

3. Navigation aérienne

Il existe trois types de navigations utilisés pour se repérer sur un trajet entre un aéroport de départ et un aéroport de destination :

- _____, dans le quel on suit un repère au sol de manière continue (route, autoroute, fleuve, etc.);
- _____, dans laquelle on maintient un cap à l'aide de la boussole ou de l'indicateur de direction pendant un temps pré-calculé afin de se déplacer de point de repère en point de repère ;
- _____, dans laquelle on utilise des balises installées au sol, envoyant des ondes radio et grâce auxquelles il est possible de déterminer sa position.

Il est courant, lors d'un vol, de faire appel à une combinaison de deux ou des trois méthodes de navigation en fonction des zones géographiques survolées, des balises de radionavigation disponibles, de la pertinence des points de repères croisés, etc.

3.1. Préparation d'une navigation

La préparation d'une navigation se fait en deux grandes étapes : une préparation à long terme et une préparation à court terme.

Lors de la préparation à long terme (pouvant être réalisée plusieurs jours ou semaines avant le vol), le pilote va, entre autres choses :

- étudier la carte sur le trajet envisagé pour identifier les moyens de repérages disponibles (repères géographiques et/ou moyens de radionavigation) ;
- choisir un chemin qui lui semble adapté ;
- mesurer l'orientation de chaque branche de la route à suivre par rapport au nord géographique et en déduire la route magnétique ;
- mesurer les distances entre ses différents points de repères ;
- mesurer le temps nécessaire pour aller d'un point à l'autre ;
- choisir les altitudes à utiliser pour les différentes branches.

Lors de la préparation à court (devant être réalisée peu de temps avant le vol, la veille voire le jour même), le pilote va actualiser sa navigation pour prendre en compte les informations météorologiques qu'il rencontrera durant le vol. Ceci lui permettra notamment de :

- déterminer les composantes axiale et de travers du vent sur chacune des branches ;
- calculer la dérive rencontrée et en déduire le cap magnétique à utiliser ;
- calculer la vitesse sol de l'avion et adapter les temps de vol sur chaque branche.

Remarque : Ces deux listes ne sont pas exhaustives. Nous nous sommes volontairement limités ici aux quelques éléments relatifs à l'orientation et au repérage dans l'espace.

On considère une navigation entre Toussus-le-Noble et Chartres effectuée sous le régime de _____ c'est-à-dire un régime de vol dans lequel on navigue en regardant à l'extérieur de l'aéronef par opposition au _____ (des précisions seront apportées plus loin dans le cours).

On donne trois tracés correspondant aux trois types de navigation étudiés précédemment :



Figure 20 – Types de navigation

Éléments relatifs à chaque type de navigation :

3.2. Instruments d'assistance à la navigation

Les principaux instruments de bord permettant de naviguer sont

- le _____, ou _____ qui est un instrument donnant la position de l'aéronef sur une carte terrestre et son altitude ;
- l'_____, ou _____ qui est un instrument constitué d'une flèche pointant dans une direction ;
- le _____, ou _____ qui est un instrument mesurant une distance ;
- le _____, ou _____ dont le fonctionnement est détaillé plus loin.



(a) VOR



(b) ADF



(c) DME

Figure 21 – Instruments utilisant des balises au sol

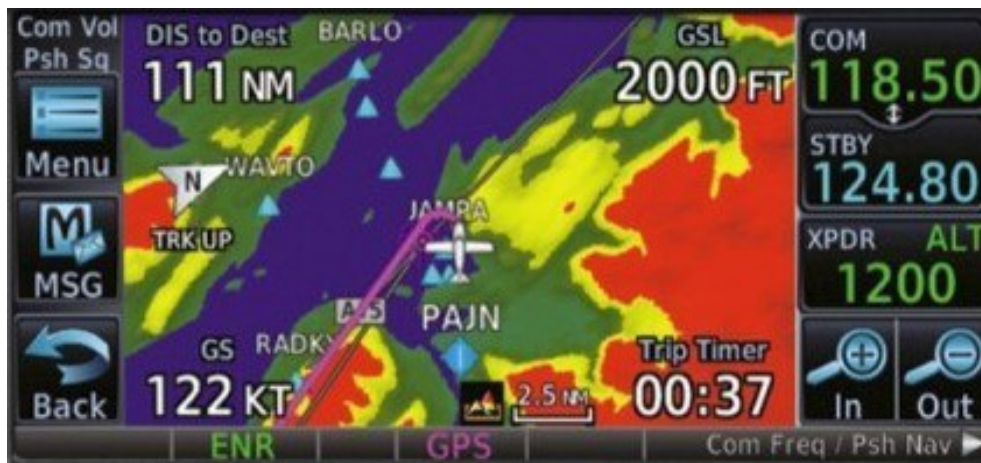


Figure 22 – GPS

Pour tous ces instruments, l'avion communique par voie hertzienne avec un élément extérieur :

- une _____ au sol dans le cas du VOR, de l'ADF ou du DME qui nécessite de régler une fréquence radio (donnée sur les différentes cartes aéronautiques) et éventuellement un _____ ;
- un ensemble de _____ permettant à l'avion de déterminer sa position spatiale : on peut donner un point vers lequel se diriger ou une route à suivre données sur les différentes cartes aéronautiques.

Si le DME, l'ADF et le GPS ont une utilisation assez clairs (la flèche de l'ADF pointe vers la balise, le DME donne une distance par rapport à la balise, le GPS donne une position sur une carte), le VOR est, quant

à lui, plus complexe. Il est nécessaire de régler la bonne fréquence et de choisir un radial. Le VOR fonctionne ainsi selon le schéma suivant (les numéros représentent la position de l'avion et ce qu'indique le VOR à bord).

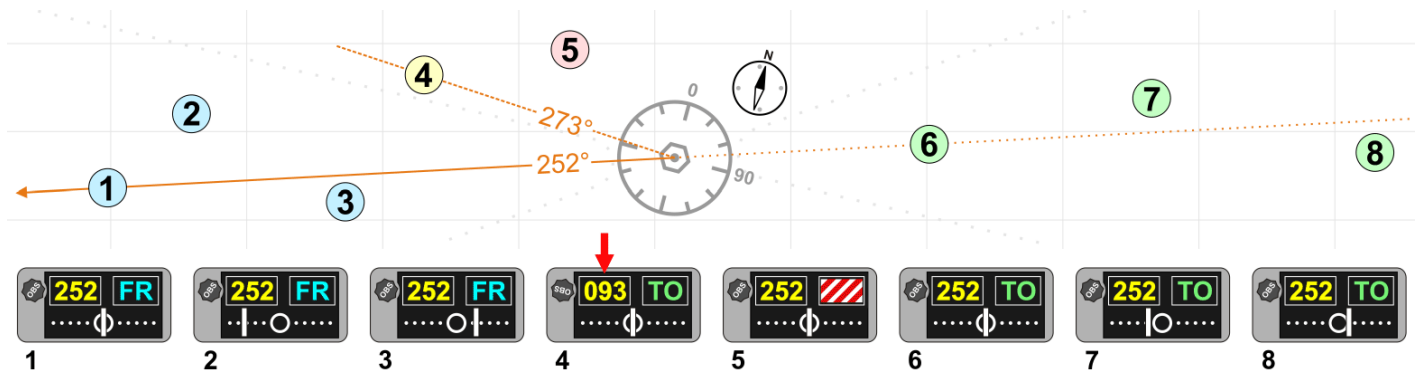


Figure 23 – Fonctionnement du VOR

Remarque : le GPS semble remplacer l'ensemble des autres éléments de radio-navigation. Le nombre de VOR actifs est actuellement en cours de réduction tout comme les ADF. Pourtant, un équivalent du VOR pour les approches appelé ILS (Instrument Landing System) garde une place prépondérante. Les DME restent très présents. En effet, ceci permet de multiplier les types de sources : si les signaux des satellites venaient à être brouillés, la sécurité des vols est maintenue par les stations au sol. En ce qui concerne l'altitude donnée par le GPS, celle-ci ne saurait remplacer l'altimètre à bord qui est beaucoup plus rapide pour transmettre les variations de pression.

4. Réglementation aérienne

Cette partie consiste à présenter quelques règles de circulation et de réglementation aérienne. Un des textes fondateurs du droit aérien (international mais avec des retombées nationales) est la _____ dont l'ancrage historique sera présenté dans la partie sur l'histoire. En résumé, elle affirme :

- la souveraineté de chaque État survolé ;
- le libre survol des pays ayant ratifié la convention ;
- l'obligation de simplifier et d'uniformiser les réglementations techniques.

4.1. Droit aérien, agences nationales et internationales

Pour garantir la sécurité et faciliter la libre circulation des personnes et des biens par le biais du transport aérien civil (le cadre militaire étant plus complexe), les états ont établi des règles communes de droit aérien. Plusieurs organisations participent à l'élaboration de ces règles :

- l' _____ qui dépend de l'ONU et participe à l'élaboration des politiques et des normes qui permettent la standardisation du transport aéronautique international ;
- l' _____ qui participe à l'élaboration des règles de circulation et de sécurité du transport aérien ;

- la _____ qui a pour mission de garantir la sécurité et la sûreté du transport aérien en France.

Le _____ est un code juridique en vigueur regroupant les dispositions juridiques relatives à l'aviation civile en droit français. Il est désormais partiellement inclus dans le Code des transports. Celui-ci fait office de « code de la route » pour le transport aérien.



(a) OACI



EASA
European Aviation Safety Agency

(b) AESA



(c) DGAC

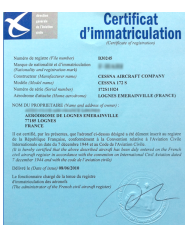
Figure 24 – Logo des organisations et agences

4.2. Contrôle des aéronefs

Comme pour la grande majorité des véhicules, un certain nombre de documents sont nécessaires pour permettre à un aéronef de circuler. Nous donnons ici la liste exhaustive pour un avion, la réglementation étant simplifiée pour certains aéronefs (comme les ULM notamment). Pour avoir l'autorisation de voler, un avion doit posséder à son bord :

- le certificat d'immatriculation (CI) ;
- le certificat de navigabilité (CND) et le certificat d'Examen de Navigabilité (CEN) qui indiquent l'aptitude à voler de l'avion ;
- les licences appropriées pour chaque membre de l'équipage ;
- le carnet de route sur lequel sont portés les renseignements relatifs à l'aéronef, à l'équipage et à chaque voyage ;
- s'il est muni d'appareils radioélectriques, la licence de la station radio de l'aéronef ;
- s'il transporte des passagers, la liste de leurs noms et lieux d'embarquement et de destination ;
- s'il transporte du fret, un manifeste et des déclarations détaillées de ce fret.

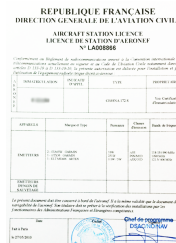
D'autres documents relatifs au type de vol effectué peuvent venir compléter cette liste.



(a) CI



(b) CDN



(c) Licence de station

Date	Trajet / Voie		Lieu / Point		Heure / Temps		Moyen de transport	Statut de transport
	Nom / Nom	Direction / Direction	Arrivée / Arrivée	Départ / Départ	Année / Année	Année / Année		
05/10/2010	EVCHEMNE/MARNAT	EP-I	LFLO	LFLO	09h10	09h45	0,60	PRIVE
06/10/2010	BOUCAUD-SONNERY	P-I	LFLO-BX	LFLO	10h15	11h05	0,80	PRIVE
11/10/2010	ABOU LINM	P	LFLO-LZ	LFLO	14h05	15h20	1,20	PRIVE
15/10/2010	LEISONI	P	LFLO	LFHP	13h05	13h55	0,80	PRIVE
15/10/2010	LEISONI	P	LFHP	LFLO	14h30	15h10	0,70	PRIVE

(d) Carnet de route

Figure 25 – Documentation avion

L'aéronef, selon la zone dans laquelle il se déplace, est plus ou moins _____ dans ses déplacements. Nous verrons plus loin la définition précise d'espace aérien contrôlé mais les contrôleurs aériens peuvent disposer de plusieurs moyens pour vérifier le déplacement d'un avion :