

Les rafales

Textes, schémas et photos Laurent Van Hille



Une petite intro...

Mais alors petite l'intro s'il vous plaît !

La plupart des pilotes répondent mal aux QCM du brevet de pilote parce qu'ils **confondent l'action de la rafale sur le bord d'attaque à l'instant « t » et la réaction de l'aile.**

Mais franchement, si j'ai écrit cet article, ce n'est pas pour vous aider à marquer des points au BP. Mais pour vous faire comprendre des principes aéronautiques qui vous aideront à mieux piloter. A mieux comprendre l'aile et à avoir des réactions justes.

Commençons par une petite mise en scène pour illustrer l'idée :

1. Imaginons un homme qui marche dans la rue. Sa posture est bien droite, il avance tranquillement avec un parapluie... Eh oui, pour mon exemple, il pleut !

On peut dire que c'est l'équivalent d'un parapente qui avance en air calme. Le pilote bien centré sous l'aile. Autrement dit la « posture de référence »



2. Cet homme est frappé par un vent violent de face. Vu de l'extérieur l'homme se penche en avant. Mais c'est la conséquence directe (instantanée et donc invisible) de la force qui s'oppose à lui. Lorsque vous subissez une force qui vous déséquilibre, vous allez immédiatement réagir. **Un profile aérodynamique fait la même chose avec les rafales.**



Pour bien comprendre les rafales et leurs conséquences, nous allons travailler à partir d'un seul schéma auquel nous ajouterons les différentes rafales : thermique, face, arrière et descendante.

Nous analyserons, pour chacune d'entre elles, l'effet instantané de la rafale sur le profile en terme d'incidence et de vent relatif. Ce qui nous permettra de connaître la réaction de l'aile pour retrouver au plus vite son point d'équilibre. Et donc les réactions à avoir ou à ne pas avoir.

Enfin nous allons prendre quelques exemples de « la vraie vie » qu'il me semble important d'aborder. On a parfois du mal à comprendre une masse d'air. Pourtant en écoutant l'aile, en sentant le vent dans le visage, en regardant au travers des ascenseurs... il est possible de savoir et de réagir avec justesse.

Mais avant ça, il est important de partir sur les mêmes définitions pour :

- Les forces
- Les vitesses
- Les angles

Quelques rappels mécanique

Commençons par un petit rappel sur **les forces en présence** en vol statique (donc sur une trajectoire rectiligne) :

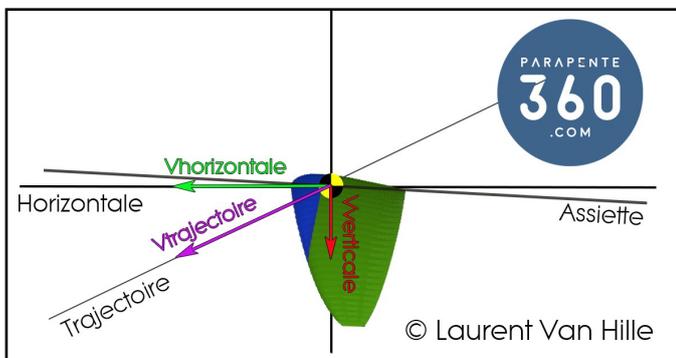
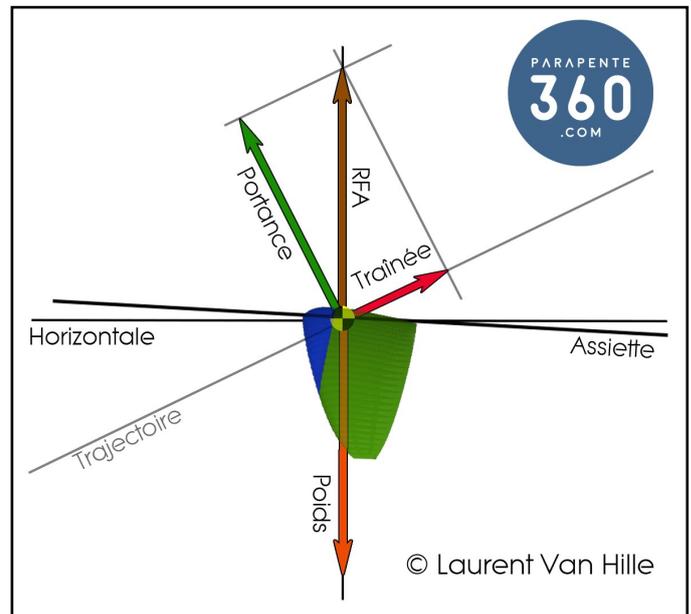
Opposé à la trajectoire, on a « **la Traînée** » en rouge... Parce qu'elle s'oppose au déplacement

Perpendiculaire à la traînée, on a « **la Portance** ». En vert, parce qu'elle nous aide à voler.

Et quand on additionne les deux, on a la « **RFA** », ou « **Résultante des Forces Aéro Dynamiques** ».

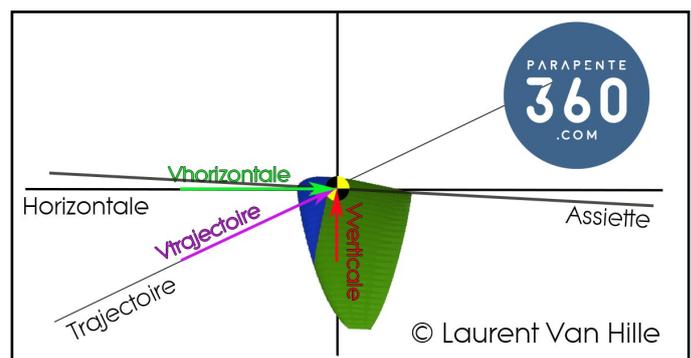
On l'oublie trop souvent, mais égale et opposée à la résistante, on a « **le Poids** ».

En vol rectiligne donc, ces forces ne varient pas. Si bien que le l'aile ne change pas de trajectoire et que le pilote ne ressent aucune accélération.



Voyons maintenant les **différentes vitesses en présence**. Nous avons une **vitesse sur trajectoire** (mesurée en km/h), composée d'une **vitesse verticale** (en général mesurée en m/s) et une **vitesse horizontale** (mesurée en km/h).

La vitesse sur trajectoire est ressentie par le pilote comme du vent dans la figure. On appelle ce vent dans la figure « **le vent relatif** ». Il est exactement dans l'axe de la trajectoire suivie par le parapente.



Pourquoi distinguer vitesse de l'aile et vent relatif ?

Eh bien si comme ça tout paraît évident, lorsque l'on commence à réfléchir « rafales », les erreurs s'accumulent. Moi je conseille de réfléchir en « vent relatif ». Donc la vitesse et l'axe du vent qui arrive sur le nez du pilote et donc sur le bord d'attaque du parapente. C'est bien les variations de vent sur le profile qui vont influencer sa manière de voler.

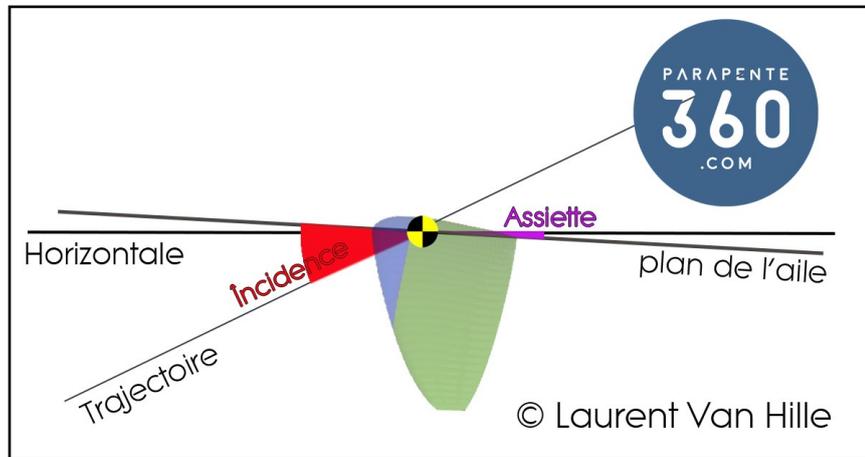
Un petit rappel sur les angles maintenant

Nous avons trois axes :

- l'Horizontale qui est notre repère « Humain ».
- Le plan de l'aile qui est l'axe longitudinal entre le bord de fuite et le bord d'attaque
- Et la trajectoire de l'aéronef

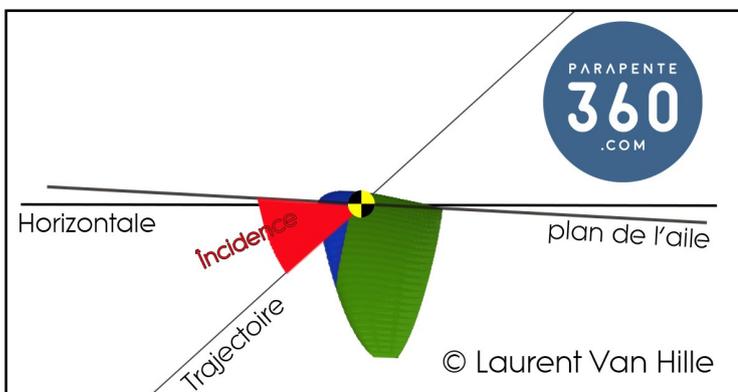
Il y a donc un angle entre le Plan de l'Aile et l'Horizontale que l'on appelle l'Assiette. Ici en rose. Ce n'est pas un angle qui a une grande importance pour nous simples volants. Il l'est plus pour les concepteurs.

Et l'autre, beaucoup plus important pour nous, est l'Incidence, qui est l'angle entre la trajectoire et le plan de l'aile.



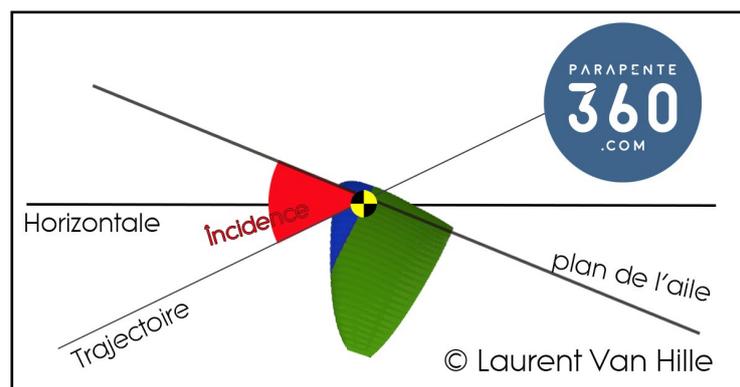
L'Incidence a une grande importance pour un pilote car c'est un angle (en parapente) qu'on ne peut ni dépasser dans un sens, ni dans l'autre. Dans un sens la voile ferme et dans l'autre elle décroche.

Comme on peut le voir sur les schémas ci-dessous, l'Incidence peut varier soit par une variation de l'assiette, soit par une variation de l'angle du vent relatif.



Cabrage du plan de l'aile —> augmentation de l'incidence

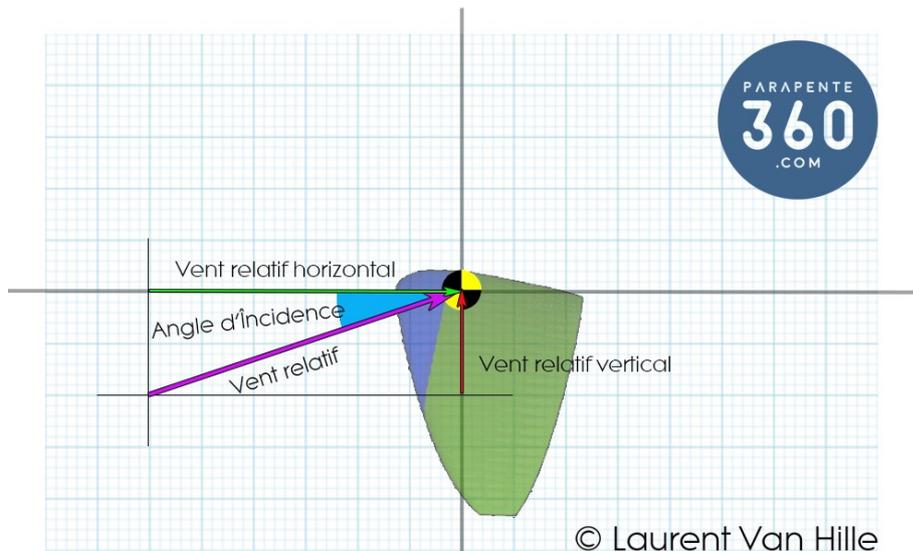
Trajectoire plus verticale —> augmentation de l'angle d'incidence



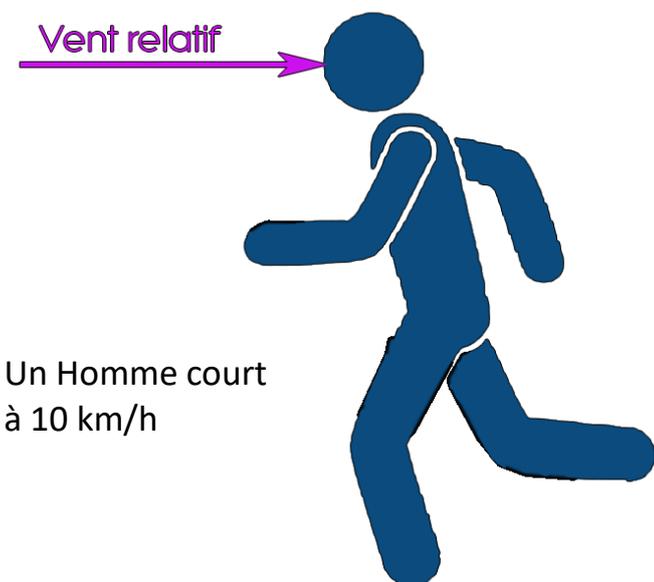
1. Des jolis dessin valent mieux que de longs discours

On va partir de ce schéma :
Moi j'aime bien partir du « vent relatif ». Donc le vent ressenti dans le visage. Les vecteurs représentent donc la vitesse de l'air dans la figure ou sur le bord d'attaque.

Il est plus facile de s'imaginer pour moi ce qui se passe lorsque l'on reçoit une rafale. Par exemple :



© Laurent Van Hille

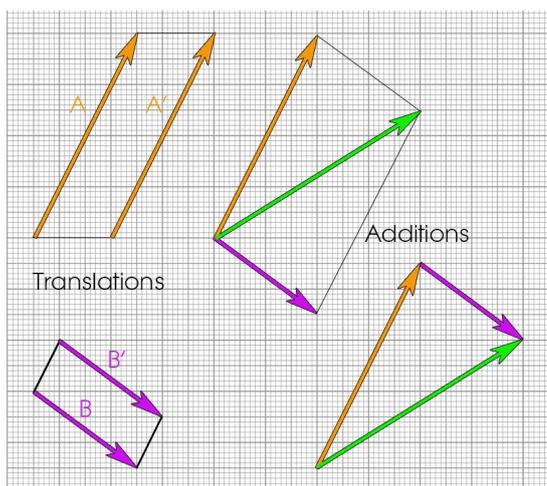


Un Homme court à 10 km/h



Il reçoit une rafale arrière de 5 km/h.

Dans cet exemple, il est relativement évident que la rafale doit-être placée derrière le coureur et qu'elle doit-être soustraite au vent relatif. Il est important de bien placer les vecteurs vitesses sur le schéma. C'est donc juste par « facilité intellectuelle » que je choisis de travailler depuis le vent relatif.



Juste un petit rappel avant d'attaquer les différentes rafales. Un vecteur matérialise visuellement une vitesse ou une force. Il peut-être déplacé du moment qu'il reste de la même longueur, dans la même direction et le même sens. On appelle ça une translation.

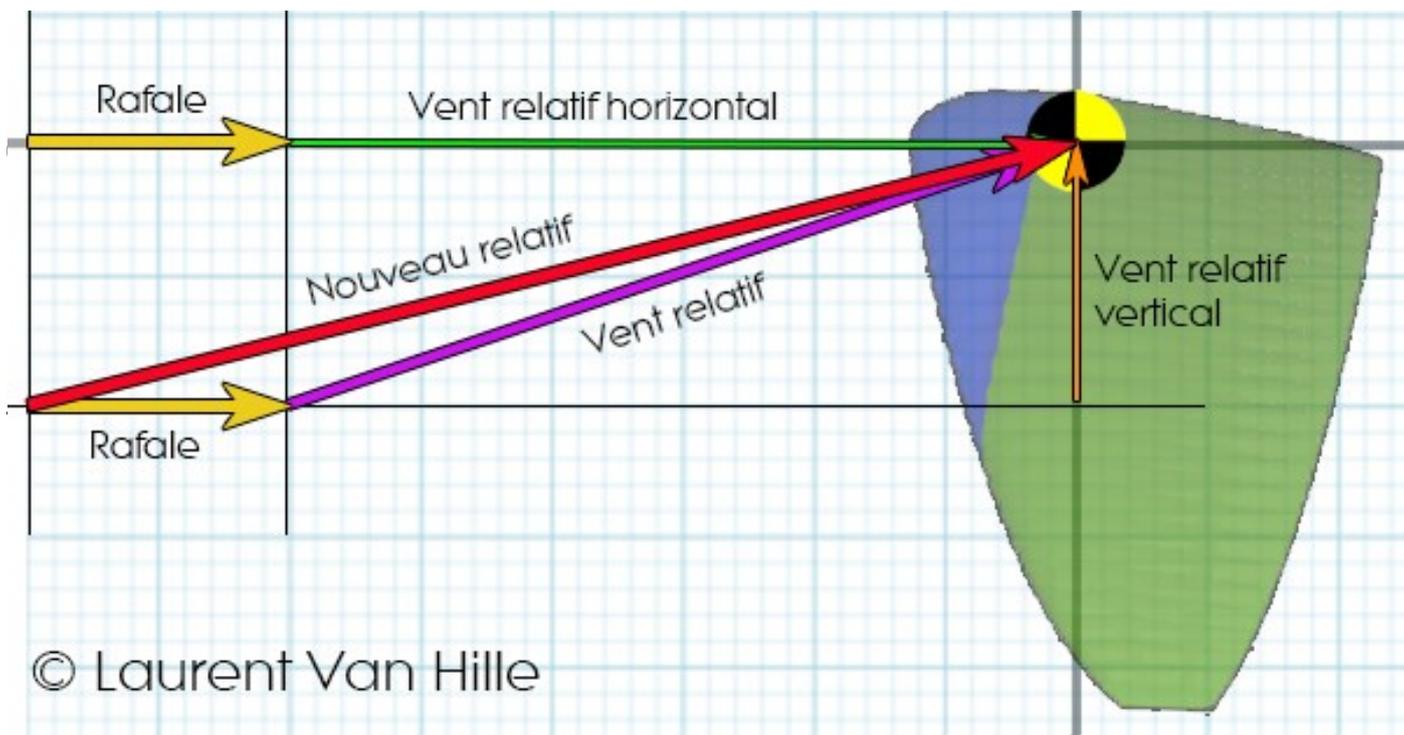
Et deux vecteurs peuvent s'additionner. Comme c'est montré sur le schéma ci-contre.

2. Donc où placer la rafale ?

Eh bien on va placer la rafale (la flèche du vecteur) sur l'origine du vecteur « Vent Relatif ». Commençons par une rafale de face. Tout le monde peut imaginer du vent dans la figure.

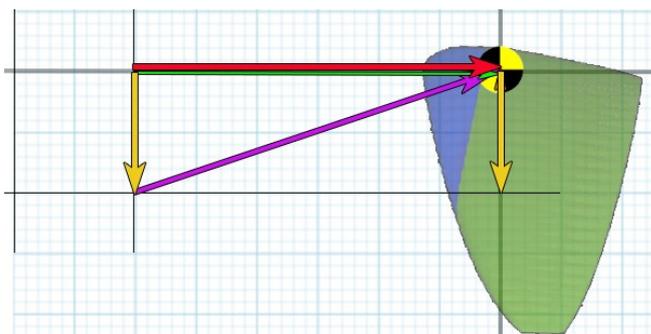
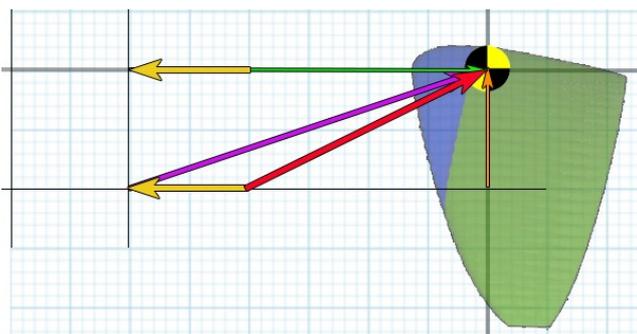
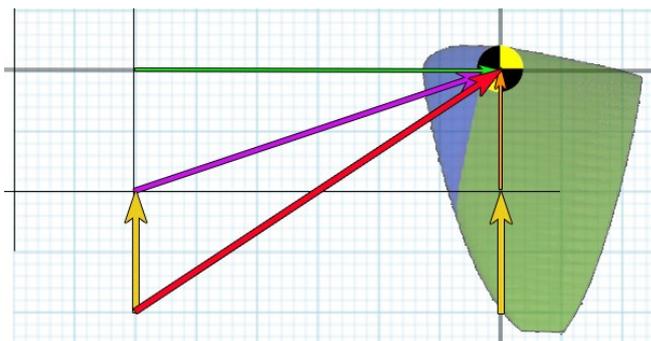
On va placer la rafale au choix dans le prolongement du vent relatif Horizontal. Ou à l'origine du vent relatif. C'est le point 1.

On va ensuite relier l'origine du vecteur rafale au centre de poussée. C'est le point 2. Ou le nouveau vent relatif.



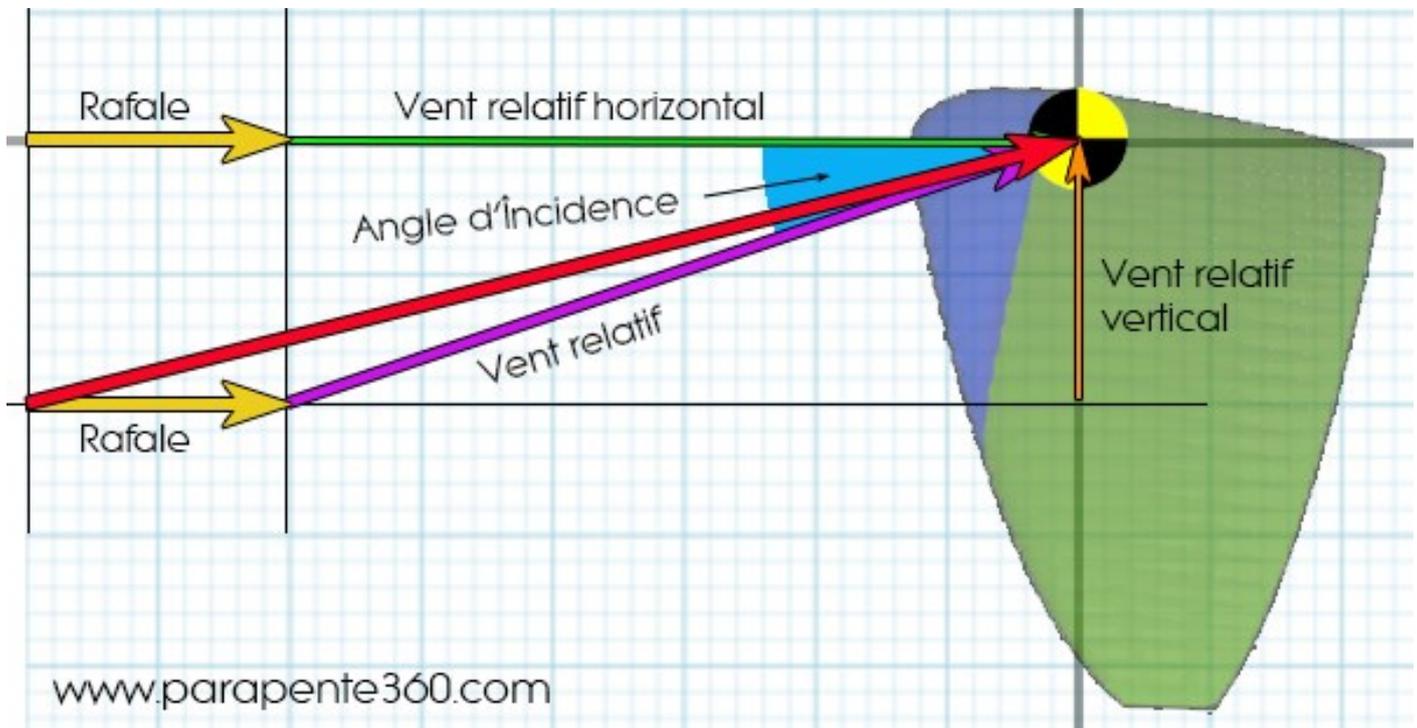
Ne vous inquiétez pas. Si ce n'est pas encore clair dans votre tête, ça va vite le devenir en faisant le même travail avec les autres rafales.

On place la rafale (jaune) à l'origine du vent relatif (violet). Puis on relie l'origine de la rafale (jaune) au centre de poussée (rond jaune et noir)... Simple !



3. Revenons maintenant à la rafale de face

Donc voilà le schéma que nous avons pour une rafale de face. Elle nous adonne un nouveau vent relatif.



Plusieurs informations nous intéressent :

1° Que se passe t'il quand la rafale touche le profile ?

Le vent relatif : il augmente ou il diminue ?

L'incidence : elle augmente ou elle diminue ?

Pour savoir si le vent relatif augmente ou diminue, il suffit de comparer la longueur des deux vents relatifs. Si le nouveau vent relatif en rouge est plus long que le violet, le vent relatif augmente.

Et pour savoir si l'incidence augmente ou diminue on regarde si le nouveau vent relatif est au-dessus (=angle d'incidence moindre) ou au-dessous (=angle d'incidence supérieur) du vent relatif en violet.

2° Quelle réaction va avoir l'aile pour retrouver l'équilibre de vol ?

L'aile va-t-elle piquer ou cabrer ?

Y a-t-il risque de décrochage ou de fermeture ?

Si l'incidence au moment de la rafale augmente, l'aile par réaction va piquer. Et si l'angle d'incidence diminue, alors l'aile aura tendance à cabrer pour retrouver son équilibre. Le risque de décrochage arrive lorsque l'augmentation de l'angle d'incidence augmente franchement. Et le risque de fermeture, lorsqu'il diminue franchement.

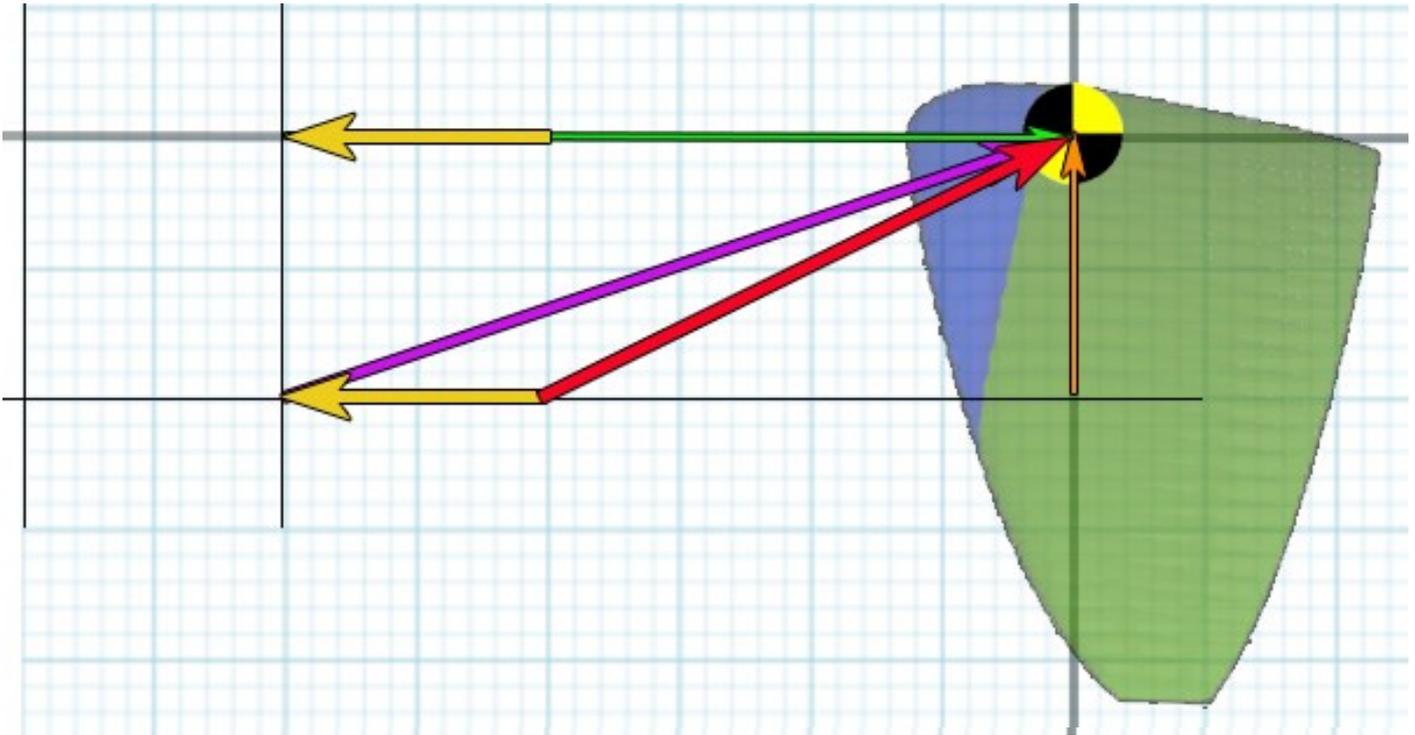
On ajoutera un risque de décrochage dynamique en cas de forte rafale arrière ou de fort gradient. Mais la cas est très très rare ! Je reviendrai dessus lors de la rafale arrière.

4. Ne pas confondre action et réaction

On a trop souvent tendance à confondre rafale et réaction de l'aile. Dans le cas de la **rafale de face (voir schéma page précédente)** la plupart des pilotes pensent que l'incidence augmente...

En réalité on voit que le vecteur rouge est au-dessus du violet. Donc l'incidence diminue. Et qu'il est plus long aussi. Donc le vent relatif augmente.

L'équilibre de l'aile étant modifié, elle va aller le rechercher. Et pour ça, elle va cabrer. Et donc dans le cas d'une rafale de face, le risque c'est la fermeture.



5. La rafale arrière avec explications

On voit que la longueur du nouveau vent relatif en rouge est plus courte que l'ancien en violet. Donc le vent relatif diminue.

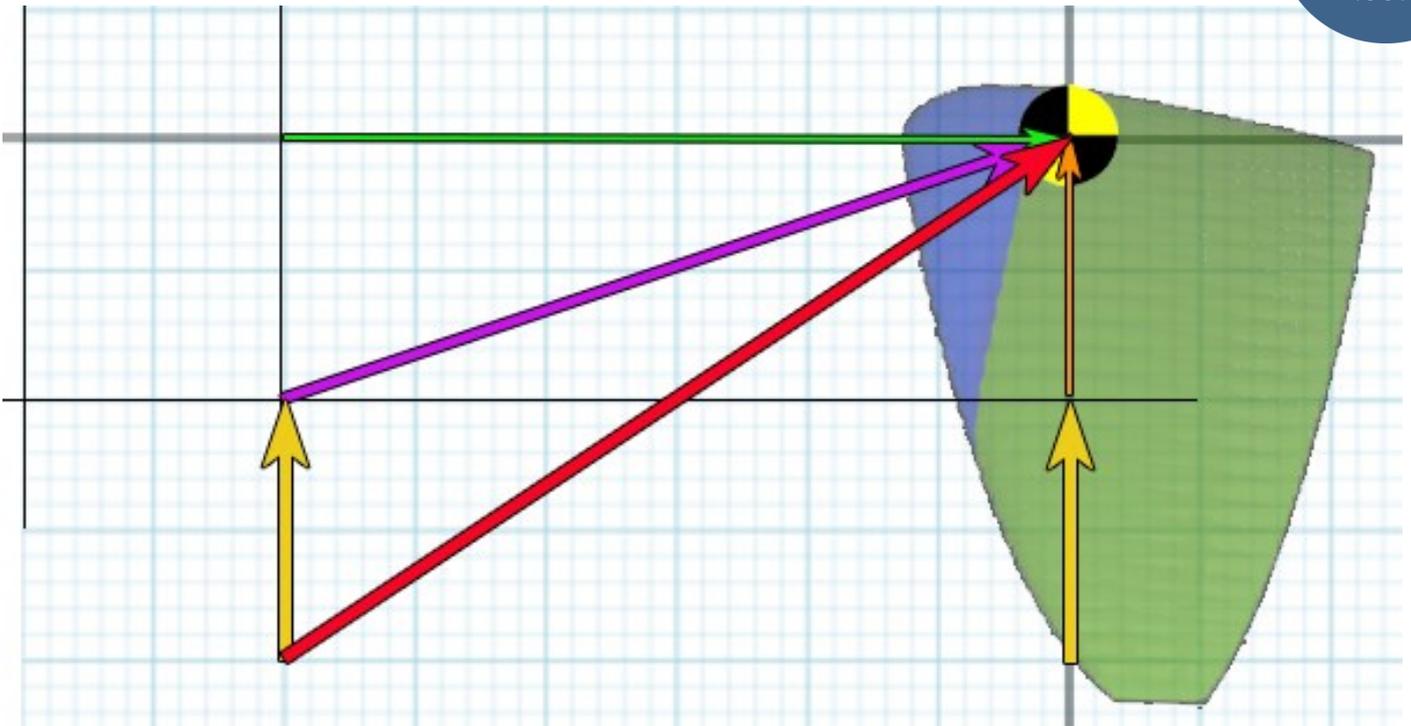
L'incidence par contre, elle augmente. L'angle entre le vecteur violet et l'horizontale (la corde de l'aile) est plus faible que l'angle entre l'horizontale et le nouveau vent relatif en rouge.

Conclusion : Moins de vitesse (que la voile doit aller chercher vers le bas) et un angle d'incidence trop important fait que l'aile va piquer

Retour sur le risque de décrochage :

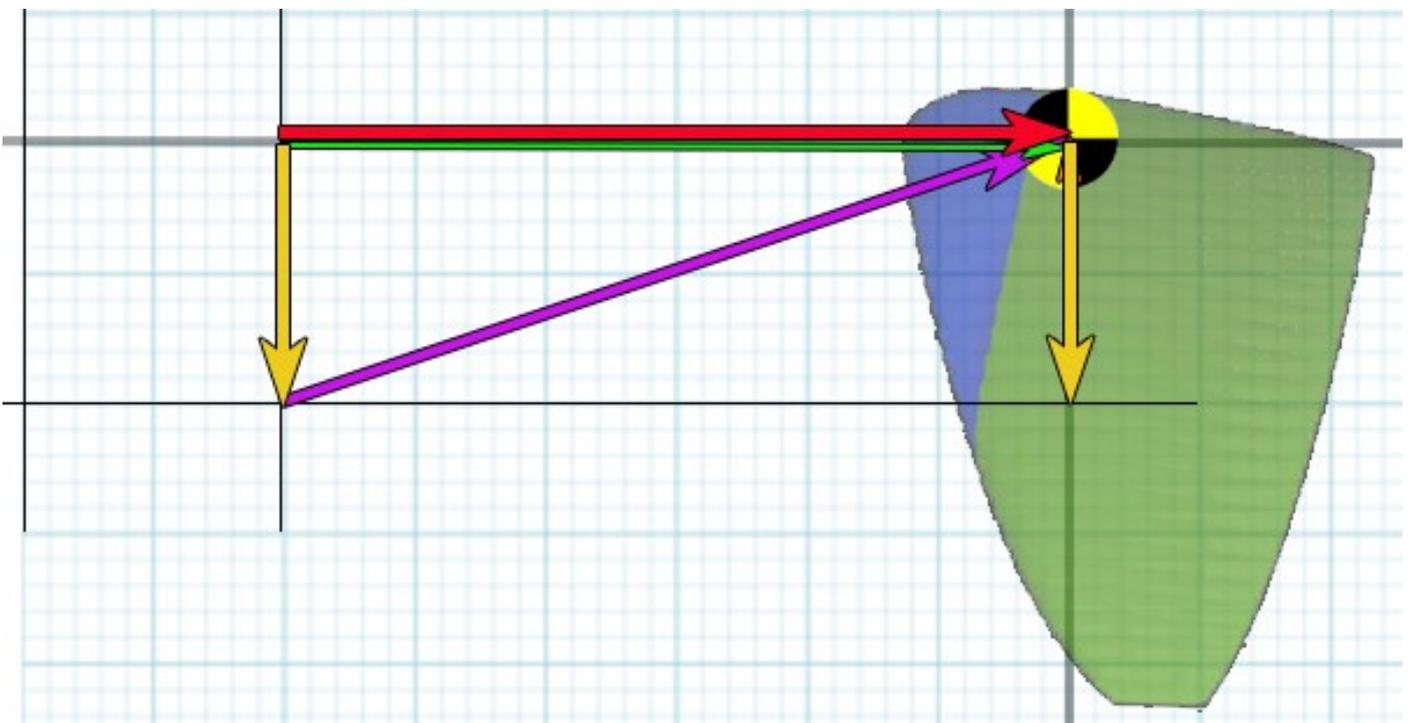
En cas de forte rafale arrière ou de fort gradient de vent à l'atterrissage, le manque de vitesse « air », donc de vent relatif peut-être tel que l'aile n'a plus assez de vitesse pour voler. D'où l'intérêt en cas de risque de gradient à l'atterrissage, de garder un maximum de vitesse en approche.

6. La rafale thermique



L'incidence augmente, Le vent relatif est plus important. C'est compliqué ? Non. L'aile va d'abord rendre sa vitesse en montant. Puis elle va piquer pour retrouver son équilibre. Le risque ici c'est le décrochage

7. La rafale descendante



L'incidence diminue et le vent relatif diminue. Elle va donc piquer ! Le risque, c'est la fermeture.

8. Et donc un petit tableau

	Rafale	Conséquence	Action
Face	Incidence ↓ Vente relatif ↑	Ressource	Laisser voler
Arrière	Incidence ↑ Vent relatif ↓	Abattée	Freiner
Thermique	Incidence ↑ Vent relatif ↑	Ressource	Laisser voler au contact
Descendante	Incidence ↓ Vent relatif ↓	Abattée	Freiner légèrement

Dans ce tableau récapitulatif, la première colonne indique ce qui se passe sur l'aile au moment où la rafale « frappe » le profile. La conséquence, c'est ce que l'aile fait pour retrouver un vol stabilisé. Et l'action, c'est ce que doit anticiper le pilote pour atténuer la réaction de la voile.

Entraînez-vous quelques fois de votre côté avec des schémas et vous verrez que ça deviendra facile.

Beaux vols. Soyez prudents
Laurent

