

I.F.R.

Instruments Flight Rules

Les bases pratiques et théoriques pour évoluer convenablement et en sécurité en conditions de vol aux instruments.

Ce document prévu pour la formation des pilotes de la V.A, FrenchPolyair est évolutif et la propriété de son concepteur Granthomme Jean-Claude fpa007.

Table des matières

Les changements d'axe.

Définitions, détermination des caps.

Variation 30/40

Changement à égale distance.

L'arc DME.

Etude des cartes d'approche IFR

Carte STAR.

Cartes d'approche aux instruments (simple et un peu moins!)

Retours sur axe

Standard

100 – a

80/260

Le circuit d'attente.

Composantes

Entrée dans le circuit d'attente (directe, décalée, //inverse)

La remise de gaz

Etude sur la carte

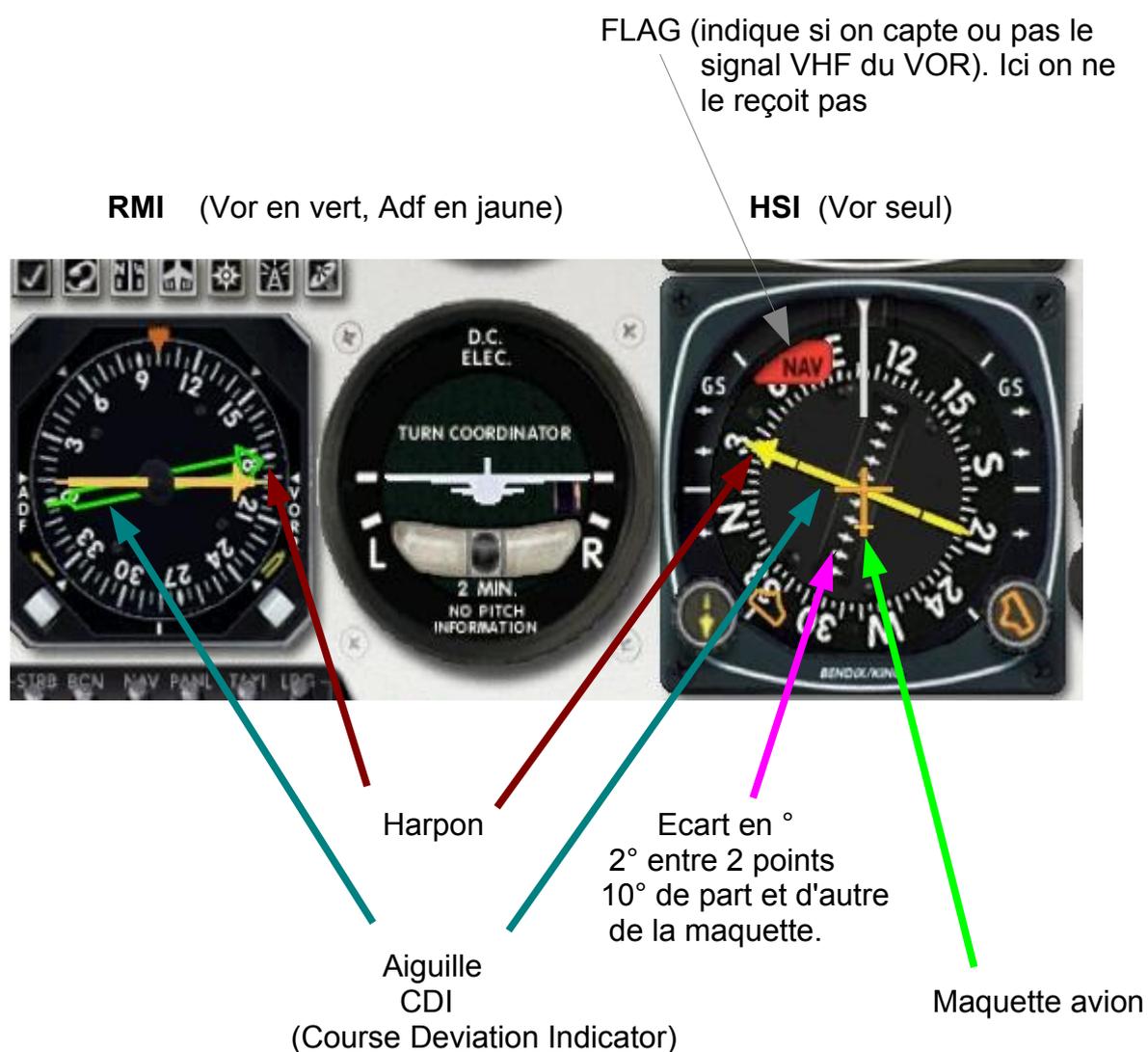
Réalisation pratique

Afin de ne pas trop surcharger cette initiation à l'IFR, il ne sera pas tenu compte du vent et certains calculs seront simplifiés.

OU SUIS JE ?

A travers ce document nous allons voir comment se repérer dans l'espace à l'aide d'un VOR lors d'un vol aux instruments.

Voici quelques termes utilisés, afin de parler le même langage :

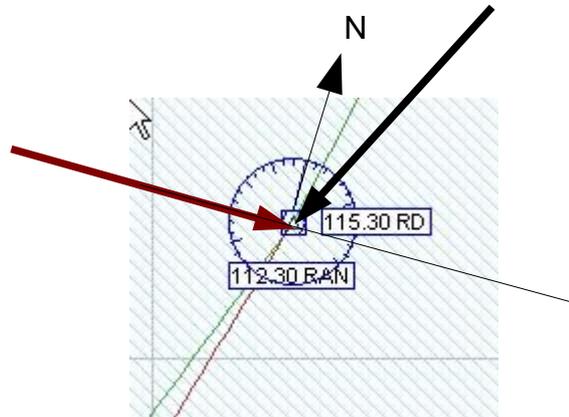


A l'aide de ces deux instruments et de l'horizon artificiel, nous pourrions visualiser notre situation géographique par rapport à une carte. La 3ème dimension nous est donnée par l'altimètre.

Encore quelques termes employés en utilisant un VOR :

Le Vor ou le NDB sont appelés STATION. Les axes qui rayonnent autour de la station sont des radials.

QDM

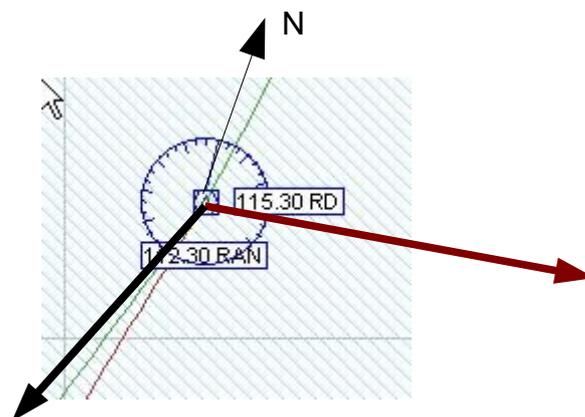


Si on oriente ces radials vers la station ce sont des QDM.

Le QDM est associé à son orientation magnétique. Ici on a le QDM 90° (rouge) et le QDM 210° (noir)

Il est important de ne pas se tromper car c'est **l'orientation magnétique** qui est donnée et non le repère d'entrée sur la rose du VOR. Ceci entrainerait une erreur de 180

QDR



Si on oriente ces radials depuis la station vers l'extérieur, ce sont des QDR.

Le QDR est associé à son orientation magnétique. Ici on a le QDM 90° (rouge) et le QDR 210° (noir)

Il est important de ne pas se tromper car c'est **l'orientation magnétique** qui est donnée et non le repère d'entrée sur la rose du VOR. Ceci entrainerait une erreur de 180

Visualisation avec le VOR.

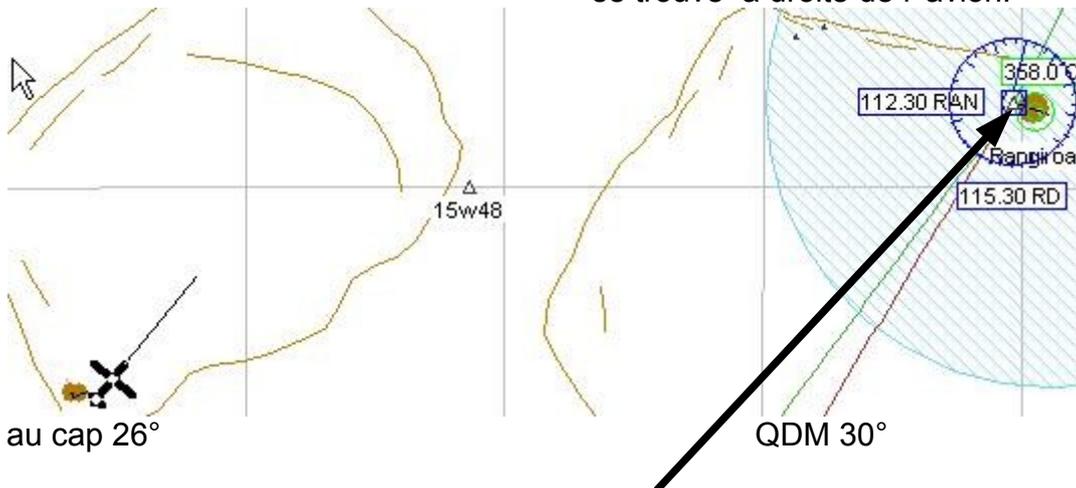
Station avant (la station est quelque part devant nous)



Le RMI nous indique que la station se trouve à 34° de notre cap sur le QDM 60°. Pour rejoindre la station directement il suffit de prendre un cap 60°

Le HSI nous indique que nous sommes au cap 26° et que nous avons sélectionné le QDM 30°. L'indicateur est orienté vers l'avant (TO = Vers) donc QDM. Mais on ne connaît pas l'écart en degré.

La maquette avion représente notre avion et le CDI nous dit que le QDM 30° se trouve à droite de l'avion.



Voici ce qu'il faut imaginer avec le HSI. L'avion est au cap 26° et à sa droite il y a le QDM 30°. On sait que pour aller à la station il faudra virer vers l'aiguille du VOR donc vers la droite.

Quand l'écart est inférieur à 10° on utilise le HSI (plus précis), sinon on a plus d'information avec le RMI (direction à la station, valeur du QDM direct, cap,)

Visualisation avec le VOR.

Station arrière (la station est quelque part derrière nous)

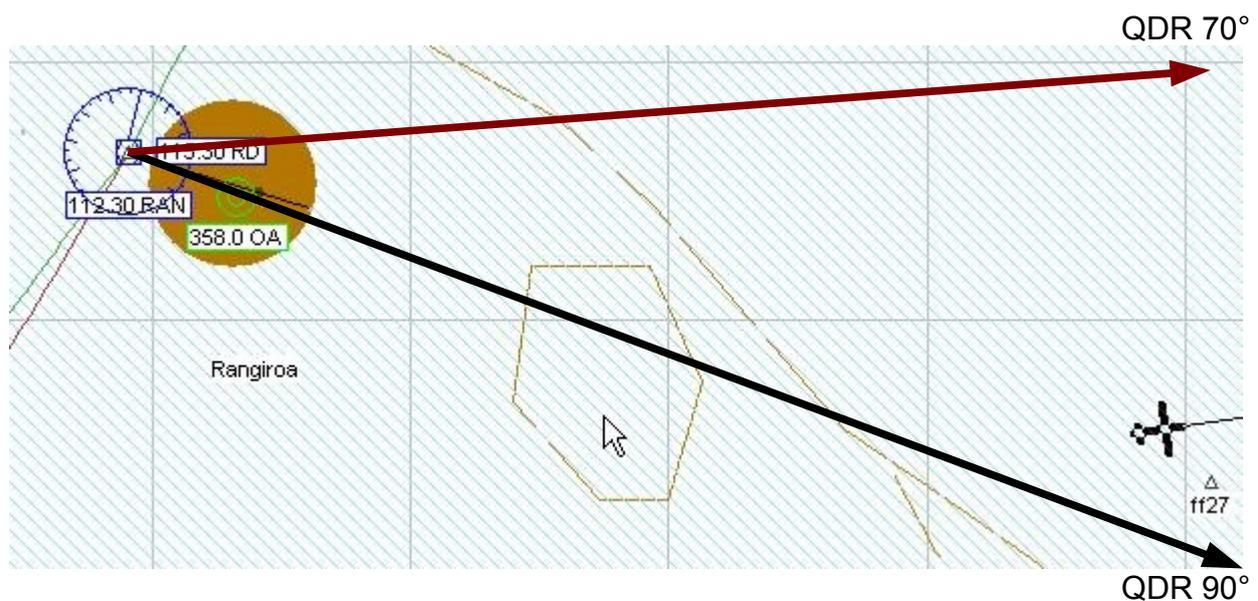
CAP 70°

Indicateur FROM



Le RMI nous indique que la station se trouve à 200° de notre cap et que le QDR 90° est à notre droite.

Le HSI nous indique que nous sommes au cap 70° et que nous avons sélectionné le QDR 70°. L'indicateur (FROM = Venant de) est orienté vers l'arrière donc QDR). Mais on ne connaît pas l'écart en degré. La maquette avion représente notre avion et le CDI nous dit que le QDR 70° se trouve à gauche de l'avion.



ATTENTION



Il est important de signaler que lorsqu'on travaille, en station arrière, avec :

_ Un VOR ou un HSI : **Il faut que le harpon pointe dans la sens du déplacement de l'avion.** Dans ce cas on dit que l'aiguille est directionnelle et il suffit de faire un cap orienté vers l'aiguille pour se rapprocher du QDR désiré.

Ceci est important car si le harpon est décalé de 180° l'aiguille n'est plus directionnelle et dans ce cas on se perd.

Dans un vrai avion il n'y a pas Fsnav pour voir si on va dans la bonne direction.

_ Un RMI : Le harpon pointe sur la station. Pour se rapprocher plus rapidement du QDR, il faudra prendre un cap qui attirera l'aiguille vers l'emplacement de ce QDR sur la rose. Ici pour ramener l'aiguille vers le QDR 70° il faut prendre un cap < 70°. La queue de l'aiguille aura tendance à venir se positionner sur le QDR choisi.

Avec un RMI, la façon de raisonner est la même avec un ADF ou un VOR.

Station **AVANT** on prends un cap de façon à **POUSSER LE HARPON** vers le QDM désiré.
Station **ARRIERE** on prends un cap qui **TIRE LA QUEUE** de l'aiguille

En IFR on est amené à faire des changements d'axe pour passer d'un QDM à l'autre, d'un QDR à l'autre, d'un QDM à un QDR ou d'un QDR à un QDM au cours des différentes manoeuvres composant une navigation et une percée IFR.

Dans l'approche on utilise ces changements dans l'arc DME, l'attente (hippodrome), l'interception ILS, le virage de procédure etc...

Nous étudierons ces cas en pratique dans les semaines à venir.

Les bases du repérage.

Dans un avion en IFR on est seul avec ses instruments et quand le stress survient il est bon de pouvoir se repérer rapidement.

Le plus simple est d'avoir une méthode qui soit valable quelque soit l'acte que l'on a à réaliser.

Une technique simple est de répondre à plusieurs questions :

Où suis-je? Sur quel QDM ?, QDR? , de quel VOR?, à quelle altitude?

Où vais je ? Sur quel QDM ?, QDR? , de quel VOR?, à quelle altitude?

Sens du virage ? Droite? Gauche ? Ici il faut se rappeler impérativement que :

Dans un virage à Droite les caps augmentent

Dans un virage à Gauche les caps diminuent

QDM = orientation de l'extérieur vers le centre du VOR

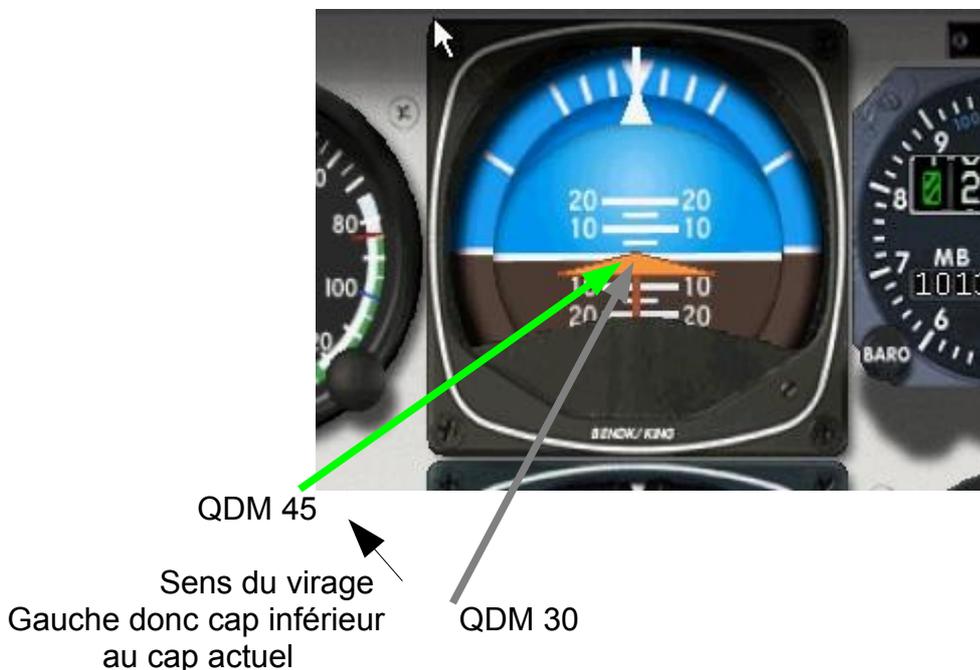
QDR = orientation du centre vers l'extérieur du VOR

Afin de garder un oeil sur l'horizon artificiel qui est l' INSTRUMENT à regarder , on va se situer approximativement sur celui-ci. On imagine que son centre est le centre du VOR. Avec les doigts, on représente l'axe sur lequel on est et celui sur lequel on veut aller. Ceci nous donnera immédiatement le sens du virage à exécuter.

Prochain cap ?

Exemple station avant :

Où suis je ? QDM 30° de RAN en gris. Où vais je ? QDM 45° de RAN en vert.



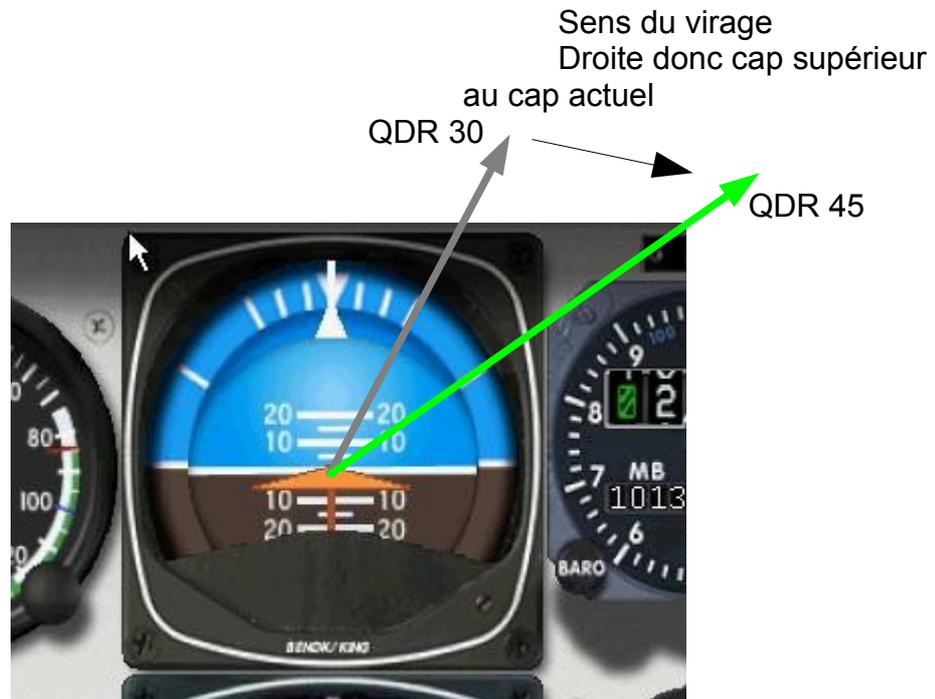
Prochain cap ? : En règle générale on ouvre de 30° si on est à plus de 2 minutes de la station, 20° pour $t > 1mn$ et $\leq 2mn$ et 10° si on est à moins d'une minute.

Ouvrir veut dire que l'on va prendre un cap de X° par rapport au cap sur lequel on est et dans le sens déterminé précédemment.

Ici on vire à gauche donc les caps diminuent, On prend un cap $30^\circ - 30^\circ = 0^\circ$ si on est à plus de 2 minutes de la station.

Exemple station arrière :

Où suis je ? QDR 30° de RAN en gris. Où vais je ? QDR 45° de RAN en vert.



Prochain cap ?

Soit a l'angle existant entre le QDR Initial (Init) et le QDR destination (Dest).

On détermine un cap $C = \text{QDR dest} + \text{ou} - a/2$ en fonction du sens du virage.

Ici on a QDR Init = 30°

QDR dest = 45°

$a = 15^\circ$

Sens virage = Droite donc les caps augmentent.

CAP = 45° + 15/2 = 53° (52°5)

Top chrono: En IFR on déclenche le chrono à chaque changement de situation.

Mise en virage : On vire avec une inclinaison de 15% de V_p quand $V < 250 \text{ kt}$.

On anticipe la mise en virage de $(V_p / 200 + 0,1)$ en NM (Nautical Miles
1NM = 1,85 km).

Anticipation fin de virage : Quand l'aiguille commence à rentrer (elle se déplace vers le centre), on anticipe de 5° le retour à la position horizontale des ailes.. A ce moment sur le HSI l'aiguille du VOR est au milieu des graduations (l'espace entre 2 graduations représente 2° donc il y a 10° de part et d'autre de l'axe vertical du VOR).

LES CHANGEMENTS D' AXE

Comment changer de cap, intercepter un ILS, entrer dans un circuit d'attente (hippodrome) ou exécuter un arc DME proprement ?

Cela revient à arriver à un cap précis et à aller à un autre cap. C'est ce qu'on appelle le changement d'axes. Facile ? Hummm on verra !!!!

Avant toute chose il nous faut parler le même langage et on va s'en occuper tout de suite.

NM : Nautical Mile = 1852m = longueur d'arc de 1° de latitude.

Kt : Knot = noeud (vitesse = 1,852 km/h) 1 NM en 1 h

ft : Pied. 1Ft = 30 cm; 330 ft = 100 m; 33000ft = 10000m et 3000 m = 10000ft (arrondis)

Vitesse Indiquée Vi : IAS ou KIAS (Indicated AirSpeed ou Knot Indicated AirSpeed)

Le badin (indicateur de vitesse) indique la différence de pression entre la pression totale donnée par le tube Pitot et la pression statique donnée par les prises statiques qui sont sur le fuselage.

Vitesse propre : Vp ou TAS ou KTAS (True AirSpeed ou Knot True AirSpeed)

C'est la vitesse de déplacement de l'avion par rapport à la masse d'air. Elle dépend de l'altitude et de la température extérieure. Elle est supérieure à la Vi car le badin ne prend pas en compte ces éléments.

Il faut donc calculer cette Vp. Pour ce la il suffit de savoir qu'on gagne 1% de Vi tous les 600 ft. Soit 10% tous les 6000 ft. On ne tiendra pas compte du gain dû à la température car il est un peu plus compliqué à retenir et de valeur plus faible. On arrondira au chiffre supérieur pour faciliter le calcul..

Exemple 1: Vi 180kt au badin. On est à 1800 ft.

Le gain de vitesse dû à l' altitude est : $1800 / 600 = 3\%$

La **Vp** est de : $180 + 180 * 3 / 100 = 186 \text{ kt}$.

Exemple 2: Vi 180kt au badin. On est à 18000ft.

Le gain de vitesse dû à l' altitude est : $18000 / 600 = 30\%$

La **Vp** est de : $180 + 180 * 30 / 100 = 235 \text{ kt}$.

C'est en partie pour cela qu'on préfère voler haut. Comme l'oxygène se raréfie on appauvrit le mélange donc on consomme moins. Et dernier avantage... s'il y a une panne ça nous laisse le temps avant de nous vacher ou d' embrasser la planète (plus dangereux ça!!).

Vitesse sol : Vs ou GS (ground speed). Ici on tient compte du vent qu'on appelle vent effectif (Ve). Si le vent est de face on retranche sa vitesse à la Vp s'il est arrière on l'ajoute à la Vp. On donc **Vs = Vp +/- Ve. C'est la vitesse indiquée par le DME**

Exemple 1: On est au cap 90 à 12000ft. Le badin indique 150kt. Le vent en altitude est $w = 90/20$.

On calcule la Vp : 180kt.

Le Ve est de face donc -20kt.

La Vs est : $180 - 20 = 160 \text{ kt}$.

Exemple 2: On est au cap 90 à 12000ft. Le badin indique 150kt. Le vent en altitude est $w = 270/20$.

On calcule la Vp : 180kt.

Le Ve est de face donc +20kt. La Vs est : $180 + 20 = 200 \text{ kt}$.

Mais à quoi ça sert tout ça??? On mélange loisir et maths maintenant ?

1 _ Pour prendre un virage il faut tenir compte de l'inertie de l'avion. Ca ne tourne pas tout de suite à par les avions de voltige et encore les perfectionnés.

Si on doit virer à une certaine distance d'une station, l'anticipation est donnée par:

$$A \text{ en NM} = (Vp/200) + 0,1$$

$Vp/200$ correspond au rayon en NM du virage standard.

0,1 NM représente le temps de réaction de l'avion.

Nous utiliserons souvent cette formule.

2 _ Pour éviter trop de contraintes sur les structures et le confort des passagers, on limite l'inclinaison à **15% de la Vp**. Eh oui il vaut mieux savoir ce que c'est cette Vp!

Exemple. On a une V_i de 200 kt à 15000ft. Vent arrière de 30kt.

$V_p = 250$ kt. Vous avez un autre résultat? Ah vous tenez compte du vent pour la V_p vous ?? Revoir le chapitre précédent.

On va virer avec une inclinaison de : $I^\circ = 250 \times 15/100 = 37^\circ 5$ à l'horizon artificiel pas au thermomètre!

En IFR l'inclinaison est limitée à $27^\circ / 30^\circ$. En fait ceci limite la V_p à 180kt. Avec un avion rapide (jet) on inclinera au maximum à 30° et l'anticipation est $A = V_p/100$ en NM.



$V_i = 160$ kt

Inclinaison I°

$$I^\circ = V_p \times 0,15$$

$$I^\circ = 25^\circ 5$$

Chaque division = 10°

Alti: 3500ft

Gain 6% = 10kt

$V_p = 170$ kt

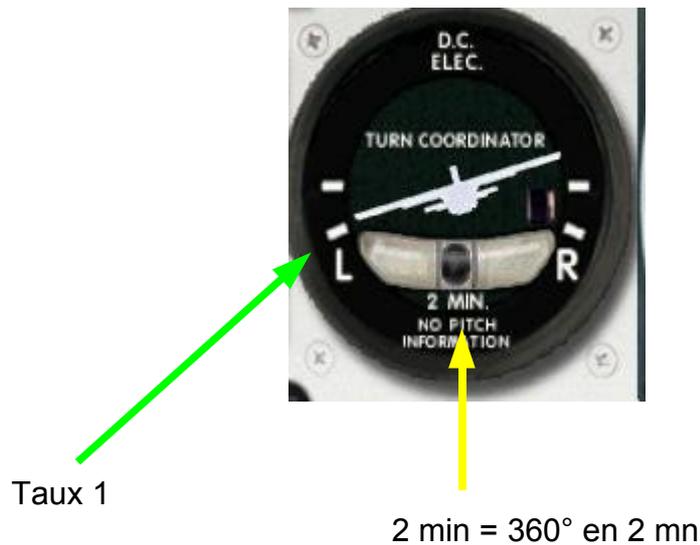
Vitesse de rotation horizontale ou vitesse de changement de cap:

C'est ce qu'on appelle le **virage standard**. Il est indiqué par le coordonateur de virage ou turn coordinator alias l'**aiguille**.

Ceci correspond à virage de 360° en 2 minutes soit 3° par seconde.

Lorsqu' on prend un virage il faut placer l'aiguille (aile de l'avion) sur le carré blanc.

Si l'instrument comprends 2 carrés blancs de part et d'autre de l'aiguille, le carré indique le taux 2 qui correspond à 360° en 1 minute soit 6s par degré et l'espace entre le carré central et le carré extrême représente le taux 1 standard.



Avion en virage standard à gauche .

Un petit exercice ??

Un cessna a une $V_i = 150\text{kt}$. Il est au FL 90 à 10NM de la station. Cap 260° Vent 80° 7,5kt.

Pour virer au cap 200° quelle doit être l'inclinaison ? Pour que le virage se termine à 5 nm de la station, à quelle distance de celle-ci doit il débiter son virage et dans quel sens?

Avec des images maintenant.

On est verticale station au cap 360° et on veut faire demi-tour. Le vent vient de NW. Que fait on?

TOP chrono.

On va profiter de l'éloignement à la balise pour réfléchir.

Où suis je ? Sur le QDR 360° (réglage HSI)

Où vais je ? Sur le QDM 180°

Sens du virage : A 3 mn on ouvrira de 40° du côté du vent donc à droite de notre QDR.

Cap ? On règle la pinule sur 360° (000°) + 40° = 40°.



On était au QDR 360°. A 3 mn de la balise on prend un cap 40°.

On tiendra ce cap pendant 1 mn.

Pendant ce temps on réfléchit.

Où suis je ? Cap 40°

Où vais je ? Ici on peut raisonner en cap. On est au cap 40° et on veut prendre un cap à 90° du cap 360° vers celui-ci. La lecture est rapide sur le HSI entre pinule et harpon.

Sens du virage ? Gauche.

Cap ? Virage à gauche les caps diminuent donc $360 - 90 = 270^\circ$. A la fin de la minute on placera la pinule sur 270° et le harpon sur le QDM retour = 180°.



Au bout d'une minute d'éloignement, on vire à gauche. La pinule de cap et le harpon sont placés sur leur valeur respective.

On vérifie que le CDI est du bon côté. (vers la pinule de cap).

Anticipation:

Le QDM anticipation sera $QDM_{dest} \pm (20 / \text{temps à la station}) = 180 + (20/4) = 185^\circ$

Quand le CDI sera au milieu de sa déviation, on devrait être sur le cap 270° ;



On est au cap mais le CDI est déjà centré. On a encore 90° à parcourir donc il y aura overshoot de l'axe retour. Dans ce cas (on sait qu'on est pas bon !!) il faudra ouvrir de 30° par rapport à l'axe retour. on placera la pinule de cap sur $180 - 30 = 150^\circ$ et on attendra que le CDI rentre sur 180°.



On est à peu près à 2 minutes de la station, sur l'axe retour. Tout va bien, on l'a achappé belle.

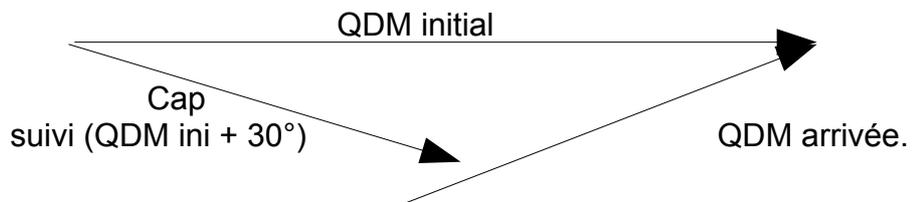
C EST L' INTERET DE PREPARER SON ANTICIPATION et de ne pas mettre tout de suite la pinule sur le cap retour. Dans ce cas l'overshoot est assez important et.... en exam IFR c'est la bulle.

Maintenant on va revenir à nos changements d'axe.

On a déjà travaillé les changements d'axe station avant et station arrière. Parfois on peut être amené à changer d'axe en perdant le moins de temps possible, en restant à la même distance de la station (arc dme), en revenant à la station sur un cap différent de 180° (virage de procédure) etc.. C'est ce que nous allons voir.

La variation circulaire 30/40.

Si on doit se présenter à la station sur un QDM différent de celui sur lequel on est, on peut utiliser la méthode déjà vue : Temps à la station > 2mn ==> on ouvre de 30°.



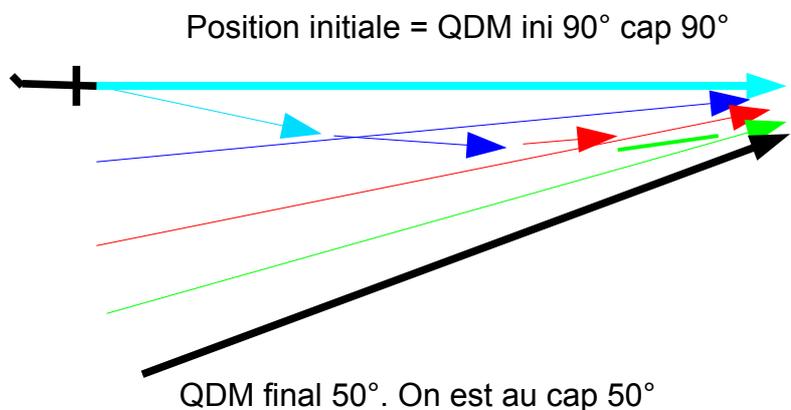
Si on est à 3 ou 4 minutes de la station, on se rapprochera de la station au plus vite, pour retrouver le QDM arrivée.

Pour cela, on prendra un ensemble de caps qui nous rapprochera progressivement de la station.

On ouvre de + ou - 30° pour changer d'axe. A chaque variation de QDM de 10°, on referme le cap de 10° (sens inverse du 1er virage).

Exemple : On est sur le QDM 90° au cap 90°. On doit rejoindre la station au QDM 50°

| QDM | Var.cap | Cap |
|---------------|---------|----------|
| QDM 90° | +30 | Cap 120° |
| QDM 80° | -10 | Cap 110° |
| QDM 70° | -10 | Cap 100° |
| QDM 60° | -10 | Cap 90° |
| QDM dest. 50° | | Cap 50°. |



Le dernier cap à prendre, avant alignement sur le QDM dest, est égal au QDM dest + 40° si le 1er virage est à droite ou - 40° s'il est à gauche.

Ici QDM dest + 40° (virage à droite en quittant le QDM ini) = 50+40 = cap 90°.

Ceci se calcule **avant** de commencer la variation circulaire afin de ne pas être surpris en fin de manoeuvre pour avoir le temps d'anticiper l'alignement.

Pour réaliser la variation circulaire on utilisera le RMI. Le HSI sera réglé sur le QDM destination.

L'anticipation est de 5°. Le virage pour l'alignement au cap 50° se fera quand on passera le QDM 55°.

RAPPEL.

Dans un virage à droite les QDM diminuent et les CAPS augmentent.

Et à gauche hein ?

Au départ : QDM 350°, CAP 350°. On veut rejoindre le QDM 300.



QDM 350°

CAP 350°

On vire à droite avec une ouverture de 30° ==> Cap 20°.

Les QDM varient.



QDM 340°

Cap 350°

En gardant le cap 350°, le QDM a diminué de 10°. Remarquez que l'angle entre le cap et le QDM est maintenant de 40° d'où le nom de ce changement d'axe, « variation 30/40 ». Il est temps de refermer l'angle de 10°. Soit prendre le cap 10°.



En gardant ce cap, le QDM a diminué de 10° = 330°. et ainsi de suite jusqu'au QDM 300°
 Quel sera la valeur du dernier cap avant interception du QDM 300 ?

Le changement d'axe perpendiculaire.

Comme son nom l'indique cette manoeuvre permet de changer d'axe en arrivant perpendiculaire au QDM destination

On veut quitter le QDM 10° à 4 NM de la station et on veut prendre le QDM 350°. Ce changement d'axe est la base de connaissance pour effectuer d'autres manoeuvres en approche de la station.

Où suis-je ? QDM 10° 10NM de CYR

Où vais je? QDM 350° 9NM de la station.

Sens du virage ? Droite. (les QDM diminuent en virant à droite et on prend le chemin le plus court !!).

Cap ? Le cap à prendre se situe à + ou - 90° par rapport au QDM dest. Dans *un virage à droite les caps augmentent* donc Cap dest + 90° = 350 + 90 = 440° !!!

Bon le cercle fait 360° et là on a du rab. Il suffit de retrancher 360° au résultat pour trouver la valeur du cap à prendre. Cap = 440 - 360 = 80°.

Anticipation départ ? $V_p = 120\text{kt}$. $A = (120/200) + 0,1 = 0,7\text{NM}$. On commencera le virage à 4,7 NM DME (arrondi à 5NM) à inclinaison standard (15% $V_p = 120 \times 0,15 = 18^\circ$)

Anticipation arrivée ? A en degré = 20/temps à la balise en minutes. A 120 kt on fait 2 NM en 1mn.

Temps à la balise : 4 / 2 = 2 mn.

$A = 20/2 = 10^\circ$ (arrondi) . Donc quand on arrive au QDM 360° au RMI , on commence le virage d'alignement sur le QDM destination.

Et en images maintenant :

On est établi au cap 10°, sur le QDM 10° à 4,7 NM de la station.



On va régler le harpon sur le QDM destination et la pinule de cap à 80° du QDM initial.

On voit que si on a bien défini le sens du virage, il suffit de mettre la pinule de cap perpendiculaire au CDI (aiguille mobile de vOR) après avoir réglé le harpon sur le QDM dest.



On arrive au QDM interception. On règle la pinule sur le cap corresponddant au QDM destination.



Et voilà !! On a bien travaillé. Nous voilà établis sur le QDM350.



Le changement d'axe à égale distance.

Comme son nom l'indique cette manoeuvre permet de changer d'axe en restant à la même distance de la station. Cette variation permet aussi de calculer le temps à la station et de travailler sa concentration. C'est une application un peu particulière du changement d'axe perpendiculaire.

On veut quitter le QDM 310° à 9 NM de la station et on veut prendre le QDM 350° à la même distance.

Où suis-je ? QDM 310° 11NM de CYR

Où vais je? QDM 350° 9NM de la station.

Sens du virage ? Gauche. (les QDM augmentent en virant à gauche).

Cap ? Ici c'est un peu plus compliqué. On va définir notre nouveau cap par rapport au QDM milieu, sur lequel on appliquera la méthode perpendiculaire.

L'angle entre les 2 QDM est $\alpha = 350 - 310 = 40^\circ$. $\implies \alpha / 2 = 40 / 2 = 20^\circ$

Le **QDM milieu** = **QDM init +/- $\alpha / 2$** ici :

$310 + 20 = 330^\circ$ (virage à gauche les QDM doivent augmenter)

Virage à gauche, les caps diminuent. Donc le prochain cap sera QDM mil - 90° soit $330 - 90 = 240^\circ$.

NE PAS CONFONDRE QDM ET CAP !!!!!

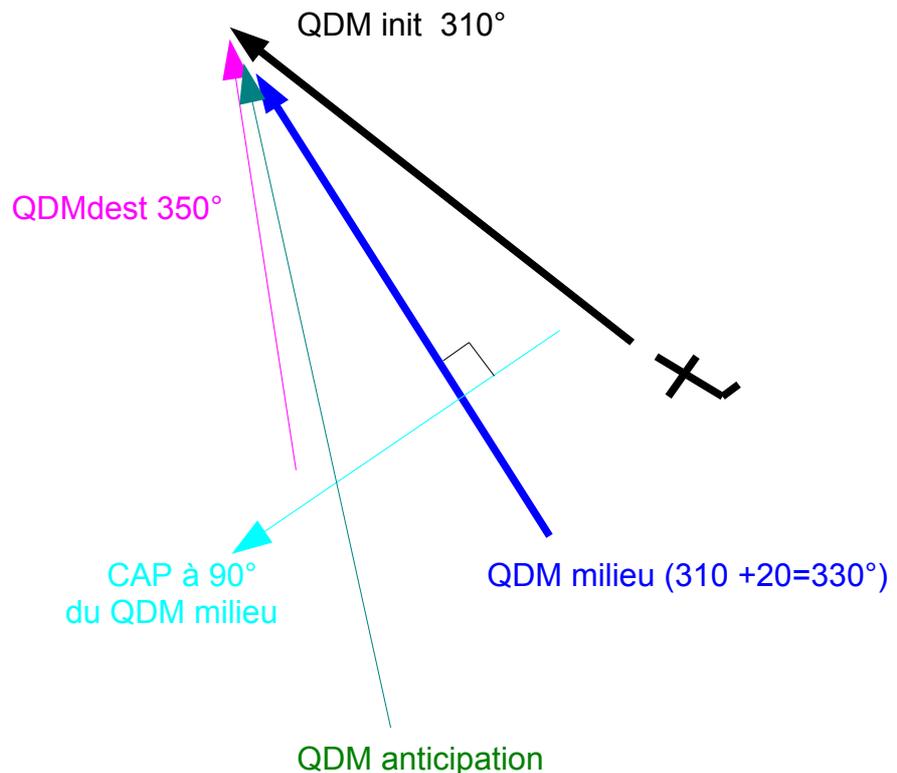
Anticipation départ ? $V_p = 180 \text{ kt}$. $A = (180/200) + 0,1 = 1 \text{ NM}$.

On commencera le virage à 10NM DME.

Anticipation arrivée ? A en degré = $30/\text{temps à la balise en minutes}$. A 180 kt on fait 3 NM en 1mn.

Temps à la balise : $9/3 = 3 \text{ mn}$

$A = 30/3 = 10^\circ$. Donc quand on arrive au QDM 340° (vu sur le RMI) on commence le virage d'alignement sur le QDM destination.



Quelques trucs pour vérifier les déterminations de cap, QDM etc...

La pinule de cap est au cap et au QDM origine.=

Le cap a prendre se trouve à 90° du QDM milieu du côté du CDI

QDM milieu

ON met le harpon sur le QDM dest.



Indicateur
to/from sur TO

Le QDM milieu se trouve entre la pinule de cap et le harpon réglé au QDM dest.

Le cap à prendre se trouve du côté du CDI mais ATTENTION: L'indicateur doit être en position TO !!!!!

Ne pas oublier de replacer le harpon sur le QDM destination

VERIFIER que le CDI est bien positionné par rapport à la maquette avion.

Si avec les doigts on a déterminé que le QDM dest est à Gauche, le CDI doit se déplacer vers la GAUCHE de la maquette avion.

Tout ce travail doit se faire quelques minutes avant la mise en virage. Ce qui permet de ne pas trop stresser.

N'oubliez pas de faire un TOP chrono au passage d'une balise et à chaque changement de position horizontale ou verticale.

Et nous voici près à attaquer l'arc DME qui ne sera qu'une formalité. Mais avant voyons les différents retour sur axe, qui nous seront utiles pour revenir à la balise

Le retour sur axe 12° 3mn.

C'est le même procédé que le retour sur axe standard (40° 1 mn au bout de 3mn d'éloignement de la station).

C'est la méthode utilisée pour faire une percée VOR ou NDB lorsque cette balise est sur l'aérodrome. Pour cela on fait une arrivée au cap inverse de la piste en service, à 1500ft QFE (sol).

Arrivé verticale station, on ouvre de 12° pendant 3mn.

Virage pour intercepter le QDM retour (axe de piste).

En sortie de virage on est à 3mn de la station.

On adopte un taux de descente de 500ft/mn

A l'entrée de piste on est au sol (si la balise est à l'entrée de piste sinon il faut moduler).

Anticipation retour sur axe $A^\circ = 20 / \text{tps}$ à la station en mn

Ne pas oublier les « top chrono »

Le retour sur axe 90/270.

Verticale station on fait un virage de 90° suivi d'un virage de 270° en sens inverse. En sortie de virage on est à 40s de la station.

Anticipation retour sur axe $= A^\circ = 20 / \text{tps}$ à la station en mn

Tous ces retours sur axe peuvent être exécutés n'importe où sur l'axe d'éloignement.

Le retour 100 – α

Utilisé pour un retour à la station rapidement. On peut l'utiliser lorsqu'on a un virage à angle aiguë pour changer d'axe à la station. (on est au QDM 320° et notre route nous impose de prendre le QDR 200°. Pour ne pas trop être éloigné de la balise, on utilisera le retour 100 – α).

α est la différence angulaire entre le QDR d'éloignement et le QDM retour.

Et la formule nous donne le temps d'éloignement depuis la verticale balise. $T_s = 100 - \alpha$

Exemple :

Où suis je : QDM 320° et QDR éloignement 320° après la verticale balise.

Où vais je : sur un QDM retour 200°.

On transforme le QDR éloignement en QDM soit : $320 - 180 = 140^\circ$

$\alpha = 200 - 140 = 60$

On calcule $t_s = 100 - \alpha \Rightarrow 100 - 60 = 40s$

TOP chrono verticale balise et 40s plus tard on prend le cap correspondant au QDM retour.

On place le harpon sur la valeur de ce QDM.

Anticipation retour : $A^\circ = 15^\circ$

On peut utiliser cette formule en s'imposant un temps d'éloignement. Dans ce cas

$\alpha = 100 - t_s$.