NAVIGATION, SECURITE DES VOLS

1 LA CIRCULATION AERIENNE 4
1.1 Les règles de l'air 4
1.1.1 Les règles de bon sens 4
1.1.2 Les hauteurs de survol 4
1.1.3 Les calages altimétriques 5
1.1.4 Les règles d'évitement 6
1.1.5 Les signaux lumineux dans l'espace d'un terrain : 7
1.1.6 L'aire à signaux 7
1.1.7 Survol maritime 8
1.1.8 Equipement en oxygène 8
1.1.9 Immatriculation des aéronefs 8
1.1.10 Feux de navigation : 8
1.1.11 Vol de nuit : 9
1.1.12 Equipement en parachute : 9
1.1.13 Autonomie en carburant : 9
1.1.14 Plan de vol : 9
1.1.15 Vol et plongée sous-marine : 9
1.1.16 Licences et brevets : 9
1.2 La division de l'espace aérien 10
1.2.1 Les différents types d'espaces aériens 10
1.2.2 Les classes d'espaces aériens 11
1.3 Les règles de circulation aérienne 12
1.3.1 Les règles de vol à vue 12
1.3.2 Les règles de vol aux instruments 13
1.4 Les services de la circulation aérienne 14
2 CIRCULATION AUTOUR D'UN AEROPORT 15
2.1 Les infrastructures 15
2.2 La circulation au sol 16
2.3 Les procédures de départ 16
2.3.1 Les départs à vue 16
2.3.2 Les départs aux instruments 16
2.4 Les procédures d'arrivée 16
2.4.1 Les arrivées à vue 16
2.4.2 Les arrivées aux instruments 19
3 LA NAVIGATION AERIENNE 19
3.1 Les coordonnées géographiques et les caps 19
3.2 Les cartes aéronautiques 23
3.2.1 Les cartes de vol à vue 23
3.2.2 Les cartes de vol aux instruments 24
3.3 La navigation à l'estime 24
3.3.1 Préparation d'une navigation 24
3.3.2 Corrections en vol 25
3.4 Le cheminement 26
3.4.1 Le cheminement à vue 26
3.4.2 Le cheminement radionav 26
4 ALTIMETRIE 27
4.1 L'atmosphère standard 27
4.2 Les calages altimétriques 27
4.3 Sécurité altimétrique 28
4.4 Problèmes d'altimétrie 29
5 PREPARATION ET EXECUTION D'UN VOL 29
5.1 Préparation au sol 29
5.1.1 Tracé de la navigation et rassemblement de la documentation 29

5.1.2 Prise de connaissance de la MTO et des NOTAM 29
5.2 Sécurité en vol 29
5.2.1 Visite pré-vol et respect des check-lists 29
5.2.2 Respect des zones et altitudes 30
5.2.3 Prévention des abordages 30
5.2.4 Surveillance de l'avion et anticipation des problèmes mécaniques 30
5.2.5 Surveillance de la météo et anticipation des dégradations 30
5.3 Conclusion d'un vol 30
5.3.1 Formalités administratives 30
5.3.2 Entretien des aéronefs 31

1 LA CIRCULATION AERIENNE

Afin de réglementer de façon mondiale la circulation aérienne et faciliter ainsi les échanges entre les différents pays par la voie des airs, 150 pays se sont regroupés pour former l'O.A.C.I. (……).

Cette organisation établit des normes et règlements que les pays membres adoptent pour légiférer la Circulation Aérienne Générale (C.A.G) dans leur espace aérien national. Il arrive que dans certains cas les pays maintiennent un règlement national plus restrictif que les propositions de l'O.A.C.I.

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

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

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

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

1.1 LES REGLES DE L'AIR

On désigne sous le nom de règles de l'air un certain nombre de directives imposées à tout aéronef circulant quel que soit son régime de vol (CAG ou CAM).

1.1.1 Les règles de bon sens

- Un aéronef ne sera pas conduit de façon …… pouvant entraîner un risque pour la vie ou pour les biens d'un tiers.

- Nul ne pilotera un aéronef, ou ne fera fonction de membre d'équipage, s'il est sous l'influence …….. susceptibles de compromettre les facultés nécessaires à sa fonction. (alcoolémie 0).

- Tout membre d'équipage doit s'abstenir d'exercer ses fonctions dès lors qu'il ressent une …….. de nature à lui faire penser qu'il ne remplit pas les conditions physiques d'aptitude à sa fonction. (notamment en cas de fatigue importante).

1.1.2 Les hauteurs de survol

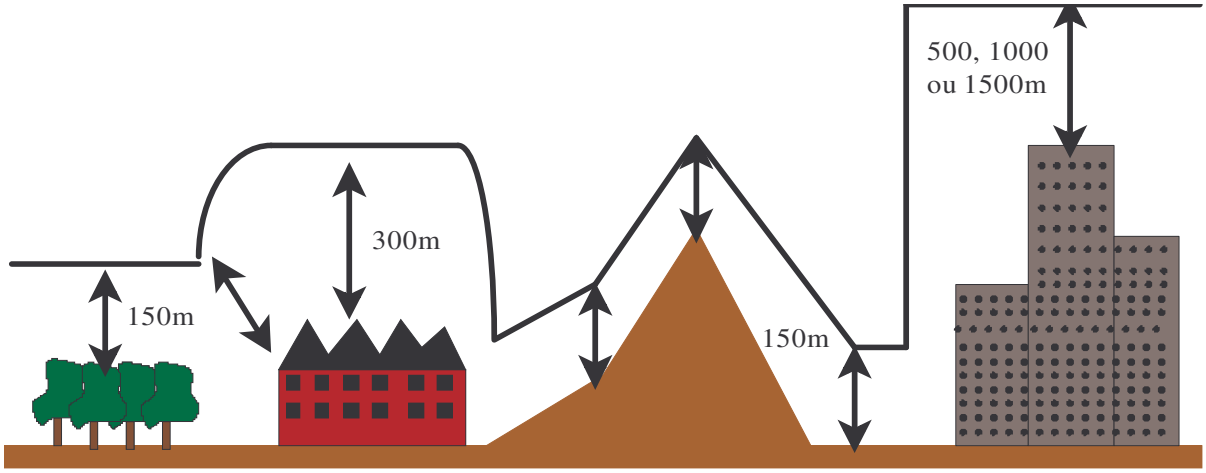
Dans le cadre de la protection des personnes et des biens il est imposé aux aéronefs une hauteur minimale de survol dont la valeur dépend de la zone survolée :

Les hauteurs minimales de survol peuvent se résumer de la façon suivante :

Zone survolée	Hauteur minimale de survol
Campagne.	……(500 ft) au-dessus de l'obstacle le plus élevé dans un rayon de 600 m autour de l'aéronef.
Petite ville ou village.	……. m (1000 ft) au dessus ...
Agglomérations de largeur moyenne < 1200 m ou de moins de 10 000 habitants.	……m (1600 ft)
Agglomérations de largeur comprise entre 1200 et 3600m et de moins de 100 000 habitants.	……m (3300 ft)
Agglomérations de largeur moyenne > 3600 m ou de plus de 10 000 habitants.	…… m (5000 ft)
Ville de PARIS.	……. m (6600 ft)
Installations particulières (arrêté).	…….. m (1000 ft)
Réserves naturelles.	……. m (1000 à 3300 ft)

Le pilote doit toujours s'assurer que son aéronef est à une hauteur suffisante pour pouvoir, en cas d'urgence lors du survol d'une agglomération, effectuer un atterrissage dans une zone dégagée sans mettre en danger la sécurité des personnes et des biens à la surface.

Les règles énoncées ci-dessus peuvent se résumer par le schéma suivant :



1.1.3 Les calages altimétriques

Selon les phases et les régimes de vol les aéronefs doivent caler leur altimètre de façon différente. Les calages utilisés sont les suivants :

- …….. : l'altimètre est calé à la pression au sol du terrain sur lequel l'avion opère. Il indique donc 0 m sur la piste. Ce calage est utilisé lorsque l'aéronef est dans le circuit du terrain.

……..

- …… : l'altimètre est calé à une pression de référence qui correspond à la pression moyenne au niveau de la mer dans la région survolée.

……..

Ce calage permet de comparer l'altitude de vol de l'avion à celle indiquée sur les cartes pour les obstacles. Il est utilisé en navigation lorsque l'avion vole en dessous de la surface S ou en espace non contrôlé. La surface S est définie comme étant la surface délimitant l'espace aérien situé en dessous du plus élevé des deux niveaux suivants : 300 m / sol et FL 30 (voir calage 1013 mbar et schémas ci-après).

- ……. : l'altimètre est calé à la pression de 1013 mbar (0m en atmosphère standard). Ce calage permet d'avoir une référence commune à tous les avions quel que soit leur terrain d'origine et de destination.

……...

Ce calage est utilisé par les appareils en vol aux instruments lorsqu'ils sont en montée, en croisière et en descente. Il est également utilisé par les appareils en vol non contrôlés par les aéronefs situés au-dessus de la surface S.

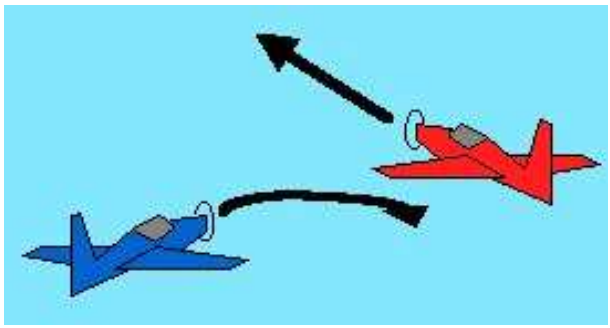
1.1.4 Les règles d'évitement

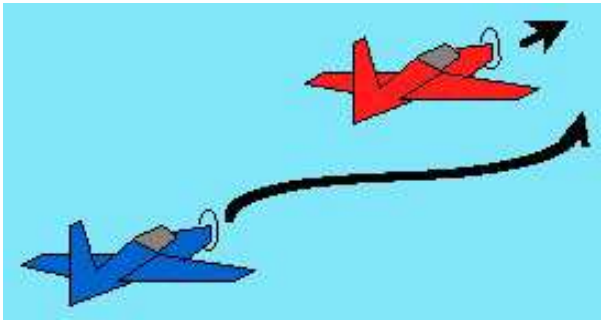
L'espace aérien est grand, mais il est bien souvent encombré, notamment aux abords des aérodromes le week-end. Il existe un certain nombre de règles et de priorités destinées à prévenir les …… (= collisions en vol).

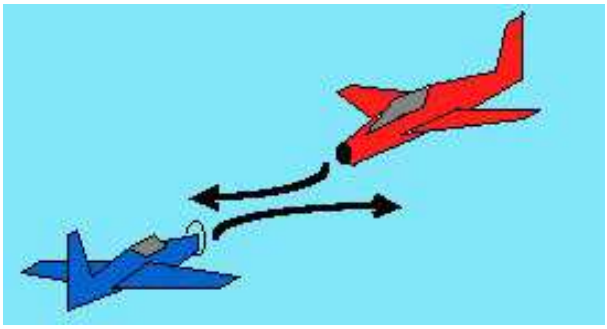
- En raison de leur caractère plus ou moins manœuvrant, certains aéronefs sont prioritaires sur d'autres. Les priorités sont établies comme suit :

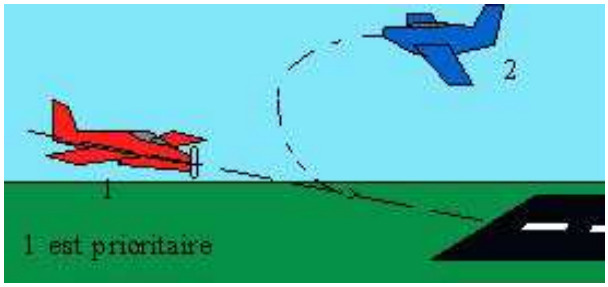
* les aéronefs à moteur doivent céder le passage aux dirigeables, planeurs et montgolfières.
* les dirigeables doivent céder le passage aux planeurs et montgolfières.
* les planeurs doivent céder le passage aux montgolfières.
* les aéronefs volant seuls doivent céder le passage aux attelages (remorquage de planeurs...) et aux aéronefs volant en patrouille.

- La priorité de passage est à l'aéronef arrivant …….. Il faut maintenir un espacement > 150 m par rapport aux autres aéronefs.
- Le dépassement d'un aéronef s'effectue toujours ……...
- En rapprochement de face les deux aéronefs évitent …….
- En cas de présentation simultanée à l'atterrissage l'aéronef le ……. est prioritaire.









1.1.5 Les signaux lumineux dans l'espace d'un terrain :

En cas de panne radio un aéronef peut recevoir des instructions à l'aide de signaux lumineux de couleur ou de fusées. Les signaux en vigueur sont résumés ci-dessous :

* Si l'aéronef est en vol dans le circuit d'aérodrome :

- fusée rouge : …….
- feu vert continu : ……..
- feu rouge continu : cédez le passage à un autre aéronef
- éclats verts : revenez pour atterrir
- éclats blancs : atterrissez immédiatement et dégagez la piste
- éclats rouges : aérodrome dangereux, n'atterrissez pas

* Si l'aéronef est au sol sur l'aérodrome :

- feu vert continu : ……..
- feu rouge continu : ……..
- éclats verts : autorisé à circuler
- éclats blancs : rentrez au parking
- éclats rouges : dégagez la piste

1.1.6 L'aire à signaux

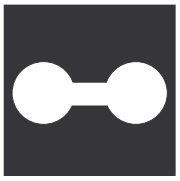
Un aéronef en panne radio ou arrivant sur un terrain non contrôlé doit pouvoir obtenir les informations lui permettant de se poser en toute sécurité. Dans ce but les terrains possèdent une aire à signaux sur laquelle les responsables de l'aérodrome déposent des panneaux portant des symboles normalisés permettant de connaître l'essentiel de l'activité sur la plate-forme et les consignes pour l'atterrissage et le roulage. L'emplacement de cette aire à signaux est signalé sur les cartes donnant les informations sur la plate-forme.

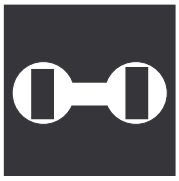
Les symboles utilisés sont les suivants :

ATTERRISSAGES INTERDITS

Précautions spéciales en approche ou à l'atterrissage

Zone impropre aux manoeuvres


Atterrisage, décollage et circulation sur les pistesou voies de circulation


Atterrissage et décollage sur les pistes uniquement

Vols d'hélicoptères

Sens d'atterrissage <--------

Parachutages en cours

Circuit à droite

Vols de planeurs en cours

Piste en service (placé sur la tour)

Bureau d' informations aéronautiques

1.1.7 Survol maritime

En cas de survol d'une étendue d'eau tout aéronef doit emporter pour chaque occupant un gilet de sauvetage (ou un dispositif individuel analogue) facilement accessible si sa hauteur de survol ne lui permet pas de rejoindre la terre ferme en cas de panne moteur.
Si l'aéronef est à plus de ……. des côtes, il doit en être impérativement équipé quelle que soit son altitude.
Si l'aéronef dépasse les …… des côtes (pour un monomoteur et ……. pour un multi moteurs) il doit en plus emporter des canots de sauvetage pour tous les occupants ainsi qu'un équipement de secours médical et de survie et une balise de détresse flottante et étanche.

1.1.8 Equipement en oxygène

Sur un aéronef non pressurisé, l'emport d'un équipement respiratoire alimenté en oxygène est nécessaire pour tout vol d'une durée supérieure à 30 minutes au-dessus de …….. (FL 125) et quelle que soit la durée au-dessus de …….. (FL 145).

Ne pas utiliser d'oxygène en atmosphère raréfiée en oxygène peut entraîner une ……. Le pilote peut alors être sujet à des troubles visuels, ressentir des picotements, des vertiges et enfin perdre conscience.

Cela affecte donc tous les types d'informations que le pilote reçoit de son corps pour s'orienter dans l'espace :

- les sensations visuelles (en provenance de l'œil)
- les sensations vestibulaires (en provenance des canaux de l'oreille interne)
- les sensations proprioceptives (en provenance des muscles)

1.1.9 Immatriculation des aéronefs

Tous les aéronefs doivent être immatriculés pour être autorisés à circuler.

Cette immatriculation est un code de 5 lettres que le pilote doit signaler aux contrôleurs lors des vols.

Pour éviter des erreurs de compréhension à la radio, il existe un alphabet aéronautique qui associe un mot à chaque lettre. Le pilote annonce donc son immatriculation par ces mots.

Alphabet aéronautique :

A: alpha	**B**: bravo	**C**: charlie	**D**: delta	**E**: écho
F: fox-trot	**G**: golf	**H**: hôtel	**I**: india	**J**: juliette
K: kilo	**L**: lima	**M**: mike	**N**: november	**O**: oscar
P: papa	**Q**: quebec	**R**: roméo	**S**: sierra	**T**: tango
U: uniform	**V**: victor	**W**: whisky	**X**: X ray	**Y**: yankee
Z: zoulou				

1.1.10 Feux de navigation :

Les avions doivent être équipés de feux de navigation afin d'être mieux vus en vol, notamment par mauvaise visibilité et de nuit. Ces feux sont disposés de la façon suivante :

- un feu vert en bout d'aile ……
- un feu rouge en bout d'aile …….
- un feu blanc ……..

1.1.11 Vol de nuit :

Le vol de nuit nécessite de passer une qualification spéciale pour pouvoir être pratiqué en VFR. Le dépôt d'un plan de vol est obligatoire pour sa pratique et des conditions météorologiques spécifiques. L'avion doit également posséder un équipement minimum en instruments et en éclairage de bord.

La nuit aéronautique commence …….. après le coucher du soleil et se termine …….. avant le lever du soleil.

L'heure du lever et du coucher du soleil varie en fonction de la longitude : le soleil se lève et se couche plus tard pour un point situé plus …….. Le décalage est …… pour une différence de longitude de 15°.

1.1.12 Equipement en parachute :

Le port du parachute est obligatoire pour la pratique de la voltige ainsi que pour le vol à voile si le planeur n'est pas équipé de groupe motopropulseur.

1.1.13 Autonomie en carburant :

Pour entreprendre un vol il faut emporter une quantité de carburant correspondant à la mise en route au roulage, la montée, la croisière, la descente et l'arrivée plus 20' de réserve en régime économique et 15' d'attente à l'arrivée.

Le calcul peut être fait en tenant compte du vent ou en ajoutant 10% à la quantité calculée.

Dans tous les cas un vol VFR local (tours de piste par exemple) ne pourra être entrepris avec moins de …….. d'autonomie.

1.1.14 Plan de vol :

Afin de 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
- vol VFR avec franchissement de frontières

1.1.15 Vol et plongée sous-marine :

Après une plongée sous-marine avec paliers de décompression à la remontée, il faut attendre …….. avant de prendre l'avion.

1.1.16 Licences et brevets :

Pour la pratique en loisir du vol moteur, 2 brevets existent :

- Le Brevet de Base (BB): il autorise son titulaire (âgé de plus de ……. ans) à voler seul à bord de l'avion sur lequel il a réalisé son instruction dans un rayon de 30km autour du terrain.
- La Licence de Pilote Privé (PPL) : elle autorise son titulaire (âgé de ……. ans minimum) à voler en IFR privé partout en France et en Europe, seul ou accompagné.

Des qualifications complémentaires existent pour le VFR de nuit, le vol IFR, la voltige, l'utilisation d'avion à train rentrant et hélice à pas variable, le vol sur réacteur, l'utilisation d'altisurfaces…

Pour la pratique de l'ULM, il existe des brevets spécifiques en fonction de la classe de l'aéronef (3 axes, pendulaires, paramoteurs, mongolfières…).

Pour le vol à voile, il existe un brevet de pilote spécifique auquel s'ajoutent des qualifications supplémentaires pour le vol en campagne, l'emport de passagers,…

Les qualifications avion et planeur ont une durée de validité ……..et nécessitent un renouvellement annuel. Le brevet est acquis à vie, comme le permis de conduire, sous réserve de conserver l'aptitude médicale mais la licence (autorisation de pratiquer) doit se renouveler après avoir passé un test avec un instructeur.

Pour la pratique de toutes ces disciplines il est …… d'avoir obtenu un certificat médical d'aptitude par un médecin agréé aéronautique. La durée validité de ce certificat médical dépend de l'âge du pilote.

1.2 LA DIVISION DE L'ESPACE AERIEN

1.2.1 Les différents types d'espaces aériens

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

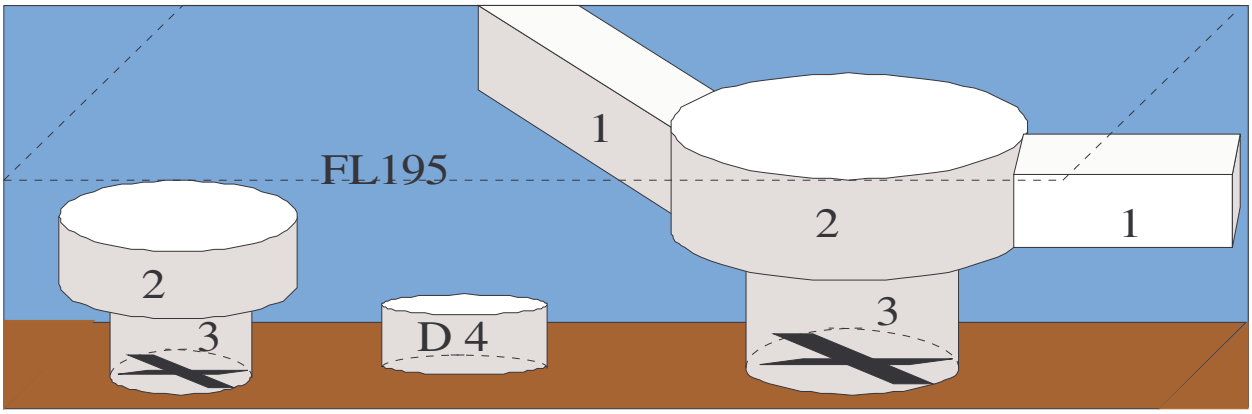
- l'espace supérieur (à partir du ……)
- l'espace inférieur (du sol au ……)

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

Dans l'espace inférieur on trouve plusieurs catégories d'espaces aériens :

- les espaces non contrôlés dans lesquels tout aéronef peut voler librement sous réserve d'avoir des conditions météorologiques favorables.
- les espaces contrôlés dans lesquels peuvent se trouver des aéronefs en vol à vue ou en vol aux instruments selon les cas.

Le schéma page suivante illustre le découpage de l'espace aérien :



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

* …… (1), AWY, sortes de routes (ou couloirs) aériennes dans lesquelles les avions transitent entre les aéroports.

* …… (2), TMA, qui entourent les aéroports et dans lesquelles sont comprises les trajectoires de montée et de descente et d'attente des avions qui ont décollé ou vont se poser sur l'aéroport.

* ……. (3), CTR, qui comprennent les trajectoires de décollage et d'approche finale des avions opérant sur l'aéroport.

Toutes ces zones apparaissent sur les cartes aéronautiques. Leurs limites verticales y sont indiquées ainsi qu'une lettre (classe d'espace) qui permet de savoir quels sont les types de vol qui y sont autorisés et sous quelles conditions (cf. 2-b).

En plus de ces espaces contrôlés, on trouve également des zones soumises à restriction (4). Elles sont signalées sur les cartes et accompagnées d'une lettre indiquant le type de restriction :

P = …….. (interdites à tout aéronef).

A = …… à basse altitude pour les aéronefs militaires.

D = …….. (dangereuses à survoler).

R = ……. (pénétration restreinte sous certaines conditions)

Ces zones portent un numéro et il est possible de consulter les documentations aéronautiques pour connaître les raisons de leur classification ou les conditions de pénétration.

1.2.2 Les classes d'espaces aériens

Afin que les commandants de bord sachent s'ils sont autorisés ou non à pénétrer des zones en régime de vol à vue (= …….), et si oui, à quelles conditions, on leur attribue une classe désignée par une lettre. Le régime de vol à vue est associé à des conditions météorologiques dites …… (Visual Meteorologic Conditions). Cette lettre informe également des services que le contrôle leur rend dans ces zones.

Les avions en régime de vol aux instruments sont dits en vol ……...

Espace de classe A = espace supérieur Pas de VFR autorisés Radio obligatoire Clairance obligatoire Le contrôle assure les espacements entre les aéronefs.	**Espace de classe D** en espace inférieur contrôlé VFR possible si VMC Radio obligatoire Clairance obligatoire Le contrôle assure les espacements entre les IFR et informe tous les aéronefs en vol de la présence des autres. Les pilotes en VFR sont responsables de leurs espacements par rapport aux autres.
Espace de classe E en espace inférieur contrôlé VFR possible si VMC Radio obligatoire pour les IFR Clairance obligatoire pour les IFR Le contrôle assure l'espacement des avions en IFR et informe les avions en VFR du trafic en contact radio. Les pilotes en VFR doivent assurer leur espacement par rapport aux autres trafics.	**Espace de classe G** espace inférieur non contrôlé VFR possible si VMC Radio obligatoire pour les IFR Pas de clairance requise Le contrôle n'assure aucun espacement.

Remarque : une clairance est un terme aéronautique qui désigne une ……. délivrée par les organismes de contrôle aérien.

Les espaces de classe B, C et F n'existent pas en France. Les contrôleurs ne s'estiment pas en mesure d'assurer les services demandés dans ces types d'espaces.

1.3 LES REGLES DE CIRCULATION AERIENNE

1.3.1 Les règles de vol à vue

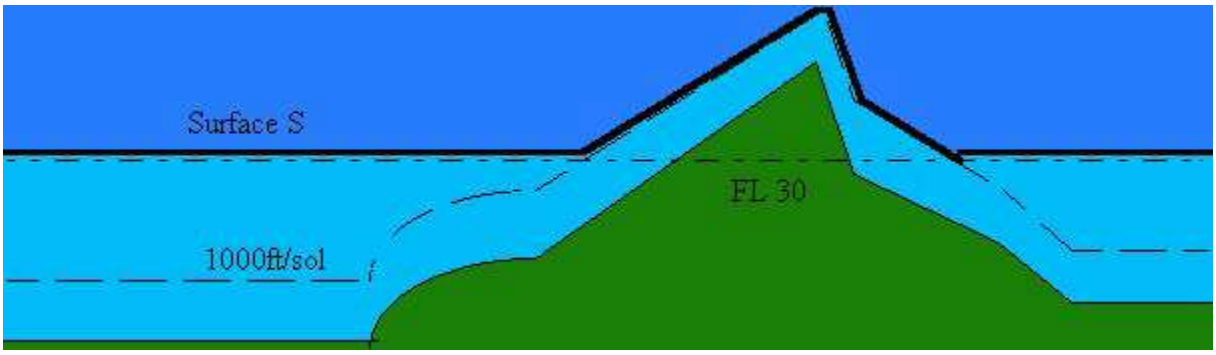
Les règles de vol à vue sont désignées sous le terme de VFR (

……).

Pour être autorisé à voler à vue il faut réunir des conditions météorologiques minimales appelées VMC (Visual Meteorological Conditions).

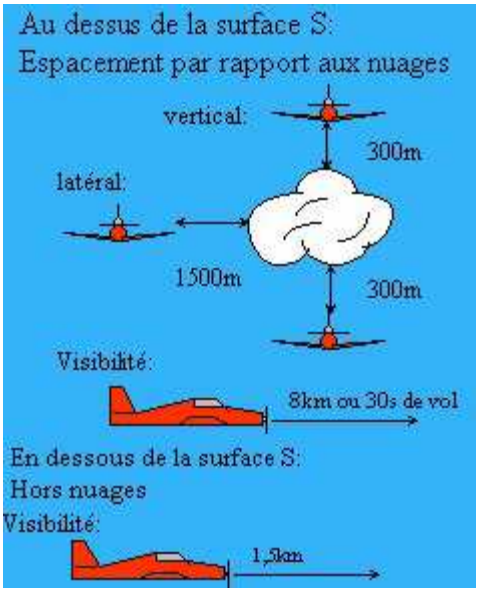
Elles dépendent de la nature de l'espace (contrôlé ou non) et de l'altitude de vol par rapport à la surface S.

La surface S est le plus élevé des deux niveaux suivants : ……..

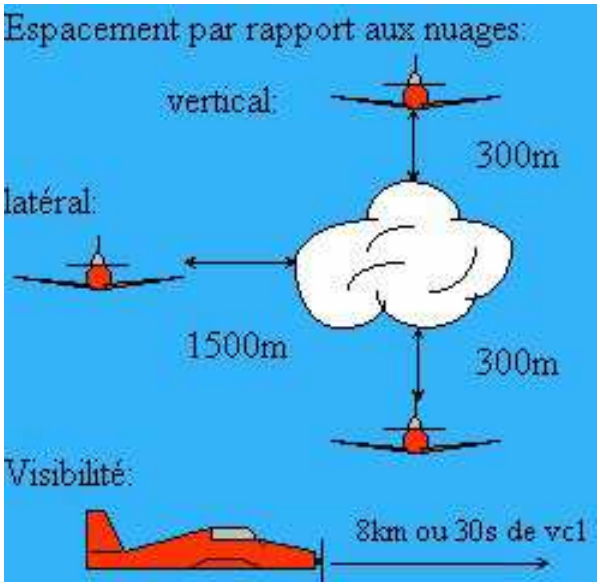


Les conditions météorologiques minimales pour pratiquer le vol à vue sont réunies dans les schémas de la page suivante :

En espace contrôlé :

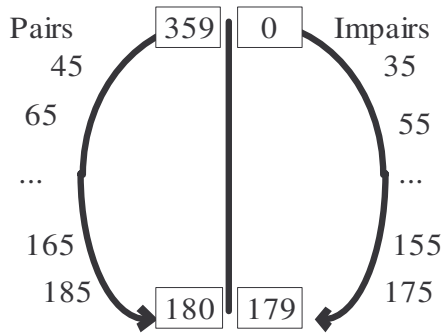


En espace non contrôlé :



En dessous de la surface S l'altitude de vol est ……. Au-dessus de la surface S les avions en VFR doivent voler à un niveau de vol (……) qui leur assure un espacement vertical avec les avions en IFR.

En cas de non-respect de cette règle, la sécurité des aéronefs en vol peut être gravement mise en danger. Les niveaux de vol VFR dépendent du cap suivi :



Les niveaux de vol VFR se terminent en 5.
Lorsque le cap est compris entre 0 et 179 (inclus) le niveau est en dizaine impaire +5 : 35, 55, 75, ... jusqu'à 175 (le VFR est interdit en espace supérieur).
Lorsque le cap est compris entre 180 et 359 (inclus) le niveau de vol est en dizaine paire + 5 : 45, 65, 85, ... jusqu'à 185.
En VFR le pilote doit assurer son espacement par rapport aux autres avions. Il est responsable de l'anti-abordage. On dit que le régime de vol se résume à : .....

Ce type de vol peut être pratiqué de nuit sous certaines conditions (météo minimale, équipement de l'avion, équipement des terrains, ...).

1.3.2 Les règles de vol aux instruments

Les règles de vol aux instruments sont désignées sous le sigle IFR (

.....).

Elles sont complexes et les règlements nécessitent de solides connaissances aéronautiques pour être pleinement compris.

Ce type de vol ne peut pas être pratiqué par n'importe quel pilote. Pour être autorisé à voler sous ce régime de vol, il faut passer une qualification de pilotage spéciale.

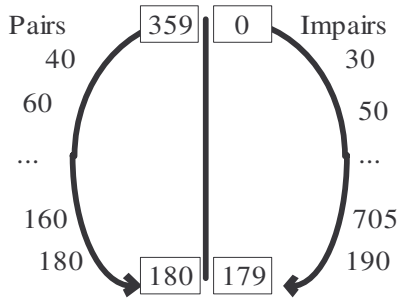
De même l'avion doit posséder un équipement minimum (notamment en aides de radionavigation).

Il est également obligatoire de déposer un plan de vol auprès des organismes du contrôle alors qu'en VFR celui-ci est facultatif.

Le vol IFR est obligatoire dés lors que les conditions météo sont en dessous des VMC. On parle alors de conditions .....

De même pour le vol de nuit en dehors des conditions particulières dont on a parlé plus haut, pour le vol à des altitudes > FL 195 et pour le survol des régions maritimes et inhospitalières, le vol se fait obligatoirement en IFR.

Tout comme en VFR le vol en IFR doit respecter des niveaux qui sont fonction du cap de l'avion hors des espaces contrôlés :



Dans les espaces contrôlés la règle est différente.
Le niveau est imposé par les contrôleurs.
Selon le cap il fera partie de la série dite A ou de la série dite B :
Série A : 40, 60, 80, ..., 260, 280, 310, 350, ..., 590, 630.
Série B : 50, 70, 90, ..., 270, 290, 330, 370, ..., 610, 650.
Les cartes spécifiques précisent la série disponible selon les caps.
Le pilote annonce dans le plan de vol le FL qu'il désire utiliser mais le contrôleur peut le changer pour faciliter sa gestion du trafic et assurer les espacements verticaux entre aéronefs.

Lors des vols en IFR les équipages sont soumis à des procédures d'utilisation de la radio très stricte. Les messages sont donnés selon des contenus types pour assurer une communication complète et efficace entre les équipages et les contrôleurs.

1.4 LES SERVICES DE LA CIRCULATION AERIENNE

Les services de la circulation aérienne sont de plusieurs natures :

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

- **le service d'information de vol** est chargé de

…… utiles à la bonne exécution des vols.

- **le service d'alerte** est chargé de ……..

les secours lorsqu'un aéronef a besoin d'assistance. La fréquence de détresse internationale est de …….

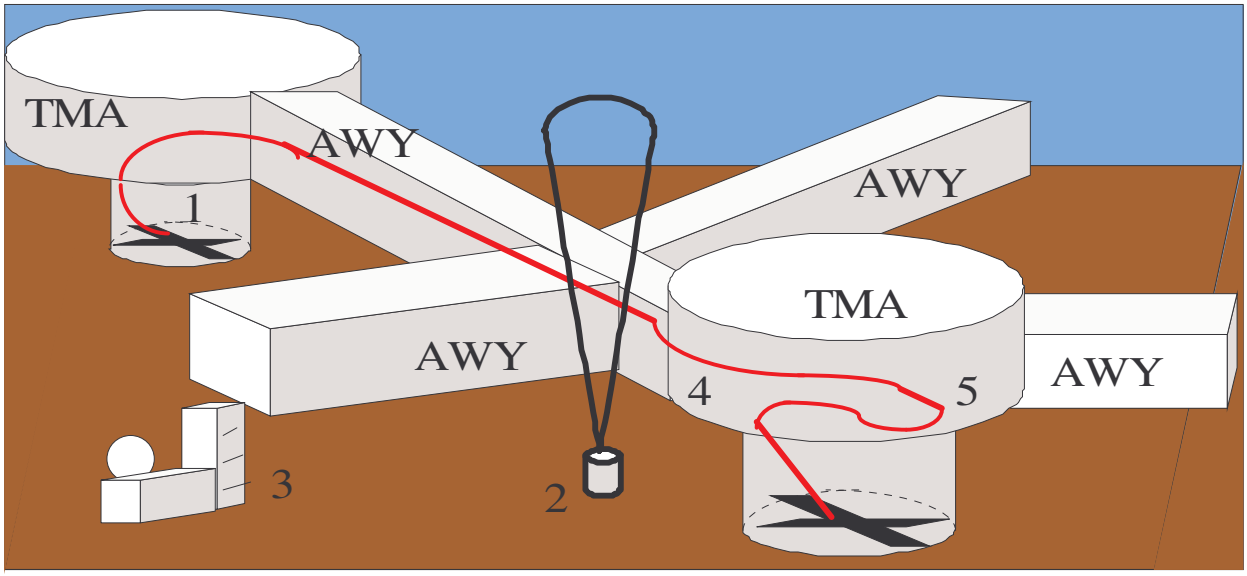
Le plus complexe est le service du contrôle qui se divise en trois grandes catégories :

- …….. (CLA ou TWR) assure la sécurité et le respect des procédures dans les phases de décollage, d'atterrissage et de roulage. (en fait les phases effectuées à vue).

- …….. (APP) assure la coordination du trafic sur les trajectoires de montée, d'attente et d'approche (jusqu'au sol si l'avion effectue une arrivée IFR).

- …….. (CCR) assure la sécurité du trafic en IFR lorsqu'il passe d'un aérodrome à un autre (entre les approches). Il prend en charge la montée en dehors des TMA, la croisière et le début de la descente jusqu'à la prise en charge par l'approche du terrain d'arrivée.

Le schéma ci-dessous reprend les différentes étapes d'un vol contrôlé entre deux aéroports :



La trajectoire initiale d'un appareil (1) est prise en charge par le contrôle local (pour le décollage) puis par l'approche (pour la montée) du terrain de départ tant qu'il est dans la TMA de celui-ci.

Il est ensuite pris en charge par un CCR (3) et il circule dans un couloir aérien (AWY).

L'appareil peut vérifier sa trajectoire à l'aide des balises radio (2) qui jalonnent les airways.

Des radars reliés aux CCR (3) permettent aux contrôleurs de gérer le trafic.

Lorsque l'avion approche de la TMA de son terrain de destination (4), il est pris en charge par l'approche qui le guide sur la descente vers un circuit d'attente (5). L'approche gère l'appareil à l'aide d'informations radar.

Lorsque la trajectoire est dégagée, l'avion est autorisé à se présenter pour son approche finale, en général guidé par un ILS.

L'avion en finale, le pilote contacte la tour pour être autorisé à l'atterrissage. Il est alors sous les ordres du contrôle d'aérodrome qui le prendra en charge jusqu'à l'arrêt des moteurs au parking.

2 CIRCULATION AUTOUR D'UN AEROPORT

2.1 LES INFRASTRUCTURES

Le schéma suivant présente les infrastructures types d'un petit aéroport.

On trouve sur la plate-forme une piste (…) avec un taxiway (….) pour circuler entre la piste et le parking (……).

Le terrain possède une aire à signaux (……) avec une chaussette pour indiquer la direction du vent.

Le trafic est géré depuis la tour de contrôle (…..).

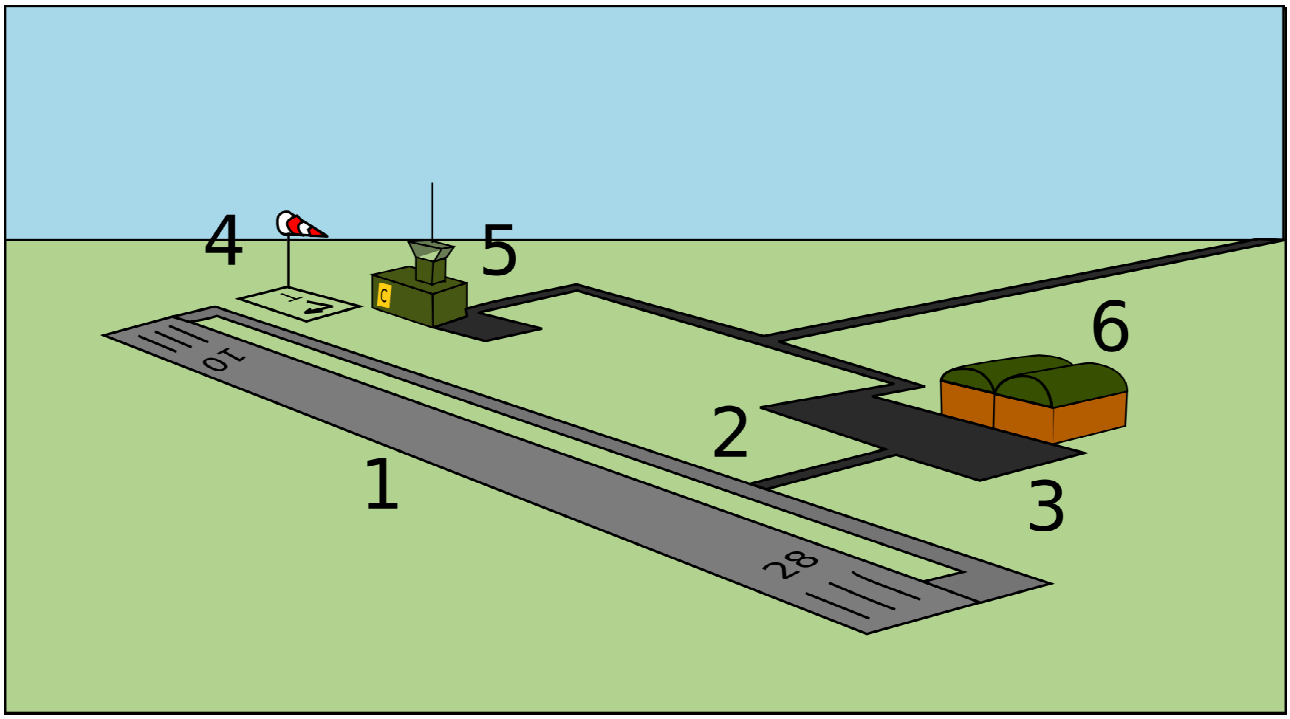
Les avions sont rangés dans des hangars (……) pour les protéger des intempéries.

Dans le cas d'un aéroport de plus grande importance, on pourra trouver plusieurs pistes (AMSTERDAM en a 8) et de nombreuses aires de stationnement pour les avions.

Sur ce type d'aéroport, on trouve également des Sur ce type d'aéroport, on trouve également des systèmes d'aide à la navigation (VOR, DME, radiocompas, ILS…) et des aides à l'approche. Ces derniers peuvent être de type PAPI (Precision Approach Path Indicator) ou AVASIS (Abbreviated Visual Approach Slope Indicator System).

Le PAPI comporte 4 lampes dont la couleur permet d'indiquer au pilote s'il est sur le bon plan de descente, trop haut ou trop bas : ○○○○ trop haut, ○○●● sur le bon plan, ●●●● trop bas.

L'AVASIS comporte deux lignes parallèles de trois lampes chacune. Si les deux lignes sont blanches, l'avion est trop haut, si les deux lignes sont rouges, il est trop bas, si celle du haut est rouge et celle du bas est blanche, le plan de descente est bon.



Les grands aéroports ou aérodromes accueillent des ateliers de maintenance pour les avions des compagnies aériennes ou des aéroclubs.

Inversement un petit aérodrome ne possédera pas forcément de tour de contrôle.
Les utilisateurs de la plate-forme doivent alors assurer leur sécurité en respectant scrupuleusement les consignes en vigueur.

2.2 LA CIRCULATION AU SOL

Sur les aéroports ou aérodromes contrôlés, la circulation des aéronefs au sol s'effectue aux ordres d'un contrôleur.

Lorsque l'aérodrome n'est pas contrôlé, la documentation aéronautique (appelée cartes VAC : Visual Approach Chart) précise les consignes de roulage.
Il faut alors les respecter scrupuleusement et être très vigilant pour éviter tout risque de collision et ne pas gêner le trafic.

Lorsqu'il y a plusieurs pistes, des panneaux permettent de guider les pilotes au sol pour utiliser les bons chemins de roulement (taxiway).

2.3 LES PROCEDURES DE DEPART

2.3.1 Les départs à vue

Les cartes VAC donnent également les consignes de départ à vue quand il y a des trajectoires imposées ou des zones à ne pas survoler autour de l'aérodrome.

Sinon, après décollage, le pilote peut prendre la direction qu'il souhaite en évitant de couper le circuit d'atterrissage à vue.

2.3.2 Les départs aux instruments

Les procédures de départ aux instruments sont plus compliquées. La trajectoire de départ est imposée à l'avion. Il existe des cartes de procédures IFR qui les définissent.

Un pilote voulant décoller en vol IFR devra choisir une des procédures de départ standard aux instruments, SID (Standard Instrument Departure) et la signaler sur son plan de vol.

Juste après le décollage, la tour le mettra en contact avec un contrôleur de montée de l'approche qui veillera à la sécurité de l'avion sur la trajectoire de départ standard.

Si le trafic est peu dense, il est possible que le contrôleur autorise le commandant de bord à rejoindre plus directement le prochain point de son trajet.

2.4 LES PROCEDURES D'ARRIVEE

2.4.1 Les arrivées à vue

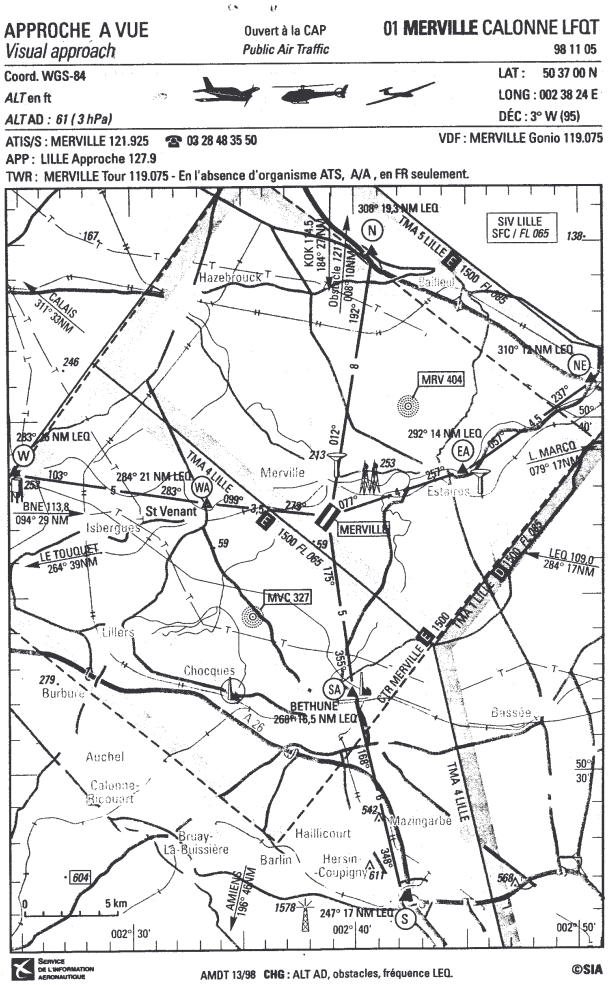
Les arrivées à vue sont décrites dans les cartes VAC également.

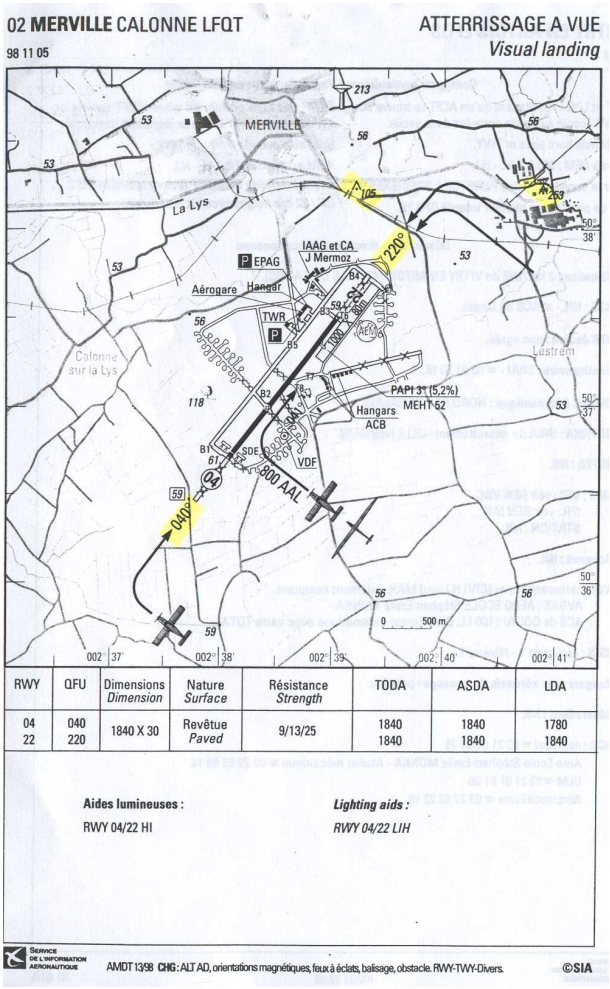
Si la zone est très dense en trafic, des trajectoires sont imposées pour rejoindre l'aérodrome. Il faut alors les respecter scrupuleusement pour éviter les risques d'abordage.

Dans tous les cas il existe une carte représentant l'aérodrome et ses environs immédiats. Dessus on trouve les caps des pistes, leur altitude, le sens des circuits d'atterrissage, ... Elle est accompagnée d'une page de texte donnant tous les renseignements utiles sur l'aérodrome (ravitaillement, organisme gestionnaire, infrastructure, n° de téléphone, ...)

Les cartes reproduites ci-dessous présentent les arrivées dans la CTR de l'aéroport de MERVILLE ainsi que la carte d'atterrissage.

<u>Ces documents sont périmés et donc non utilisables pour une arrivée réelle sur ce terrain.</u>





Les pilotes commandants de bord ont obligation de voler avec les cartes VAC de leur terrain de départ, de leur terrain d'arrivée et de leurs éventuels terrains de déroutement.

En cas de problème il faut pouvoir se poser sur le premier terrain sans y causer d'accident ou de désordre par méconnaissance des consignes particulières.

Si le terrain est contrôlé, les consignes peuvent être communiquées par la tour. Dans le cas contraire, il faut que le pilote survole l'aire à signaux pour prendre les consignes (QFU, ...) et intégrer le circuit de piste dans le bon sens.

Sans les cartes VAC les indications de l'aire à signaux sont incomplètes.

Sur les cartes VAC et autres documents aéronautiques, l'orientation de la piste est souvent notée en dizaines de degrés (avec uniquement 2 chiffres) en arrondissant à la dizaine inférieure si le dernier chiffre est compris entre 1 et 4 et à la dizaine supérieure s'il est compris entre 5 et 9.

Par exemple, une piste orientée selon le cap **135**° se notera **14** et une piste orientée selon le cap **061**° se notera **06**.

Pour se poser le pilote devra intégrer le tour de piste. Il s'agit du circuit dans lequel les avions en approche se positionnent pour se succéder à l'atterrissage.

Le circuit de piste ou ..... comporte 6 étapes :

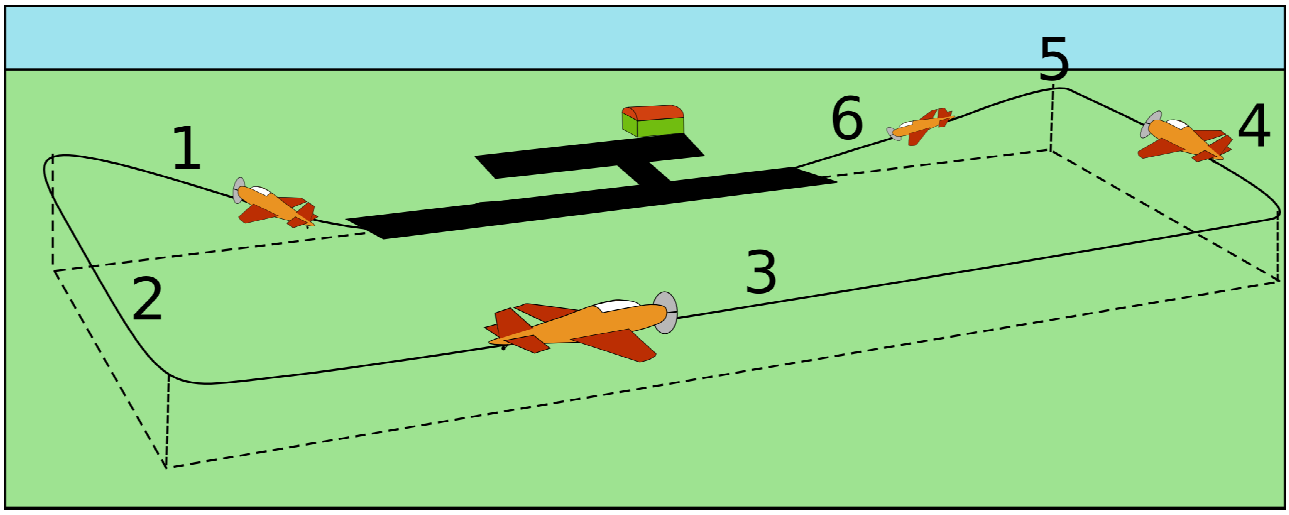
- la ..... dans l'axe de la piste (1) en prolongement du décollage.
- l'étape ..... pour s'éloigner latéralement de la piste (2).
- la ..... (3) : dans cette branche l'avion remonte la piste en sens inverse de celui d'atterrissage.

Comme on se pose toujours face au vent, la branche est effectuée avec le vent dans le dos. D'où son nom. Elle permet de bien observer la piste et les trafics précédents dans le circuit pour s'assurer un espacement convenable par rapport aux autres avions et bien repérer la piste tout en préparant son avion à l'atterrissage.

- l' …… (4) : elle s'effectue perpendiculairement à la piste et permet de rejoindre l'axe de celle-ci en effectuant les dernières vérifications avant la descente vers le sol.

- le ……. (5) : il a pour but de s'aligner par rapport à l'axe de piste en amorçant la descente.

- la …… (6) : elle permet de descendre jusqu'au niveau du sol en maintenant l'axe de piste. Elle permet de bien juger du vent et des se préparer à l'arrondi et au toucher final.



Ce circuit peut être réalisé en effectuant des virages à gauche (on parle de …….. ……) ou à …….. (**circuit main droite**).

Pour un circuit main gauche sur une piste 08, les caps successifs seront ……. pour la montée initiale, …….pour l'étape vent - travers, ……...pour la vent – arrière, ……. pour l'étape de base et ……..pour la finale.

Pour un circuit main droite sur une piste 24, les caps successifs seront …….pour la montée initiale, ……. pour l'étape vent - travers, 060° pour la vent – arrière, …….. pour l'étape de base et ……..pour la finale.

Sauf indications contraires (cartes VAC) le circuit se fait main gauche pour assurer une meilleure visibilité au pilote qui, par convention est assis en place gauche dans la cabine.

Plusieurs bonnes raisons peuvent obliger à effectuer un circuit main droite :

- présence d'obstacles élevés ou d'habitations rapprochées d'un côté de la piste. Dans ce cas le circuit est toujours effectué du même côté de la piste. Il est donc main gauche sur un QFU, mais main droite sur l'autre QFU.
- utilisation de deux pistes parallèles très rapprochées. Il est donc nécessaire que le circuit soit effectué sur les côtés opposés des deux pistes pour éviter tout risque de collision avec un avion en circuit sur l'autre piste.
- présence d'une zone contrôlée descendant très bas et à proximité d'un côté de la piste. Il ne faut pas interférer avec les trafics contrôlés.

Par convention la vent arrière et l'étape de base s'effectuent à 1000 ft (sauf indication contraire des cartes VAC).

Dans le circuit le pilote doit assurer les espacements avec les autres avions. Il doit donc être très vigilant pour repérer tous les avions dans le circuit.

En cas de panne radio le pilote arrivant sur un aérodrome doit suivre les indications de la carte VAC en assurant la sécurité. Si l'aérodrome est contrôlé, il regardera régulièrement vers la tour de contrôle au cas où les contrôleurs lui enverraient un message par un signal ou une fusée lumineuse. Pour signaler sa panne radio, le pilote peut afficher 7600 sur son transpondeur s'il en est équipé.

2.4.2 Les arrivées aux instruments

Les arrivées aux instruments sont très réglementées. Elles s'effectuent sur des trajectoires préétablies. Les aéronefs les empruntant sont sous la responsabilité du contrôle d'approche et doivent bien rester dans le volume protégé réservé à la procédure suivie.

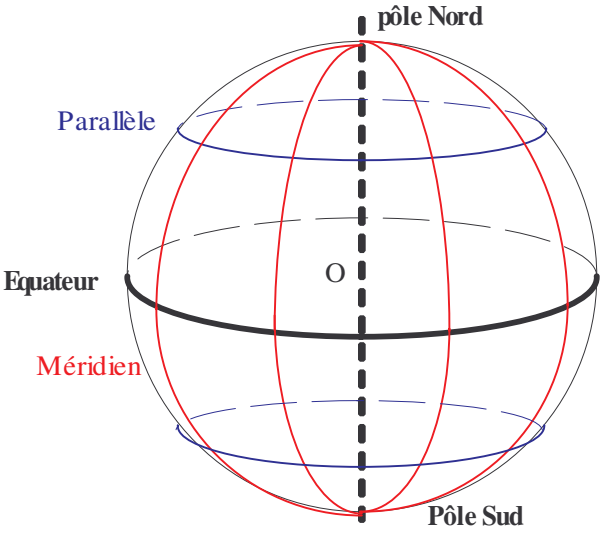
Il existe une documentation spécifique présentant la trajectoire à respecter (verticale et horizontale) avec toutes les altitudes de passage aux différents points de repère, les fréquences radio et radionav utiles, les performances des dispositifs, les hauteurs auxquelles un pilote peut descendre sans voir la piste avant d'être obligé de remettre les gaz (minima), la procédure de remise de gaz, ...
En bref tout ce que le pilote doit se mettre en tête avant d'effectuer la finale et que le copilote doit suivre au cours de la descente pour vérifier son bon déroulement.

3 LA NAVIGATION AERIENNE

3.1 LES COORDONNEES GEOGRAPHIQUES ET LES CAPS

Le premier problème à résoudre pour pouvoir naviguer est de se repérer à la surface de la terre pour pouvoir connaître sa position et celle de sa destination. Ce problème se posait déjà aux navigateurs lors des explorations de la planète par les océans.

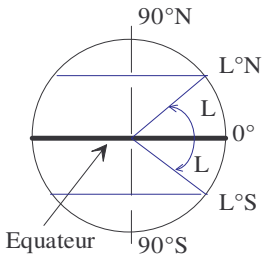
Pour le résoudre on a imaginé de quadriller la terre à l'aide de lignes fictives ……
……



La terre est considérée comme une sphère en rotation autour d'un axe joignant deux points diamétralement opposés de sa surface : les pôles géographiques. Ils sont appelés **pôle Nord** et **pôle sud**.

On coupe alors la terre perpendiculairement à l'axe des pôles. On dessine ainsi sur sa surface des cercles parallèles les uns aux autres (d'où leur nom).

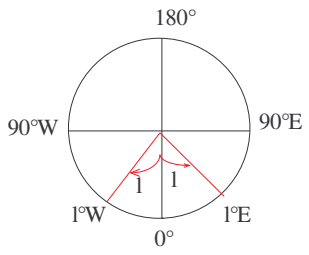
Celui situé au centre de la terre est appelé ……



On dessine ensuite sur la surface des arcs de cercle joignant les deux pôles. Ces demi-cercles sont appelés méridiens.
Pour se repérer sur la surface de la terre, il suffit de préciser au croisement de quel parallèle et de quel méridien on se trouve .

Pour localiser le parallèle on utilise l'angle entre l'équateur et le point de la surface considéré (voir schéma ci-dessous).

On l'appelle …….



La latitude est comprise entre 0 (équateur) et 90° (pôles).

On précise l'hémisphère dans lequel se trouve le point pour assurer la localisation (N ou S).

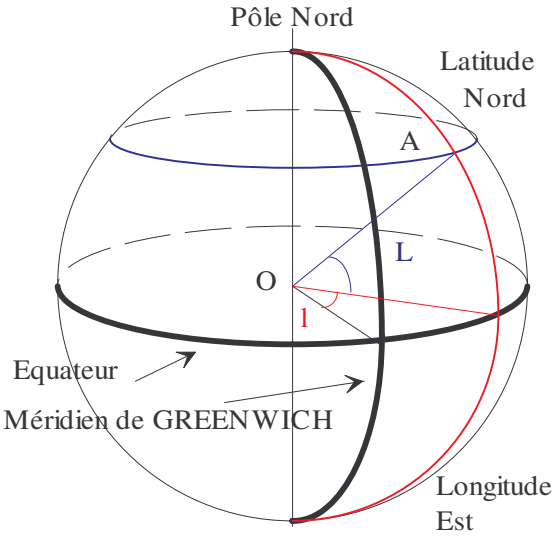
Pour localiser le méridien on utilise un méridien de référence (GREENWICH) et on mesure l'angle entre cette référence et le méridien sur lequel se trouve le point à localiser (voir schéma ci-dessous).

Cet angle est appelé ……..

La longitude est comprise entre 0 (méridien de Greenwich) et 180° (méridien opposé).

On précise également si l'angle doit être parcouru vers l'Est ou l'Ouest.

Par exemple le terrain de Bondues a pour coordonnées : latitude 50°41'17"N et longitude 003°04'36"E. Les coordonnées sont toujours données de cette façon et avec cette précision.



Remarque : les cercles dessinés à la surface et centrés sur le centre de la terre sont appelés **grand cercles** (ex : l'équateur).

Les méridiens sont des demis grands cercles.

Les autres sont appelés petits cercles (ex : les parallèles autres que l'équateur).

Pour pouvoir se déplacer et prévoir sa navigation, il faut représenter la terre sur des cartes. La terre n'étant pas plate, lorsque l'on projette sa surface sur une carte on engendre des déformations qui modifient les distances.

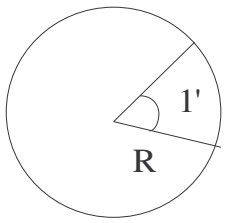
Plus la carte représente une partie importante de la terre et plus les déformations …… ……..

On utilise donc des cartes dont l'étendue représentée est limitée pour éviter les problèmes de ce genre. Les parallèles et méridiens sont figurés sur les cartes afin de pouvoir donner les coordonnées géographiques de tous les points y figurant.

Les cartes aéronautiques les plus utilisées ont pour …….. 1/500 000ème, 1/1 000 000ème et 1/2 000 000ème. Ce chiffre représente le rapport entre la distance mesurée sur la carte et la distance réelle. En pratique, sur ces cartes 1cm représente respectivement 5 km, 10 km et 20 km.

L'unité de distance en aéronautique n'est toutefois pas le kilomètre mais le "

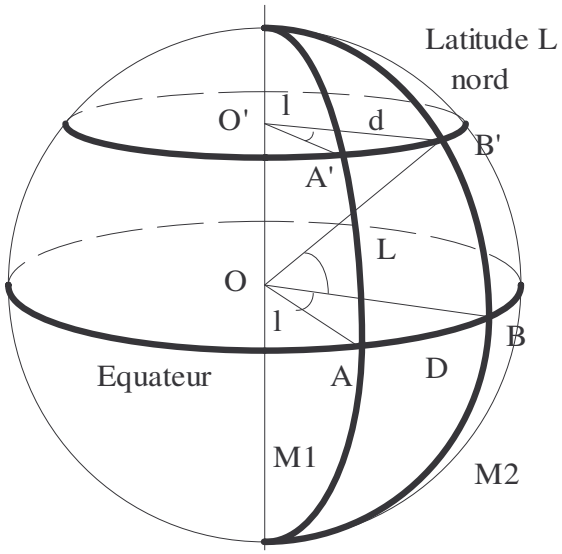
…….." ou **nautique (Nm).** Le nautique correspond à la distance que l'on parcourt sur un grand cercle lorsqu'on décrit un arc intercepté par un angle de 1'.



Cette distance peut se calculer : la longueur d'un arc intercepté par un angle α sur un cercle de rayon R est d = α.R avec α en radians.
Le rayon terrestre est de 6370 km environ. Donc d = 1,852 km.
On peut également le calculer à partir de la circonférence terrestre P qui est de 40 000 km.
Elle est interceptée par un angle de 360°. Donc d = 40 000 / (360*60) = 1,852 km.

Pour déterminer la distance séparant deux points sur une carte on peut donc mesurer cette distance sur la carte et la multiplier par l'échelle ou la relever au compas et la reporter sur un méridien (grand cercle). On regarde alors quelle est la valeur de l'angle l'interceptant (en ') et on obtient directement la distance en Nm

Attention, il ne faut pas utiliser la deuxième méthode sur les parallèles. En effet, ceux-ci n'étant pas des grands cercles, la distance séparant deux points écartés d'un même angle en longitude varie en fonction de la latitude :



- soient les points A et B à l'intersection des méridiens M1 et M2, et de l'équateur.
Ils sont séparés d'un angle l. La distance D qui les sépare est donc de …….

- soient les points A' et B' à l'intersection du parallèle de latitude nord L et des deux mêmes méridiens M1 et M2.
Ils sont séparés du même écart angulaire l sur les méridiens mais il apparaît clairement sur la figure que la distance d qui les sépare est …… …… à la distance D qui sépare A et B.

Le calcul de cette distance se fait en considérant les triangles curvilignes (O,A,B) et (O',A',B').

Ces triangles sont semblables (mêmes angles). On a alors proportionnalité entre les longueurs des différents côtés dans les deux triangles :

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{O'B'}{OB} \quad or\, dans\, le\, triangle\,(O,O',B')\, on\, a: \quad \sin\left(\frac{\pi}{2} - L\right) = \frac{0'B'}{OB'} = \frac{O'B'}{OB} = \cos(L)$$

OB' = OB car la terre est considérée comme sphérique.

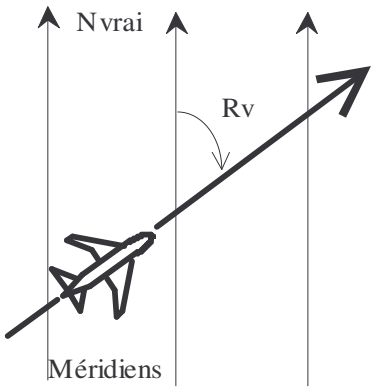
On en déduit donc que :
$A'B' = AB.\cos(L)$ soit **d = D.cos(L)**

Avec D = l (la différence de longitude) si D en Nm et l en '.

Pour se rendre d'un point à un autre, il faut pouvoir donner une direction à suivre.

Pour cela on trace un trait sur la carte entre le point de départ et le point d'arrivée.

On mesure ensuite l'angle entre un méridien et la ligne (= ……) tracée sur la carte en tournant dans le sens horaire et en prenant comme référence la direction du Nord géographique (= ……) - cf. schéma ci- contre.



Cet angle est appelé ……...

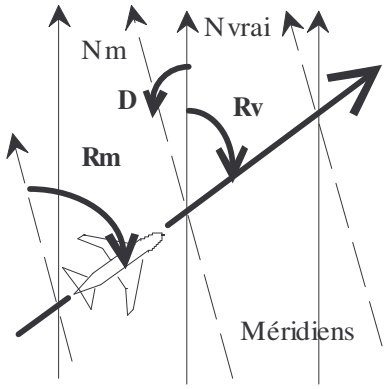
La direction du Nord représente une route vraie ….°, celle de l'Est une route vraie ….°, celle du sud une route vraie …….° et celle de l'Ouest, une route vraie …….°.

Sans vent la route représente le cap vrai que l'avion doit suivre pour arriver au point voulu.

En fait les instruments de bord ne donnent pas d'information sur le cap vrai de l'avion mais sur son cap magnétique.

La terre se comporte comme un aimant dont les pôles magnétiques sont légèrement décalés par rapport aux pôles géographiques.

Il est donc important de déterminer le cap magnétique de la route (**Rm**) que l'on veut suivre.



L'angle orienté entre la direction du …….. et celle du ……. en un point donné de la surface de la terre est appelé **déclinaison magnétique** (ou **déclinaison**) et on le note **D**.

Cet angle est …….. si la déclinaison est vers l'Est et …….. si elle est vers l'Ouest.

En France elle évolue entre 1°W (extrémité Est de la côte d'azur) et 5°30'W (pointe Finistère). D'une manière générale elle évolue selon le lieu et elle varie dans le temps.

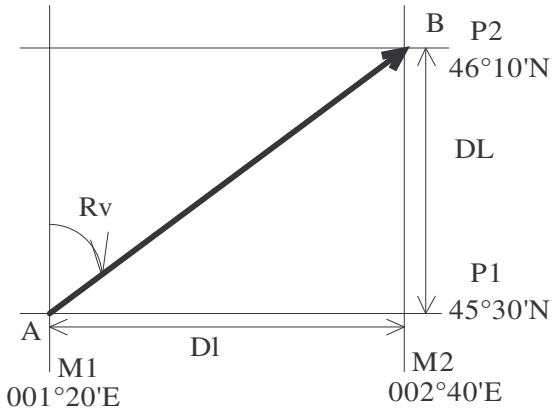
On a la relation : **Rv = Rm + D**

Exemple : Un aéronef décolle de Toulouse pour aller à Perpignan. Sur la carte on relève une route vraie de 120°. Dans cette région la déclinaison est de 4° Ouest. On peut alors calculer la route magnétique à suivre : Rv = Rm +D donc Rm = Rv - D

Avec : Rv = 120° et D = -4° On a alors : Rm = 124°

A partir des coordonnées géographiques des points de départ et d'arrivée on peut calculer la distance à parcourir et déterminer la route vraie à suivre.

Exemple : Un pilote d'avion veut se rendre du point A au point B. Les coordonnées géographiques de ces points sont :



A : 45°30'N et 001°20'E

B : 46°10'N et 002°40'E

La première chose à faire est de représenter les points sur un petit schéma pour les situer :

On peut ensuite déterminer les écarts de latitude DL et de longitude Dl entre les deux points :

DL = 46°10' - 45°30' = 40'

Et Dl = 0002°'40' - 0001°20' = 1°20'

On convertit les écarts angulaires (en ') en distances (Nm) en utilisant la latitude moyenne pour convertir Dl :

DL = 40 Nm

Dl = 80*cos((46°10' + 445°30')/2) = 55,7 Nm

On peut alors calculer la distance entre les deux points A et B ainsi que la route vraie à suivre pour aller de A à B :

$$AB = \sqrt{Dl^2 + DL^2} = 68{,}6Nm \quad \tan(Rv) = \frac{Dl}{DL} \Rightarrow Rv = 54°20'$$

3.2 LES CARTES AERONAUTIQUES

En fonction du type de navigation qu'il veut effectuer, le pilote doit utiliser des cartes bien déterminées pour suivre sa route. Les cartes sont obtenues par projection de la surface de la terre sur une surface plane. Elles présentent donc des déformations en fonction du type de projection retenu. La plus couramment utilisée est la projection dite « Lambert conforme ». C'est elle que l'on a retenu pour les 1/500 000 et 1/1 000 000.

Ces cartes comprennent les informations dont il a besoin pour mener son vol dans de bonnes conditions et en total respect des règles de l'air et de la circulation aérienne générale.

Ces cartes comprennent les informations dont il a besoin pour mener son vol dans de bonnes conditions et en total respect des règles de l'air et de la circulation aérienne générale.

Pour le vol à vue, la carte en vigueur est la 1/500 000ème.

Pour une navigation à l'aide des balises de radionavigation mais menée selon les règles VFR, la carte est la 1/1 000 000ème RN à vue.

Pour les vols IFR les pilotes utilisent des cartes 1/2 000 000ème IFR. Les renseignements portés sur ces cartes sont très différents dans les trois cas.

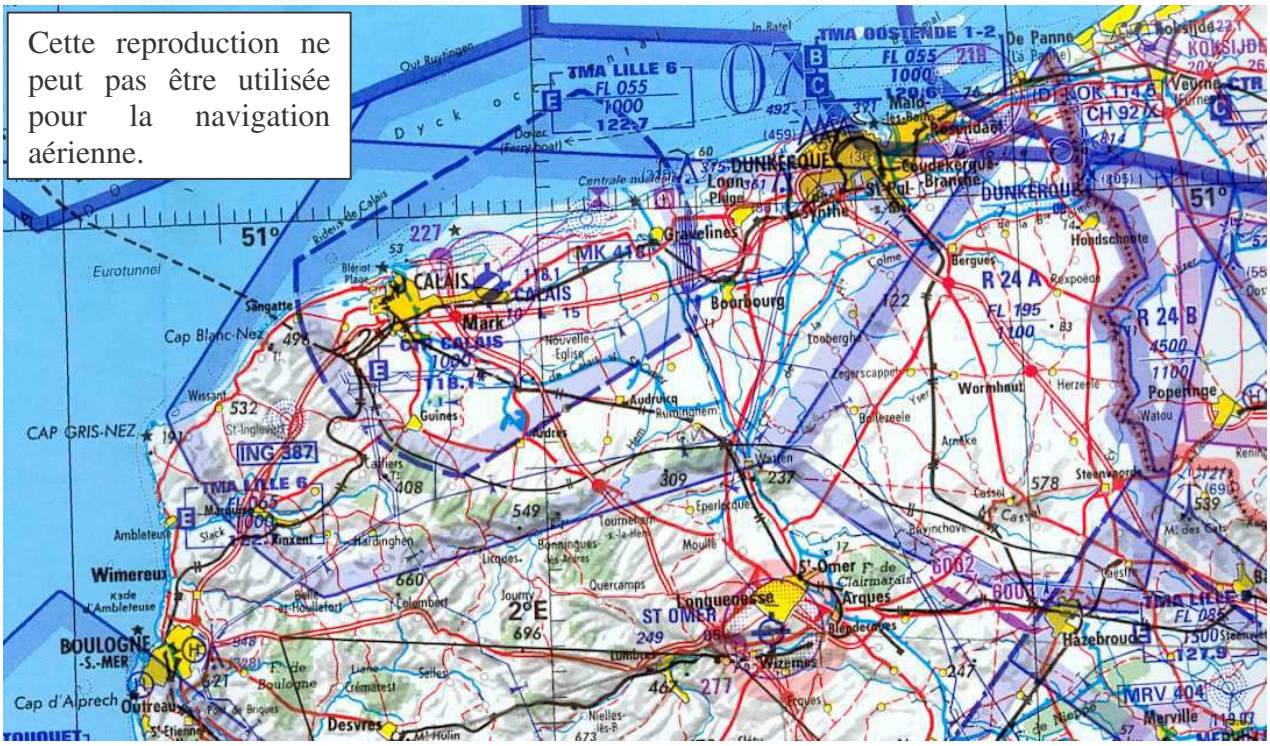
3.2.1 Les cartes de vol à vue

La 1/500 000ème présente de nombreux détails du relief et du paysage pour un repérage à vue de sa position.

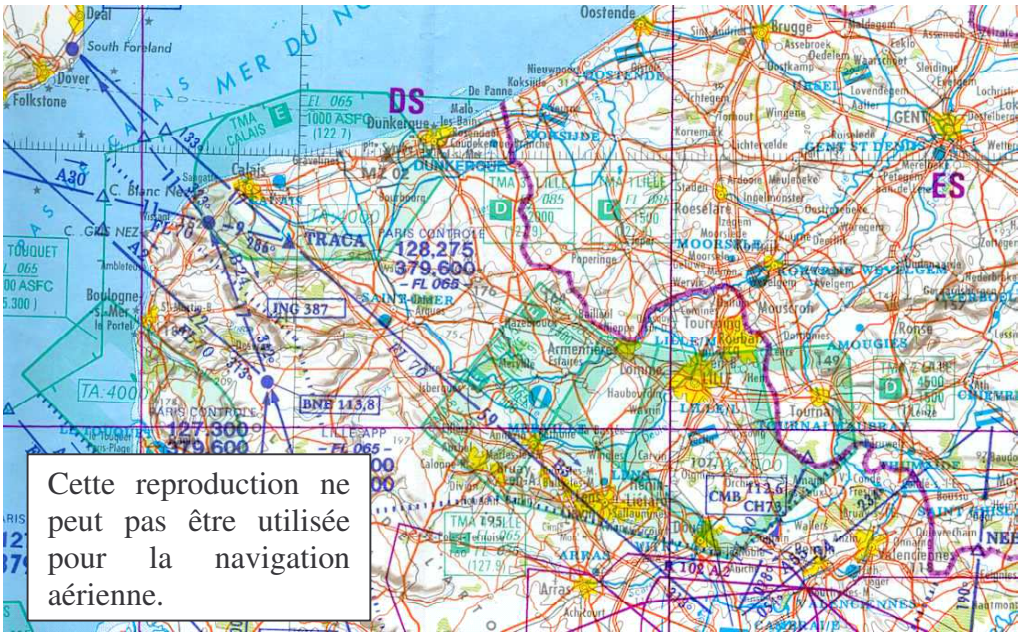
Les obstacles et leur altitude sont indiqués ainsi que les zones P, D, R et les zones contrôlées.

Les renseignements sont limités à la plus élevée des 2 altitudes de 5000 ft AMSL ou 2000 ft sol.

Pour tenir compte de la déclinaison, une représentation à petite échelle de la France avec quelques …….. (lignes d'égale déclinaison) se trouve dans la légende.



La 1/1 000 000ème est assez similaire mais plus détaillée sur les balises de RN. Les renseignements qui y sont portés concernent l'espace entre 3000 ft AMSL ou 1600 ft sol et le FL 195.

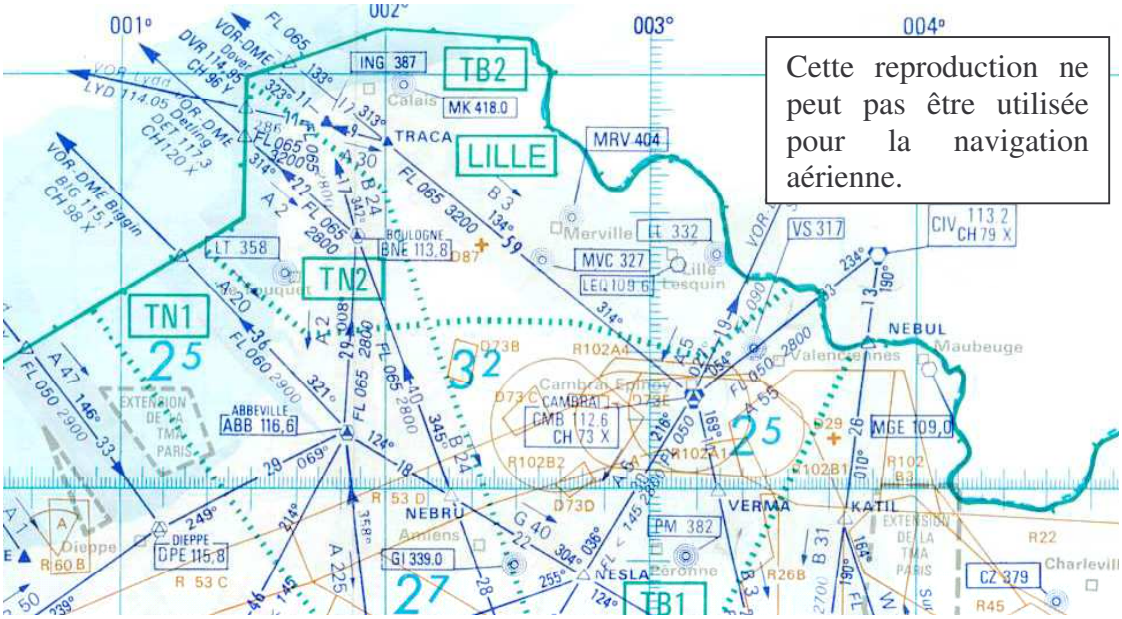


3.2.2 Les cartes de vol aux instruments

La 1/2 000 000ème ne représente aucun détail de la géographie des zones qu'elle représente.

Elle ne fournit que les informations sur les balises de RN, les airways, les zones de contrôle et les fréquences associées.

Il en existe toujours 2 pour une même région : une pour l'espace inférieur et une pour l'espace supérieur.



3.3 LA NAVIGATION A L'ESTIME

3.3.1 Préparation d'une navigation

- première étape, il faut tracer le trait de la navigation sur la carte.
- ensuite il faut renseigner un log de navigation :

Vp =		Fb=			Conso					
Repère	Cm	Dist	Tsv	HEA	Conso	X	Δt	HRA	Remarques	RDO

- la première colonne permet d'identifier les points.
- dans la deuxième colonne on note le cap magnétique à prendre pour atteindre le point suivant (sans vent).
- dans la troisième on note la distance pour atteindre le point suivant.
- dans la quatrième, le temps de parcours prévu sans vent.
- dans la cinquième l'heure à laquelle on prévoit d'arriver.
- dans la sixième, le carburant consommé.
- les trois colonnes suivantes sont renseignées en vol pour tenir compte du vent (estimation de la dérive, du temps perdu ou gagné et heure actualisée d'arrivée).
- il est utile dans les remarques de noter les déroutements à envisager au cas où, ainsi qu'une altitude de sécurité (1500 ft au-dessus de l'obstacle le plus élevé dans une bande de 5Nm autour de la route prévue).
- dans la colonne RDO on peut indiquer les fréquences des balises RN à proximité, des terrains proches de la route et celles des organismes de contrôle gérant les zones environnantes.

Le calcul du temps sans vent se fait à l'aide du facteur de base : $Fb = \frac{60}{Vp}$ en mettant Vp en Km/h.

Pour calculer le temps sans vent pour parcourir la distance D, il suffit de faire Tsv = D*Fb. Le résultat est en minutes.

3.3.2 Corrections en vol

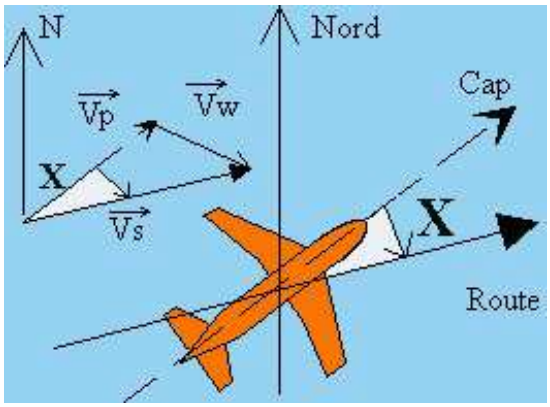
Lorsque l'on effectue la navigation, il est rare qu'il n'y ait pas de vent du tout. En conséquence les paramètres déterminés lors de la préparation ne seront pas tout à fait respectés.

Le vent est donné par deux paramètres : la direction de laquelle il vient et sa vitesse. Par exemple un vent du 135 pour 12kt provient du sud-est (cap 135°) et souffle à la vitesse de 12 nœuds. Il se note Vw = 135°/12 kt.

Influence du vent sur la navigation :

- ……

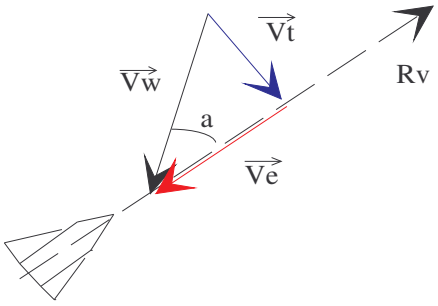
Sans vent on a Vs = Vp (vitesse propre). Si le vent est arrière Vs > Vp (il "pousse" l'avion). Si le vent est de face, Vs < Vp (il « freine l'avion »).



- ……...

Si le vent est dans l'axe de la route, il n'a pas d'influence sur celle-ci.
S'il vient de la droite de la route, il dévie l'avion à gauche de celle-ci. S'il provient de la gauche de la route, il le dévie à droite.
Dans les deux cas on dit que le vent engendre une **dérive** (= angle entre la route tracée et la route réellement suivie).

……. se note X et se compte ……. quand elle est à droite de la route tracée.



Le vent peut être décomposé en une composante parallèle à la route suivie, le ……. (Ve = Vw.cosα) et une composante perpendiculaire à la route suivie, le ……. (Vt = Vw.sinα).

L'angle entre le cap de l'avion et la route suivie est la dérive.

Le triangle des vitesses permet de prévoir l'influence du vent : $\vec{V}s = \vec{V}p + \vec{V}w$

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

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

Pour s'aider on peut retenir le schéma suivant :

- → ← +

Rv	**X**	**Cv**	**D**	**Cm**	**d**	**Cc**

Il se retient à l'aide de la phrase :
« Retouchez votre dérive, cela vous donnera chaque mesure de votre cap compas. »

3.4 LE CHEMINEMENT

3.4.1 Le cheminement à vue

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

Lorsque la météo est très clémente et que la portée visuelle est très grande, il est possible d'effectuer ce type de navigation en toute tranquillité.

Toutefois si la visibilité est moins bonne que prévu ou que les conditions météo se dégradent au cours du vol, on peut se retrouver dans l'impossibilité de mener la navigation de cette façon.

Il est donc impératif de toujours prévoir un tracé rigoureux avec un log complet auquel on pourra se raccrocher si le besoin s'en fait sentir.

3.4.2 Le cheminement radionav

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

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

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

4 ALTIMETRIE

4.1 L'ATMOSPHERE STANDARD

Afin de graduer les altimètres, il a fallu établir une atmosphère dite standard, qui correspond aux paramètres moyens de l'atmosphère au cours de l'année.

Les valeurs de référence en sont les suivantes :

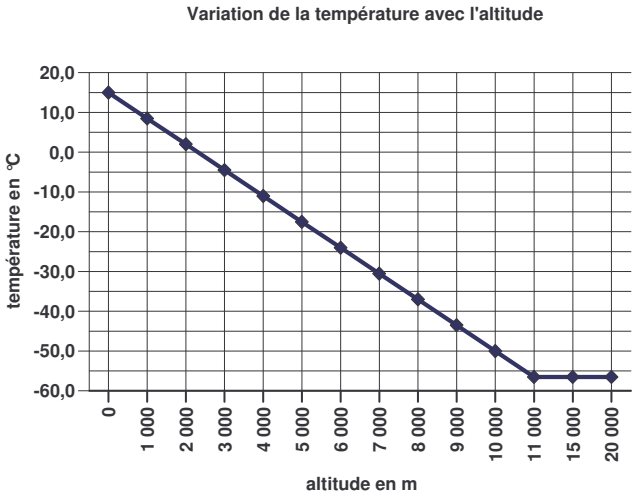
à z = 0 m, p_o = ……. Pa = ……. mbar , T_o = …. °C et ρ_o(air) = 1,225 kg.m^{-3}

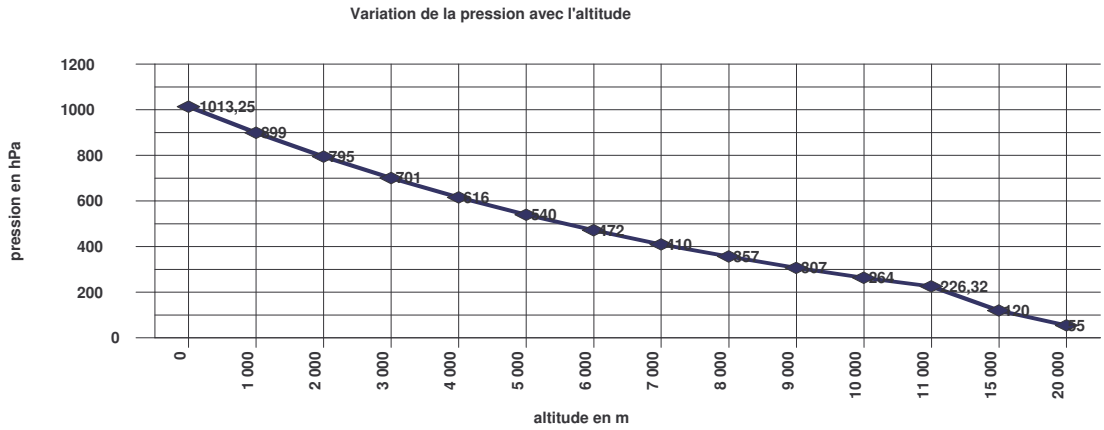
T évolue en fonction de l'altitude selon la loi T = T_o – … ° / 1000 ft

p (en hPa=mbar) = p_o - z (en ft) / …. pour z < 2500 ft

Courbes de pression et de température en atmosphère standard :

Altitude en mètres	Température en d° Celcius	Pression en hPa
(m)	(°C)	(hPa)
0	15,0	1 013,25
1 000	8,5	899
2 000	2,0	795
3 000	-4,5	701
4 000	-11,0	616
5 000	-17,5	540
6 000	-24,0	472
7 000	-30,5	410
8 000	-37,0	357
9 000	-43,5	307
10 000	-50,0	264
11 000	-56,5	226,32
15 000	-56,5	120
20 000	-56,5	55





4.2 LES CALAGES ALTIMETRIQUES

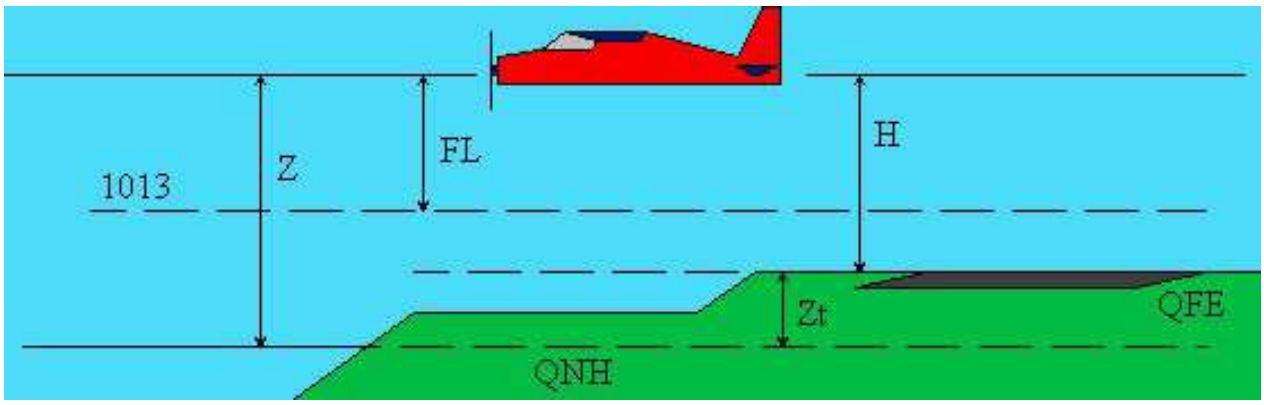
L'atmosphère ne répondant pas à ce modèle tous les jours il est nécessaire de pouvoir modifier le calage de l'instrument si on veut afficher une hauteur de 0m au sol.

Pour cette raison il est possible de choisir la pression de référence utilisée par l'altimètre pour z = 0 m.

On utilise 3 types de calages :

- le QFE pour afficher ……. …….de l'avion par rapport au terrain. (calage local)
- le QNH pour afficher ……..de l'avion par rapport au niveau de la mer (calage local)
- le 1013 pour afficher …… de l'avion par rapport au niveau 0 (calage universel).

On peut résumer cela par le schéma de suivant :



4.3 SECURITE ALTIMETRIQUE

Non seulement la pression au sol n'est pas toujours la même que la pression standard, mais la température non plus.

L'indication de l'altimètre est alors faussée. On peut la corriger en utilisant la relation suivante :

$$H_v = H_i \cdot \frac{T_v}{T_{std}}$$

Avec :

- Hv la hauteur vraie
- Hi la hauteur indiquée par l'altimètre
- Tv la température vraie
- Tstd la température standard à la même altitude.

La correction peut se faire avec les altitudes mais les approximations sont alors plus importantes.

Si l'atmosphère est chaude, la hauteur réelle est plus importante que la hauteur indiquée et la sécurité n'est pas engagée.

Dans le cas contraire, il est prudent de corriger la hauteur pour s'assurer une marge de passage au-dessus des obstacles.

4.4 PROBLEMES D'ALTIMETRIE

Voici quelques exemples de problèmes d'altimétrie pouvant se poser :

1) Un altimètre calé sur 1013,25 hPa indique 10 000 ft. L'aéronef survole un terrain d'altitude Zt = 560 ft. Le QFE du jour est 1003 hPA. Qu'indiquera l'altimètre si on le cale sur le QNH, puis sur le QFE?

2) Un avion décolle de BONDUES (Zt = 69 ft) avec le QFE de 1005 hPa d'affiché. L'antenne du mont des cats est annoncée à 1211 ft AMSL. A quelle altitude doit-il la survoler pour respecter une marge de 150 m? Quelle sera la hauteur indiquée par l'altimètre s'il ne modifie pas le calage? Quel est alors son FL?

5 PREPARATION ET EXECUTION D'UN VOL

5.1 PREPARATION AU SOL

5.1.1 Tracé de la navigation et rassemblement de la documentation

- Tracer les branches de la navigation sur la 1/500 000ème et remplir le log de navigation.
- Rassembler les cartes VAC du terrain de départ, d'arrivée et des éventuels terrains de déroutement.
- Prendre le plan de vol si il y en a ru un de déposé.
- Vérifier que l'on a sa licence de pilote, sa carte d'identité et son certificat médical d'aptitude.
- Se munir du carnet de vol de l'avion (vérifier qu'il est à jour), du certificat d'immatriculation, du certificat de navigabilité (ou de la fiche d'identification pour un ULM), de la fiche de pesée et de l'attestation d'assurance.

5.1.2 Prise de connaissance de la MTO et des NOTAM

- Prendre les dernières informations sur la météo du trajet (TAF et METAR) et des terrains de déroutement (téléphone ou minitel).
- Se renseigner sur les NOTAM (NOtice To Air Men – messages édités par les organismes de contrôle) en vigueur afin de s'assurer qu'il n'y a aucune consigne particulière pour ce jour dans les zones survolées et sur les terrains utilisés.

5.2 SECURITE EN VOL

5.2.1 Visite pré-vol et respect des check-lists

Bien respecter tous les points des check-lists de l'appareil afin de s'assurer que l'avion est en parfait état pour le vol.

Il ne faut jamais décoller avec un avion qui laisse planer des doutes sur sa bonne santé mécanique.

Les indications du manuel de vol de l'appareil sont destinées à assurer la sécurité des utilisateurs, si l'appareil ne répond pas parfaitement aux critères il est potentiellement dangereux.

5.2.2 Respect des zones et altitudes

Pendant le vol il est très important de respecter les hauteurs minimales de survol afin d'assurer la sécurité et le confort des passagers comme des gens survolés.

De même il faut être vigilant sur le respect des zones P, D ou R et ne surtout pas oublier de demander l'autorisation de pénétrer dans les zones contrôlées à contact radio obligatoire.

En cas de non-respect de ces règles, la sécurité peut être engagée.

5.2.3 Prévention des abordages

La sécurité d'un appareil en VFR est avant tout assurée par la vigilance de son équipage qui doit assurer une surveillance du ciel de tous les instants.

Il ne faut regarder à l'intérieur de la cabine que le minimum de temps nécessaire.

Il faut bien penser à surveiller le ciel dans le plus grand espace possible et pas seulement juste devant l'avion. Le danger peut venir des côtés.

Les autres avions ne sont pas les seuls dangers, les oiseaux sont des projectiles extrêmement efficaces contre les avions légers et les antennes des relais de télécommunication ont des câbles en acier qui s'étendent sur une zone assez large autour de l'obstacle...

5.2.4 Surveillance de l'avion et anticipation des problèmes mécaniques

Les paramètres moteurs ne se vérifient pas seulement au point fixe avant le décollage.

Il faut périodiquement contrôler le bon fonctionnement de celui-ci au cours du vol afin de pouvoir détecter très vite un éventuel problème (givrage du carburateur, surchauffe, baisse de pression d'huile,...) et réagir avant que la situation ne devienne réellement dangereuse.

5.2.5 Surveillance de la météo et anticipation des dégradations

Tout comme l'avion la météo se surveille attentivement.

Le ciel n'est pas toujours bleu à perte de vue et si les nuages se font de plus en plus menaçants, il faut prendre la décision d'adapter sa route (se dérouter) ou même éventuellement de faire demi-tour avant de se trouver dans une situation dangereuse.

5.3 CONCLUSION D'UN VOL

5.3.1 Formalités administratives

Lorsque l'avion est posé, que l'on est rentré au parking, que le moteur est coupé (dans le respect des checks) et que le temps de vol est noté, le vol n'est pas encore fini.

Il reste à remplir la feuille d'activité de l'aéroclub (qui permet suivre régulièrement l'activité en vol de l'ensemble des membres du club) ainsi que son carnet de vol personnel (qui permet de suivre l'évolution de l'activité d'un pilote par les autorités) et le carnet de bord de l'avion (qui permet de suivre l'évolution de l'avion, d'assurer son entretien périodique et de signaler les éventuelles anomalies rencontrées en vol afin qu'elles soient traitées avant que l'avion ne reprennent l'air).

5.3.2 Entretien des aéronefs

Tout comme une voiture, un aéronef doit être entretenu régulièrement. Il faut assurer un entretien périodique des différentes parties de l'avion.

La périodicité de cet entretien est fixée par le constructeur au vu des technologies employées dans la construction et de l'expérience acquise lors des essais de certification de l'appareil.

Tout est consigné dans le manuel de vol, d'utilisation et d'entretien de l'appareil et il est de la responsabilité de l'exploitant (l'aéroclub) de respecter ces consignes.

Toutefois, il est de la responsabilité des pilotes de bien noter les heures de vol qu'ils effectuent sur le carnet de bord (sans triche!) afin que la périodicité de l'entretien puisse être assurée sans problème.

Tout manquement à ces règles peut entraîner des accidents mortels.

Ce document a été réalisé par les coordonnateurs du CIRAS de l'Académie de LILLE (Frédéric WILLOT et Didier VANDERPERRE) à l'intention des animateurs des BIA. Il peut être reproduit et diffusé librement à des fins pédagogiques et non lucratives.

Crédits photographiques :

Les photographies et illustrations ont été réalisées par les auteurs à l'exception des reproductions des cartes de navigation et des cartes VAC.

Bibliographie :

« Initiation à l'aéronautique » T. du PUY de GOYNE, Y. PLAYS, P. LEPOURRY, J. BESSE Editions CEPADUES.

« Mécanique du vol » 2ème édition A.C. KERMODE Editions MODULO

« Manuel du pilote d'avion – vol à vue », SFACT Editions CEPADUES

« Manuel du pilote – vol à voile », SFACT Editions CEPADUES