

IV LES METHODES DE NAVIGATION :

LA NAVIGATION A L'ESTIME

C'est la méthode de base enseignée dans les écoles de loisir comme les écoles professionnelles.

Elle consiste à :

- tracer la route entre 2 points sur la carte
- déterminer le cap magnétique de cette route
- calculer le temps de parcours

A l'heure prévue on doit survoler le point prévu si le cap a été maintenu.



Pour assurer la navigation on prend des points de repère intermédiaires si les branches de navigation sont longues. Ces points permettront aussi de déterminer le vent et de la corriger.

Cette méthode est fiable : on peut assurer le passage à quelques dizaines de mètres près de la verticale d'un point et à quelques secondes près suite à une navigation d'une durée d'une heure ou plus.

Afin de gérer au mieux la navigation en vol, le pilote prépare, au sol, un log de navigation. Celui-ci contient :

- l'identification des points de virage.
- les caps magnétiques à suivre (sans vent).
- les distances pour atteindre les points.
- les temps de parcours prévus sans vent.
- l'heure à laquelle on prévoit d'arriver.
- le carburant consommé.
- des colonnes renseignées en vol pour tenir compte du vent

| | | | | | | | | | | |
|--------|------|------|-----|-----|-------|---|----|-----|-----|-----|
| Vp = | Fb = | | | | | | | | | |
| Repère | Cm | Dist | Tsv | HEA | Conso | X | Δt | HRA | Rem | RDO |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Il est utile dans les remarques de noter les déroutements à envisager ainsi qu'une altitude de sécurité (1500 ft au dessus de l'obstacle le plus élevé dans une bande de 5Nm autour de la route prévue).

Dans la colonne RDO on peut indiquer les fréquences des balises RN à proximité, des terrains proches de la route et celles des organismes de contrôle gérant les zones environnantes.

Le calcul du temps sans vent se fait à l'aide du facteur de base : $Fb = 60/Vp$
 En mettant Vp en Km/h, pour calculer le temps sans vent pour parcourir la distance D (en km), il suffit de faire:
 $Tsv = D * Fb$. Le résultat est en minutes.

Lorsqu' y a du vent, les paramètres déterminés lors de la préparation ne seront pas tout à fait respectés. Le vent est donné par deux paramètres : la direction de laquelle il vient et sa vitesse.

Par exemple un vent du 135 pour 12kt provient du sud-est (cap 135°) et souffle à la vitesse de 12 nœuds. Il se note $Vw = 135°/12 kt$.

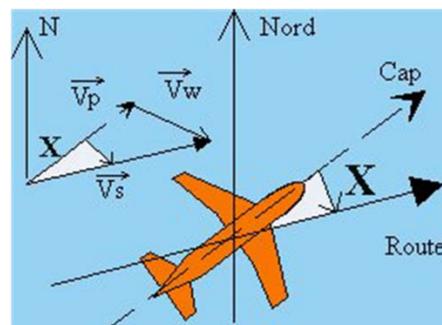
Influence du vent sur la navigation :

- Il modifie la vitesse sol
- Il modifie la route suivie

Sans vent on a $V_s = V_p$ (vitesse propre). Si le vent est arrière $V_s > V_p$ (il "pousse" l'avion). Si le vent est de face, $V_s < V_p$ (il « freine l'avion »).
Si le vent est dans l'axe de la route, il n'a pas d'influence sur celle-ci.
S'il vient de la droite de la route, il dévie l'avion à gauche de celle-ci. S'il provient de la gauche de la route, il le dévie à droite.

Dans les deux cas on dit que le vent engendre une dérive (= angle entre la route tracée et la route réellement suivie).

La dérive se note X et se compte positivement quand elle est à droite de la route tracée.



$X_{Max} = F_b \times V_w$ (Dérive max = Facteur de base x vent effectif perpendiculaire à la route)

$X = X_{Max} \times \sin$ de l'angle au vent (vent non perpendiculaire à la route)

En pratique, on repère sa dérive afin de revenir sur la route et de maintenir un cap corrigé qui permettra de la maintenir.

De même on repère son écart de temps entre le temps prévu et le temps réel pour corriger les HEA (heures estimées d'arrivée).

La correction des caps en tenant compte du vent se base sur le schéma suivant:

$$R_v - X = C_v - D = C_m - d = C_c$$

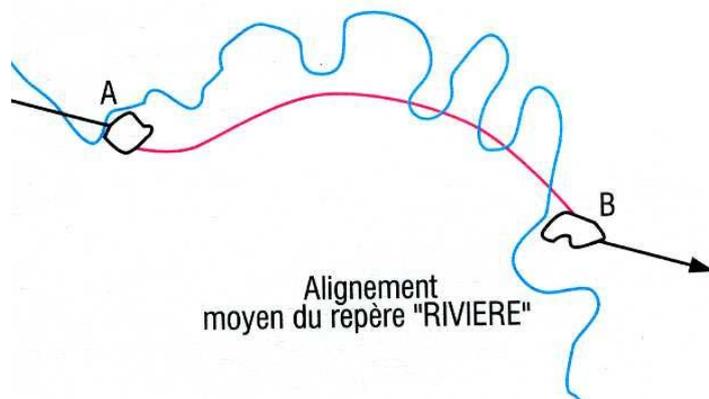
« Retouchez votre dérive, cela vous donnera chaque mesure de votre cap compas. »

LE CHEMINEMENT A VUE

Il consiste à chercher des points de repère visuels tout au long du trajet et à effectuer la navigation en passant d'un point de repère à un autre.

Possible par très bonne météo et dans des zones avec beaucoup de repères faciles à identifier.

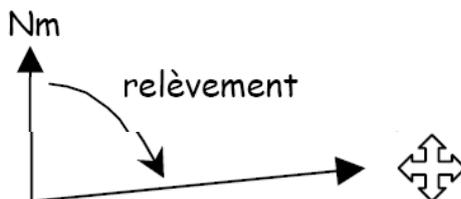
Il est impératif de toujours prévoir un tracé rigoureux avec un log complet auquel on pourra se raccrocher si l'on doit passer du cheminement à l'estime.



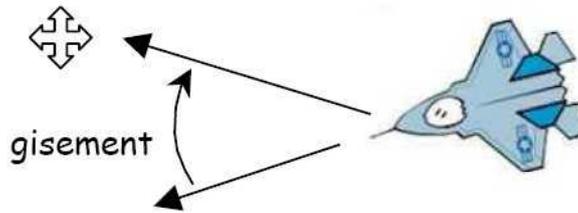
LE CHEMINEMENT RADIONAV

Il se pratique dans le même esprit que le cheminement à vue mais utilise des balises de RN (VOR et radiocompas) comme points de repère.

On appelle Relèvement l'angle compris entre le nord et la droite passant par la balise et l'avion

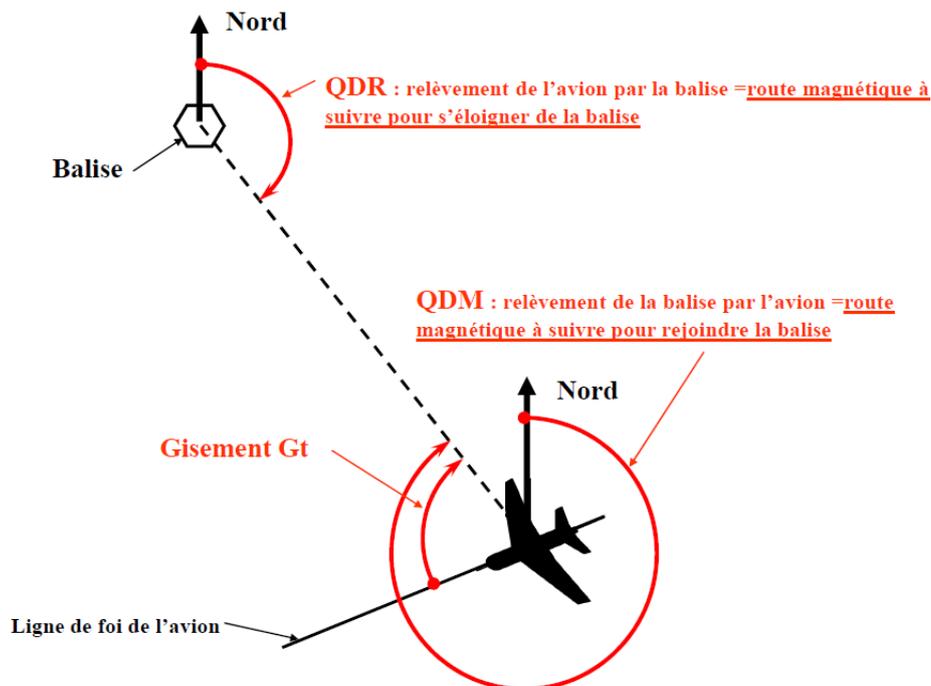


On appelle Gisement (Gt) l'angle compris entre la ligne de fois de l'avion la droite passant par la balise et l'avion



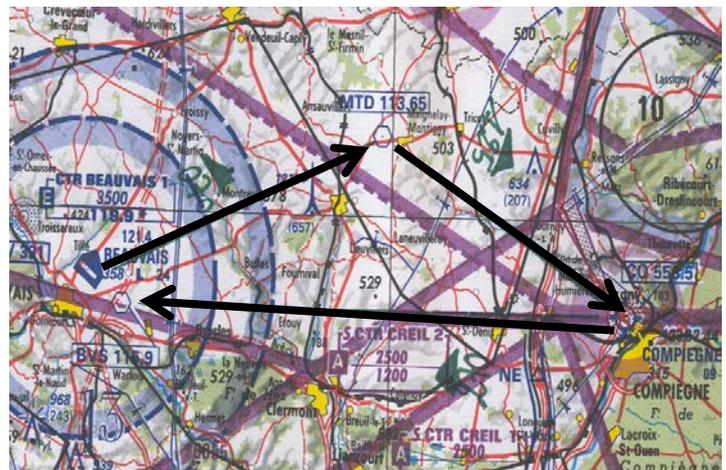
On note la fréquence des balises et le radial (ou QDM) que l'on désire suivre et on passe ainsi de balise en balise jusqu'à la destination.

Il faut être très prudent car les balises sont destinées à l'origine aux avions en IFR et il est donc très important de ne pas interférer avec eux (altitude ou FL de vol et contact radio dans les zones contrôlées).



Exemple de cheminement radionav:

- Depuis BEAUVAIS, rejoindre le QDM 070 de Montdidier MTD (113.65)
- Interceptor alors le QDM 125 de Compiègne CO (553.5)
- Suivre ensuite le QDM 270 de Beauvais BVS (115.9)

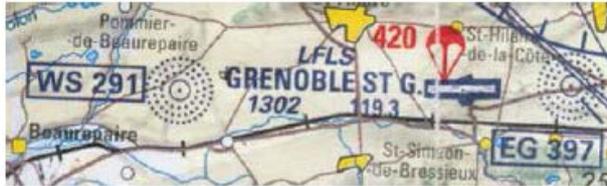


IV MOYENS DE RADIONAVIGATION

LE RADIO-COMPAS ADF :

La station au sol : L'émission se fait dans la plage des moyennes fréquences de 200 à 2000KHz

Le boîtier permettant de sélectionner la fréquence de la balise choisie



L'indicateur

Utilisation du radio compas :

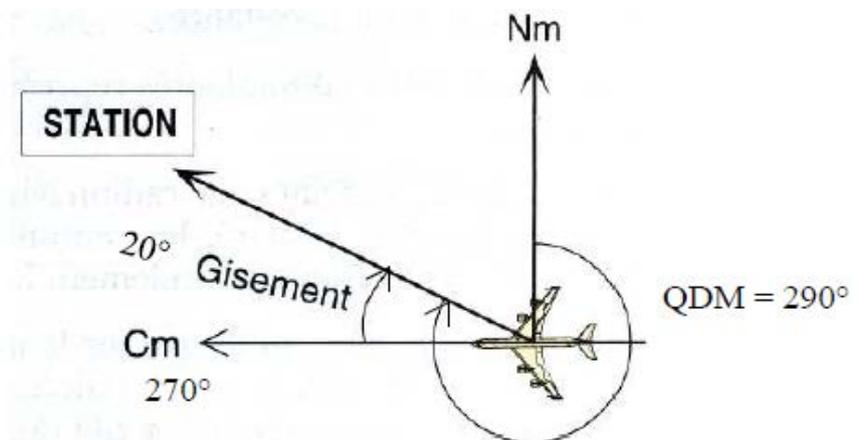
On lit sur l'indicateur le gisement qui est l'angle entre le nez de l'avion et la direction de la station

Dans cet exemple le gisement $G_t = 20^\circ$

On peut calculer le QDM qui est la route à suivre pour rejoindre la station :
Il faut ajouter le gisement au cap magnétique de l'avion.

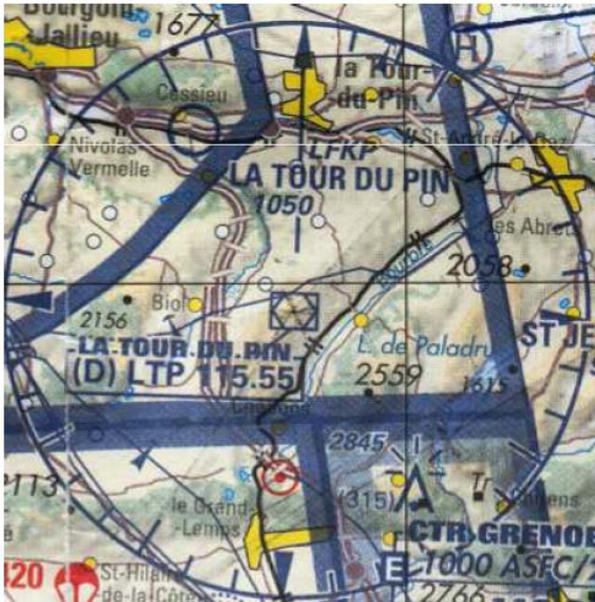
$$QDM = G_t + C_m$$

Si l'avion vole au cap 270° (ouest) :
 $QDM = 270 + 20 = 290^\circ$



LE VOR :

La station au sol : L'émission se fait en VHF de 108 à 117.95 Mhz. Le signal émis est modulé de telle sorte que le signal reçu par l'avion diffère en fonction de la position avion.



Le boîtier permettant de sélectionner la fréquence de la balise choisie



L'indicateur :

L'aiguille mobile représente la route sélectionnée

Le rond central représente l'avion

Le bouton OBS permet de sélectionner la route choisie en faisant tourner la couronne graduée

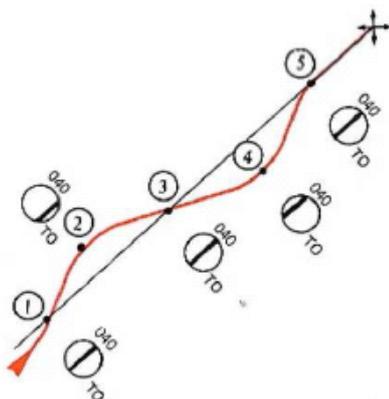


La mention **To/From** signifie que l'on est en **rapprochement/éloignement** de la station (QDM/QDR)

EXEMPLE D'UTILISATION DU VOR:

Vous êtes au sud-ouest de la station sur l'axe 040° que vous voulez suivre (QDM 040°) :

- (1) Tant que vous restez sur l'axe 040° l'aiguille reste centrée.
- (2) L'aiguille est à droite, il faut corriger à droite pour revenir sur l'axe.
- (3) L'aiguille est à nouveau centrée, vous êtes revenu sur l'axe.
- (4) L'aiguille est à gauche, il faut corriger à gauche pour revenir sur l'axe.
- (5) L'aiguille est à nouveau centrée, vous êtes revenu sur l'axe.



LE DME

Distance Measuring Equipment (DME)



Cet appareil mesure la distance entre l'avion et la station. Il renseigne aussi la vitesse et le temps nécessaire pour rejoindre la station.

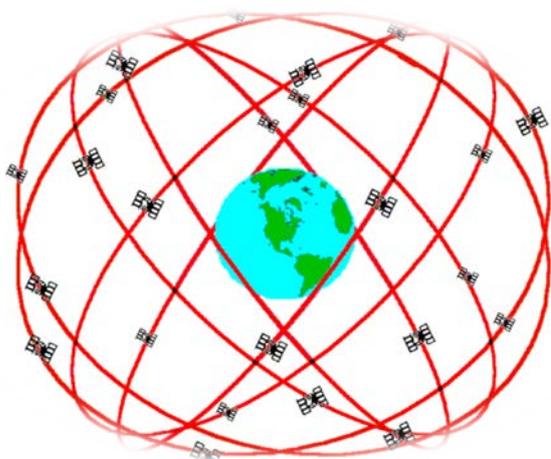
L'émetteur VOR et l'émetteur DME sont souvent associés.

NOTA : Le TACAN (Tactical Air Navigation) est un système purement militaire regroupant les fonctions VOR et DME. Ses caractéristiques permettent d'utiliser des émetteurs plus simples et de taille moindre que ceux du système VOR, ce qui rend possible son installation sur un navire de guerre, un AWACS ou encore un avion ravitailleur.

LE GPS

Le GPS (Global positioning system) est un système de navigation qui donne la position de l'avion à partir de données issues des satellites artificiels au nombre de 24.

| | |
|---------------------------------|--|
| altitude | 20 200 km |
| orbites | 6 orbites inclinaées de 55° par rapport à l'équateur 60° entre chaque orbite |
| nombre de satellites par orbite | 4 |
| durée d'une révolution | 12 h |



V ALTIMETRIE

L'ATMOSPHERE STANDARD

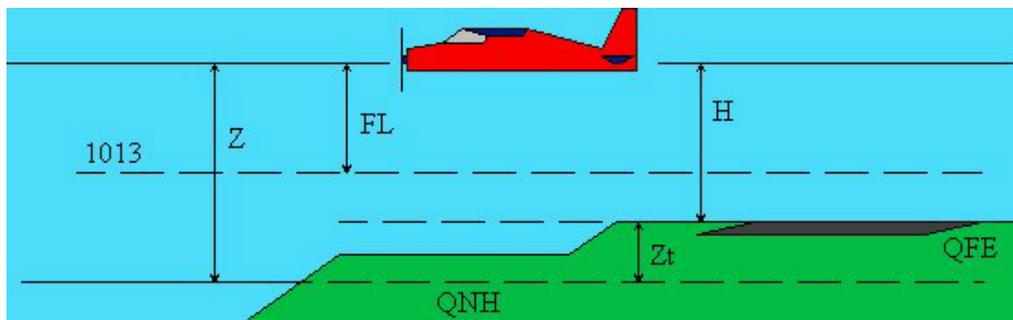
Rappel des valeurs de références à $Z = 0$ m :

- Pression $P^{\circ} = 101325$ Pa = 1013,25 mbar
- Température $T^{\circ} = 15^{\circ}\text{C}$
- Masse volumique (air) = $\mu = 1,225$ kg.m⁻³
- Variation de T° avec l'altitude de 2°C par 1000ft ou $6,5^{\circ}\text{C}$ par 1000m (jusqu'à 11000m)
- Variation de P° avec l'altitude de 1hpa par 8,5 m ou 28 ft

LES CALAGES ALTIMETRIQUES

Rappel des calages altimétriques :

- le QFE pour afficher **la hauteur** de l'avion par rapport au terrain. (calage local dans le circuit d'aérodrome)
- le QNH pour afficher **l'altitude** de l'avion par rapport au niveau de la mer (calage régional en basse altitude)
- le QNE ou 1013 pour afficher le **niveau de vol (FL)** de l'avion par rapport au niveau 0 (calage universel au dessus de 5000ft).



VI LA CIRCULATION AERIENNE

150 pays se sont regroupés pour former ***l'O.A.C.I. (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) le 7 décembre 1944***. Cette organisation:

- réglemente de façon mondiale la circulation aérienne
- facilite les échanges par la voie des airs
- établit des normes et règlements que les pays membres adoptent

Les langues reconnues comme langues aéronautiques internationales sont par ordre de priorité l'anglais, le français, l'espagnol, le russe et le chinois.

En France la circulation aérienne est séparée en deux grandes catégories :

- la Circulation Aérienne Générale (CAG) pour les aéronefs civils
- la Circulation Aérienne Militaire (CAM) pour les aéronefs militaires.

Cette dernière étant elle-même divisée en deux catégories : la Circulation Opérationnelle Militaire (COM) et la Circulation d'Essai et de Réception (CER).

LES DIFFERENTES TYPES D'ESPACES AERIENS

L'espace aérien français est divisé en 2 grandes régions :

- l'espace supérieur (à partir du **FL 195**)
- l'espace inférieur (du sol au **FL 195**)

Dans l'espace supérieur les aéronefs doivent obligatoirement être sous le régime de vol aux instruments (IFR). Ils sont donc contrôlés. Dans cette partie de l'espace aérien on ne trouve, en général, que des avions performants en utilisation professionnelle.