

Vitesse : Partie 2 - Stabilité vs Trainée.

Continuons notre discussion sur la vitesse en wingsuit. Dans le chapitre 1, nous avons posé les bases de la relation entre la portance et la vitesse.

Pour rappel : plus de vitesse = plus de portance disponible = plus de marge.

La partie la plus importante à retenir du chapitre 1 : toute perte de vitesse peut dégrader votre portance disponible en une seconde. Si vous êtes à court de portance disponible à basse altitude les suites peuvent être dramatiques. (FBL...)

À l'origine, nous devions réaliser ce briefing en 2 parties. Toutefois, pour avoir une discussion plus compréhensible, « Topgun base » a collaboré avec Matt Gerdes pour vous présenter une troisième partie.

Dans ce chapitre, nous allons continuer à parler de la partie académique et basique de la vitesse.

Nous allons vous présenter des termes précis pour standardiser le vocabulaire dans la communauté du BASE et nous allons parler un peu plus en détail de la configuration « old school » pour performer en vitesse.

Dans la partie 3, Matt Gerdes nous parlera de nouvelles techniques utilisées par les compétiteurs et que vous allez pouvoir appliquer dès votre prochain saut !

Vitesse : Partie 2 – Terminologie.

“Arms back” ou bras en arrière... Ça veut dire quoi ça ?

Avant de commencer toute discussion concernant les techniques de vitesse, je voudrais mettre les choses au clair concernant un terme assez énervant.

Ce terme est : « Bras en arrière ou relâchés »

Entendu de manière routinière, il ne veut absolument rien dire, il peut être trompeur et porte à confusion.

« Relâche tes Bras, mets-les en arrière en position relax. »

Ce terme est souvent utilisé dans le monde de la wingsuit et peut donner un angle totalement différent en fonction des personnes.

Les termes exacts à utiliser sont : **DIÈDRE ET FLÈCHE.**

LE DIÈDRE

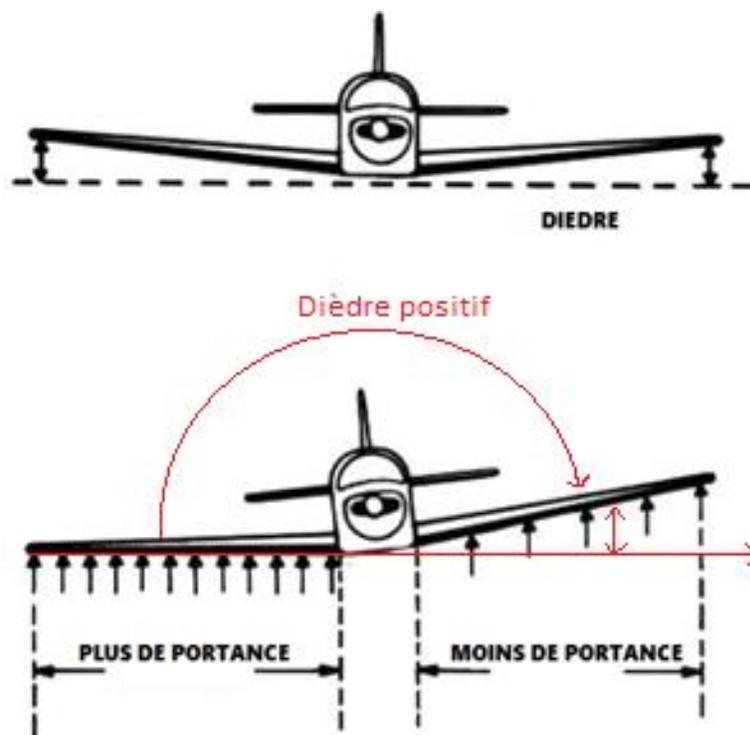


Figure 3-12 EFFET DU DIÈDRE SUR LA STABILITE LATERAL

Le dièdre positif améliore la stabilité latérale (le Roulis) sur l'axe longitudinal.

Le dièdre est l'angle formé entre les ailes de la wingsuit.

Dièdre Nul : les bras sont alignés avec le corps.

Dièdre Négatif : les bras sont devant le corps.

Dièdre positif : les bras sont derrière.

[Voici la vidéo.](#)

Le Dièdre positif sert à augmenter la stabilité latérale sur l'axe longitudinal (axe passant de nos pieds vers la tête) le mouvement associé est le roulis.

Avec du dièdre positif, lorsque vous êtes en virage, l'aile basse s'aligne sur l'horizon, ce qui a pour effet d'augmenter la composante verticale de la portance. L'effet inverse se produit sur l'aile haute et la différence de portance crée un équilibrage qui tend à faire revenir la wingsuit à plat grâce à l'augmentation de portance sur l'aile basse.

Le dièdre positif a un effet stabilisant.

A contrario les avions de voltige ont un dièdre nul voir négatif, pour une agilité maximum au détriment de la stabilité.

Rien n'est gratuit en aérodynamique.



Notez le dièdre nul sur cet EDGE540 pour une maniabilité accrue.

Les avions des « Red Bull Air Races » sont des avions de voltiges conçus avec un dièdre nul qui leur confère un taux de roulis très important (tonneaux).

Le pilotage demande une plus grande précision.



Dièdre négatif sur cet AlphaJet de la patrouille de France.

Le Dièdre négatif est souvent utilisé sur les chasseurs, Alphajet, F104, Harrier.

Les ailes sont vers le bas et l'effet est l'exact opposé du dièdre positif. Au lieu de vous stabiliser et vous ramenez à plat, le dièdre négatif augmente le roulis et amplifiera le mouvement plutôt que l'atténuer. Il augmente la manœuvrabilité et diminue la stabilité.



Pigeon en vol plané et dièdre positif.

La nature a bien compris ces concepts aérodynamiques.

Par exemple un pigeon en plané aura un dièdre positif important, mais ils planent mal... ! Ne prenez pas exemple sur eux. :)



De l'autre côté du spectre aérodynamique vous avez les oiseaux de type Apodidae (hirondelle...) ils sont supers agiles. Vous les verrez souvent planer avec un dièdre négatif et une agilité hors norme.

Les avions ont un dièdre fixe, adapté à leur profil de vol contrairement aux oiseaux ou à l'humain en wingsuit.

Nous avons un dièdre à géométrie variable, et une articulation "Multi pivot", nos bras peuvent bouger dans toutes les directions.

Pour nous le dièdre et un moyen de contrôle supplémentaire unique à la wingsuit qui affecte notre stabilité en roulis, piqué, et vitesse de différentes manières.

L'ANGLE DE FLECHE

L'angle de flèche de l'aile, ou flèche de bras, en anglais, « armsweep » ou « wingsweep » est l'angle formé entre le bord d'attaque de l'aile et l'axe transversal.

Debout en position repos, les bras le long du corps correspondent à une forte flèche et sera la flèche maximale.

Les bras levés à l'horizontale ou 90° par rapport à votre corps sera un angle de flèche faible.



Tomcat en sortie de catapulte, 20° de flèche.

L'avion le plus célèbre ayant adopté le principe de flèche variable ou géométrie variable est le F14 Tomcat...(l'avion de TOPGUN pour les amoureux de [Tom Cruise](#))



Passage rapide pour ce Tomcat ailes repliées, 68° de flèche.

Un angle de flèche de 20° lui permet de voler lentement pour l'atterrissage, le décollage et le combat à basses vitesses et forts AOA.

Dès que l'avion passe au-dessus de mach 0.7, l'angle de flèche augmente vers 68° pour permettre un vol plus rapide...Mais aussi paraître plus cool #SWAG.

Pour les wingsuit, vous remarquerez qu'il y a un angle de flèche bien définie pour chaque type de wingsuit. Les wingsuits débutants ont une flèche très faible, alors que les wingsuit taillées pour les courses ont une forte flèche.

Le gain en vitesse n'est pas nécessairement garanti en adoptant juste une flèche super agressive. Une flèche à géométrie variable affectera tout un tas de paramètres tel que le centre de gravité, le centre de pression, la surface alaire, la stabilité longitudinale, latérale, transversale et bien sûr, la vitesse.

Un des secrets du F14 Tomcat qui est maintenant retiré du service, était son [système d'airbags](#) au niveau de l'emplanture de l'aile.

En effet, l'aile à géométrie variable laissait une cavité dans le fuselage lorsque les ailes étaient dépliées, cette cavité était remplie par des airbags pour rétablir une architecture propre et ne pas déranger l'écoulement aérodynamique sur le fuselage.

Pour les wingsuit, augmenter la flèche manuellement en dessous du design de base, c'est-à-dire, baisser un peu vos bras, va détendre votre aile et laisser flotter du tissu qui ne pourra pas être rétracté de manière efficace par le flux d'air, votre aile sera déformée.

Est-ce efficace pour la vitesse ? Oui et non.

Une flèche de bras élevée en wingsuit n'est ni plus ni moins qu'une déformation induite de l'aile. Cette déformation vous permettra de réduire la portance pour diminuer votre angle de plané et suivre une ligne plus raide. Il est clair qu'en fin de piqué, avec les bras pliés vous aurez un fort taux de chute. Avec un peu d'entraînement cette augmentation d'énergie cinétique pourra être convertie en énergie potentielle et vous serez capable de ressourcer.

Mais une aile de bras repliée à un mauvais rendement et gaspille beaucoup d'altitude, altitude qui aurait pu être optimisée pour voler ailleurs ou plus vite.

Nous sommes d'accord, s'entraîner à voler avec les bras pliés ou en arrière est une des configurations qui doit être maîtrisée par tous. Toutefois, l'utilisation de cette configuration doit être utilisée à bon escient.

Une configuration avec les ailes de bras pliés peut vous aider à vous stabiliser lorsque vous avez beaucoup de vitesse verticale. Par contre, le surplus de toile non gonflé va induire une traînée qui peut avoir un effet néfaste sur votre vitesse horizontale.

Il y a d'autres méthodes beaucoup plus optimisées pour piquer et garder sa wingsuit dans une configuration plus efficace. Matt Gerdes vous parlera de son point de vue dans le chapitre sur les techniques de vitesse en compétition (partie 3).

Quantifiable et explicable !

Maintenant que nous utilisons le même vocabulaire technique, nous pouvons quantifier précisément ce que ne faisons en vol et tout le monde sera capable de le comprendre.

Le dièdre et la flèche se mesurent en degrés par rapport à une référence définie et, en wingsuit nous pouvons utiliser et faire varier simultanément ces deux valeurs.

Oublions-les : “bras dans le dos” ou “bras en arrière” maintenant cela sera dièdre –positif-nul ou négatif et angle de flèche de l’aile !

Déformation Vs stabilité Vs performance.

L’aérodynamique est une science de compromis.

En fonction de leurs missions, les avions sont conçus pour avoir de bonnes performances dans un endroit du domaine de vol au détriment d’une autre.

Par exemple, les avions de ligne sont conçus pour transporter du personnel le plus économiquement possible, c’est-à-dire consommer le moins de kilogrammes de kérosène par passager par kilomètre parcouru.

Ils le font très bien, par contre ils seront incapables de prendre 10G, faire de la voltige, ou se poser sur un porte-avion. Il faut des compromis. Dans le chapitre “*WTF are we really doing*” « *que faisons-nous vraiment ?* » nous avons vu que les wingsuit ont des performances ridicules comparées aux planeurs.

Le profil d'aile des wingsuits est dessiné pour le meilleur rendement dans un domaine spécifique.

Idéalement, avec notre morphologie qui n'est pas du tout adapté au vol, nous devrions avoir peu d'effort à fournir pour voler en wingsuit.

Pourquoi déformons-nous autant nos wingsuits ? Nous réduisons littéralement leurs performances. Ajouter ou réduire du dièdre, changer la flèche, pousser sur les genoux, lâcher les bouts d'aile déforme la structure et le profile. Toutes ces parties gonflables n'aiment pas du tout ces déformations qui vont créer une traînée supplémentaire qui impactera grandement les performances.



Les constructeurs de wingsuit ne veulent surtout pas que vous voliez de cette manière.



Vous devez voler comme ça !



Notez la bonne position de ce pilote, quasiment aucune déformation, pas de dièdre et ni de modification de flèche.



Si vous voulez voler de manière performante, éliminez toute les déformations induites par vous !

Déformation vs Stabilité vs Performance

Les pilotes veulent également de la stabilité. Lorsque nous pilotons nos wingsuits nous voulons que celle-ci reste où l'on décide. La stabilité d'une wingsuit est sa capacité à revenir à son état initial si elle subit un changement involontaire.

La stabilité est une des raisons pour laquelle un RSE est utilisé en tandem.



La stabilité d'un tandem en chute est améliorée par l'ajout d'un RSE.

Bien que moins évident, le même principe est utilisé pour les avions ou les wingsuits. Pour nous, la stabilité est créée en isolant des régions de la wingsuit où la traînée agit comme un micro RSE en différents points.



La stabilité est générée en équilibrant les régions de traînée.

Ces régions de traînée augmenteront si vous déformez votre aile ou si vous changez de position (tête, buste, genoux, etc.) Notre cerveau agit comme un ordinateur de vol qui va contrer ces déformations pour maintenir un équilibre sur les 3 axes.

Tangage-roulis-lacet.



Axes de référence et mouvements associés autour de ces axes.

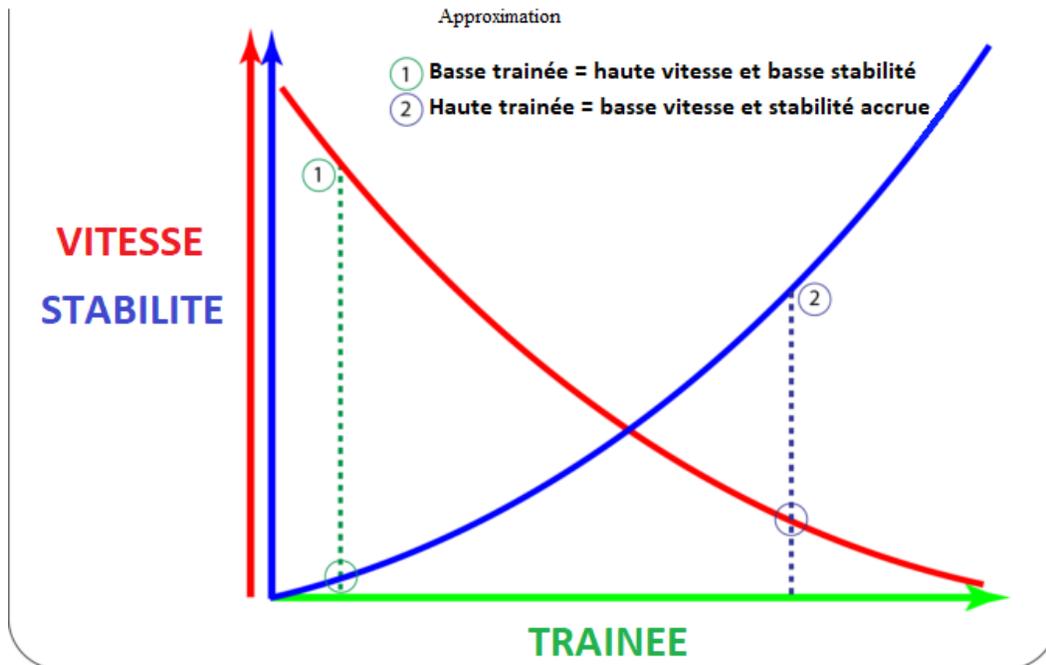
La stabilité est une très bonne chose, par contre en excès, elle ajoutera de la traînée qui s'opposera à la vitesse. On ne peut pas tout avoir.

En règle générale pour le vol en wingsuit :

Basse traînée = haute vitesse et basse stabilité

Haute traînée = basse vitesse et stabilité accrue

TRAINEE Vs STABILITE Vs VITESSE



L'exemple concret serait du « downhill » en skate, vous roulez à pleine vitesse jusqu'au moment où vous prenez une bosse et votre skate commence à violemment osciller pour finalement vous éjecter. C'est un exemple de perte de stabilité à haute vitesse. La même chose peut se produire en wingsuit.

Le dièdre et la stabilité.

Notre nouveau terme favori, le dièdre, est un avantage pour la stabilité latérale. Pour les wingsuits c'est aussi un avantage pour la stabilité en piqué (tangage).

Voler avec du dièdre positif dégrade la portance et augmente le taux de chute ce qui permet de suivre des lignes plus raides. Volez avec un taux de chute plus élevé augmentera votre angle d'attaque, votre aile agira comme un RSE en créant de la traînée qui augmentera la stabilité. Vous sentirez moins d'oscillations et de déséquilibres sur les deux axes.



Voler des lignes très raides en utilisant un dièdre exagérément positif est devenu très populaire ces dernières années. C'est une configuration remarquablement stable. Toutefois, il existe d'autres techniques présentées dans le chapitre 3 qui avec un minimum d'entraînement présentent un avantage considérable sur votre profil de vol en augmentant la portance et la vitesse. Attention : ces avantages ont un coût et vous allez perdre en stabilité sur tous les axes, entraînez-vous !

Au final : le dièdre vous aidera à garder votre stabilité en wingsuit. Mais il augmentera aussi la traînée qui s'opposera à votre vitesse... Rien n'est gratuit en aérodynamique.

L'angle d'attaque. AOA (Angle of attack)

À NE SURTOUT PAS CONFONDRE AVEC L'ASSIETTE !

Pour les initiés, vous remarquerez que nous avons parlé qu'une seule fois de l'AOA concernant notre approche sur la vitesse. Cet oubli est intentionnel, l'AOA est une nuance qui peut être assez complexe à cerner même dans la communauté des pilotes d'avions. Essayer de faire comprendre les concepts d'AOA dans le milieu de la wingsuit est une tâche ardue. Avant d'entamer une discussion et de parler de valeur d'AOA, nous devons d'abord standardiser notre vocabulaire. Pour le moment, nous allons laisser de côté l'AOA et nous concentrer sur des choses plus fondamentales.

Vitesse Terminale.

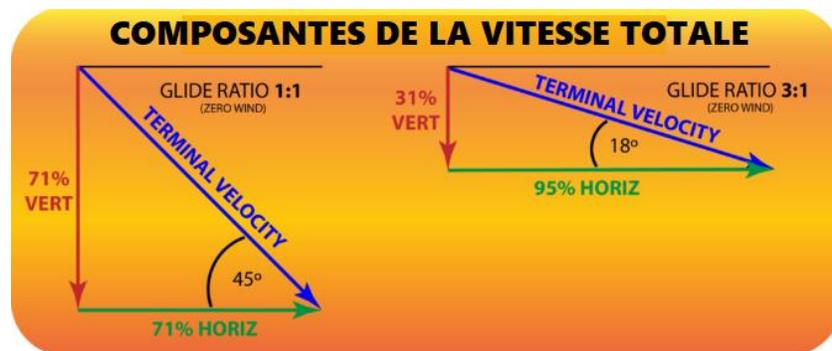
Pas la vitesse horizontale ni verticale ni celle de finesse max ou de taux de chute mini. Sur votre « flysight » c'est la « total speed » (par vent nul) c'est juste un autre terme pour la vitesse terminale. Terminale, ne veux pas dire absolue ou maximum possible. Lorsque nous parlons de planeur ou de wingsuit la vitesse terminal est la vitesse à laquelle vous pénétrez les particules d'air à un moment précis, et à n'importe quelle position ou orientation. La résistance de l'air via la friction sur votre wingsuit combinée avec la distribution de la pression de l'air sur votre corps s'opposera à votre accélération. Par définition, c'est la vitesse terminale, que vous voliez en palier ou tête en bas. La vitesse est un vecteur qui est défini par deux paramètres, sa direction et sa valeur. Tout changement de configuration va s'équilibrer avec une nouvelle vitesse terminale (vitesse totale, et direction). Oubliez ce que vous avez

appris lors de votre PAC au sujet de la vitesse terminale qui est seulement vers le bas.

L'inefficacité des wingsuit est la raison pour laquelle nous insistons sur la vitesse terminale, nous devons prendre en compte la composante verticale et horizontale de la vitesse.

Par exemple : chuter avec une finesse de 1 correspond à un angle de 45° .

Cela veut dire que nous avons 71% de notre vitesse terminale dans la verticale et dans l'horizontale.



Chuter avec une finesse de 3 correspond à un angle de 18° .

Cela veut dire que nous avons 31% de notre vitesse terminale dans la verticale et 95% dans l'horizontale. Ces proportions sont assez effrayantes comparées à un aéronef.

VOICI LA QUESTION PERTINENTE :

Quelle est la vitesse maximale que nous pouvons atteindre avec une wingsuit totalement pressurisée, tendue et en profil d'aile non déformé ?

Est-il possible de faire du Freefly, tête en bas, avec une wingsuit totalement pressurisée et une forme optimale ? (AOA proche de zéro)

Personnellement, je ne peux pas, et nous ne prétendons pas que vous sachiez le faire.

Notre enveloppe de vol est restreinte (finesse de 3), de ce fait, nous devons admettre que la vitesse terminale est notre paramètre principal.

Je crois profondément que dans l'optique de travailler sur notre vitesse Horizontale, nous devons travailler sur 2 axes.

- 1) Apprenez à voler avec un contrôle total à la vitesse terminale, dans une wingsuit totalement tendue, pressurisée et sans aucune déformation (buste bras genoux etc). Cela va être raide ! Attendez-vous à des instabilités, concentrez-vous sur une vitesse terminale maximale dans une position parfaite. Bien entendu, cet entraînement se fera d'avion !

- 2) Une fois que vous maîtrisez le vol à vitesse terminale élevée dans une position parfaite, nous pourrons transiter de la vitesse terminale vers une recherche d'une vitesse horizontale maximale. En partant de la vitesse maximale sur une polaire de vitesse (voire l'explication de Matt) nous allons intercepter la vitesse de finesse max. Cette vitesse donnera le ratio idéal entre la traînée et la portance. Elle n'est valable seulement que dans une position parfaite.

Changer ne serait-ce que la pression dans votre booster, la manière d'attraper le grip ou encore la position de votre tête, et votre vitesse de finesse maximale changera avec cette nouvelle configuration de vol. C'est un fin et cauchemardesque mélange de science et d'art.

Honnêtement, nous ne pouvons pas vous fournir des valeurs spécifiques.

De nos jours, nous sommes cantonnés à de l'entraînement individuel par l'erreur et l'exercice. Mais il y a de l'espoir.

Le coaching s'avère de plus en plus précis et performant, les « skills camps » émergent, de nouvelles compétitions voient le jour.

Vous voulez savoir comment les pros s'entraînent ? Matt Gerdes et d'autres compétiteurs ont développé des techniques de vitesses diverses et variées qui sont prouvées et utilisables par tout le monde.

Nous verrons ça dans la partie 3 donc restez avec nous.

