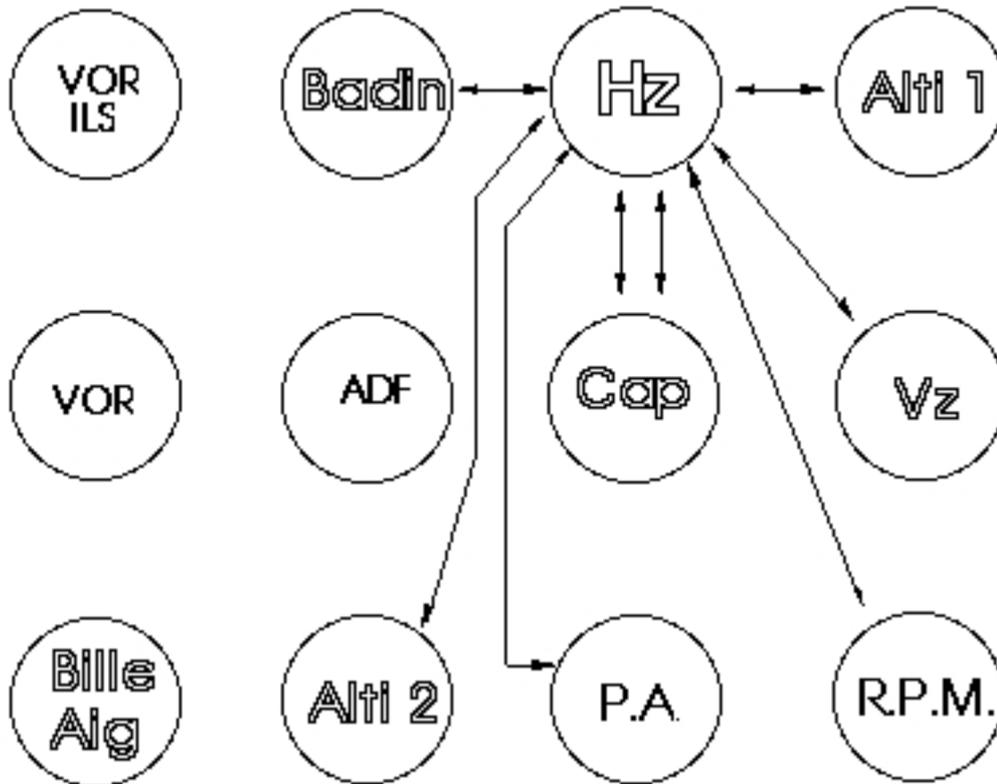




***MANUEL***

***D'INSTRUCTION***

***IFR***



L'instrument de référence est l'**horizon artificiel**.

Toute action visuelle démarre à l'horizon et retourne dans les plus brefs délais à l'horizon.

- en palier: **Hz** ⇒ **Cap** ⇒ **Hz** ⇒ **Cap** ⇒ **Hz** ⇒ **Alti** ⇒ **Hz** ⇒ **Cap** ⇒ **Hz** ⇒ **Badin**
- en montée: **Hz** ⇒ **Cap** ⇒ **Hz** ⇒ **R.P.M.** ⇒ **Hz** ⇒ **P.A.** ⇒ **Hz** ⇒ **Badin** ⇒ **Hz** ⇒ **Alti**
- en descente: **Hz** ⇒ **Cap** ⇒ **Hz** ⇒ **Alti** ⇒ **Hz** ⇒ **Badin** ⇒ **Hz** ⇒ **R.P.M.** ⇒ **Hz** ⇒ **Alti**  
⇒ **Hz** ⇒ **P.A.**



DEFINITION :

Virage au taux standard :

360° en 2 mn  
180° en 1 mn  
90° en 30 sec  
30° en 10 sec  
3° en 1 sec

CALCUL DE L'INCLINAISON :

15 % de la VP ( au niveau de la mer on confondra VP=VI )

Ex: 15 % de 120 kts =  
10 % de 120 + la moitié du résultat  
12 + 6 = 18°

CALCUL DU TEMPS DE VIRAGE :

3° par seconde

temps de virage en sec =  $\frac{\text{nombre de degré virage}}{3^\circ}$

Ex: pour 120° virage  
 $\frac{120}{3} = 40 \text{ sec}$

CALCUL DU RAYON DE VIRAGE :

Rayon en nautique =  $\frac{VP}{200}$

VP de 150 kts =  $\frac{150}{200} = 0,750 \text{ NM}$

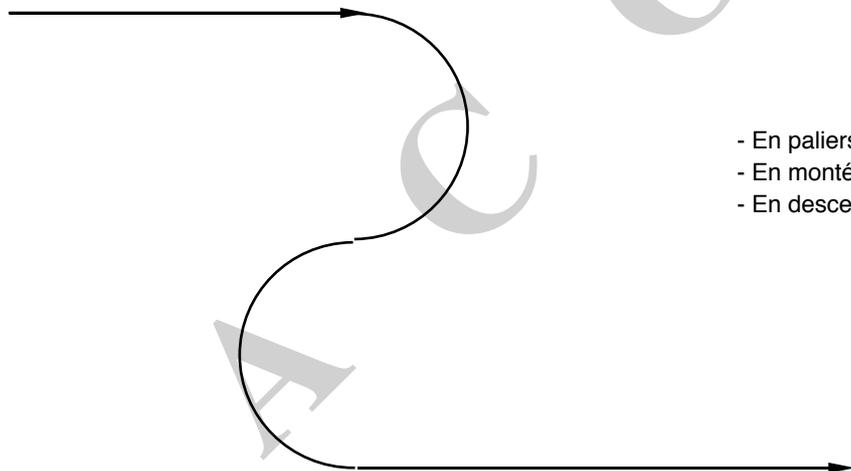
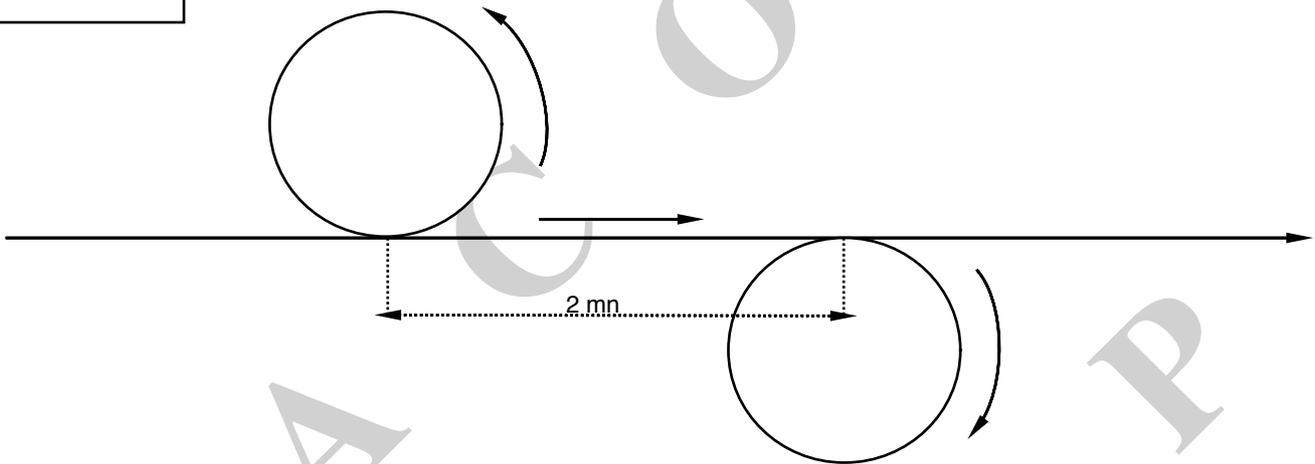
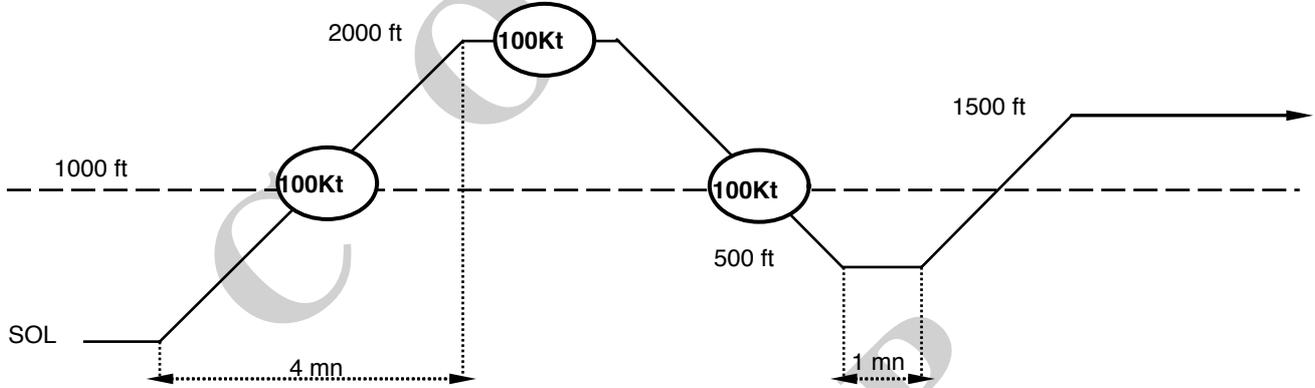
REMARQUES :

Pour des raisons de confort passagers et de sécurité, la limite pratique d'inclinaison est de 30° en IMC.

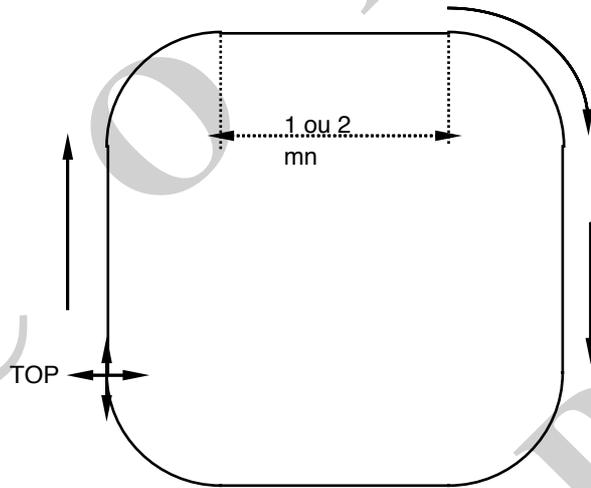
Ceci limite le taux 1 à une VP de 200 kts. Au dessus de cette vitesse on utilise le taux 2 ( 1,5° par sec ).

Dans l'établissement des procédures, les rayons de virage sont calculés pour une inclinaison de 25° ou un taux de virage de 3° par sec si ce taux correspond à une inclinaison inférieure à 25°, sauf dans les cas particuliers suivants :

Approche interrompue ( API ) : 15°  
Manoeuvre à vue libre ( MVL ) : 25°

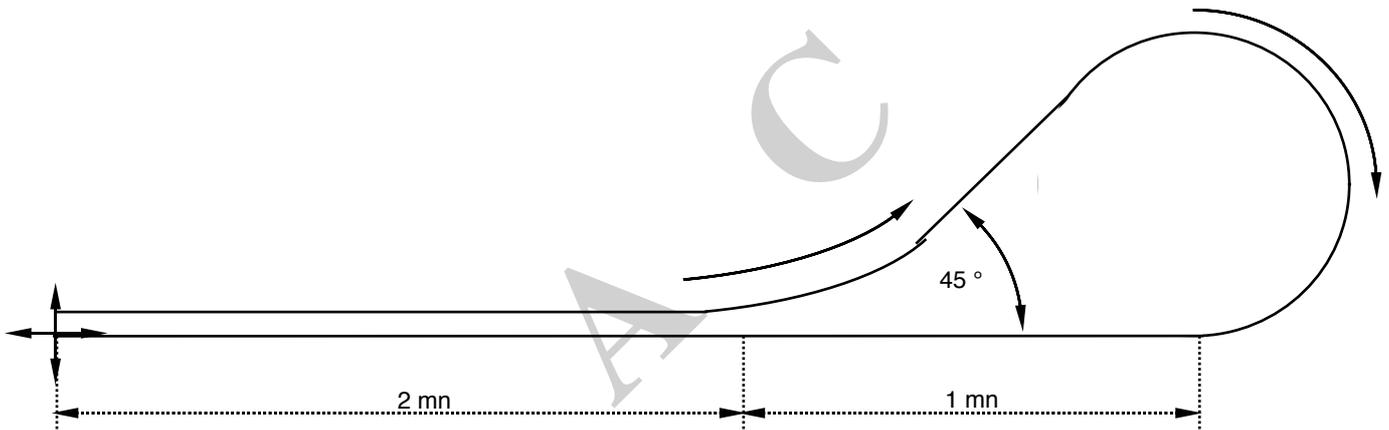
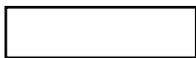
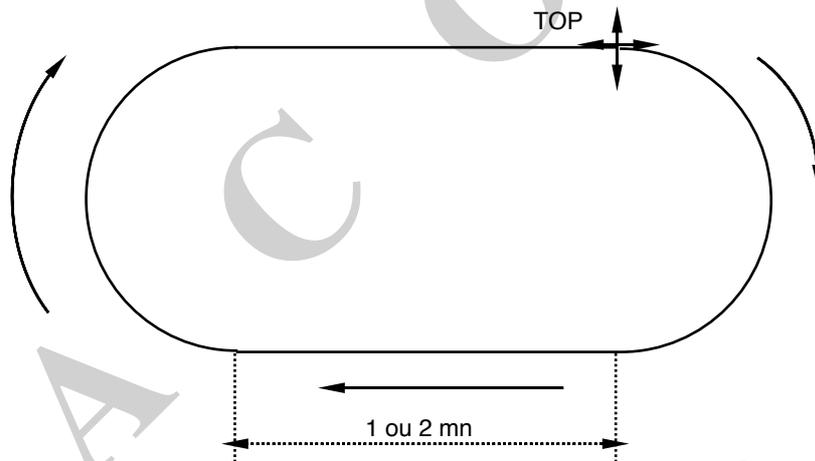
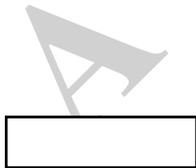


- En paliers
- En montée
- En descente



Virages en palier

- Branches de 1 mn en palier
- Branches de 2 mn en montée ou en descente







**BUT :**

S'aligner sur un axe Radio électrique donné, le situer dans l'espace, le maintenir puis rejoindre dans les meilleures conditions un autre axe choisi à un écart angulaire faible ( inférieur à 30°).

**MATERIALISATION :**

Un Pilote apprend très tôt que les Caps augmentent à droite et diminuent à gauche. Garder la même idée de base en adoptant le principe:

" Je **laisse** la station à droite les QDM augmentent, je **laisse** la station à gauche les QDM diminuent"

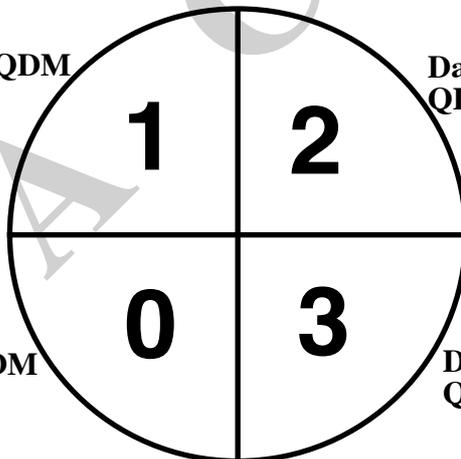
Ceci étant valable en QDM:

- station avant et
- station arrière

L'axe à rejoindre, donc le sens du virage étant définie, le Pilote doit maintenant visualiser:

A l'approche de la station et à moins d'une mn, limiter les corrections à 10° max par rapport au dernier cap moyen.  
Dans tous les cas, reprendre le cap moyen sitôt passé la verticale.

Dans ce secteur les QDM commencent par 1



Dans ce secteur les QDM commencent par 2

Dans ce secteur les QDM commencent par 0

Dans ce secteur les QDM commencent par 3

**SUIVI DE L'AXE :**

Détecter les écarts et les corriger:

- 1 fois l'écart à 1mn de la station
- 2 " " " 2mn
- 3 " " " 3mn

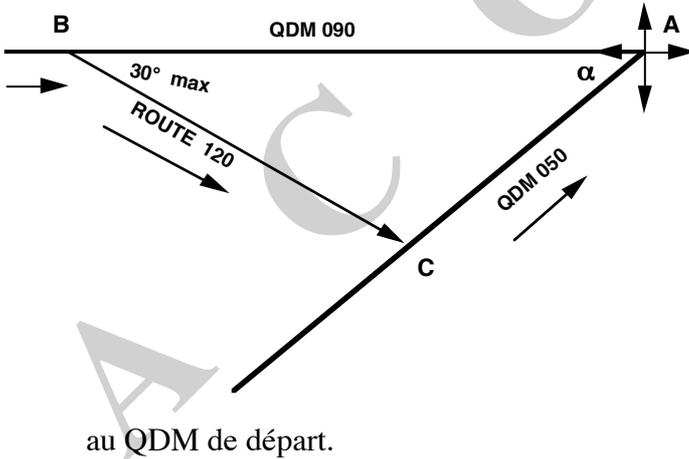
limités à 30° max.

Surveiller la qualité de l'alignement. La rapidité de détection des écarts permet de les limiter et d'améliorer la précision.



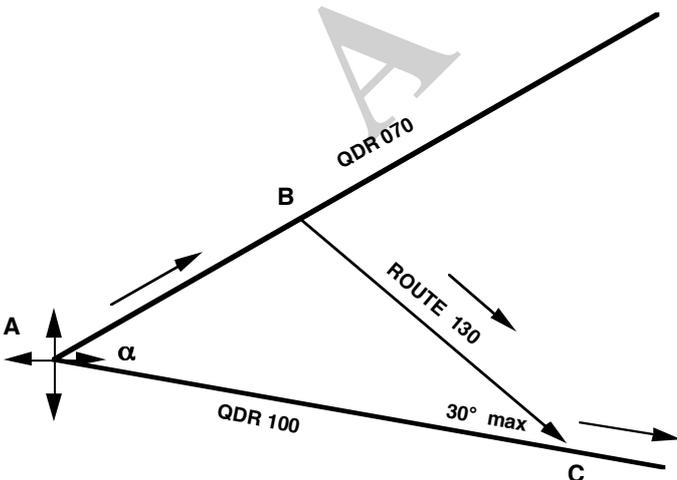
CHANGEMENT D'AXES en QDM :

Prendre une route divergente du QDM d'origine, sous un angle égal à  $3\alpha$  limité à  $30^\circ$ .  
La route d'interception se calcule par rapport



CHANGEMENT D'AXE en QDR :

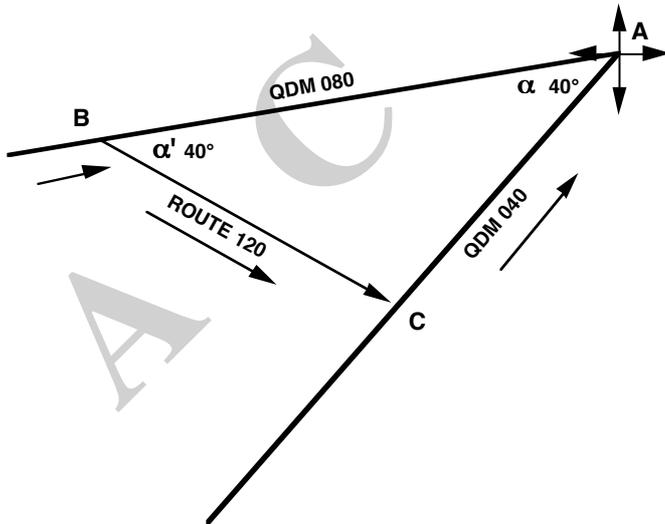
Prendre une route interceptant l'axe recherché sous un angle égal à  $3\alpha$  limité à  $30^\circ$ .





MESURE DE DISTANCE PAR TRIANGLE ISO-CELE :

Prendre une route interceptant l'axe recherché sous un angle  $\alpha'$  égal à  $\alpha$ .  
 $\alpha$  doit être compris entre  $20^\circ$  et  $40^\circ$  maximum.



Top à la mise en virage.  
Top à l'interception du QDM recherché.

Le temps mis à parcourir BC est égal au temps que l'on mettra à parcourir CA.

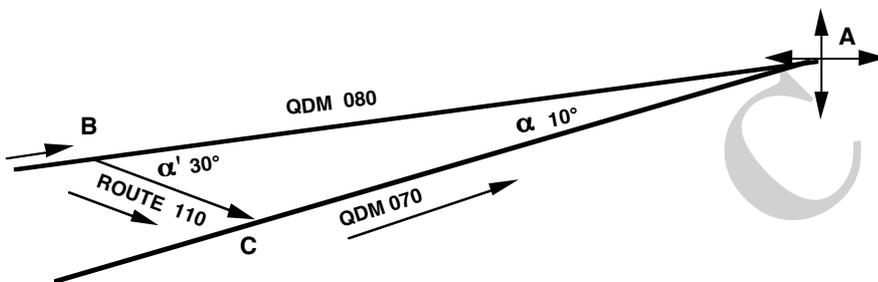
Cap sur la station en suivant ce QDM.

Le temps pour parcourir CA en minutes, est égal au temps de déroutement BC en secondes divisé par 2 fois l'angle  $\alpha$ .

	Temps de déroutement en secondes
Temps en minutes à la station =	$\frac{\text{Temps de déroutement en secondes}}{2\alpha}$

MESURE DE DISTANCE A  $30^\circ$  :

Prendre une route de déroutement sous un angle  $\alpha'$  de  $30^\circ$  obligatoirement.



Top à la mise en virage.

Top à l'interception du QDM, situé entre  $10^\circ$  et  $20^\circ$  du QDM de départ.



**MANUEL D'EXPLOITATION - INSTRUCTION IFR  
GUIDAGE - TECHNIQUES ELEMENTAIRES**

ACOP

ELEMENTS DE CALCUL

01-2001

FACTEUR DE BASE :

$$Fb = \frac{60}{Vp}$$

CALCUL DE LA DERIVE MAX :

$$X = Vw \times Fb$$

SINUS ET COSINUS :

<b>1</b> $\alpha = 70$	<b>9/10°</b> $\alpha = 60$	<b>3/4</b> $\alpha = 50$
<b>1/3</b> $\alpha = 20$	<b>1/2</b> $\alpha = 30$	<b>2/3</b> $\alpha = 40$

$\alpha$  = angle au vent

CALCUL DE LA DERIVE SUR AXE :

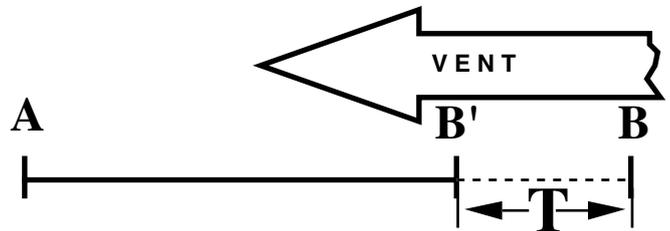
$$\delta = X \times \text{Sinus } \alpha$$

CORRECTION DE TEMPS, CALCUL DU T :

Le trajet de A à B sans vent dure 1 heure.



Si nous subissons du vent de face pendant ce trajet, nous arriverons au bout de 1 heure, seulement au point B'.



Le temps supplémentaire mis pour réaliser le trajet B'  $\Rightarrow$  B représente le grand **T**, la correction de temps en minutes par heure, ou en secondes par minutes.

$$T = X \times \text{Cosinus } \alpha$$

CALCUL DU TEMPS CORRIGEE, tc :

Mais, pendant que nous effectuons la correction et que nous parcourons B'  $\Rightarrow$  B, nous subissons encore l'effet du vent. Pour en tenir compte, il nous faut calculer le temps corrigé, tc.

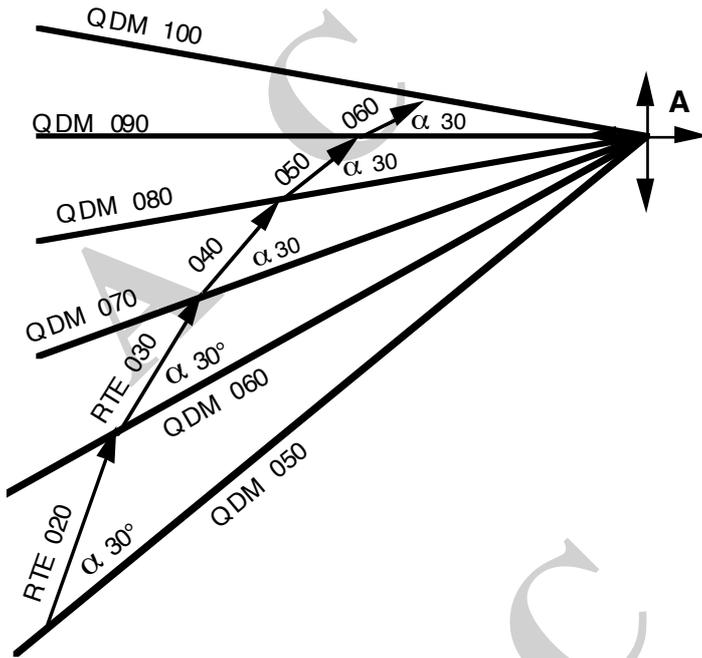
tc arrière	T	tc face
<b>idem</b>	1	1
	2	2
	3	3
	4	4
	5	5
<b>T - 1</b>	5	6
	6	7
	7	8
	8	9
	9	10
	9	11
	10	12
<b>T - 1/2 chiffre des unités</b>	11	13
	12	14
	12	15
	13	16
	13	17
	14	18
<b>T + chiffre des unités</b>	14	19
	14	20
	15	21
	15	22
<b>T + 3 (T-10)</b>	15	23
	17	25
	17	26
	18	27
	20	30



**BUT :**

Aller rechercher et suivre un QDM jusqu'à la verticale, à partir d'un écart angulaire inférieur à 90°.

**VARIATION SPIRALE :**



Quitter le QDM de départ avec une route divergente de 30°.

A l'interception du QDM voisin de 10°, refermer la route de 10°.

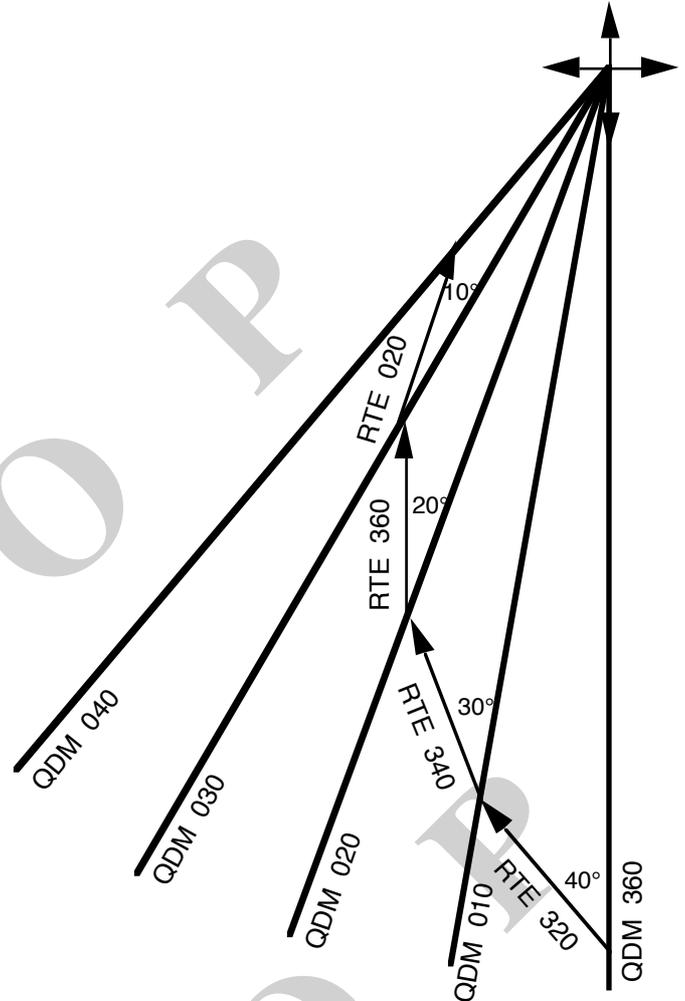
- On quitte un QDM sous 30°
- On intercepte un QDM sous 40°

Cette variation convient particulièrement lorsque l'écart angulaire entre le QDM de départ et le QDM recherché, est important.

Attention, plus on se rapproche du QDM recherché et plus on se rapproche de la station. L'interception est donc souvent brutale.

**VARIATION CIRCULAIRE :**

Cette variation permet une prise d'axe amortie.



Quitter le QDM de départ, en ouvrant de la différence avec le QDM final recherché.

Après avoir intercepté le QDM voisin de 10°, quitter ce QDM en ouvrant de la différence avec le QDM final recherché.

Plus on se rapproche du QDM final recherché, et plus l'angle d'interception est faible.

Ne pas employer pour des écarts de QDM de plus de 50°.



**BUT :**

Manœuvre permettant de s'aligner sur un QDM donné, par un virage standard continu, entrepris à partir d'une route convergente au maximum de 120°.

**METHODE :**

La mise en virage est déterminée par l'apparition de l'angle d'anticipation **A** entre l'axe initial et l'axe à rejoindre.

Cet angle est tributaire:

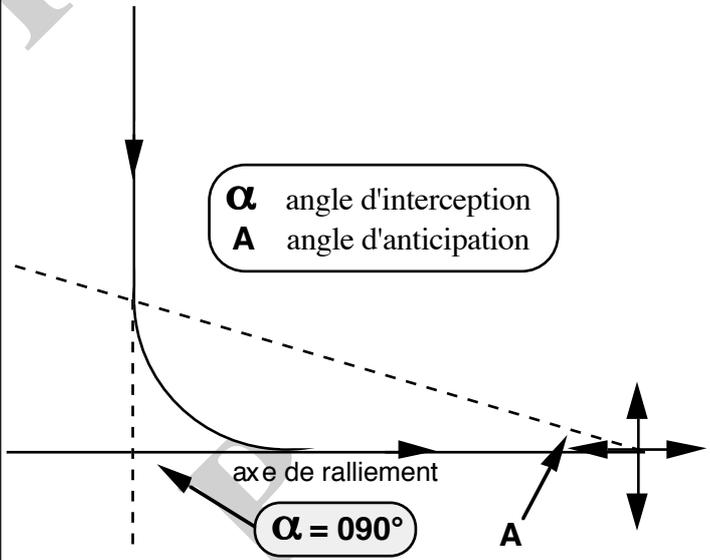
- de l'angle d'interception **α**
- de la distance de la station en minutes **T**
- du rayon de virage, donc de la vitesse de l'avion

**RECOMMANDATION :**

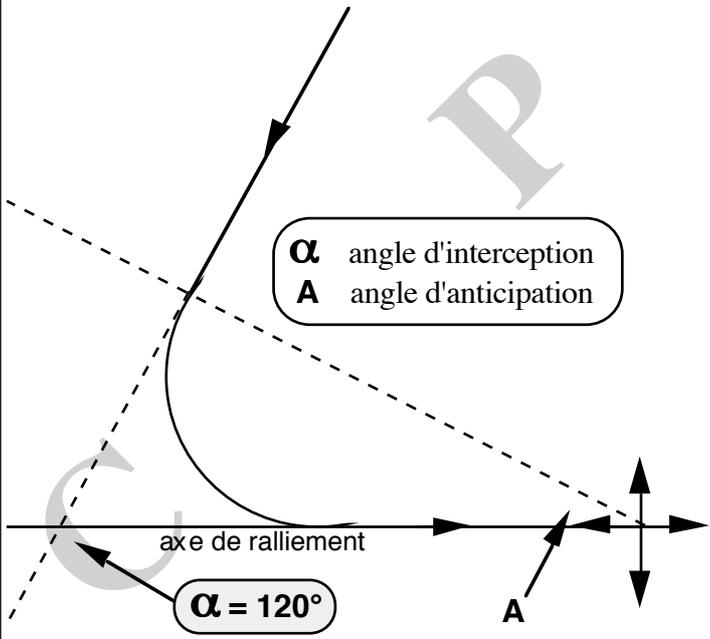
La règle des anticipations, est une des plus importante à appliquer en vol aux instruments, car elle permet de s'aligner à coup sûr, sur les axes:

- d'attente
- d'hippodrome
- de percée

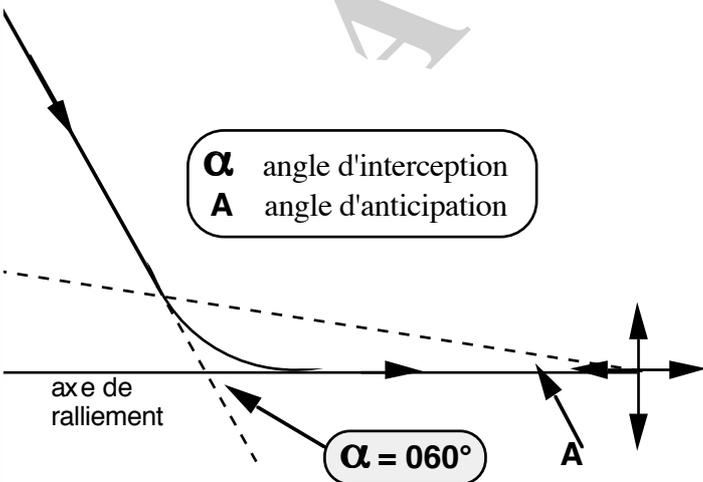
et donc de ne pas être perturbé, par des sorties de virage en correction.



**Anticipation à 090° =  $\frac{20}{T}$**



**Anticipation à 120° =  $\frac{30}{T}$**



**Anticipation à 060° =  $\frac{10}{T}$**



BUT :

Permet de passer d'un axe radioélectrique à un autre situé entre 50° et 70°, en vue d'un alignement station avant.

C'est un exercice de style, qui permet de travailler:

- la visualisation
- les mesures de distance
- les anticipations
- le calcul mental

METHODE :

- déterminer le sens du virage

- en déduire la valeur de l'anticipation
- au VOR, si l'anticipation est supérieure à 10°, l'afficher

AVEC VENT:

- calculer la dérive sur l'axe de départ
- calculer la dérive sur l'axe de déroutement

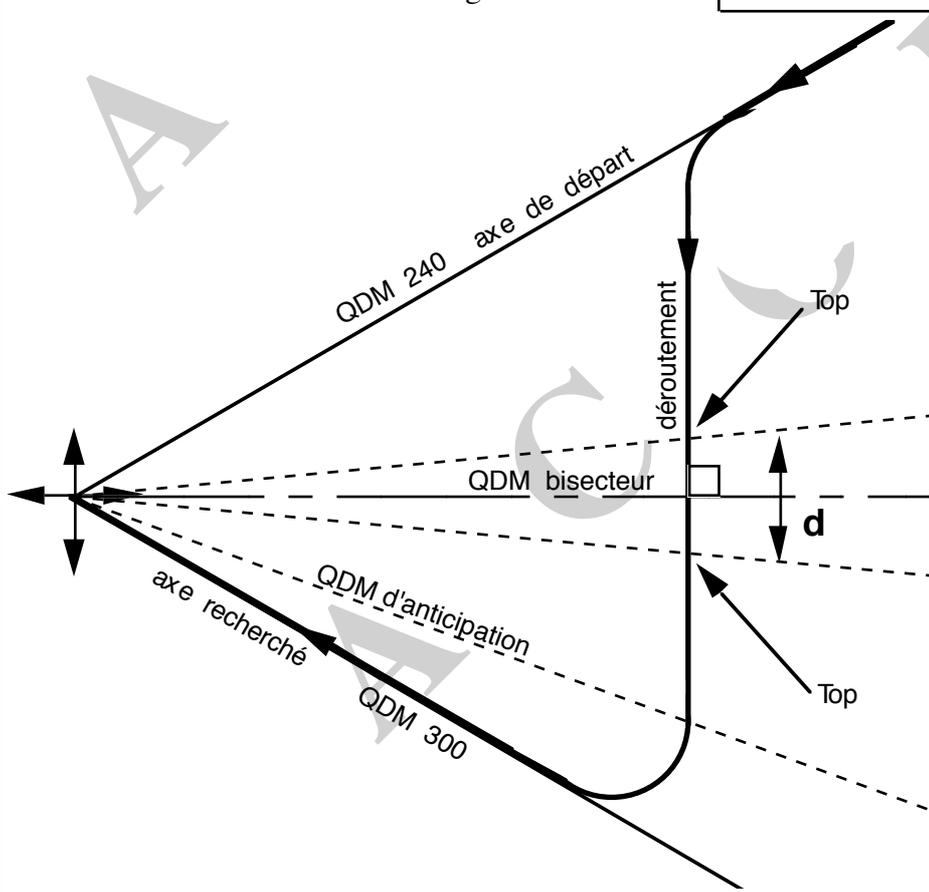
EQUIVALENT SANS VENT :

"Avec du vent de face pendant le déroutement, je mettrai plus de temps pour parcourir la distance **d** que si il n'y avait pas de vent."  
Inversement avec du vent arrière.

Temps équivalent sans vent, égal temps **d** en secondes, plus ou moins temps **d** multiplié par **T**

$$T_{esv} = d \pm Td$$

- en déduire le temps sans vent à la station
- calculer la dérive sur le QDM recherché
- calculer le nouveau temps corrigé à la station



- calculer le QDM bisecteur
- calculer la route de déroutement, perpendiculaire au QDM bisecteur

MESURE DE DISTANCE :

- au VOR  $\Rightarrow$  5° de part et d'autre du QDM bisecteur
- à l'ADF  $\Rightarrow$  10° de part et d'autre du QDM bisecteur

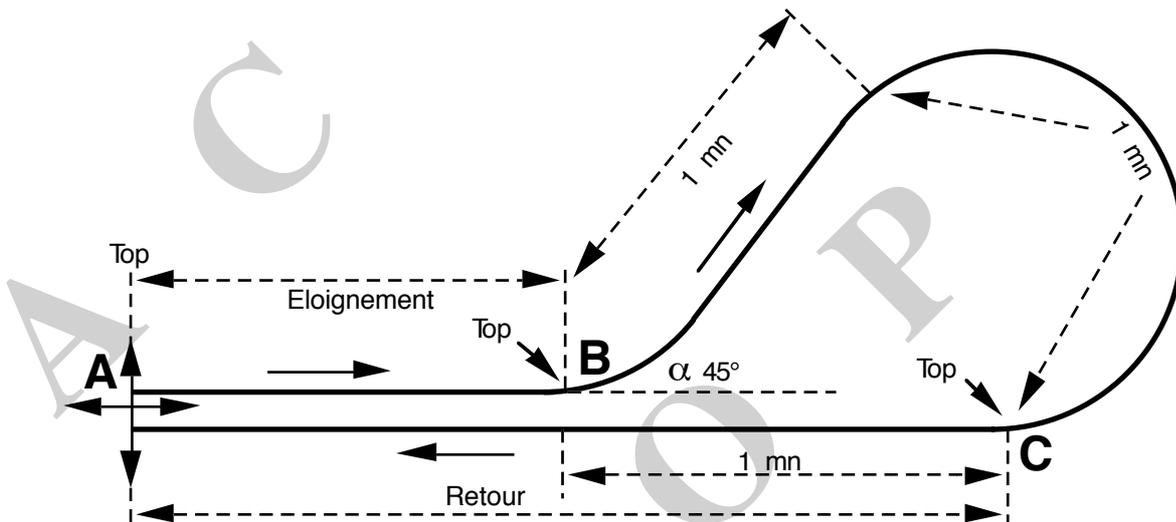
le temps obtenu en secondes, divisé par l'angle **d** de mesure, donne le temps en minute à la station.



DEFINITION :

Manœuvre consistant en une ouverture à 45°, effectuée à partir d'une trajectoire en éloignement d'une balise, suivi d'un virage de retournement en sens inverse destiné à intercepter l'axe retour parallèle à l'axe d'éloignement.

Les virages conventionnels sont dits à "gauche" ou à "droite" selon le sens du premier virage.



METHODE :

Le temps de retour sans vent, est égal au temps d'éloignement plus 1 minute, ou

Le temps d'éloignement sans vent, est égal au temps de retour moins 1 minute.

On prend toujours le vent de la branche que l'on calcule.

L'anticipation dans le virage retour, se calcule pour le cap perpendiculaire à l'axe retour.

TEMPS DE RETOUR IMPOSE :

C'est le chronométrage le plus utilisé.

Le temps d'éloignement corrigé, est égal au temps d'éloignement sans vent, plus ou moins le temps total de la figure sans vent, multiplié par le tc éloignement.

$$T_{éc} = T_{ésv} \pm T_{tsv} \cdot tcé$$

TEMPS D'ELOIGNEMENT IMPOSE :

Le temps de retour corrigé, est égal au temps de retour sans vent, plus ou moins le temps total de la figure sans vent, multiplié par le tc retour.

$$T_{rc} = T_{rsv} \pm T_{tsv} \cdot tcr$$

DISTANCE DE RETOUR IMPOSE :

La distance C ⇒ A correspond à un temps sans vent T

$$T = D \cdot Fb$$

Le temps d'éloignement corrigé est égal au temps d'éloignement sans vent, plus ou moins le temps d'éloignement sans vent plus 2 minutes (1 minute d'ouverture plus 1 minute de virage), multiplié par le tc éloignement.

Le temps de retour corrigé, est égal au temps de retour sans vent, plus ou moins le temps de retour sans vent multiplié par le tc retour.

$$T_{éc} = T_{ésv} \pm (T_{ésv} + 2) \cdot tcé$$

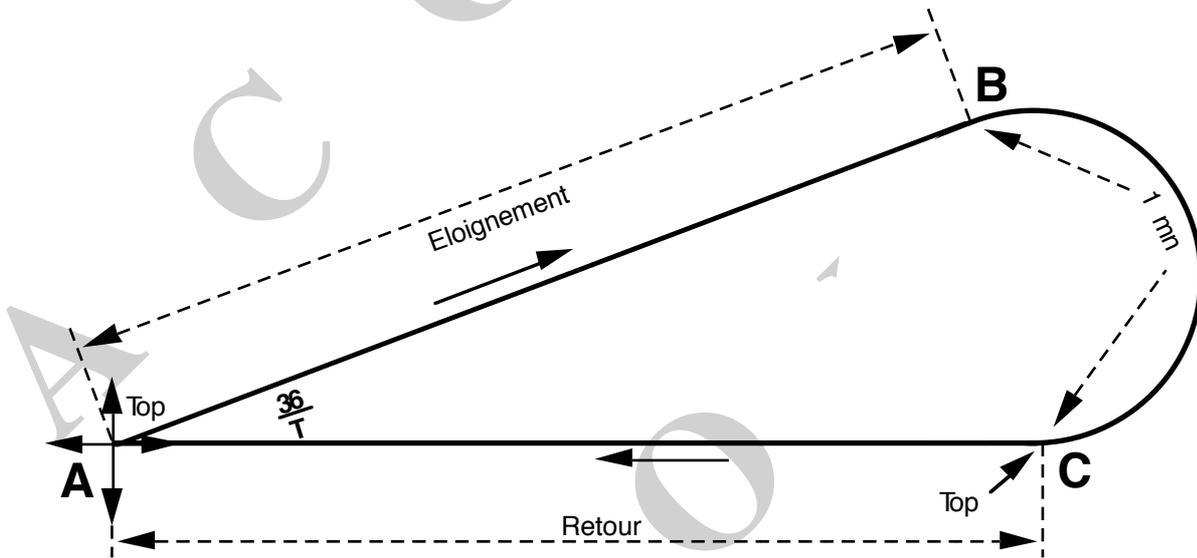
$$T_{rc} = T_{rsv} \pm T_{rsv} \cdot tcr$$



DEFINITION :

Manœuvre consistant à s'éloigner sur un axe publié ou calculé, à effectuer un virage standard de 180° pour s'aligner sur un axe retour différent de l'axe d'éloignement.

La procédure est dite "à gauche" ou "à droite", selon le sens du virage "d'étape de base".



METHODE :

T est le temps d'éloignement A ⇒ B en minutes.

L'angle d'ouverture est égal à  $\frac{36}{T}$

Le temps de retour sans vent, est égal au temps d'éloignement.

On prend la même dérive sur l'axe d'éloignement que sur l'axe retour.

On prend toujours le vent de la branche que l'on calcule.

L'anticipation dans le virage retour, se calcule pour le cap perpendiculaire à l'axe retour.

TEMPS DE RETOUR IMPOSE :

C'est le chronométrage le plus utilisé.

Le temps d'éloignement corrigé, est égal au temps d'éloignement sans vent, plus ou moins le temps total de la figure sans vent, multiplié par le tc éloignement.

$$T_{éc} = T_{ésv} \pm T_{tsv} \cdot tcé$$

DISTANCE DE RETOUR IMPOSE :

La distance C ⇒ A correspond à un temps sans vent  $T = D \cdot Fb$

Le temps d'éloignement corrigé est égal au temps d'éloignement sans vent, plus ou moins le temps d'éloignement sans vent plus 1 minute de virage, multiplié par le tc éloignement.

Le temps de retour corrigé, est égal au temps de retour sans vent, plus ou moins le temps de retour sans vent multiplié par le tc retour.

$$T_{éc} = T_{ésv} \pm (T_{ésv} + 1) \cdot tcé$$

$$T_{rc} = T_{rsv} \pm T_{rsv} \cdot tcr$$



DEFINITIONS :

Après le passage vertical de la balise, ou du point de repère, virage de 180° à droite ou à gauche, éloignement à un cap inverse du cap de rapprochement, virage de 180° dans le même sens que le premier, rapprochement vers la station.

La figure est dite à droite ou à gauche, selon le sens du premier virage.

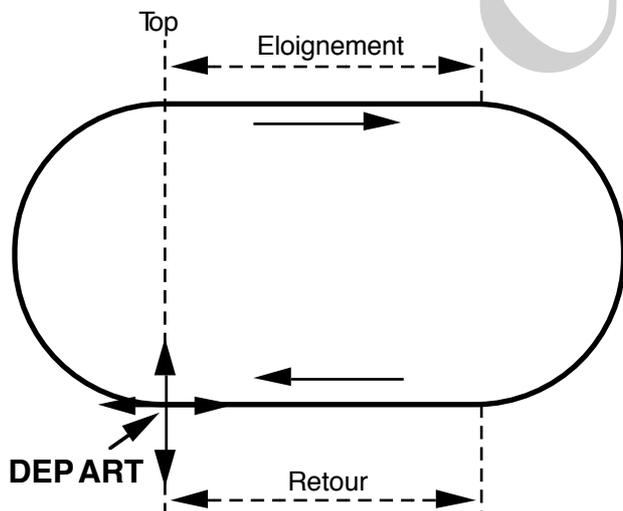
La figure est dite "standard", avec un premier virage à droite.

MISE AU POINT

Nous parlerons "d'Hippodrome" pour les circuits de percée, et "d'Attente" pour les autres circuits.

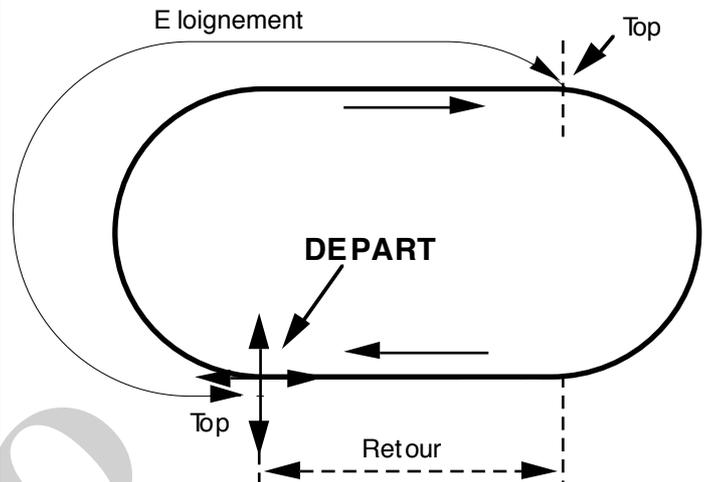
CHRONOMETRAGE :

Sans vent, chaque virage au taux standard, dure 1 minute, la branche d'éloignement est égale à la branche de retour (généralement, 1 minute).



Il faut s'efforcer pour des critères de précision, de prendre le Top d'éloignement travers balise.

En cas d'impossibilité, le premier virage fait partie de l'éloignement, et le retour sera donc égal à l'éloignement moins 1 minute.



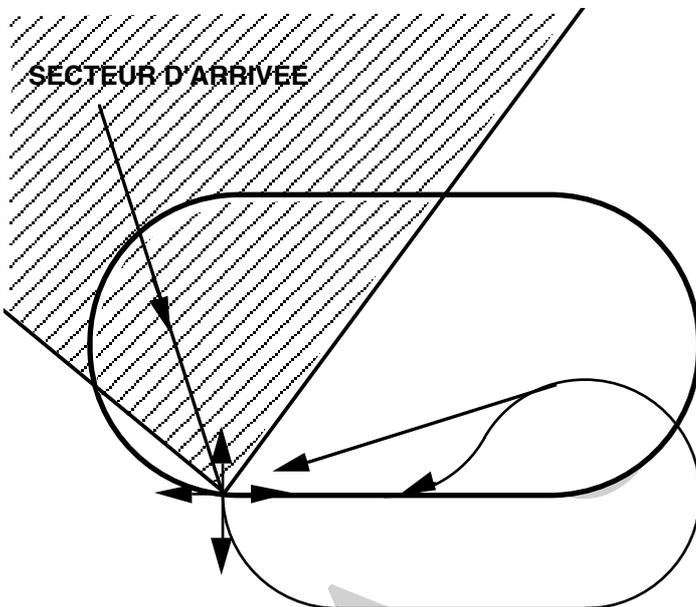


DEFINITIONS :

Il est défini 3 secteurs d'entrée.  
A chaque secteur est associé un type de trajectoire.

ENTREE OACI ou PARALLELE :

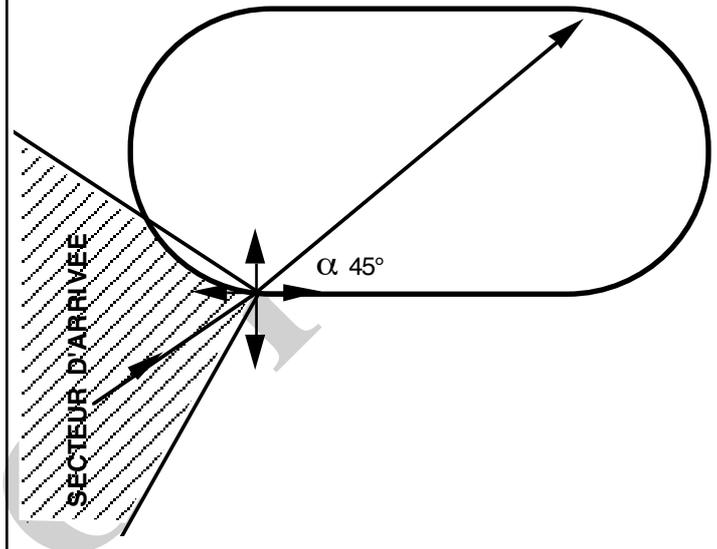
Après la verticale balise, virer pour prendre une route parallèle et inverse, à la route spécifiée de la trajectoire de rapprochement; maintenir cette route pendant la durée d'éloignement spécifiée pour l'attente, sans dépasser une minute et demie sans vent.



Ensuite virer du côté attente pour rejoindre soit la trajectoire de rapprochement, soit directement la balise.  
La descente, vers l'altitude de percée, peut se faire dès la première verticale.

ENTREE TEAR DROOP :

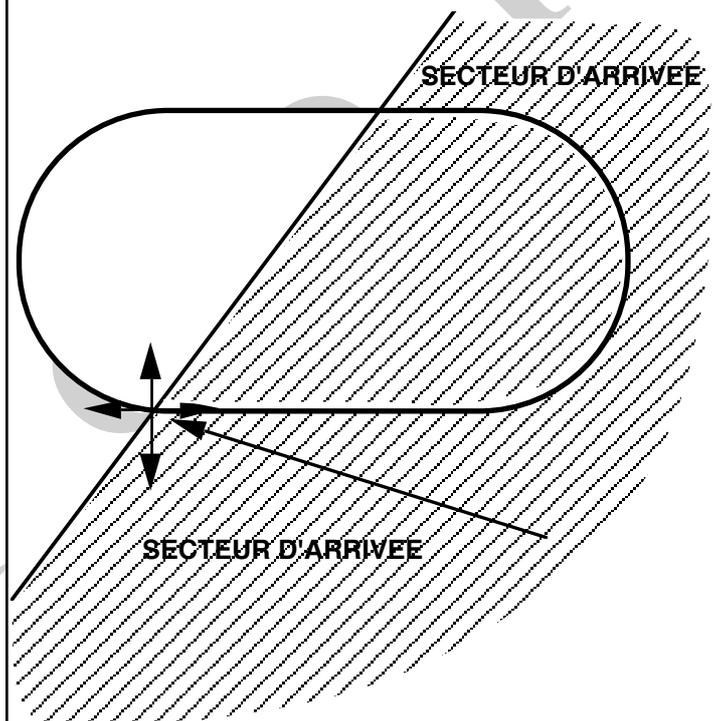
Après la verticale balise, virer pour prendre une route à 45° de l'axe de rapprochement, pendant une minute sans vent.



Cette entrée est la plus opérationnelle, et doit être la plus recherchée.

ENTREE DIRECTE :

Après la verticale balise, suivre la trajectoire spécifiée.





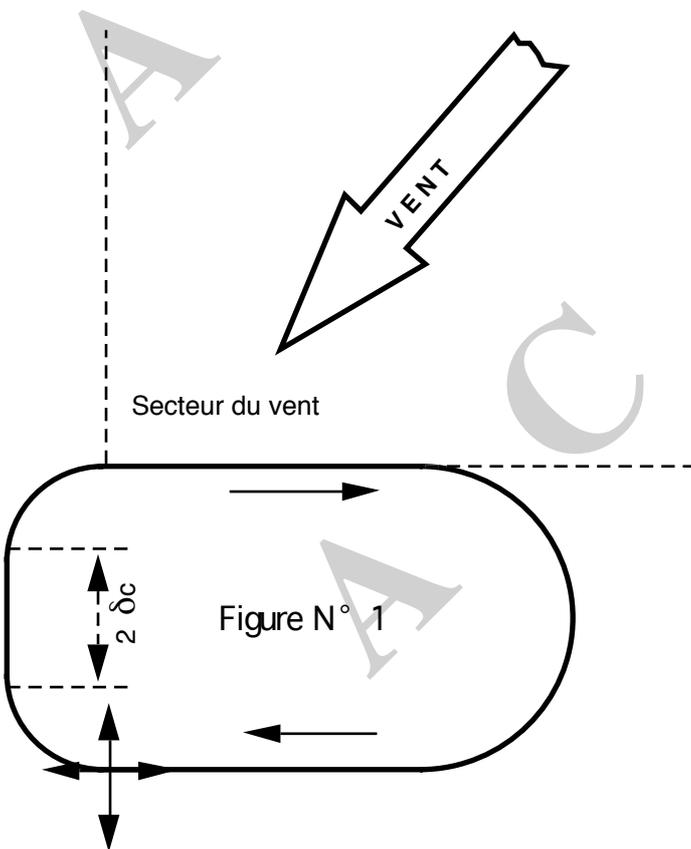


CORRECTIONS DE VENT EN VIRAGE :

Avant le passage de la première verticale, se poser la question:  
"d'où vient le vent...?? remontée ou non..??"

Si le vent est du secteur défini sur la figure N° 1, remonter ce vent, dans le premier virage, au cap perpendiculaire à l'axe d'éloignement, d'un temps égal à 2 fois la dérive sur l'axe d'éloignement, ou de retour, corrigée.

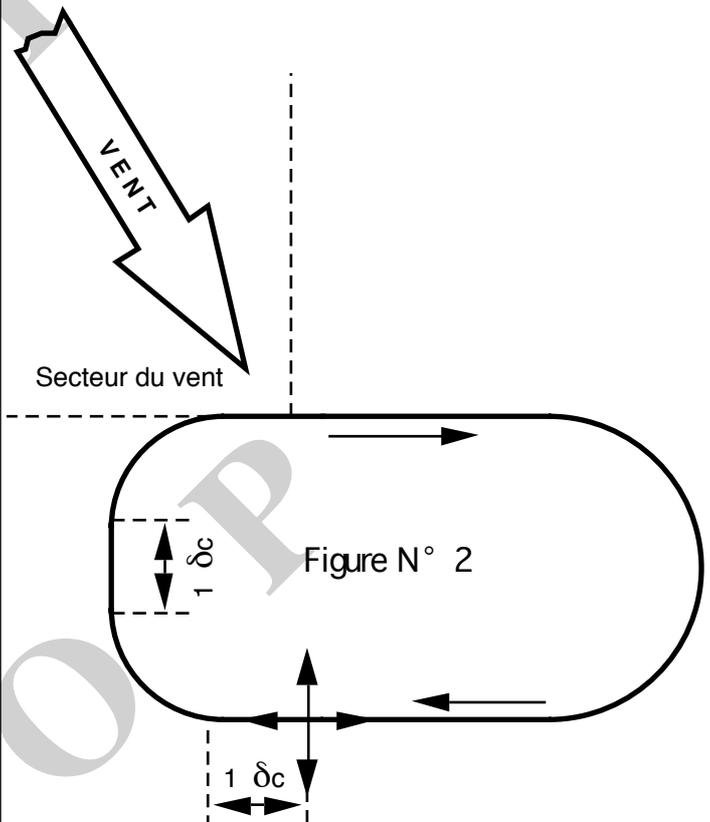
Exemple: dérive sur axe = 10°  
10 devient 12  
remontée de vent de 2 fois 12 secondes,  
soit 24 secondes.



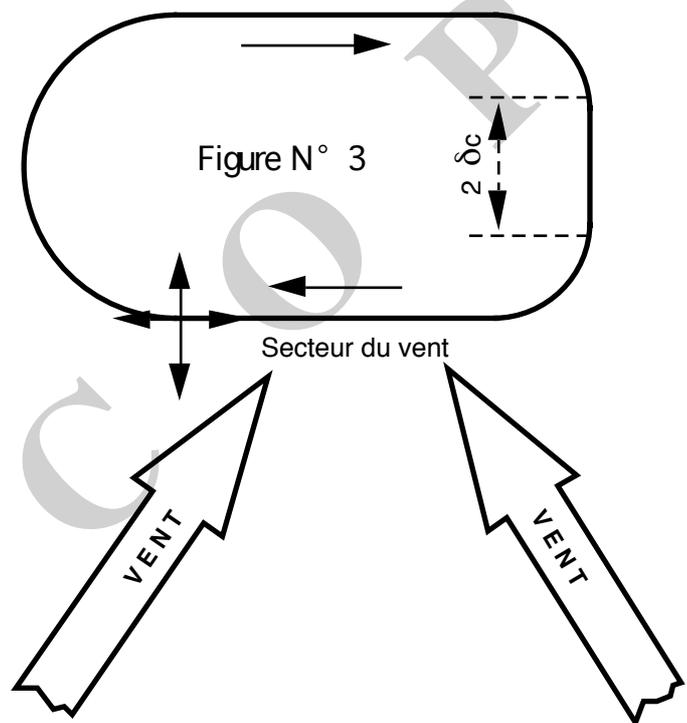
Si le vent est du secteur défini sur la figure N°2, remonter ce vent:

- après le passage balise, dans le prolongement du cap de retour, d'un temps égal à 1 fois la dérive sur l'axe d'éloignement, ou de retour, corrigée.
- au cap perpendiculaire à l'axe d'éloignement, d'un temps égal à 1 fois la dérive sur l'axe d'éloignement, ou de retour, corrigée.

Cette procédure permettra de pouvoir faire, un Top travers station, correct.



Si le vent est du secteur défini sur la figure N°3, la remontée de vent se fera dans le 2° virage, pendant un temps égal à 2 dérives corrigées.



Dans la pratique, la remontée de vent dans le 2° virage se contrôle non pas au chrono, mais avec la position des aiguilles Radio-Nav.



PRINCIPES DE BASE :

On prend en compte toujours le vent de la branche que l'on calcule

Déterminer:

$\alpha$

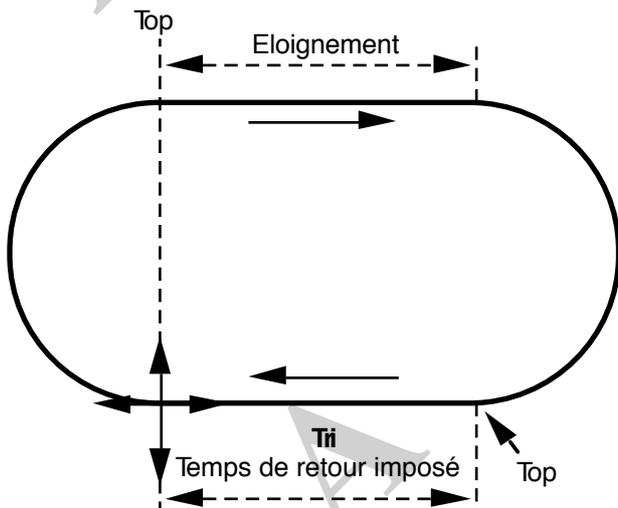
$\delta$

$T \Rightarrow tc$

TEMPS DE RETOUR IMPOSE :

C'est le chronométrage le plus employé.

Il est préférable pour avoir une meilleure précision, de prendre le Top éloignement au travers balise.

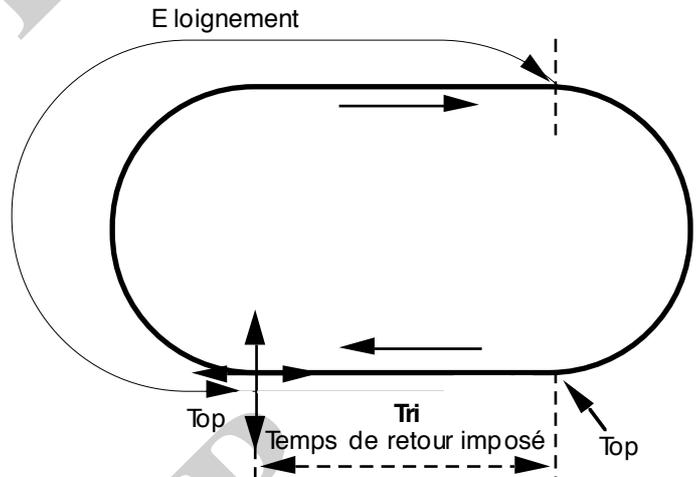


Le temps d'éloignement corrigé est égal au temps d'éloignement sans vent, plus ou moins le temps total de la figure, moins 1 minute du premier virage, sans vent, multiplié par le  $tc$  éloignement.

$$T_{éc} = T_{ésv} \pm (T_{tsv} - 1) tc_{é}$$

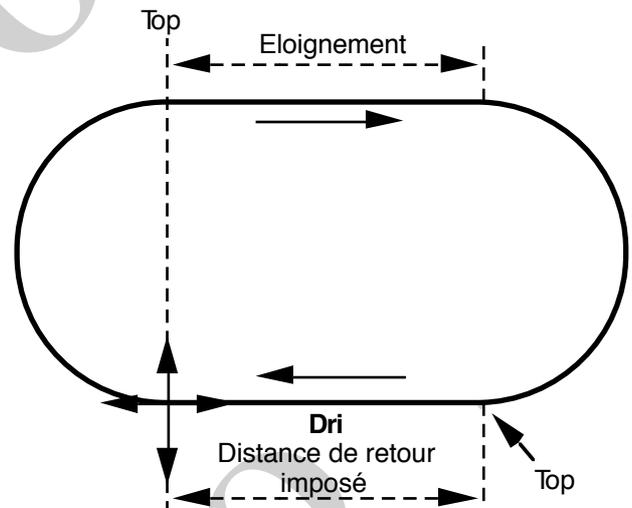
Si pour des raisons "techniques" (oubli), il n'est pas possible de faire un Top travers:

Le temps d'éloignement corrigé est égal au temps d'éloignement sans vent, plus ou moins le temps total de la figure, sans vent, multiplié par le  $tc$  éloignement.



DISTANCE DE RETOUR IMPOSE :

La distance de retour imposé, correspond à un temps sans vent  $T$   $T = D \cdot Fb$



Le temps d'éloignement corrigé est égal au temps d'éloignement sans vent, plus ou moins le temps d'éloignement sans vent plus 1 minute de virage, multiplié par le  $tc$  éloignement.

Le temps de retour corrigé, est égal au temps de retour sans vent, plus ou moins le temps de retour sans vent multiplié par le  $tc$  retour.

$$T_{éc} = (T_{ésv} + 1) \pm T_{ésv} \cdot tc_{é}$$

$$T_{rc} = T_{rsv} \pm T_{rsv} \cdot tc_r$$

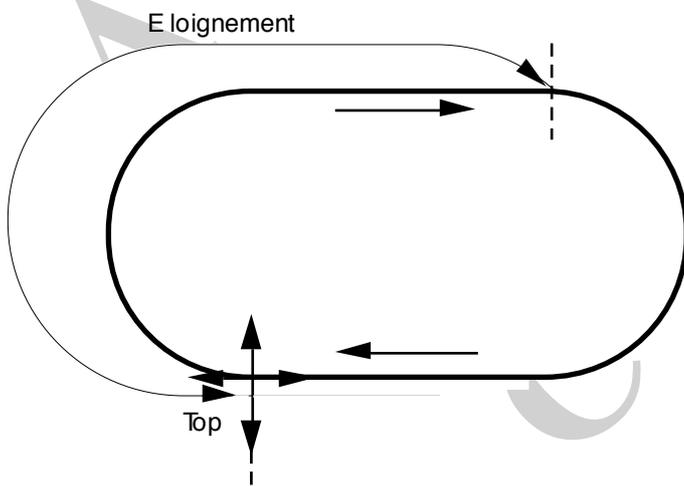


TEMPS TOTAL IMPOSE :

L'éloignement se compte du départ balise (pas de Top travers).

L'éloignement est égal au temps total de la figure divisé par 2.

Avec vent, le temps d'éloignement corrigé est égal au temps total divisé par 2, plus ou moins le temps total divisé par 2 et multiplié par le T (et non le tc), plus ou moins la dérive corrigé. Plus si la correction se fait dans le premier virage, moins si elle se fait dans le deuxième virage.



$$T_{éc} = \frac{T_{ti}}{2} \pm \frac{T_{ti}}{2} \cdot T \pm \delta c$$

+  $\delta c$  si correction 1° virage

-  $\delta c$  si correction 2° virage

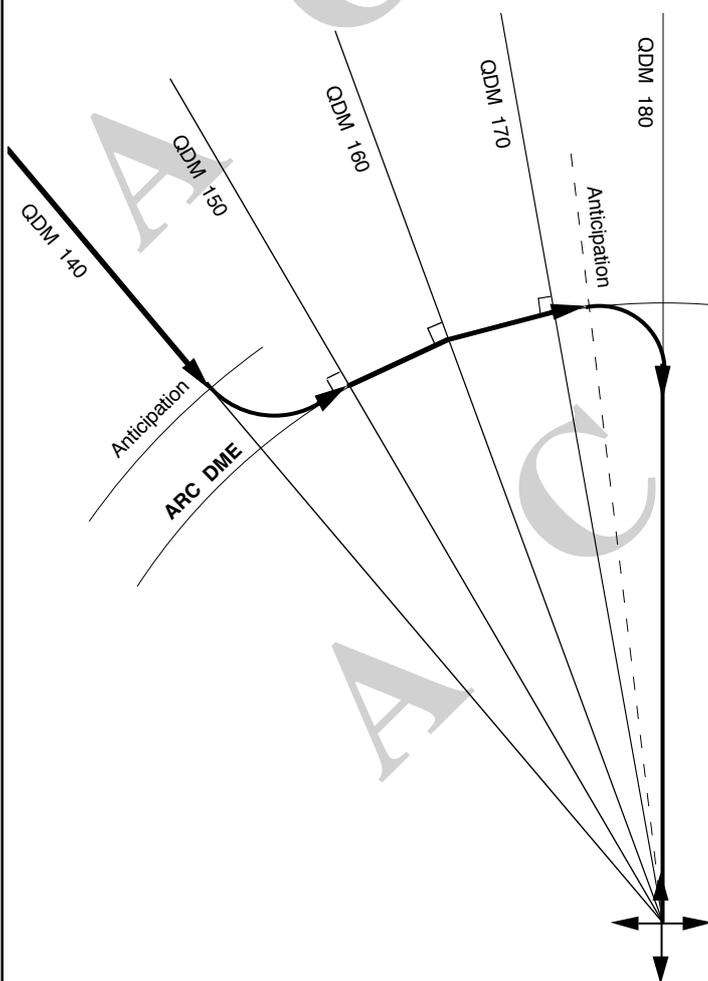


**BUT :**

A partir d'un QDM issu d'un VOR DME, intercepter et suivre un arc DME, puis intercepter et suivre un QDM final.

**METHODE :**

- calculer la distance d'anticipation avec la formule  $\frac{V_p}{200}$
- déterminer le sens du virage



- calculer la route de déroutement, perpendiculaire au QDM voisin, arrondi à la dizaine la plus proche
- en déduire le cap en affichant une dérive approchée  $(0, \frac{X}{2}, X)$
- à la distance d'anticipation calculée, prendre ce cap
- afficher à l'OBS, le QDM d'interception à  $10^\circ$
- à l'interception de ce QDM, refermer le cap de déroutement de  $10^\circ$

- afficher le QDM d'interception suivant
- après le passage de l'avant dernier QDM, calculer le QDM d'anticipation avec la formule  $\frac{20}{T}$
- à l'interception de cet angle d'anticipation, virer pour s'aligner sur le QDM final

**RECOMMANDATIONS:**

Il est important de matérialiser en permanence la trajectoire suivie, ainsi que l'orientation du vent.

La trajectoire théorique devrait être à tout instant perpendiculaire au QDM intercepté. En pratique, effectuer des "facettes" tous les  $10^\circ$ .

Si la distance DME est trop faible, maintenir le cap de déroutement au-delà de la facette, jusqu'à obtenir la distance recherchée.

Si la distance est trop forte, augmenter la correction de cap vers l'intérieur de la courbe, jusqu'à obtenir la distance recherchée; correction de  $20^\circ$  pour un écart de 0,5 NM.

La précision recherchée doit être de  $\pm 0,5$  NM

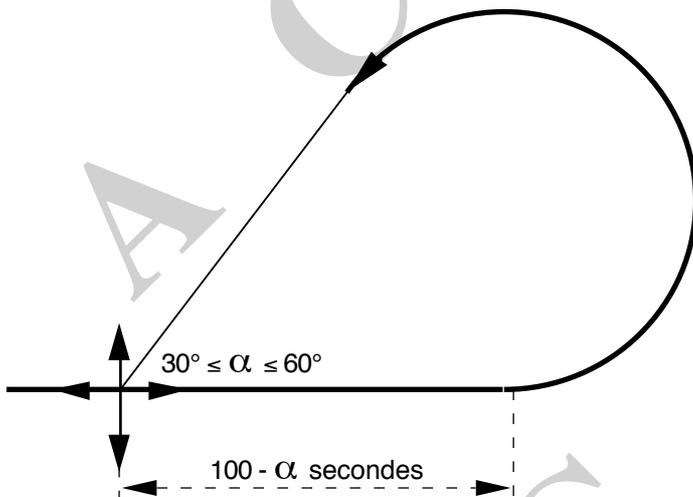


BUT :

A partir de la verticale d'une balise, calculer un éloignement en secondes, à l'issue duquel on reviendra le plus rapidement possible, sur un QDM donné par un virage standard.

METHODE :

- faire tous les calculs en QDM



avant la première verticale:

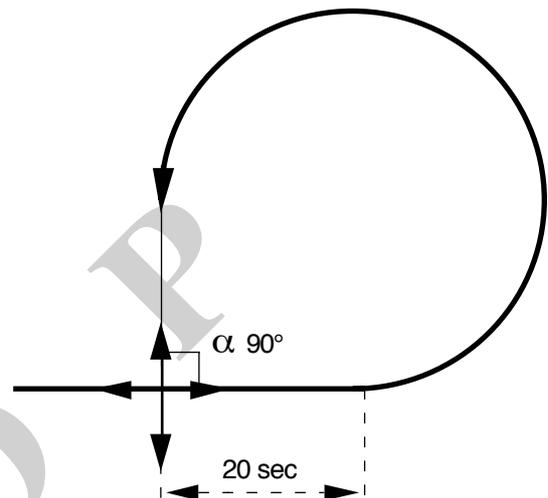
- calculer le QDM d'éloignement
- déterminer le sens du virage
- calculer la valeur de l'angle  $\alpha$
- calculer:

**éloignement en sec = 100 -  $\alpha$**

- virer au taux standard pour intercepter et suivre le QDM de ralliement

RECOMMANDATIONS:

Cette manœuvre est réalisable pour des angles compris entre 30° et 60°.  
Pour un angle de 90°, s'éloigner de 1 rayon de virage, soit 20 secondes.



Effectuer les corrections de vent d'une façon approchée.