

LA NAVIGATION

- Les objectifs
- Les moyens
- Les méthodes de navigation
- Déroulement d'une navigation

Les objectifs

Réaliser un vol vers la destination souhaitée
Par l'itinéraire le plus court

En sécurité :

Vis à vis du terrain

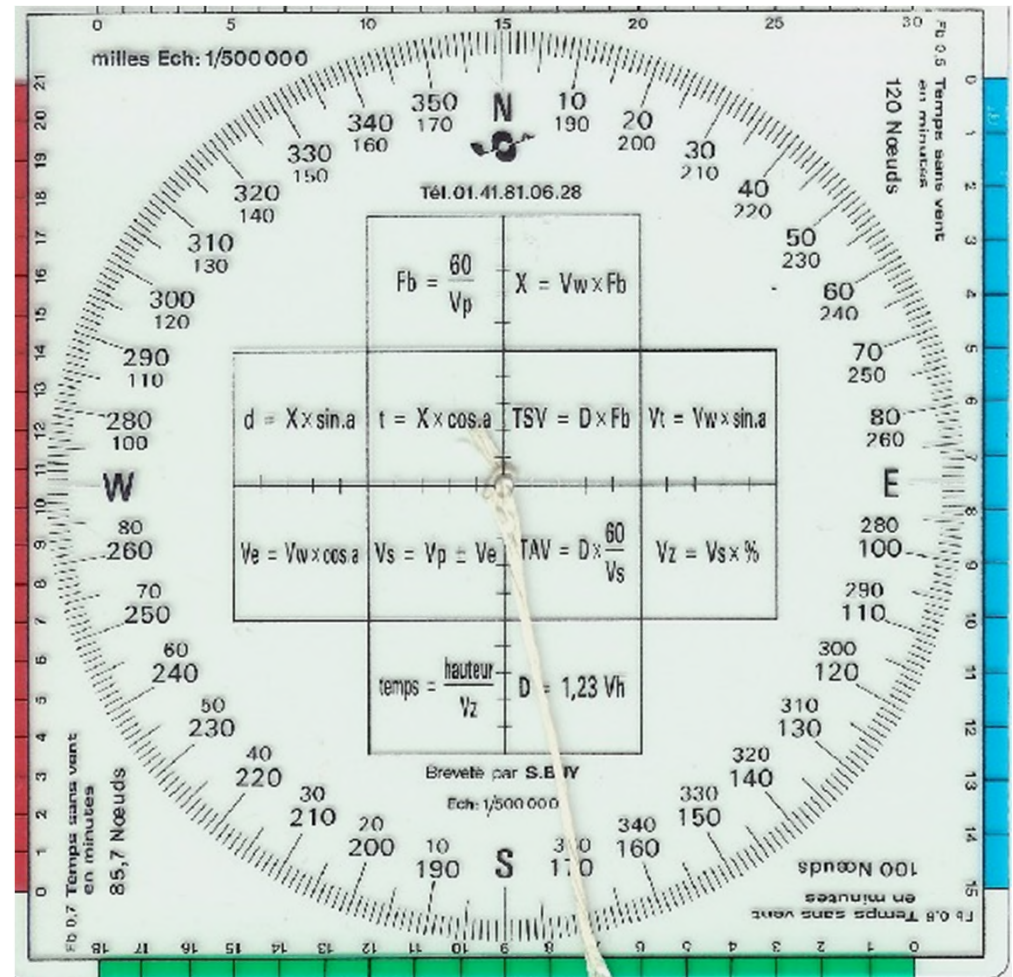
Vis à vis des autres avions

En étant préparé à tout changement nécessaire

- évolution de la météo
- panne mécanique
- malade à bord

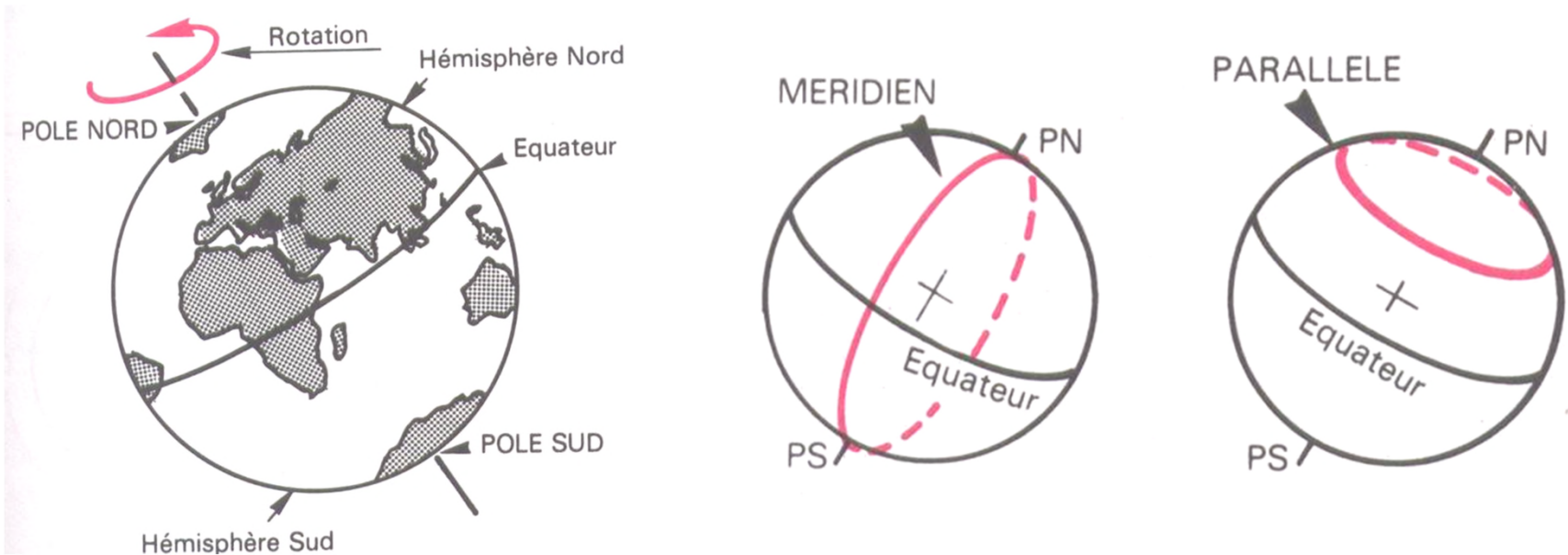
Les moyens

- Cartes
- Mesure du temps
- Mesure de la vitesse
- Mesure d'un cap



Les cartes

- Se situer sur la Terre



Méridiens et Parallèles forment un quadrillage: les coordonnées

La latitude: Nord ou Sud à partir de l'Equateur

La longitude: Est ou Ouest à partir du méridien de Greenwich

Les cartes

- Les cartes vont reproduire ce quadrillage
et fournir une image de la région concernée
 - relief
 - villes et villages
 - routes, fleuves et rivières, lignes de chemin de fer, forêts ...
 - Points caractéristiques: antennes, éoliennes, barrages
 - Pour les cartes aéronautiques: des informations spécifiques
- Les cartes sont caractérisées par
 - leur mode d'établissement ou type de projection
 - La Terre est une sphère, les cartes sont planes
 - leur échelle,
c'est-à-dire le rapport entre distance au sol et dimension sur la carte

LA NAVIGATION

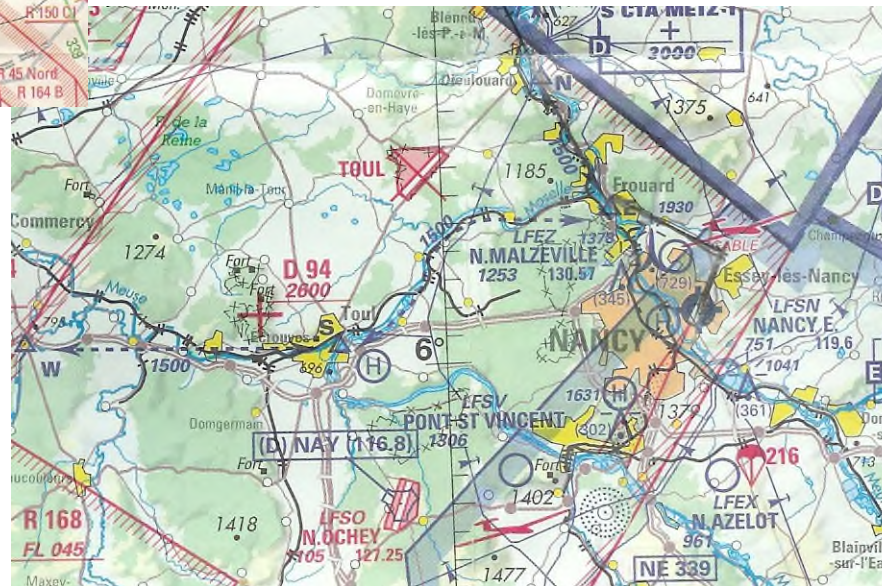
Les cartes
Les échelles



1/1.000.000



Espaces supérieurs



1/250 000

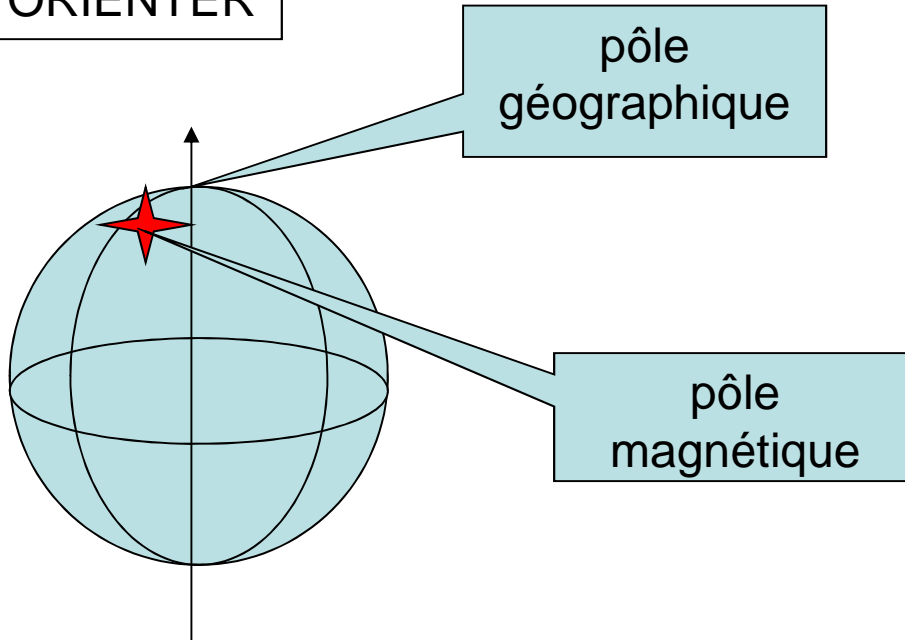
1/500 000

Basse hauteur

Cartes IGN



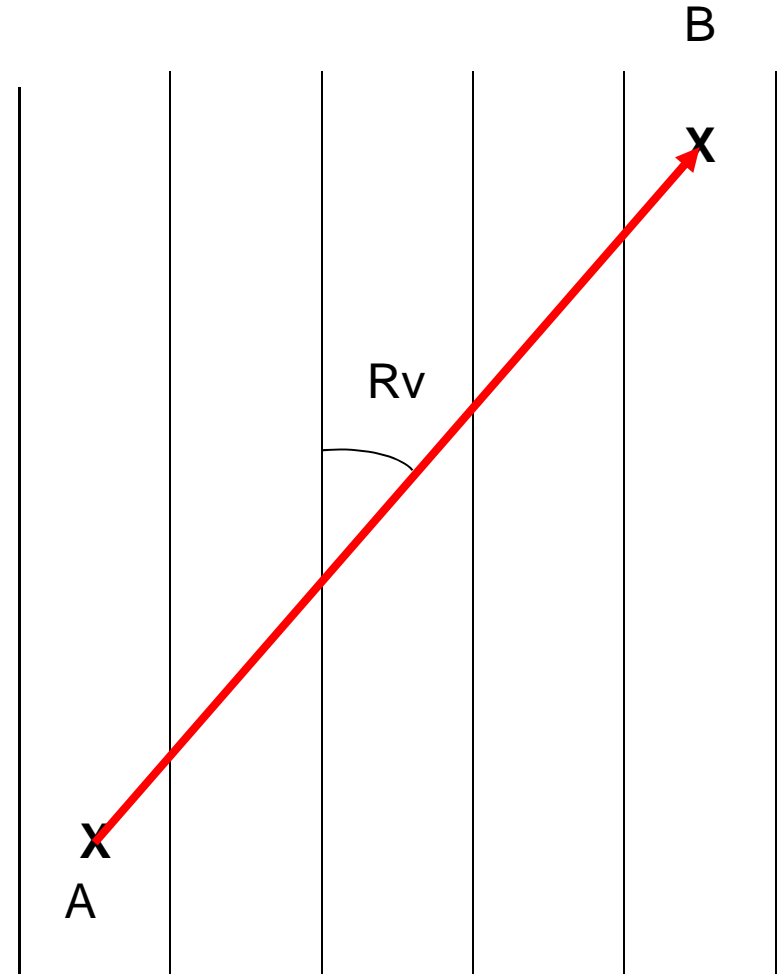
S' ORIENTER



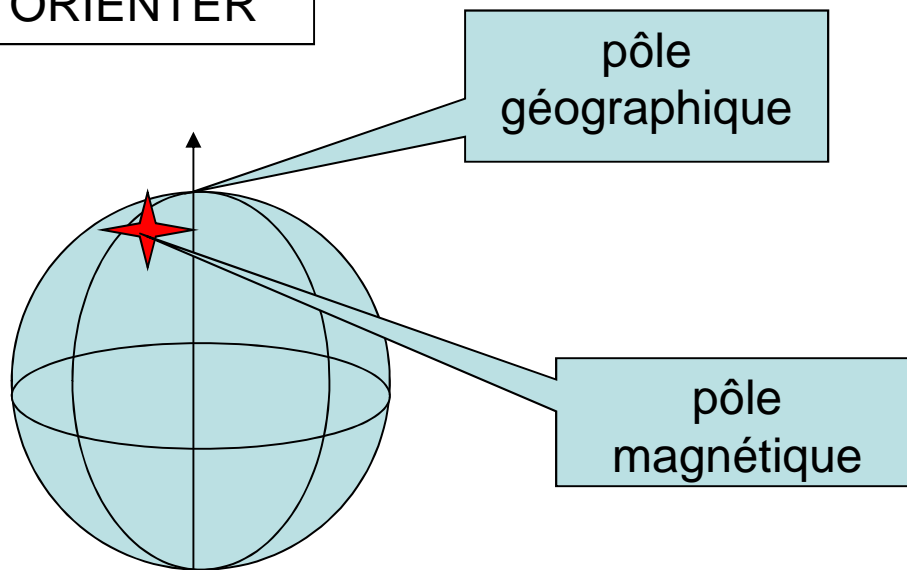
Rv : Route géographique ou route vraie
Mesurée sur la carte avec un rapporteur

Mais pas d'instrument correspondant dans l'avion

LA NAVIGATION
NORD



S' ORIENTER



Dans l'avion on dispose d'un compas magnétique qui indique le Nord magnétique

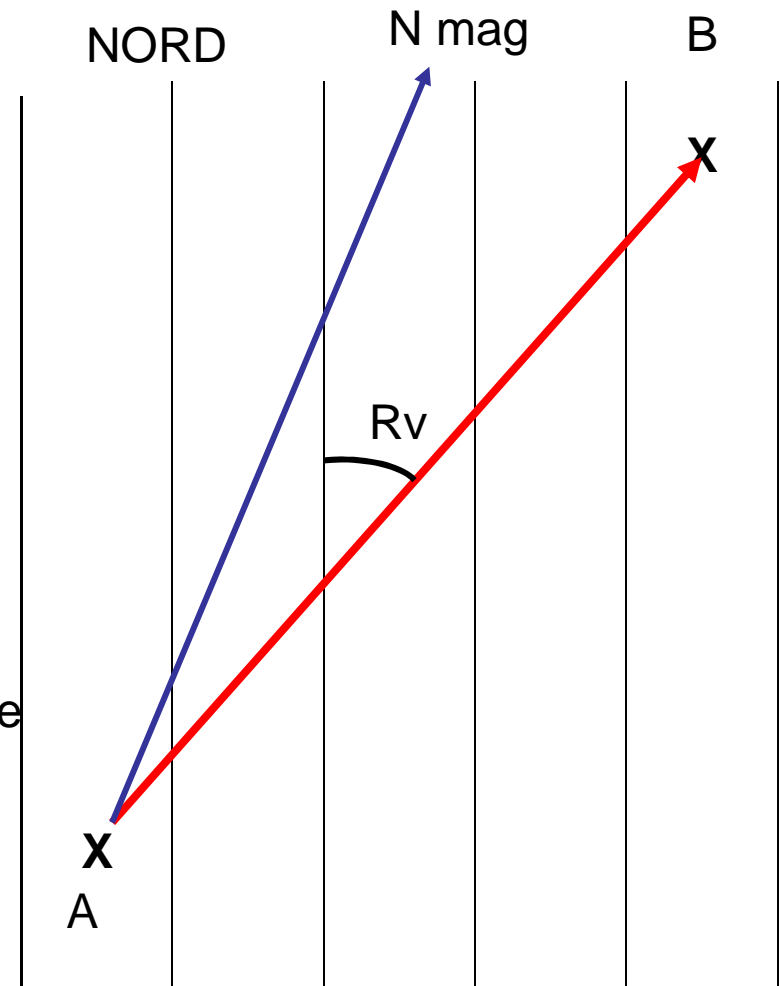
La différence est LA DECLINAISON (Dm)

$$Rm = Rv - Dm$$

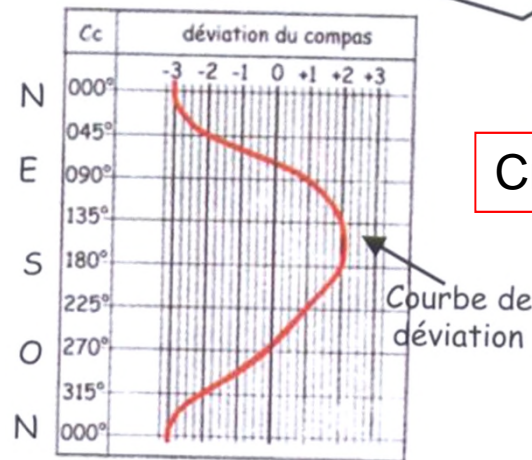
Dm positive vers l'est, négative vers l'ouest

La déclinaison varie avec la position sur la Terre et évolue dans le temps

LA NAVIGATION



LE COMPAS MAGNETIQUE



$$C_m = C_c + d$$

L'indication est perturbée par la présence de masses métalliques, appareils électriques ... Malgré un réglage soigneux (compensation) il reste toujours un écart entre le cap magnétique C_m et le cap compas C_c :

LA DEVIATION

La valeur de la déviation est fournie à côté du compas par un tableau ou une courbe

Sa valeur est en général faible

Mesure du temps

- Heure TU (Temps universel) ou GMT

En tout point du globe, il est 12h lorsque le soleil moyen passe sur le méridien de Greenwich.

- Heure légale:

En France: Hiver TU + 1h, été TU+2h

On utilise la montre et le chronomètre

Mesure de la vitesse: l'anémomètre ou Badin

VI = vitesse indiquée

V = vitesse vraie



Le badin donne la vitesse par rapport à l'air

En vol

A vitesse indiquée constante,
quand l'altitude et/ou la température augmente la vitesse vraie augmente.

Pour la navigation on sera intéressé par la vitesse par rapport au sol:

Prise en compte de l'effet du vent

Les méthodes de navigation

- Le cheminement
- L'estime
- La radio navigation

Le cheminement

Il s'agit de joindre deux points par observation **continue** du sol.
- suivre une route, une rivière, une ligne de chemin de fer ...

Choisir **plusieurs** repères.

Se placer à droite du repère principal de préférence.

Faire attention aux zones de contrôle.

L'estime: « Cap et Montre »

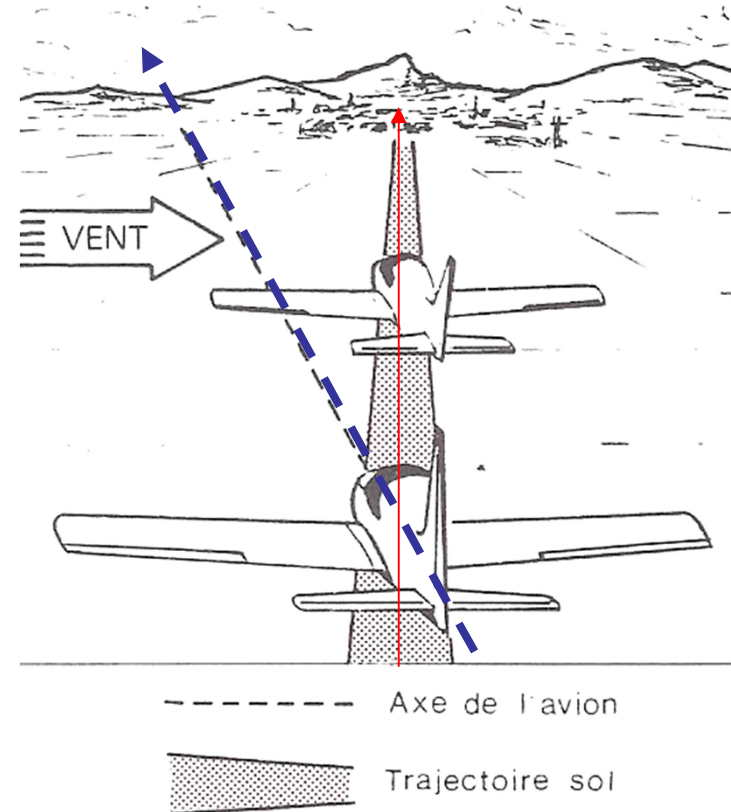
Principe

Détermination du cap

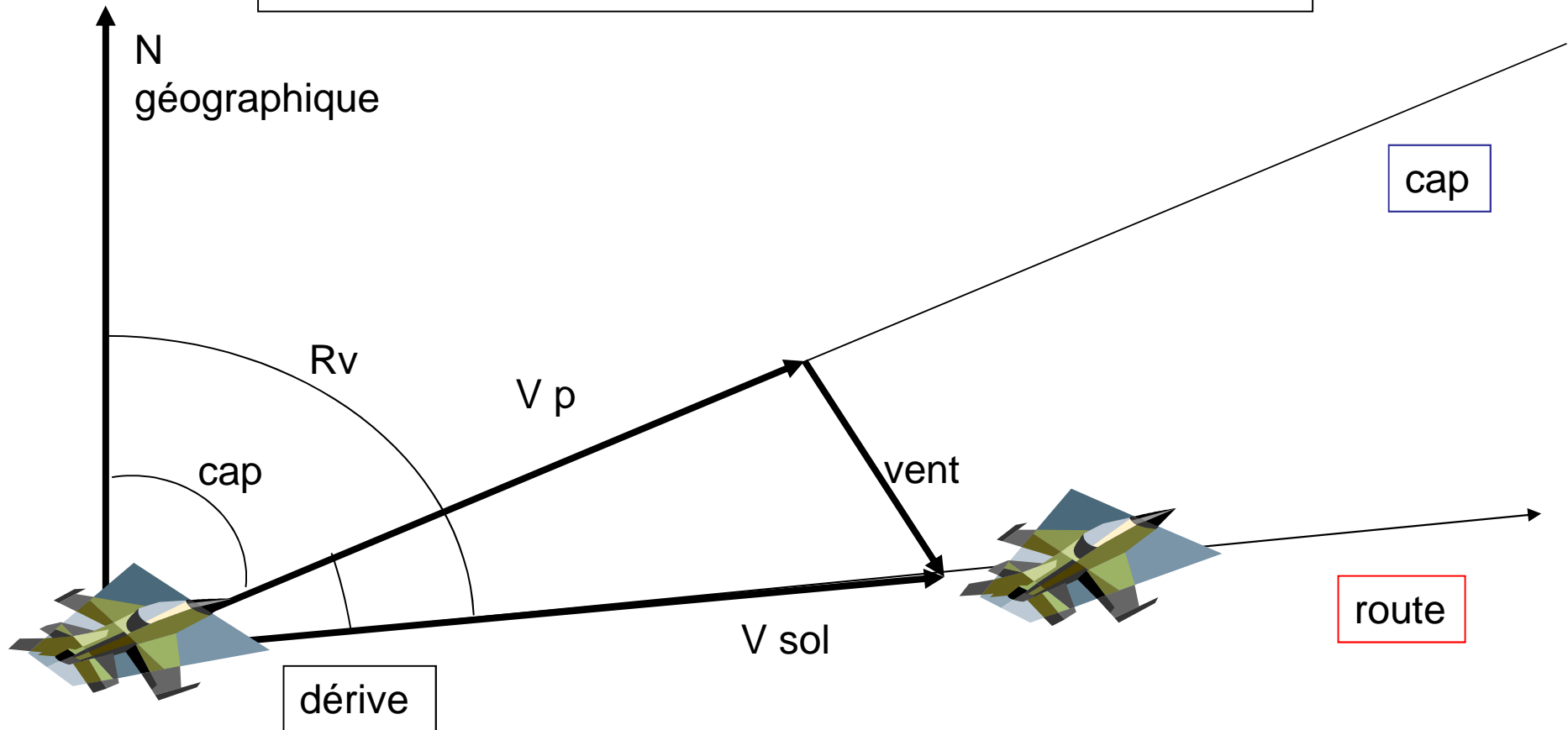
- route vraie, déclinaison, vent

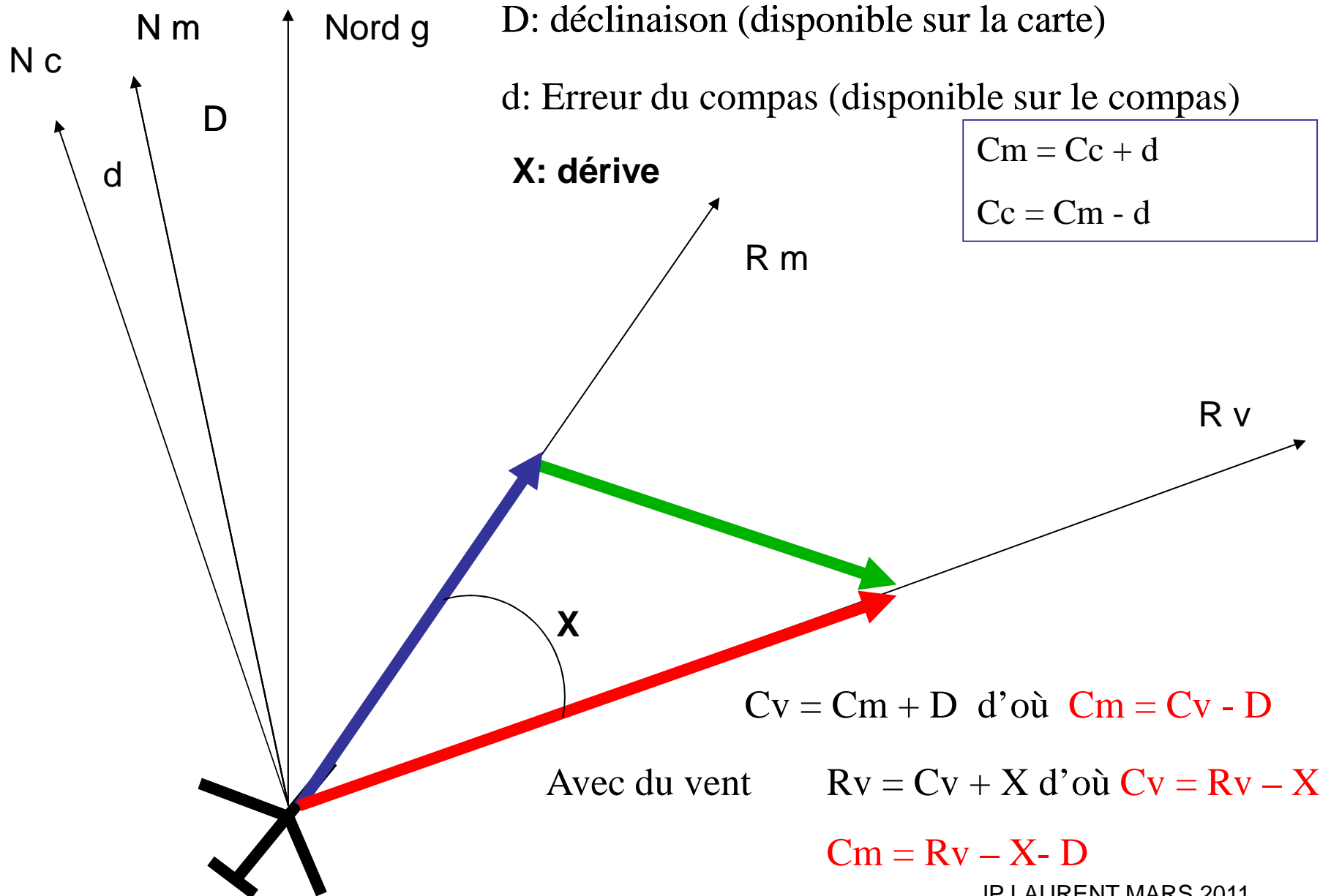
Estimation du temps de parcours

- Heure de départ montre
- Vitesse: Badin
- Vent: météo ou premier segment.



La Route et le Cap: Le triangle des vitesses





**Détermination du temps de vol et de la dérive:
le facteur de base**

C'est le nombre de minutes pour parcourir un mile nautique

$$Fb = 60 / Vp$$

$$Vp = 110 \text{ kt}$$

$$Fb = 0,6$$

$$Vp = 120 \text{ kt}$$

$$Fb = 0,5$$

Temps sans vent

$$TSV = D \times Fb$$

Exemple: $D = 20 \text{ Nm}$

$$TSV = 20 \times 0,6 = 12 \text{ minutes}$$

Détermination de la dérive

dérive maximale(vent à 90)

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

Exemple

$$\text{Vent } Vw = 10\text{kt}, Fb = 0,5$$

$$X_{\max} = 5^\circ$$

Dérive $d = X_{\max} \times \sin a$

avec a angle au vent (angle entre la direction du vent et la route)

Exemple

$$a = 30^\circ \quad \sin a = 0,5$$

$$d = 5 \times 0,5 = 2,5^\circ$$

CHOISIR SON ALTITUDE

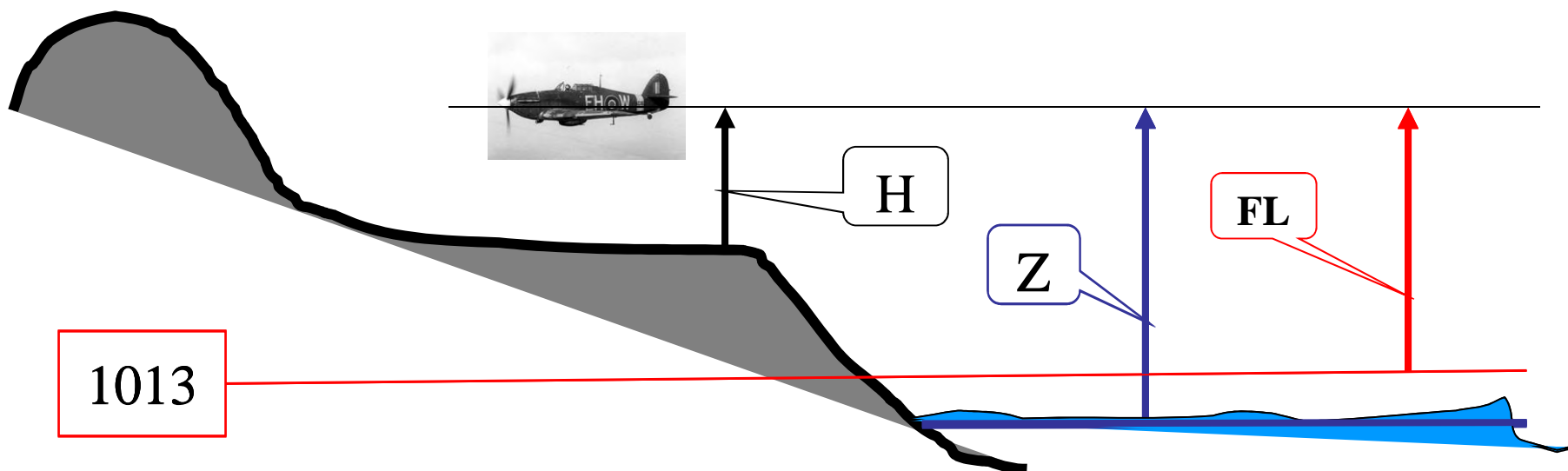
LES DIFFERENTES REFERENCES

(rappel)

H Hauteur : par rapport au sol survolé (QFE)

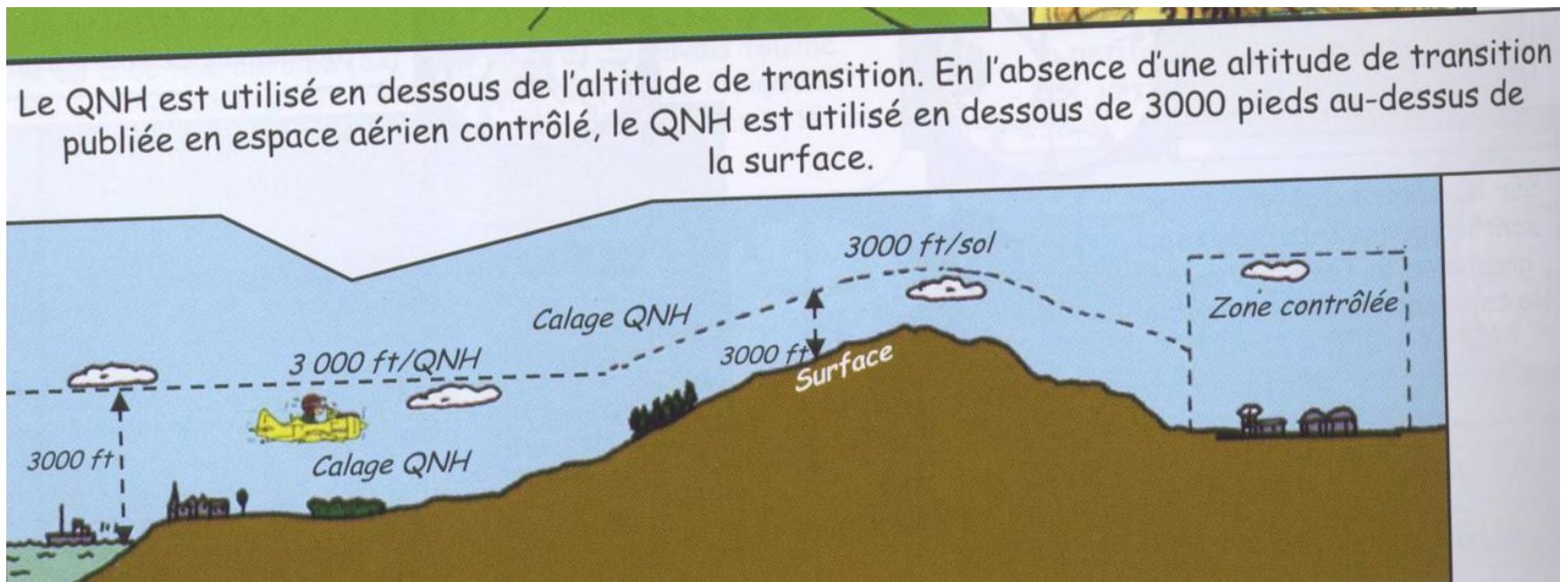
Z Altitude : par rapport au niveau de la mer (QNH)

FL Niveau de vol : par rapport à une référence standard (1013 hPa)

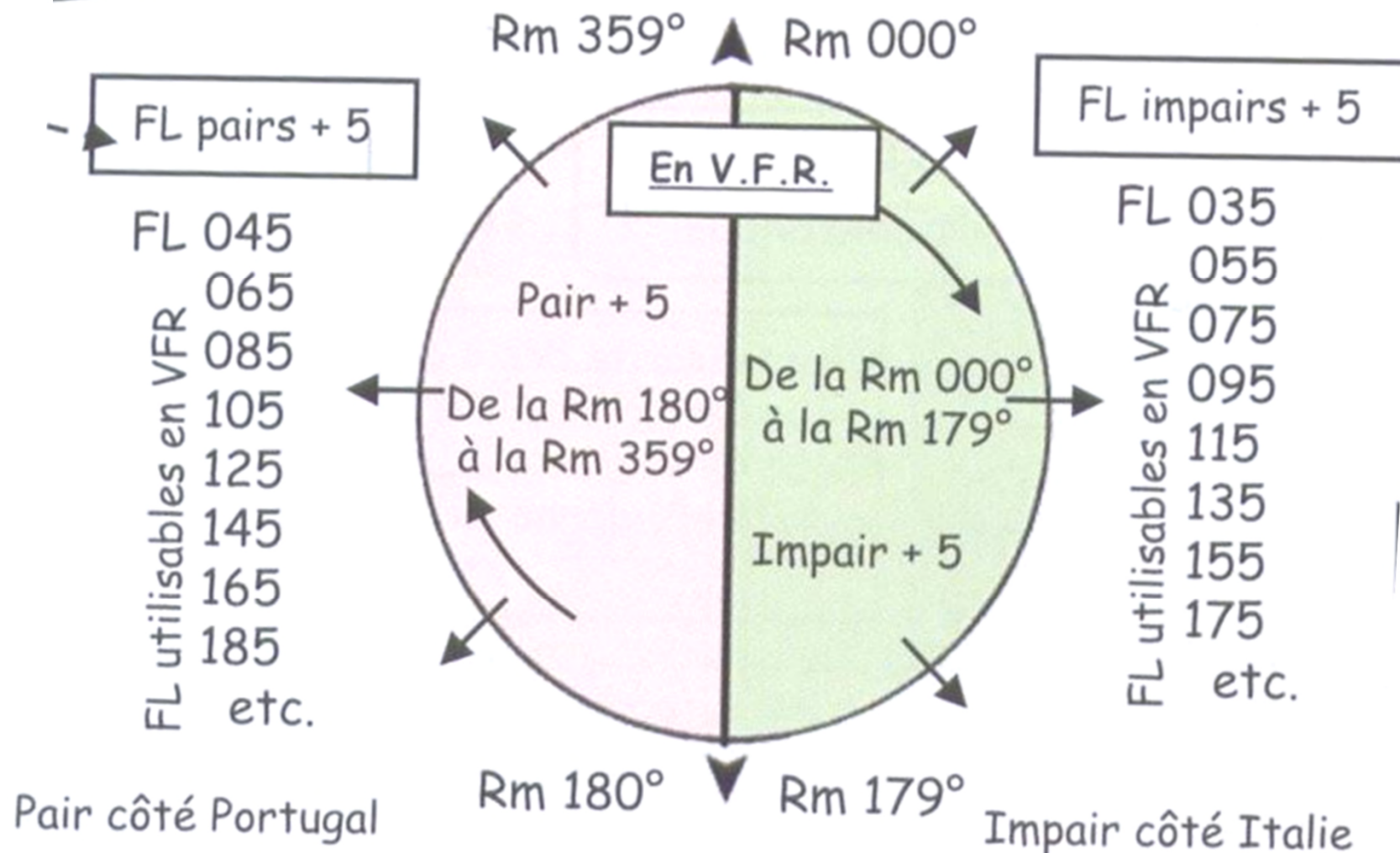


CHOISIR SON ALTITUDE

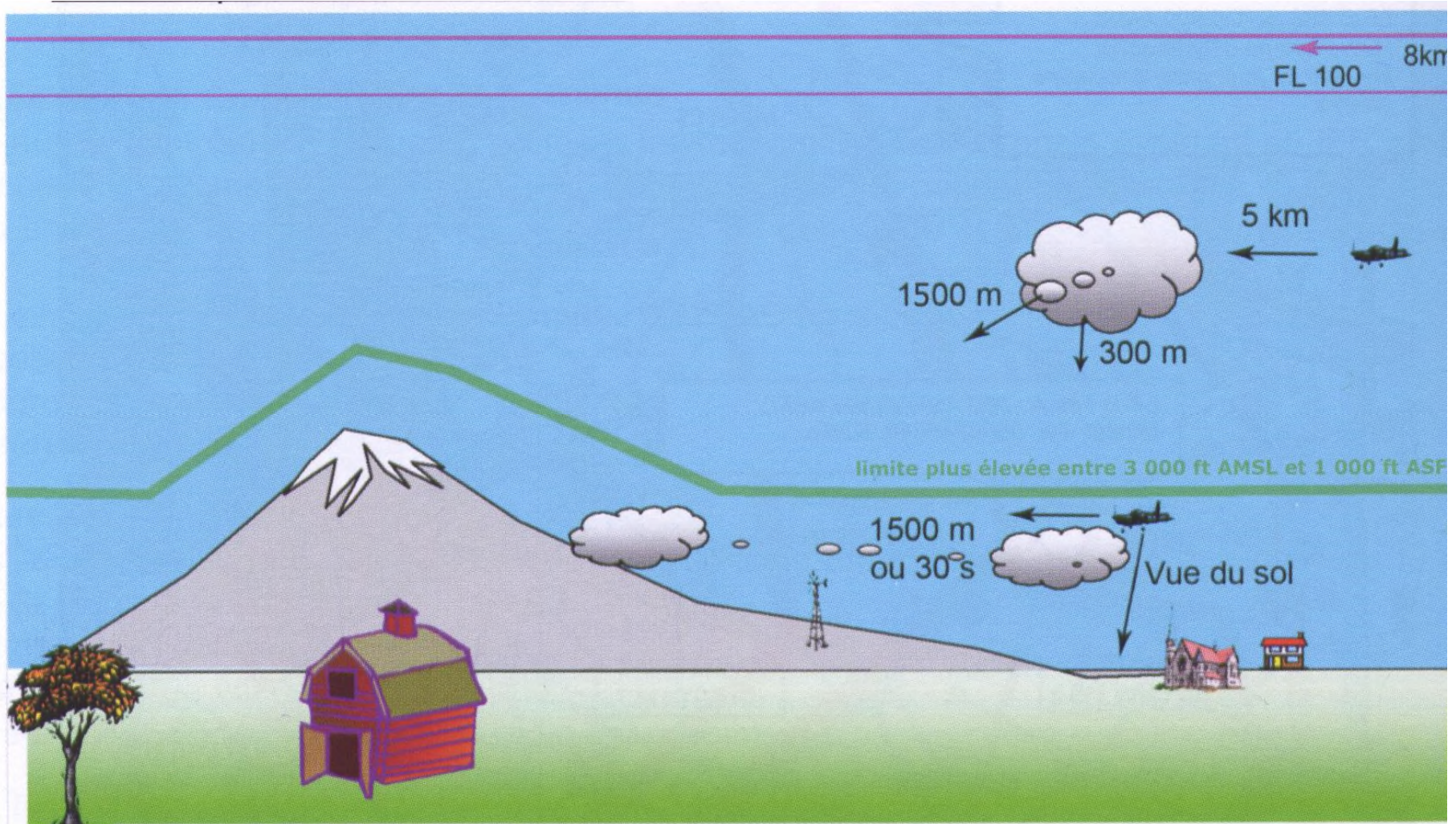
- QNH pour se comparer au relief
- FL au dessus de 3000 ft (altimètre réglé sur 1013)



CHOISIR SON ALTITUDE: La règle semi-circulaire



LES CONDITIONS VMC (vol à vue)



LES ESPACES AERIENS

CLASSE B

ESPACEMENTS :
• VFR/IFR
• VFR/VFR
INFORMATION DE TRAFIC :
• NON

Conditions VMC

LIMITATION DE VITESSE : NON
RADIO :
CLAIRANCE : OUI

CLASSE C

ESPACEMENTS :
• VFR/IFR
INFORMATION DE TRAFIC :
• VFR/VFR

Conditions VMC

LIMITATION DE VITESSE : 250 KT au-dessous du FL100
RADIO :
CLAIRANCE : OUI

CLASSE D

ESPACEMENTS :
• VFR spécial /IFR
INFORMATION DE TRAFIC :
• VFR/IFR
• VFR/VFR

Conditions VMC

LIMITATION DE VITESSE : 250 KT au-dessous du FL100
RADIO :
CLAIRANCE : OUI

CLASSE E

ESPACEMENTS :
• VFR spécial /IFR
INFORMATION DE TRAFIC :
• VFR spécial/VFR spécial

Conditions VMC

LIMITATION DE VITESSE : 250 KT au-dessous du FL100
RADIO : pas exigées
CLAIRANCE : } sauf VFR spécial

CLASSE F

ESPACEMENTS :
• NON
INFORMATION DE TRAFIC :
• NON

Conditions VMC

LIMITATION DE VITESSE : 250 KT au-dessous du FL100
RADIO : pas exigée
CLAIRANCE : NON

CLASSE G

ESPACEMENTS :
• NON
INFORMATION DE TRAFIC :
• NON

Conditions VMC

LIMITATION DE VITESSE : 250 KT au-dessous du FL100
RADIO : pas exigée
CLAIRANCE : NON

• En espace aérien non contrôlé, sous le plus élevé des deux niveaux suivants :
- 900 M (3000 FT) AMSL
- 300 M (1000 FT) ASFC
La visibilité en vol doit être au moins égale à la plus élevée des deux valeurs suivantes :
- 1500 M (avions), 800 M (hélicoptères)
- distance parcourue en 30 secondes de vol.

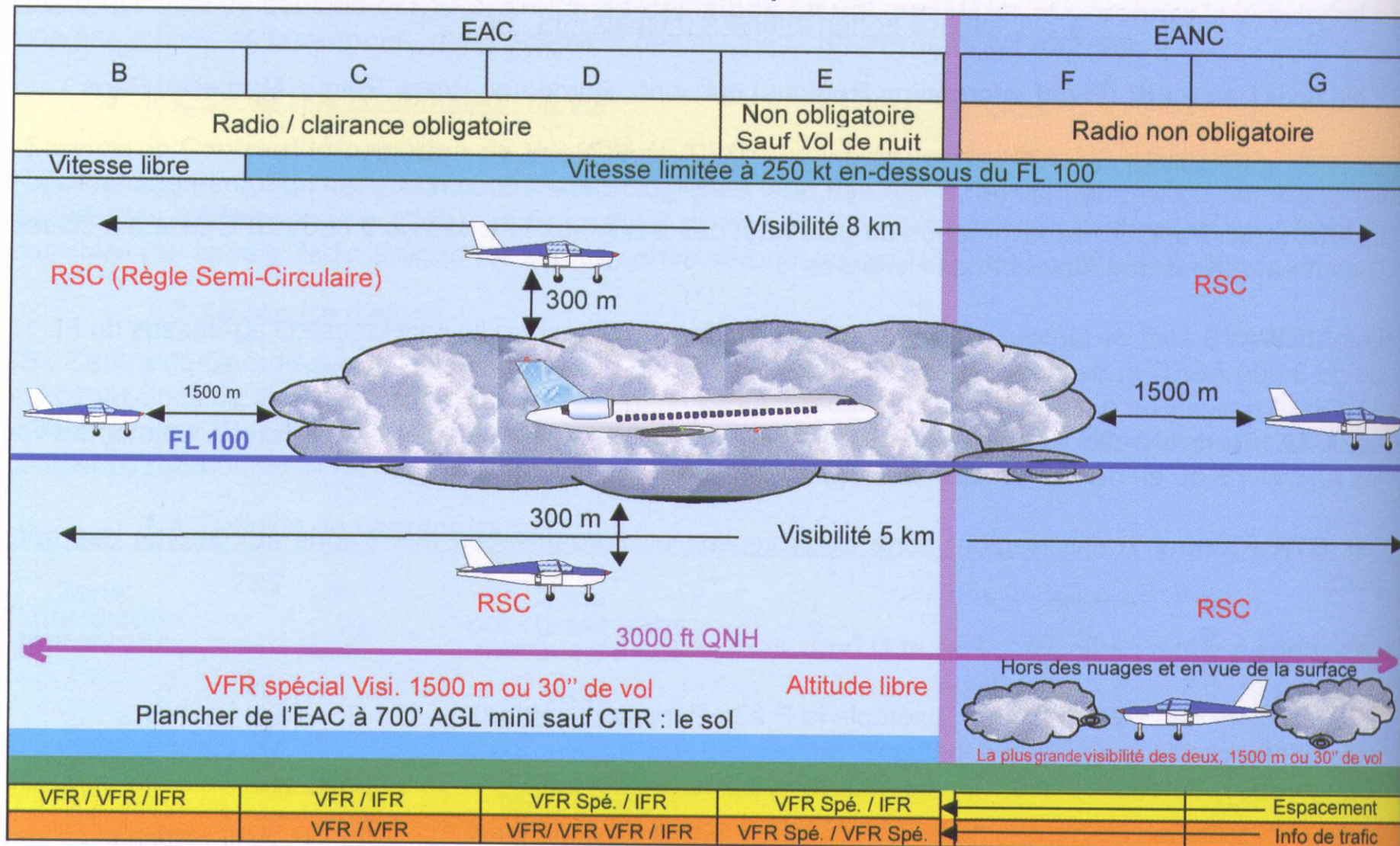
En classe A, le vol en VFR est interdit.

L'espace aérien est divisé en plusieurs classes que tout pilote doit connaître et respecter. Des fiches (ci-contre) sont publiées donnant les caractéristiques de chacune. Les classes B-C-D et E sont des espaces contrôlés. Les classes F et G sont des espaces non contrôlés.



Deux règles de vol divisent l'espace aérien :
Le vol à vue (VFR) et le vol aux instruments (IFR).
Il existe des zones à statut particulier :
- **zones P** (interdites d'accès)
- **zones R** (accès réglementé)
- **zones D** (dangereuses)
- **zones TSA** (ségrégation temporaires) et **CBA** (zones transfrontalières)

Conditions météorologiques de vol à vue, classes d'espace :



LA REGLEMENTATION

Elle a pour but d'assurer la sécurité aux aéroports et en route

Aux aéroports

- Signalisation
- Systématisation du tour de piste
- Cartes d'aérodromes (cartes VAC)

En route

- Règles de priorité
- Croisement et dépassement
- Survol de la mer

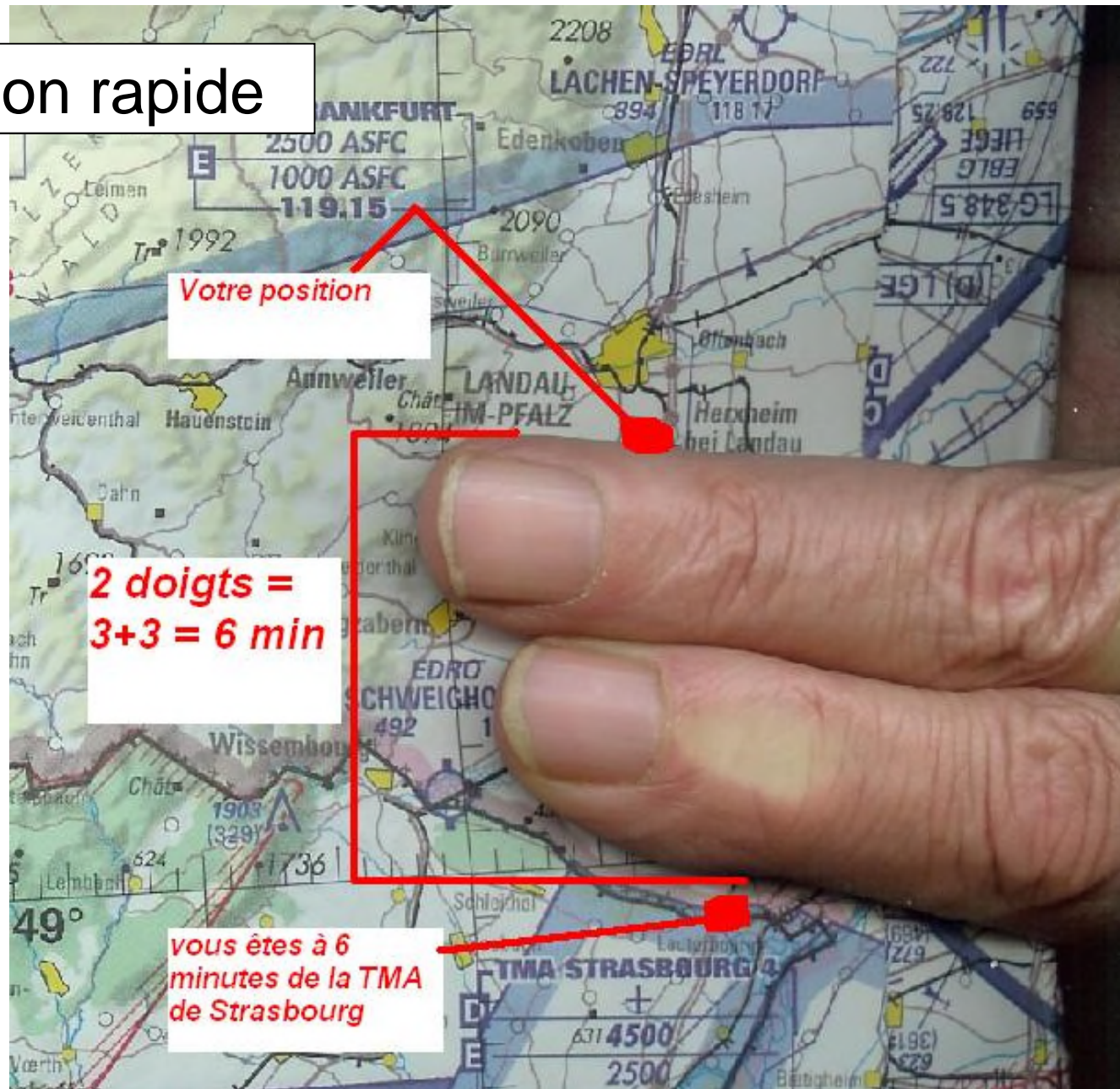
LA REGLEMENTATION

Conditions diverses

- Certificat d'aptitude médicale pour voler seul à bord
- Taux d'alcool autorisé: 0 g/l
- Aucun vol entrepris sans une quantité de carburant nécessaire à 30 mn
- Parachute obligatoire sur les planeurs sans motopropulseur
- Précautions contre l'hypoxie

QUELQUES PETITS « TRUCS »
POUR AIDER LA NAVIGATION

Estimation rapide

$$Fb = 0,5$$


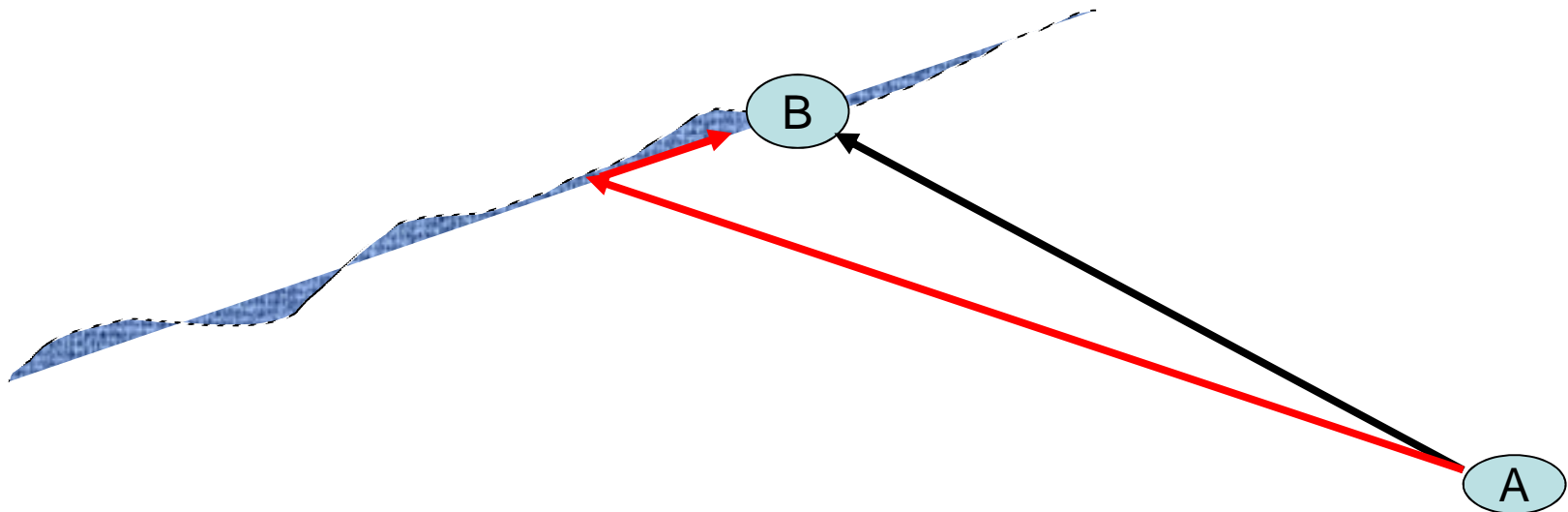
Ordre de grandeur d'une erreur en Navigation

- Vitesse 100 kt (Badin)
- Segment de 5 min:
 - Erreur de 10° sur le cap -> 2.5 Km d'erreur
 - 15Kt de vent -> 2.3 Km

L'altitude facilite le repérage !

L'erreur systématique

L'erreur systématique, consiste à prendre volontairement un cap différent du cap direct de façon à finir la navigation en cheminement.



LES AIDES A LA NAVIGATION

- LE RADIO COMPAS
- LE VOR
- LA RADIOGONIOMETRIE
- LE GPS

LE RADIO COMPAS



Il se compose de deux parties:

Une **balise au sol**

émettant dans toutes les directions

Un **récepteur embarqué**,

couplé à un indicateur, donnant le gisement de la balise



LE VOR (Visual Omni Range)



Une graduation = 2°

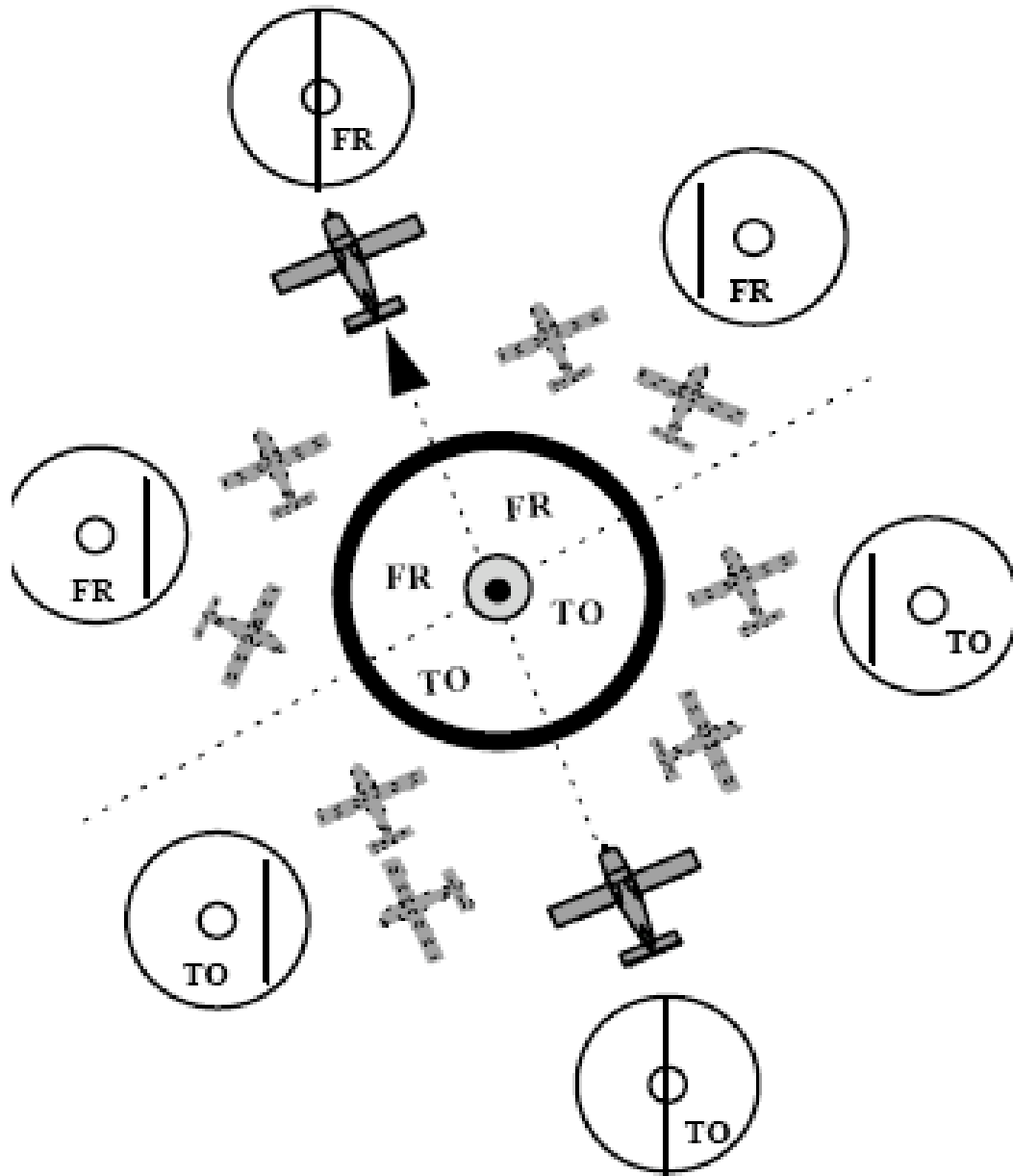
Sélection du rayon



Flag, de bon fonctionnement

indication
TO / FROM

aiguille

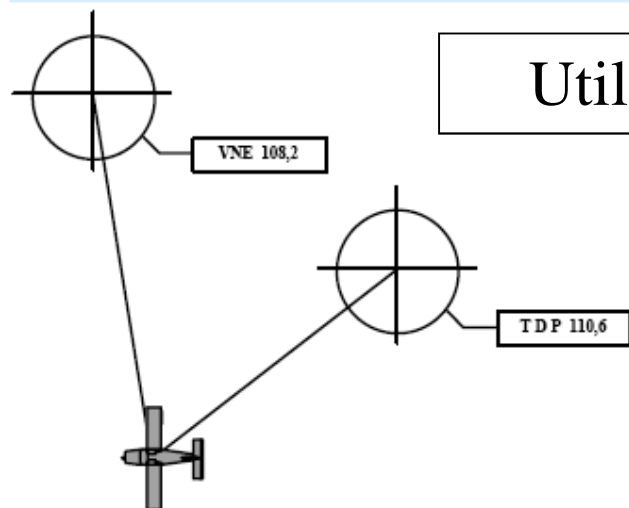


VOR (Visual Omnirange)

- une station au sol
- un récepteur dans l'avion

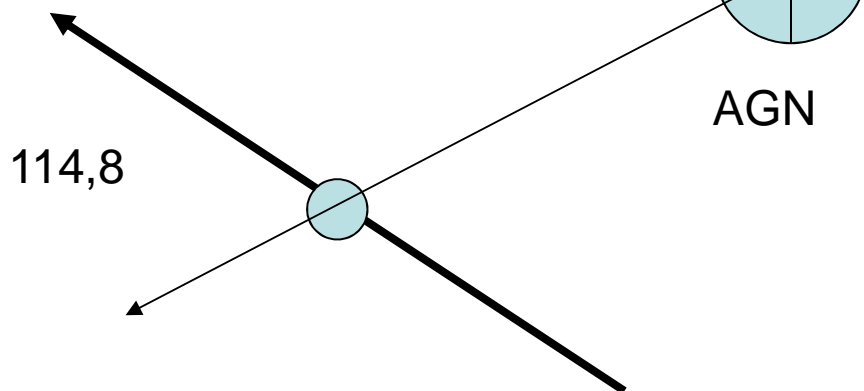
Les informations
du VOR sont
indépendantes de
la route de l'avion !

DEUX VOR POUR SE SITUER

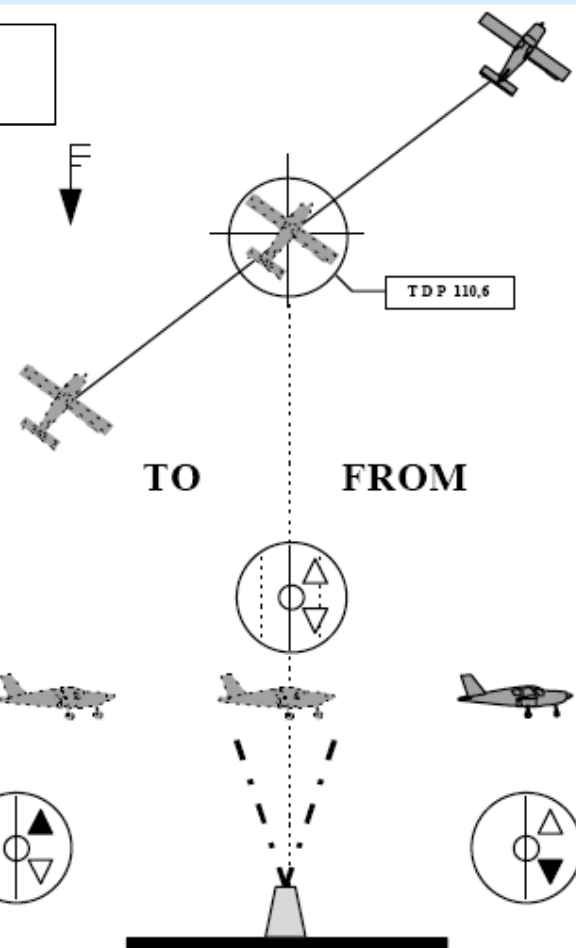


Utilisation du VOR

VOR pour baliser un repère
QDR 260 de AGN



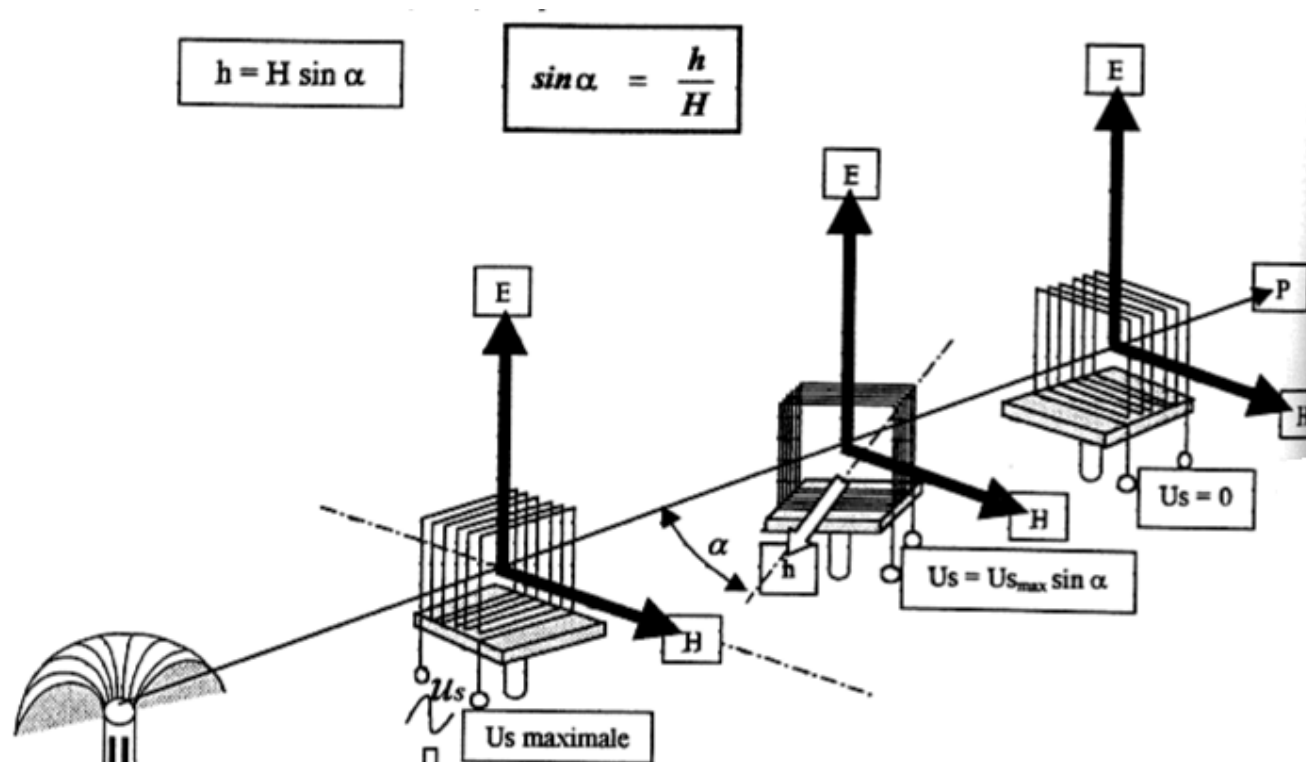
LE VOR POUR SE DIRIGER



Goniométrie

Principe de fonctionnement

Puissance de réception dépendant de l'orientation d'un cadre



Le GPS

Il donne :

Une position

Une vitesse sol

La position des zones contrôlées

.....



Courtesy Garmin Ltd.



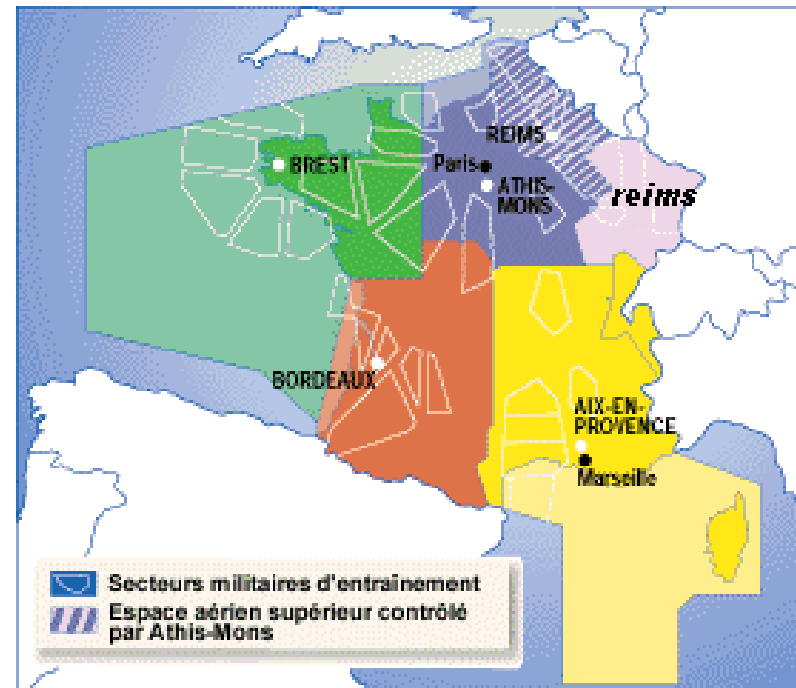
Danger: voler le nez sur le GPS

On ne regarde plus dehors!!

Pas d'avertissement en cas de dégradation de la mesure

Le Radar

- Primaire:
Pour tout le monde.



Secondaire: avec un transpondeur.



Préparation d'un vol à l'estime

Préliminaire Performances de l'avion	Etude de l'itinéraire Route: nature de la région survolée, réglementation, espaces aériens, repères au sol, aérodromes de dégagement, trajectoires imposées Autonomie nécessaire	Relevés MTO Vent, nuages, plafond, front, précipitations, visibilité, températures, QNH, QFE
Aérodromes de destination Restrictions & consignes, longueur de piste, avitaillement.	Altitude mini et maxi Selon les performances, planchers et plafonds des zones, points culminants du relief, réglementation	Calcul de la navigation estimée Choix « définitif » de l'itinéraire, estimés, routes et cap, heures de survol, altitudes, faisabilité (performances)
	Moyen radio Balise radionavigation Communications Informations en vol	LOG de Navigation : MTO, résultats de la préparation de NAV, fréquences radio, remarques... NOTAM ! JP LAURENT MARS 2011

BIA COLLEGE CANTEL

Muret – Saint – Giron

Distance

Règle graduée

Route vraie

Rapporteur

Correction déclinaison

Dérive



[illegible]

Réglementation carburant

- 1 - Atteindre la destination, connaissant la météo, à l'altitude voulue, avec la route prévue. Ou
La route prévue + 10%. (Attention aux avions lents !).
- 2 - Poursuivre le vol une fois arrivé en régime économique pendant 20 min,
45 min pour le vol de nuit.

Réglementation: 1 + 2

Attention:

A peu près 2 TDP seulement !

Note: Tenir compte des temps nécessaires pour
Décollage, roulage, attente, montée, intégration, roulage.

Réglementation carburant

- Pas de départ avec moins de 30 min d'autonomie.
- Pas de poursuite avec moins de 15 min d'autonomie.



Exemple de bilan de carburant:

- DR400 180 ch Régime d'utilisation 39 L/h
- Quantité utilisable 189 L
- Départ: 10 mn
- Navigation: 2h + 10 mn (vent)
- Intégration 10 mn
- Minimum réglementaire: 2h50 = 110,5 litres

« bidons pleins, cœur léger ! »

Plan de vol VFR

Pourquoi un plan de vol ?

Sécurité (suivi au cours du trajet, secours).

Prévenir de ses intentions.

Accéder à des zones/aérodromes nécessitant un plan de vol.

Obligatoire si:

- Survol de régions terrestres inhabitées
- Survol maritime
- VFR de nuit
- Franchissement de frontière