

Evolution dans l'attente

Dans ce qui suit, nous allons voir comment voler une attente avec du vent, sinon la solution est triviale. On suppose que le vent est connu. Déterminer le vent est encore un autre travail. Même si l'attente est protégée jusqu'à un vent de 36 kts sans que le pilote ne fasse aucune correction, corriger le vent permet d'avoir les trajectoires optimales pour la suite du vol (et souvent c'est une approche). Pour cela, on corrigera en temps la branche d'éloignement afin d'avoir une branche de rapprochement (souvent juste ce qui précède le FAF) la plus fidèle à la trajectoire de la carte d'approche.

Deux paragraphes « d'introduction » sont nécessaires afin de mettre en place les outils utiles ensuite. Un paragraphe général puis enfin un exemple par type d'attente.

Vous allez voir qu'il y a beaucoup de chiffres et de règles, mais essayez de trouver la logique (sur les signes) afin de rendre cela plus compréhensible.

Il existe 3 grandes familles d'attente (plus certains cas très particuliers non développés ici).

- Les « TRI » : Temps Retour Imposé
- Les « DRI » : Distance Retour Imposée
- Les « TTI » : Temps Total Imposé

1. Calcul Mental

Prérequis : lire et comprendre la fiche « Le calcul mental et Facteur de Base ».

On définit W : vitesse du vent.

Nous allons tout d'abord calculer l'effet max du vent : $X_m = W \times F_b$

Si le vent est plein travers, l'effet sur le temps de vol est nul et X_m est la dérive.

Si le vent est plein face ou arrière, la dérive est nulle et X_m est le temps à rajouter (en secondes par minute de vol ou en minutes par heure de vol).

Si le vent n'est ni travers, ni dans l'axe de l'avion, l'utilisation de la trigonométrie s'impose pour trouver les corrections pour contrer le vent :

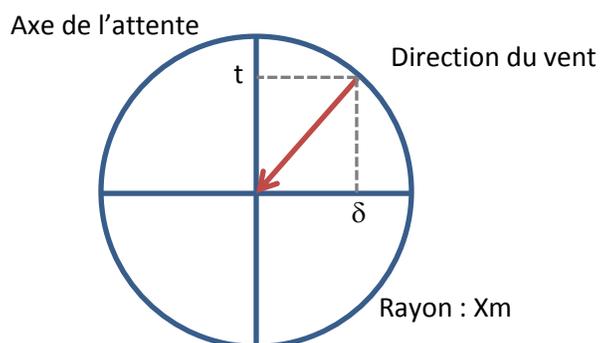
Dérive : $\delta = X_m \cdot \sin \alpha$

Effet du vent : $t = X_m \cdot \cos \alpha$

Avec α , l'angle entre la route et le vent, appelé angle au vent.

Ces deux valeurs (t et δ) sont à calculer avant de rentrer dans l'attente.

Méthode graphique (cercle) pour déterminer ces valeurs :



On fait un cercle de rayon X_m

L'axe vertical est l'axe de l'attente (branche de rapprochement)

On trace la direction d'où vient le vent passant par le centre du cercle.

On trouve δ (sur l'axe des abscisses) et t (sur l'axe des ordonnées).

2. Correction de la correction

Une fois t et δ déterminé, on peut corriger la correction, car pendant qu'on corrige le vent effectif (vent de face ou arrière), on subit encore ce vent (on s'arrête à 2 corrections, bien qu'on pourrait le corriger indéfiniment).

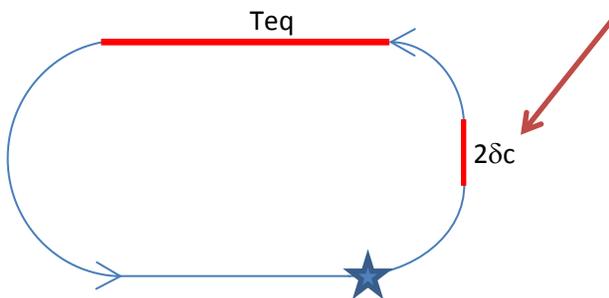
Pour cela on détermine t_c et δ_c grâce au tableau ci-après (voir plus loin pour les exemples) :

| | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------|--------------|-----------|-----------|-----------|------------|--------------------------|----------------|
| tc face δ_c | t | t + 1 | t + 2 | | t + 3 | t + (t-10) | | 3 x (t-10) |
| t | 1 à 5 | 6 à 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 à 24 | 25 à 30 |
| tc arrière | t | t - 1 | | t - 2 | | | $\frac{t - (t - 10)}{2}$ | |

3. Généralités

Une fois qu'on a calculé nos δ_c et t_c , voyons comment les utiliser.

Voici une attente « normale », avec un vent pris au hasard.



Si on veut que notre branche de rapprochement soit fidèle au dessin, il faut corriger en temps la branche d'éloignement.

On définit par T le temps total en minutes sans vent. Bien souvent, T = 1 minutes.

On va donc corriger un virage, celui face au vent et la branche d'éloignement.

Si on prend le vent proposé, le 1^{er} virage est celui face au vent. Au milieu du virage (toujours fait au taux standard), on met les ailes à plate et on attend $2 \times \delta_c$ puis on continue le virage. La raison du « 2 » est que sur le second virage il n'y a aucun moyen de corriger l'effet du vent, on ne peut que le subir. Donc on anticipe cela en « remontant » le vent de 2 fois.

La correction de la branche d'éloignement (T_{eq}) dépend ensuite du type de circuit : TRI ou DRI.

Bien sûr, **les branches d'éloignement et de rapprochement se voleront à un cap qui permet de corriger le vent pour avoir une route correspondant aux axes de l'attente**, c'est le calcul de δ .

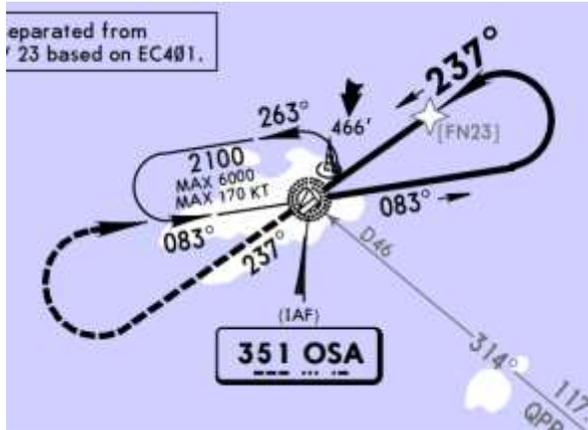
La méthode sera donc toujours la même :

- Type de circuit : TRI, DRI, TTI ?
- Calcul des X_m , t et δ .
- Calcul des t_c et δ_c .

4. Les circuits de type TRI

Les attentes en TRI sont toutes les attentes où la branche de rapprochement doit faire un temps donné (souvent 1 minute).

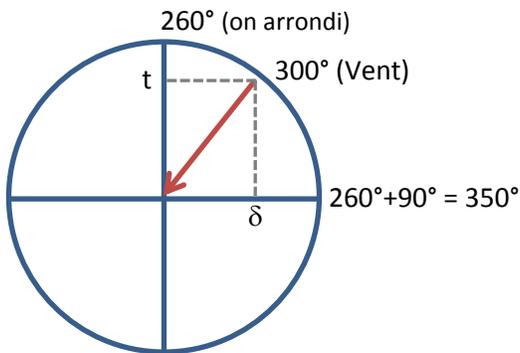
Exemple : Approche NDB – 23 à Ouessant. Vent : 300° - 20 kts. Fb : 0,5.



Méthode :

- Type de circuit : la branche de retour ne contient pas de contrainte. C'est un TRI de 1 minute (rien de mentionné).
- Calcul des X_m , t et δ .

$X_m = F_b \times \text{Vent} = 0,5 \times 20 = 10$ (c'est la valeur du rayon du cercle).



Méthode graphique, on lit sur le cercle :

$\delta = 6$ (un peu plus que la moitié du rayon)

$t = 8$ (un peu plus de $\frac{3}{4}$ du rayon)

Méthode numérique :

$\alpha = 40^\circ$

$\delta = 10 \times \sin(40) = 6$

$t = 10 \times \cos(40) = 8$

- Calcul des t_c et δ_c

On aura du vent arrière dans la branche d'éloignement. Si on reprend le tableau, avec un $t = 8$, on a :

| t_c face | t | $t + 1$ | $t + 2$ | $t + 3$ | $t + (t-10)$ | $3 \times (t-10)$ |
|---------------|---------|---------|---------|---------|--------------|--------------------------|
| δ_c | 1 à 5 | 6 à 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| t | 14 à 24 | 25 à 30 | | | | |
| t_c arrière | t | $t - 1$ | | $t - 2$ | | $\frac{t - (t - 10)}{2}$ |

$\delta_c = 8 + 1 = 9$

$t_c = 8 + 1 = 9$

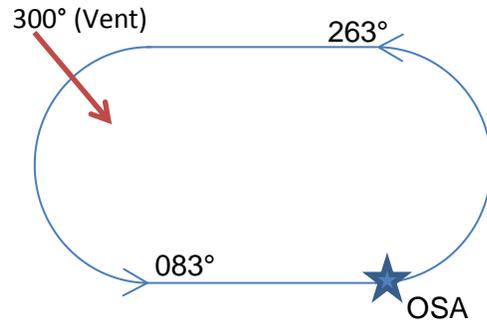
Maintenant on va (enfin) pouvoir corriger nos branches.

La formule générale pour un TRI est : $T_{eq} = T \pm (2T + 2) \times t_c$

Avec T en minute et T_{eq} sera trouvé en seconde.

Le signe « + » ou « - » dépend du vent. Si on du vent de face dans la branche d'éloignement, on utilise le signe « + » et vice versa.

Dans notre cas, $T = 1$ min, ce qui donne : $T_{eq} = 1 + (2 \times 1 + 2) \times 9 = 1 \text{ min} + 36 \text{ secondes}$.



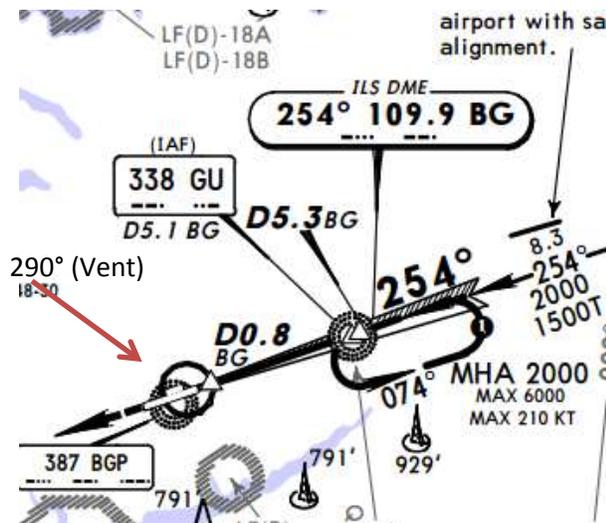
Si à présent on décrit la trajectoire horizontale :

- On passe OSA, virage gauche.
- Approchant le cap 350, on met les ailes à plat qu'on maintient pendant $2\delta_c = 18$ secondes.
- Après 18 secondes, on reprend le virage à gauche vers le cap $263 + \delta = 269^\circ$.
- Travers de OSA, on prend un top.
- Après $T_{eq} = 1\text{min}36$ secondes, virages à gauche vers le cap $083 - \delta = 077^\circ$.
- On devrait avoir une branche de retour d'une minute.

5. Les circuits de type DRI

Les circuits DRI sont utiles quand on veut avoir une distance certaine (celle prévue sans vent, donc $T \times F_b$) entre le repère de l'attente et le début de la branche de rapprochement. Cela arrive habituellement quand on attend vertical d'un FAF et qu'un hippodrome n'est pas défini. Cela est accentué plus la distance FAF – Repère d'attente est grande (avec le repère d'approche entre le FAF et la piste) et également par une composante de vent arrière sur l'approche (car sans correction la distance volée lors de l'éloignement, vent de face, sera faible).

Exemple : APP ILS Y 25 L à Brest. Vent : $290^\circ - 30$ kts. $F_b : 0,5$.



Méthode :

a) Type de circuit : la branche de retour est mon support d'approche. Je le traite en DRI.

b) Calcul des X_m , t et δ .

$$X_m = 30 \times 0,5 = 15$$

$$\alpha = 290 - 255 = 35^\circ$$

$$\delta = 15 \times \sin(35) = 9$$

$$t = 15 \times \cos(35) = 12$$

c) Calcul des t_c et δ_c

On aura du vent arrière dans la branche d'éloignement. Donc :

$$\delta_c = 12 + 3 = 15 - \text{A utiliser lors du 2}^{\text{ème}} \text{ virage.}$$

$$t_c = 12 - 2 = 10$$

La formule générale pour un DRI est : $T_{eq} = T \pm (T + 2) \times t_c$

Avec T en minute et T_{eq} sera trouvé en seconde.

Le signe « + » ou « - » dépend du vent. Si on du vent de face dans la branche d'éloignement, on utilise le signe « + » et vice versa.

Dans notre cas, $T = 1$ min, ce qui donne : $T_{eq} = 1 - (1 + 2) \times 10 = 30$ secondes.

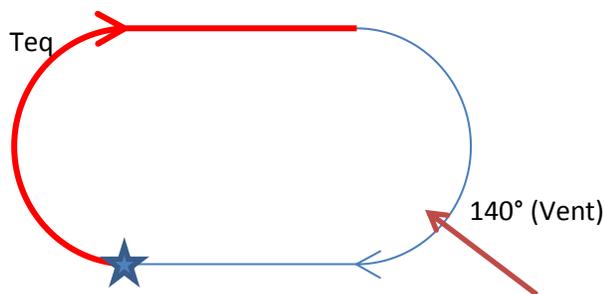
6. Les circuits de type TTI

Les circuits TTI servent habituellement sur demande de l'ATC quand une HAP (Heure d'Approche Prévues) est donnée et qu'on ne peut pas se retarder en attente linéaire (avant l'IAF en ralentissant). Cela permet de faire un tour de circuit entier en un temps donné.

Dans ces types de circuit la branche chronométrée va du repère à la fin de la branche d'éloignement.

La formule du Teq est : $Teq = TTI = \frac{TTI}{2} + /- \frac{TTI}{2} t + /- \delta c$

Ne pas oublier de mettre les ailes à plat dans le virage face au vent d'une valeur de $2\delta c$.



Pour le premier signe « +/- » : si on du vent de face dans la branche d'éloignement, on utilise le signe « + » et vice versa.

Pour le second signe « +/- » : si la correction du δc dans le premier virage, on utilise le signe « + », sinon le signe « - ».

Exemple :

Vent : 140° - 20 kts. Fb : 0,5

Branche de rapprochement au 270°

Méthode :

- Type de circuit : TTI de 4 minutes
- Calcul des X_m , t et δ .

$$X_m = 20 \times 0,5 = 10$$

$$\alpha = 40^\circ$$

$$\delta = 10 \times \sin(40) = 6$$

$$t = 10 \times \cos(40) = 8$$

- Calcul de δc

On aura du vent de face dans la branche d'éloignement. Donc :

$$\delta c = 8 + 1 = 9$$

$$D'où Teq = 4/2 - (4/2) \times 8 - 9 = 2 \text{ min} - [(2 \times 8) - 9] \text{ secondes} = 2 \text{ min} - 7 \text{ sec} = 1 \text{ min } 53 \text{ sec.}$$

Si à présent on décrit la trajectoire horizontale :

- On passe le repère, on prend un top, virage droite vers le cap $090 + 6 = 096$.
- Une fois 1 min 53 sec passée, on part en virage à droite.
- Au cap 180, on maintient les ailes à plat sur $2\delta c = 18$ secondes
- On sort au cap $270 - 6 = 264^\circ$
- Normalement on passe la balise 4 minutes après l'avoir passée la première fois.