



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.

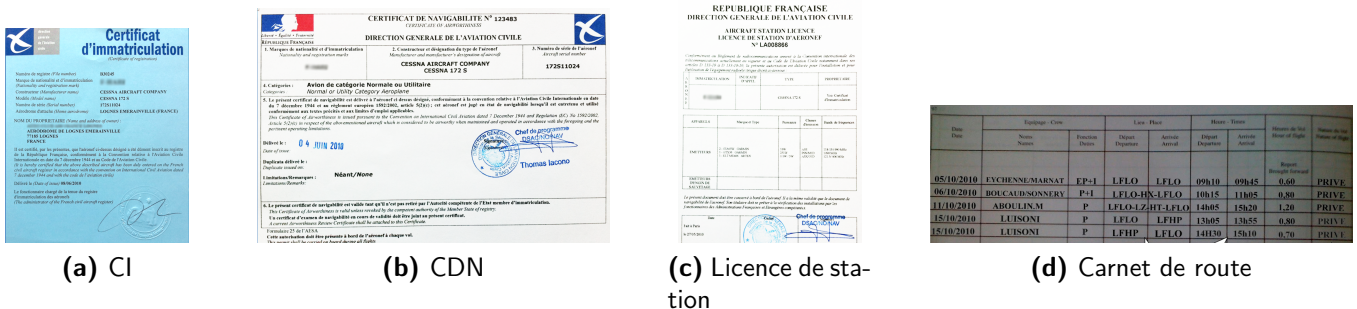


Figure 25 – Documentation avion

L'aéronef, selon la zone dans laquelle il se déplace, est plus ou moins **contrôlé** 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 :

- **un radar primaire** qui affiche sur un écran tout objet volant par un point et différentes informations ;
- **un radar secondaire** qui affiche sur un écran tout aéronef muni d'un **transpondeur** (c'est-à-dire un boîtier émetteur d'ondes radio pour lequel est réglé un code à quatre chiffres entre 0 et 7) pour obtenir des informations plus complètes qu'avec le radar primaire ;
- **une radio** qui permet de communiquer avec les membres d'équipage de l'aéronef.



(a) Antenne radar primaire



(b) Afficheur du radar

Figure 26 – Éléments d'un radar

Les contrôleurs aériens peuvent attribuer un code transpondeur spécifique à un aéronef pour l'identifier sur le radar mais certains codes sont réservés et permettent de communiquer certaines informations vitales :

- 7500 en cas de détournement ;
- 7600 en cas de panne radio ;
- 7700 en cas de détresse.

Les communications audio sont particulièrement codifiées dans la circulation aérienne : on parle de **phraséologie**. La phraséologie ne fait pas partie du programme du BIA à l'exception de l'**alphabet radio** présenté ci-après :

A	alpha	J	juliette	S	sierra
B	bravo	K	kilo	T	tango
C	charlie	L	lima	U	uniforme
D	delta	M	mike	V	victor
E	echo	N	november ou novembre	W	whisky
F	foxtrot ou fox	O	oscar	X	x-ray
G	golf	P	papa	Y	yankee
H	hotel	Q	quebec	Z	zoulou
I	india	R	roméo		

Ces mots ont été choisis de façon à éviter toute **redondance**, c'est-à-dire toute confusion en cas de transmission audio de mauvaise qualité. Ainsi, une immatriculation d'aéronef s'énonce avec cet alphabet.

4.3. Régime de vol

Un aéronef peut suivre deux ensembles de règles différentes pour maîtriser sa position spatiale. Il peut voler selon les règles de

- **vol à vue** ou VFR pour *Visual Flight Rules* où la prévention des collisions repose essentiellement sur le principe voir et éviter : le ou la pilote doit constamment regarder à l'extérieur de l'avion pour respecter les règles de l'air ;
- **vol aux instruments** ou IFR pour *Instruments Flight Rules* où la prévention des collisions repose sur le contrôle de la circulation aérienne et le respect de trajectoires spécifiques : le ou la pilote

doit constamment regarder ses instruments et se conformer aux instructions du contrôle aérien pour respecter les règles de l'air.

Le vol aux instruments est plus long à apprendre que le vol à vue et nécessite une formation supplémentaire ainsi qu'un aéronaf avec un équipement différent.



(a) VFR



(b) IFR

Figure 27 – Régimes de vol

4.4. Organisation de l'espace aérien

Afin d'assurer la sécurité des aéronafs, notamment dans les zones densément fréquentées, l'espace aérien peut être contrôlé. Lorsqu'un commandant de bord est en contact avec un contrôleur, il peut s'attendre à disposer des trois services suivants :

- **le service de contrôle** : permettant d'assurer un écoulement sûr, rapide et régulier du trafic aérien tout en évitant les abordages et collisions ;
- **le service d'information** : permettant d'informer les pilotes en fournissant tous renseignements utiles au bon déroulement du vol ;
- **le service d'alerte** : permettant de déclencher des moyens de recherche et de sauvetage si nécessaire.

Ces trois services ne sont pas systématiquement assurés, ou ne sont pas assurés de la même manière selon la classe d'espace dans laquelle se trouve l'aéronaf. En effet, l'espace aérien est divisé en zones, qui peuvent être de sept types, repérés par une lettre de A à G. Nous verrons également qu'en plus de ces sept classes d'espace, il existe des zones à statut particulier.

Comme il est possible de le constater sur les cartes de navigations aériennes telles que celles présentées sur les figures 14 à 16, de larges zones sont entourées d'un liseré bleu ou rouge. Selon les informations imprimées en vis-à-vis de ces liserés, il est possible de connaître le type d'espace concerné et ainsi les types de services qui y seront rendus.

4.4.1. Les classes d'espace

Le tableau suivant résume les caractéristiques des sept classes d'espace rencontrées.

On précise ici quelques points pour la lecture de ce tableau :

1. La classe B n'est pas utilisée en France.
2. L'information de vol, entre deux vols VFR en classe C ou entre un vol VFR et un vol IFR ou VFR en classe D est accompagnée de suggestion de manœuvre à la demande du pilote.
3. On note VFRs le VFR spécial. Il s'agit d'un régime de vol VFR réalisé dans des conditions météorologique légèrement dégradées par rapport aux conditions généralement utilisées. Ce vol VFR dégradé ne peut être pratiqué que dans les zones contrôlées de type D.

Classe d'espace	Régimes de vol	Service de contrôle	Service d'information	Service d'alerte	Obligation radio	Demande de pénétration
A	IFR	IFR	oui	oui	oui	oui
B ¹	IFR	IFR et VFR	oui	oui	oui	oui
	VFR	IFR et VFR	oui	oui	oui	oui
C	IFR	IFR et VFR	oui	oui	oui	oui
	VFR	IFR	VFR ²	oui	oui	oui
D	IFR	IFR	VFR ²	oui	oui	oui
	VFR	non	IFR et VFR ²	oui	oui	oui
	VFRs ³	IFR et VFRs	oui	oui	oui	oui
E	IFR	IFR	VFR ⁴	oui	oui	oui
	VFR	non	IFR ⁴ et VFR ⁵	oui	non ⁶	non
F ⁷	IFR	non	oui ⁸	oui	oui	non
	VFR	non	oui ⁹	oui	non ⁶	non
G	IFR	non	oui ⁹	oui	oui	non
	VFR	non	oui ⁹	oui	non ⁶	non

- Dans l'espace aérien de classe E, l'information de trafic entre vols VFR et IFR est faite dans la mesure du possible
- Dans l'espace aérien de classe E, les vols VFR n'ayant pas obligation de contacter l'organisme de contrôle, l'information de vol entre vols VFR n'est faite que par rapport aux vols VFR dont l'organisme de contrôle à connaissance.
- Dans les espaces aériens de classe E, F ou G, le contact radio n'est pas obligatoire pour les vols VFR sauf dans les zones à radio obligatoire, appelées RMZ de l'anglais *Radio Mandatory Zone*.
- La classe F n'est pas utilisée en France.
- En espace aérien de classe F, pour les vols IFR, en plus de l'information de vol, un service consultatif peut être assuré. Ce service consultatif aide les pilotes IFR à assurer leur espacement avec les autres vols IFR. Les deux services sont assurés si demandés.
- Dans les espaces de classe F pour les vols VFR ou G pour les vols IFR et VFR, le service d'information n'est assuré que s'il est demandé par le pilote.

4.4.2. Les zones à statut particulier

Afin de protéger certains espaces ou pour éviter une cohabitation dangereuse entre certains aéronefs, on a créé des **zones à statut particulier** :

- zones P** : zone interdite (de l'anglais *prohibited*), dont l'accès est interdit à tout aéronef (zones d'essais de missiles par exemple) ;
- zones R** : zones réglementées (de l'anglais *restricted*), dont l'accès n'est autorisé qu'à certaines heures (zones de parachutage ou d'entraînement militaire par exemple) ;
- zones D** : zones dangereuses (de l'anglais *dangerous*), dans lesquels les aéronefs peuvent pénétrer mais avec précaution (zones inhospitalières, de survol maritime notamment).

La connaissance de toutes les zones à statut particulier (caractéristiques géographiques, type d'activité, organisme responsable de l'activation, etc.) est mise à disposition des pilotes au moyen d'un guide complémentaire aux cartes, publié par le SIA et mis à jours deux fois par an. Ce guide complémentaire contient également d'autres informations spécifiques (itinéraires imposés de jour ou de nuit, itinéraires de survol maritime et zones de vol à voile, de parachutage et de vol à voile).

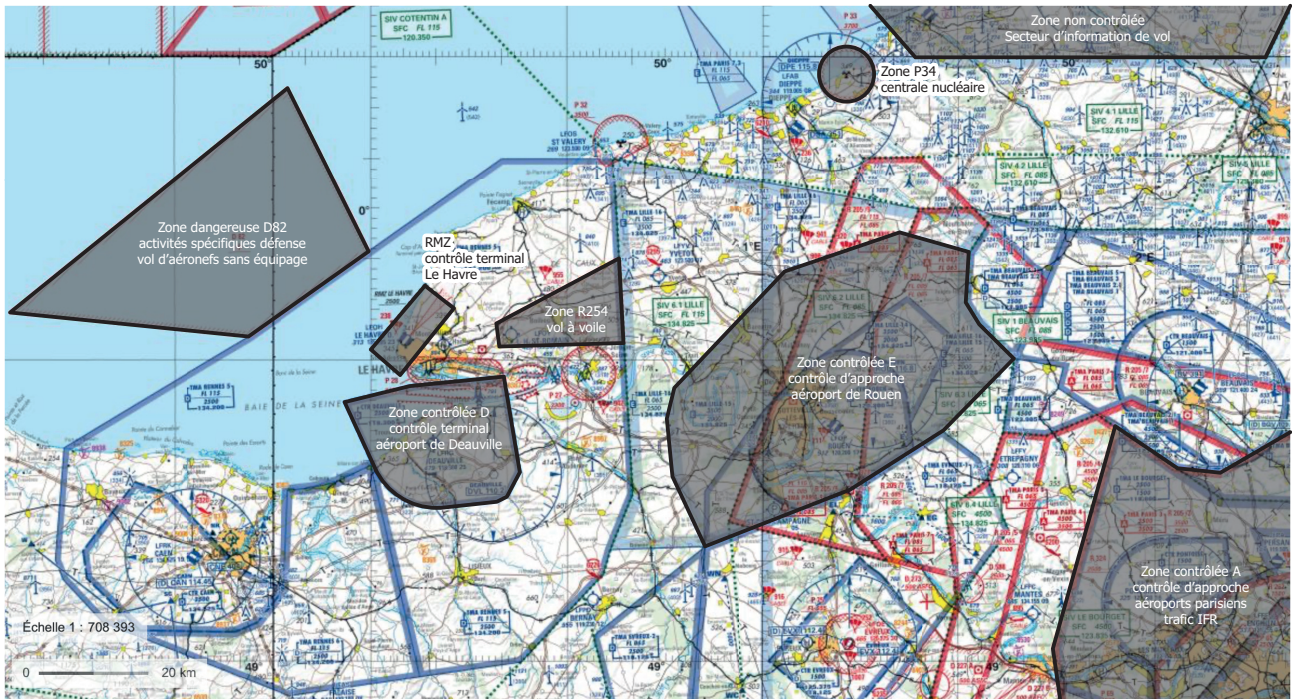


Figure 28 – Quelques exemples de zones sur la carte VFR 1/500 000.

LF R 2 LE RUCHARD		Plafond / Upper limit 3100ft AMSL Plancher / Lower limit SFC
Activité / Activity	Activités spécifiques Défense. Tirs sol/sol.	
Horaires d'activation / Hours	Possible activation H24	
Organisme gestionnaire / Operating authority Conditions de pénétration / Penetrating conditions Observations / Remarks	Gestionnaire : ELT LE RUCHARD 37220 AVON LES ROCHES - TEL. 02 47 45 72 57/59 - FAX : 02 47 45 72 79. CAM/CAG : Contournement obligatoire. Activité réelle connue par SEINE APP/INFO.	
LF R 3 A VOUZIERIS SECHAULT		Plafond / Upper limit 1800ft AMSL Plancher / Lower limit SFC
Activité / Activity	Activités spécifiques Défense. Tirs d'explosifs. \Defence specific activities. Explosives operations.	
Horaires d'activation / Hours	From 01st JAN to 30th JUN : possible activation H24. From 01st JUL to 31st DEC, possible activation : MON-THU : H24 FRI : 0000-1900 SUM : -1HR. Outside LF-R 3 B Vouziers-Séchault activity.	
Organisme gestionnaire / Operating authority Conditions de pénétration / Penetrating conditions Observations / Remarks	CAG : contournement obligatoire pendant l'activité. CAM : pénétration sur autorisation du gestionnaire Gestionnaire : camp de Vouziers-Séchault. Chef du détachement du 25ème régiment du génie de l'air ou permanent. TEL : 03 25 07 72 14 - 03 24 30 42 11. Activité connue de SAINT-DIZIER APP pendant les horaires ATS.	
LF R 3 B VOUZIERIS SECHAULT		Plafond / Upper limit 5000ft AMSL Plancher / Lower limit SFC
Activité / Activity	Activités Défense spécifiques. Ballon captif.	
Horaires d'activation / Hours	Possible activation H24 by NOTAM PN 24 HR. According to protocol.	
Organisme gestionnaire / Operating authority Conditions de pénétration / Penetrating conditions Observations / Remarks	Organisme gestionnaire et demandeur du NOTAM : Directeur des vols (TEL publié dans le NOTAM d'activation). CAG/CAM : contournement obligatoire sauf pour les aéronefs assurant des missions d'assistance, de sauvetage ou de sécurité publique, lorsque le contournement n'est pas compatible avec l'exécution de ces missions après autorisation du directeur des vols (DV). Balisage diurne : - du câble : par des fanions rouges fluorescents tous les 50m ; - de l'aérostat : par des feux à éclats de haute intensité (1 blanc, 1 rouge). Balisage nocturne de l'aérostat : - par des feux à éclats de haute intensité (1 blanc, 1 rouge) ; - par un projecteur DCA au point d'ancrage, faisceau de 1° d'ouverture et de couleur blanche. Détection/identification : réflecteur RADAR, transpondeur 3/A et C (code détresse 7700 si rupture du câble). Activité réelle connue de : - PARIS ACC/FIC - SAINT DIZIER APP.	

Figure 29 – Extrait du complément aux cartes présentant les premières zones réglementées.

4.5. Règles de survol, de priorité et d'anti-abordage

Afin d'assurer la sécurité, la hauteur minimal de navigation doit être supérieure à **500 ft**. Cette hauteur par rapport au sol a pour effet de donner au pilote un temps minimal pour réagir en cas de panne moteur, afin d'assurer un atterrissage forcé dans des conditions suffisantes de sécurité. En dehors des zones de campagne, des hauteurs minimales de survol sont également imposées :

- survol d'une agglomération d'un rayon inférieur ou égal à 600 m, survol d'un rassemblement de personnes (plage) ou d'animaux (élevage), survol d'un parc naturel ou d'une installation spécifique : hauteur minimale de **1000 ft** ;
- survol d'une agglomération d'un rayon supérieur à 600 m et inférieur ou égal à 1200 m : hauteur minimale de **1650 ft** pour un monomoteur à piston, ou de **3300 ft** pour un multimoteur à pistons, ou un avion à turbopropulseur ou turboréacteur ;
- survol d'une agglomération d'un rayon supérieur à 1200 m et inférieur ou égal à 3600 m, survol d'un rassemblement de plus de 10000 personnes (festival) ou animaux : hauteur minimale de **3300 fg** ;
- survol d'une agglomération d'un rayon supérieur à 3600 m, survol d'un rassemblement de plus de 100000 personnes ou animaux : hauteur minimale de **5000 ft** ;
- survol de la ville de Paris : hauteur minimale de **6600 ft**.

En vol aux instruments et en vol à vue de nuit, dans la mesure où le contact visuel avec le sol est plus difficile à obtenir, la hauteur minimal de survol est relevée :

- à **1000 ft** au dessus de l'obstacle le plus élevé dans un rayon de 8 km autour de l'aéronef en IFR ;
- à **1500 ft** au dessus de l'obstacle le plus élevé dans un rayon de 8 km autour de l'aéronef en VFR de nuit ;
- à **2000 ft** au dessus de l'obstacle le plus élevé dans un rayon de 8 km autour de l'aéronef en IFR et VFR de nuit en région montagneuse.

Compte tenu de la maniabilité et de la manœuvrabilité des différents aéronefs, les règles de priorité suivantes sont appliquées :

- les aéronefs remorquant des objets ou d'autres aéronefs ont priorité sur tout autre aéronef ;
- les planeurs doivent céder le passage aux ballons ;
- les dirigeables doivent céder le passage aux planeurs et aux ballons ;
- les aéronefs motorisés (avions et hélicoptère) doivent céder le passage aux dirigeables, aux planeurs et aux ballons.

Enfin, aux abords d'un aérodrome, un aéronef en vol a toujours priorité sur un aéronef au sol.

Par ailleurs, lorsque deux aéronefs doivent se croiser en vol, les règles d'anti-abordage suivantes s'appliquent :

- lorsque deux aéronefs sont sur des routes convergentes, celui qui voit l'autre aéronef sur sa droite doit s'écarter afin d'éviter toute collision (il s'agit d'une priorité à droite telle que celle généralement appliquée en voiture) ;
- lorsqu'un aéronef dépasse un autre aéronef, le dépassement se fait par la droite (à l'inverse de ce qui est pratique en voiture, afin de permettre à l'aéronef le plus rapide de garder une bonne visibilité sur l'aéronef dépassé) ;
- lorsque deux aéronefs se font face, chaque aéronef doit virer à droite pour éviter la collision.

Au delà de ces règles générales, en espace aérien contrôlé avec service de contrôle assuré, le contrôleur peut également donner d'autres indications pour éviter une collision, notamment en demandant aux pilotes de modifier leur vitesse ou leur altitude.

De nuit, pour identifier facilement si un avion arrive de face, de droite ou de gauche, le balisage lumineux utilisé est le suivant : l'extrémité de l'aile gauche est équipée d'un phare rouge, l'extrémité de l'aile droite est équipée d'un phare vert et la dérive est équipée d'un phare blanc.

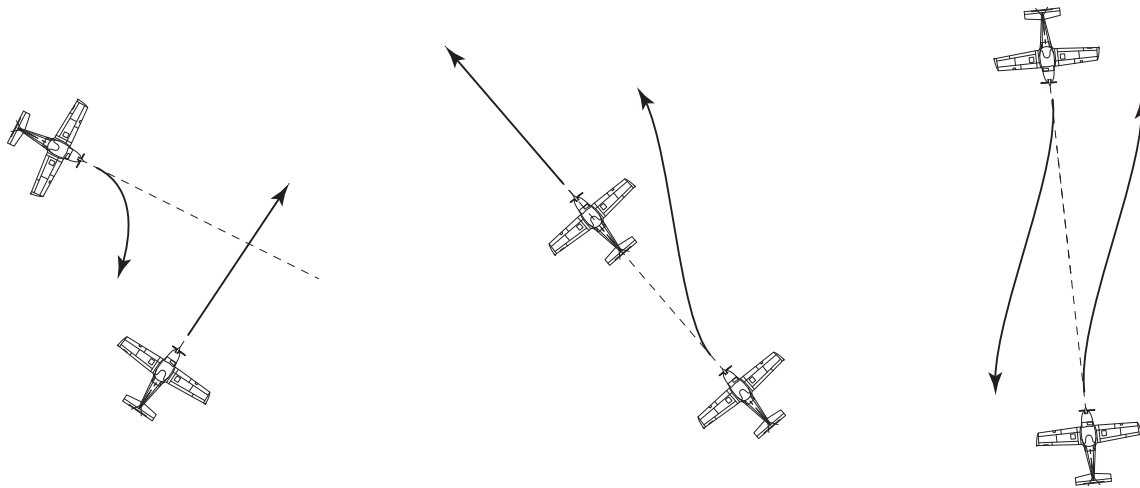


Figure 30 – Les règles de croisement et d'anti-abordage.

Selon leur type et leurs performances, deux avions volant face à face ont une vitesse relative qui peut rapidement atteindre 250 kt, soit près de 500 km/h (140 m/s). Dans ces conditions, éviter une collision de face est particulièrement complexe. Pour limiter les cas de figure dans lesquels une telle situation se rencontre, une **règle semi-circulaire** a été instaurée de manière à imposer aux avions une altitude de vol en fonction leur route. Cette règle comporte deux points :

1. un pilote évoluant en régime IFR choisit un niveau de vol dont le chiffre des unités est 0, un pilote évoluant en régime VFR choisit un niveau de vol dont le chiffre des unités est 5 ;
2. un pilote dont la route est comprise entre 000° et 179° choisit un niveau de vol dont les chiffres des dizaines sont impairs, un pilote dont la route est comprise entre 180° et 359° choisit un niveau de vol dont les chiffres des dizaines sont pairs.

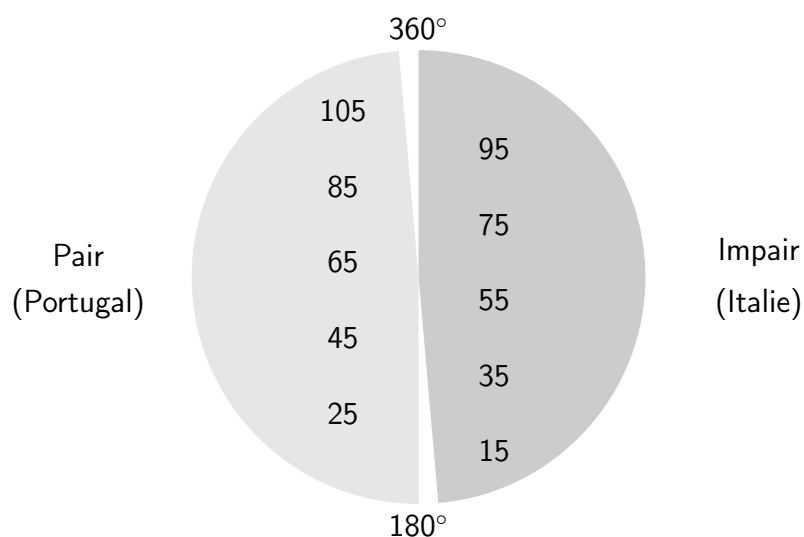


Figure 31 – Illustration de la règle semi-circulaire pour le vol VFR.

5. Aérodrome : infrastructure et procédures spécifiques

Un aéronef doit décoller et atterrir depuis un aérodrome adéquat, c'est-à-dire d'une aire aménagée, dégagée d'obstacle et répertoriée comme tel par les autorités compétentes. L'aérodrome étant une zone de convergence de plusieurs aéronefs, des règles et procédures précises doivent y être appliquées afin d'assurer la sécurité de tous les usagers.

Dans cette section, nous verrons dans un premier temps les infrastructures communément rencontrées sur un aérodrome ainsi que les procédures spécifiques qui y sont appliquées.

Les infrastructures présentes sur un aérodrome ainsi que les procédures qui y sont appliquées dépendent du type de trafic aérien :

- type des aéronefs autorisés à utiliser l'aérodrome ;
- performance au décollage et à l'atterrissage des aéronefs ;
- fréquentation de l'aérodrome (en nombre d'atterrissage et de décollage par jour, ou mouvement) ;
- utilisation de jour ou de nuit ;
- utilisation en vol à vue ou en vol aux instruments.

5.1. Infrastructure aéroportuaire

Un aérodrome est généralement composé :

- d'un bloc technique ;
- d'un ou de plusieurs parkings ou aires de stationnement ;
- d'une ou de plusieurs pistes de décollage et atterrissage ;
- de voies de circulation.

Bloc technique

Le bloc technique, sur un aérodrome, est l'ensemble de bâtiments regroupant les services techniques de l'installation. Ceci inclut, s'ils sont présents, les services de contrôle (tour de contrôle notamment), les services de sauvetage et de sécurité (unité de protection incendie, brigade de gendarmerie), les services technique d'entretien du matériel et des infrastructures mais également le bureau de piste, où les pilotes ont à leurs disposition des outils leur permettant de réaliser les formalités administratives nécessaires pour la conduite de leurs vols.

Parkings et aires de stationnement

les parkings et aires de stationnement sont les zones réservées au stationnement des aéronefs ainsi qu'à l'embarquement et au débarquement des passagers.

Piste

La piste est exclusivement réservée aux manœuvres de décollage et d'atterrissage des aéronefs. Elle est dotée de marques visuelles normalisées.

Sur une piste gazonnée (voir figure 33), le balisage de la piste est assuré par le marquage de ses limites latérales à l'aide de balises blanches visibles depuis le ciel et depuis le sol. Le cas échéant, le seuil de piste sera matérialisé par des « V » visibles depuis le ciel. Depuis le sol, les limites des voies de circulation sont matérialisées par des plots jaunes.

Sur une piste goudronnée (voir figure 34), selon les dimensions de la piste, on pourra trouver les éléments suivants :

- une marque de seuil de piste sous la forme de peignes (similaire au marquage d'un passage pour piétons sur une route) ;
- des marques de toucher des roues, matérialisant la zone dans laquelle les roues de l'avion doivent toucher le sol, et éventuellement accompagnées de marques intermédiaires ;
- un marquage de l'axe central de la piste, sous la forme d'une ligne discontinue ;
- le numéro de la piste (éventuellement complété par la mention L/C/R pour le cas de pistes parallèles) correspondant à l'orientation magnétique de la piste en dizaine de degrés arrondis au plus proche (appelé QFU).

On trouve généralement en bordure de piste, et parfois en plusieurs endroits de l'aérodrome, une manche à air visible depuis le ciel et permettant aux pilotes d'obtenir une indication à propos de l'orientation du vent et de sa vitesse. Ceci leur permet alors de choisir le sens d'utilisation de la piste de manière à décoller ou atterrir face au vent.

Sur les aérodrome ouverts aux opérations de nuit, les différents éléments de balisage pourront être lumineux. On utilise généralement la couleur blanche pour les balises de piste et la couleur bleue pour les balises des voies de circulation.



Figure 32 – Manche à air.



Figure 33 – Vue satellite de l'aérodrome de Chavenay.

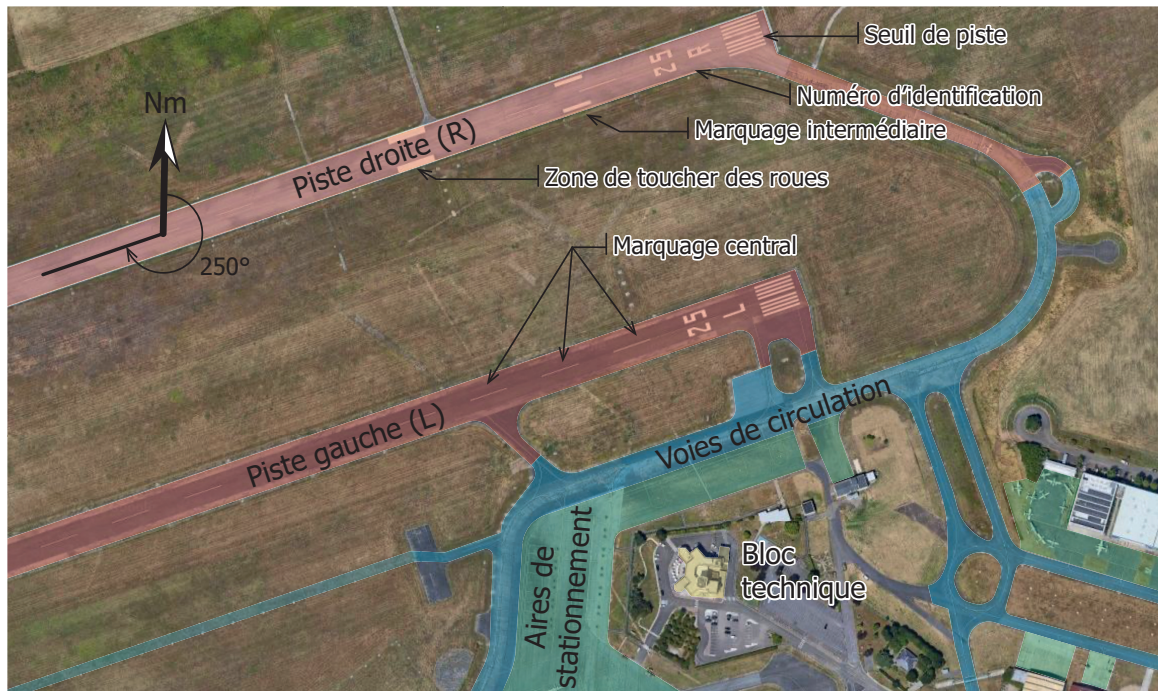


Figure 34 – Vue satellite de l'aérodrome de Toussus-le-Noble.

Exercice 3

Sur la documentation relative à l'aéroport de Paris Charles de Gaulle, on peut lire que les quatre pistes parallèles sont orientées à $084^\circ/264^\circ$ par rapport au nord magnétique.

Quelles indications peut-on lire de chaque côté, au seuil de chaque piste ?

5.2. Procédures

Procédures relatives au vol à vue

Pour les avions évoluant en VFR, le tour de piste est une trajectoire standardisée autour de l'aérodrome, permettant au pilote de prendre ses repères pour l'atterrissage et laissant le temps de configurer l'avion pour l'atterrissage (sortie des dispositifs hypersustentateurs et du train le cas échéant). Cette phase de préparation se fait lors d'une branche de vol parallèle à la piste, avec le vent dans le dos. Cette branche est appelée **vent arrière**.

Une fois l'avion configuré, le pilote effectue un virage à 90° de manière à se placer perpendiculairement à la piste en rapprochement. Cette branche de vol est appelée **étape de base**. Généralement, le pilote initie la descente durant cette phase de la procédure.

À la fin de l'étape de base, le pilote effectue le **dernier virage**, de sorte que l'avion se retrouve face à la piste face au vent. C'est alors la **finale** qui débute, durant laquelle le pilote va réduire progressivement la vitesse de son avion puis effectuer un **arrondi** afin de toucher le sol avec la vitesse verticale la plus faible possible.

Au décollage, la phase de montée dans l'axe de piste est appelée **montée initiale**.

Pendant l'entraînement et la formation des pilotes, il est courant d'enchaîner les décollages et atterrissages, faisant apparaître ce *tour* de piste. La montée initiale est suivie d'une branche de **vent traversier** (pendant