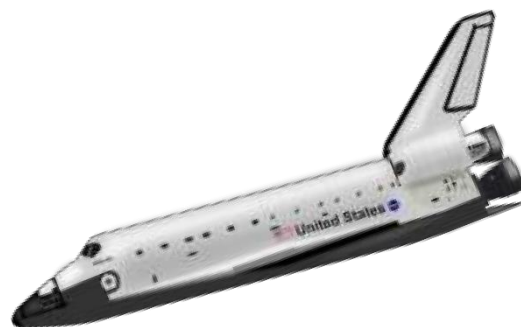


MANUEL DU BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE



AIRFRANCE 



Préambule

Voici la 3ème édition du manuel BIA élaboré sous la direction du CIRAS de Toulouse et auxquels ont contribué des formateurs de l'Education Nationale, de l'association Un Morceau de Ciel Bleu, de l'ENAC et de l'armée de l'Air.

Comme dans les versions précédentes, le texte est limité au strict nécessaire, ce qui laisse une grande liberté pédagogique au formateur.

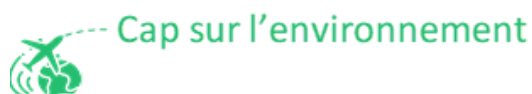
Chacun des 5 chapitres est structuré en 3 ou 4 parties indépendantes, correspondant à une session de formation d'environ 2 heures, incluant éventuellement visionnage de vidéos, lectures de documents, cartes, ... et présentations de maquettes, instruments, pièces, ...

Le vocabulaire anglais est ventilé intégralement au sein de chaque chapitre.

Le cours de cette année présente une nouveauté avec l'introduction de **certains aspects environnementaux relatifs au monde de l'aviation**.

Le secteur aérien a un impact avéré sur l'environnement et ses acteurs en ont conscience : on évalue aujourd'hui que l'aérien représente **2,5% des émissions mondiales de CO₂, et 4% du réchauffement climatique**. Toutefois, c'est un secteur en constante évolution, qui met beaucoup de moyens en œuvre pour réduire au maximum son empreinte écologique, et ce **sur tous les plans** : conception, exploitation, maintenance, recyclage et réutilisation des matériaux...

Dans l'édition BIA, nous avons introduit des pastilles informative sur la transition écologique dans l'aérien. Vous les reconnaîtrez grâce aux logos « Cap sur l'environnement » disséminés dans les cours.



La plupart des figures sont en principe libres de droit et appartiennent à leurs auteurs respectifs. Merci de nous signaler toute omission.

Nous remercions en particulier chaleureusement D. Vioux, webmaster du site « **www.lavionnaire.fr** », qui nous a autorisés à reproduire ses schémas. Nous incitons tous les candidats et les passionnés à consulter son remarquable site.

Présentation du programme

Afin d'acquérir les connaissances nécessaires pour se présenter à l'examen du BIA (Brevet d'Initiation Aéronautique), des cours sur les 5 thématiques, ci-dessous, seront dispensés par des intervenants connaissant le monde de l'aéronautique.

Voici les cinq thématiques:

- **Aérodynamique, aérostatique et principes du vol**
- **Etude des aéronefs et des engins spatiaux**
- **Météorologie et aérologie**
- **Navigation, réglementation, sécurité des vols**
- **Histoire et culture de l'aéronautique et du spatial**

En plus de celles-ci, vous retrouverez, à la fin de chaque chapitre, des notions d'anglais reprenant les éléments principaux vus dans la thématique, ainsi que plusieurs pastilles sur la transition écologique.

S'appuyant sur le nouveau programme BIA (2015) de l'Education Nationale, ce document est un complément des cours dispensés en classe ainsi qu'au travail personnel.

Il reprend simplement l'ensemble des notions mais n'est en aucun cas suffisant pour acquérir les connaissances pour se présenter à l'examen.

Soyez curieux et développez votre passion pour l'aéronautique ! Cela vous procurera une énorme satisfaction.



Bonne formation à tous et bon vol !

Rédacteur principal

P. Le Bris (CIRAS Toulouse, Association Un Morceau de Ciel Bleu)

Relecture et mise à jour

J.C Oules (animateur CIRAS)

J.P Celton (Enseignant ENAC)

Contributions

Enseignants de l'Education Nationale

J.C. Kraemer - F. Robert - C. Pineau - F. Henaut

CIIRAA (Armée de l'Air)

P. Ballester (Responsable BIA Lycée Paul Riquet)

 **Groupe BIA AF Environnement –**
Membres de l'association Aérien Ambassadeurs
Avenir

A. Rancher - D. Godelu A. Villevieille - M. Maillet – E. Rougon

Mise en forme et maquettage du manuel

Raphaël Le Bris (Association Morceau de Ciel Bleu)

Sommaire

Chapitre 1 : Étude des aéronefs et des engins spatiaux	1
Partie 1 : La Classification des aéronefs.....	3
I. Les familles d'aéronefs	3
A. Les Aérostats.....	3
B. Les Aérodynes	4
II. La Composition générale des aéronefs.....	7
III. Les véhicules aérospatiaux ou spatiaux	8
A. Les lanceurs.....	8
B. Les satellites	9
Partie 2 : Les Cellules.....	11
I. La Structure d'une cellule.....	11
A. Les Forces et les contraintes s'exerçant sur un avion.....	11
B. Les matériaux	12
C. La structure du fuselage	14
D. Structure de la voilure	16
II. La voilure	16
A. Emplanture.....	17
B. Géométrie.....	17
C. Géométrie.....	17
C. Caractéristiques	19
D. Le Dièdre.....	19
III. Empennages et gouvernes.....	20
A. L'empennage.....	20
B. La gouverne de profondeur.....	22
C. Les ailerons.....	22
D. La gouverne de direction.....	22
IV. Le train d'atterrissage :	23
Partie 3 : Les Groupes Motopropulseurs (G.M.P.)	26
I. L'Hélice	26
A. La Composition	26
B. Le Fonctionnement.....	27
C. Les différents types d'hélices.....	28
II. Les moteurs à pistons	28
A. La Composition	28
B. Le fonctionnement d'un moteur thermique.....	29

C.	L'Alimentation en carburant.....	30
D.	L'Elaboration du mélange air-essence	30
E.	L'Allumage	31
III.	Les turboréacteurs.....	31
A.	Le principe de fonctionnement	31
B.	Le Principe du Réacteur à simple flux.....	32
C.	Le Turboréacteur à double flux	32
IV.	Les autres turbomachines.....	33
A.	Le Turbopropulseur	33
B.	Le Turbomoteur.....	34
C.	Le Statoréacteur.....	35
Partie 4 :	Les Instruments de bord.....	36
I.	Les instruments barométriques.....	37
A.	L'Anémomètre (Airspeed Indicator) ou Badin	37
B.	L'Altimètre (Altimeter)	38
C.	Le Variomètre (Vertical Speed Indicator).....	39
II.	Les instruments gyroscopiques	41
A.	L'indicateur de virage (Turn and Slip Indicator)	41
B.	La Bille	42
C.	L'horizon artificiel (Artificial Horizon ou Attitude Indicator)	43
D.	Le conservateur de cap ou directionnel (Heading Indicator ou Directional Gyro Indicator DGI)	44
E.	Le compas (Magnetic Compass) (Instrument non gyroscopique)	45
III.	Les autres instruments.....	46
A.	Les instruments de radionavigation	46
B.	Les instruments de contrôle.....	46
C.	Les EFIS (Electronic Flight Information Systems).....	46
Complément :	English vocabulary	47
I.	Aircraft types.....	47
II.	Aircraft composition and structure	49
III.	Landing gear ; Wheel Layouts	50
IV.	Wings and controls.....	51
Wings angle		52
Wings shapes		53
Tails designs.....		54
V.	Engines.....	56

Chapitre 2 : Aérodynamique, aérostatique et principes du vol	61
Partie 1 : Aérodynamique :	63
I. Comment vole un avion ?.....	63
A. Les Caractéristiques d'un profil d'aile :	63
B. L'écoulement de l'air autour du profil.....	63
C. L'angle d'incidence.....	64
D. Les forces aérodynamiques.....	65
E. Portance et trainée	65
F. Foyer	67
G. Exemples de profil	67
II. Etude de la polaire.....	69
A. Etude du coefficient de portance.....	69
B. Le décrochage	69
C. Etude du coefficient de trainée	70
D. La polaire d'une aile	73
E. La finesse	74
III. Caractéristiques d'une voilure	75
A. Caractéristiques géométriques	75
B. Becs et volets.....	77
C. Autres dispositifs.....	79
Partie 2 : Etude du vol stabilisé :.....	81
I. Les forces en jeu	81
A. En palier	82
B. En montée	82
C. En descente.....	82
II. Tangage-Roulis-Lacet	83
A. L'Axe de Tangage.....	83
B. L'Axe de Roulis	88
C. L'axe de Lacet.....	90
III. Le Facteur de charge	92
A. En vol longitudinal	92
B. En virage symétrique	93
C. Facteur de charge et vitesse de décrochage.....	93
IV. Le décollage et l'atterrissage.....	94
A. Le décollage	94
B. L'atterrissage	95
Partie 3 : Aérostation et vol spatial :	96

I. L'aérostation.....	96
A. La poussée d'Archimède.....	96
B. Les ballons à air chaud.....	97
C. Les ballons à gaz.....	97
D. Contrôle de la trajectoire.....	97
II. Le vol spatial	98
A. Trajectoire de lancement et mise en orbite	98
B. Vol orbital et spatial	100
Complément : English vocabulary.....	101
I. Aerodynamics.....	101
II. Mechanics of flight	102
Chapitre 3 : Météorologie et aérologie	105
Partie 1 : Température, pression et vent.....	107
I. L'atmosphère.....	107
A. Qu'est-ce que l'atmosphère ?	107
B. La Composition de l'atmosphère.....	108
C. L'atmosphère « standard » ou de référence.....	108
II. La température et les échanges thermiques.....	109
A. La température.....	109
B. Variations de température.....	109
C. Echanges thermiques.....	110
III. La pression et le vent.....	111
A. La Pression de l'atmosphère	111
B. La Mesure de la pression atmosphérique	112
C. Les Champs de pression	112
D. Les Calages altimétriques.....	114
E. La Mesure, la direction et l'observation du vent.....	115
IV. Les perturbations et les fronts.....	117
A. La circulation atmosphérique.....	117
B. Les Masses d'air	118
C. Les fronts.....	119
Partie 2 : Nuages et précipitations	120
I. L'eau dans l'atmosphère	120
A. Humidité	120
B. Autres phénomènes.....	121
C. La Trainée de condensation	122
II. Formation des nuages.....	122

A. Cas de la stabilité :.....	124
B. Cas de l'instabilité :.....	125
III. Classification des nuages.....	125
A. Noms des nuages	126
B. Les nuages associés aux fronts.....	127
IV. Les précipitations.....	127
A. La formation des précipitations	127
B. La classification des précipitations	128
Partie 3 : Les phénomènes dangereux pour l'aéronautique	130
I. Brumes et brouillards	130
A. La Brume.....	130
B. La Brume sèche	130
C. Le Brouillard	130
II. Le givrage	131
A. Catégories de givrage.....	131
B. La Prévention / l'Elimination	133
III. Les cumulonimbus	134
IV. Les phénomènes météorologiques locaux	135
A. L'effet de Foehn.....	135
B. La Brise.....	136
C. Les ondes orographiques et la turbulence	137
D. Le Jet-stream ou Courant Jet.....	138
E. Les vents locaux.....	139
Partie 4 : L'information météorologique	140
I. Les cartes	140
A. Carte TEMSI- (TEMps Significatif).....	140
B. La Carte des vents et des températures prévues	142
II. Les messages.....	143
A. METAR : (METeorological Aerodrome Report ou METeorological Airport Report)	143
B. Le TAF (Terminal Area Forecast).....	145
III. Le dossier météo	145
English vocabulary	147
Weather Vocabulary.....	147
Weather map and wind strength.....	150
Chapitre 4 : Navigation, réglementation, sécurité des vols	151
Partie 1 : Réglementation et sécurité.....	153

I. Organismes chargés de la Réglementation	153
II. Licences et Brevets	154
III. Certification, équipement et entretien des aéronefs.....	156
A. Certification et immatriculation	156
B. Signalisation des aéronefs	158
C. Autres équipements et sécurités.....	159
IV. Facteurs humains et accidents.....	160
A. Les règles de bon sens de la réglementation aérienne	160
B. Les effets de l'altitude	161
C. Les effets des accélérations	162
Partie 2 : Circulation aérienne	163
I. Les zones aéronautiques.....	163
A. VFR (Visual Flight Rules) ou « Vol à vue »	163
B. Rappel sur les niveaux de vol.....	164
C. Les espaces contrôlés	165
D. Les services de la circulation aérienne	168
E. Les Moyens de contrôle de la circulation aérienne	169
II. L'Aérodrome	171
A. Aérodrome contrôlé / non contrôlé.....	171
B. Les installations	171
III. Règles de vol	173
A. Règles de priorité	173
B. Le Circuit d'aérodrome	174
C. Communication en cas de panne radio	174
D. Hauteurs de survol.....	175
Partie 3 : Principes et outils de la Navigation	177
I. La mesure du temps.....	177
A. Le Mouvement de la Terre autour du Soleil	177
II. Se repérer sur la Terre	178
A. Les parallèles	179
B. Les méridiens.....	180
C. Les Cartes	180
III. Déclinaison et dérive	185
A. La déclinaison	185
B. Cap, route et dérive	186
IV. Méthodes de navigation :	187
A. Le cheminement à vue.....	187

B. L'estime	188
C. La radionavigation	188
Partie 4 : Préparer son vol.....	192
I. Préparation de la navigation	192
A. La Carte VAC.....	192
B. Mesure de distance	193
C. Estimation des vitesses sol	195
D. Log de Navigation.....	197
E. Calcul du carburant	198
II. Avant le départ.....	198
A. Les NOTAM (Notice To AirMen)	198
B. Les cartes météo	198
C. Le Plan de vol	200
D. Les documents à emporter.....	200
English vocabulary	202
Chapitre 5 : Histoire et culture de l'aéronautique et du spatial.....	206
Partie 1 : Les débuts.....	208
I. Du mythe à la réalité.....	208
II. Les aérostats	210
A. Les ballons.....	210
B. Les ballons dirigeables.....	211
III. Les pionniers de l'aviation (1890-1907)	213
IV. Les premiers records (1908-1913)	217
Partie 2 : D'une guerre à l'autre	221
I. La Première Guerre Mondiale (1914-1918)	221
A. Les missions aériennes	222
B. Les principaux évènements.....	223
C. Les As de la Première Guerre Mondiale :	225
D. Le bilan	226
II. L'Entre-Deux-Guerres (1919-1939)	227
A. Les grands Raids :	227
B. L'Aéropostale	232
C. Les débuts de l'aviation commerciale	235
III. La Deuxième Guerre Mondiale (1939-1945) :	237
A. L'avant-guerre	237
B. Les principaux évènements.....	239
C. Les As	242

D. Le bilan	243
Partie 3 : De 1945 à nos jours	246
I. Le « mur » du son	246
II. L'aviation militaire.....	247
III. L'aviation commerciale	249
IV. Les hélicoptères et les avions expérimentaux	253
A. Les hélicoptères	253
B. Les avions expérimentaux.....	253
Partie 4 : La conquête de l'espace.....	256
I. Les précurseurs	256
II. De Spoutnik à Apollo (1957-1972)	257
III. De Skylab à l'ISS (1973- aujourd'hui)	259
Pour s'entraîner:	262

Chapitre 4 : NAVIGATION, REGLEMENTATION, SECURITE DES VOLS



Ce chapitre est divisé en 4 parties :

Partie 1 : Réglementation et Sécurité

Partie 2 : Circulation Aérienne

Partie 3 : Principes de la Navigation

Partie 4 : Préparer son vol

Contenu du Chapitre :

Partie 1 : Réglementation et sécurité

- I. Organismes chargés de la Réglementation
- II. Licence et Brevets
- III. Certification, équipement et entretien des aéronefs
- IV. Facteurs humains et accidents

Partie 2 : Circulation aérienne

- I. Les zones aéronautiques
- II. L'aérodrome
- III. Règles de vol

Partie 3 : Principes et outils de la Navigation

- I. La mesure du temps
- II. Se repérer sur la terre
- III. Déclinaison et dérive
- IV. Méthodes de navigation

Partie 4 : Préparer son vol

- I. Préparation de la navigation
- II. Avant le départ

Complément : English vocabulary

Les aéronefs civils sont alors soumis aux règles de la Circulation Aérienne Générale (CAG) tandis que les aéronefs militaires sont soumis à d'autres règles, qui dépendent notamment de leurs missions.

Il existe aussi des relais sur la réglementation au niveau du Conseil National des Fédérations Aéronautiques et Sportives (CNFAS) qui regroupe l'ensemble des fédérations à savoir :

- Fédération Française d'Aéromodélisme (FFAM)
- Fédération Française Aéronautique (FFA)
- Fédération Française d'Aérostation (FFA)
- Fédération Française d'Hélicoptère (FFH)
- Fédération Française de Parachutisme (FFP)
- Fédération Française de Planeur Ultra-Léger Motorisé (FFPLUM)
- Fédération Française de Vol Libre (FFVL)
- Fédération Française de Vol en Planeur (FFVP)
- Fédération Française des Constructeurs et Collectionneurs d'Aéronefs (RSA)

Le Groupe des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales (GIFAS) regroupe les entreprises françaises du secteur.

II. Licences et Brevets

Tout pilote doit posséder un Brevet et une Licence pour voler.



Un Brevet

Diplôme attestant que le pilote a suivi une formation et satisfait aux tests.

≠

Une Licence

Titre provisoire permettant d'exercer les acquis du Brevet.

Partie 1 : Réglementation et sécurité

I. Organismes chargés de la Réglementation

Passant des avions de loisirs, réservés à quelques pilotes, à un moyen de transport pour des passagers de plus en plus nombreux, l'aviation a dû développer des règles et donc des organismes de régulation pour assurer la sécurité des personnes et des biens.

Il existe aujourd'hui plusieurs niveaux de régulation :

- Mondiale : Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI).

C'est la convention de Chicago du 7 décembre 1944 est à l'origine de l'Organisation Internationale de l'Aviation Civile (OACI).

Elle a pour but de définir les règles de circulation des aéronefs au niveau international.



Les langues reconnues comme langues aéronautiques internationales sont par ordre :
L'Anglais, le Français, l'Espagnol, le Russe et le Chinois.

- Continental : European Aviation Safety Agency (EASA)



C'est le niveau pour les décisions pour la sécurité aérienne en **Europe**.

Elle est basée à **Cologne (Allemagne)**.

- Nationale : Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC)

C'est le niveau de décisions pour la sécurité aérienne en **France**.

Elle gère la sécurité et la sûreté du transport aérien et le contrôle aérien dans l'espace aérien français.

Elle assure les examens des personnels navigants professionnels, des pilotes privés et forme des cadres de l'Aviation Civile par l'intermédiaire de l'**ENAC**.



B. Signalisation des aéronefs

1. Le Vol de nuit

Le vol de nuit nécessite une qualification spéciale. Pour les latitudes comprises entre 30 et 60°, la nuit aéronautique commence 30 minutes après le coucher du soleil et finit 30 minutes avant le lever du soleil.

Jusqu'à 30 minutes après le coucher du soleil je peux encore voler en condition VFR de jour



L'avion doit posséder un équipement minimum en instruments et en éclairage de bord. Il doit être équipé de feux de signalisation en vol de nuit :

- Un feu vert en bout d'aile droite
- Un feu rouge en bout d'aile gauche
- Un feu blanc derrière
- Un feu à éclat (MTO)

Exercice de bon sens

Je pilote un avion en vol de nuit et j'aperçois les feux d'un autre avion.
Pour les cas ci-dessous, préciser sa trajectoire.



Elle se renouvelle par un test médical effectué par un médecin agréé aéronautique et la justification d'une pratique.

Les différentes Licences et Brevets :

- ✓ **BIA** → Le Brevet d'Initiation Aéronautique s'effectue dans le cadre un établissement scolaire ou avec ou dans une structure reconnue par le CIRAS (*ENAC, associations aéronautique, aéro-club, ...*). Il comporte une initiation **théorique** et une initiation **pratique** en aéro-club mais ne permet pas à son titulaire de piloter seul à bord. Ce brevet permet également d'obtenir des bourses pour poursuivre sa formation vers les autres brevets.
- ✓ **BB (Brevet de Base)** → Ce brevet, valable uniquement en France, donne la possibilité aux candidats de voler seuls dans les 30 km autour d'un aérodrome. Le BB peut se préparer dès 15 ans et est en général une étape vers le PPL. Sa suppression est prévue pour 2020, où il sera partiellement remplacé par le LAPL.
- ✓ **Brevet ULM** → Ce brevet permet de piloter des ULM (1 passager maximum, limité en poids et puissance moteur) à partir de 15 ans et pour une durée illimitée. Un certificat de non contre-indication à la pratique de l'ULM délivré par un médecin généraliste suffit.
- ✓ **LAPL (Light Aircraft Pilot Licence)** → Ce brevet permet de piloter localement des avions à pistons de moins de 2 tonnes à partir de 17 ans, sans passager. Le premier vol solo peut avoir lieu dès 16 ans.
- ✓ **PPL** → Le Brevet de Pilote Privée (Private Pilot Licence), permet de voler seul ou avec des passagers sans limitation de distance. Pour l'obtenir, il faut être âgé de 17 ans (on peut être lâché en solo dès 16 ans), réussir les examens théoriques et avoir accompli au minimum 45 heures de vol dont 10h au moins en solo. Cette qualification ne permet pas d'être rémunéré pour son travail de pilote.

Il existe des qualifications complémentaires (d'une durée de validité limitée) telles que le vol aux instruments (IFR), le vol de nuit, la voltige, la conduite des avions à train rentrant et hélices à pas variable, le pilotage des turbopropulseurs ou des turboréacteurs.

- ✓ **CPL** → la Commercial Pilot Licence donne la possibilité de faire du transport à but commercial. Une fois son PPL en poche, il est possible de continuer sa formation pour faire de sa passion un métier en devenant commandant de bord sur avion. Il faut avoir déjà effectué 200 heures de vol et plusieurs habilitations (vol de nuit notamment) le jour de l'examen pratique. Cette qualification permet d'être rémunéré pour son travail de pilote.

B. Les effets de l'altitude

La pression de l'air diminue, à mesure que l'on monte en altitude, il en est de même de la pression partielle d'oxygène dans l'air respiré.

Cela entraîne une diminution de l'apport en oxygène dans les tissus (et au cerveau).

Récapitulatif d'effets ressentis pour différentes altitudes :

12 000 ft : Maux de tête, fatigue

18 000 ft : Maux de tête, fatigue, somnolence, perturbation visuelles, trouble du comportement, perte de coordination

22000 ft : Palpitation, hyperventilation, collapsus, perte de connaissance

25000 ft : Convulsion, collapsus, perte de connaissance

A 25000 ft : le temps de conscience utile (durée pendant laquelle un individu conserve ses facultés mentales) est de 2min.

L'hypoxie est surtout ressentie lors de la montée. Plus on monte, plus les effets sont importants. Un sujet normal commence à ressentir les effets vers 10000 ft environ (soit 3000 m).

L'hyperventilation est engendrée par le stress, l'émotion ou l'anxiété. Le pilote évacue trop de CO₂, ce qui peut conduire à la tétanie

Le barotraumatisme, dû à la hausse de pression ambiante lorsque l'avion perd de l'altitude, provoque une expansion des gaz présents dans les cavités corporelles.

- Une compression de l'oreille interne qui peuvent donner des otites et provoquer des vertiges
- Des problèmes de dents en cas de carie ou de plombages maltraités (problème d'étanchéité).
- Des problèmes de sinus ou des problèmes intestinaux

Pour une personne voyageant en avion, la pratique de la plongée sous-marine avec palier de décompression à la remontée (plus de 5 m), demande un repos de 24h avant de voler.

2. Survol maritime

En cas de survol d'une étendue d'eau, chaque occupant de l'aéronef doit avoir un gilet de sauvetage.

De plus, au-delà de 30 minutes ou 50 NM des côtes, il doit en plus emporter des canots de sauvetage pour tous les occupants, un équipement de secours médical et de survie ainsi qu'une balise de détresse flottante et étanche. Un plan de vol est obligatoire.

C. Autres équipements et sécurités

1. Le Parachute

Il est obligatoire pour la pratique de la voltige et dans les planeurs qui ne sont pas motorisés.

2. L'oxygène

Pour les aéronefs non pressurisés, elle est obligatoire pour le pilote pour $Z > FL100$ au-delà de 30 minutes. Au-dessus de FL130, l'oxygène est obligatoire pour tous les occupants, quelle que soit la durée.



Pour les appareils pressurisés, l'altitude cabine doit être inférieure à 2500 m (8000 ft) et un équipement individuel de secours en cas de dépressurisation est obligatoire.

3. L'Autonomie en carburant



- ✓ **ATPL** → il s'agit de la Licence de Pilote de Ligne (Airline Transport Pilot Licence). Elle permet d'occuper le poste de commandant de bord pour le transport aérien public. **Il s'agit du brevet de plus haut niveau en aéronautique.**

III. Certification, équipement et entretien des aéronefs

- ➔ Pour les ULM et le vol libre, les machines sont pas obligatoirement certifiées et peuvent être entretenues par leurs propriétaires.
- ➔ Pour les avions, planeurs et hélicoptères, les machines doivent être homologuées et l'entretien fait l'objet d'un suivi (suivant les heures de vol et les indications portées sur le carnet de vol de l'appareil).

A. Certification et immatriculation

La certification des machines est assurée par la DGAC qui délivre un certificat de navigabilité.

Hormis les machines de vol libre, tous les appareils doivent être immatriculés.

En Europe l'immatriculation comporte 5 caractères.



Le premier désigne le pays (F- pour la France métropolitaine)

Alphabet aéronautique international :

Alphabet	Code international	Alphabet	Code international
A	Alpha	N	November
B	Bravo	O	Oscar
C	Charlie	P	Papa
D	Delta	Q	Quebec
E	Echo	R	Roméo
F	Foxtrot	S	Sierra
G	Golf	T	Tango
H	Hotel	U	Uniform
I	India	V	Victor
J	Juliett	W	Whisky
K	Kilo	X	X-Ray
L	Lima	Y	Yankee
M	Mike	Z	Zulu

Pour éviter des erreurs de compréhension à la radio, les pilotes utilisent cet alphabet aéronautique qui associe un mot à chaque lettre.

La lettre qui suit le pays désigne le type d'avion :

-  F-AZ → Aéronef de collection
-  F-B et F-G → Avion et hélicoptère
-  F-C → Planeur
-  F-W → Prototype
-  F-Z → Aéronef des douanes
-  F-J → Identification radio des ULM, leur immatriculation étant nnXXX, nn désignant le numéro de département de l'aérodrome d'attache.

C. Les effets des accélérations

Les accélérations ressenties sont susceptibles d'induire **des illusions sensorielles** et provoquer des **effets physiologiques** importants.

Les illusions apparaissent lorsque le pilote perd ses références visuelles (vol nuit ou aux instruments). L'orientation spatiale devient erronée (ex vol dans un nuage) car le système vestibulaire qui permet l'orientation dans l'espace ne repose plus que sur l'oreille interne et donc les accélérations perçues. Il peut en résulter également des vertiges.

Les effets physiologiques sont les suivants :

A +2g : Sensation de compression, tête et membres lourds, mobilité réduite.

A +3g : Augmentation des fréquences cardiaques et respiratoires.

A +4g : Perte de la vision périphérique, altération de la vision centrale (voile gris).

A +5g : Perte de la vision centrale (voile noir).

Les facteurs de charge négatifs peuvent se traduire par un voile rouge (afflux de sang vers la tête) à partir de - 3g



Pour entreprendre un vol, il faut emporter une quantité de carburant correspondant à la mise en route, au roulage, la montée, le vol, la descente et l'arrivée, en tenant compte du vent et des dernières conditions météorologiques.

D'après la dernière réglementation du 26 Juin 2016 :

- A défaut de connaître le vent, il faut prévoir une quantité nécessaire sans vent plus **au minimum** 10%, à laquelle s'ajoutent 30 minutes de réserve de jour, ou 45 minutes de nuit.
- En local, à vue du terrain, la réserve finale doit être au moins de 10 minutes.
- En local hors vue du terrain, la réserve finale doit être au moins de 30 minutes de jour

En aucun cas, on ne peut poursuivre un vol avec moins de 15 minutes d'autonomie.

IV. Facteurs humains et accidents

A. Les règles de bon sens de la réglementation aérienne

Un avion ne devra pas être piloté de façon négligente ou imprudente pouvant entraîner un risque pour le pilote et ce qui l'entoure.

Aucun pilote ne prendra les commandes d'un avion sous l'emprise de l'alcool, de narcotique ou de stupéfiants susceptible de compromettre ses facultés.

On ne pilote pas si l'on est fatigué ou stressé car cela peut entraîner des erreurs de jugements ou des altérations des réflexes.

En 2017, le BEA (Bureau d'Enquête Accidents) a recensé 30 accidents mortels et 177 accidents non mortels en France. Dans plus de 90% des cas, ce sont les facteurs humains qui sont impliqués.

Classe d'espace	Contrôlé	Non contrôlé	Non contrôlé
Altitude de vol	toutes altitudes	Au-dessus des 2 plus hautes altitudes 3000 ft AMSL* ou 1000 ft AGL*	Au-dessous des 2 plus hautes altitudes 3000 ft AMSL* ou 1000 ft AGL*
Distance minimale par rapport aux Nuages	1500 m horizontalement 300 m (1000 ft) verticalement	1500 m horizontalement 300 m (1000 ft) verticalement	Hors des Nuages En vue de la Surface
Visibilité minimale en Vol	8km à et au dessus du FL100 5km en dessous du FL100	8km à et au dessus du FL100 5km en dessous du FL100	1500m pour avions et 800m pour hélicoptères ou distance parcourue en 30 secondes de vol

AMSL = Au-dessus du niveau moyen de la mer (Above Mean Sea Level)

AGL = Au-dessus de la surface (Above Ground Level)

AAL = Au-dessus de l'Aérodrome (Above Aerodrome Level). Il s'agit de la hauteur entre l'avion et le point de référence de l'aérodrome comme s'il était en dessous de la position de l'appareil (même s'il n'y est pas). **Cette hauteur ne suit pas le relief.**

B. Rappel sur les niveaux de vol

On utilise plusieurs références pour l'altitude :

- le QFE : donne la hauteur par rapport au terrain
- le QNH : permet de lire l'altitude par rapport au niveau de la mer
- le calage 1013 (dit standard ou QNE), utilisé en vol au-dessus 3000 ft AGL en espace aérien non contrôlé. Il permet de lire le niveau de vol (ou FL Flight Level) en centaine de ft

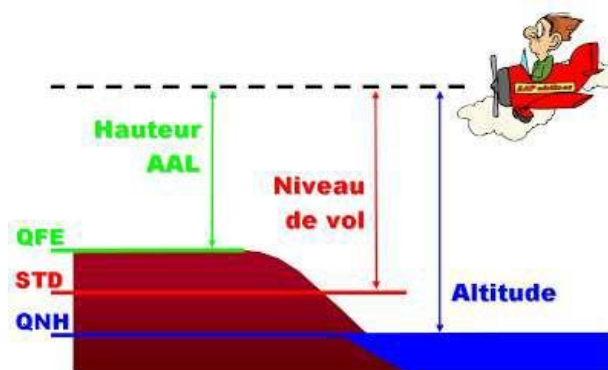


Figure 4.2.

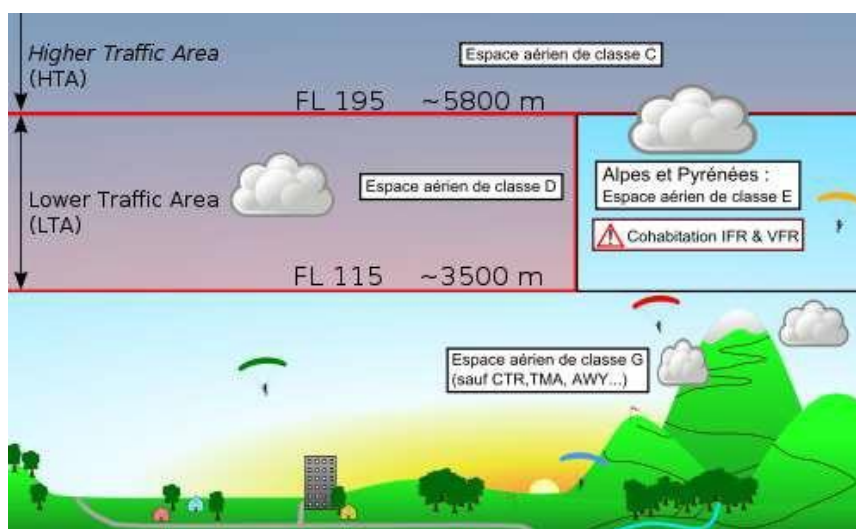


Figure 4.4.

L'Espace aérien français est divisé en plusieurs classes d'espaces : A, C, D, E et G (les espaces de classes B et F n'existent pas en France).

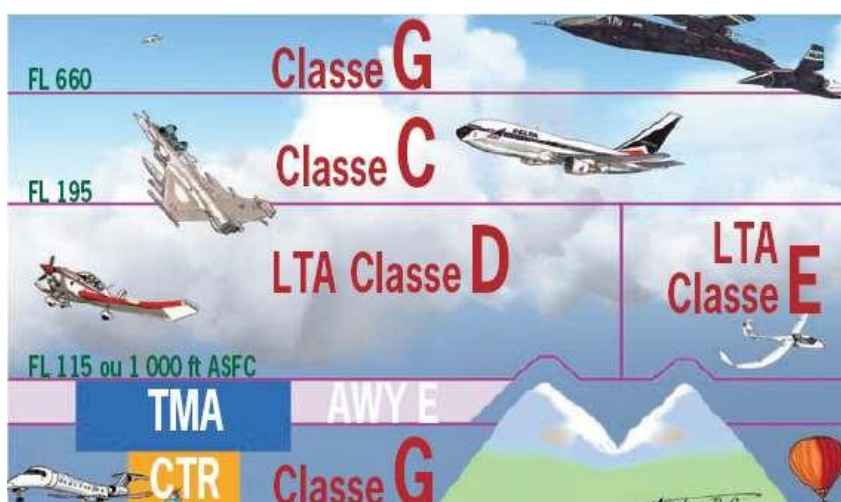


Figure 4.5.

Pour le vol VFR :

De la plus contraignante à la moins contraignante A -> G

- ✈ **Classe A** : interdite aux VFR
- ✈ **Classe C** : séparation avec les IFR. Information trafic avec les IFR et VFR. Contact radio obligatoire. Visibilité minimale : 8 Km. Distance par rapport aux nuages : 1,5 Km horizontalement et 300m verticalement.
- ✈ **Classe D** : Information trafic avec IFR et les VFR. Contact radio obligatoire. Visibilité minimale : 8 Km. Distance par rapport aux nuages : 1,5 Km horizontalement et 300m verticalement.

Classe E : Information trafic avec les IFR et les VFR. Contact radio NON obligatoire. Visibilité minimale : 8 Km. Distance par rapport aux nuages : 1,5 Km horizontalement et 300m verticalement.

Classe G : Vol non contrôlé. Visibilité minimale : 1,5 Km.

VFR	Espace Contrôlé					Espace Non Contrôlé	
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Classe F	Classe G
Conditions pénétration	VFR Interdit	Clairance			Non sauf VFR Spécial	Sans	Sans
Radio Obligatoire		Oui				Non	Non
Transpondeur Obligatoire		Oui				Non	Non

On trouve aussi des zones soumises à restrictions (aussi signalées et indiquées par une lettre) :

P : Prohibited (Zones interdites à tout aéronef)

D : Dangerous (Zones dangereuses à survoler selon les horaires)

R : Restricted (Zones à entrée restreinte sous certaines conditions)

Parmi les espaces contrôlés de l'espace inférieur on distingue plusieurs types de zone :

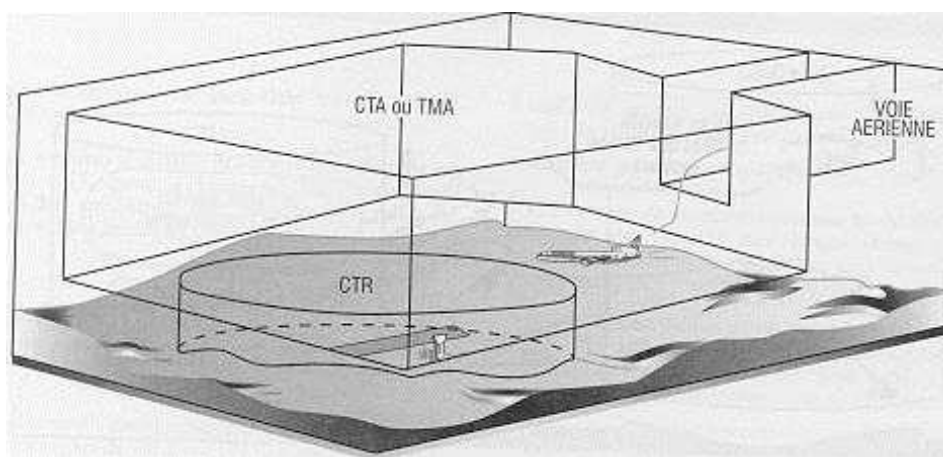


Figure 4.6.

- les **Airways (AWY) ou voies aériennes** : Ce sont des couloirs aériens dans lesquels les avions transitent entre les aéroports.

Partie 2 : Circulation aérienne

I. Les zones aéronautiques

A. VFR (Visual Flight Rules) ou « Vol à vue »

Il y a deux types de règles de vol :

- Le **vol VFR** (Visual Flight Rules) lorsque le vol est conduit conformément aux règles de vol à vue
- Le **vol IFR** (Instrument Flight Rules) lorsque le vol est conduit conformément aux règles de vol aux instruments

Le vol VFR nécessite des conditions météo permettant de conduire son vol en toute sécurité en appliquant la règle fondamentale « Voir et éviter ».

Ces conditions, dites VMC (Visual Meteorological Conditions), dépendent de l'altitude et sont :

- une visibilité minimale.
- une distance minimale par rapport aux nuages.

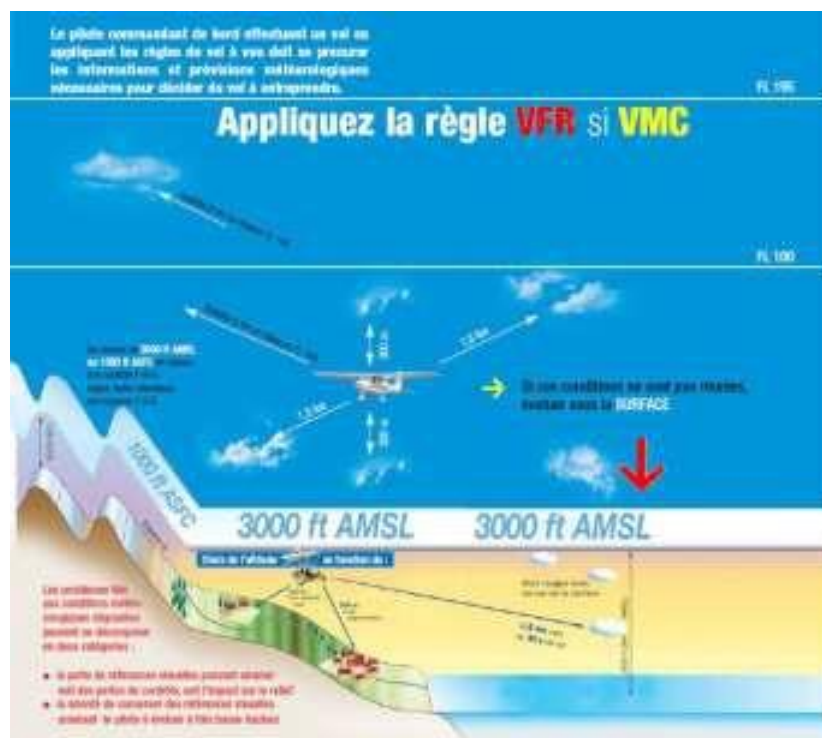


Figure 4.1.

Les conditions VMC s'opposent aux conditions IMC (Instrumental Meteorological Conditions) où le vol doit s'effectuer selon les règles de vol aux instruments ou IFR.

Lorsqu'on utilise les niveaux de vol, la règle semi-circulaire s'applique.

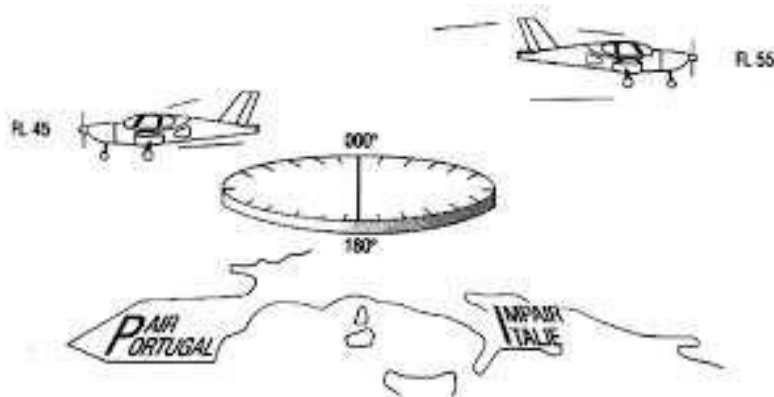


Figure 4.3.

Les chiffres des dizaines des niveaux de vol sont Impairs suivant la route magnétique 0 à 179° (vers l'Italie) et Pairs de 180 à 359° (vers le Portugal). Pour les vols VFR on ajoute 5, pour assurer une séparation de 500 ft entre vols IFR et VFR.

Impairs : 35, 55, 75, 95, 115, ... en VFR et 30, 50, 70, 90, 110, ... en IFR

Pairs : 45, 65, 85, 105, 125, ... en VFR et 40, 60, 80, 100, 120, ... en IFR

C. Les espaces contrôlés

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

L'Espace supérieur (à partir du **FL 195** et **jusqu'au FL 660**). On n'y trouve, en général, que des avions de ligne ou militaires et les aéronefs. Il est classé C sur tout le territoire.

L'Espace inférieur (du sol au **FL 195**). Le FL 195 et FL 195 00 on a enlevé les deux derniers chiffre.

Il est divisé en espaces :

- Contrôlés
- Non contrôlés
- A statut particulier

Selon les espaces il est possible d'y évoluer en IFR, en VFR ou les deux.

- les **TerMinal control Area (TMA)** : Ce sont des zones autour de l'aéroport, dans lesquels sont comprises les trajectoires de montée, de descente et d'attente des avions.
- Les **zones de Contrôle (CTR)** : Ils comprennent les trajectoires de décollage et d'approche finale des avions opérant sur l'aéroport.

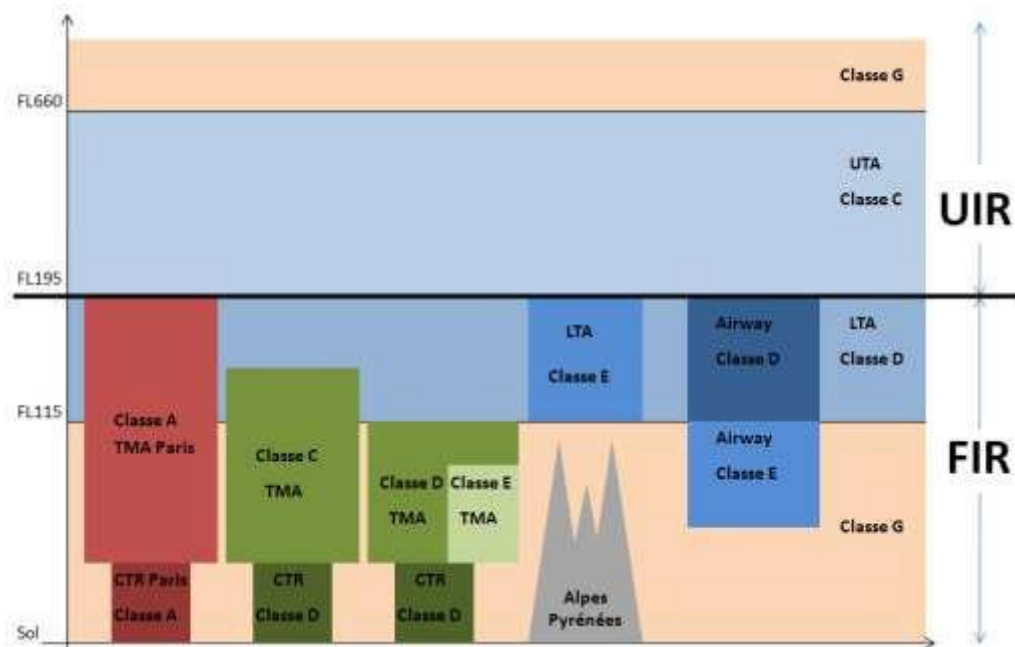


Figure 4.7.

D. Les services de la circulation aérienne

- **le service du contrôle est chargé :**

- d'empêcher les abordages (en vol)
- d'empêcher les collisions (au sol)
- de régler la circulation aérienne

- **le service d'information de vol :**

- est chargé de fournir les avis et renseignements utiles à la bonne exécution des vols.

- **le service d'alerte :**

- est chargé de déclencher la mise en œuvre et de coordonner les secours lorsqu'un aéronef a besoin d'assistance. La fréquence de détresse internationale est 121,5 MHz.

E. Les Moyens de contrôle de la circulation aérienne

1. Le radar primaire

C'est un système dont dispose les contrôleurs aériens pour détecter un avion et déterminer sa position par rapport à une station au sol.

Ce système n'a besoin d'aucun dispositif particulier à bord de l'avion.

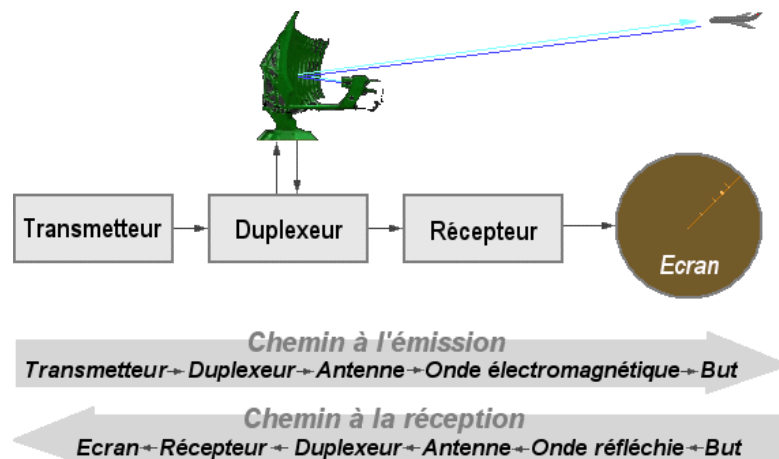


Figure 4.8.

Au sol, une antenne parabolique tourne sur elle-même en émettant des impulsions radioélectriques.

Lorsqu'une impulsion atteint les surfaces de l'avion, elle revient en écho à l'émetteur.

Le temps d'aller-retour, ainsi que l'orientation de l'antenne lors de la réception, permet de situer l'écho, et de visualiser l'avion sur l'écran du radar.

Ce radar est utilisé essentiellement pour les approches.

Le but est de repérer tous les mouvements dans un espace aérien.

2. Le radar secondaire

Il est généralement associé au radar primaire et permet l'identification des différents aéronefs.

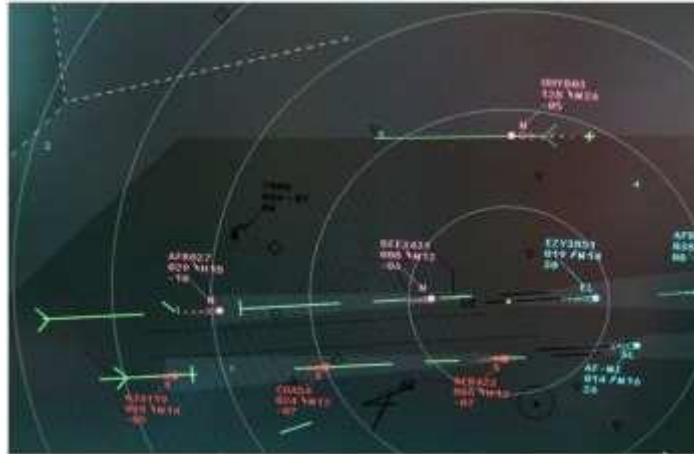


Figure 4.9.

Le radar envoie à l'avion une interrogation à laquelle le transpondeur de bord fournit une réponse sur l'appareil (identification, altitude, ...)

Cette réponse apparaît sur le scope radar sous la forme d'un écho, auquel est associée une étiquette qui retranscrit les 4 chiffres que le pilote a affichés sur son transpondeur à la demande du contrôleur.

C C F 3 2 1 <0772>	310							ID
tomcat			LGL	DIN	SE			13
C550 373 EDDK LFRT			02	23	31			03
ok8 now 350			08	08	08			01
1958	0807	120.15						

Figure 4.10.

Le radar secondaire est destiné au contrôle « en route » d'une portée de 250 NM.

En cas de difficultés, le pilote affiche, de sa propre initiative, un code signifiant sa difficulté :

- **7500 (détournement)**
- **7600 (panne radio)**
- **7700 (détresse)**

Le code 7000 correspond à un vol VFR.

On trouve également des parkings, des hangars, des terminaux et des installations de maintenance.

III. Règles de vol

A. Règles de priorité

Le pilote en VFR est responsable de l'anti-abordage et de l'anti-collision :
Voir et Eviter.



Figure 4.13.

Un aéronef en vol a toujours la priorité sur un aéronef au sol.

Le dépassement d'un aéronef s'effectue toujours sur la droite.

En cas de rapprochement de face, chaque appareil effectue un virage à droite.

Lorsque deux aéronefs se préparent à atterrir, c'est celui qui est le plus bas, qui est prioritaire.

Un aéronef à l'atterrissage ou en approche finale ne doit pas franchir le seuil de piste tant que l'aéronef qui le précède n'a pas franchi l'extrémité de piste ou amorcé un virage.

II. L'Aérodrome

A. Aérodrome contrôlé / non contrôlé

On appelle aérodrome contrôlé, un aérodrome où le service du contrôle de la circulation aérienne est assuré (par la Tour ou TWR)

La circulation des aéronefs, au sol et en vol, est soumise à une autorisation délivrée par un contrôleur.

En l'absence de TWR, les pilotes font de l'auto-information ou bien il existe un AFIS (Aerodrome Flight Information Service).

Les paramètres d'information sont :

- La piste en service
- Direction, vitesse du vent à la surface et variations significatives
- Visibilité au sol
- QNH
- QFE
- Heure exacte
- Niveau de transition (niveau où il faut changer de calage altimétrique)
- Plafond
- Température de l'air

Un aéronef est considéré comme informé si les paramètres 1 à 5 lui ont été fournis.

B. Les installations



Figure 4.11.

La vigie (TWR ou AFIS)

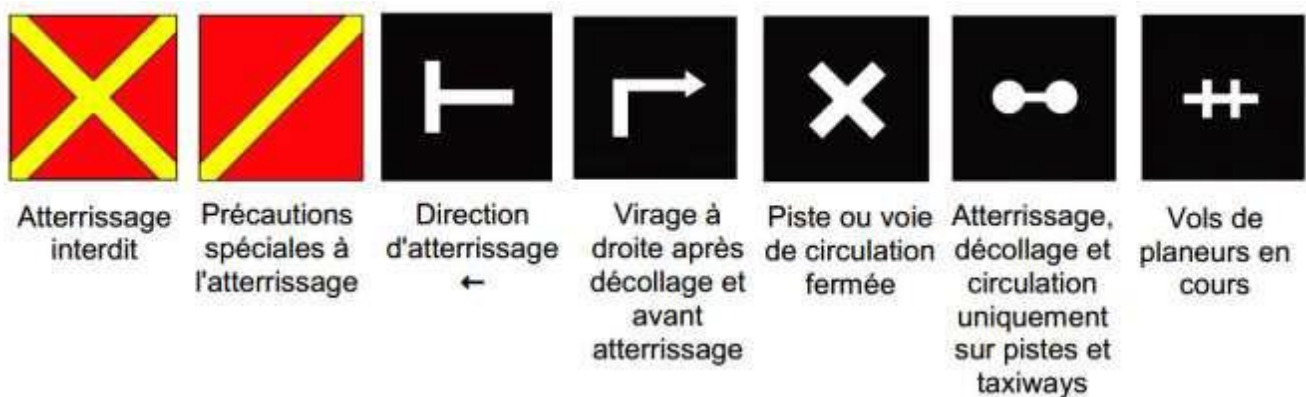
L'aire de trafic : stationnement, avitaillement, entretien

L'aire de manœuvre : piste(s), taxiway(s)

La piste de décollage et d'atterrissage est caractérisée par son numéro de piste.

Ce numéro (QFU) correspond à son orientation magnétique en dizaine de degrés, arrondis au plus proche. (Ex : une piste orientée au 052 magnétique est numérotée 05).

L'aire à signaux



Lorsqu'un avion arrive sur un aérodrome non contrôlé, il survole l'aire à signaux, grand carré qui contient des indications pour les appareils en vol, sous forme de panneaux de signalisation.

La manche à air qui permet de déterminer la piste en service (décollage et atterrissage face au vent)

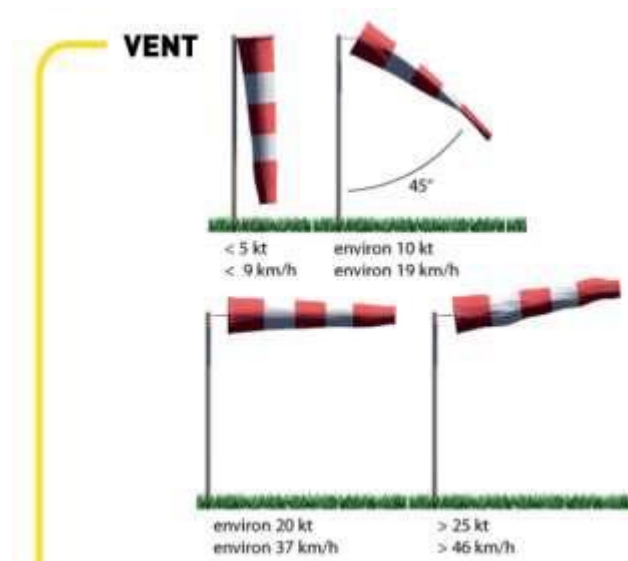


Figure 4.12.

B. Le Circuit d'aérodrome

Le tour de piste est le premier vol réalisé par un jeune pilote. Le sens peut se faire à droite ou à gauche selon le terrain et une altitude de 1000 ft/sol (cela est indiqué sur la carte VAC).

Taux 1 : 360° / 2mn en virage

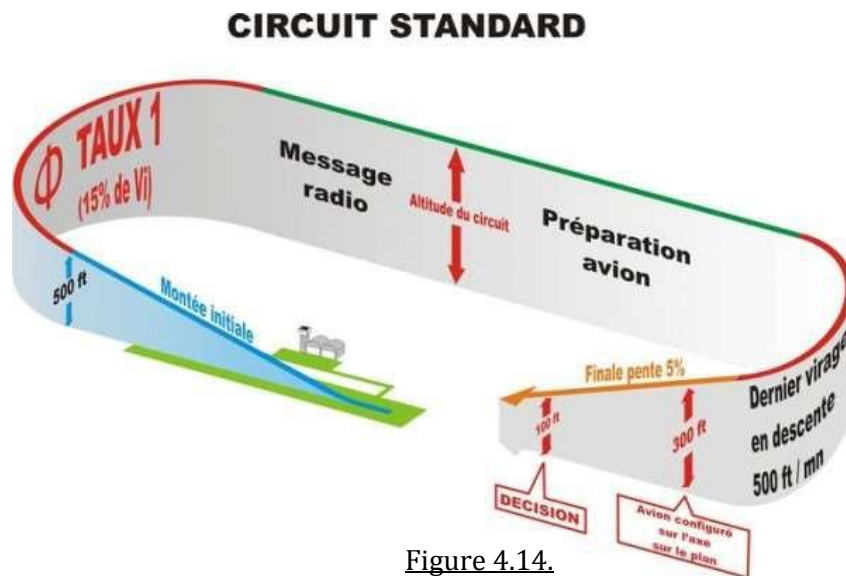


Figure 4.14.

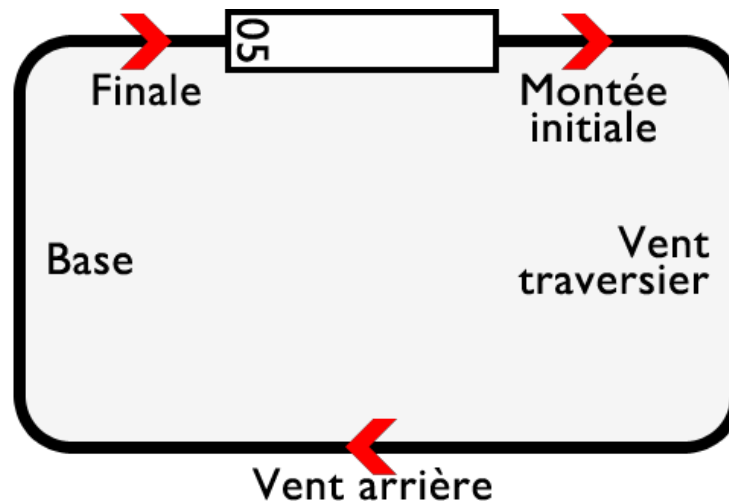


Figure 4.15. Tour de piste main droite

C. Communication en cas de panne radio

Si la radio n'est plus utilisable, la tour peut communiquer avec le pilote avec des signaux lumineux.

Si l'avion est en vol :

- **Fusée rouge** : interdiction d'atterrir
- **Feu vert continu** : autorisé à atterrir
- **Feu rouge continu** : cédez le passage à un autre aéronef
- **Eclats verts** : revenez pour atterrir
- **Eclats blanc** : atterrissez et dégager la piste
- **Eclats rouges** : aéroport dangereux, n'atterrissez pas

Si l'avion est au sol :

- **Feu vert continu** : autorisé à décoller
- **Feu rouge continu** : arrêtez-vous
- **Eclats verts** : autorisé à circuler
- **Eclats blanc** : rentrez au parking
- **Eclats rouges** : dégager la piste

D. Hauteurs de survol

Il existe des hauteurs minimales de vol :

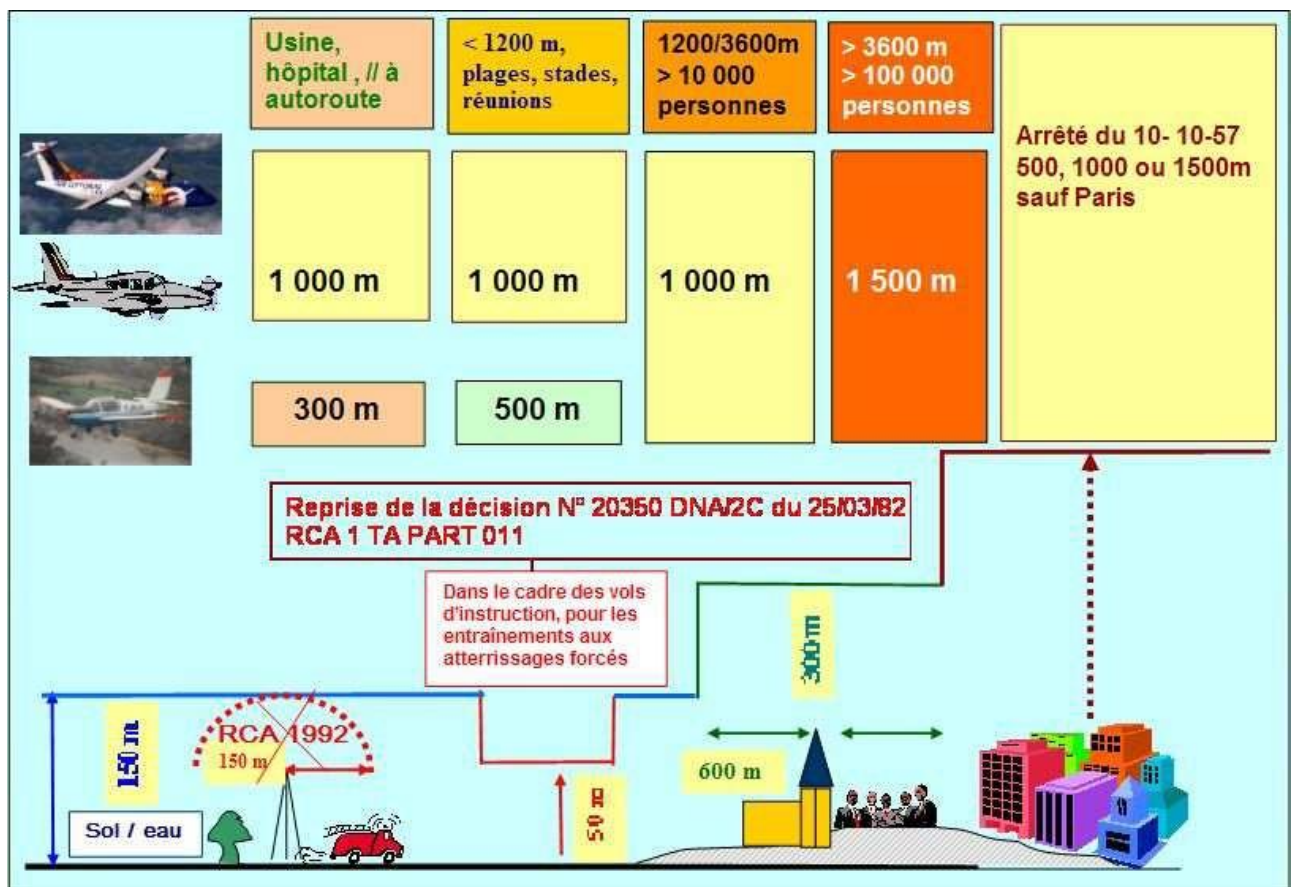


Figure 4.16.

En particulier, aucun survol VFR n'est effectué :

- Au-dessus des zones à forte densité (villes et rassemblements de personnes en plein air) à moins de 300 m (1000 ft).
- Au-dessus de l'obstacle le plus élevé dans un rayon de 600 m autour de l'aéronef.

Dans les autres endroits que ceux spécifiés ci-dessus, un vol VFR ne doit pas être effectué à une hauteur inférieure à 150 m (500 ft) au-dessus du sol ou de l'eau.

Les cartes aéronautiques précisent par des pictogrammes spécifiques les hauteurs minimales de survol.

RÈGLES DE SURVOL. A - AÉRONEFS MOTOPROPULSÉS		Hauteurs AGL minimales de survol (en pieds). Minimum AGL heights (in feet).	
Agglomérations, installations diverses, réserves et parcs naturels dont le survol est réglementé <i>Built-up areas, various installations, nature reserves and parks over which flight is restricted.</i>		Hélicoptères <i>Helicopters</i>	Aéronefs monomoteurs à piston <i>Single piston-engined aircraft</i>
Les règles de survol des agglomérations telles qu'elles sont symbolisées sur cette carte résultent de la réglementation nationale, elles ne s'appliquent donc pas aux agglomérations appartenant aux pays limitrophes. <i>Rules for overflying built-up areas comply with national legislation and do not therefore apply to bordering countries.</i>		Autres aéronefs moto-propulsés <i>Other powered aircraft</i>	
Très petites agglomérations (non justifiables de l'application de l'arrêté du 10 octobre 1957 relatif au survol des agglomérations) <i>Small built-up areas</i>		Règles de l'air / Rules of the air 1000 Ft - Rayon / Radius 600 m	
Parc ou réserve naturelle <i>Park or nature reserve</i>	Étendus <i>Large</i>  Très petits <i>Small</i> 	(Sauf indication contraire sur la carte) <i>(Unless otherwise stated on the chart)</i> 1000 Ft	
Installations portant une marque distinctive <i>Site with special marking</i>		1600 Ft	
Agglomérations de largeur moyenne inférieure à 1200 m ou rassemblement de personnes et d'animaux <i>Small built-up areas less than 1200 m mean wide or gathering of people or animals</i>		3300 Ft	
Agglomérations de largeur moyenne comprise entre 1200 et 3600 m ou rassemblement de 10 000 à 100 000 personnes <i>Medium built-up areas between 1200 m and 3600 m mean wide or gathering of 10 000 to 100 000 people</i>		5000 Ft	
Agglomérations de largeur moyenne supérieure à 3600 m ou rassemblement de plus de 100 000 personnes <i>Large built-up areas more than 3600 m mean wide or gathering of more than 100 000 people</i>		6600 Ft AMSL	
Ville de Paris <i>The city of Paris</i>	(ZONE P 23)		
B - AÉRONEFS NON MOTOPROPULSÉS			
La plus élevée des 2 hauteurs suivantes: - hauteur permettant un LDG sans mettre en danger les personnes et les biens - 1000 pieds au dessus de l'obstacle le plus élevé dans un rayon de 600m autour de l'aéronef <i>Following heights whichever is higher:</i> - height permitting LDG without endangering people and properties - 1000 Ft above higher obstacle in 600m radius from ACFT			

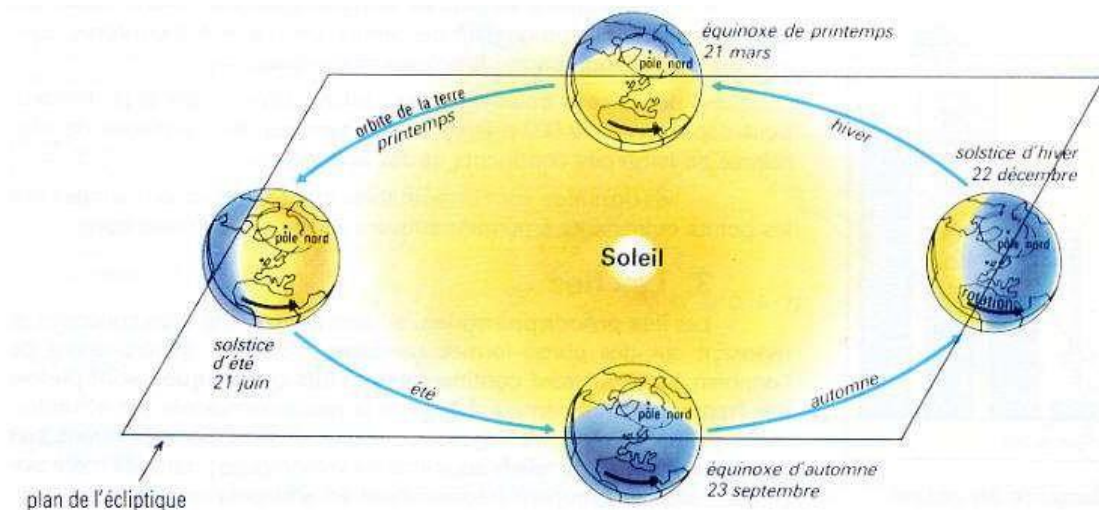
Figure 4.17.

Partie 3 : Principes et outils de la Navigation

I. La mesure du temps

A. Le Mouvement de la Terre autour du Soleil

Le rythme des saisons ainsi que l'alternance jour-nuit découlent du mouvement de révolution de la Terre autour du soleil et du mouvement de rotation de la Terre autour de son axe Nord-Sud incliné de 23° par rapport à la normale au plan de l'orbite Terre-Soleil (écliptique).



La Terre tourne sur elle-même d'Ouest en Est, de 15° par heure et par conséquent 1° équivaut à 4 minutes.

Figure 4.18.

- **L'Heure UTC (Temps Universel Coordonné) :**

En tous points de la Terre, il est 12h00 UTC lorsque le soleil passe au méridien de Greenwich. L'heure UTC est utilisée pour les plans de vol, les observations et prévisions météorologiques et les horaires de lever et coucher du soleil.

- **L'Heure locale :**

En un point, il est 12h00, heure locale, lorsque le soleil passe au méridien de ce point.

- **L'Heure locale légale :**

Cette heure est décidée par le gouvernement de chaque pays pour faciliter des échanges économiques avec des pays voisins.

En France HL = UTC + 1 en hiver et HL = UTC + 2 en été. A 12h00 UTC, ma montre indique donc 13 heures en hiver et 14 heures en été.

Attention : heure légale se traduit par « local time » sur les GPS

- **L'Heure du Fuseau :**

L'heure du fuseau a été créé afin d'avoir la même heure sur une grande étendue.

On a divisé la terre en 24 fuseaux de 15° de différence de longitude chacun (15°x24=360°).

L'heure est constante à l'intérieur d'un même fuseau.



Figure 4.19.

II. Se repérer sur la Terre

Pour pouvoir définir la position d'un point sur la surface de la Terre, l'Homme a élaboré un système de référence géographique : **les parallèles** et **les méridiens**.

A. Les parallèles

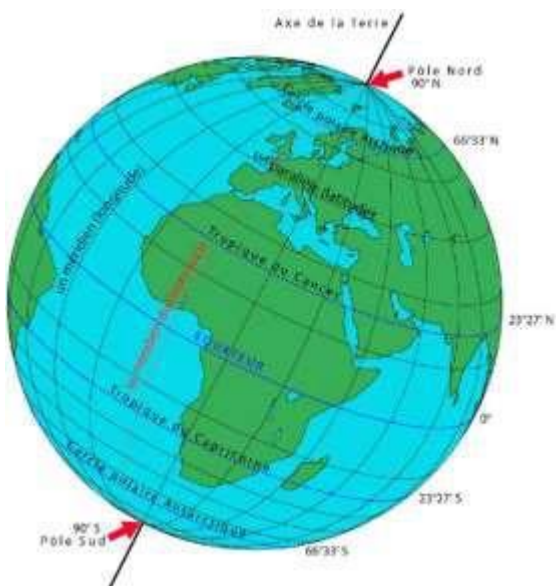


Figure 4.20.

Pour pouvoir déterminer la position d'un point dans l'axe nord/sud, il faut déterminer des **parallèles**.

L'équateur est le grand cercle (son centre est le centre de la Terre) **de la sphère terrestre perpendiculaire à la ligne des pôles**.

A partir de celui-ci, on a tracé des parallèles sur la sphère terrestre.

On peut donc repérer un point, à la surface de la Terre, selon qu'il se trouve sur un parallèle situé au nord ou au sud de l'équateur.

L'angle entre la position du point et l'équateur s'appelle **la latitude**.

On indique une latitude en écrivant N ou S selon le fait que nous soyons au nord ou au sud de l'équateur.

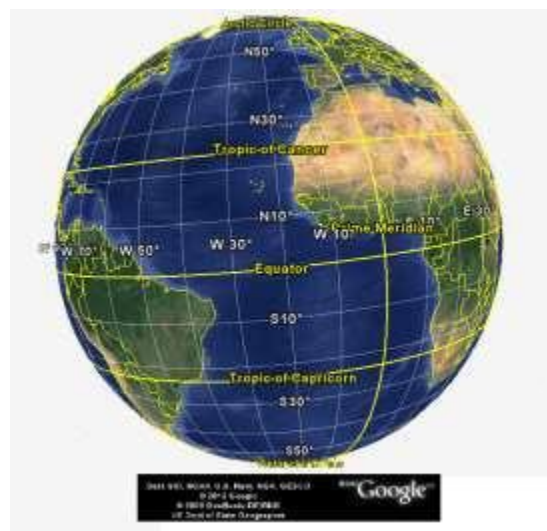


Figure 4.21.

La latitude varie de 0° à 90° (indiquée par 2 chiffres). Par exemple pour Toulouse : 43°36'15" Nord

B. Les méridiens

Ce sont des demi-cercles sur la surface de la Terre qui rejoignent les deux pôles.

Les méridiens se comptent **en degrés**.

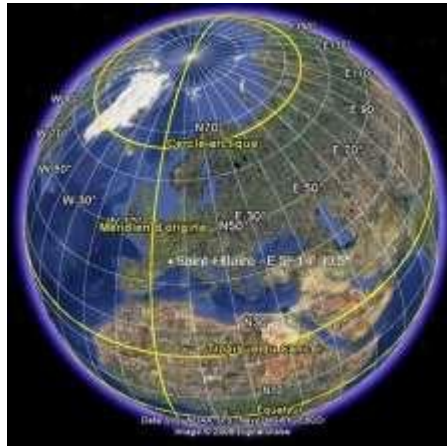


Figure 4.22.

Il a été nécessaire de déterminer un méridien de référence. Il a été convenu que ce serait le méridien qui passe par l'observatoire de Londres, à **Greenwich**.

On peut donc repérer un point, à la surface de la terre, selon qu'il se trouve sur un méridien à l'est (E) ou à l'ouest (W) du méridien d'origine (Greenwich).

L'angle entre le méridien du point et celui de référence est appelé **longitude**.

Les longitudes varient donc de 0° à 180° (3 chiffres). Par exemple pour Toulouse : $001^{\circ}26'37''$ Est

Il y a une heure de décalage entre 2 fuseaux, ou encore 4 minutes pour un écart de 1° de longitude (à la même latitude).

C. Les Cartes

Les cartes ont pour but de représenter la terre de façon plane alors que celle-ci est sphérique.

Pour la navigation VFR les cartes doivent être **conformes** (**un angle sur la Terre = un angle sur la carte**)

Pour réaliser ces cartes, il existe 2 grands types de projection :

1. La projection Mercator (ou cylindrique)

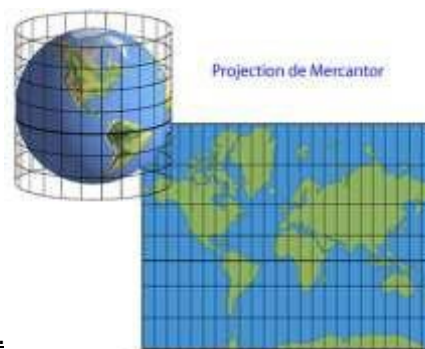


Figure 4.23.

La projection de Mercator a pour avantage d'être conforme mais l'échelle se dilate lorsqu'on va vers les pôles et les continents sont déformés (le Groenland semble plus gros que l'Amérique du Sud alors qu'en réalité c'est l'inverse).

Cette carte permet de naviguer entre l'Equateur et les Latitudes de 60° N/S environ.

2. La projection Lambert (ou conique)

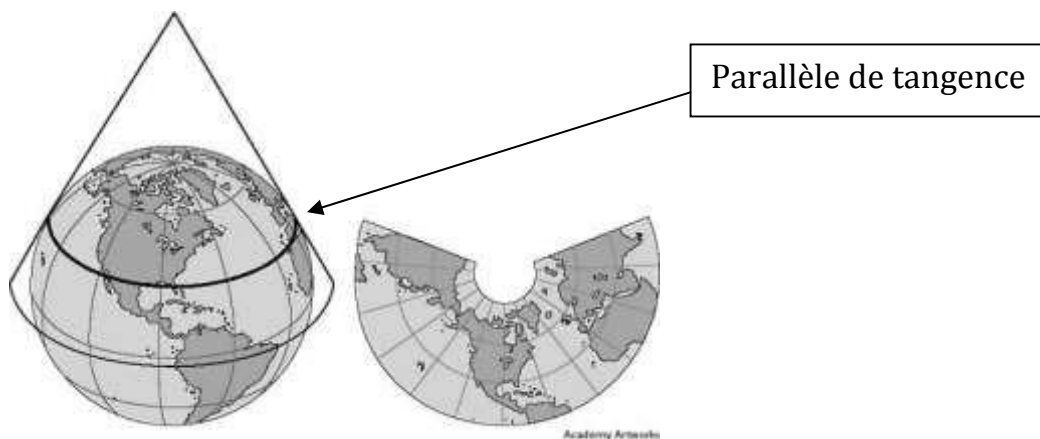


Figure 4.24.

La projection Lambert a l'avantage de restituer plus fidèlement les proportions des continents. L'échelle se dilate lorsque l'on s'éloigne du parallèle de tangence. Elle est également conforme.

Cette carte est utilisée pour les cartes aéronautiques VFR de France métropolitaine.

3. Les Unités de distances

Le mille nautique ou Nautical Mile (NM) :

Cette longueur équivaut à la longueur d'un arc de cercle à la surface du globe qui a un angle de $1/60^\circ$ (ou encore $1'$ d'arc) centré sur le centre de la Terre.

$$1 \text{ NM} = 1,852 \text{ km}$$

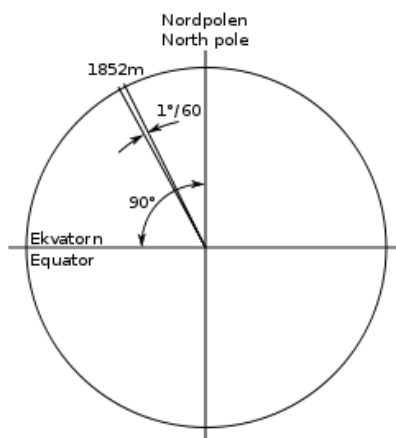


Figure 4.25

NB : Le Pied ou Foot / Feet (Ft) : **1 Ft = 0,3048 m**

Pour transformer les mètres en pieds, on multiplie par **10/3**

Pour transformer les pieds en mètres, on multiplie par **3/10**

L'Echelle d'une carte :

$$\text{Echelle} = \frac{\text{ab Carte}}{\text{AB Terre}}$$

Les deux distances sont exprimées **dans la même unité.**

4. Les principales cartes aéronautiques

Elles sont consultables à l'adresse suivante :

<https://www.geoportail.gouv.fr/donnees/carte-oaci-vfr>

- La Carte OACI :

C'est une carte au 1/500 000^e (échelle : 1cm = 5 km)

Il faut 4 cartes (une Nord-Ouest, Nord-Est, Sud-Ouest, Sud-Est) pour couvrir toute la France. Elles permettent de naviguer à vue jusqu'à 3000 Ft AFSC ou FL115.



Figure 4.26.

- La Carte SIA (France) :

C'est une carte au 1/1 000 000^e (échelle 1cm=10 km)

Il faut 2 cartes (Nord et Sud) pour couvrir la France.



Cette carte fait apparaître :

- la terre (peu de détails du relief, des cours d'eau et des forêts)
- les principales routes et voies ferrées
- des zones aéronautiques
- des itinéraires aéronautiques
- les aérodromes et aéroports

Figure 4.27.

Elle permet une première approche de la navigation et un suivi des zones en vol mais ce n'est pas la carte principale utilisée pour naviguer à vue. L'espace aérien couvert s'étend de la surface au niveau de vol 195.

III. Déclinaison et dérive

A. La déclinaison

1. La Direction

Une direction est toujours comptée dans le sens des aiguilles d'une montre à partir d'une origine (le nord géographique ou le nord magnétique).

Les angles sont compris entre 0 et 360° (Toujours 3 chiffres – Ex : Cap vrai 005°)

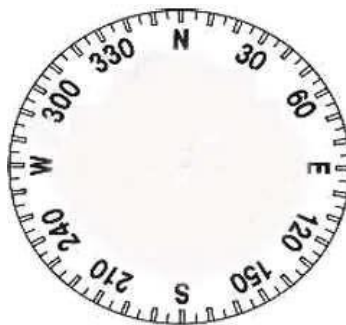


Figure 4.28.

2. Les différents « Nord »

Le Nord vrai : Pôle Nord géographique

Toute direction mesurée par rapport au Nord vrai est dite « vraie ». (Ex : Cap vrai – Route vraie)

Le Nord magnétique : Il existe un champ magnétique terrestre.

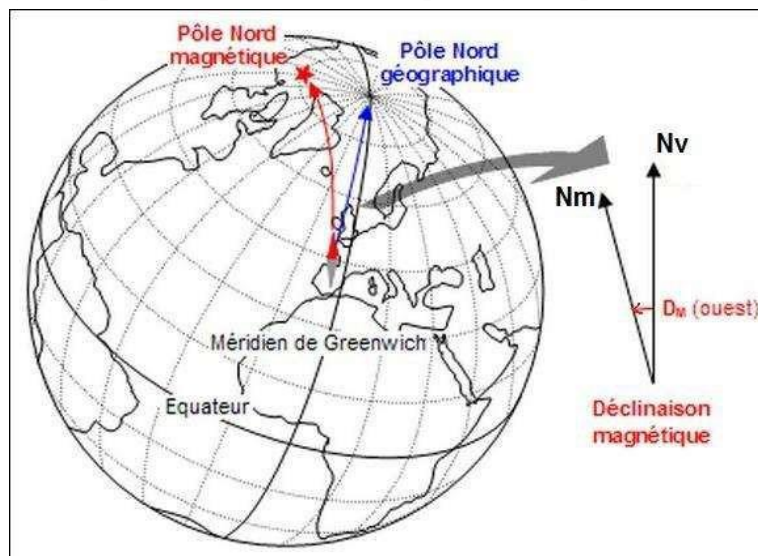


Figure 4.29.

Tout se passe comme si la Terre contenait un aimant gigantesque, passant par son centre, mais dont l'axe ne coïnciderait pas exactement avec la ligne des pôles géographiques. Le pôle nord (magnétique) se trouve aux environs du nord du Canada) 86°N – 172° Ouest en 2017 et se déplace de 55 km/an actuellement vers la Sibérie.

Toute direction mesurée par rapport au nord magnétique est dite « magnétique » (*Ex : Cap magnétique / Route Magnétique*).

3. Déclinaison magnétique (Dm) : Angle entre le Nord vrai et le Nord magnétique.

Dm est Est ou positive si le Nord magnétique est à l'est du Nord vrai.

Dm est Ouest ou négative si le Nord magnétique est à l'Ouest du Nord vrai.

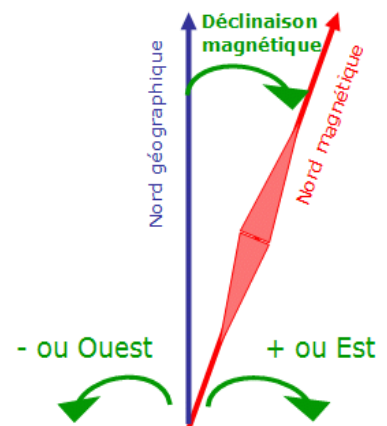


Figure 4.30.

Si on a choisi sur la carte de suivre un cap vrai $C_v = 56^\circ$, il faudra en vol suivre un cap magnétique $C_m = 56^\circ - D_m$

B. Cap, route et dérive

- **Cap** : Angle entre le Nord et l'axe de l'avion
- **Route** : Angle entre le Nord et la trajectoire au sol de l'avion
- **Dérive** : Angle entre le Cap et la route. L'écart est dû au vent, qui souffle du cap vers la route.

Le vent venant de la droite, je derive vers la gauche (la dérive Négative)

Le vent venant de la gauche, je derive vers la droite (la derive est positive)

$$\text{Route} = \text{Cap} + \text{Dérive}$$

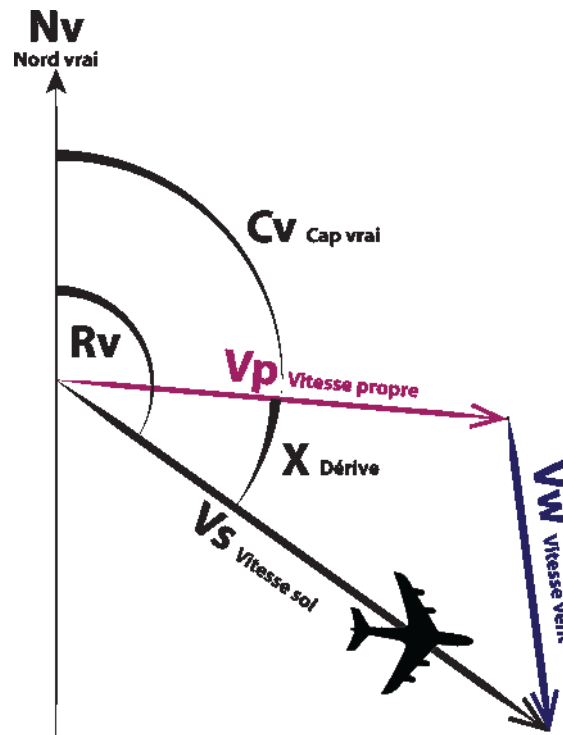


Figure 4.31.

IV. Méthodes de navigation :

A. Le cheminement à vue

Il consiste à suivre les lignes naturelles caractéristiques du relief (cours d'eau, voies ferrées, des routes ...



Figure 4.32.

B. L'estime

Suivre un cap donné pendant un temps donné pour naviguer entre 2 points (on utilise le **cap et la montre**). Durant le vol on utilise des repères intermédiaires de contrôle (avec estimation et correction du vent).



Figure 4.33.

C. La radionavigation

La **radionavigation** consiste à naviguer de balises en balises, qui émettent des ondes électromagnétiques.

Le VOR (VHF OMNI RANGE)

Il est quelques fois implanté sur un aérodrome, le plus souvent en campagne, aux points clés des régions de contrôle.



La **station sol** émet un signal dans toutes les directions.

Le VOR matérialise dans l'espace les 360°, directions d'une rose centrée sur la station et calée sur le nord magnétique.

Figure 4.34.

VOR - Utilisation pratique

Se diriger vers la station



S'éloigner de la station

Cap avion $\approx$ affichage OBS (QDM)
Indication TO

Le **QDM** est le relèvement magnétique de la station par l'aéronef ou la route magnétique à suivre pour rejoindre la station.

Cap avion $\approx$ affichage OBS (QDR)
Indication FROM

Le **QDR** est un relèvement magnétique relevé par une station. C'est l'angle mesuré à la station entre le Nord magnétique et l'avion.

Figure 4.35.

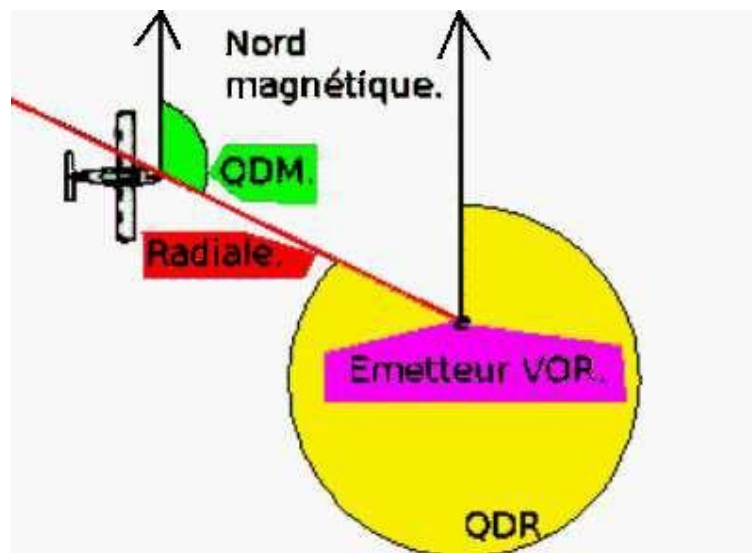


Figure 4.36.

Le récepteur de bord permet de matérialiser les informations sur la position de l'avion. Le bouton « OBS » permet de sélectionner la route choisie en faisant tourner la couronne graduée.

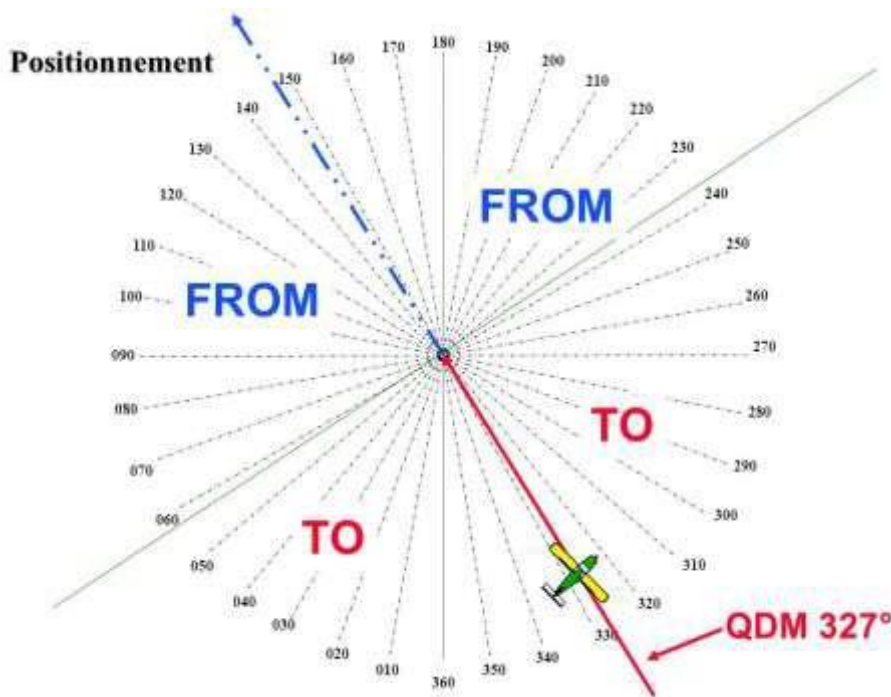


Figure 4.37.

La barre de tendance donne la position de l'aéronef par rapport à la route :

- barre à gauche, je tourne à gauche pour revenir sur ma route
-
- barre à droite, je tourne à droite pour revenir sur ma route jusqu'à ce que ma barre de tendance soit centrée.
- Le triangle "TO ou FROM" m'indique si j'ai passé la station ou non.

Le VOR est précis, peu sensible à la météo mais sa portée est limitée aux faibles altitudes. Sur la même fréquence, il y a souvent un DME (Distance Measuring Equipment) qui mesure la distance oblique entre l'avion et la station au sol.

1. L'ADF (Automatic Direction Finder ou radiocompas)

C'est un moyen de Radionavigation implanté à proximité de certains aérodromes.



Source; Telerad

La balise au sol émet des signaux

A bord de l'avion, l'aiguille du radiocompas indique la direction de la balise. Plus précisément le **Gisement** est l'angle entre l'axe avion et la direction de la station.

Figure 4.38.

Partie 4 : Préparer son vol

I. Préparation de la navigation

Avant le décollage il est nécessaire de préparer sa navigation. Pour cela, le pilote utilise :

- des cartes aéronautiques
- la documentation du terrain de départ et d'arrivée (plus des déroutements)
- les NOTAM (Notice To AirMen) et les prévisions météorologiques. Les NOTAM indiquent en particulier les ZIT (zones interdites temporaires) et les ZRT (zones réglementées temporaires)
- la documentation de l'avion pour les calculs de performances (montée, descente, vitesse de croisière ...) et consommation en carburant.

Les points les plus importants de la préparation du vol sont la visualisation et l'étude des procédures du départ, du trajet et de l'arrivée.

A. La Carte VAC

Pour la procédure de départ et d'arrivée il faut consulter la carte VAC (**Visual Approach Chart**).

C'est la carte d'un aérodrome qui permet au pilote d'avoir l'ensemble des informations sur celui-ci : aéronefs autorisés, code OACI, altitude, fréquence AFIS, longueur de piste (TODA = Take Off Distance Available), ...



Figure 4.39.

Relèvement Magnétique (QDM) = Cap Magnétique + gisement

2. Le GPS (Global Positioning System):

C'est un instrument permettant, à l'aide de signaux émis par plusieurs satellites, de connaître à bord de l'avion, sa position (latitude, longitude et altitude). Certains modèles sont certifiés pour le VFR mais la route DOIT être confirmée régulièrement par d'autres moyens de radionavigation. Et/ou des repères au sol.



Figure 4.40.

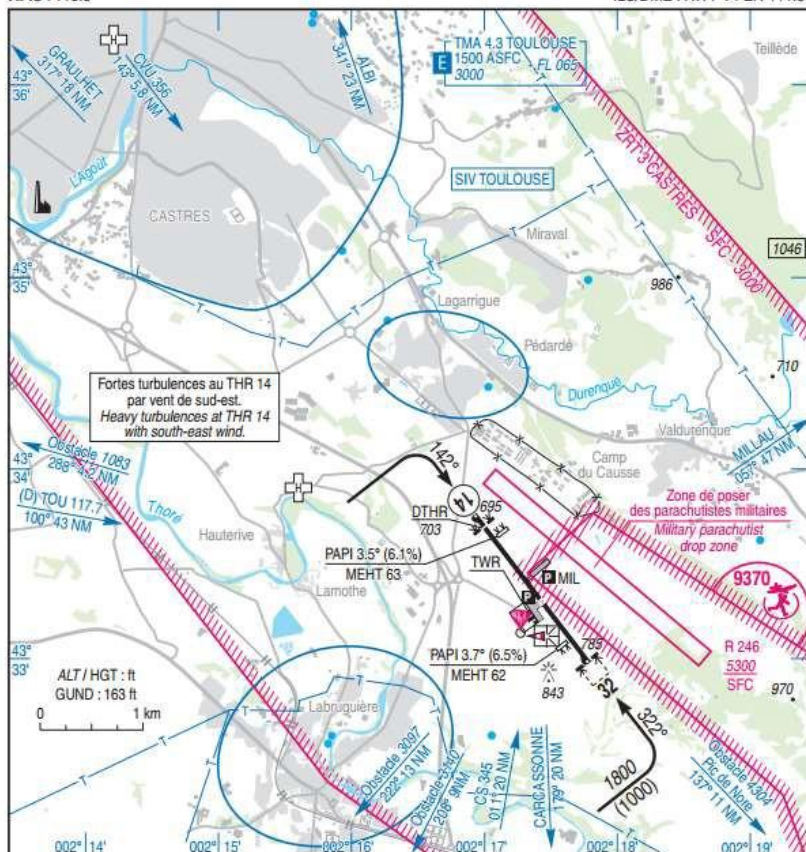
ATERRISSAGE A VUE
Visual landing

 Ouvert à la CAP
 Public air traffic
 05 APR 12

CASTRES MAZAMET
AD2 LFCK ATT 01

	ALT AD : 785 (28 hPa) LFCK LAT : 43 33 18 N LONG : 002 17 26 E VAR : 1°W (05)
---	---

APP : TOULOUSE Approche/Approach 123.850 (au-dessus de/above 1500 ASFC ou/ or 3000 AMSL)

TWR : NIL
AFIS : 118.5
ILS/DME : RWY 14 EN 111.35


RWY	QFU	Dimensions Dimension	Nature Surface	Résistance Strength	TODA	ASDA	LDA
14 32	142 322	1825 x 30	Revêtue Paved	20 R/B/W/T	2025 1825	1825 1825	1670 1825

Aides lumineuses :
 HI/BI RWY 14/32

Lighting aids :
 RWY 14/32 LIH/LIL

 SERVICE
 DE L'INFORMATION
 AERONAUTIQUE

AMDT 04/12 CHG : ZRT 3 CASTRES.

© SIA

Figure 4.41

B. Mesure de distance



Figure 4.42.

On mesure la distance entre le point de départ et le point d'arrivée avec une règle graduée. On reporte ensuite cette mesure **sur le méridien, gradué en minute**, en se plaçant à la latitude moyenne entre les 2 points.

$$1^{\circ} = 60 \text{ NM}$$

Tracé d'une route sur une carte :

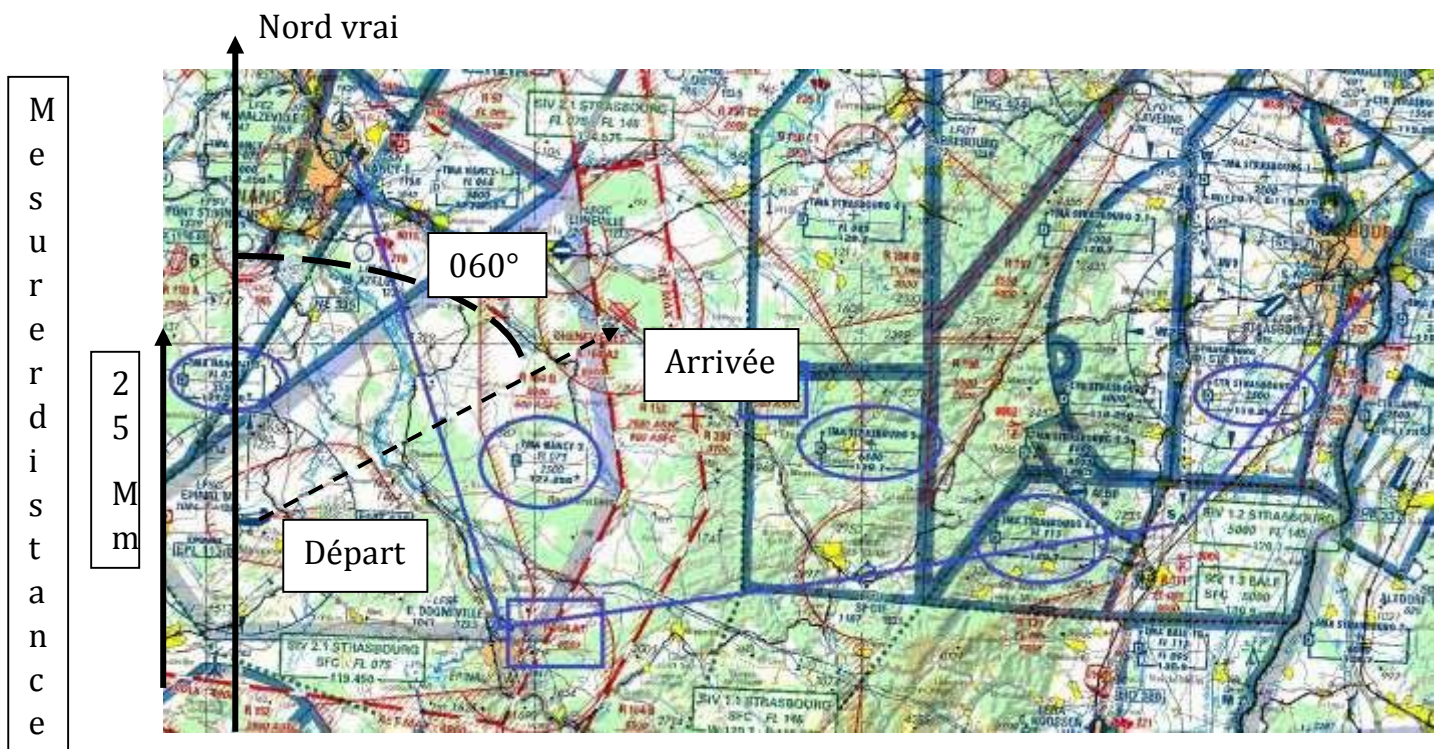


Figure 4.43.

Le tracé fait apparaître :

- La route à suivre (ici 060°)
- Le cap magnétique permettant de la suivre entre 2 points (il est calculé à partir de la Dérive Magnétique lue sur la carte)
- L'altitude de vol prévue
- Une altitude de sécurité

On devra y rajouter :

- Le temps sans vent entre 2 points
- Des repères de temps permettant de contrôler la route au fur et mesure de la navigation

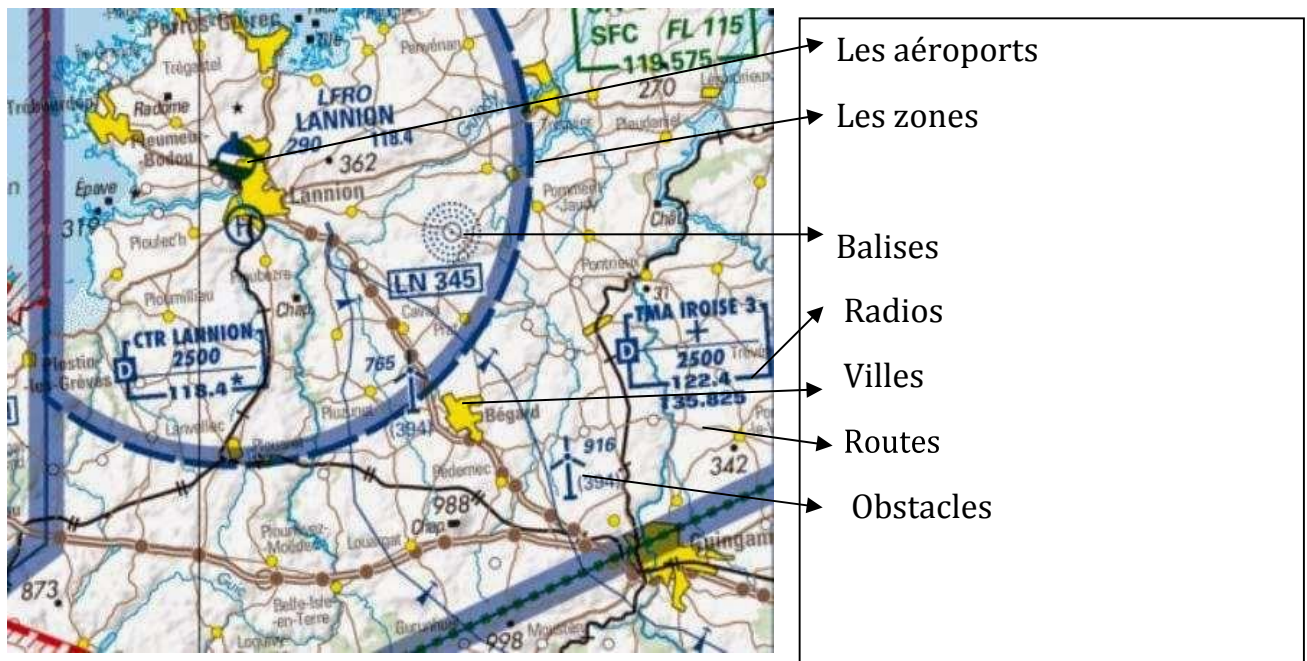


Figure 4.44.

C. Estimation des vitesses sol

- **La Vitesse propre** : C'est la vitesse horizontale de l'avion par rapport à la masse d'air
- **La Vitesse sol** : C'est la vitesse de l'avion par rapport au sol

L'écart entre les 2 provient du vent. Le **vent effectif** est à ajouter ou retrancher à votre vitesse selon le cas.

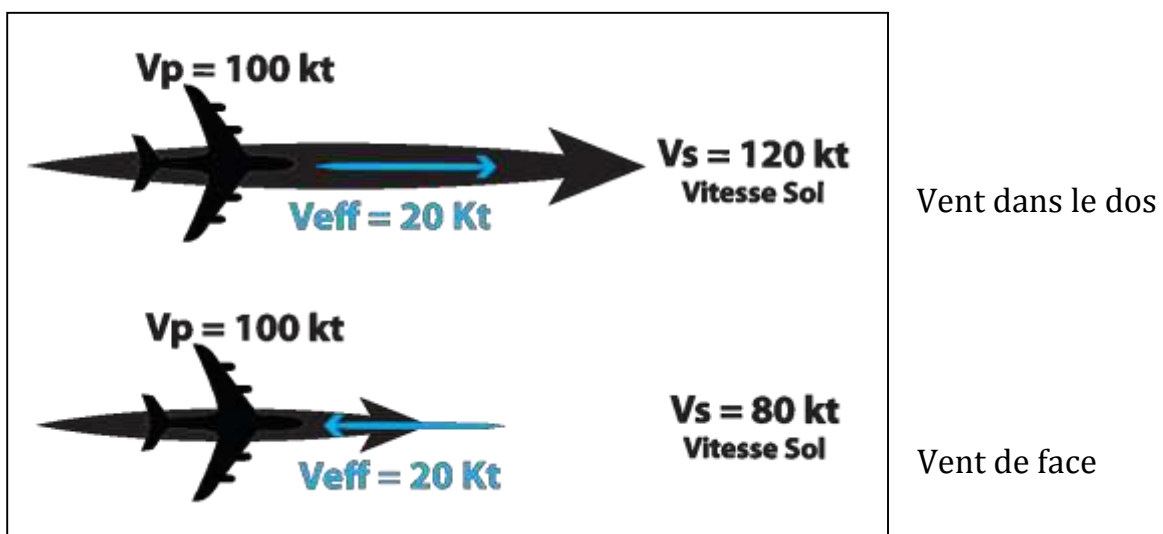


Figure 4.45.

Le **vent latéral ou traversier** génère une dérive, qui est l'angle entre le cap et la route : route = cap + dérive

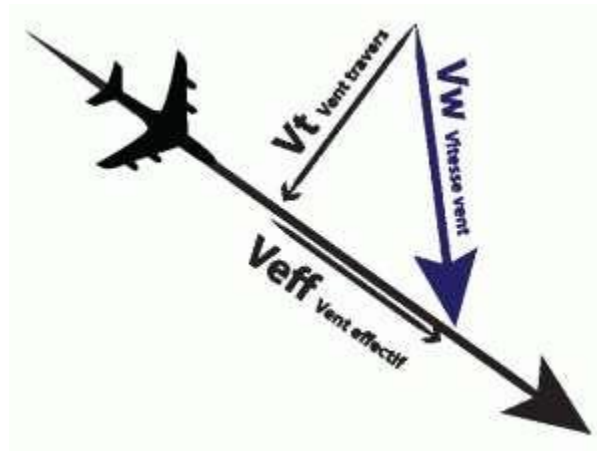


Figure 4.46.

Le vent vient de ma droite : J'ai une dérive gauche (-)

Le vent vient de ma gauche : J'ai une dérive droite (+)

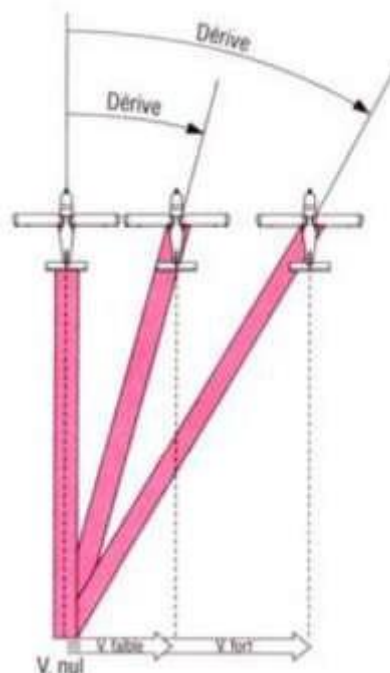


Figure 4.47.

La dérive dépend du rapport vent latéral / vitesse avion.

La route = Cap + dérive (la dérive est noté X) . Donc $R=C+X$

D. Log de Navigation

Il s'agit de récapituler les informations essentielles durant le vol.

On y note en particulier :

- Le bloc départ et le bloc arrivée qui sont les heures de mise en route et d'arrêt du moteur, très important pour le bilan carburant
- Le Fb, **facteur de base**, qui est le nombre de minutes pour parcourir 1 NM ($Fb = 60/V$, V en kt)
- Le temps de vol et le cap corrigés compte tenu du vent
- Les points de report et heures estimées d'arrivée, à remplir en vol au fur et à mesure de la progression
- Les informations de vol (altitudes, fréquences radio, VOR, ADF)

QNH :		BD : 1415		Vp : 85 kt	Vw : 5 Kt	Xm : 3.5																					
Trsp. :		BA :		Fb : 0.7	<table border="1"> <tr> <td>α</td> <td>0</td> <td>30</td> <td>45</td> <td>60</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>0</td> <td>8</td> <td>2,5</td> <td>3</td> <td>3,5</td> </tr> <tr> <td>Tc</td> <td>3,5</td> <td>3</td> <td>2,5</td> <td>2</td> <td>0</td> </tr> </table>					α	0	30	45	60	90	X	0	8	2,5	3	3,5	Tc	3,5	3	2,5	2	0
α	0	30	45	60	90																						
X	0	8	2,5	3	3,5																						
Tc	3,5	3	2,5	2	0																						
Rm	Dist	sans w T	Heures E / R	Reports																							
X		avec w																									
200 204	18	12,5 12,5		Bes. La Vèze LFQM 122.200		↑ 3.500 ft QNH Contact B. Info 135.850																					
200 204	16	11,5 11,5		Salus les B.																							
195 203	24	17 17		Lac Chalain																							
350 347	15	10,5 11		Oyonnax LFKL 123.500		Contact OYONNAX 123.500 ↑ 3.500 ft QNH																					
325 323	11	8 8,5		Orgelet		Contact Lons. 123.500																					
045 042	14	10 10		Lons le Sauvage LFGJ 123.500		↑ 3.000 ft QNH Contact BALE INFO 135.850																					
035 033	27	19 19		Poligny		Contact LFQM 122.200																					
				Bes. La Vèze LFQM 122.200																							
TOTAL	124	88,5																									
				Aérodrome d'arrivée LFLK																							
Roul/décol 10'...18...L		Piste		OYONNAX ARBENT 1755 ft 123.500																							
Délestage.....52...L		QNH																									
Vent5...L		Tdp G / D																									
Réserve 20'12...L		QFE																									
Choix CdeB.....6...L		VHF 123.5																									
Integration 10'...12...L		Atis																									
Carbu. mini 105 L		Conso		V rotat° 100 KMH		D. décollage																					
Embarqué 120 L		35 L/H		V montée 120 KMH		D. atterrissage																					
Auton. départ...4...H...00...mn				V approche 110 KMH		Date : 31.10 Avion : MS 886																					
Extinct. mot. à...18...H...15...mn				Couché du soleil (HL)....17...H...12...min																							

Chrono - Cap - Altitude - Estime - Radio - Radio-nav - Moteur - carburant

Figure 4.48.

E. Calcul du carburant

Les consommations de l'avion sont indiquées sur le manuel de vol de la machine.

Pour le roulage, le décollage, le circuit d'arrivée et le retour au parking on considère une quantité forfaitaire.

La quantité de carburant est calculée à partir du temps de vol (conso en l/h pour telle vitesse et telle altitude).

Le calcul se fait en tenant compte du vent. La quantité de minimum de carburant à emporter est majorée de + 30 minutes de jour (ou 45 minutes de nuit) de réserve.

II. Avant le départ

A. Les NOTAM (Notice To AirMen)

Ce sont des informations publiées sur des sites spécialisés à destination des équipages. Elles permettent d'informer de danger particuliers ou de modifications provisoires des procédures.

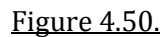
Exemple :

```
LFRW-AVRANCHES LE VAL SAINT PERE  
LFFA-W0136/17  
Q)LFRR/QWPLW/IV/ M/AW/000/140/4840N00124W005  
A) LFRW AVRANCHES LE VAL SAINT PERE  
B) 201705250000 C) 201705292359  
D) SR-SS  
E) PARACHUTAGES SUR AD AVRANCHES :  
- PSN : 483939N 0012421W  
- INFO : RENNES INFO 126.950MHZ.  
F)SFC G)FL140
```

Figure 4.49.

B. Les cartes météo

- Carte TEMSI- (TEMps Significatif)



- Figure 4.51.

- 199

C. Le Plan de vol

Pour pouvoir gérer le trafic, de façon optimale, les services de la circulation aérienne exigent le dépôt d'un plan de vol dans les cas suivants :

- Vol IFR (vol contrôlé).
- Vol VFR de nuit en voyage.
- Vol VFR avec franchissement de frontière.
- Vol avec un survol maritime (au sens réglementaire).
- Vol contenant un survol de zones inhospitalières.
- Vol passant par des régions ou des zones désignées par le ministère.

The image shows a French flight plan form titled 'Formulaire de plan de vol / Flight plan form'. It is a structured document with various fields for flight information, including aircraft details, route, altitude, and communication frequencies. The form is divided into several sections with checkboxes and input fields for different types of flights and specific data points.

Figure 4.52.

Cela permet bénéficier de façon optimale des services du contrôle aérien.

D. Les documents à emporter

- Licence en cours de validité, pièce d'identité, certificat médical à jour
- Le manuel de vol de l'aéronef
- L'original du certificat d'immatriculation (sauf si vol local)
- L'original du certificat de navigabilité
- Le certificat d'assurance de responsabilité civile
- Le carnet de route de l'aéronef (sauf vol local)

- Le certificat acoustique
- Les données du plan de vol
- Les cartes actualisées et appropriées pour la route suivie
- Le dossier météo (visibilité, base des nuages, nébulosité, vent et précipitations)

English vocabulary

Security	
Carnet de bord	Log-book
Carnet de route	Journey log book
Certificat navigabilité	Airworthiness certificate
Combinaison anti-g	G-suit
Durée de vie	Service life
Enregistreur de conversation	Cockpit voice recorder (CVR)
Enregistreur de vol, boîte noire	Flight data recorder (FDR), blackbox
Feu à éclat	Revolving light
Feu anticollision	Flashing light
Fidélité	Reliability
Gilet de sauvetage	Life jacket, Mae West
Immatriculation	Registration number
Incident	Failure
Manuel de vol	Flight manual
Manuel entretien	Maintenance manual
Panne essence	Fuel starvation
Plan de vol	Flight plan
Révision	Overhaul
Visite prévol	Pre-flight inspection/check
Voile noir	Blackout

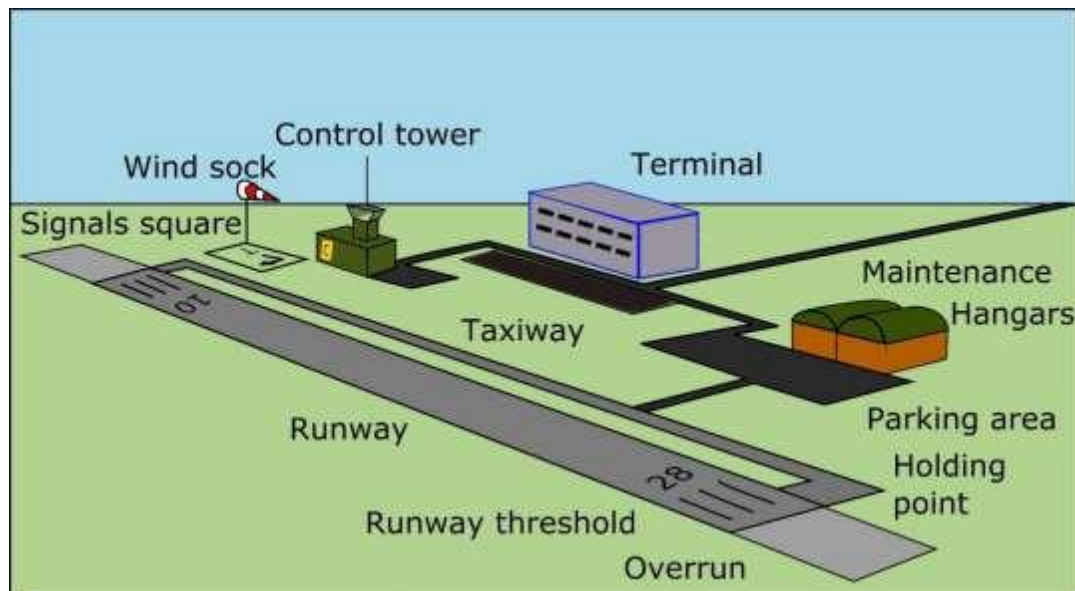


Figure 4.53.

Flight rules, airfield	
Aéro-club	Flying club
Aire de trafic	Ramp
Aire de manoeuvre ou de stationnement	Apron
Aires à signaux	Signal squares
Alignement de descente	Glide path
Approche	Approach
Arrondi	Flare out
Autorisation, clairance	Clearance
Avitailleur, camion citerne	Bowser
Balked landing	Atterrissage avorté
Circuit d'attente	Holding pattern
Circuit de piste	Traffic or airfield pattern
Code transpondeur	Squawk
Contrôle aérien	Air traffic control (ATC)
Couloir aérien	Airway
Croisière	Cruise
Dernier virage	Final turn
Déroutement	Track diversion
Descente	Descent
Escale	Stopover
Espace aérien contrôlé	Controlled airspace
Etape de base	Base leg
Etat de la piste	Runway condition
Finale	Final (approach)
Indicateur de trajectoire d'approche PAPI	Precision approach path indicator (papi)
Load classification number (LCN)	Indice de charge des pistes
Manche à air	Wind sock
Montée	Climb
Piste	Runway
Piste en service	Duty runway
Point d'attente	Holding point
Remise des gaz	Go around, overshooting
Roulage	Taxiing
Survol	Fly-by
Taux de virage standard	Standard rate turn
Taxes d'atterrissage	Landing fees
Transpondeur	Transponder
Vent arrière	Downwind leg
Vol en attente	Loiter

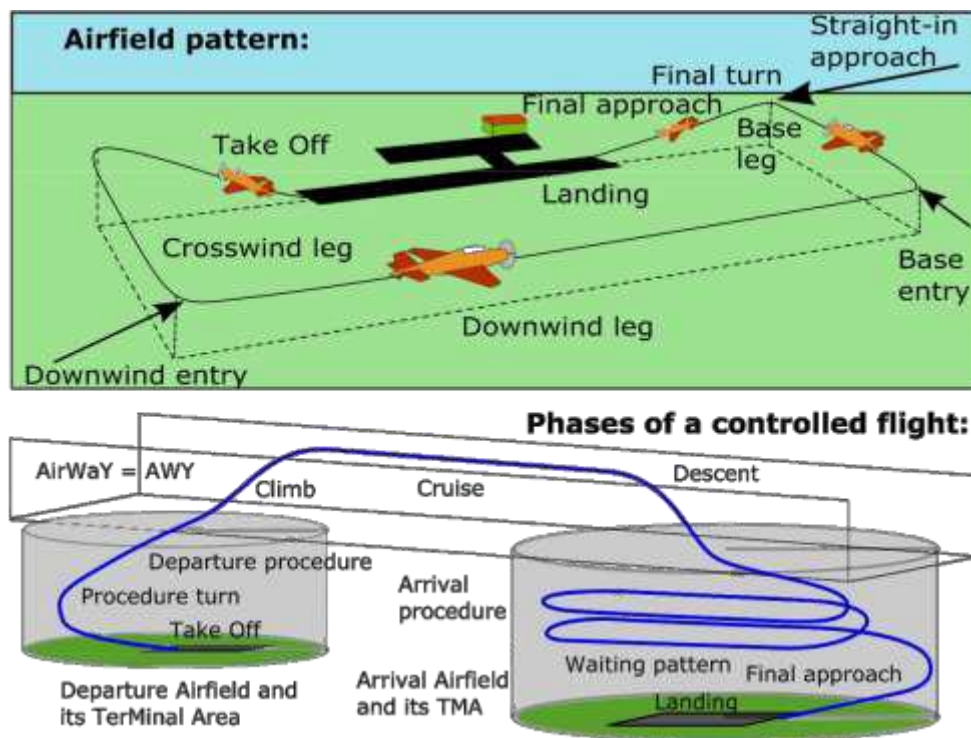


Figure 4.54.

Navigation	
Babord	Port
Cap (vrai/géographique, magnétique)	Heading (true, magnetic)
Cap compas	Compass heading
Déclinaison	Magnetic declination
Dérive	Drift angle
Déviation	Quadrantal error
Fuseau horaire	Time belt
Gisement	Bearing
Guidage	Vectoring
Heure UTC	Zulu time
Navigation à l'estime	Dead-reckoning
Prendre un cap	To set a heading
Radiocompas	ADF
Radiogoniomètre	VOR
Relèvement	Bearing
Route (vraie/géographique, magnétique)	Track (true, magnetic)
Tribord	Starboard
Vent arrière	Downwind
Vent de face ou debout	Headwind
Vent traversier	Crosswind, wind across
Vitesse sol	Ground speed

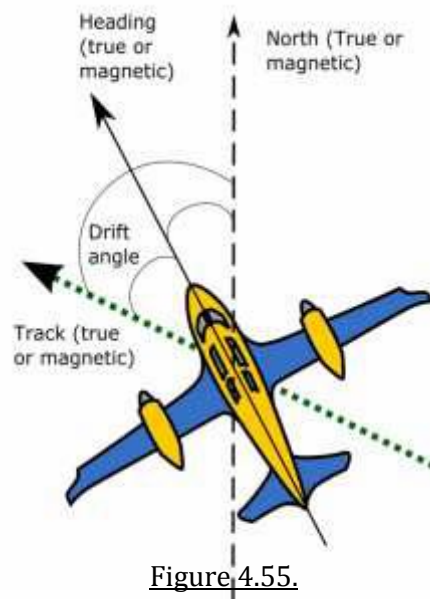


Figure 4.55.

Pour s'entraîner:

Il existe sur internet des sites qui vous permettront de vous entraîner à l'examen du BIA. L'examen étant un QCM, plus on en fait, plus cela entre dans la tête.

Utiliser les ressources du site du CIRAS de Montpellier (vidéo, supports pédagogique)

<http://www.ac-montpellier.fr/pid35970/ressources-pour-les-eleves-et-les-professeurs.html>

Pour les annales, voici le site le plus complet:

<http://aero-scolaire.ac-orleans-tours.fr/php5/ciras.htm>

Autres ressources utiles :

- Le site <http://www.test3000.net/>
- L'application **QuizBIA** (disponible sur le Play Store – Android pour le smartphone)