

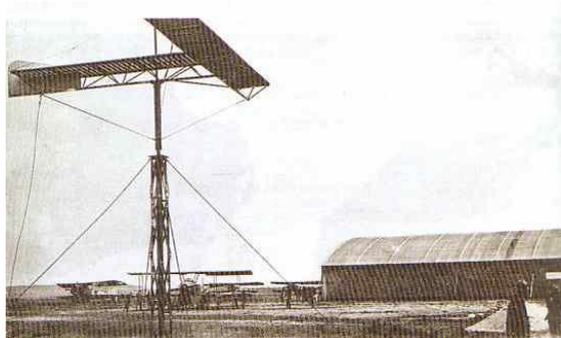
Histoire du contrôle aérien militaire

Née au tout début du 20^{ème} siècle, l'aviation s'est tout de suite entachée d'accidents dont le premier fut une collision en vol le 8 septembre 1910 à Vienne. L'administration a alors pris le 21 novembre 1911 un décret réglementant la circulation aérienne, suivi le 24 octobre 1913 d'un nouveau décret définissant les zones de vol interdites.

La première guerre mondiale va accélérer prodigieusement le développement de l'aviation, et à la fin de la première Guerre Mondiale, il existe de nombreux pilotes chevronnés et des quantités impressionnantes d'appareils disponibles. Quelques industriels se lancent dans l'aventure de l'aviation commerciale, comme Lucien Bossoutrot qui ouvre le 8 février 1919 la ligne Paris-Londres. Les lignes aéropostales connaissent alors un succès croissant.

C'est ainsi que le gouvernement français décide en 1919 de réglementer le trafic aérien. Le 6 juin est créée l'Organisation Générale de l'Aéronautique (OGA) qui chapeaute l'aéronautique civile et militaire. Cette dernière dépendra de l'armée de terre jusqu'en 1933. L'OGA comprend plusieurs services :

- le STS (Service des Télécommunications et Signalisations) chargé du développement des moyens de télécommunications ;
- le SPA (Service des Ports Aériens) chargé de la gestion et du développement des aérodromes ;
- Le SNA (Service de la Navigation Aérienne) créé le 17 septembre qui est chargé de la navigation aérienne (on ne parle pas encore de contrôle).



Le Té d'atterrissage (1915) : C'est la première manifestation d'une circulation aérienne. Les avions tournent par la gauche après le décollage pour effectuer le tour de piste. Sur le terrain école de Cazaux, le sens d'atterrissage est indiqué par un appareil stylisé s'orientant dans le sens des vents dominants grâce à la dérive en partie arrière. Depuis, l'appareil a été commandé électriquement pour s'orienter dans le sens des axes privilégiés (vents dominants)

Le SNA s'appuie sur deux corps : Les commandants d'aérodromes et les opérateurs radio. Après la première Guerre Mondiale, des commandants d'aérodrome, principalement des anciens navigants de la guerre, assurent le contrôle de la circulation aérienne aidés par des opérateurs radio.

Les commandants ou leurs adjoints délivrent des informations d'approche et d'atterrissage aux abords des terrains et les opérateurs radio transmettent leurs instructions en morse, plus rarement en phonie, pour cause de langues différentes. On applique alors le code Q, créée en 1920 et obligatoire en 1926. C'est une suite de 3 lettres transmises rapidement en morse comme par exemple :

- le QGP : numéro d'ordre d'approche.
- le QFU : numéro de la piste en service.
- le QNH : pression atmosphérique au niveau de la mer qui permet de séparer les aéronefs en altitude.
- le QFE : pression atmosphérique au sol qui permet de séparer les aéronefs en hauteur.
- le QDR : relèvement magnétique de l'avion mesuré à la station (également appelé "radial").
- le QDM : relèvement magnétique de la station mesuré à l'avion.
- le QTE : relèvement vrai de l'avion mesuré à la station.
- le QUJ : relèvement vrai de la station mesuré à l'avion.
- le QAA : heure estimée d'arrivée.
- le QBI : vol IFR obligatoire.
- le QBG : je suis au-dessus des nuages.

On ne compte en 1921 que 17 commandants d'aérodrome et 67 opérateurs radio. Les opérateurs radio paieront un lourd tribut en s'engageant dans la Résistance qui recherchait ces rares spécialistes pour communiquer avec Londres. On commence aussi à parler de contrôleurs aériens. Ils surveillent l'arrivée des avions à l'aide de jumelles. Au sol, les pilotes sortent deux drapeaux : un pour indiquer la compagnie, l'autre pour l'immatriculation. Le contrôleur peut ainsi mieux assurer la sécurité au sol. Il y a 16 contrôleurs en 1924.

Le 1er avril 1930, le SNA est supprimé et remplacé par 3 établissements régionaux autonomes installés à Paris, Marseille et Alger. Le 10 septembre 1938, le gouvernement du Front Populaire crée alors un nouvel ensemble administratif : la Direction de l'Aéronautique Civile et de l'Aviation Populaire marquant la séparation entre l'aviation civile et la nouvelle armée de l'air.

Les stations air-sol

Après le premier conflit mondial, il existe deux stations air-sol : Le Bourget et Saint-Inglevert. Mais très vite, d'autres stations feront leur apparition sur le sol français (Lyon, Bordeaux, Nîmes, ...). Les commandants d'aérodrome, installés dans des vigies, peuvent contrôler la circulation au sol et dans les airs. Leur rôle est de donner des indications aux pilotes (telles que la météorologie, les QGP), d'écouter les messages mouvements d'aéronefs (messages de départs et d'arrivées) et de veiller sur l'aérodrome, la sécurité des vols incombant à l'équipage. Cependant, le trafic aérien est peu important et seulement une dizaine d'appareils sont équipés de TSF (Téléphonie Sans Fil).



La station d'émission du Bourget en 1930. Cette salle est celle des émetteurs, production SFR, avec le spécialiste réglant la puissance d'émission. Sur l'armoire, les lampes de l'émetteur ondes courtes (4 longueurs d'ondes aéronautiques : 53 mètres, 45.5 mètres, 27 mètres et 17.5 mètres) sont installées face à face. L'armoire de gauche est le modulateur de 500 watts de puissance couvrant la bande 15/100 mètres conjugué avec l'émetteur ondes longues (les 3 armoires à droite) couvrant la gamme 500/1800 mètres construits par la S.E.T. (société indépendante TSF) travaillant en téléphonie ou télégraphie.

La goniométrie

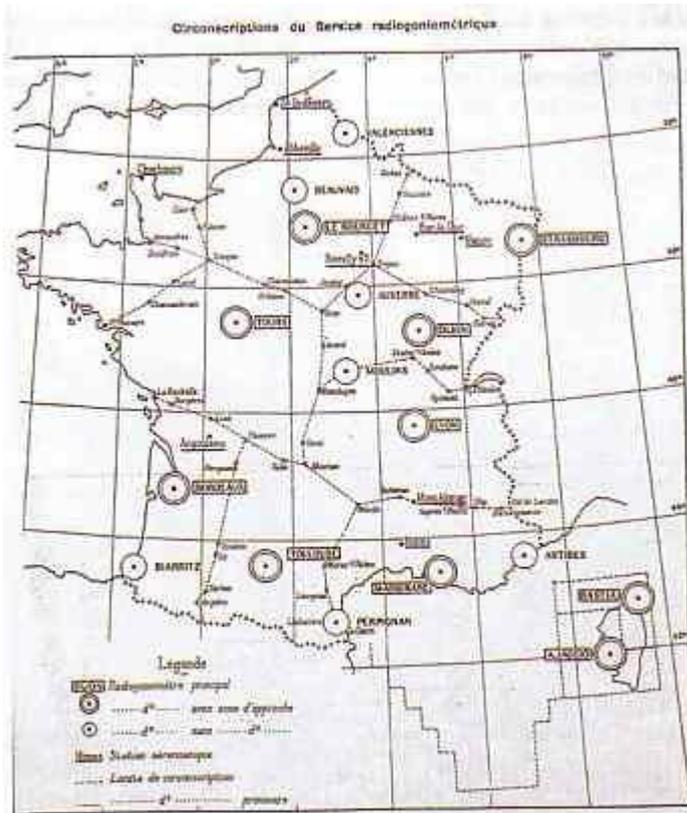
Le 1er mai 1926, la station du Bourget s'équipe d'un radiogoniomètre. Elle sera suivie par d'autres stations. Les opérateurs sont en mesure de fournir aux équipages, en plus des informations météorologiques, des renseignements sur leurs positions, des caps pour rejoindre l'aérodrome et d'apporter une aide en cas de difficultés.

Tout appareil désirant obtenir sa position doit entrer en contact avec la station de contrôle du secteur où il se trouve. Il module son appellation de compagnie durant quelques secondes pendant lesquelles les stations de contrôle et les stations auxiliaires opèrent. Ces dernières transmettent les relèvements à la station de contrôle qui, après recoupements sur la carte est capable de donner la position de l'avion sous forme de distance en kilomètres et d'une direction de la rose des vents par rapport à une ville proche. A cette époque, les commandants d'aérodrome et les opérateurs ne parlent qu'en français. Aussi, les gouvernements ou les compagnies aériennes peuvent détacher des opérateurs étrangers à leur frais. La graphie (morse) sera la solution préconisée par la communauté internationale.

Un certain contrôle en route

En mai 1935, des mesures pour éviter les collisions d'aéronefs et faciliter les atterrissages par mauvais temps sont instaurées. Le territoire est divisé en 10 circonscriptions radioélectriques (Le Bourget, Strasbourg, Tours, Dijon, Biarritz, Lyon, Toulouse, Marseille, Bastia et Ajaccio) et des zones d'approche de 30 km autour de certains aérodromes sont créées.

Hors zone d'approche, la station principale radiogoniométrique, suppléée par les autres stations de sa circonscription, contrôle les mouvements d'aéronefs. En effet, les appareils équipés de TSF et évoluant sans visibilité doivent obligatoirement indiquer à la station principale les caractéristiques de leur vol (départ, arrivée, position et hauteur de vol au-dessus du niveau de la mer). Les mouvements de ces appareils sont pointés sur une carte par les opérateurs grâce aux relèvements goniométriques. Tout au long de leur trajet, les avions sont transférés de circonscriptions en circonscriptions. Les stations connaissant ainsi les mouvements et les positions des aéronefs peuvent les prévenir des dangers de collision : c'est la naissance de l'information de vol.



Carte du contrôle des mouvements d'aéronefs en dehors des zones d'approche. L'appareil équipé de TSF, en vol de croisière, doit préciser sa route, ou QAB, son altitude, ou QAH, et, si possible, sa position, ou QTH, et l'heure estimée d'arrivée à destination, ou QRE. Les goniomètres ont des indicatifs à 3 lettres (FNJ pour Ajaccio, FNY pour Biarritz, ...) et trois de ces instruments sont nécessaires pour réaliser une triangulation. Ils sont également utiles lors de l'atterrissage en transmettant les caps magnétiques à suivre pour rejoindre la station, ou QDM, dont l'un est privilégié pour l'axe d'atterrissage.

Les zones d'approche

L'avion se présente verticalement au-dessus de l'aérodrome et se signale par radio. Il vire ensuite sur une route prédéfinie et s'éloigne pendant 3 minutes, il vire ensuite en descente pour revenir se poser. Cette manœuvre est suivie au sol par radiogoniométrie.

Dans les zones d'approche, le commandant d'aérodrome détermine, en fonction de la météo, s'il y a lieu d'appliquer les consignes de brume et

informe les aérodromes de départ. Les appareils en vol qui se présentent pour pénétrer dans la zone d'approche sont prévenus de l'application des consignes de brume. La route à suivre et la hauteur de vol à maintenir sont données par le commandant qui doit se rendre à la station goniométrique pour livrer ses instructions. A défaut, il est représenté par son adjoint qui l'informe par téléphone. En aucun cas, il ne doit s'immiscer dans le service radioélectrique mais cependant, il donne les ordres d'atterrissage.

Si la base de la couche de nuages ou de brume est supérieure à 200 mètres, l'avion effectue une percée d'atterrissage sur ordre d'un représentant de la compagnie retransmis par la station. Si ce dernier est absent, le commandant d'aérodrome prend l'initiative d'autoriser la percée. Celle-ci est guidée par une succession de caps magnétiques à suivre mesurés par l'opérateur radiogoniométrique. Le commandant d'aérodrome est l'ancêtre du contrôleur d'approche d'aujourd'hui.

Le "dispatching"

En 1938, l'aéroport du Bourget (LFBP) est l'un des aéroports européens les plus importants avec Londres-Croydon et Berlin-Tempelhof. Dans un souci d'aide aux pilotes, la station instaure le tableau de dispatching (analogue à celui utilisé dans les chemins de fer). Sur la ligne Paris-Londres (la plus active à l'époque), tous les mouvements entre les deux capitales y sont reportés. Cela permet de prévoir les croisements et de réguler le trafic. Un graphique général de la situation est tenu à jour en permanence et un extrait remis à chaque pilote avant le départ. Tous les points de croisement et de doublement sont soulignés, l'équipage ayant la possibilité de s'assurer par radio des bonnes séparations en altitude.

Les routes aériennes

Les routes suivent des repères géographiques tels que les fleuves et les voies de chemins de fer.

Le 7 janvier 1922 survient, à Beauvais, une collision en vol. Un DH18 De Havilland percute un Farman Goliath faisant 7 morts. Le 15 décembre 1924, par mesure de sécurité, et suite à la catastrophe de Beauvais, on circule entre Paris et Londres sur deux routes à sens unique afin de réduire les risques de collision frontale. C'est sûrement une des raisons qui pousse l'Etat, le 2 février, à prendre en charge l'édification d'un grand réseau de "phares aéronautiques" afin d'accroître la sécurité en vol.

Les routes sont balisées avec des phares lumineux. Ils fonctionnent soit à l'électricité, soit à l'acétylène. Ils sont allumés sur demande 30 minutes après le coucher du soleil et ont une portée de 25 km. Ils se généraliseront au fil des années en parallèle avec le développement des phares radioélectriques.

Ces phares aéronautiques, appelés "jalonnements", sont installés à partir de 1930 à la suite d'un programme établi par le ministère de l'air en 1929 et adopté le 11 juillet de l'année suivante. 14 phares sont implantés en 1930, dont celui de Beaune, diffusant la lettre B. 36 sont installés au 1er avril 1931, 83 au 1er juillet 1932, et,

en 1936, 116 phares sont comptabilisés. Ces équipements sont fournis par BBT (Barbier, Bernard et Turenne) et montés sur des poteaux en béton produits par Forclum. Certains subsistent encore, notamment celui de Chatellenot (Côte-d'Or), installé à la fin de l'année 1931 sur l'axe Paris-Dijon, qui transmettait la lettre M en alphabet morse, avec un feu à éclat au néon de couleur rouge.

En 1932, le réseau de phares témoigne des routes les plus fréquentées. Puis vient l'installation de radiophares à champ tournant et à champ fixe qui permettent à l'avion de se repérer par rapport au radiophare.

Les aérodromes

A cette époque, hormis Le Bourget qui possède une piste en dur, les aérodromes ne sont que des aires gazonnées. La manche à air indique au commandant le sens préférentiel d'atterrissage. Mais les aérodromes se développent constamment. La France exploite aussi à cette époque des hydrobases.

La véritable naissance du contrôle aérien

La seconde Guerre Mondiale voit la naissance réelle du contrôle aérien moderne qui s'appuie sur de nouvelles inventions.

Les anglais, lors de la bataille d'Angleterre, jettent les bases du système en guidant au radar les escadrilles alliées vers les bombardiers allemands. Le Bomber Command installe des tours de contrôle pour organiser les départs comme les retours des escadrilles de lourds quadrimoteurs. Nous avons là les deux pôles du contrôle : Le centre de contrôle en route et le centre de contrôle d'approche.

En pleine guerre, les alliés pensent à l'avenir et jettent les bases de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) lors de la conférence de Chicago à laquelle participent 52 états dont la France. Cette réunion débouchera, le 7 décembre 1944, sur la signature d'une convention relative à l'aviation civile qui établit un système de droit applicable à la navigation et au transport aérien. L'OACI a pour mission de veiller à l'application de la Convention de Chicago. Elle s'efforce de mettre en pratique un plan de coopération mondiale qui concerne les domaines judiciaire, technique et économique.

Dans le domaine du contrôle de la circulation aérienne, elle continue d'établir les règles de l'air et les procédures d'exploitation. Elle définit les dogmes du contrôle de la circulation aérienne qui sont toujours d'actualité :

- empêcher les collisions entre aéronefs ;
- empêcher les collisions sur l'aire de manœuvre ;
- accélérer et régulariser la circulation aérienne ;
- fournir des renseignements utiles à l'exécution sûre des vols ;
- alerter les organismes appropriés lorsque les aéronefs ont besoin de secours.

Ces dispositions se traduisent par la fourniture de trois services : Le contrôle, l'information et l'alerte.

La navigation fait lors de la guerre de prodigieux progrès qui conduisent tout droit au contrôle des trajectoires des aéronefs.

La radionavigation

Les liaisons air-sol en phonie tentent de remplacer la graphie et l'anglais va s'imposer comme langue internationale de l'aéronautique. On utilise les ondes suivantes :

- HF (High Frequency) : très grande portée, mais problèmes de propagation, utilisées au-dessus des zones désertiques et des océans ;
- MF (Medium Frequency) : ondes de moyenne portée utilisées pour les balises au sol ;
- VHF (Very High Frequency) : portée optique uniquement, mais très fiables et toujours utilisées ;
- UHF (Ultra High Frequency) : comme la VHF en plus précis mais réservées aux militaires.

Très vite, différents moyens furent mis au point :

- **Le CONSOL** - Les Allemands imaginent pendant la guerre un radiophare à enchevêtrement et à champ tournant complexe destiné à la navigation à grande distance nommé CONSOL. Il est repris et perfectionné par les Anglais. Six stations sont implantées en Europe dont deux en France (Quimper et Marseille). Il reste sensible aux parasites et oblige l'équipage à utiliser des cartes spéciales. 6 radiophares CONSOL existaient ou étaient en construction en Europe en 1947 (Stavanger, Bush Mills, Quimper, Marseille, Lugo et Séville).
- **Le LORAN** (*LOng RANge Navigation*) - Imaginé par les Américains, c'est un système de navigation à grande distance, hyperbolique à impulsions qui nécessite deux stations au sol. D'une précision

légèrement supérieure au CONSOL, il nécessite un matériel de bord plus lourd et absorbe une grande plage de longueur d'onde pour chaque émission.

- **Le GEE** - C'est le nom de code du système anglais TR1335 basé comme pour le LORAN sur le recoupement des hyperboles. Il nécessite trois émetteurs : Un maître et deux esclaves disposés dans un triangle de 300 km de côté. La RAF s'en sert dès 1941.
- **Le DECCA** - La Grande Bretagne continue ses recherches sur les ondes hyperboliques et met au point le DECCA qui fut utilisé pour le débarquement allié en Normandie en 1944. Ce principe est basé sur l'évaluation d'une différence de phase de deux ondes émises en même temps de deux positions différentes. La Grande Bretagne impose par la suite ce système de navigation pour tous les avions et navires à destination du Royaume. La chaîne DECCA est généralement constituée de 4 stations, une maître et 3 esclaves désignées par des couleurs (rouge, vert et violet). En France, la station principale est implantée à Saint-Angel, près de Montluçon, la station verte étant à Saint-Germain-du-Plan, près de Chalon-sur-Saône, la rouge près d'Amboise et la violette à Teissiere, près d'Aurillac, toutes créées en 1949. Les installations françaises sont abandonnées en 1965 suite à la généralisation du VOR recommandé par l'OACI en 1953.

Sans être parfaits, ces systèmes permettent aux aéronefs de maintenir une trajectoire et donc d'être espacés.

Le RADAR

Le RADAR (*RA*dio *D*etection *A*nd *R*anging) reposait sur le principe d'envoi d'impulsions électriques au rythme de 300 à 400 par seconde par un émetteur dont la puissance est de plusieurs centaines de kW, sur des fréquences entre 1000 et 3000 MHz.

Ces impulsions se réfléchissent sur la surface de l'avion et reviennent très affaiblies à leur point de départ. L'intervalle de temps entre le départ et le retour de l'impulsion donne la distance de l'écho. Il faut naturellement un système de visualisation (l'écran) qui positionne les échos. Par contre, l'altitude resta longtemps inconnue. Dès le 1er avril 1932, les Anglais mettent en place sur la côte Est une ligne de radars ayant pour but de détecter les avions ennemis au-dessus de la Manche. Pendant la guerre, les opérateurs surveillent le ciel, détectent les aéronefs ennemis et lancent la chasse à coup sûr.

Le radar trouve une application sur les terrains avec le GCA (*G*round *C*ontrolled *A*pproach). Ce système se base sur deux radars. Le SRE (*S*urveillance *R*adar *E*quipment) permet de guider l'aéronef depuis l'attente vers l'axe d'atterrissage puis le PAR (*P*recision *A*pproach *R*adar) guide l'avion sur un plan fictif de descente jusqu'à l'atterrissage.

Du point de vue strictement militaire, on peut échapper au radar en le parasitant par de faux échos ou en volant près des reliefs. Mais, pour l'aviation civile, il permet de réguler les flux aux abords des aéroports et de se poser par tous les temps.

L'après guerre

En France, le retard pris est considérable. A la Libération, en 1944, les Américains installent un radar SRE à Orly et à Istres, les Anglais construisent une tour en bois à Toulouse-Blagnac. Des bases alliées vont s'implanter en France.

Tour de contrôle de Toulouse-Blagnac (LFBO) en 1946. Elle porte l'indication de la piste en service (ici, la 15 orientée au Sud-Est) et le panneau C indiquant l'emplacement du bureau de piste.

Le colonel Albert Roper, formé à l'école anglaise, réactive l'aviation civile en France. Il deviendra secrétaire général de l'OACI. Il faut dire que la situation est alarmante.

Pour combler le manque d'effectif, le Service des Ports Aériens (SPA) et le Service des Télécommunications et de la Signalisation (STS) recrutent massivement des contractuels, souvent d'origine militaire, pilotes, mitrailleurs ou navigateurs qui avaient suivi une formation aux Etats-Unis ou en Angleterre durant la guerre. Ainsi, en 1945, une cinquantaine de commandants d'aérodrome et 70 opérateurs radio sont engagés par le SGAC (Secrétariat Général à l'Aviation Civile) créé le 18 décembre 1946, et qui voit la création de la DNA (Direction de la Navigation Aérienne).



L'arrêté du 16 août 1946 du ministre des Travaux publics et des Transports crée un brevet de contrôleur de la circulation aérienne dans le but d'assurer une formation technique sanctionnée par un diplôme à tous les personnels exerçant des fonctions de contrôle. Ainsi, le SPA ouvre une école de contrôleurs dans les baraques du Bourget, ancêtre de l'Ecole Nationale de l'Aviation Civile. Pour les militaires, cette formation est dispensée à l'école militaire du contrôle aérien de Cazaux. Les épreuves portent non seulement sur la réglementation, mais aussi sur la météo, la navigation diurne et nocturne avec épreuves en vol, l'utilisation des moyens radio de navigation, la lecture au son et bien d'autres matières.

Cette école du Bourget dispense des cours théoriques et pratiques avec simulation de contrôle en tour fictive. A cette époque, le contrôleur :

- dirige l'activité propre de son aéroport,
- règle la circulation sur terre et dans les airs,
- vérifie l'organisation de l'infrastructure,
- contrôle les pistes, les voies de roulement et les aires de stationnement,
- surveille les travaux d'entretien.

Jusqu'en 1948, il n'existe aucune homogénéité d'action entre les différentes professions participant à l'élaboration de la sécurité aérienne. Plusieurs accidents et incidents mettent en évidence les dysfonctionnements des services chargés du contrôle de la circulation aérienne. Ceci est à l'origine du décret du 7 juin 1948 portant réforme de la DNA qui devient la DNTA (Direction de la Navigation et du Transport Aérien).

Le 28 août, un décret ministériel institue l'ENAC (Ecole Nationale de l'Aviation Civile) qui forme l'ensemble des personnels navigants et des personnels au sol. Cette originalité assurera sa renommée mondiale. Elle forme des Ingénieurs de la Navigation Aérienne, des Ingénieurs des Travaux de la Navigation Aérienne, des Contrôleurs de la Navigation Aérienne, des Contrôleurs des Communications Aériennes et des Agents de la Navigation Aérienne.

Les contrôleurs sont affectés dans les Centres de Contrôle Régionaux (CCR qui deviendront plus tard les CRNA : Centres Régionaux de la Navigation Aérienne) pour le contrôle en route (Orly, Bordeaux et Aix-en-Provence) et dans les Centres de Contrôle d'Approche (CCA) pour les aéroports.

Les méthodes de travail

A partir de 1949, le contrôle aérien s'organise autour de 3 FIR (*Flight Information Regions*) correspondant aux 3 CCR. De leur côté, les militaires implantent des centres radars pour couvrir toute la France.

La radio

La VHF est choisie pour communiquer en radiotéléphonie, des stations relais sont implantées partout armées par des radios. Les contrôleurs vont peu à peu parler directement aux avions en VHF pour une question de rapidité d'exécution. Le corps des radios va disparaître en métropole, plus lentement aux colonies.

Le "plotting"



A partir des données transmises par les pilotes, le contrôleur en route essaye de visualiser ses avions. Pour ce faire, il utilise une carte posée sur une table ou accrochée à un mur. Les avions sont matérialisés par des aimants qui portent sur une étiquette l'indicatif de l'appareil et une tige qui indique la direction. Cette tige (ou vecteur) possède une longueur qui est fonction de la vitesse de l'appareil et qui représente ainsi la position 15 minutes plus tard. Le contrôleur détecte ainsi les risques de collision et ordonne des changements d'altitude ou de route aux pilotes.



Le strip

C'est une bande de papier sur laquelle sont inscrits les éléments essentiels de l'avion : indicatif, type d'appareil, vitesse, route, destination, altitude ainsi que des cases prévues pour noter les heures de passage de l'avion à différents

points. Ces strips sont analysés par le contrôleur du secteur et il détecte par comparaison les conflits possibles. Cette méthode s'appelle le contrôle aux procédures. Elle est toujours en vigueur dans les centres non radar.

Ces informations sont issues du réseau Internet

Si vous souhaitez en savoir d'avantage sur l'histoire et les techniques du contrôle aérien, je vous conseille :

1. *la lecture des ouvrages suivants ;*
 - *le livre « Ceux qu'on appelle aiguilleurs du ciel » (C. Floquet) ;*
 - *le livre « Le ciel sous contrôle ! » (G. Chambost).*
2. *la consultation sur Internet des objectifs suivants pour compléter votre information et entrer dans le détail ;*
 - *Wikipédia,*
 - *via Google « Le temps des ingénieurs de la navigation aérienne – Mémoires techniques ».*