

# Le TowPoint d'un kite

2024 - Romain LAMBERT

## Résumé

Ce bureau d'étude a pour sujet le tow point du Kite et son influence sur ce dernier. L'objectif final étant de déterminer le towpoint "optimal" d'un kite.

## I. TITRE

### A. Définition du Tow Point

le point d'application d'un effort est une notion importante. Si celui de l'effort aérodynamique et du poids sont couramment utilisés, le point d'application de la tension des lignes influence beaucoup les performances d'un kite. De plus, le bridage d'un kite change considérablement la façon dont se répartie la tension dans les lignes et l'angle d'équilibre au zénith d'un kite. Ainsi, afin de capturer l'influence du bridage sur les performances d'un kite, on définit le towpoint comme étant **le point d'intersection entre la corde moyenne d'un kite et l'axe de la tension des lignes**. Ainsi, le towpoint permet de lier la géométrie du bridage et son influence sur la dynamique du kite.

La première équation donne l'angle d'incidence  $\theta$  :

$$\cos(\delta - \theta) + \beta(\sigma - \cos(\delta))C_N(\theta) = 0 \quad (1)$$

La deuxième équation donne l'angle d'élévation  $\Gamma$  :

$$\Gamma = \tan^{-1}\left(\frac{\beta C_N(\theta)\cos(\theta) - 1}{\beta C_N(\theta)\sin(\theta)}\right) \quad (2)$$

Avec  $\beta = \frac{\rho A W_0^2}{2mg}$  et  $\sigma = \frac{X_{cp}}{r}$

Ces équations ont été codées (disponible sur Nextcloud : 06-RESSOURCE/AC-Admin Commun/4-Rapports Stagiaires/Stage Zoé Marcellet/Rapport\_zozo/06\_Topic\_modèle\_aéro\_zenith). Elles restent cependant peu concluantes car requièrent les coefficients aérodynamiques du kite.

## II. MESURE DE L'ANGLE D'INCIDENCE AU ZÉNITH

### A. Problème de l'angle de calage $\alpha_0$

Une première intuition nous amène à penser que la connaissance de l'angle d'élévation et de la géométrie des bridages permet de remonter à l'angle d'incidence  $\alpha$

La figure , l'angle  $\alpha_0$  dépend de considération aérodynamique, car :

$$\frac{L}{D} = \frac{1}{\tan(\theta)} = \frac{1}{\tan(\alpha + \alpha_0)} \quad (3)$$

Ainsi, l'angle que fait le cône de bridage avec les lignes qui le relient au sol s'adapte (via l'angle  $\alpha_0$ ) de sorte à aligner les efforts aérodynamiques avec les lignes des avants. Ainsi, cette angle permet de lier "géométrie" et "aérodynamique" :

*B. Utiliser un capteur de tension pour les A et les B au niveau du kite*

L'idée est que notre système {kite+bridages} se comporte comme un pendule inversé. Mesurer les tensions dans les A et les B permet de mesurer la position de la résultante aérodynamique le long du kite et ainsi de prédire son angle d'incidence  $\alpha$  en s'affranchissant de la polaire aérodynamique du kite.

$$T_A \cos(\delta_A) - T_B \cos(\delta_B) = T \cos\left(\frac{\pi}{2} + \alpha - \theta\right) \quad (4)$$

et ainsi d'en déduire :

Ainsi, on peut déterminer l'angle d'incidence  $\alpha$  à partir de :

- $T$  : la tension des avants ( capteur "3 axes" )
- $\theta$  :  $\frac{\pi}{2}$  - l'angle d'élévation (capteur "IMU")
- $T_A$  : la tension dans les A au point d'attache du kite (capteur "cyclopes")
- $T_B$  : la tension dans les B au point d'attache du kite (capteur "cyclopes")
- $\delta_A$  : l'angle des A par rapport à la corde moyenne du kite (surfplan ou au laser)
- $\delta_B$  : l'angle des B par rapport à la corde moyenne du kite (surfplan ou au laser)