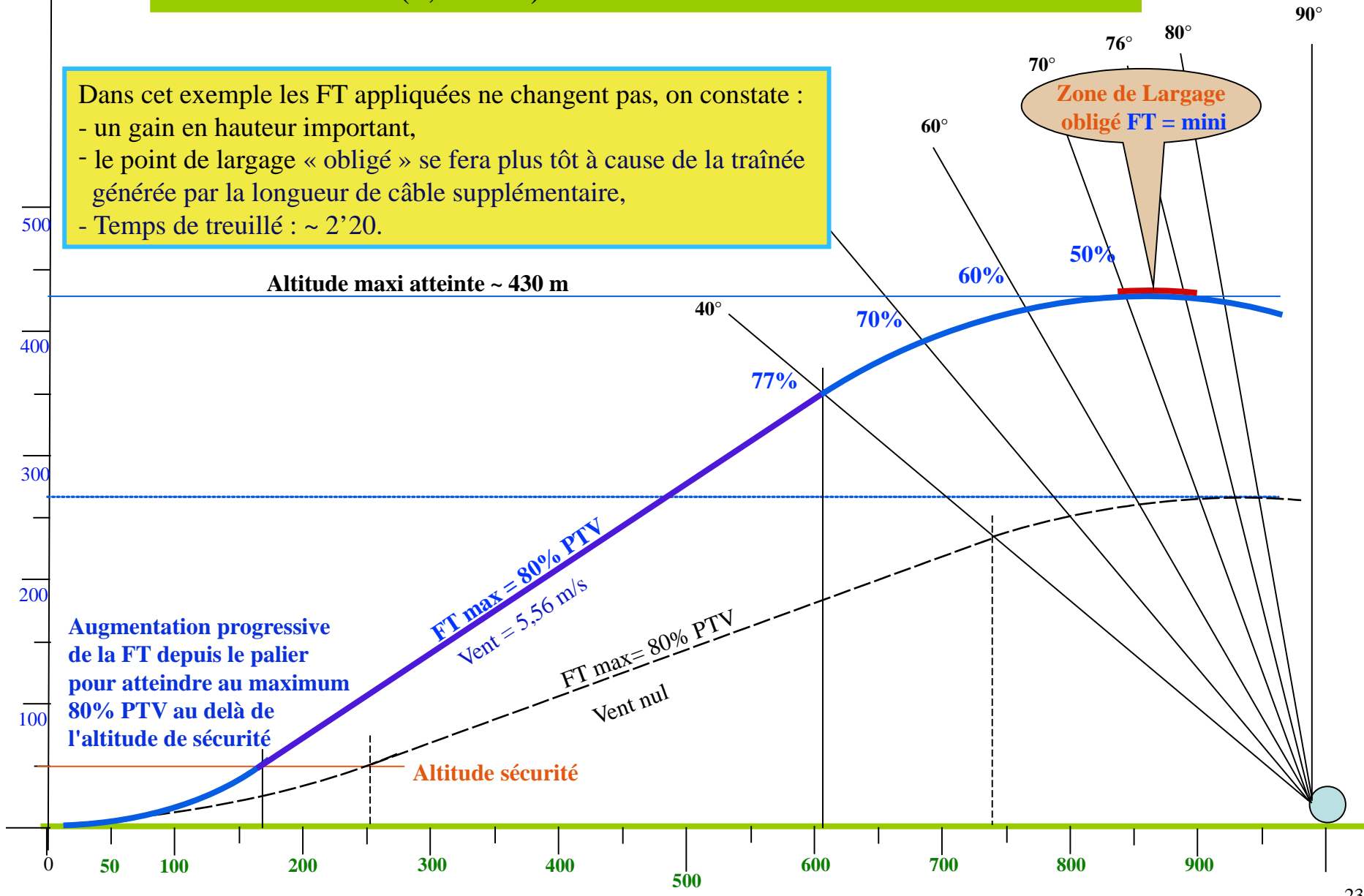
FT Max = 80% PTV



**Inf uence du vent sur la trajectoire de montée à FT maxi = 80% PTV
Vent = 20 Km/h (5,56 m/s)**

Dans cet exemple les FT appliquées ne changent pas, on constate :

- un gain en hauteur important,
- le point de largage « obligé » se fera plus tôt à cause de la traînée générée par la longueur de câble supplémentaire,
- Temps de treuillé : ~ 2'20.



Influence du vent sur la trajectoire de montée à **FT maxi = 60% PTV** Vent = 20 Km/h (5,56 m/s)

On constate :

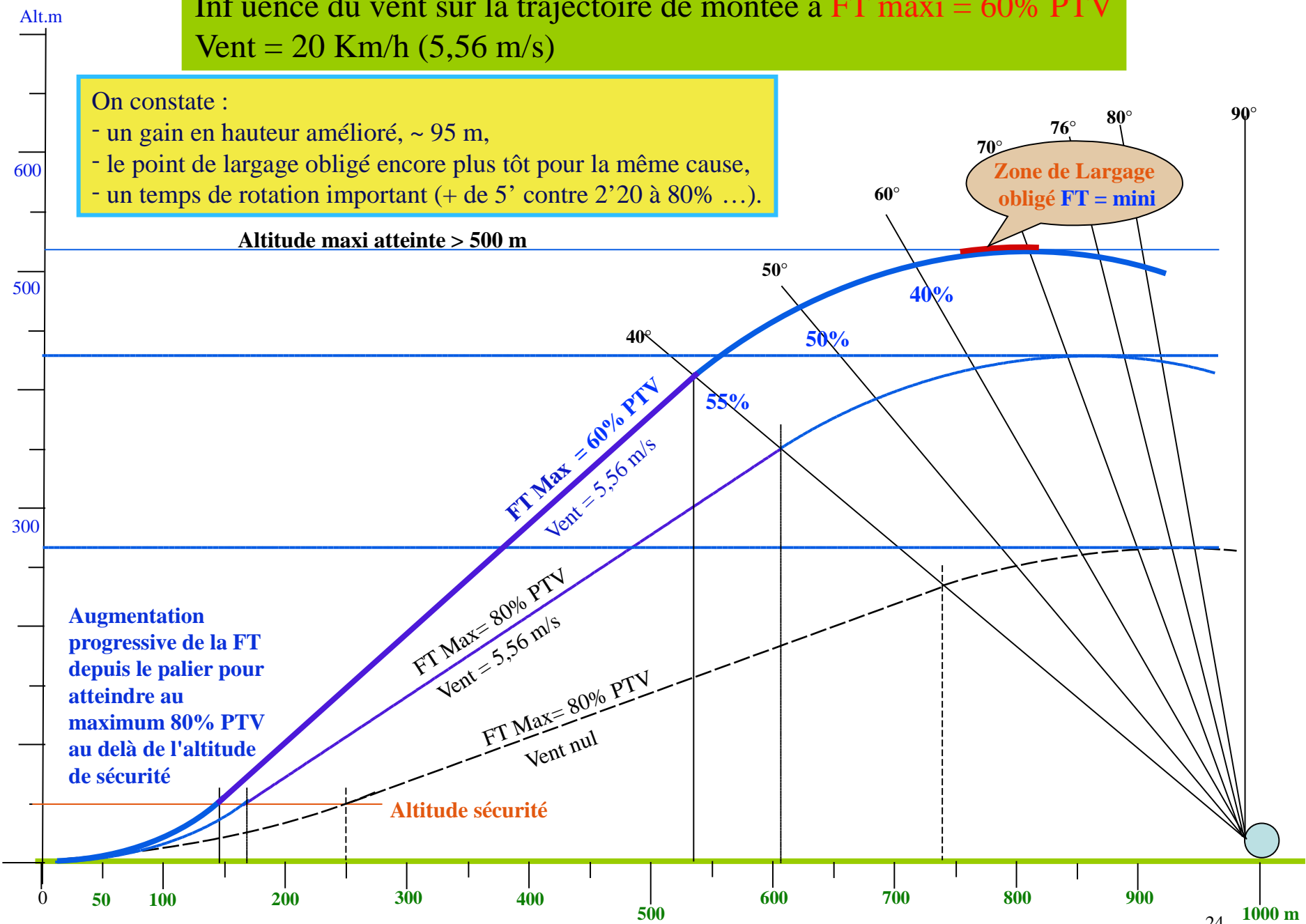
- un gain en hauteur amélioré, ~ 95 m,
- le point de largage obligé encore plus tôt pour la même cause,
- un temps de rotation important (+ de 5' contre 2'20 à 80% ...).

Altitude maxi atteinte > 500 m

Augmentation progressive de la FT depuis le palier pour atteindre au maximum 80% PTV au delà de l'altitude de sécurité

Altitude sécurité

Zone de Largage obligé FT = mini



Force de traction horizontale nécessaire (en daN) pour obtenir un angle de montée donné en fonction de la finesse

pour un angle = 0°

pour un angle de montée = 15°

PTV	75Kg	100Kg	200Kg	75Kg	100Kg	200Kg
À finesse 7 =>	10,7	14,3	28,6	31,9	42,5	85
À finesse 10 =>	7,5	10	20	28,5	38	76

Ces valeurs correspondent à la traînée en vol horizontal stabilisé

Celles-ci correspondent à une vitesse verticale d'environ 2 m/s (vario = 2)

**Ayez toujours à l'esprit,
quel que soit le niveau de vol du pilote treuillé,**



- **Que sa vie va dépendre en partie de votre savoir-faire**
- **Qu'il (elle) vous fait confiance !**

En résumé !

La mécanique du vol teillé/tracté est très complexe. Il faut cependant retenir :

Au niveau du treuil fixe ça se manifeste comment :

- **Dans le cas du parapente**, au gonfage le dynamomètre va indiquer une force, conséquence du vent relatif dans la voile au moment du « levé » additionné au vent météo ; cette force correspond à la formule : $1/2 \rho S V^2 C_x$ + la prétension + la traînée du câble au sol (variable selon la nature du câble, sa longueur et la rugosité du sol).

Ex : pour 1000 m de câble acier, une aile de 27 m², un vent météo de 20 km/h donnera :
env.iron 50 daN + 20 daN de prétension et de traînée du câble = 70 daN momentané.

- La voile établie en ordre de vol, le pilote court, le dynamomètre retombe à une valeur voisine de la prétension + le frottement du câble soit environ 20 daN si l'on ne change pas les conditions de traction.

- Pour obtenir le décollage, il faudra donc "céder" de l'énergie à l'ensemble treillé, c'est à dire augmenter la force de traction de la valeur égale à 2 fois celle de la traînée en vol stabilisé de l'ensemble volant considéré pour obtenir un vario de 1 m/s environ... Cette augmentation de FT doit être progressive ! ATTENTION au coup de fouet ! (voir dans le chapitre incidents).

- Il faut "rendre la main" 1 à 2 secondes pour la phase palier (on est déjà à 9-10 m/s environ vitesse air pour un parapente et + de 12 pour delta et rigide).

- Augmenter la FT progressivement jusqu'à l'altitude de sécurité (50 m minimum) pour adapter le taux de montée aux conditions du jour, de la machine tractée et surtout du niveau de pilotage du pilote et de son comportement ! (**ne jamais minimiser le facteur psychologique**).

- À partir de 40° d'angle de câble, diminuer progressivement cette traction pour obtenir un FT maxi de 50% du PTV à l'apogée visuelle (si le largage n'a pas été demandé avant) ; ramener alors la tension au minimum et demander le largage au pilote (radio, klaxon ...).

Les incidents

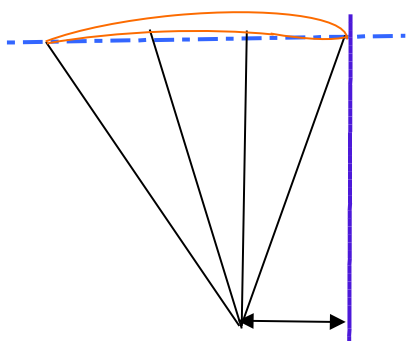
L'effet Spi -

Au moment du levé de voile, celle-ci peut rester bloquée derrière le pilote ; c'est l'**effet spi**. Cette situation peut dégénérer, car l'aile est incontrôlable par le pilote ...

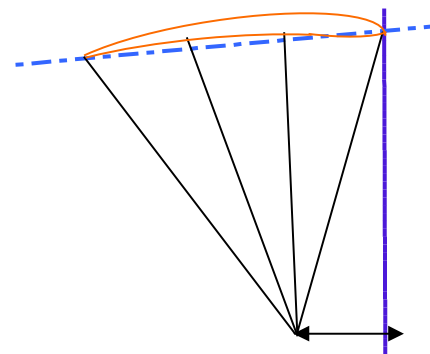
Cela peut-être dû :

- À un vent relatif trop important
 - Surtout au calage de certaines ailes
- traction excessive du treuil
 - vent météo trop fort
 - calage d'origine trop positif qui nécessite le kit de treuillage (système compensateur du calage de l'aile) ; utiliser exclusivement le kit constructeur de l'aile intéressée
 - suspentage vieillissant non contrôlé, (les suspentes A et B se sont allongées)

Nota : dans ces deux dernier cas, en utilisation hors treuil, l'aile est plutôt paresseuse à la montée et reste en retrait en ordre de vol



Calage "normal"



Calage avec A et B "fatigués"

Conduite à tenir :

- Le pilote n'a pas décollé
 - Le pilote à décollé, il monte diff cilement
- arrêter la procédure
 - maintenir une traction suff sante pour atteindre une altitude permettant au pilote d'effectuer une f nale ; relâcher alors **la traction progressivement** pour que l'aile reprenne un régime de vol normal, poser sans larguer.
Le guidage radio est essentiel pour expliquer **calmement** chaque phase !

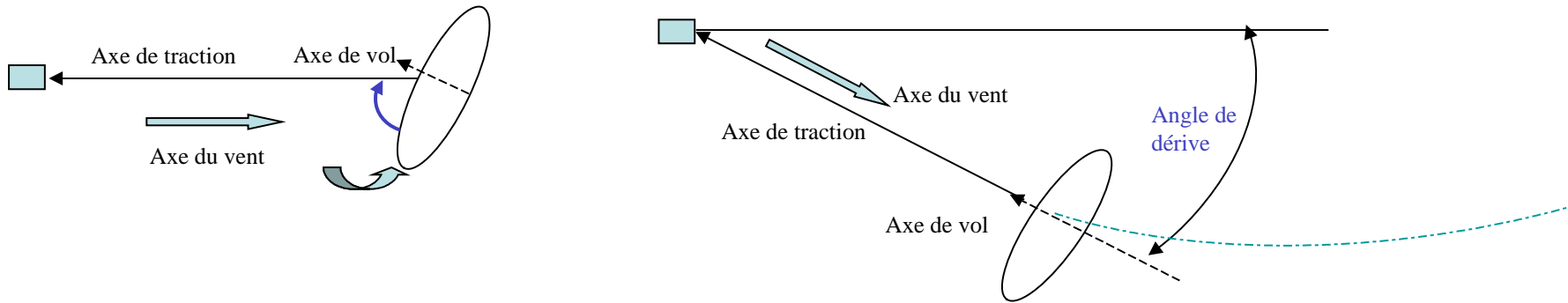
Les incidents

Le verrouillage -

C'est un phénomène d'origine mécanique complexe qui peut conduire à l'impossibilité pour le pilote de revenir dans le plan de treuillage.

Il est dû, le plus souvent, à un écart excessif de l'axe de vol de l'aile par rapport au plan de treuillage, à ne pas confondre avec la dérive en cas de vent de travers. Cet écart peut être d'origines diverses, inattention du pilote, aérologie ...

En parapente, la demi-aile au vent du treuil tend à se soulever et met l'aile en virage ; l'effort à la commande pour corriger augmente avec l'écart. En delta, la demi aile au vent du treuil sera soulevée si elle est haute ou abaissée si elle est basse par celui-ci amplifiant l'écart d'origine.

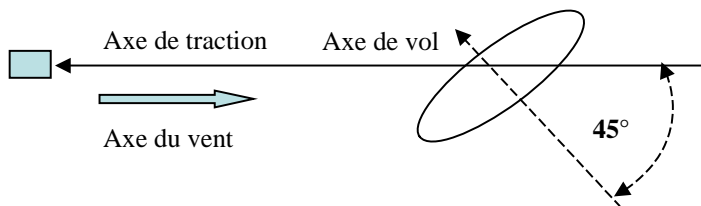


Conduite à tenir :

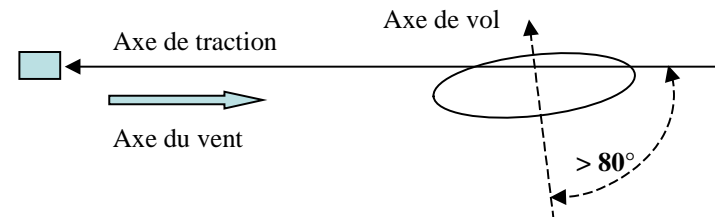
Au décollage : ne jamais "arracher" car en cas de verrouillage le pilote est projeté latéralement au sol d'autant plus brutalement que la traction est forte ; toujours appliquer une tension faible tant que l'aéronef est près du sol et l'augmenter d'une manière progressive.

En vol : à la radio, donner des corrections de trajectoire au pilote dès que l'aile n'est plus face au treuil. Si le pilote ne corrige pas assez vite, diminuer la traction jusqu'à l'annulation si la correction n'est pas effectuée. Ne jamais minimiser l'aspect psychologique, y compris pour les très bons pilotes habitués du treuil.

Ne jamais attendre que l'aile atteigne 90° (plein travers) il faut **guillotiner le câble** ! Car à ce stade cela va **extrêmement vite**, il y a risque d'arrêt de vol de l'aéronef, c'est la chute !...



Bien avant 45° d'écart il faut relâcher complètement la traction pour que le pilote puisse corriger.



S'il n'y a pas eu d'action de correction à ce stade il faut GUILLOTINER le câble d'urgence.

Les incidents

La rupture de câble -

Les causes sont diverses

- augmentation brutale de la traction,
- réparation qui lâche,
- ligne « fatiguée » etc.

Conséquence d'une rupture en parapente :

- Dans un premier temps, du fait de son assiette cabrée, l'aile va ralentir l'ensemble aile pilote.
- Dans un deuxième temps l'aile va rechercher son équilibre par rappel pendulaire, puis de la vitesse, ce qui va amplifier le mouvement de tangage et créer ainsi une abattée et une perte d'altitude conséquente. L'abattée sera proportionnelle à l'assiette de montée.

Conduite à tenir

- À moins de 50 m sol :

Le risque de rupture est toujours présent, c'est pourquoi le treuilleur doit être très vigilant sur la force de traction appliquée ; la marge de sécurité doit être suffisante pour que le pilote puisse gérer l'abattée résultant d'une éventuelle rupture de ligne.

- Au niveau du pilote :

- gérer l'abattée,
- ne larguer le câble qu'en présence d'un risque d'accrochage au sol, sinon se poser avec le câble.

- Au niveau du treuil fixe :

- frein immédiat pour éviter la pelote sur le tambour.

- À plus de 50 m sol :

La rupture de la ligne n'est pas un problème pour le pilote s'il réagit normalement. La voile va faire une abattée plus ou moins importante en fonction de son assiette au moment de la rupture.

Le pilote doit gérer cette abattée sans se précipiter sur les freins car l'aile doit reprendre de la vitesse ! Un contrôle excessif peut "sortir" la voile de son domaine de vol, attention de ne pas surpiloter...

Nota : On constate que les pilotes délaissent volontiers l'entraînement en tangage, pourtant la base à ne pas négliger, au profit du roulis plus spectaculaire (wingover).

- Au niveau du pilote :

- gérer l'abattée,
- ne larguer le câble **hors terrain** qu'en présence d'un risque d'accrochage au sol, sinon gérer sa trajectoire pour larguer le câble sur le terrain ou même se poser avec éventuellement... Écouter les consignes du treuilleur à la radio avant de faire n'importe quoi, comme larguer dans un champ de céréales...

- Au niveau du treuil fixe :

- frein immédiat pour éviter la pelote sur le tambour.

Les incidents

Le coup de fouet -

Il a lieu sur une augmentation de tension trop "sèche" de la ligne déjà en tension, principalement lors de la demande de décollage; il se crée alors une onde de tension de célérité variable sur le câble. Quand cette onde arrive au pilote, elle est suivie immédiatement de la force de tension, les deux s'additionnent provoquant l'arrachement du sol de celui-ci.

Conséquences (compte tenu du fait que cette traction énorme est instantanée) :

- le P.U.L. ainsi arraché aura une incidence excessive,
- surpris, le pilote peut être déséquilibré et se cramponner sur ses freins en parapente, ou pousser son trapèze en delta avec comme conséquence une incidence de décrochage.

Dans les deux cas la sanction peut être :

- un effet spi avec projection latérale au sol très violente,
- un décrochage de l'aile avec chute sur le dos du pilote.

Ce phénomène est lié à plusieurs facteurs :

- le principal est l'accroissement instantané de la tension,
- la vitesse variable de propagation de la tension dans le câble (sur 1000 m environ 2 secondes pour du 2 mm acier),
- le rapport masse /mètre du câble.

Conduite à tenir :

Au niveau du treuil :

- Quand la bêtise est faite il n'y a pas de parade.

D'où :

- Toute action d'augmentation/diminution de la force de traction **doit être pro gres sive !!!**
 - Le coup de fouet peut être atténué grâce à une drisse suffisamment longue (env. 10m), de nature et caractéristiques différentes du câble ; la propagation étant différente (elle aussi), amortira une partie de l'énergie parasite.
- Nota : Cette longueur de drisse apparemment excessive pour le parapente n'est pas une gêne pour celui-ci, elle est une sécurité pour les deltas, le parachute se trouve ainsi suffisamment éloigné pour ne pas être percuté après le largage.