Navigation, Sécurité et Réglementation de la circulation aérienne

L'avion est passé très rapidement d'un loisir sportif à un moyen de transport, tout comme l'automobile.
Tout comme pour le transport routier, l'augmentation du trafic aérien a nécessité de développer des règles et des infrastructures.

L'organisation est structurée à plusieurs niveaux :

- Mondiale : l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) = ICAO
- Continentale : l'EASA (European Aviation Safety Agency)
- Nationale : la DGAC (Direction Générale de l'Aviation Civile)

L'organisation se fait aussi au niveau des fédérations sportives avec le CNFAS et des organisations professionnelles avec, entre autres, le GIFAS et la FNAM.

L'O.A.C.I.

(Organisation de l'Aviation Civile Internationale)

Créée en 1944 suite à la Convention de Chigago relative à l'aviation civile, elle regroupe 150 pays.

Elle 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.

L'EASA

L'**Agence européenne de la sécurité aérienne** (**AESA**, en anglais *EASA*), est une agence de la Union Européenne qui traite la sécurité aérienne, basée à Cologne (Allemagne) et qui est entrée en fonctions en septembre 2003.

L'AESA a pour mission d'aider l'UE à :

- promouvoir le plus haut niveau possible de sécurité et de protection environnementale de l'aviation civile
- faciliter la libre circulation des biens, des personnes et des services ;
- favoriser la rentabilisation des processus réglementaires et de certifications ;
- aider les États membres à remplir, sur une base commune, les obligations que leur impose l'OACI ;
- promouvoir, au niveau mondial, les vues qu'elle défend quant aux normes de sécurité à appliquer dans l'aviation civile.

La DGAC
Direction Générale de l'Aviation Civile

- S'occupe de la sécurité et de la sureté du transport aérien.
- Veille à réduire les nuisances sonores et atmosphériques autour des aéroports.
- Gère le contrôle aérien.
- Participe à la construction du ciel unique européen.
- Joue un rôle dans la formation des cadres de l'aviation civile par l'intermédiaire de l'ENAC (École Nationale de l'Aviation Civile)
- Assure les examens des personnels navigants professionnels et des pilotes privés.

CNFAS
Conseil National des Fédérations Aéronautiques Sportives

Créé en 2006, il regroupe 9 fédérations sportives :

* La Fédération Française Aéronautique (FFA)
* La Fédération Française de Planeur Ultra-Léger Motorisé (FFPLUM)
* La Fédération Française d'AéroModélisme (FFAM)
* Le Réseau des Sports Aériens (RSA)
* La Fédération Française de Vol Libre (FFVL)
* La Fédération Française de Vol à Voile (FFVV)
* La Fédération Française de Parachutisme (FFP)
* La Fédération Française de Giraviation (FFG)
* La Fédération Française d'Aérostation (FFA)

GIFAS

- Le GIFAS regroupe les entreprises françaises du secteur aéronautique et spatial:
  - les constructeurs et systémiers
  - Les fabricants d'équipements embarqués
  - Les PME aéronautiques

- Il a pour missions :
  - de défendre les intérêts de la profession
  - de promouvoir le secteur aéronautique
  - de promouvoir la formation professionnelle pour le secteur

FNAM
Fédération Nationale de l'Aviation Marchande

- La FNAM regroupe :
  - Les entreprises du secteur du transport aérien français
  - 370 entreprises représentant plus de 100 000 emplois

- Elle a pour missions :
  - la compétitivité du transport aérien français
  - la sureté et la sécurité aérienne
  - la satisfaction des consommateurs
  - le dialogue social, l'emploi et la formation
  - site dédié : http://www.aeroemploiformation.com/

ONERA

THE FRENCH AEROSPACE LAB

ONERA
Centre français de la recherche aéronautique, spatiale et de défense

- Organisme public de recherches pluridisciplinaires au service des agences de programmes, des institutionnels et des industriels.

4 BRANCHES SCIENTIFIQUES, 17 DÉPARTEMENTS

- MAS - Matériaux et structures
- MFE - Mécanique des fluides et énergétique
- PHY - Physique
- TIS - Traitement de l'information et systèmes

PROSPECTIVE AÉROSPATIALE

SOUFFLERIES ET INGÉNIERIE

LES MOYENS DE CALCUL INTENSIFS

DÉVELOPPEMENT COMMERCIAL ET VALORISATION

INNOVATIONS ET SAVOIR-FAIRE

Un conducteur qui veut se rendre de Cherbourg-Octeville à Brest doit :

- Posséder un permis de conduire
- Avoir un véhicule homologué au contrôle technique valide
- Préparer son trajet sur une carte routière
- L'effectuer en respectant le code de la route et en contrôlant l'état de son véhicule et son niveau de carburant

Qu'en est-il d'un pilote qui veut faire le même trajet ?

Licences et Brevets

Pour voler un pilote doit posséder un Brevet et une Licence :

- **Brevet =** diplôme attestant que vous avez suivi une formation et satisfait à un test.
- **Licence =** titre provisoire permettant d'exercer les privilèges d'un brevet. La licence se renouvelle par un test et/ou la justification d'une pratique.

Les licences pour l'avion :

- **PPL : Private Pilot Licence**
- **CPL : Commercial Pilot Licence**
- **ATPL : Air transport Pilot Licence**

Licences et Brevets

- **Le PPL :** Permet à son titulaire, âgé de 17 ans minimum, de
  - voler en VFR partout en France et en Europe
  - emporter des passagers (qui peuvent participer aux frais mais pas le rémunérer)

Il est possible d'être lâché à 15 ans mais le brevet ne peut se passer qu'à partir de 17 ans.

- Les qualifications complémentaires :
  - vol aux instruments (IFR = Instrument Flight Rules)
  - vol de nuit
  - Voltige (Aerobatics)
  - train rentrant et pas variable
  - réacteur
  - turbopropulseur...

Licences et Brevets

- **Le CPL :** Cette licence permet de se faire rémunérer pour un travail aérien.

- **L'ATPL :** Cette qualification permet d'exercer la fonction de copilote ou de commandant de bord sur un avion de ligne dans une société de transport aérien.

- **Brevet de pilote planeur :** ce brevet permet à son titulaire de voler en planeur en local d'un terrain. Il faut 14 ans pour être lâché et 16 ans pour être breveté.
  Des qualifications complémentaires permettent :
  - l'emport de passagers
  - le vol au dessus de la campagne
  - la voltige

Licences et Brevets

- **Brevet de pilote ULM :** il dépend de la classe de l'ULM. Il faut être âgé de 15 ans minimum pour être breveté.
  Classes d'ULM :
  - paramoteur
  - pendulaire
  - multiaxes
  - autogire
  - ballon dirigeable
  - hélicoptère

Pour toutes les autres disciplines aéronautiques il existe également des brevets permettant d'attester un niveau de formation pour la pratique (vol libre, hélicoptère, parachutisme...)

Certification, équipement et entretien des aéronefs

- Pour les ULM et le vol libre, les machines ne sont pas obligatoirement certifiées et peuvent être entretenues par leurs propriétaires.

- Pour les avions, planeurs et hélicoptères, la machine doit être homologuée et son entretien fait l'objet d'un suivi en fonction des heures vol à l'aide du carnet de vol de l'aéronef.
  Il est assuré, pour tout ou partie, par du personnel spécialement qualifié et doit respecter le manuel de vol, d'utilisation et d'entretien édité par le constructeur.

Certification, équipement et entretien des aéronefs

- La certification des machines est assurée par la DGAC qui délivre :
  - Un Certificat De Navigabilité pour les appareils produits par des industriels
  - Un Certificat De Navigabilité Restreint d'Aéronef pour les appareils construits par des amateurs

- Les aéronefs possèdent un carnet de route qui mentionne tous les vols avec leur durée, leur nature, le commandant de bord...
  Il sert notamment à vérifier que l'entretien est bien effectué en temps et en heure.
  Après entretien ou réparation le carnet de route doit comprendre la mention APRS (Autorisation Pour Remise en Service).

Certification, équipement et entretien des aéronefs

- A l'exception des aéronefs de vol libre, les appareils doivent être immatriculés.
  En Europe l'immatriculation comporte 5 caractères. Le premier désigne le pays. Exemple :
  F – GHIJ (aéronef basé en France)

Alphabet aéronautique international :

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		

Certification, équipement et entretien des aéronefs

Cherbourg-Octeville étant proche de la mer, un survol maritime est possible. Comment l'aéronef doit-il être équipé pour survoler la mer ?

Survol maritime = vol au delà de la plus faible des deux distances:

- Distance permettant en cas de panne d'un moteur d'atteindre la terre ferme.
- Distance égale à 15 fois l'altitude de l'aéronef.

En cas de survol maritime chaque occupant doit porter un gilet de sauvetage (ou un dispositif individuel analogue).

Certification, équipement et entretien des aéronefs

- A plus de 50 Nm des côtes, quelle que soit son altitude.
- A plus de 100 Nm des côtes (pour un monomoteur et 200 Nm pour un multi moteurs) il doit en plus emporter :
  - canots de sauvetage pour tous les occupants
  - équipement de secours médical et de survie
  - balise de détresse flottante et étanche.

Conditions réglementaires:

- Dépôt d'un plan de vol
- Suivre des itinéraires prédéterminés
- Avion équipé des moyens radioélectriques permettant de suivre les itinéraires obligatoires

Certification, équipement et entretien des aéronefs

La météo en bord de mer est parfois capricieuse. Si la brume se lève, la visibilité diminue. Comment repère-t-on les autres avions en vol ?

Les avions doivent être équipés de feux de navigation disposés de la façon suivante :

- 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)

Certification, équipement et entretien des aéronefs

Pour profiter du week-end, le pilote envisage de partir le vendredi soir. Si le vol se termine de nuit faut-il un équipement spécial ?

Oui : en éclairage de bord et en instruments de pilotage et de radionavigation.

De plus le vol de nuit nécessite des conditions météo particulières et le dépôt d'un plan de vol dans le cas d'un voyage.

Nuit aéronautique : depuis le coucher du soleil + 30' jusqu'au lever du soleil - 30'.
Remarque : le soleil se lève et se couche plus tard pour un point situé plus à l'ouest. (1h/15° de longitude).

Certification, équipement et entretien des aéronefs

L'avion doit-il être équipé de parachute ?

Uniquement pour la pratique de la voltige et du planeur si ce n'est pas un motoplaneur.

Au cas où il faudrait monter pour éviter le mauvais temps, faut-il de l'oxygène à bord ?

Aéronef non pressurisé, emport d'un équipement respiratoire alimenté en oxygène nécessaire pour :

- Z > 3800 m (FL 125) pour t > 30 min
- Z > 4400 m (FL 145) quelle que soit la durée

Aéronef pressurisé : Z cabine ≤ 2500m et équipement individuel de secours en cas de dépressurisation.

Certification, équipement et entretien des aéronefs

Ne pas utiliser d'oxygène en atmosphère en haute altitude peut entraîner une hypoxie.

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)

Facteurs humains et accidents

Le pilote se demande s'il est bien raisonnable de partir le vendredi soir.

Les règles de bon sens de la réglementation aérienne :

- Un aéronef ne sera pas conduit de façon négligente ou imprudente 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 de l'alcool, de narcotiques ou de stupéfiants susceptibles de compromettre les facultés nécessaires à sa fonction. (alcoolémie 0).

Facteurs humains et accidents

- Tout membre d'équipage doit s'abstenir d'exercer ses fonctions dès lors qu'il ressent une déficience physique 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).

=> La fatigue et le stress peuvent entraîner des erreurs de jugement, des lenteurs de raisonnement et une altération des réflexes qui sont autant de facteurs humains possibles dans les enchaînements qui mènent aux accidents.

Facteurs humains et accidents

- La perception du mouvement se fait par :
  - La vue
  - L'oreille interne (effet des accélérations sur les cils)
  - Les muscles (perception des accélérations = proprioception)

- La fatigue, le stress et la consommation d'alcool et de stupéfiants perturbent la vue, la proprioception et l'oreille interne.

- De ce fait un pilote dans ces conditions présente des risques sérieux d'erreurs de pilotage.

Préparation de la navigation

Avant de décoller, il est nécessaire de préparer sa navigation. Pour cela, le pilote va utiliser :

- des cartes aéronautiques
- la documentation du terrain de départ et d'arrivée (plus des déroutements)
- les NOTAM et les prévisions météorologiques
- La documentation de l'avion pour les calculs de performances (montée, descente, vitesse de croisière...) et de consommation en carburant

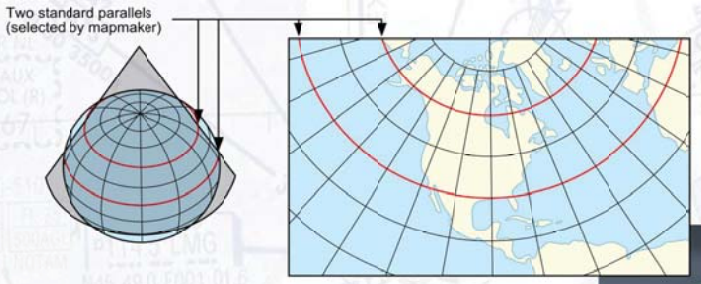
Il faut en plus déposer un plan de vol pour :

- vol IFR (vol contrôlé)
- vol VFR de nuit en voyage
- vol VFR avec franchissement de frontières

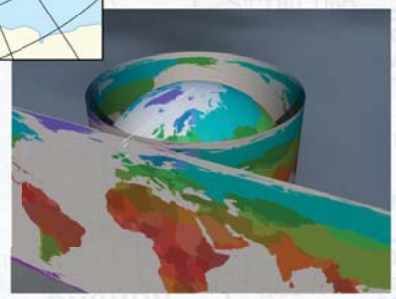
Cela permet de bénéficier de façon optimale des services du contrôle aérien.

Préparation de la navigation

- Les cartes aéronautiques (Air navigation maps) sont des représentations planes de la surface de la terre. Pour les obtenir on utilise principalement 2 types de projection :
  - Conique (Lambert conforme)



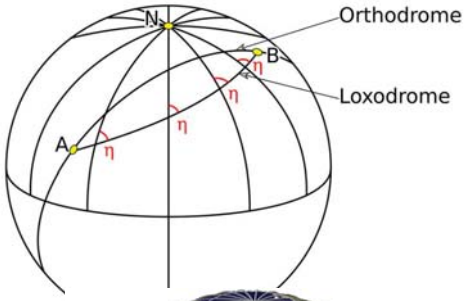
  - Cylindrique (Mercator conforme)

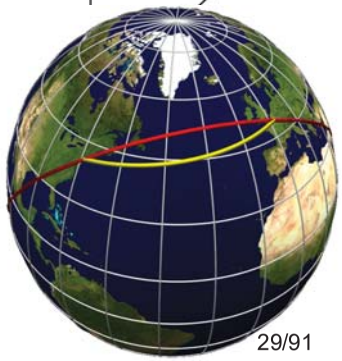


Préparation de la navigation

- Ces projections conservent les angles. Une droite sur ces cartes coupe les méridiens à angle constant (cap constant) et s'appelle une loxodromie.

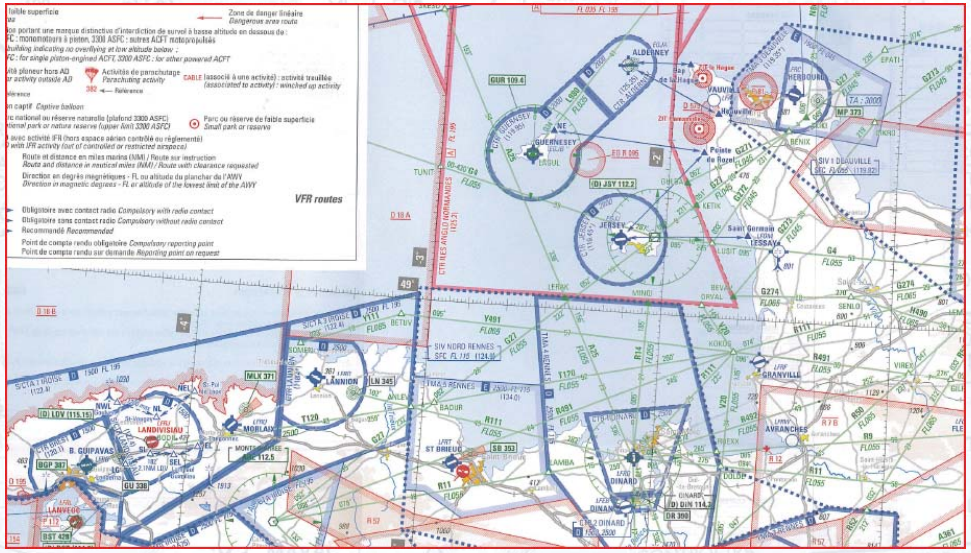
- Le plus court chemin entre 2 points est un arc de grand cercle sur la terre (= orthodromie) mais n'est pas représentée par une droite sur ces cartes.





Préparation de la navigation

Pour préparer la route observons la carte 1/1 000 000 ème



Préparation de la navigation

Cette carte fait apparaître :

- la terre et la mer (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

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.

Les zones aéronautiques

L'espace aérien est découpé en 2 sous espaces :

- L'espace supérieur (Z > FL 195)
- L'espace inférieur (Z < FL 195)

FL = Flight Level (Niveau de vol)

L'espace supérieur est réservé au vol aux instruments (= vol **IFR : Instrument Flight Rules**).

L'espace inférieur est divisé en espaces :

- Contrôlés
- Non contrôlés
- À statut particulier

Selon les espaces il est possible d'y évoluer en IFR, en **VFR (Visual Flight Rules)** ou les deux.

Les zones aéronautiques

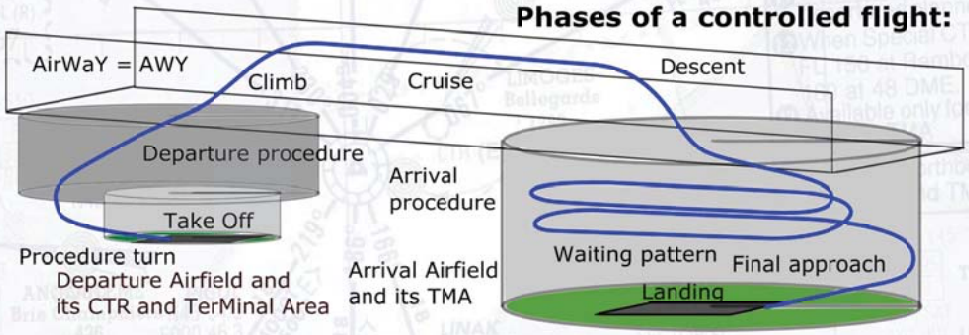
Les espaces contrôlés :

- Ils sont repérés par une lettre (A, B, C, D ou E)

- Ils peuvent avoir différentes fonctions :
  - Les Airways (AWY) pour protéger les avions en croisière.
  - Les zones terminales (TMA) pour protéger les avions en montée, en descente ou en approche d'un aéroport.
  - Les zones de contrôle (CTR) autour des aéroports pour protéger les avions au décollage, en approche finale ou en procédure dans le circuit.

Les zones aéronautiques

Le schéma ci-dessous vous présente la disposition de ces zones et le trajet typique d'un aéronef en vol IFR à travers elles dans les différentes phases de son vol :



Les services du contrôle

Les services de la circulation aérienne :

- **le service du contrôle** est chargé :
  - d'empêcher les abordages (en vol)
  - d'empêcher les collisions (au sol)
  - d'accélérer et 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 de 121,5 MHz.

Les services du contrôle :

Le service du contrôle se divise en trois grandes catégories :

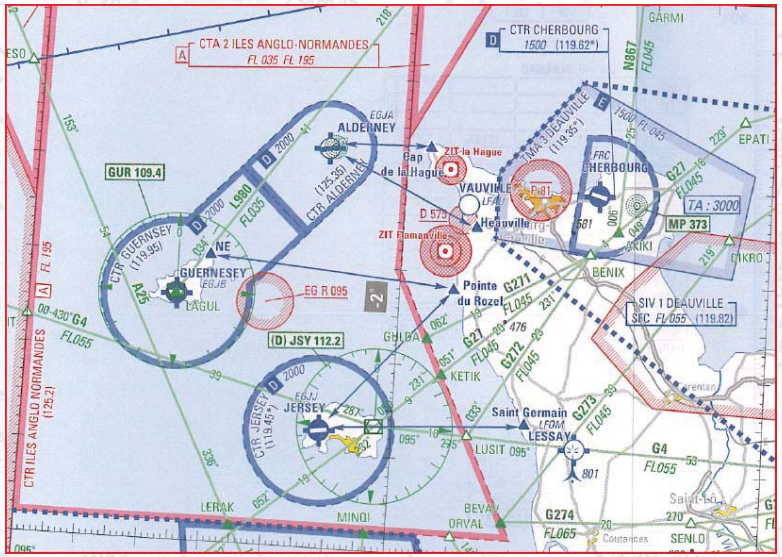
- le contrôle local d'aérodrome (CLA ou TWR) assure la sécurité et le respect des procédures dans les phases de décollage, d'atterrissage et de roulage. (en fait les phases effectuées à vue).

- le contrôle d'approche (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).

- le contrôle régional (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.

Les zones aéronautiques

Le morceau de carte ci-dessous montre des zones de type A, D et E :



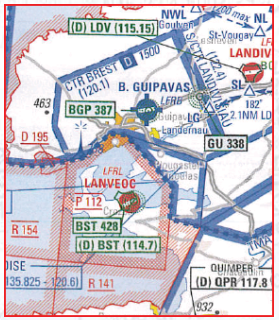
Les zones aéronautiques

Selon la classe de l'espace, la nature des services rendus par le contrôle est différente :

Espace de classe G espace inférieur non contrôlé VFR possible si VMC Radio obligatoire pour les IFR Pas de clairance requise	**Espace de classe A** = espace supérieur Pas de VFR autorisés Radio obligatoire Clairance obligatoire espacements entre les aéronefs.
Espace de classe D espace inférieur contrôlé VFR possible si VMC Radio obligatoire Clairance obligatoire espacements entre les IFR et informations à tous de la présence des autres.	**Espace de classe E** espace inférieur contrôlé VFR possible si VMC RDO + clairance obligatoire IFR espacement des IFR et information des VFR du trafic en contact radio.

Les zones aéronautiques

Les zones à statut particulier :



- P = Prohibited
- M = interdites à basse altitude pour les aéronefs militaires.
- D = Dangerous
- R = Restricted (pénétration restreinte sous certaines conditions)
- ZIT = Zone d'Interdiction Temporaire (installations sensibles vigipirates)

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

Préparer le trajet

Afin d'éviter de trop survoler la mer et pour éviter trop de zones nécessitant une clairance, le pilote décide de suivre l'itinéraire suivant :

- Cherbourg
- Carentan
- Grandville
- Dinan
- Paimpol
- Trégastel-Plage
- St Pol de Léon
- Goulven
- Brest - Guipavas

Comment repérer ces points sur la carte et les entrer dans un GPS ?

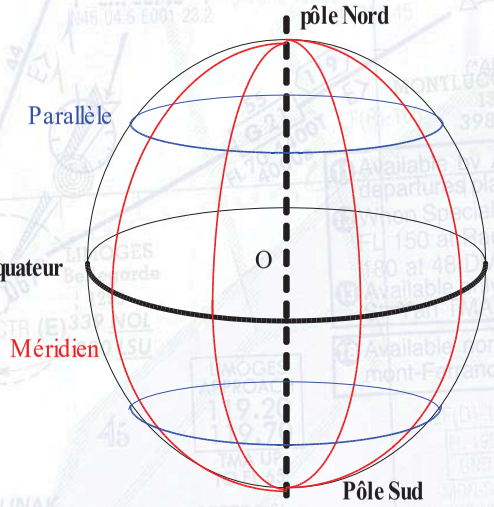
Se repérer sur la terre

Découpage en :

- **parallèles** (petits cercles ‖ à l'équateur

- **méridiens** (½ grands cercles passant par les pôles)

On localise un point par le parallèle et le méridien à l'intersection desquels il se trouve



Se repérer sur la terre

Distance entre 2 points :

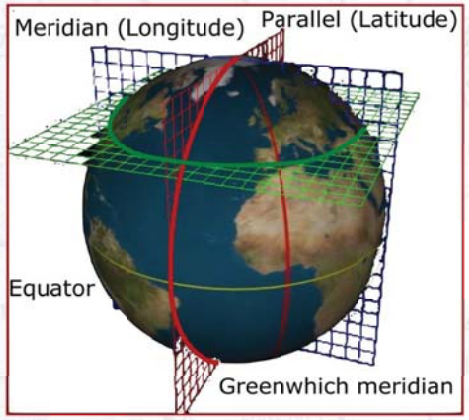
1' de grand cercle = 1Nm = 1,852km

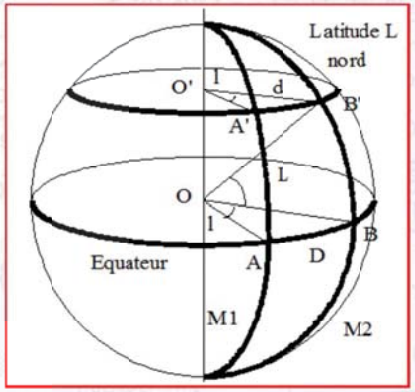
2 points de même longitude l :

- **D en Nm = Δl en '**

2 points de même latitude L :

- **D en Nm = ΔL en ' x cos(L)**



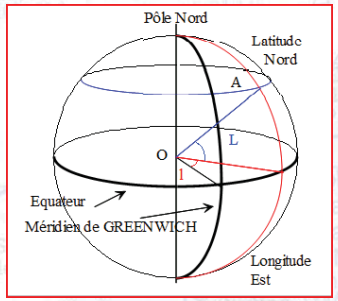


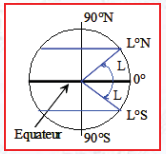
Se repérer sur la terre

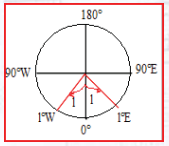
Coordonnées d'un point :

Latitude :
- entre 0 et 90°
- Nord ou Sud

Longitude :
- Entre 0 et 180°
- Est ou Ouest (West)





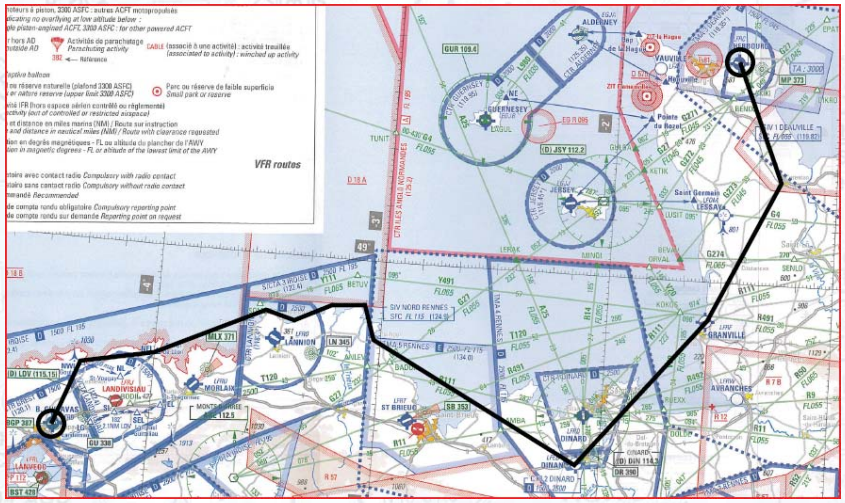


Exemple : terrain de Bondues
50°41'17"N 003°04'36"E.

Rappel : 1° = 60' et 1' = 60"

Préparer le trajet

Le trajet sur la carte est le suivant :

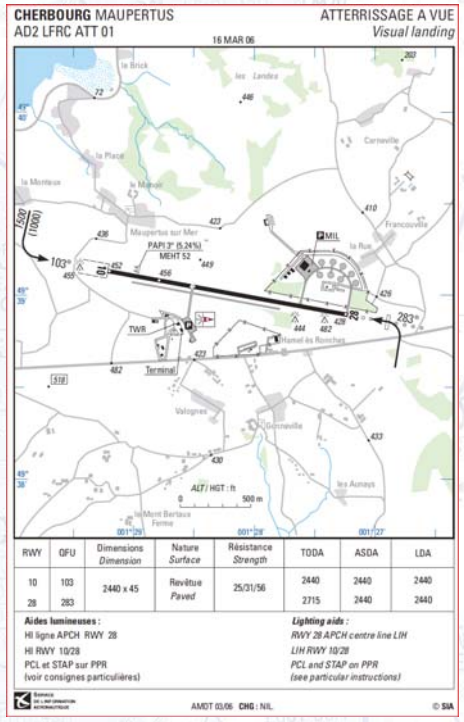


Préparer le trajet

Il faut maintenant s'intéresser plus précisément au départ, au trajet et à l'arrivée.

Pour la procédure de départ il faut consulter la carte VAC (Visual Approach Chart). L'ensemble des documents comprend :

- une carte des procédures d'arrivée
- une carte des installations et du circuit de piste
- les conditions générales d'utilisation du terrain, procédures, consignes et équipements



Préparer le départ

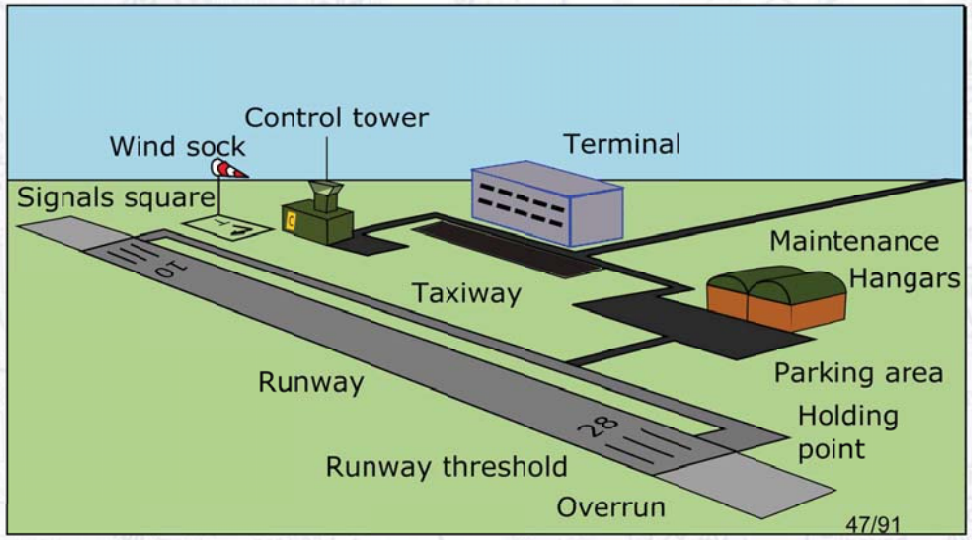
Cette fiche donne le plan des installations avec :

- les pistes, leur équipement et leurs caractéristiques
- les infrastructures (tour, hangars...)
- le sens du tour de piste...

L'absence de consignes particulières autorise le pilote à prendre le cap qu'il souhaite pour sortir de la zone.

Les installations

Ce schéma présente les installations typiques que l'on trouve sur un aéroport ou un aérodrome :



Les installations

On y trouve :

- Une ou plusieurs pistes (le QFU est précisé)
- Des taxiways
- Une tour de contrôle et un bureau d'informations aéronautiques :
- Des parkings et des hangars
- Des terminaux pour les voyageurs
- Des installations de maintenance
- Une aire à signaux

Les installations

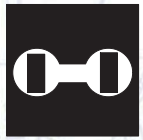
L'aire à signaux :

ATTERRISSAGES INTERDITS

Précautions spéciales en approche ou à l'atterrissage

Zone impropre aux manoeuvres

Atterrisage, décollage et circulation sur les pistesou voies de circulation

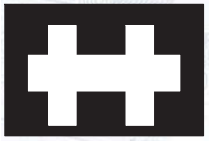

Atterrissage et décollage sur les pistes uniquement

Vols d'hélicoptères

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

Parachutages en cours

Circuit à droite

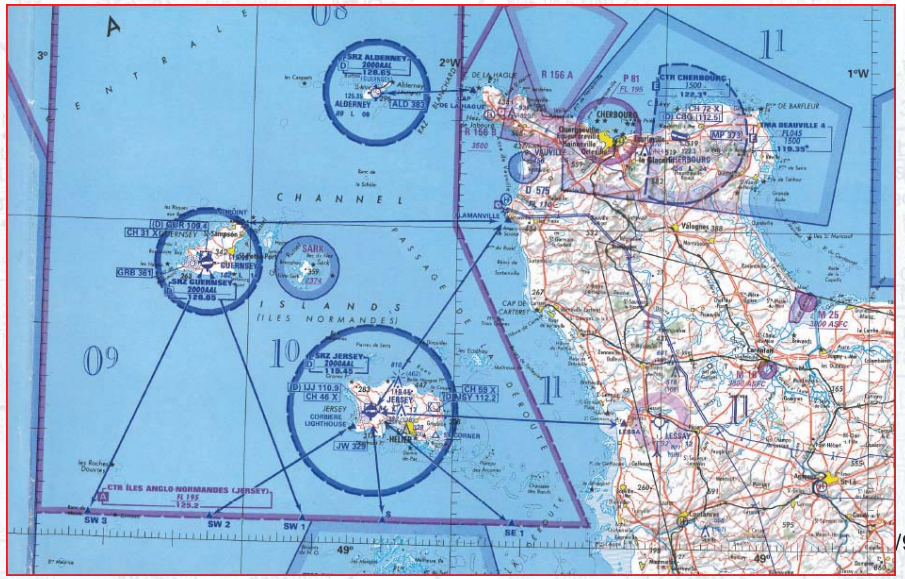

Vols de planeurs en cours

Piste en service (placé sur la tour)

Bureau d' informations aéronautiques

Préparation de la navigation

Observons un extrait de carte OACI au 1/ 500 000 ème :



Préparation de la navigation

Il faut maintenant tracer la navigation sur une carte au 1/ 500 000 ème.

Cette carte est la carte standard de vol VFR. C'est un compromis entre :

- la taille de la zone représentée
- les détails visibles
- les déformations liées à la projection sur la carte

Le « trait » doit respecter les zones et les informations sur la carte vont permettre de prévoir les altitudes de vol et les fréquences de contact radio.

En parallèle du tracé, le pilote complétera un log de navigation qui l'aidera lors du vol.

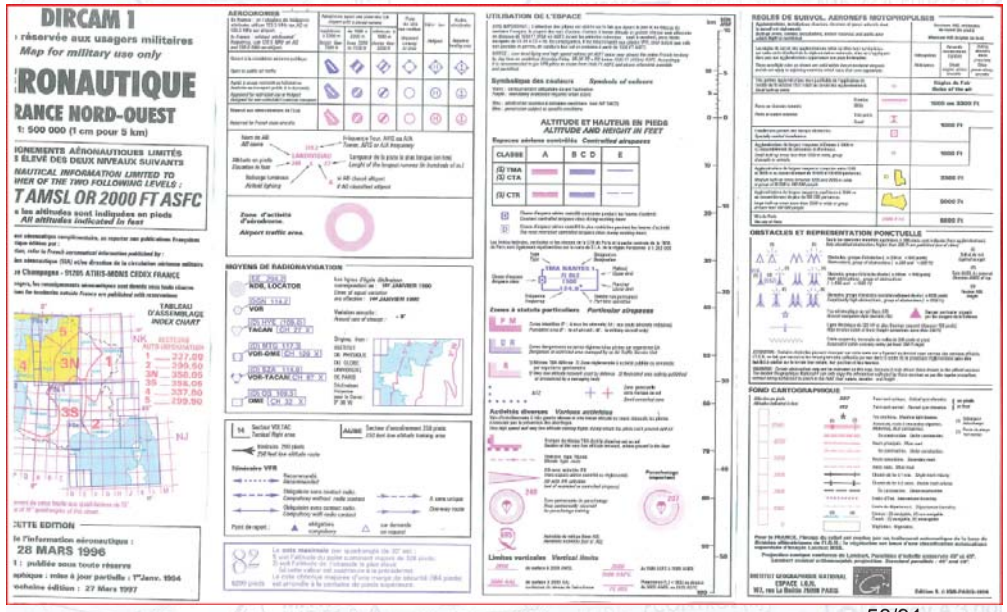
Préparation de la navigation

Cette carte fait apparaître :

- la terre et la mer avec le relief, les cours d'eau, les lacs les forêts...
- les routes et voies ferrées
- les lignes haute tension et les antennes
- des zones aéronautiques avec leur fréquence
- les aérodromes et aéroports...

Elle permet de gérer la navigation et le suivi des zones en vol avec une précision suffisante pour naviguer à vue.

Tracé 1/ 500 000 ème



Tracé 1/ 500 000 ème

Le tracé fait apparaître :

- La route qu'il faudra suivre
- Le cap magnétique permettant de la suivre entre 2 points (mesuré par rapport aux parallèles ou méridiens)
- Le temps sans vent entre 2 points
- Des repères de temps permettant de contrôler la route au fur et mesure de la navigation

Il peut aussi faire apparaître :

- L'altitude de vol prévue
- Une altitude de sécurité

Les routes et les caps

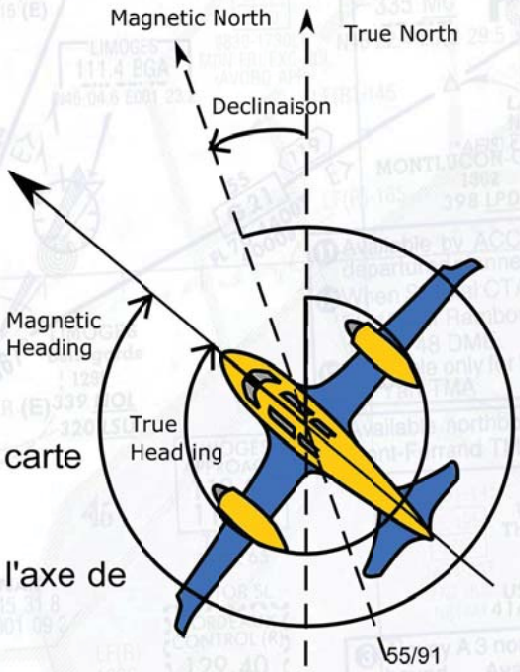
Direction de référence cartes =
Nord géographique (vrai)
(pôle de l'axe de rotation)

Référence instruments =
Nord magnétique
(varie dans le temps)

Nv → Nm = D (déclinaison)
D < 0 si vers l'Ouest (W)
D > 0 si vers l'Est (E)

Route = trace à suivre sur la carte
Rm = Rv – D

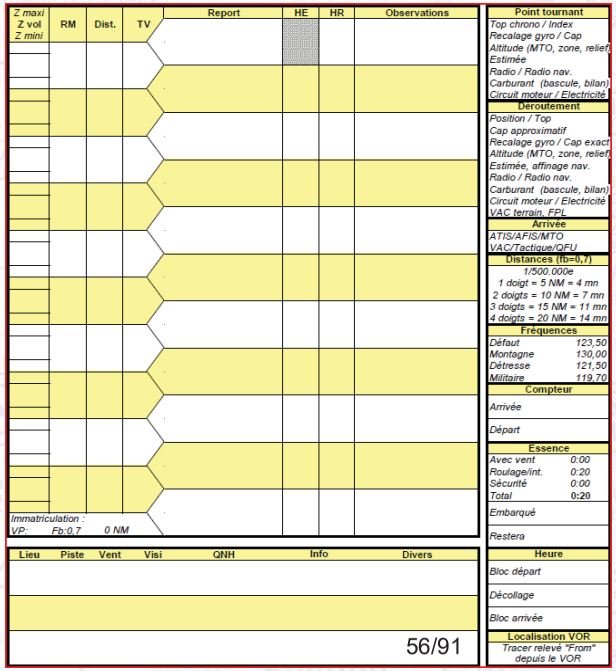
Cap = angle entre le nord et l'axe de l'avion
Cm = Cv – D



Le remplissage du log de navigation

Le log comprend :

- Z min, Z max et Z vol
- Rm : route magnét. à suivre entre 2 pts
- Dist : la distance, en Nm ou km
- Tsv : le temps sans vent correspondant
- Report : description du point, fréquence RDO associée
- HE et HR: heure estimée et heure réelle de passage
- Observations : Conso carburant...



Le remplissage du log de navigation

- **Mesure de la distance :**
  - mesurer la distance sur la carte en cm
  - calculer la distance utilisant l'échelle :
    - 1 / 500 000 => 1 cm = 5 km
      1 cm ≈ 2,5 Nm

Il existe des règles graduées en km et en Nm en fonction de l'échelle.

- **Calcul du temps sans vent (Tsv):**
  - Facteur de base : $Fb = \frac{60}{Vp}$
  - Tsv = D x Fb

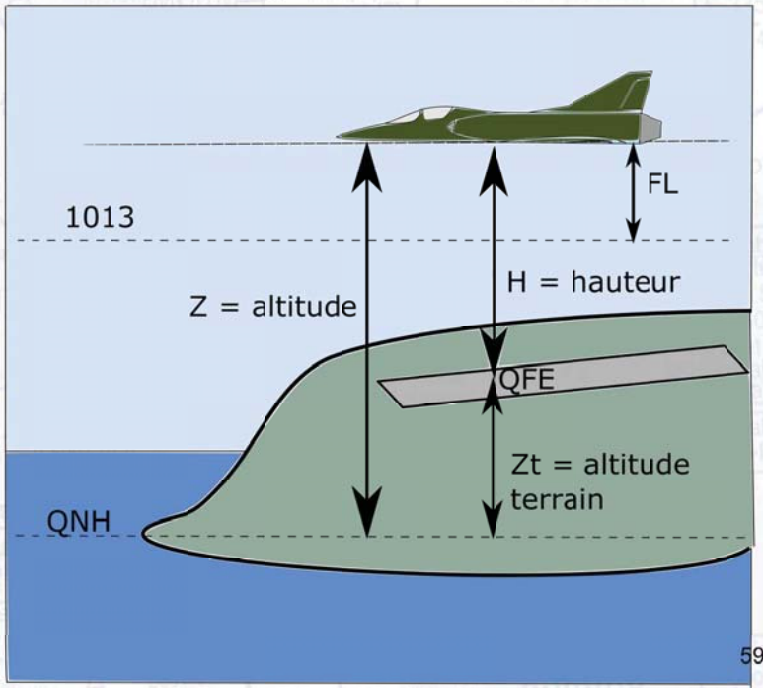
Remarques :
- Vp en Kt pour D en Nm et Vp en km/h pour D en km
- Tsv est en minutes

Le remplissage du log de navigation

- Le choix de l'altitude tient compte de différents facteurs :
  - les hauteurs de survol minimales
  - les espaces aériens
  - les reliefs

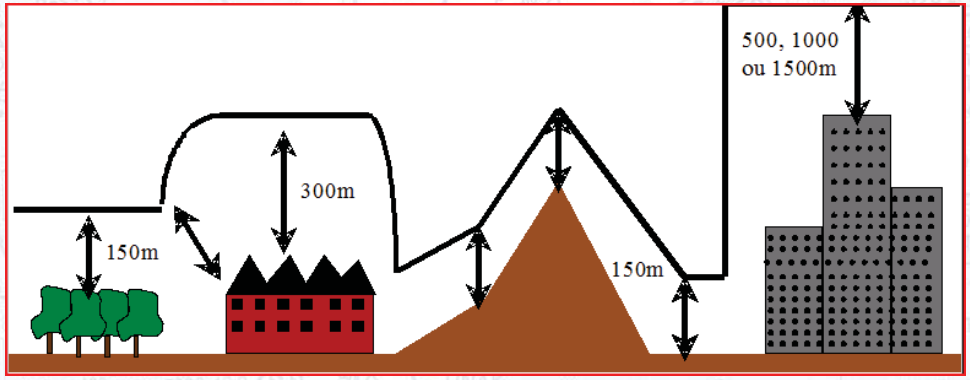
- L'altitude peut avoir différentes références :
  - Le **QFE** : 0 m au sol. Z indiquée = Hauteur sol ; utilisé dans le circuit autour d'un terrain.
  - Le **QNH** : 0 m au niveau local de la mer. Z indiquée = Altitude. Utilisé en vol en basse altitude.
  - Le **calage 1013** : 0 m pour p = 1013mbar. Z indiquée = Flight Level (**FL**). Utilisé en vol au dessus 3000ft au 1013.

Calages altimétriques



Les hauteurs de survol

Les hauteurs minimales de survol sont réglementées en fonction de ce qui est survolé.

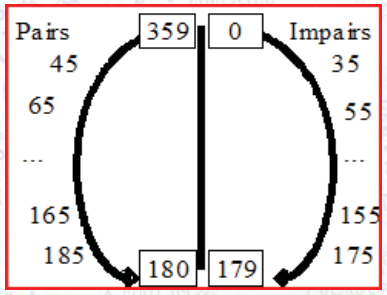


Les hauteurs de survol

Zone survolée	Hauteur minimale de survol
Campagne.	150 m (500 ft) au-dessus de l'obstacle le plus élevé dans un rayon de 600 m autour de l'aéronef.
Petite ville ou village.	300 m (1000 ft) au dessus ...
Agglomérations de largeur moyenne < 1200 m ou de moins de 10 000 habitants.	500 m (1600 ft)
Agglomérations de largeur comprise entre 1200 et 3600m et de moins de 100 000 habitants.	1000 m (3300 ft)
Agglomérations de largeur moyenne > 3600 m ou de plus de 100 000 habitants.	1500 m (5000 ft)
Ville de PARIS.	2000 m (6600 ft)
Installations particulières (arrêté).	300 m (1000 ft)
Réserves naturelles.	300 à 1000 m (1000 à 3300 ft)

Le remplissage du log de navigation

- Choix de l'altitude dans les espaces contrôlés:
  - L'altitude peut être choisie pour éviter les espaces contrôlés à clairance obligatoire (passer en dessous)
  - Si on vole en VFR dans un espace contrôlé l'altitude peut être imposée par le contrôle
  - Dans le cas contraire, au dessus du FL30, elle est imposée par le cap :



Le remplissage du log de navigation

- Prise en compte du relief dans le choix de l'altitude :
  - Il faut s'assurer que l'on peut survoler les reliefs en toute sécurité : les altitudes sur la carte sont données au QNH.
  - L'altimètre étant étalonné sur l'atmosphère standard, en cas de gros écart de température, l'altimètre est faux :
    - Temps est chaud Hv > Hi = en sécurité
    - Temps froid Hv < Hi = potentiellement en danger

$$Hv = Hi.\frac{Tv}{Tstd}$$

Le remplissage du log de navigation

- **<u>Calcul du carburant :</u>**
  - Les consommations sont indiquées dans le manuel de vol pour les croisières, les montées et les descentes.
  - Pour le roulage et le décollage on considère une quantité forfaitaire. De même pour le circuit d'arrivée et le retour au parking.
  - La quantité de carburant est calculée à partir du temps de vol (conso = x l/h pour telle vitesse)
- **<u>Autonomie en vol :</u>**
  - Carburant mini à emporter : mise en route, roulage, montée, croisière, descente et arrivée + 20' de réserve en régime économique.
  - Le calcul peut être fait en tenant compte du vent ou en ajoutant 10% à la quantité calculée.
- vol VFR local (tours de piste par exemple) : mini 30' d'autonomie.

Les méthodes de navigation

- **L'estime :**
  - suivre un cap donné pendant un temps donné pour naviguer entre 2 points (le cap et la montre)
  - utiliser des repères intermédiaires de contrôle (estimation et correction du vent)

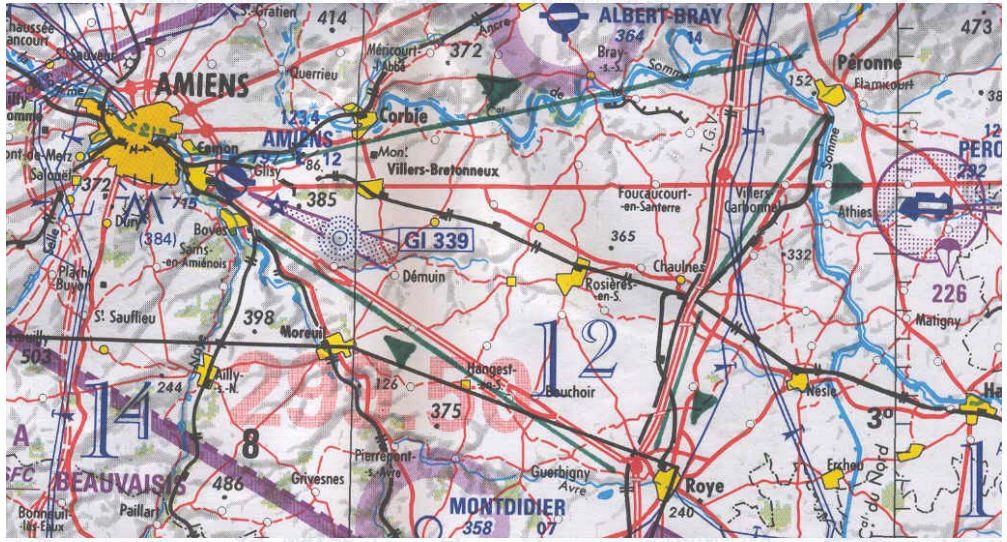
- **Le cheminement à vue :**
  - suivre des lignes du relief, des cours d'eau, des voies ferrées, des routes...

- **Le cheminement radionav :**
  - suivre un QDM ou un Radial (QDR) donné pour aller de balises en balises

Le pilote VFR est responsable de l'anti-abordage et de l'anti-collision : VOIR et EVITER.

Les méthodes de navigation

Le cheminement à vue :



Les méthodes de navigation

Exemple de cheminement à vue:

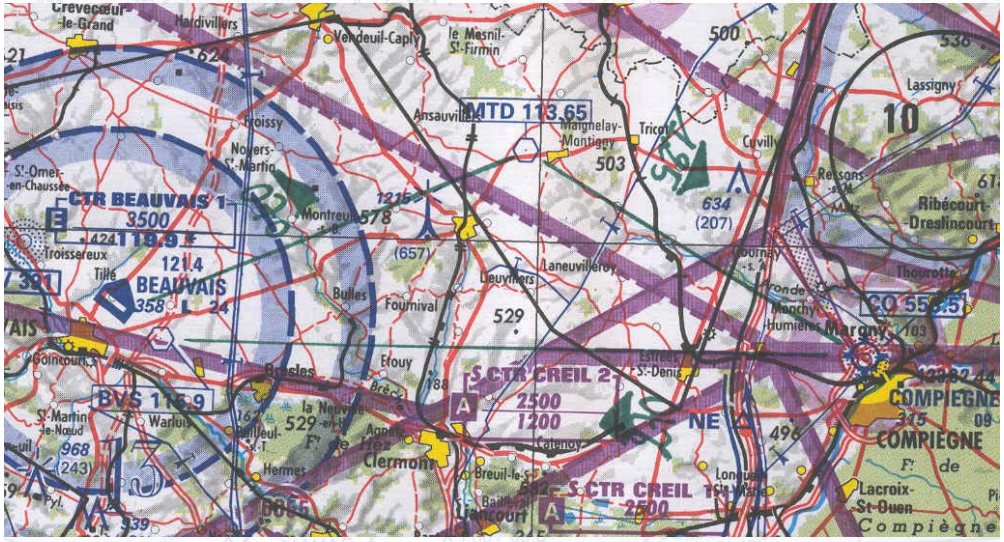
- Depuis AMIENS, suivre la somme vers l'Est jusqu'à PERRONE
- Virer au Sud-Ouest et suivre la voie ferrée jusqu'à l'autoroute
- Suivre l'autoroute vers le sud jusqu'à ROYE
- Virer vers le Nord-Ouest et suivre la route d'AMIENS

Exemple de cheminement radionav:

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

Les méthodes de navigation

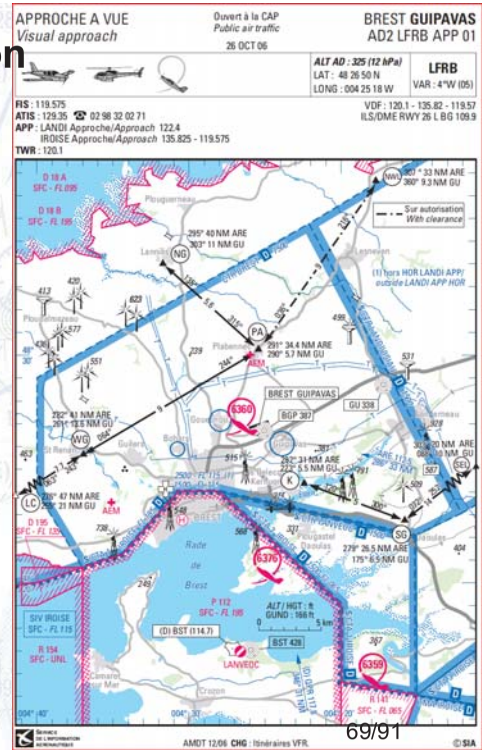
Le cheminement radionav :



Préparation de la navigation

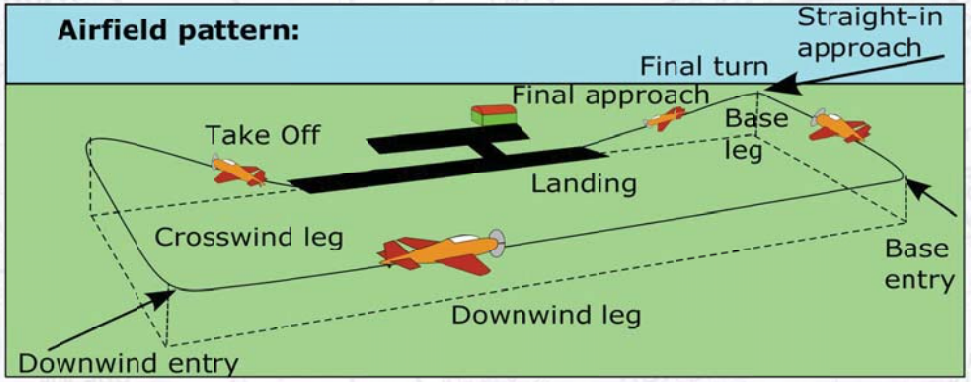
Pour préparer l'arrivée il faut consulter la carte VAC de Brest :

- Elle présente les itinéraires possibles vers les points d'entrée du circuit à vue.
- L'intégration se fera ensuite, selon les instructions ou autorisations :
  - en vent arrière
  - en étape de base
  - en longue finale



Circuit de piste

- Le sens (main gauche ou droite) et l'altitude (1000ft/sol en standard) du tour de piste sont précisés sur la carte VAC
- Le circuit standard se présente comme sur ce schéma :



Préparation de la navigation

En cas de panne radio, la tour peut communiquer avec le pilote par signaux lumineux :

<u>* Si l'aéronef est en vol dans le circuit d'aérodrome :</u>

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

<u>* Si l'aéronef est au sol sur l'aérodrome :</u>

- feu vert continu : autorisé à décoller
- feu rouge continu : arrêtez-vous
- éclats verts : autorisé à circuler
- éclats blancs : rentrez au parking
- éclats rouges : dégagez la piste

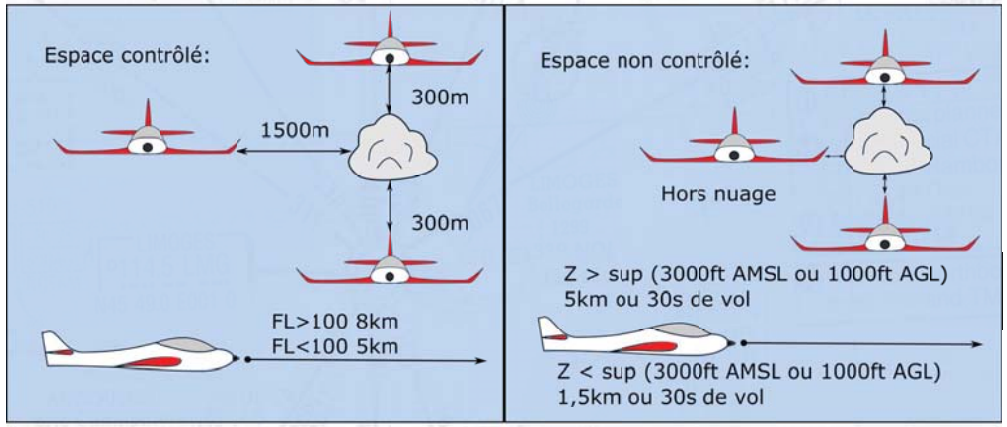
Préparation du départ

Avant le départ le pilote va :

- Consulter les NOTAM = Notice To AirMen
  Les NOTAM sont des informations publiées sur des sites spécialisés à destination des équipages. Elles permettent d'informer de dangers particuliers ou de modifications provisoires des procédures.
- Consulter la météo :
  - Le pilote peut consulter des sites spécialisés et demander une « protection météo » : cartes TEMSI, cartes des vents, TAF et METAR
  - S'assurer des conditions VMC et anticiper les effets du vent.

Les conditions VMC

Vol VFR => VMC = Visual Meteorological Conditions



Les effets du vent sur la navigation :

La vitesse de l'avion par rapport au sol sera :

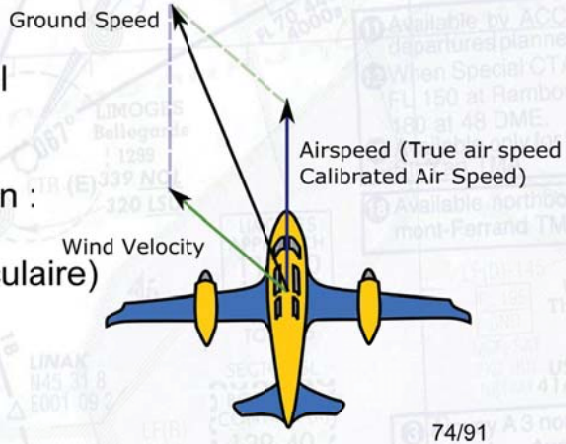
$$\vec{V}_{sol} = \vec{V}_{air} + \vec{V}_{vent}$$

Le vent va avoir 2 effets sur le vol :

- dévier la trajectoire
  = dérive (X)
- modifier le temps de vol
  Vsol ≠ Vair

Le vent se décompose en :

- Vent effectif (de face)
- Vent travers (perpendiculaire)

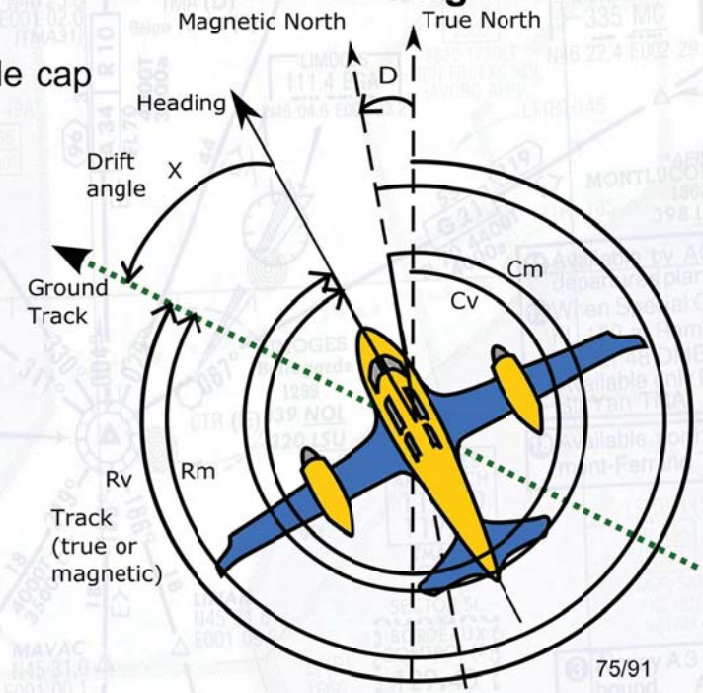


Les effets du vent sur la navigation :

Dérive = entre le cap et la route

- > 0 à droite
- < 0 à gauche

Cm = Rm – X
Cv = Rv – X



Les effets du vent sur la navigation :

Pour tenir compte de tous les paramètres les pilotes et navigateurs utilisent la phrase suivante en moyen mnémotechnique :

<u>« Retouchez votre dérive, cela vous donnera chaque mesure de votre cap compas. »</u>

- →					← +	
Rv	**X**	**Cv**	**D**	**Cm**	**d**	**Cc**

De la gauche vers la droite il faut retrancher et de la droite vers la gauche il faut ajouter les valeurs.

Préparation du départ

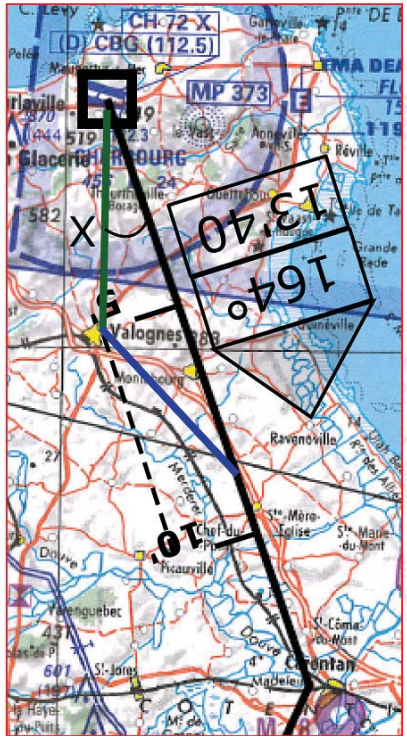
Le pilote rassemble alors sa documentation :

- Carte 1/ 1 000 000 et 1/ 500 000 avec le tracé
- Cartes VAC des terrains de départ, d'arrivée et les éventuels déroutements.
- Carnet de vol de l'avion
- Licence et carnet vol du pilote

Il peut alors partir à l'avion pour effectuer la visite pré-vol. Celle-ci s'effectue avant chaque vol afin de vérifier l'intégrité de l'appareil avant chaque vol.

Il effectuera ensuite le plein de l'appareil si nécessaire puis s'installera contactera la tour pour l'autorisation de mise en route.

Il effectuera celle-ci selon les check-lists puis pourra entamer le roulage quand il sera autorisé.



Exécution de la navigation

Après décollage, le pilote est autorisé à faire la verticale piste à 1500ft pour débuter sa navigation.

Au bout de 5 min, il se rend compte qu'il dérive (il tangente Valognes). Pour corriger, il doit :

- Estimer sa dérive (X ≈ 25°)
- Appliquer une correction du double dans le sens opposé (50° => Cm=114°) pendant le même temps (5 min) puis corriger de la valeur de X (Cm=139°) pour suivre la route.

Il en tiendra compte pour la suite du vol.

Prévention des abordages

En cas de proximité avec un autre aéronefs il faut appliquer les règles de priorité pour éviter les **abordages** :

En raison de leur caractère plus ou moins manœuvrant, certains aéronefs sont prioritaires sur d'autres :

* les aéronefs à moteur doivent céder le passage aux dirigeables, planeurs et montgolfières.

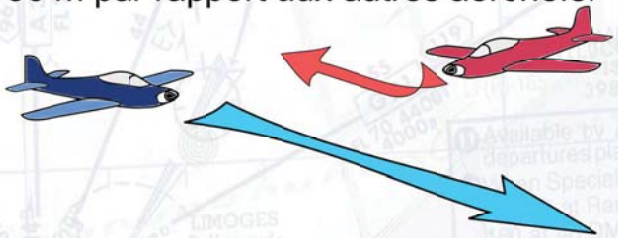
* les dirigeables doivent céder le passage aux planeurs et montgolfières.

* les planeurs doivent céder le passage aux montgolfières.

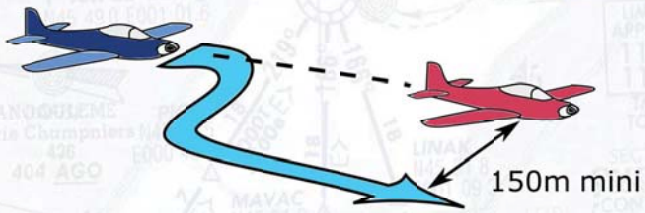
* les aéronefs volant seuls doivent céder le passage aux attelages (remorquage de planeurs...) et aux aéronefs volant en patrouille.

Prévention des abordages – Collision avoidance

- Priorité à l'aéronef arrivant de la droite. Il faut maintenir un espacement > 150 m par rapport aux autres aéronefs.

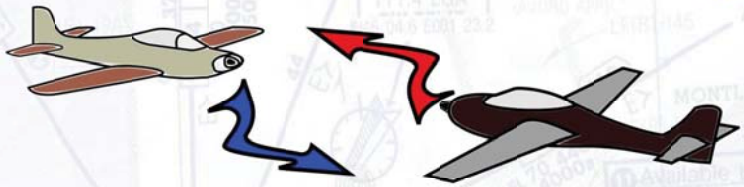


- Le dépassement s'effectue toujours par la droite.

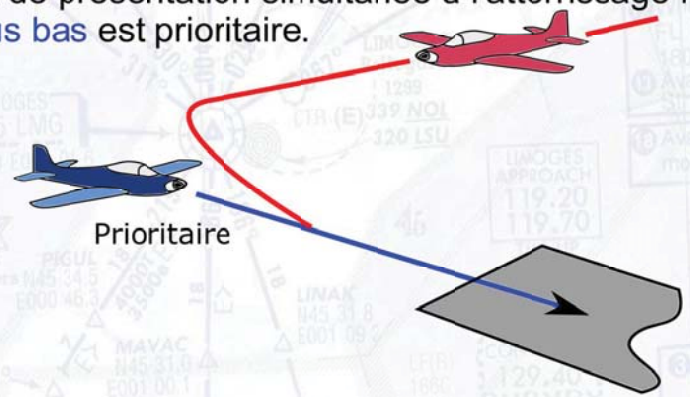


Prévention des abordages

- En rapprochement de face les deux aéronefs évitent par la droite.

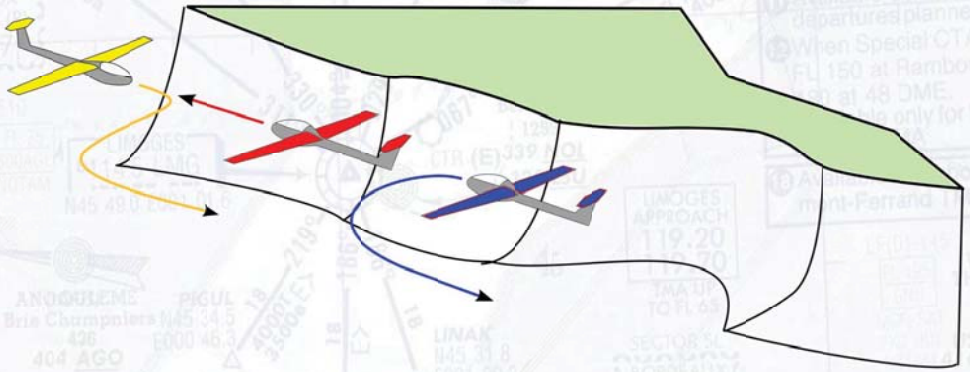


- En cas de présentation simultanée à l'atterrissage l'aéronef le plus bas est prioritaire.



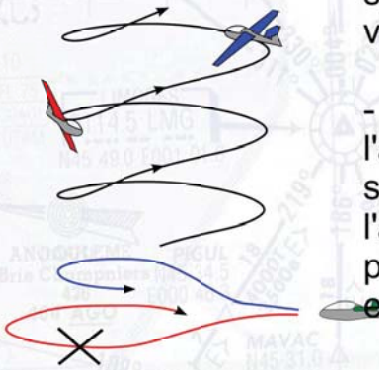
Prévention des abordages

- Dans le cas du vol de pente (soaring flight), pour le vol à voile et le vol libre, la priorité est à l'aéronef qui a la pente à sa droite.
- Un aéronef plus rapide à même altitude ne peut pas doubler, il doit faire demi-tour.



Prévention des abordages

- Dans le cas du vol en thermique (thermal flight), le sens de rotation est imposé par le premier entré dans la pompe.



- Les appareils doivent essayer de spiraler en opposition pour mieux se voir.

- Si un aéronefs monte plus vite que l'autre et que les trajectoires doivent se croiser, celui qui ne voit pas l'autre est prioritaire (celui dessous pour un parapente ou une aile delta et celui dessus pour un planeur).

Sécurité des vols

Afin d'assurer la sécurité le pilote :

- respectera les zones aériennes
- assurera les communications radio
- observera le ciel pour prévenir les abordages
- s'inquiétera de l'évolution des conditions météorologiques
- surveillera les paramètres moteurs et le bon fonctionnement des systèmes et instruments

Gestion des risques et facteurs humains

- Les erreurs et défaillances humaines sont à l'origine de 70 % des accidents aériens répertoriés.

- Aux causes évoquées précédemment (fatigue, stress, hypoxie, alcoolémie...) s'ajoutent des facteurs liés à l'ergonomie des systèmes, la formation, le maintien des compétences, la maintenance...

- Le niveau de sécurité des pratiques amateurs (avion, ULM, planeur...) s'apparente à celui des pratiques sportives et routières.

- Le niveau des pratiques professionnelles (aviation commerciale) est comparable et même supérieur à celui du transport ferroviaire.

Gestion des risques et facteurs humains

Diminuer le nombre d'accidents passe par plusieurs domaines d'action :

- Améliorer la sécurité des machines :
  - Fiabilité
  - Ergonomie
  - Redondance des équipements vitaux

- Agir sur les facteurs humains :
  - Formation
  - Maintien des compétences
  - RETour D'Expériences (RETEX)

Gestion des risques et facteurs humains

Améliorer l'ergonomie des avions :

- Lisibilité des instruments :
  - Les instruments doivent être rapides et faciles à lire
  - L'interprétation ne doit pas prêter à confusion

- Disponibilité de l'information :
  - Les informations nécessaires doivent être immédiatement disponibles
  - La concentration des instruments dans les EFIS permet une lecture plus rapide sans perdre l'horizon artificiel des yeux
  - Les systèmes tête haute permettent une lecture des informations sans regarder dans la cabine

- Ergonomie des commandes :
  - Les commandes doivent être faciles à actionner
  - Leur design doit éviter les erreurs entre les commandes

Gestion des risques et facteurs humains

Améliorer la sécurité par la formation et l'entraînement :

- La formation des personnels navigants doit comprendre la gestion des situations d'urgence (pannes graves, situations météorologiques dégradées...). Les moyens de simulation actuels permettent de pousser cette formation.
- La connaissance de l'aéronef et de ses systèmes est primordiale pour réagir correctement en cas de panne en comprenant bien les conséquences des actions entreprises.
- Les compétences doivent être régulièrement réévaluées pour confirmer le bon niveau de pratique des équipages.

Gestion des risques et facteurs humains

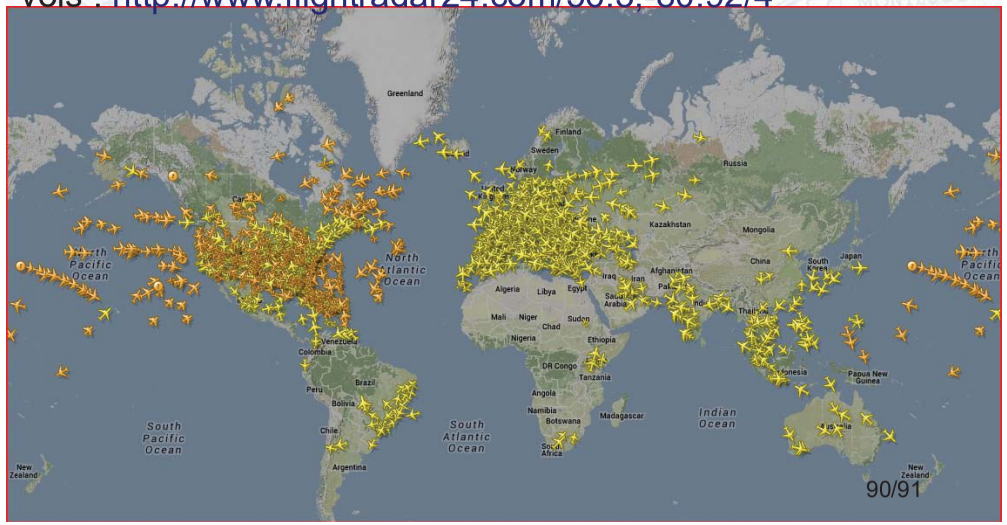
La culture de la sécurité des vols passe par un retour d'expérience (RETEX) partagé par tous les utilisateurs concernés.

L'édition et la diffusion des analyses et conclusion des bureaux d'enquêtes permet de faire connaître aux pilotes concernés les faits et les conséquences afin d'améliorer les pratiques.

Au sein de l'Armée de l'Air la sécurité des vols fait l'objet de questions et d'exposés quotidiens aux briefings météo d'escadre en début de matinée.

Conclusion

Le trafic aérien aujourd'hui est très développé.
Le ciel est très loin d'être vide et même s'il est grand, il est essentiel de respecter la réglementation pour la sécurité des vols : http://www.flightradar24.com/56.3,-80.92/4



Sources documentaires

- Manuel du pilote d'avion Vol à vue , SFACT, éditions Cépaduès
- Manuel du pilote vol à voile, collectif, éditions Cépaduès
- Site de la DGAC :
  http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Secteur-Aerien,1633-.html
- Sites des organisations professionnelles :
  https://www.gifas.asso.fr/
  http://www.fnam.fr/
  http://www.aeroemploiformation.com/

Les illustrations ont été réalisées par l'auteur ou ont été trouvées sur divers sites internet avec une recherche mention une réutilisation autorisée sans but commercial. Les cartes météo proviennent de Météo France.

Ce document a été réalisé par Monsieur Frédéric WILLOT avec l'aide de Messieurs Marc COPPIN, Laurent BUISSYNE et Olivier SEYS. Tous enseignent le Brevet d'Initiation Aéronautique dans l'Académie de LILLE.

Il peut être utilisé librement par quiconque le souhaite, modifié ou non, sous condition que l'utilisation soit faite à des fins pédagogiques et non lucratives.