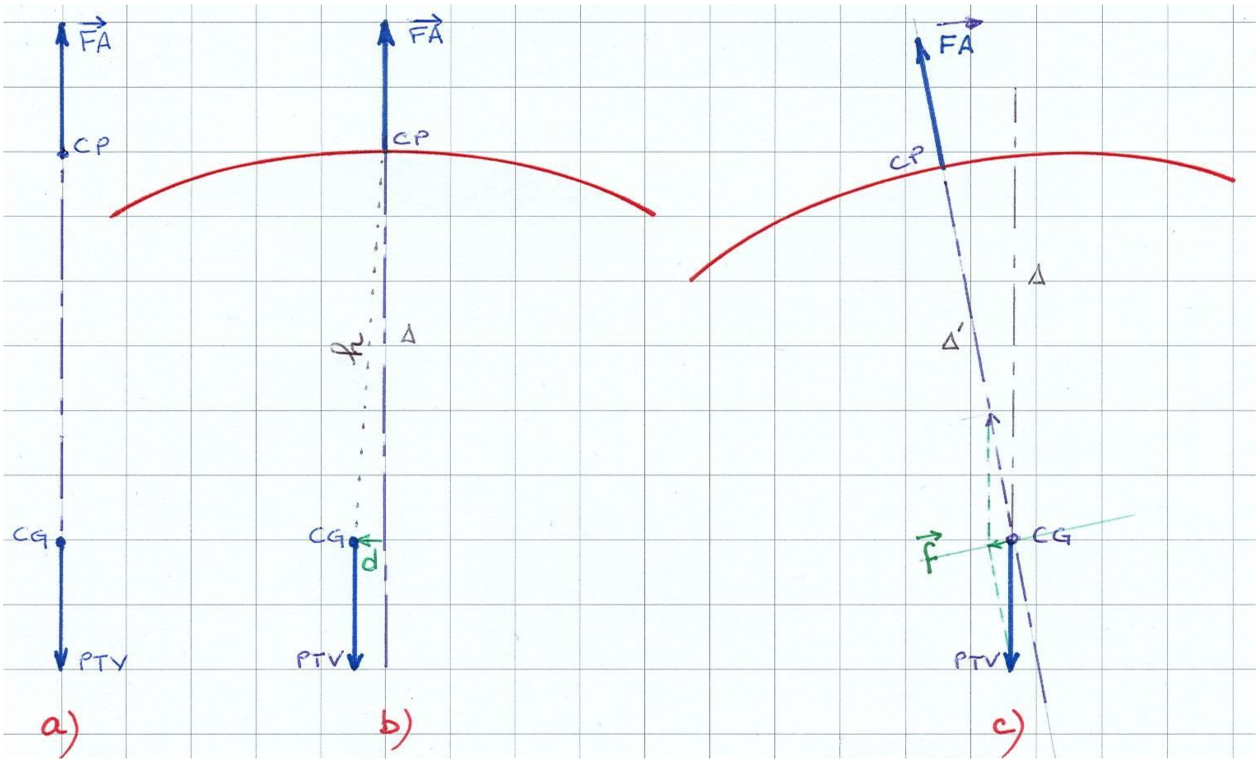
Autre possibilité pour virer, l'appui sellette :

L'appui sellette gauche déplace le Centre de Gravité à gauche et crée donc un moment positif $\overrightarrow{\mathfrak{M}} = \overrightarrow{FA} * d$ dans le bon sens. Le rendement dépendra de la distance d, c'est-à-dire, plus ou moins d'appui sellette et autres actions sur les commandes; la trainée est épargnée, le taux de chute minimisé.

Principe :



Processus d'inclinaison et de mise en virage par déplacement du centre de gravité :

représentation aile vue arrière.

a) Vol rectiligne : $\overrightarrow{FA}$ et $\overrightarrow{PTV}$ sont verticalement alignés, le système est équilibré.
b) Engagement à la sellette : le pilote porte son poids du côté où il veut tourner, à gauche :
CG n'est plus verticalement aligné avec CP.
$\overrightarrow{FA}$ exerce un moment $\overrightarrow{\mathfrak{M}} = \overrightarrow{FA} * d$ engageant une rotation du système autour de CG, point pivot des axes fondamentaux (la droite d'action de PTV passe toujours par le centre de gravité, pivot du roulis : le moment de PTV est nul).
Cette rotation a remis $\overrightarrow{FA}$ en alignement avec CG, il n'y a plus de moment : $\overrightarrow{\mathfrak{M}} = \overrightarrow{0}$.

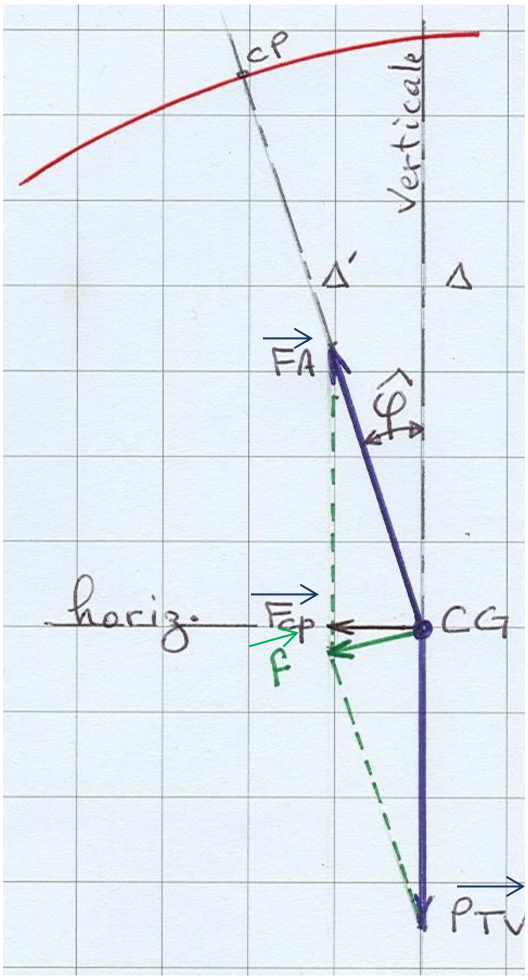
c) Virage stabilisé : le système parapente-pilote a effectué une rotation autour de l'axe de roulis.

$\overrightarrow{FA}$ et $\overrightarrow{PTV}$ ne sont plus colinéaires, il en résulte une force qui va enclencher la mise en virage.

Nouvelle trajectoire du vecteur vitesse :

L'inclinaison du système autour de l'axe de roulis donne naissance à une force $\vec{f}$ à effet centripète qui va imposer au système une altération régulière de la trajectoire. La nouvelle trajectoire du point d'application de v, donc du système, est un cercle dont le rayon R dépendra de la vitesse v (vitesse propre), ainsi que de la composante horizontale $\overrightarrow{Fcp}$ de la force $\vec{f}$ origine de l'accélération radiale.

Quel rayon de virage ?



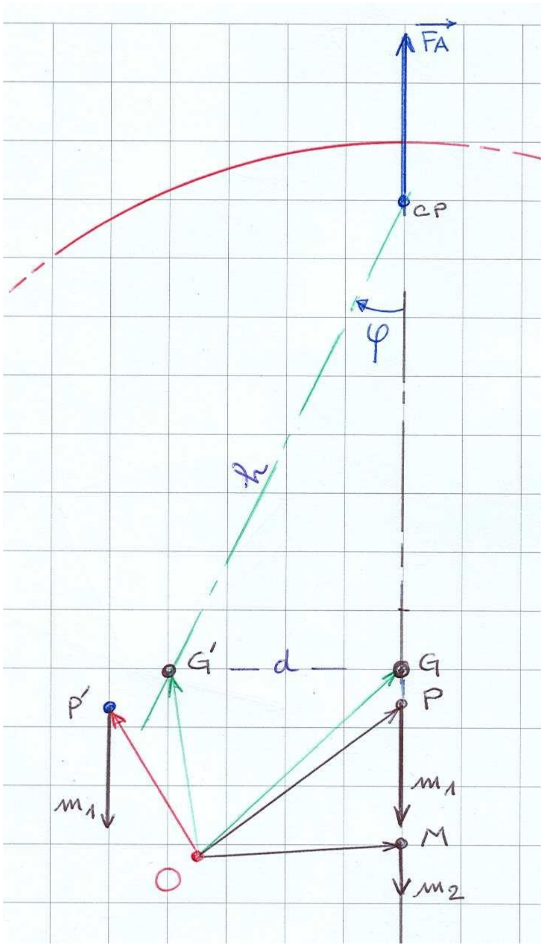
Le moment de rappel $\overrightarrow{\mathcal{M}} = \overrightarrow{FA} * d$ déplace la droite d'action Δ de $\overrightarrow{FA}$, de la verticale à la position Δ', inclinée de l'angle φ.

Les droites d'actions passent à nouveau par le centre de gravité : $\overrightarrow{FA}$ et $\overrightarrow{PTV}$ composent une force $\vec{f}$.

$\overrightarrow{Fcp}$ projection horizontale de $\vec{f}$ va fournir une accélération centripète, transformant la trajectoire droite en trajectoire circulaire.

Déterminons la nouvelle position du Centre de Gravité, l'inclinaison et le Rayon de virage.

Centre de gravité



avant appui sellette :

G lieu du centre de gravité

m_1 masse du pilote, P point d'application Pilote,

m_2 masse matériel, M point d'application Matériel

O un point quelconque

à l'appui sellette :

G' nouveau lieu du centre de gravité

P' nouveau point d'application Pilote,

$m_1 \overrightarrow{OP} + m_2 \overrightarrow{OM} = (m_1 + m_2) \overrightarrow{OG}$ $\qquad$ $m_1 \overrightarrow{OP'} + m_2 \overrightarrow{OM} = (m_1 + m_2) \overrightarrow{OG'}$

$m_2 \overrightarrow{OM} = (m_1 + m_2) \overrightarrow{OG} - m_1 \overrightarrow{OP} = (m_1 + m_2) \overrightarrow{OG} + m_1 \overrightarrow{PO}$

$m_1 \overrightarrow{OP'} + (m_1 + m_2) \overrightarrow{OG} + m_1 \overrightarrow{PO} = (m_1 + m_2) \overrightarrow{OG'}$

$m_1.(\overrightarrow{OP'} + \overrightarrow{PO}) + (m_1 + m_2) \overrightarrow{OG} = (m_1 + m_2) \overrightarrow{GO} + (m_1 + m_2) \overrightarrow{OG'}$

$m_1.(\overrightarrow{PO} + \overrightarrow{OP'}) = (m_1 + m_2).(\overrightarrow{GO} + \overrightarrow{OG'}.)$

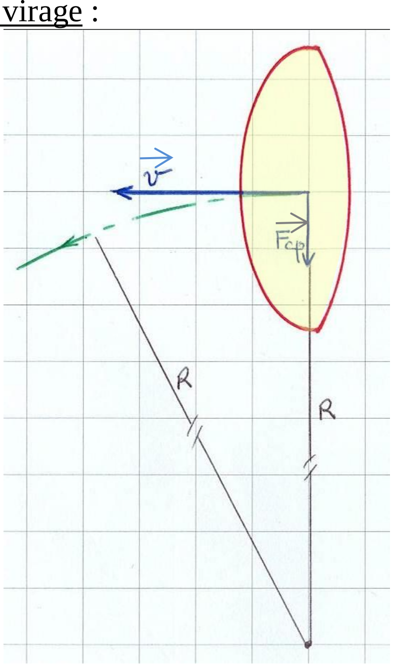
puisque $\overrightarrow{PO} + \overrightarrow{OP'} = \overrightarrow{PP'}$ et $\overrightarrow{GO} + \overrightarrow{OG'} = \overrightarrow{GG'}$ $\qquad$ $\boldsymbol{\overrightarrow{GG'} = \frac{m1}{m1+m2} * \overrightarrow{PP'}}$

Inclinaison : $\varphi = \arcsin\left(\frac{\frac{m1}{m1+m2} * PP'}{G'Cp}\right) = \arcsin\left(\frac{GG'}{G'Cp}\right) \approx \frac{d}{h}$ (angle faible)

d = distance de G' à la verticale passant par G,
h = distance G'_Cp

Force centripète : $\overrightarrow{Fcp} \equiv \overrightarrow{FA} \sin\varphi = \overrightarrow{FA} * \left(\frac{d}{h}\right)$

Rayon du virage :



$\vec{v}$ vitesse de l'aile,
m masse totale
$\overrightarrow{Fcp}$ force centripète,
R rayon de la courbe
$\overrightarrow{Fcp} = \overrightarrow{FA} \sin\varphi$, $\quad \frac{d}{h} = \sin\varphi$
$\overrightarrow{Fcp} = \overrightarrow{FA}.\frac{d}{h}$ $\quad$ or $\quad |\overrightarrow{Fcp}| = m.v^2/R$

→ $\boxed{R = (m.v^2.h)/(FA.d)}$

Equation aux dimensions :
L = M . (L²/T²) . L / M . (L/T²) . L

vérifie la cohérence de la formule établie

Application numérique pour se fixer les idées :

PTV : 95kg - voile h= 7 m - v= 7,5m/s (taux de chute mini)
un déplacement à G' de 0,2m
Inclinaison : arcsin ($\frac{0,2}{7,5}$) = 1,5°
→ R ~ 200m

Ce résultat est pour le moins surprenant pour l'utilisateur, mais attendu par le concepteur du pendule, en recherche de stabilité. Dans cette évaluation purement formelle, seul est pris en compte le déplacement du centre de gravité.
Une ventrale normalement relachée facilitera l'appui sellette (sinon c'est sans espoir!).

Améliorer le lacet : (en suppléments Pilotage)
Virer à plat, taux de chute réduit : (en suppléments Pilotage)