

## LES REFERENCES TERRESTRES

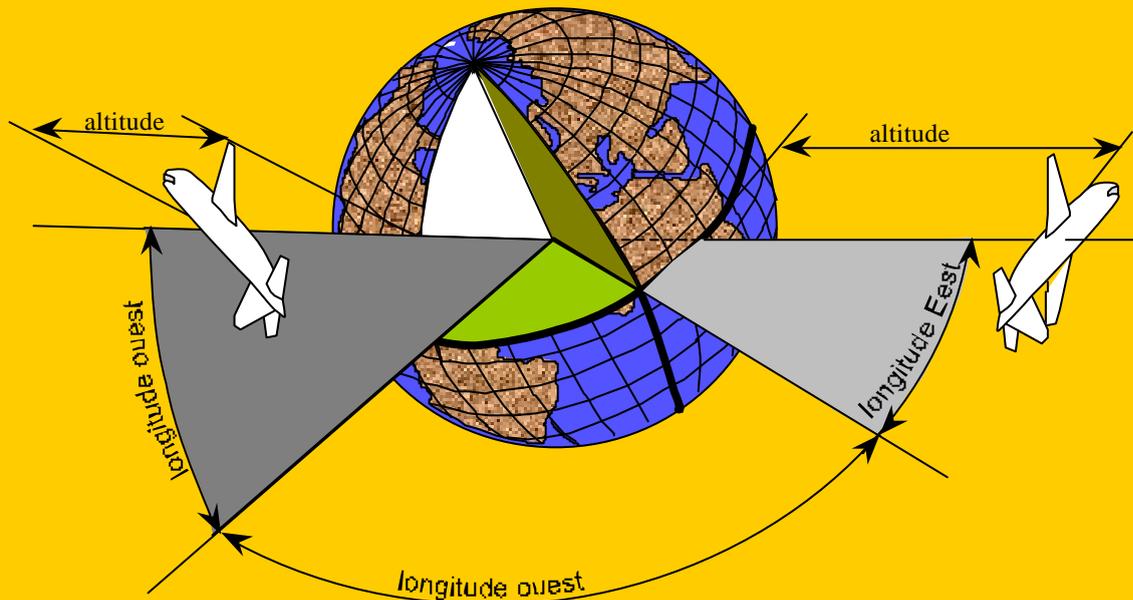
On appelle " Grand Cercle", tout cercle imaginé sur la surface terrestre, concentrique et de rayon égal à celui de la terre.

On appelle " Petit Cercle", tout cercle imaginé sur la surface de la terre et dont le plan est perpendiculaire à l'axe des pôles.

L'équateur grand cercle perpendiculaire à l'axe des pôles et partageant la terre en deux hémisphères

Méridien grand cercle passant par les pôles. Le méridien de Greenwich est conventionnellement défini comme méridien d'origine.

Parallèle petit cercle dont le plan est parallèle à celui de l'équateur.



## LES COORDONNEES GEOGRAPHIQUES

La latitude angle mesuré sur un méridien et compris entre l'équateur et un point défini sur ce méridien

elle s'exprime degrés, minutes et secondes de latitude NORD ou SUD

la longitude angle mesuré sur un parallèle et compris entre le méridien d'origine (Greenwich) et un point situé sur ce parallèle

elle s'exprime degrés, minutes et secondes de longitude EST ou OUEST

## LA MESURE DES DISTANCES

UNITES :

le kilomètre : Km

Le nautique mile : NM

Le statute mile : SM

**1 NM = 1,852 Km**

**1SM = 1,609 Km**

Le rayon moyen de la terre étant de 6 370 Km, la circonférence de l'équateur mesure :  $6370 \times 2 \times 3,14 = 40\,003\text{Km}$

La longueur d'un arc compris dans un angle de  $1^\circ$  sur un grand cercle :  $40\,000 / 360 = 111,11\text{ Km}$  soit 60 NM

**Par conséquent, pour une minute d'arc ( $1'$ ), l'arc mesure : 1 NM soit 1,852 Km**

Une carte est une surface plane sur laquelle a été représentée par projection, une région de la surface sphérique de la terre. Les lignes et contours obtenus sur cette carte donneront donc une image déformée de la surface représentée.

On appelle canevas d'une carte, la représentation ***des méridiens et parallèles***

On appelle "échelle d'une carte", le rapport :

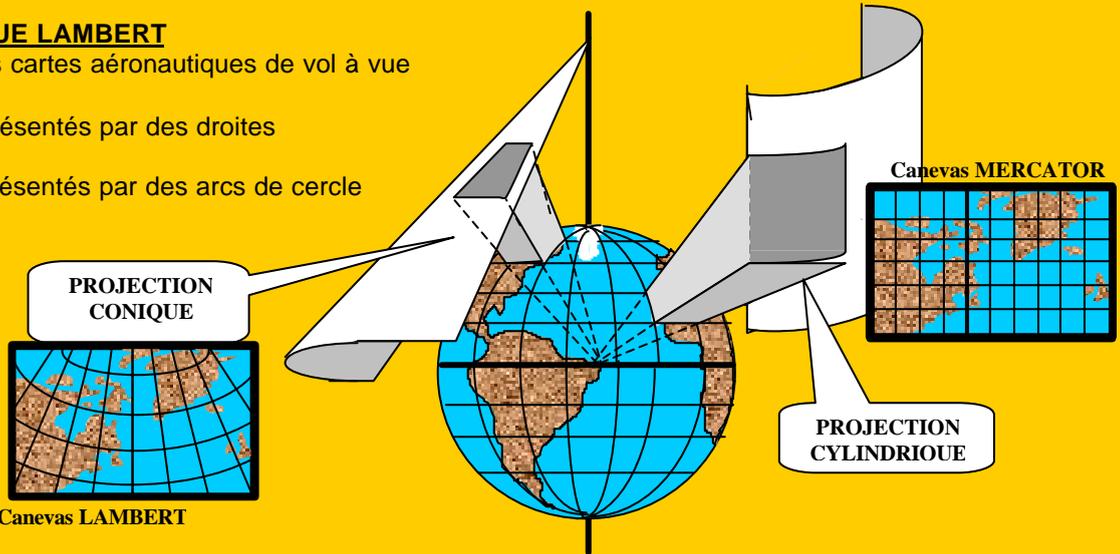
$$\text{Echelle} = \frac{\text{Distance sur la carte}}{\text{Distance sur la surface de la terre}}$$

**PROJECTION CONIQUE LAMBERT**

Elle est utilisée pour les cartes aéronautiques de vol à vue et de radionavigation.

Les méridiens sont représentés par des droites concourantes.

Les parallèles sont représentés par des arcs de cercle concentriques.

**CARTE AERONAUTIQUE AU 1/500 000<sup>e</sup> (normalisée OACI)**

Canevas : ***LAMBERT***

Echelle : ***1 / 500 000***, 1 cm = ***5*** km = ***2,7*** NM

Couverture de l'espace aérien français par ***4*** cartes

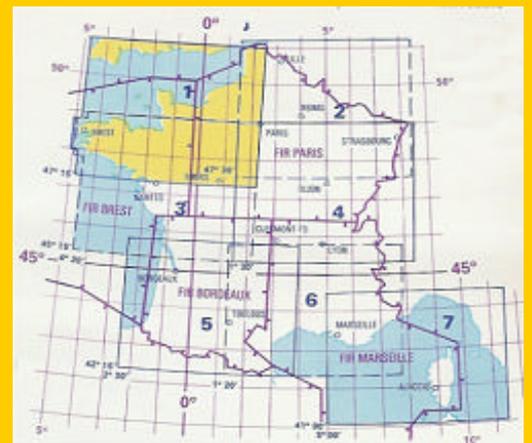
Représentation conventionnelle du sol :

La topographie : ***le relief est représenté par différentes couleurs appelées "teintes hypsométriques"***

L'hydrographie : ***canaux, fleuves, lacs, étangs.... sont représentés en couleur bleue claire***

Les espaces aériens : ***les limites horizontales sont représentées en surimpression en rouge ou bleu foncé***

Les constructions : ***routes en rouge, voies ferrées en noir, agglomérations en jaune ou orange selon leur importance***

**CARTE DE RADIONAVIGATION A VUE DU S.I.A.**

Canevas : ***LAMBERT*** Echelle : ***1 / 1 000 000***

Couverture de l'espace aérien français par ***2*** cartes

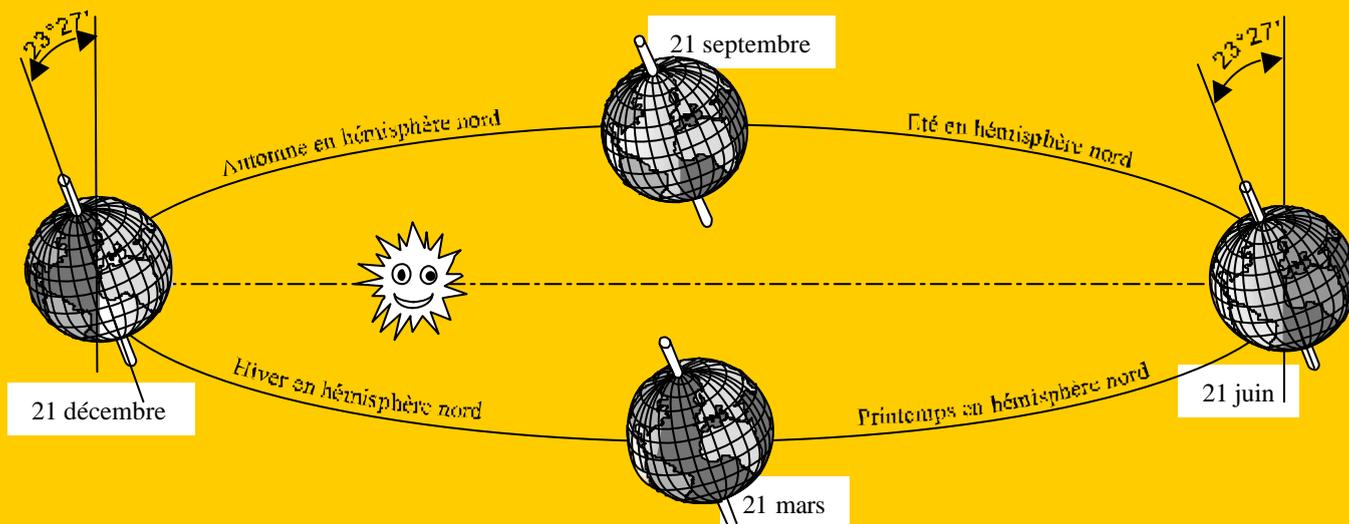
Représentations conventionnelles ***le fond topographique est peu chargé au profit de la représentation des espaces aériens***

## LES SAISONS

La terre effectue, en année, une orbite plane autour du soleil qui occupe l'un des foyers. La succession des jours et des nuits sur un méridien, est due à la rotation de la terre sur elle-même autour de l'axe passant par ses pôles.

L'axe des pôles étant incliné par rapport au plan de l'orbite, la température moyenne sur un méridien, dépend de l'incidence des rayons solaires et non de la distance séparant la terre du soleil. En été, les rayons solaires arrivent sur le sol avec une inclinaison plus proche de la verticale qu'en hiver, ce qui explique que la température moyenne est plus élevée et que, lorsque c'est l'été dans l'hémisphère nord, c'est l'hiver dans l'hémisphère sud et inversement.

En hiver, la figure ci-dessous montre qu'il fera nuit 24 heures sur 24 aux pôles. Cela se traduit par des nuits d'autant plus longues sur un parallèle que sa latitude sera élevée, et inversement pour la durée du jour.



## HEURE "UTC" ou "GMT"

En tout point de la terre, il sera 12 heures (midi) lorsque le soleil est au zénith, c'est à dire lorsqu'il passe à la verticale du méridien.

## HEURE LOCALE

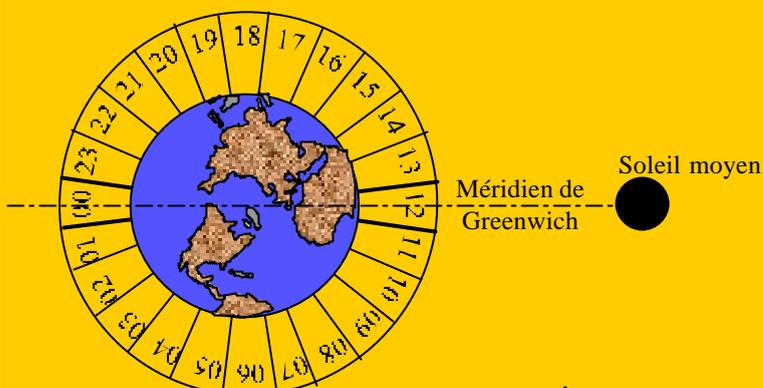
L'heure locale d'un méridien sera fonction de sa longitude. La terre effectuant une rotation complète en 24 heures, soit 360° sur elle-même, lorsqu'elle a effectué un degré de rotation il s'est écoulé :

$$1^\circ = 4 \text{ minutes}$$

par conséquent :

$$\text{heure locale} = \text{UTC} - \text{long} \times 4$$

## HEURE LOCALE LEGALE



La terre est divisée en 24 fuseaux horaires numérotés de 0 à 12 positivement à l'ouest du méridien de Greenwich, et négativement à l'est. L'heure locale sera l'heure locale du méridien central du fuseau (heure fuseau) plus ou moins un nombre d'heures fixées par la loi de l'Etat.

En France :

- 1/ en hiver, l'heure locale légale = UTC + 1 h
- 2/ en été, l'heure locale légale = UTC + 2 h

## LA NUIT AERONAUTIQUE

Elle commence 30 minutes après le coucher du soleil, et se termine 30 avant son lever

**CONDITIONS DE VOL ET DE NAVIGATION****A) LE VOL A VUE**

Il s'effectue suivant les règles de l'air concernant le vol dit VFR (Visual Flight Rules). Le pilote doit :

- 1) contrôler les évolutions de son appareil en prenant en compte des références extérieures à l'aéronef qu'il pilote
- 2) Assurer la prévention des abordages en maintenant des espaces entre son appareil et les autres aéronefs ou obstacles

L'aéronef n'étant pas systématiquement suivi par les services de la circulation aérienne au sol, le vol s'effectue sous des conditions météorologiques permettant une visibilité suffisante et appelées conditions "VMC" (Visual Meteorological Conditions)

**B) LE VOL AUX INSTRUMENTS**

Il s'effectue suivant les règles de l'air concernant le vol dit IFR (Instruments Flight Rules). Le pilote:

- 1) contrôle les évolutions de son appareil en ne prenant en compte que les références instrumentales de son appareil.
- 2) assure la sécurité en se conformant aux instructions que lui adressent les services de la sécurité aérienne : ces services assurent les espacements les nécessaires à la prévention des abordages entre aéronefs.

L'appareil étant suivi par les services de la navigation, le vol peut s'effectuer en conditions "VMC" ou en conditions "IMC" (Instruments Meteorological conditions) c'est à dire avec visibilité nulle

**METHODES DE NAVIGATION****1) NAVIGATION PAR CHEMINEMENT**

Il s'agit de se déplacer d'un point à un autre point situés à la surface terrestre en observant et en suivant des lignes ou repères naturels ou artificiels situés sur cette surface.

Accaparé par ce travail, le pilote est moins attentionné à la prévention des abordages.

**2) NAVIGATION ASTRONOMIQUE**

Elle consiste à calculer notre position sur la surface terrestre à partir de l'observation des astres.

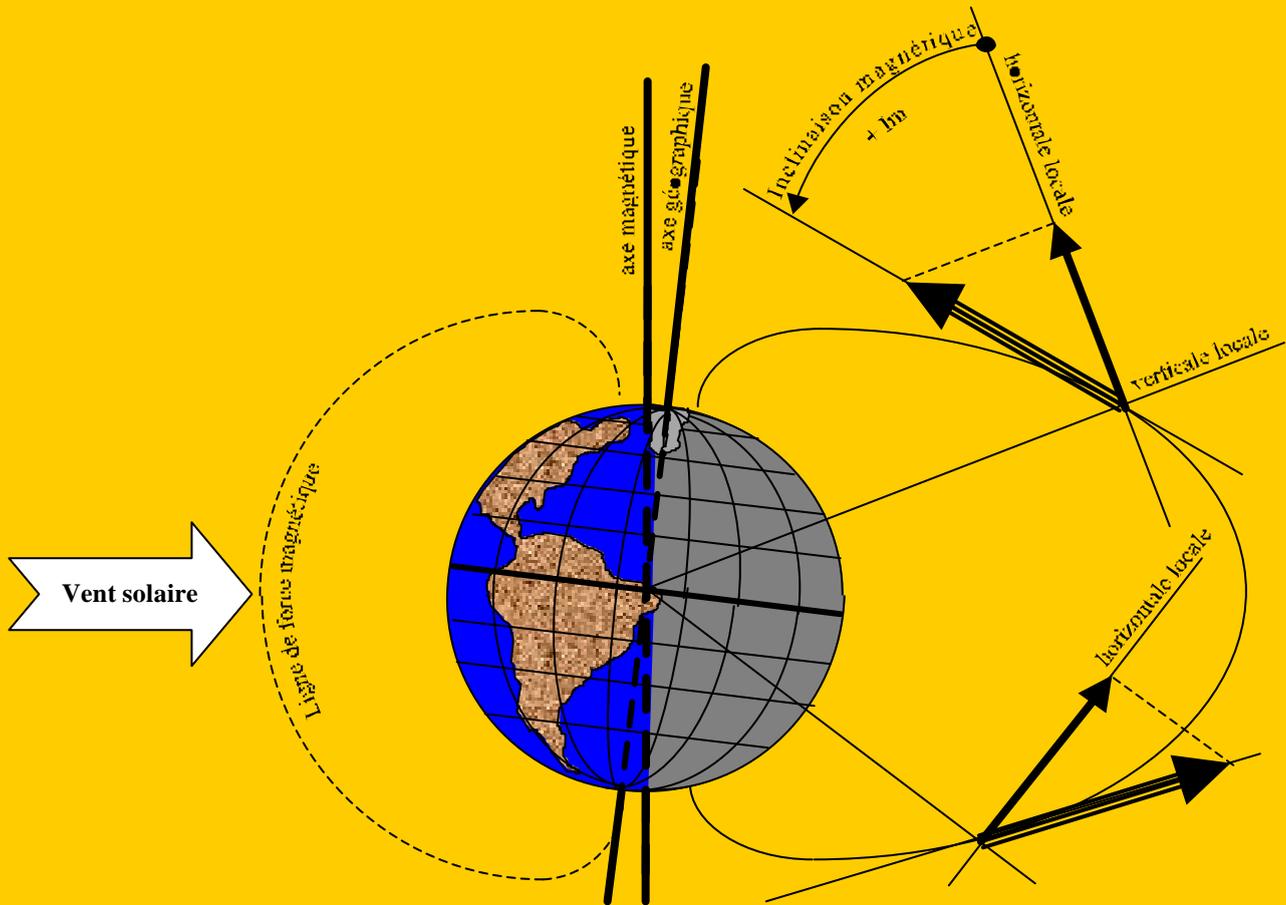
Cette méthode n'est plus utilisée en aéronautique.

**3) NAVIGATION A L'ESTIME (ou navigation estimée)**

Elle consiste, en fonction de la vitesse de l'avion, à calculer les caps à prendre et les heures d'arrivée à des points caractéristiques du parcours et à l'aérodrome de destination **OU** à calculer notre position à une heure donnée en fonction des caps et vitesses adoptés depuis le départ.

**C'est la méthode de base de toute navigation**

Des récepteurs-indicateurs de bord reçoivent des signaux radioélectriques émis par des balises sol faisant office de point de repère ou par des satellites. Les indicateurs permettent au pilote de connaître ainsi sa position ou orientation par rapport à ces points. Ce moyen de navigation doit être considéré comme une aides permettant de contrôler le travail de la navigation l'estime. Il est indispensable dans certaines conditions de vol, et plus particulièrement en vol "VFR ON TOP".

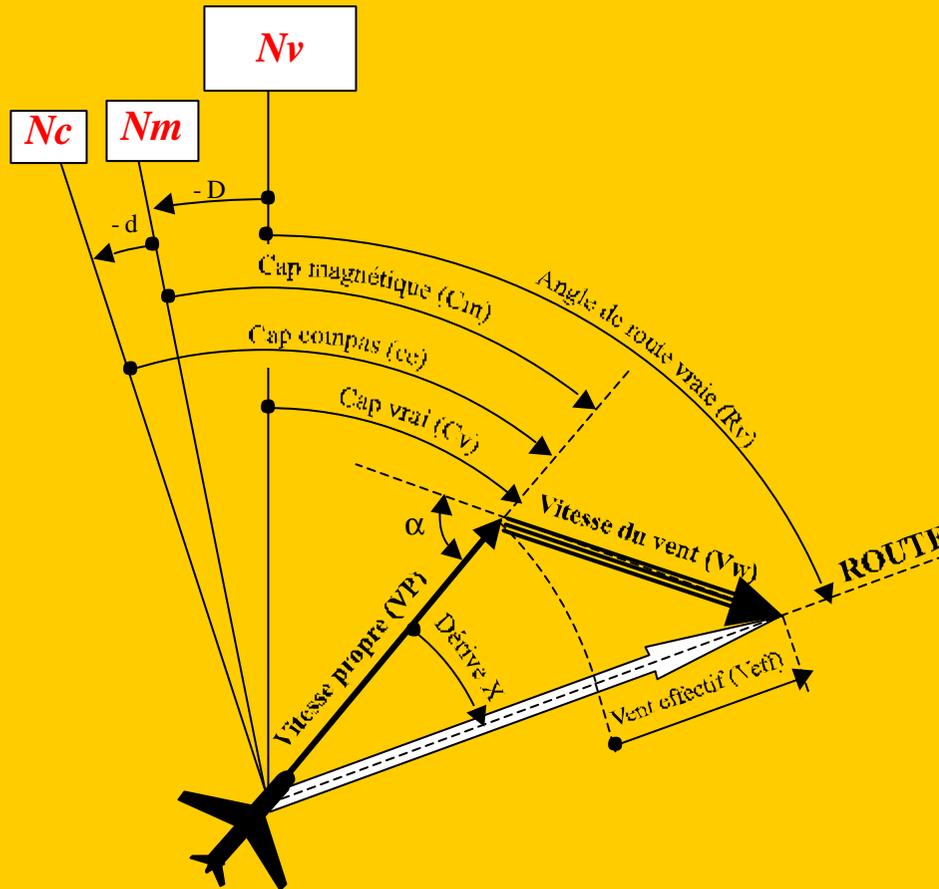


Le champ magnétique terrestre présente un spectre formé de lignes de forces orientées selon un axe différent de l'axe de rotation et appelé axe **magnétique**. En un point de la surface terrestre, l'aiguille d'une boussole s'aligne suivant la même orientation.

On appelle **déclinaison**, l'angle formé par l'axe de rotation de la terre et l'axe magnétique. Cet angle visible par un observateur, varie en fonction de la **latitude** et des éléments perturbateurs qui dévient localement les lignes de forces :

- **orages atmosphériques**
- **Orages magnétiques**
- **Masses métallique (hangars....)**
- **Gisements ferro-magnétiques**
- **Champs magnétiques fossilisés dans le sol**

On appelle "**inclinaison magnétique**", l'angle d'inclinaison des lignes de force par rapport à l'horizontale locale. Cette inclinaison varie en fonction de la **latitude** et nécessite un équilibrage de l'**aiguille** de la **boussole**. Cette inclinaison est **positive** dans l'hémisphère nord et **négative** dans l'hémisphère sud. Un navigateur allant du pôle nord vers le pôle sud devra donc **changer de boussole ou de compas**



### LES REFERENCES

Le nord vrai (Nv) ou nord **géographique** est la direction du nord parallèlement au méridien géographique

Le nord magnétique (Nm) est la direction parallèle au méridien magnétique local

Le Nord compas (Nc) est la direction indiquée par une boussole

La Déclinaison (D) est l'angle formé par le Nv et le Nm. Elle est dite **positive** si elle est vers l'**Est** et **negative** si elle est vers l'**Ouest**.

La variation (W) est l'écart entre le Nv et le Nc :  $W = D + d$

### ORIENTATION ET TRAJECTOIRE

Définition d'un cap : **angle toujours positif compris entre la ligne de foie de l'avion et un nord de référence**

Définition d'une route : **angle toujours positif compris entre la trajectoire avion et un nord de référence Nv**

Cap vrai (Cv) = Cc + W	= Cm + D
Cap magnét. (Cm) = Cc + d	= Cv - D
Cap compas (Cv) = Cv - W	= Cm - d
Route vraie (Rv) = Cv + X	= Rm + D

### CALCUL DE LA TRAJECTOIRE HORIZONTALE

#### Calcul du temps sans vent (TSV)

On appelle temps sans vent, le temps nécessaire à un aéronef pour parcourir une distance sans vent :

$$TSV_{\text{en minutes}} = \frac{\text{Distance}}{\text{Vitesse propre}} \times 60 = \text{distance} \times Fb$$

On appelle "Facteur de base" (Fb) le rapport :

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

#### CALCUL DES DERIVES

La dérive maximale est celle qui serait obtenue avec un vent (Vw) perpendiculaire à la ligne de foie de l'avion

$$X_{\text{max}} = Fb \times Vw$$

La dérive sur route est celle obtenue en tenant compte de l'angle au vent (a) :

$$X = X_{\text{max}} \cdot \text{Sin. } a$$

#### CALCUL DU VENT EFFECTIF

Le vent effectif (Veff) est la composante de vent sur la trajectoire de l'avion :

$$V_{\text{eff}} = Vw \cdot \cos a$$

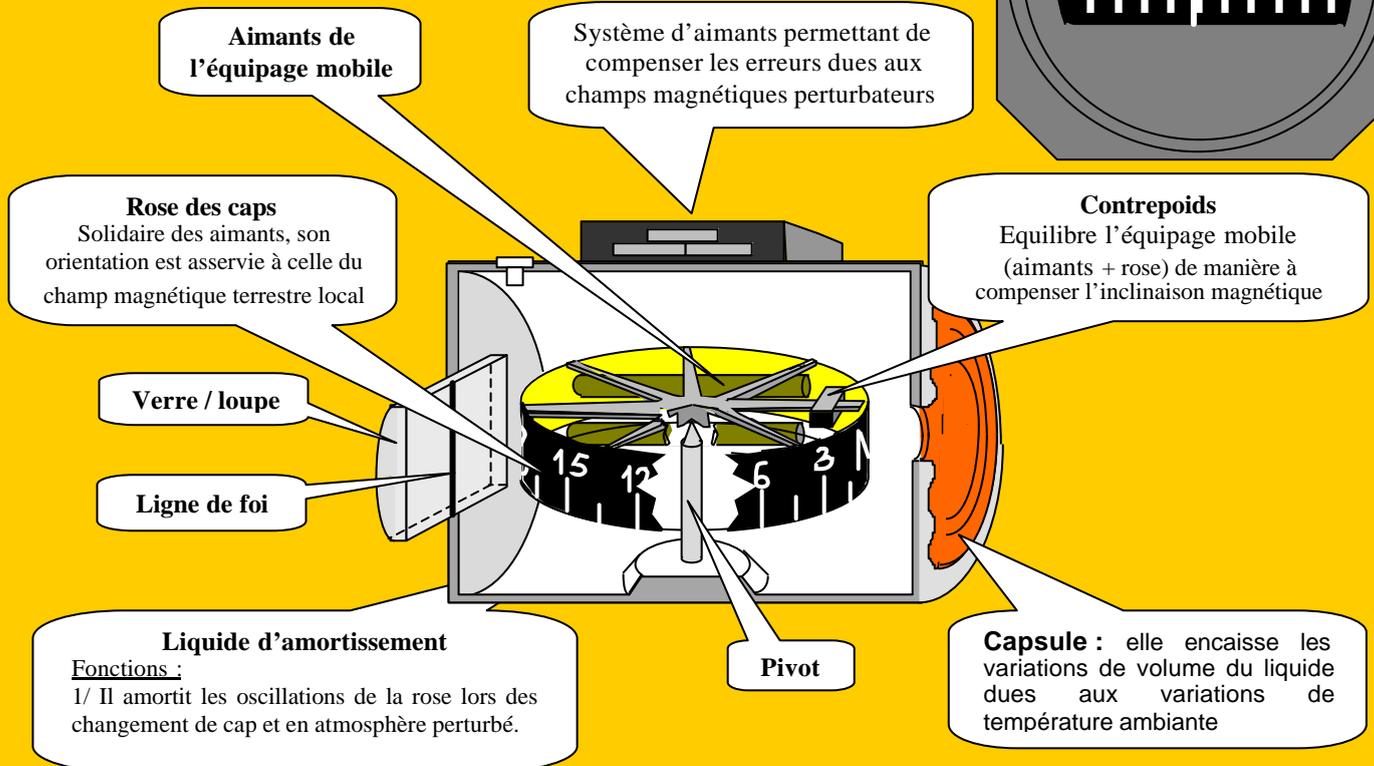
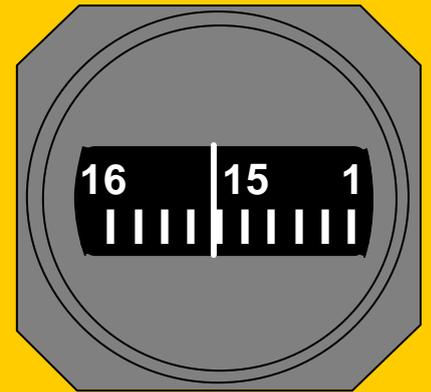
#### CALCUL DE LA VITESSE SOL

La vitesse sol (Vs) est la vitesse horizontale par rapport à la surface terrestre :

$$Vs = Vp \pm V_{\text{effectif}}$$

**RÔLE :** *principalement utilisé en compas de secours, il donne le cap magnétique pris par l'avion*

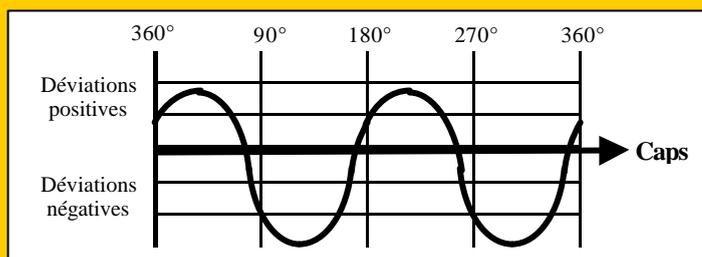
## DESCRIPTION ET PRINCIPE



## INCONVENIENTS EN UTILISATION

- il est instable lors des variations de trajectoire et en atmosphère turbulente
- il est sensible aux accélérations
- la compensation d'inclinaison magnétique n'est valable que pour des latitudes voisines de celle à laquelle l'ensemble a été équilibré
- les compensations de champs magnétiques perturbateurs ne sont pas toutes réalisées

**Courbe de régulation :** elle permet au pilote de connaître l'erreur du compas en fonction du cap de l'avion lu sur l'instrument.



### DEFINITION ET RÔLE

Le directionnel, également appelé conservateur de cap, est un gyroscope libre dont l'axe est orienté horizontalement selon la direction qui lui a été assignée lors de sa mise en rotation. Cette orientation sera prise pour référence horizontale. En choisissant le nord magnétique comme référence, cet appareil indiquera le Cap magnétique de l'avion. Il faudra le « caler » avant chaque décollage lorsque l'avion est aligné sur la piste de décollage (piste dont on connaît l'orientation).

### AVANTAGE SUR LE COMPAS MAGNETIQUE

Son indication est plus stable qu'un compas magnétique, et ce, aussi bien en vol rectiligne qu'en virage ou en atmosphère perturbé.

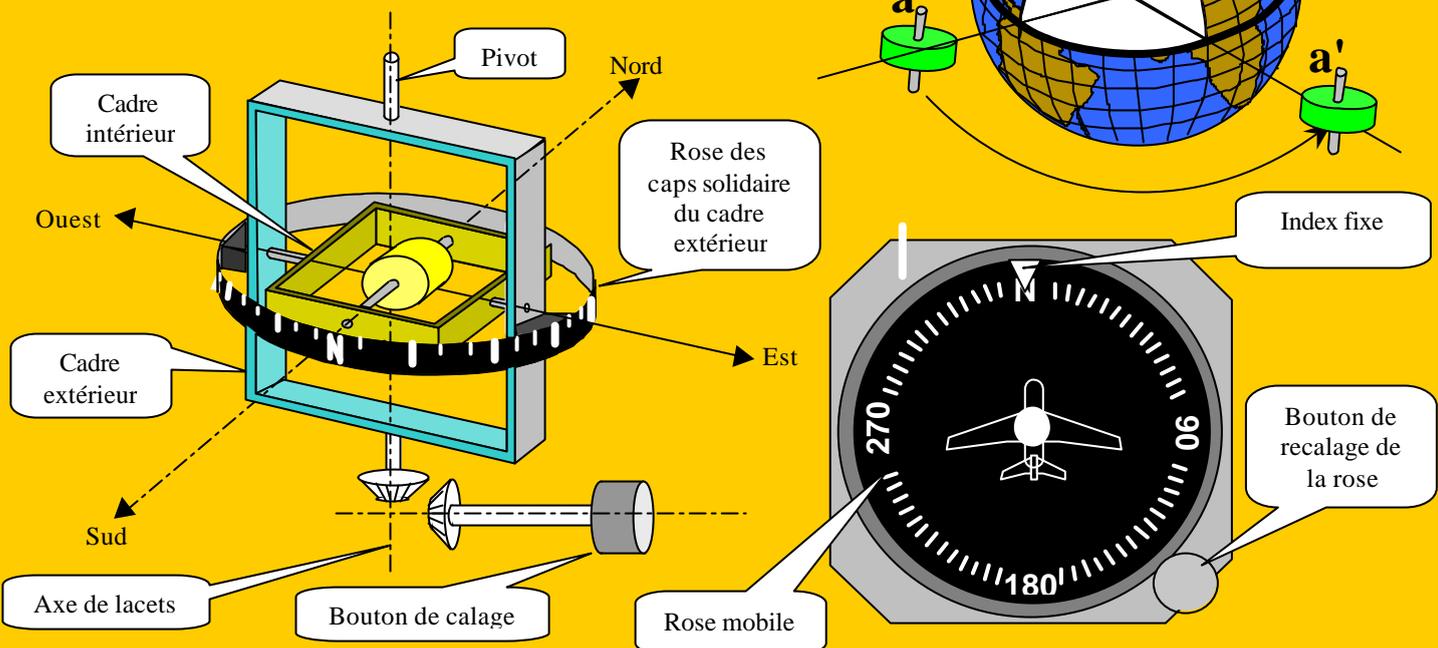
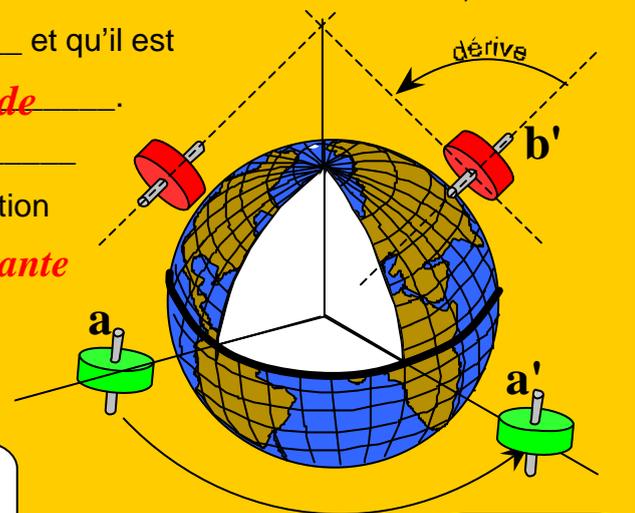
### INCONVENIENT

Selon la loi de fixité (voir fiche sur le gyroscope), son orientation est fixe par rapport à l'espace absolu. La terre tournant sur elle même, et l'avion tournant autour de la terre, l'axe du gyroscope fera l'objet d'une dérive par rapport aux références terrestres.

Sur le schéma ci-contre, on constate qu'un gyroscope orienté suivant l'axe Nord-Sud, conserve cette orientation lorsqu'il est l'équateur et qu'il est

Sujet à une dérive pour autre latitude.

Il faudra recaler le directionnel tous les 1/4 d'heure en se fiant au compas magnétique. Cette opération s'effectuera en vol rectiligne horizontal à VP constante



Les moyens de radionavigation sont des aides à la navigation estimée. Ils permettent de contrôler la navigation à l'estime et sont particulièrement appropriés en vol VFR « **ON TOP** ».

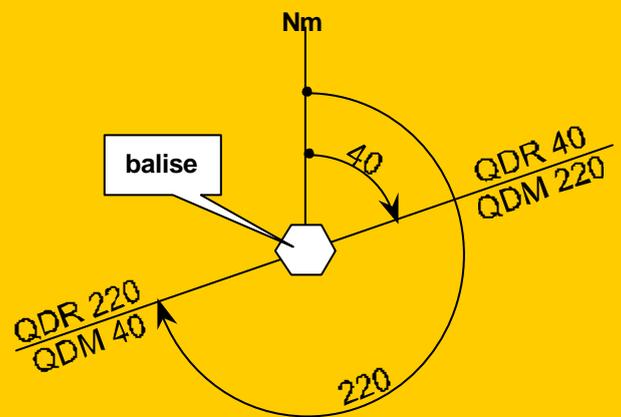
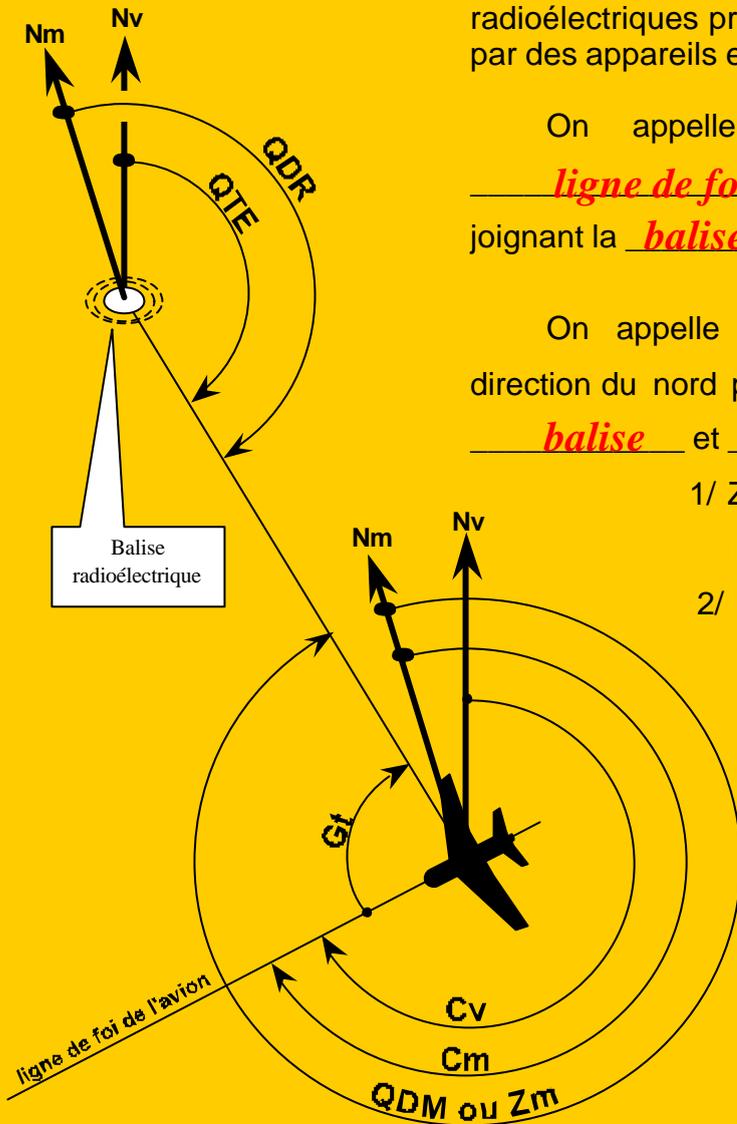
## LES REFERENCES DE LA RADIONAVIGATION

Elles sont matérialisées par l'émission d'ondes radioélectriques produites par des balises au sol et réceptionnées par des appareils embarqués à bord des aéronefs.

On appelle "gisement", l'angle compris entre la ligne de foie de l'avion et la direction de la droite joignant la balise et l'avion.

On appelle "relèvement" (Z), l'angle compris entre la direction du nord pris pour référence et la droite passant par la balise et l'avion. On distingue :

- 1/  $Z_v$  ou relèvement vrai : le nord de référence est le nord géographique
- 2/  $Z_m$  ou relèvement magnétique : le nord de référence est le nord magnétique

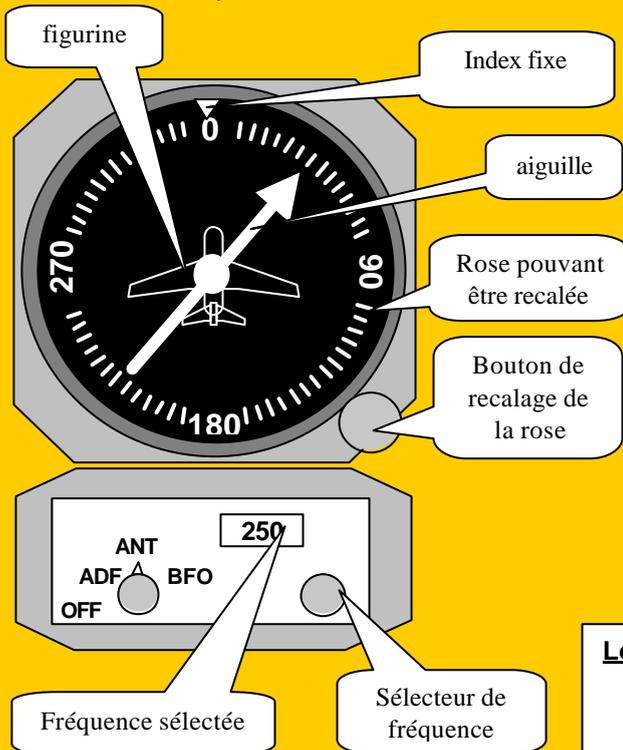


## Définition des axes ou radials de référence de positionnement

Ces sont des axes imaginaires disposés autour d'une balise comme les rayons d'une roue. Ils sont définis par une mesure d'angle de relèvement. On distingue les Q.D.R. et les Q.D.M. :

**Q.D.M. :** on appelle QDM le relèvement magnétique de l'avion par la balise. C'est aussi le cap à prendre pour rejoindre la la balise sans vent

**Q.D.R. :** on appelle QDR le relèvement magnétique de la balise par l'avion. C'est aussi le cap à prendre pour s'éloigner de la balise.

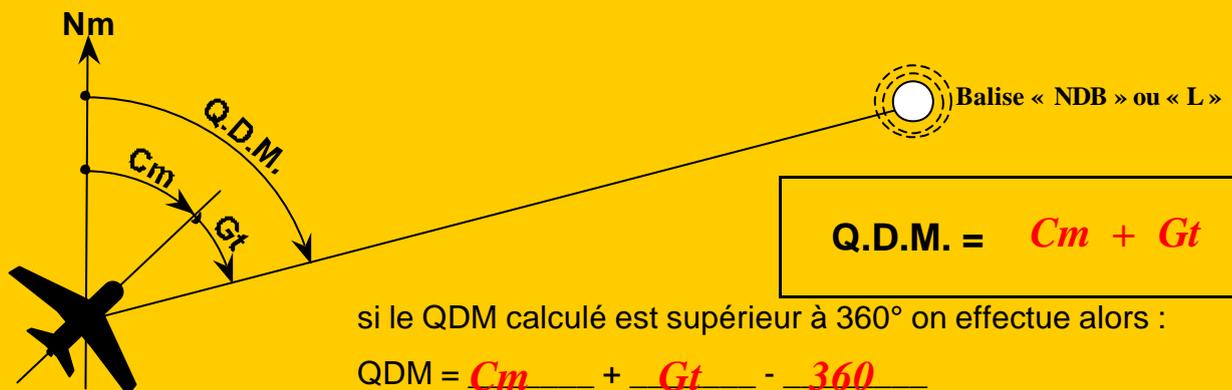


Le radio-compass mesure le gisement entre la ligne de foie de l'avion et la direction d'une radio-balise.

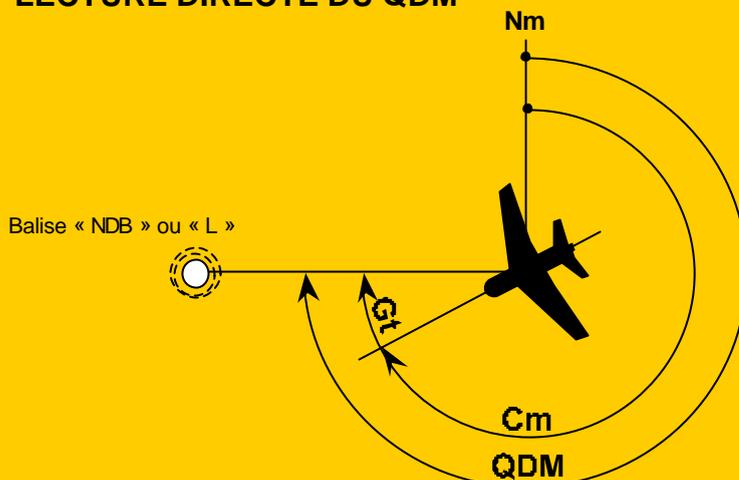
La balise "NDB" (portée de 150 NM) ou "L" (portée 20 NM, et située près d'un aérodrome) émet dans les moyennes fréquences de 200 à 2000 Khz. Ces fréquences étant sensibles aux perturbations atmosphériques, l'utilisation de l'ADF ets contr-indiquée en présence d'un cumulonimbus, l'aiguille pouvant indiquer alors la direction de ce nuage.

**Légende :**  
 ADF → Automatic Direction Finder  
 BFO → identification auditive de la balise (morse)  
 ANT → radiodiffusion BS

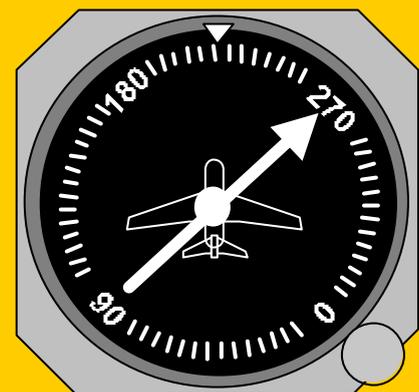
## CALCUL DU Q.D.M.



## LECTURE DIRECTE DU QDM



A l'aide du bouton de recalage, on fait tourner la rose de façon à afficher le cap magnétique en face de l'index fixe. L'aiguille indique alors le QDM.



Dans tous les 3 cas ci-dessous, le radial sélectionné est le QDR 050 ou le QDM 230

**Cas n° 2**

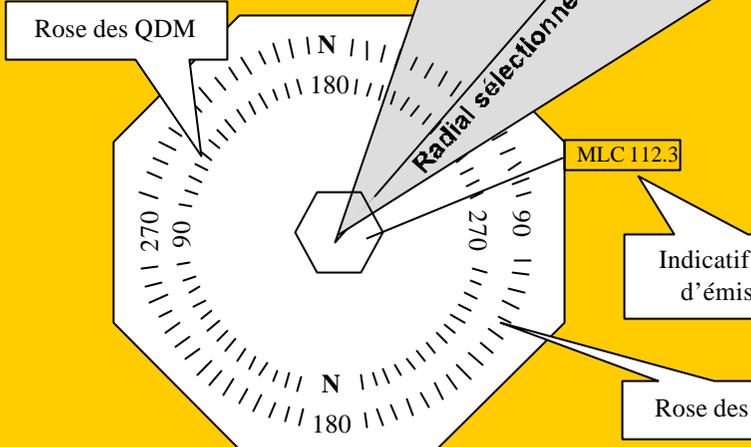
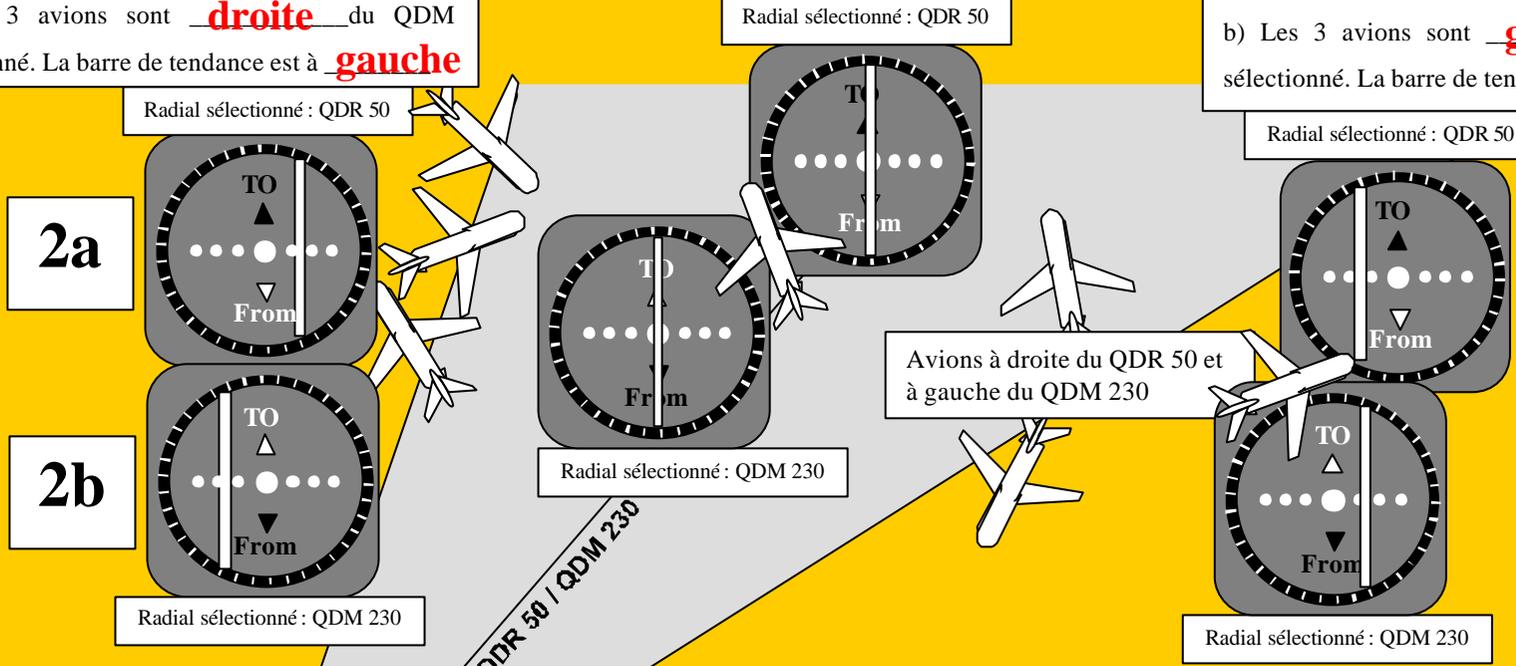
- a) Les 3 avions sont à **gauche** du QDR sélectionné. La barre de tendance est **droite**
- b) Les 3 avions sont **droite** du QDM sélectionné. La barre de tendance est à **gauche**

**Cas n° 1** Pour le QDM ou le QDR, la barre de tendance est au centre de l'indicateur. L'avion est **sur le radial**

Sans vent et compte tenu du cap pris par cet avion, il se dirige vers la **gauche** du QDR

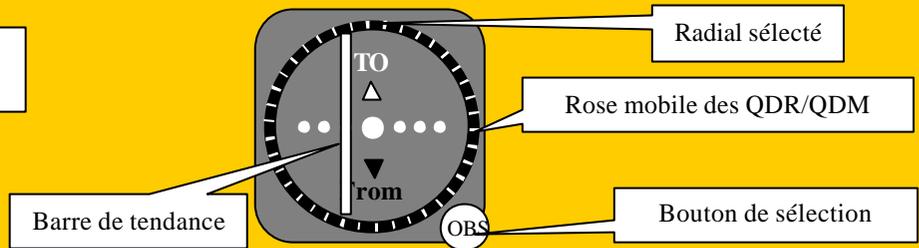
**Cas n° 3**

- a) Les 3 avions sont à **droite** du QDR sélectionné. La barre de tendance est **gauche**
- b) Les 3 avions sont **gauche** du QDM sélectionné. La barre de tendance est à **droite**



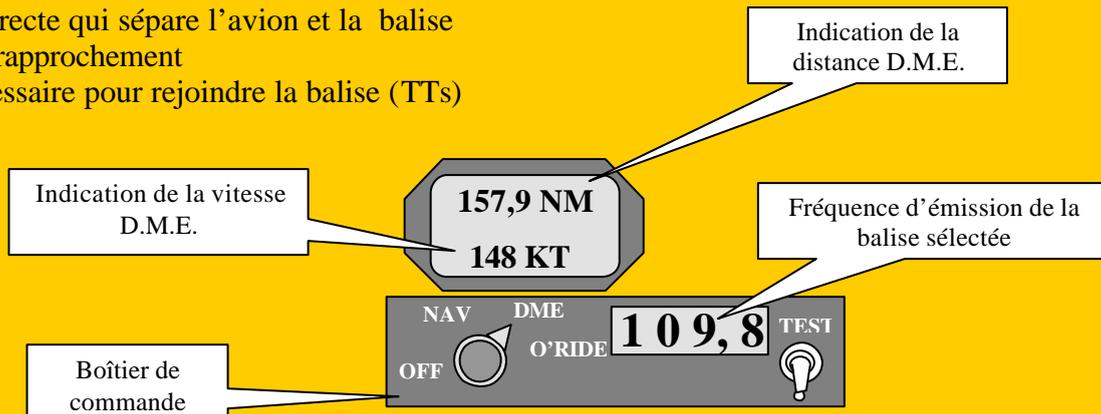
L'installation de bord comprend deux éléments :

- un boîtier de commande qui permet de sélectionner une balise en affichant sa fréquence d'émission.
- un indicateur muni d'un bouton « OBS » permettant de sélectionner un radial en affichant ce dernier face à l'index. Lorsqu'apparaît « to », il s'agit d'un QDM sélectionné, et lorsqu'il qu'apparaît le témoin « from » il s'agit d'un QDR. La barre de tendance représente le radial sélectionné et le rond au centre du cadran représente l'avion

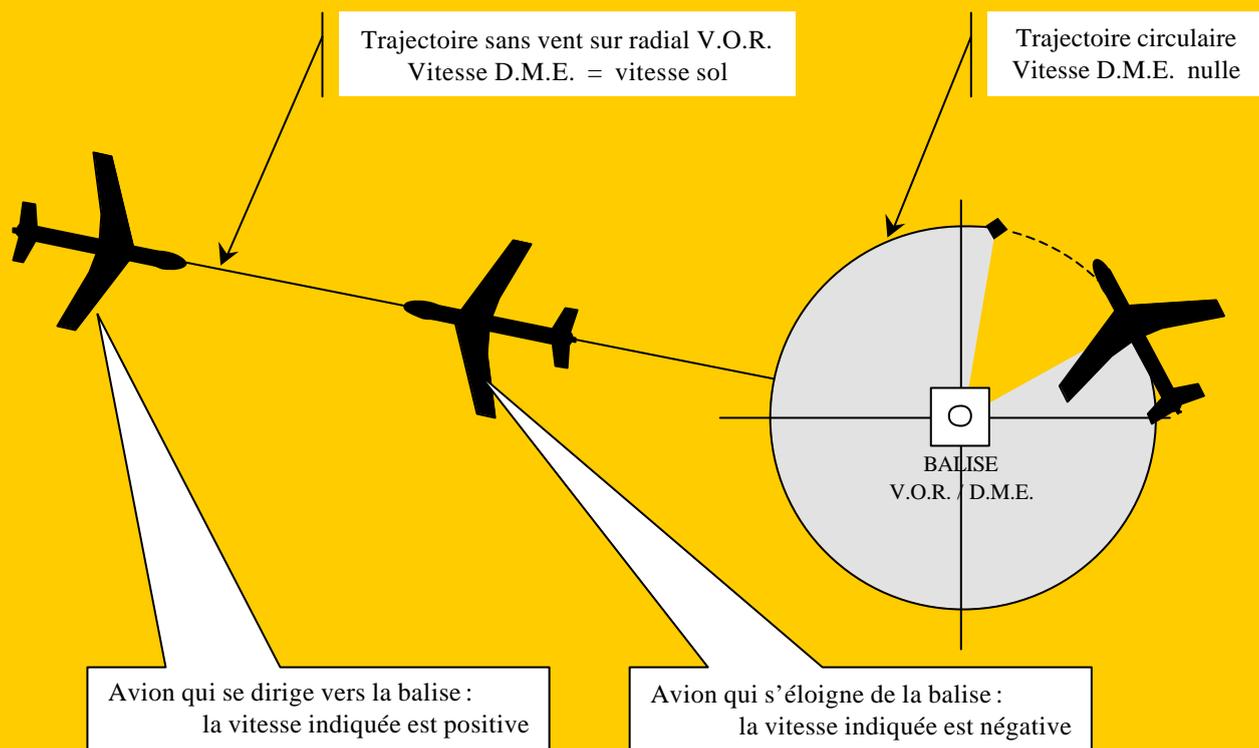
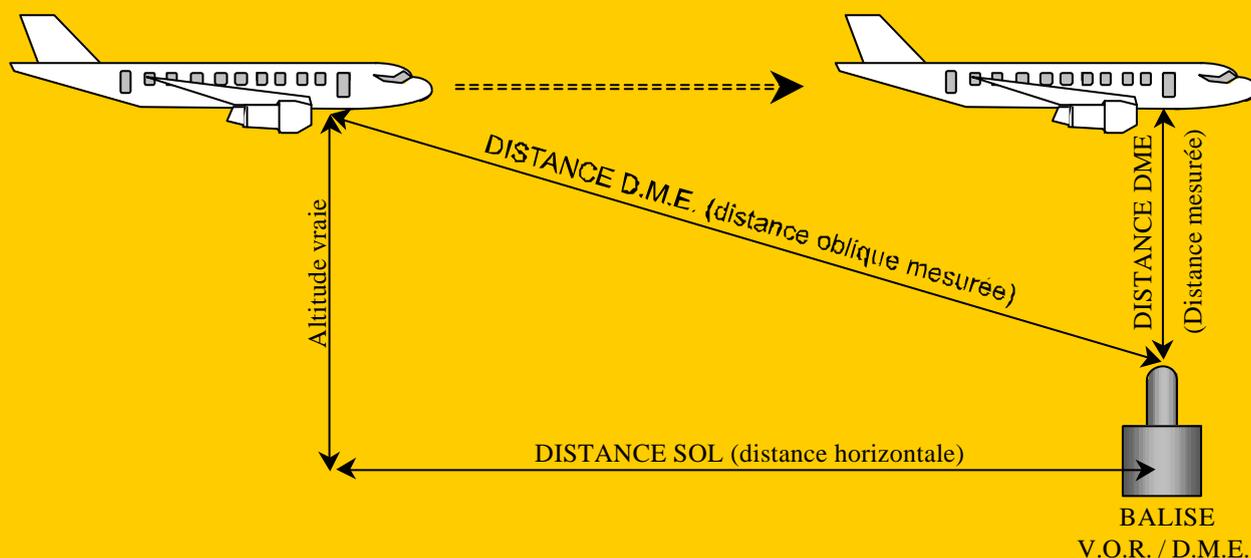


Le récepteur D.M.E. informe le pilote de :

- la distance directe qui sépare l'avion et la balise
- la vitesse de rapprochement
- le temps nécessaire pour rejoindre la balise (TTs)



Ce récepteur détient ces informations en interrogeant un équipement radio associé à la balise. La fréquence d'émission est la même que celle du V.O.R.



CLASSIFICATION DES ESPACES AERIENS	
Classe	Conditions de pénétration en vol à vue (régime de vol « V.F.R. »)
<b>A</b>	Pénétration non autorisée
<b>B</b>	Contact radio obligatoire avec le service de la navigation pour autorisation de pénétration. Suivre les instructions du service de contrôle. Visibilité minimale de 8 km et vol hors des nuages
<b>C et D</b>	Contact radio obligatoire avec service de la navigation pour autorisation de pénétration. Suivre les instructions du service de contrôle. Visibilité minimale de 8 km et vol. Distance par rapport aux nuages : 1,5 km horizontalement et 300 m verticalement
<b>E et F</b>	Contact radio non obligatoire. Vol non contrôlé. Visibilité minimale de 8 km. Distance par rapport aux nuages : 1,5 km horizontalement et 300 m verticalement.
<b>G</b>	Contact radio non obligatoire. Vol non contrôlé. Visibilité minimale de 1,5 km. Vol au-dessous de la surface « S », hors des nuages et en vue de la surface sol

### ZONES PARTICULIERES

**Zone dangereuse (D)** : il faut redoubler de prudence. (voltige, tirs aériens, etc ...)

**Zone réglementée (R)** : zone soumise à des conditions particulières de pénétration.

**Zone interdite (P)** : accès rigoureusement interdit et activée en permanence

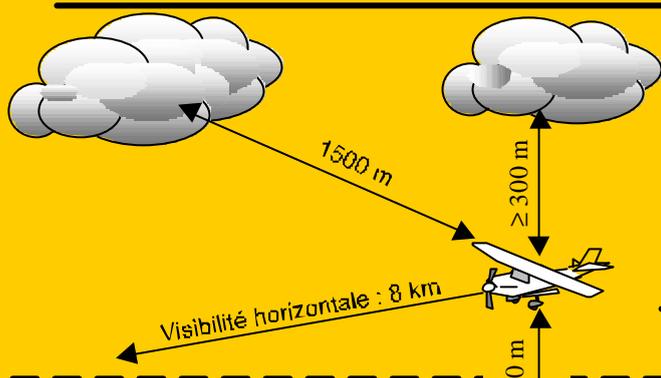
## DIVISION VERTICALE DE L'ESPACE AERIEN

### ESPACE AERIEN SUPERIEUR

Espace contrôlé de Classe « A »  
Pénétration interdite aux vols « VFR »

FL 660

Surface FL 195



#### ESPACE INFERIEUR

de classe « D »  
sauf zones R (réglementées) actives

#### Espace contrôlé

(Contact radio obligatoire pour pénétration de l'espace)

Surface FL 115

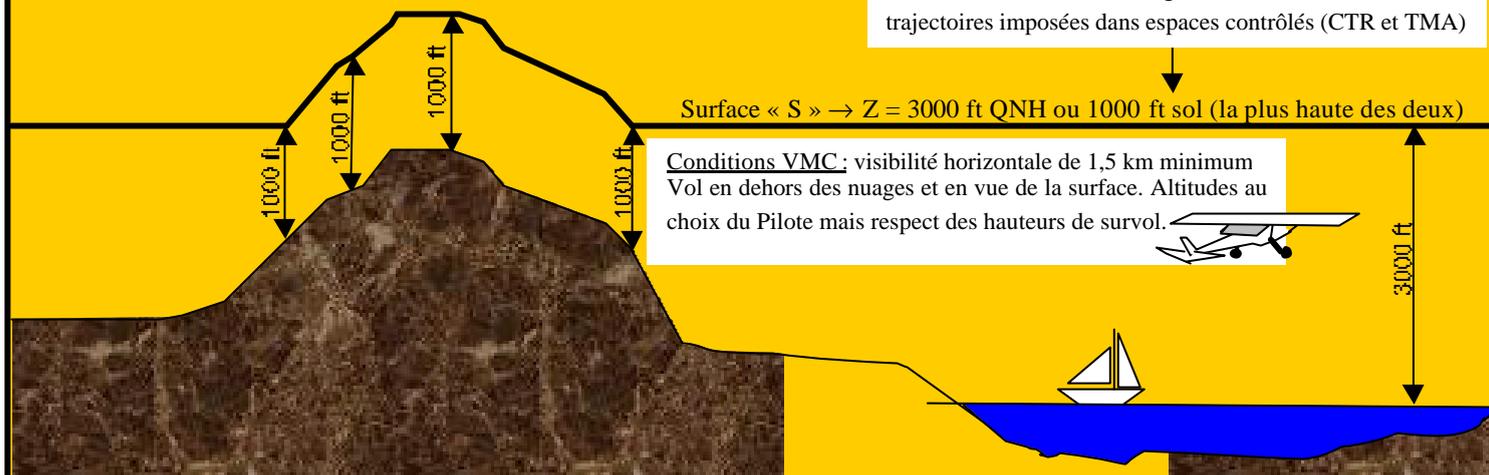
FL 100

**Classe G (en France) ou F**  
Espace non contrôlé sauf volumes délimités (CTR, CTA, TMA, AWY)  
Les AWY (voies aériennes) sont perméables au VFR

Circulation suivant la règle de semi-circulaire sauf trajectoires imposées dans espaces contrôlés (CTR et TMA)

Surface « S » → Z = 3000 ft QNH ou 1000 ft sol (la plus haute des deux)

**Conditions VMC**: visibilité horizontale de 1,5 km minimum  
Vol en dehors des nuages et en vue de la surface. Altitudes au choix du Pilote mais respect des hauteurs de survol.



## REGION DE CONTROLE SUPERIEURE

Elle s'étend du FL 195 au FL 460 et couvre toute l'espace inférieur (espaces contrôlés et non contrôlés). L'espace situé entre le FL 195 et le FL 235 est contrôlé par dérogation par les services de contrôle de l'espace inférieur.

## REGIONS DE CONTROLE DE L'ESPACE INFERIEUR

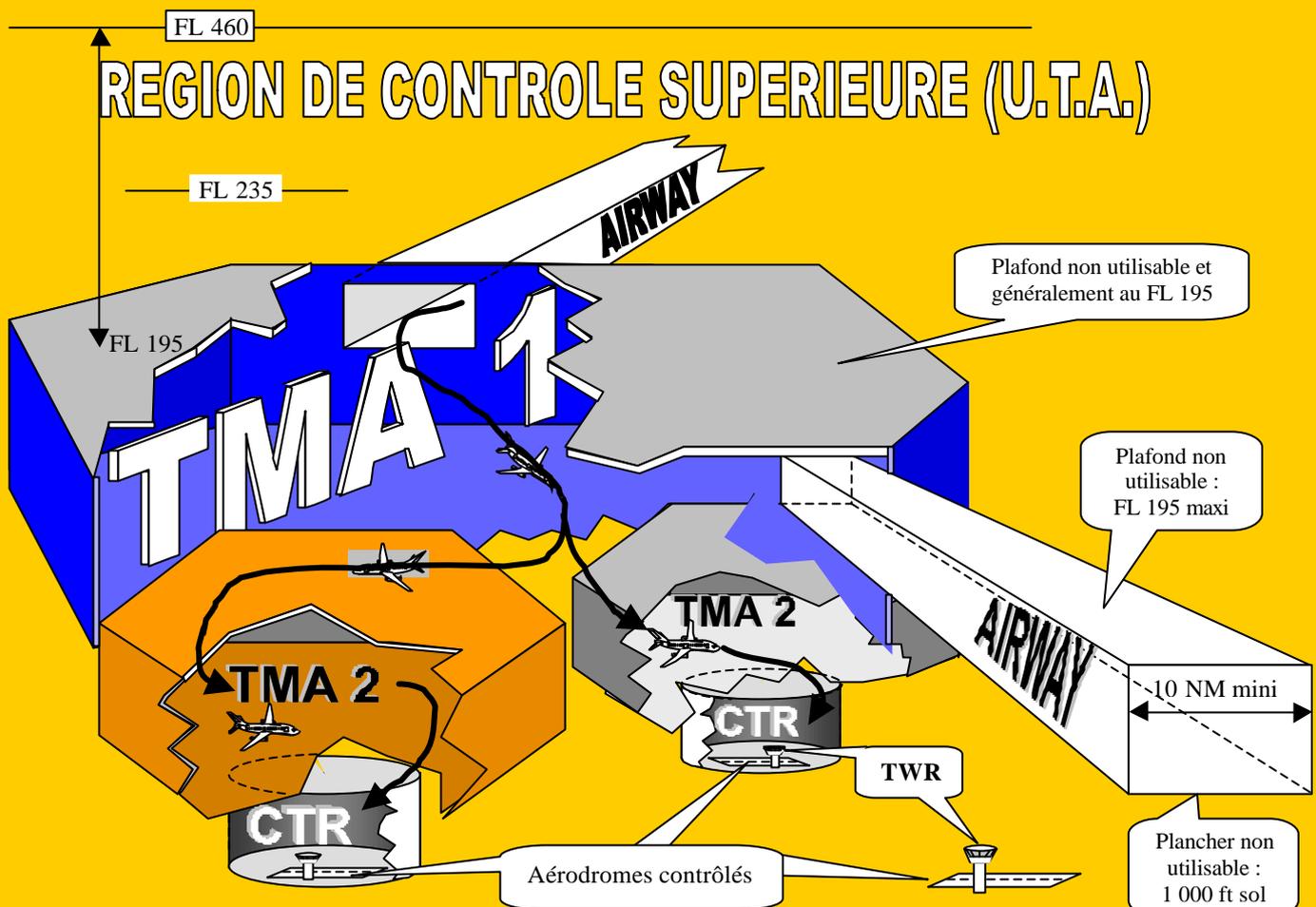
La protection des vols IFR est assurée par le service de contrôle régional (ACC ou CCR).

**T.M.A. :** (terminal aéra ou région de contrôle terminale)

**T.M.A. 1 :** c'est espace ne concerne qu'un seul aéroport à la fois. Le plancher se situe entre 1000ft et 3000 ft au-dessus du sol ou de la mer.

**T.M.A. 2 :** c'est espace concerne plusieurs aéroports. Le plafond est généralement au FL 195.

**A.W.Y. :** Airway ou voie aérienne balisée par des moyens radioélectriques (VOR, NDB, DME)



### ZONE DE CONTROLE :

**C.T.R. :** (Contrôle Terminal Régional). Les arrivées et départs IFR sont protégés par le service de contrôle d'approche (APP). Cette zone peut concerner un ou plusieurs aéroports.

### CONTROLE D'AERODROME :

**TWR :** (tour de contrôle) elle assure le contrôle de tous les aéronefs engagés dans le circuit de l'aéroport.

**Nota :** Un aéroport peut être contrôlé sans être associé à une C.T.R.

### Bureau de piste (BP)

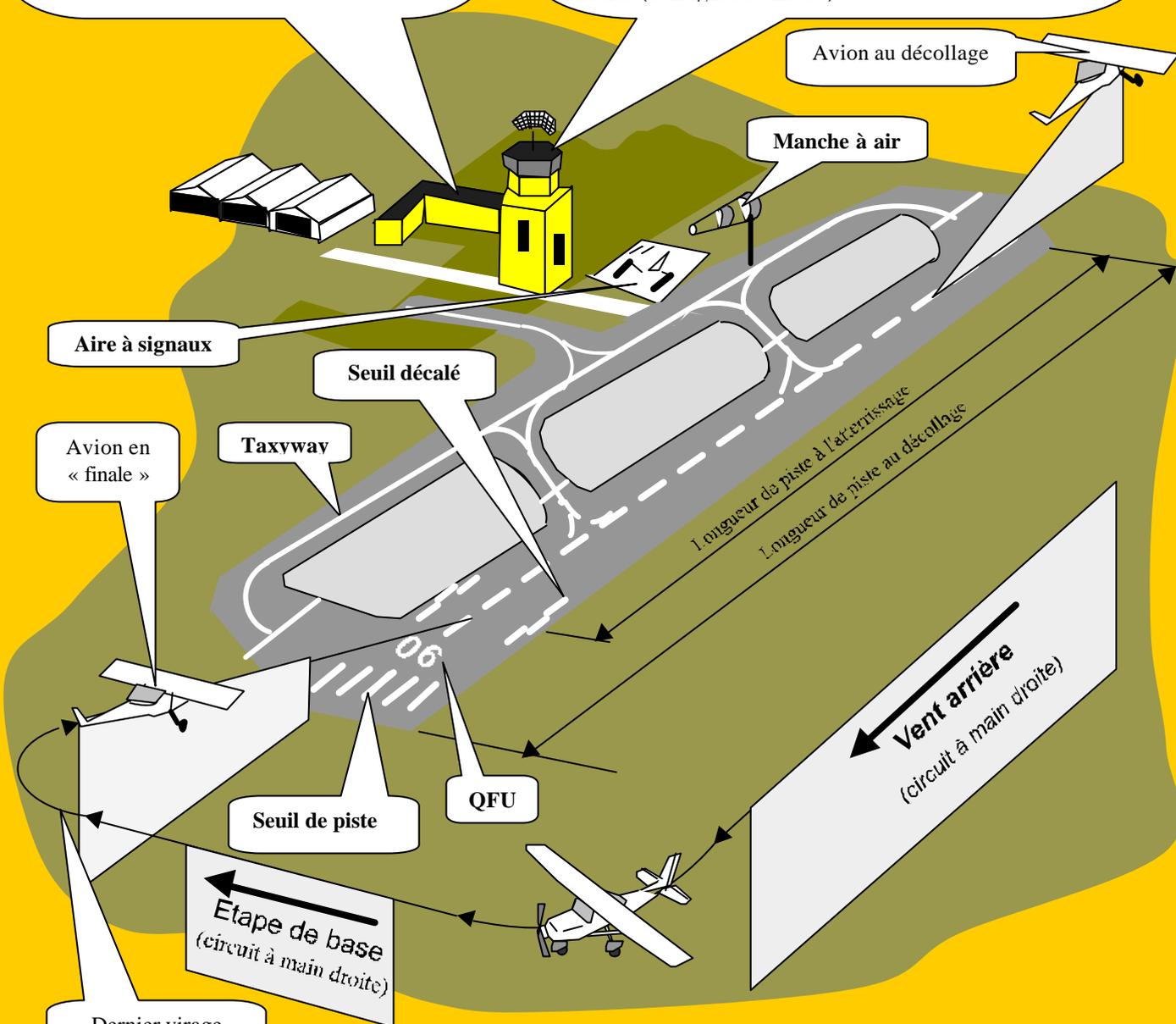
Situé auprès de la tour de contrôle, il a pour rôle :

- vérification des documents réglementaires
- liaison entre l'équipage et le CIV, compagnies et responsables de la circulation aérienne.
- centralisation des renseignements concernant l'infrastructure, les mouvements d'avion....
- perception des taxes d'atterrissage.

### Tour de Contrôle (TWR)

Le service de contrôle est rendu par un fonctionnaire de l'aviation civile. Trois fréquences radio possibles pour un même aérodrome :

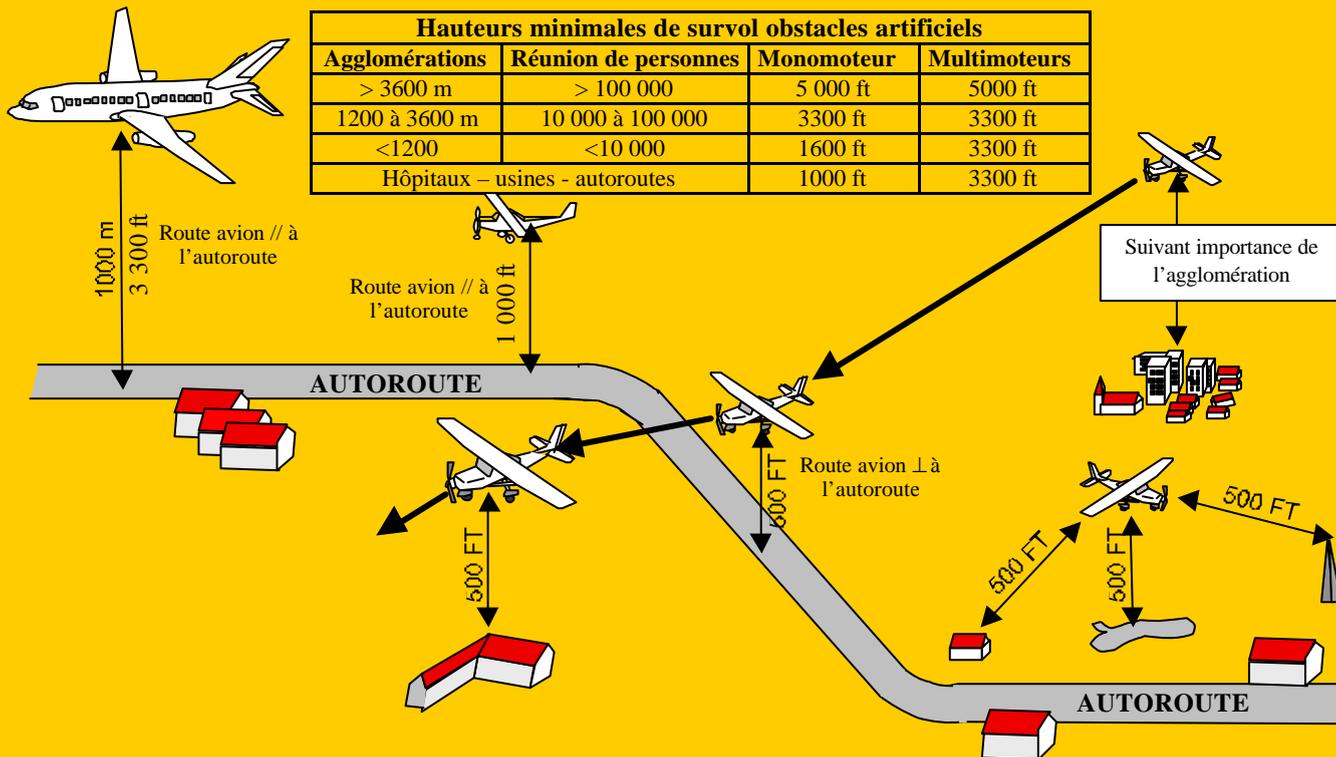
- Fréquence « tour » : pour tous les aéronefs engagés dans le circuit de piste ou au roulage s'il n'existe pas de fréquence sol
- Fréquence « sol » : pour les aéronefs au roulage
- Fréquence ATIS : informations enregistrées toutes les heures (consignes et météo)



### SYMBOLISATIONS DE L'AIRE SIGNAUX

- |           |   |  |  |
|-----------|---|--|--|
|           | Atterrissages interdits (croix jaune sur fond rouge)  |  | Atterrissage et décollage uniquement sur piste         |
|           | Précautions particulières à l'approche et à l'atterrissage  |  | Atterri., décol. et circulation sur pistes et taxyways |
| <b>06</b> | QFU : piste en service désignée par l'axe magnétique d'approche et de décollage en dizaine de degrés. |  | Sens de l'atterrissage (←)                             |
|           | Circuit à main droite   |  | Circuit à main gauche                                  |
|           | Vols d'hélicoptères   |  | Vols de planeurs                                       |
|           |   |  | Parachutages   |

## REGLES DE SURVOL (Hauteurs minimales de survol)

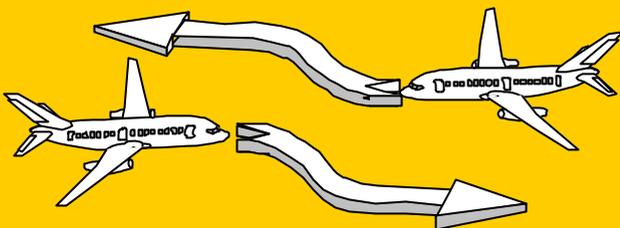


## REGLES DE PRIORITE

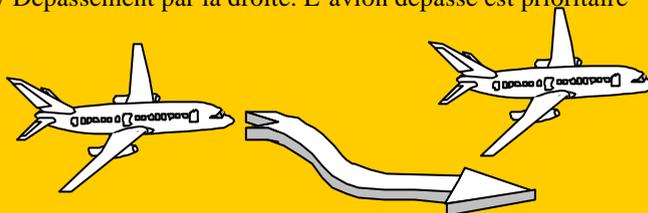
1/ Priorité à droite      2/ Priorité à l'aéronef le plus bas

3/ Priorité à l'aéronef le moins manœuvrant. Dans l'ordre : ballon, planeurs, dirigeables, avion remorqueur, avions en formation, avion seul.

4/ évitement par la droite



5/ Dépassement par la droite. L'avion dépassé est prioritaire



6/ Routes convergentes : la priorité étant à droite, l'avion non prioritaire s'écarte pour éviter la collision.



## REGLE DE SEMI-CIRCULAIRE

Au-dessus de la surface « S », tout aéronef doit voler en niveau de vol (FL) en tenant compte de son régime de vol (VFR ou IFR) et de l'orientation magnétique de sa route :

	1 <sup>er</sup> niveau de vol	Route comprise entre 0° et 179°	Route comprise entre 180° et 359°
<b>REGIME VFR</b>	35 (3500 ft QNE)	FL impair + 5 : 35 - 55 - 75 - 95 - 115 - 135 ...	FL pair + 5 : 45 - 65 - 85 - 105 - 125 - 145...
<b>REGIME IFR</b>	40 (4000 ft QNE)	FL impair + 0 : 50 - 70 - 90 - 110 - 130 - 155 ...	FL pair + 0 : 40 - 50 - 60 - 80 - 100 - 120 ...

Le pilote commandant de bord est le seul responsable de la conduite et de la sécurité du vol. pour exercer cette fonction, il doit être titulaire du brevet et de la licence correspondant à la classe d'aéronef et à la nature du vol à effectuer :

## BREVETS

Ils sanctionnent définitivement la formation d'un stagiaire sur un type d'aéronef. A ces brevets peuvent s'additionner des qualifications particulières

CATEGORIE	QUALIFICATIONS DE CLASSE	QUALIFICATIONS DIVERSES
AVION	Classe (SEP) monomoteur à pistons avec mention « T » pour terrestre	<b>VFR :</b> <i>vol à vue, le pilote est responsable des abordages</i> <b>IR :</b> <i>vol aux instruments, l'espacement entre aéronefs est assuré par le service du contrôle aérien</i> Qualifications de type suivant spécifications : - du document de navigabilité avion - variantes et niveaux technologiques avion - équipage minimal de conduite - qualités de vol de l'avion Autres: vol de nuit, vol en montagne, voltige, instructeur, remorquage, largage, épandage.....
	Classe hydravions monomoteurs à pistons	
	Classe monomoteurs à turbopropulseur terrestre	
	Classe hydravions monomoteurs à turbopropulseur	
	Classe avions multimoteurs à pistons	
	Classe hydravions multimoteurs à pistons	
U.L.M.	Classe (TMG) moto-planeurs à dispositifs d'envol incorporé	
	Multiaxes	- Autorisation d'emport d'un passager - Radio Téléphonie - Qualifications d'instructeur
	Pendulaire	
	Parachutes motorisés	
	Autogire	
aérostat		

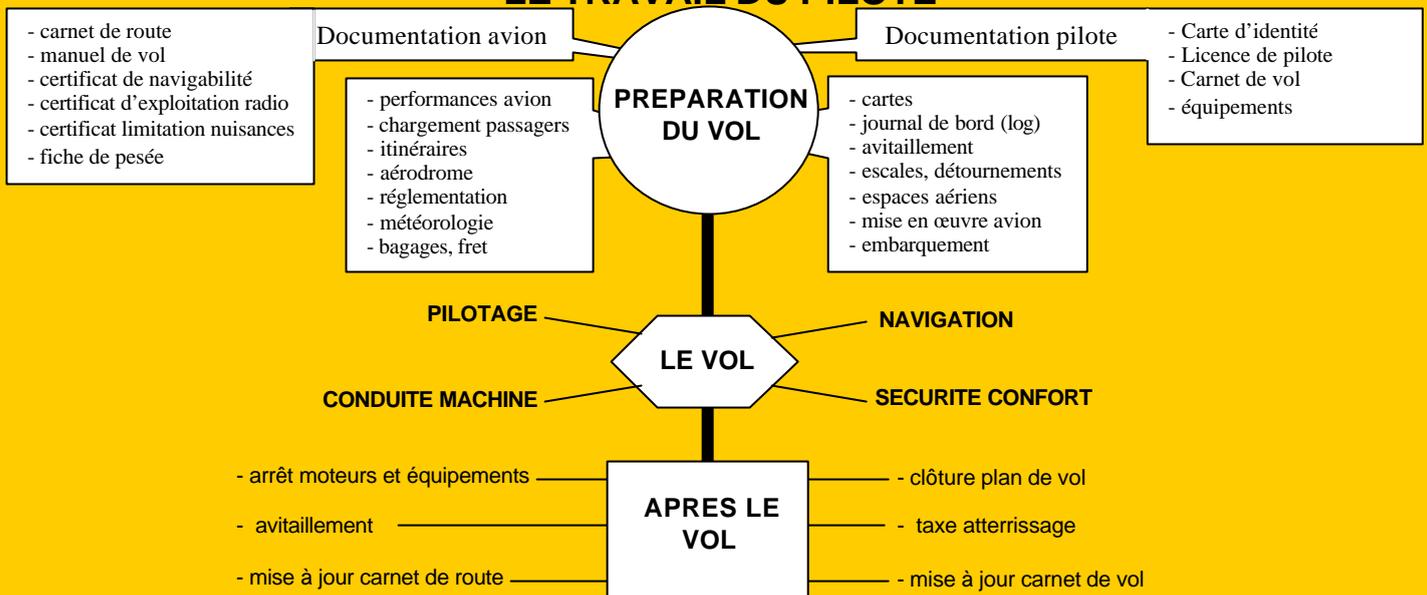
## LA LICENCE

Elle atteste de la capacité du pilote à exercer ses fonction. Elle délivrée définitivement pour les brevets ULM et doit renouvelée périodiquement pour les autres catégories sous les conditions suivantes :

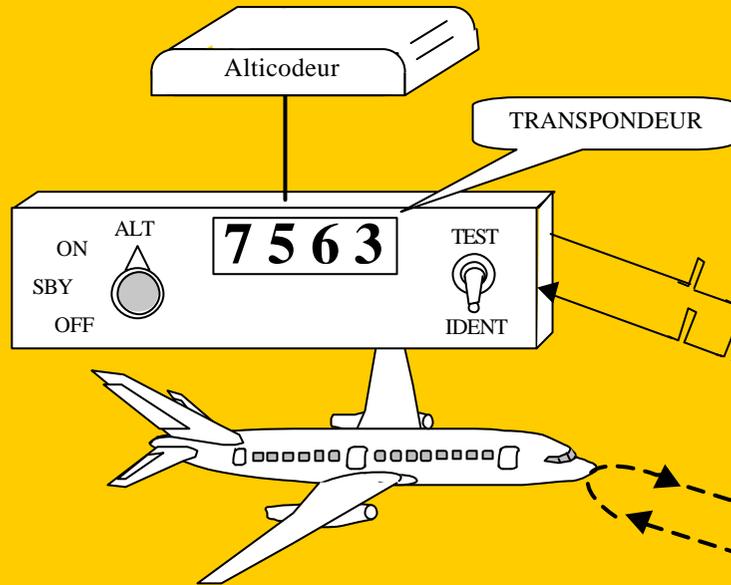
a) *d'aptitude médicale*

b) *d'expérience minimale*

## LE TRAVAIL DU PILOTE



LE RADAR PRIMAIRE permet au contrôleur de l'espace aérien de détecter et de positionner un aéronef par rapport à une station au sol



il se compose d'une antenne parabolique tournant sur elle-même sur 360° tout en émettant des ondes radioélectriques par impulsions. Lorsque ces ondes percutent une masse métallique, elles sont renvoyées en échos vers l'antenne parabolique, et traduites électroniquement en un spot apparaissant sur l'écran.

### LE RADAR SECONDAIRE (SSR) et le TRANSPONDEUR

Fonctionnellement indissociables, ils permettent au contrôleur :

- d'identifier un avion
- évaluer l'altitude de l'avion si le transpondeur est équipé d'un altimètre

Le SSR émet des ondes codées par impulsions ; le transpondeur répond de la même manière en transmettant le code affiché par le pilote (exemple donné sur le schéma : 7563)

### UTILISATION DU TRANSPONDEUR

1/ utilisation normale : le pilote affiche le code demandé par le contrôleur.

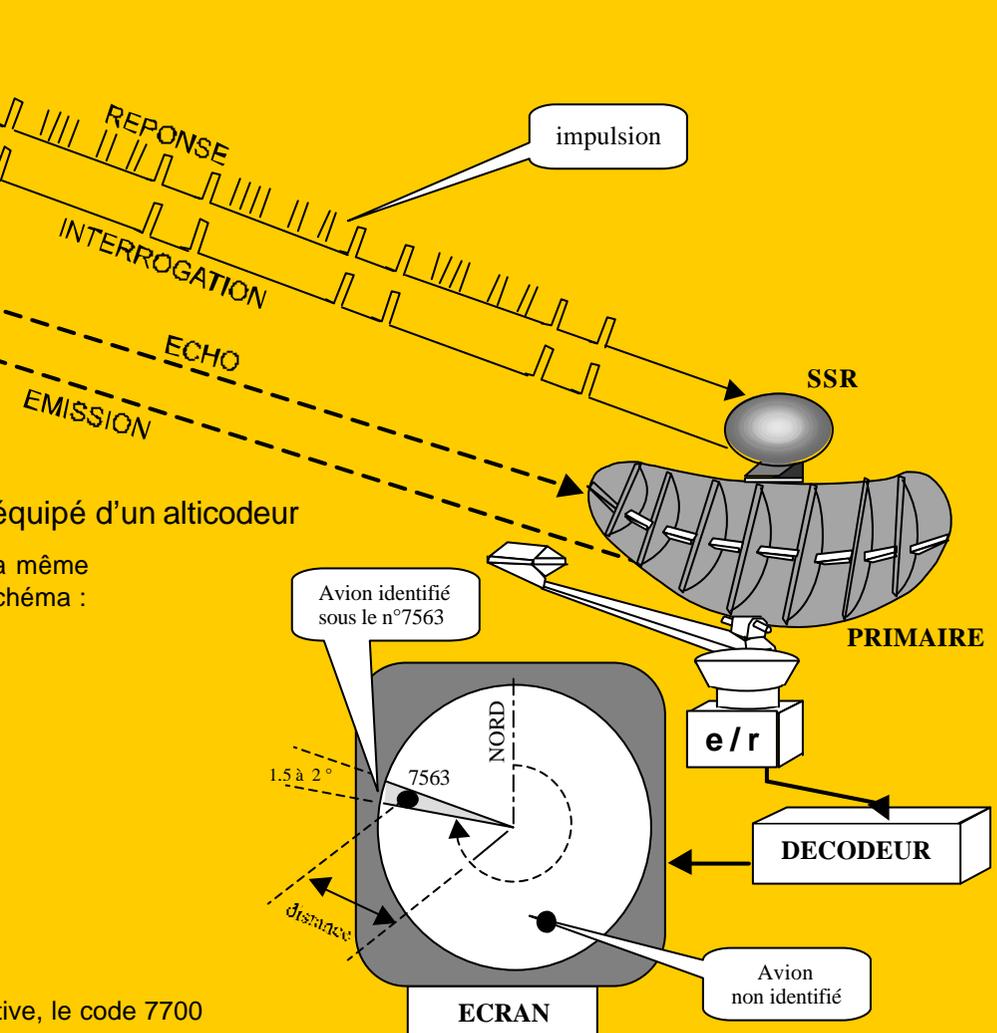
#### 2/ Utilisation en cas de difficultés :

le pilote affiche de sa propre initiative un code signifiant sa difficulté :

- 7500 en cas de déroutement
- 7600 en cas de panne radio
- 7700 en cas de détresse

#### 3/ Utilisation permanente en vol VFR :

a condition d'émettre en « mode C », le pilote peut afficher, de sa propre initiative, le code 7700



## EFFETS PHYSIOLOGIQUES DU VOL

L'intensité des effets physiologiques sont fonction des prédispositions individuelles :

- condition physique, état de santé et stress
- activité et alimentation précédent le vol
- âge
- tabac, alcool....

## EFFETS DUS A LA DIMINUTION DE PRESSION EN ALTITUDE

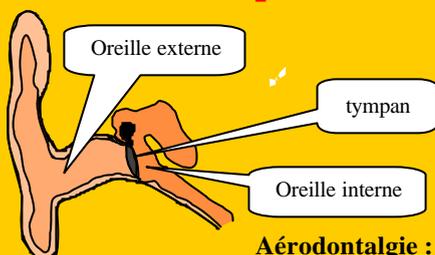
**Hypoxie d'altitude ou anoxémie :** Défaut d'oxygénation du sang due à une pression partielle d'oxygène dans l'air insuffisante.

Premiers troubles à partir de : 11 500 ft (4 500 m)

**Aéroembolisme :** suite à une diminution de la pression atmosphérique, l'oxygène dissous dans le sang tend à revenir à l'état gazeux.

Premiers problèmes à partir de : 19 500 ft (6 000 m)

**Barotraumatismes :** troubles pouvant être douloureux et qui sont dus aux variations de pression atmosphériques.

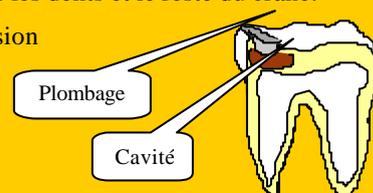


**Otite barométrique :** la différence de pression entre oreille interne et oreille externe est proportionnelle à la vitesse verticale. Il en résulte une tension du tympan pouvant donner lieu à une sensation d'oreille bouchée, de bourdonnements et sifflement, voir même de douleur plus ou moins aiguë.

**Sinusite barométrique :** elle se caractérise par une douleur au niveau du front ou des yeux avec éventuellement une irradiation vers les dents et le reste du crâne.

**Aérodontalgie :** avec une faible pression atmosphérique, la pression résiduelle de la cavité d'une dent peut suffire à éjecter le plombage.

**Distension intestinale :** elle est due à la dilatation des gaz emmagasinés dans le système digestif. (éviter l'absorption de boissons gazeuses, aliments fermentés et gomme à mâcher avant le vol)



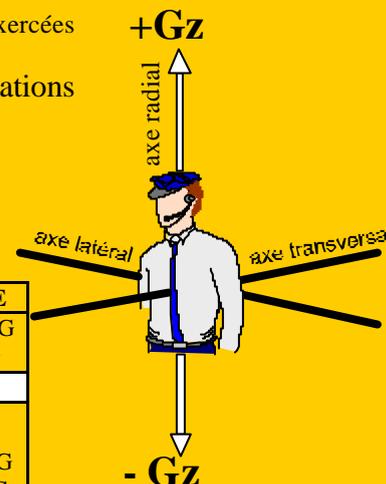
## EFFETS DES ACCELERATIONS

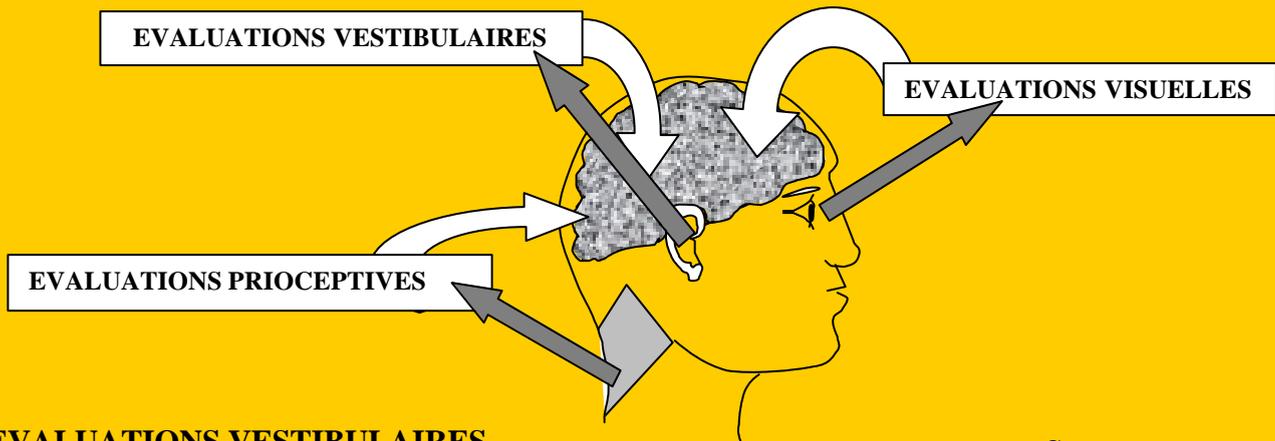
Les accélérations les plus fréquentes et les plus importantes en vol sont les accélérations exercées suivant l'axe radial. Ces accélérations sont définies comme suit :

- Les accélérations de sens « pied-tête » sont appelées accélérations positives ou « **+ G** »

- Les accélérations de sens « tête-pied » sont appelées accélérations négatives ou « **- G** »

Nb de G	PRINCIPAUX EFFETS	TOLÉRANCE
- 9G à -11G	Perte de connaissance	1 seconde à -7,5G
- 3G	Crâne douloureux - Voile rouge	1 mn 40 à -2G
+1G	<b>Situation normale</b>	
+2G à +3G	Maux de tête, membres lourds, augmentation rythme cardiaque et respiratoire	1 heure à 3 G
+4G	Brouillage de la vue et perte de la vision périphérique : voile gris	10 secondes à 7G
+5G	Perte totale de la vision : voile noir	1 seconde à 12G
+9G à +11G	Perte de connaissance	



L'EQUILIBRE ET L'ORIENTATION SPATIALE**EVALUATIONS VESTIBULAIRES**

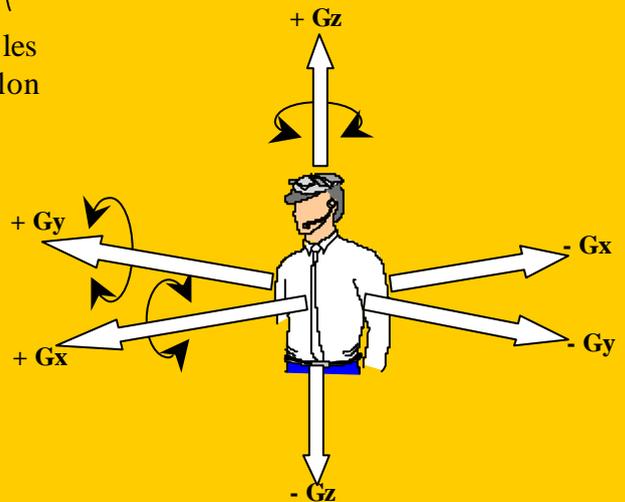
Dans chaque oreille interne, un vestibule mesure les accélérations linéaires et angulaires subies par la tête selon les trois axes. Le cerveau pourra donc :

- évaluer la pesanteur
- contrôler l'équilibre

**EVALUATIONS VISUELLES**

La vision binoculaire permet l'évaluation :

- des distances et du relief
- des vitesses
- de l'orientation par rapport à l'horizon

**EVALUATIONS PROIOCEPTIVES**

Muscles, tendons, viscères, peau...sont sensibles aux contraintes d'étirement ou de pression dues à la pesanteur et aux accélérations. Ils évaluent grossièrement l'orientation du corps et de ses membres.

**LE MAL DE L'AIR**

En découvrant le vol, l'individu découvre un domaine où la pesanteur se confond avec les effets d'accélérations du vol. Le cerveau doit intégrer la discordance entre évaluations visuelles et vestibulaires (conflit vestibulo-visuel). A ce problème peut s'ajouter une inadaptation psychologique du sujet.

**LE MAL DU SIMULATEUR FIXE**

Le pilote confirmé, et en particulier le pilote de chasse, se trouve confronté à un conflit vestibulo-visuel inverse à celui de l'individu découvrant le vol réel.

**TROUBLES OU ERREURS D'ORIENTATION**

Le cerveau interprète les éléments perçus par nos sens. L'identification de l'orientation est influencée par des sources d'erreurs suivantes :

- limites sensibles (rapidité, seuil de sensibilité....)
- conflit vestibulo-visuel
- illusions (d'optiques, psychologiques, confusions nocturnes....)
- perte visuelle de l'horizon (vol dans les nuages, vol maritime...)