





LES SERVICES ET UTILISATION DU RADAR

A partir du grade :  et programme examen du grade  et supérieurs

1. FONCTIONNEMENT DES RADAR :

Les **radars de contrôles aériens** sont des instruments de télédétection utilisés pour repérer, suivre et guider les aéronefs dans l'espace de vol autour d'un aéroport ou dans des régions plus vastes.

On distingue plusieurs types de radars utilisés pour le contrôle aérien civil.

1.1 RADAR PRIMAIRE :

Ces radars utilisent le principe de l'écho. Ils émettent des impulsions d'ondes électromagnétiques et détectent le retour de ces impulsions après leur réflexion sur les cibles.

La différence de temps entre l'émission et la réception détermine la distance de la cible par rapport à l'antenne. La position de l'antenne lors de la réception de l'écho, ainsi qu'un calcul correcteur (l'antenne tourne continuellement), détermine l'azimut de la cible.

La puissance des impulsions émises est un des facteurs déterminant le rayon maximum de détection du radar (couverture). L'introduction de la technique de compression d'impulsions a permis de réduire la puissance instantanée des impulsions émises, ce qui nécessite des équipements moins coûteux.

Il existe tout d'abord **les radars d'approche**, implantés dans les aéroports. Ils ont pour but de détecter tous les aéronefs s'approchant d'un aéroport, notamment ceux qui ne seraient pas équipés de transpondeurs.

Ensuite, **les radars en route**, chargés de détecter les avions en transit au-dessus d'un territoire. Ils n'existent plus en France et en Europe. En effet, ces radars étant de gros consommateurs de puissance et lourds à mettre en œuvre, ils ont été supplantés pour la surveillance par les radars secondaires, beaucoup plus efficaces.

Enfin, **les radars de sol**, chargés de fournir au contrôleur aérien une image de tous les véhicules, avions ou non, circulant sur le tarmac d'un aéroport, afin de pouvoir assurer une bonne circulation sur celui-ci, surtout en cas de visibilité réduite.

Les radars primaires ne sont pas capables de détecter l'altitude des cibles.

1.2 LES RADARS SECONDAIRES

Ces radars utilisent le principe de dialogue. Le radar émet des suites d'impulsions d'ondes électromagnétiques représentant des messages d'interrogation. Les transpondeurs à bord des avions détectent ces interrogations, les décodent, et émettent à leur tour des suites d'impulsions d'ondes électromagnétiques représentant les réponses à chaque interrogation reçue.

On distingue deux types de radars secondaires:

- Le radar secondaire classique, utilisé pour interroger les avions sur leur code (Mode A), et leur altitude (Mode C) donnée par l'altimètre situé à l'intérieur de l'avion. Les réponses des avions permettent de définir leur position.
- Les radars secondaires Mode S, qui sont une évolution des radars secondaires classiques, permettent:
 - l'interrogation sélective des avions équipés d'un transpondeur compatible Mode S, ainsi qu'un véritable échange de données entre le radar et l'avion.
 - une meilleure intégrité des données par vérification de parité
 - une information d'altitude plus précise

1.3 LA POURSUITE POUR LE CONTROLE AERIEN

Les radars localisent les avions et les situent de manière spatiale. On appelle ces **traces**, des **plots** ou des **comètes**.

A partir de ces traces, on peut fabriquer une image radar utilisée par un contrôleur aérien. Les différents radars répartis sur un territoire ont une portée et un rayon d'action qui se chevauchent, et de ce fait, ils fabriquent chacun un plot pour un même avion.

Pour qu'une image ne soit pas saturée de plots redondants, les radars envoient leurs informations à un ordinateur chargé de fusionner ces plots. On obtient alors une image où les avions sont repérés par plusieurs radars, et donc assez fiable quant aux informations affichées.

2) LES SERVICES RADAR :

Le contrôleur utilise le radar pour rendre trois services, appelés "**services radar**" :

- Surveillance radar
- Assistance radar
- Guidage radar

2.1 SURVEILLANCE RADAR :

On utilise le radar pour mieux connaître la position des aéronefs et permet de :

- constater la séparation à l'aide du radar entre deux aéronefs contrôlés bénéficiant de la séparation
- constater les positions respectives de deux aéronefs contrôlés bénéficiant de l'information de trafic
- avoir des renseignements concernant les vols non contrôlés
- avoir des renseignements sur tout écart significatif, de la part des aéronefs, aux clairances qui leur ont été délivrées

2.2. ASSISTANCE RADAR :

On utilise le radar pour fournir aux aéronefs intéressés :

- des renseignements (météo, information trafic, ... etc ...)
- des avis concernant tout écart significatif par rapport aux clairances qui leur ont été délivrées et notamment aux routes qu'ils ont été autorisés à suivre

2.3. GUIDAGE RADAR :

On utilise le radar pour :

- donner des caps aux aéronefs afin de leur faire suivre une trajectoire spécifiée et permet
- établir une séparation radar minimale entre deux aéronefs contrôlés bénéficiant de la séparation
- optimiser les trajectoires des aéronefs
- réguler les flux

Les services d'assistance radar ne peuvent être assurés qu'à des aéronefs **identifiés radar**. De plus, certains organismes ne peuvent assurer qu'une partie des services radar, à cause des performances des systèmes ou de la configuration de leur espace aérien.

2.4. SERVICES RADAR DISPONIBLE EN FONCTION DES POSTIONS DE CONTROLE :

Sur IVAO, avec le logiciel de simulation radar IvAc, tous les contrôleurs possèdent un radar.

Cependant, tous n'ont pas accès à la fonction de guidage radar tant convoitée de part le position de contrôle :

- Position **DEL** : **Surveillance radar** uniquement au sol
- Position **GND** : **Surveillance radar** uniquement au sol, **Assistance radar** au sol partielle
- Position **TWR** : **Surveillance radar** et **Assistance radar**, **Guidage radar** pour séparation IFR
- Position **APP** : **Surveillance radar**, **Assistance radar**, et **Guidage radar**
- Position **DEP** : **Surveillance radar**, **Assistance radar**, et **Guidage radar**
- Position **CTR** : **Surveillance radar**, **Assistance radar**, et **Guidage radar**

D'autres positions lors des évènements à base de VFR peuvent être ouvert avec les préfixes TWR,APP et CTR :

- Agent **AFIS** en position **TWR** : il n'a pas de radar en général, c'est au **maximum Surveillance radar**
- Secteur **SIV** en position **APP** : Secteur d'information de Vol : **Surveillance radar**, **Assistance radar** (partielle)
- Secteur **CIV** en position **CTR** : Secteur d'information de Vol : **Surveillance radar**, **Assistance radar** (partielle)

3) BUT DU GUIDAGE RADAR :

Lors du guidage radar, le but du contrôleur d'approche est de **guider** les avions **avant** le point d'approche finale (FAP ou FAF) d'où ils redeviennent autonomes sur l'axe de l'approche finale, il assure la cadence prévue en fonction des procédures en cours et de la météorologie locale sur le terrain.

Note : Sur les très grands aéroports, le guidage radar est la méthode nominale pour amener les avions de leur point d'entrée à leur point d'approche finale. Sur les aéroports plus petits, il y a mixité de méthodes entre guidage radar et surveillance radar des avions restant sur des trajectoires publiées.

Quand le guidage radar peut être utilisé pour assurer le contrôle d'approche, les méthodes de contrôle changent considérablement : **le contrôleur peut assigner des caps aux aéronefs à l'arrivée en plus des altitudes et vitesses.**

Le but est de :

- mettre les aéronefs **les uns derrière les autres** (si compatible avec les flux d'arrivées)
- d'**accélérer** et d'**ordonner les flux** de manière à obtenir le meilleur séquençement (**régulation**)
- d'**établir une séparation horizontale** entre deux aéronefs au départ ou entre un aéronef au départ et un autre à l'arrivée.
- d'**aider un avion en détresse** (emergency) ou en **dérive de trajectoire**

Note : Si le guidage ne répond pas à aux critères cités ci-dessus, il devient inutile !

La distance entre les avions guidés est déterminée par la capacité de la piste. Celle-ci dépend des instruments de navigation utilisés par les pilotes durant l'approche finale, mais aussi de la météorologie et de la morphologie de l'aéroport (Si la visibilité est très dégradée, la capacité de la piste diminue considérablement).

Le contrôleur doit toutefois respecter des normes d'espacement radar bien définies, valable pour les appareils contrôlés en espacement de trafic. Selon le matériel disponible, elles sont de 3, 5, 8 ou 10Nm horizontalement et de 1000 ft (1000 pieds, environ 300 m) verticalement en France métropolitaine.

3.1. ESPACEMENT HORIZONTAL :

Sur IVAO, les espacements radar minimum en horizontal sont de :

5 Nm en contrôle d'approche et départ (cas général)

3 Nm sur l'axe final d'approche classique ou de précision

3.2. ESPACEMENT VERTICAL :

Sur IVAO, l'espacement radar minimum en vertical est de

1000 ft lors d'un contrôle d'approche.

*Note : En réel (**non applicable sur IVAO**), la norme est de 3 Nm dans les secteurs d'approche en région parisienne, abaissée à 2,5 Nm une fois l'appareil établi sur l'ILS.*

[Ndir] : nous donnons cette information à titre de transparence pour éviter toute mauvaise propagation de fausses informations

4 CONTRAINTES :

Quand un contrôleur guide un avion à l'aide du radar, il prend entièrement en charge sa navigation : cap, altitude, vitesse, (taux de descente) ...

Le contrôleur doit veiller à :

- **la sécurité de l'avion vis-à-vis des autres appareils.** Il doit maintenir les normes d'espacement radar entre les avions à tout moment qu'ils soient tous ou en partie sous son contrôle.
- **ne pas donner de clairances vers des altitudes inférieures aux altitudes minimales de sécurité radar** lors du guidage radar (prévention de collision avec le relief).
- s'assurer que le pilote aura **30 secondes de vol rectiligne minimum** suivant l'axe de procédure **avant d'atteindre le FAP ou le FAF.**
- ce que le pilote n'intercepte pas un axe d'approche final au delà de **220kt IAS.**

5) METHODES DE GUIDAGE RADAR SUR IVAO :

En guidage Radar, le contrôleur aérien ne doit prendre aucun risque sur la sécurité des aéronefs entre eux et ne pas donner des clairances qui peuvent avoir un effet à court ou long terme à réduire les séparations entre les aéronefs en deçà des limites d'espacement réglementaires.

5.1 GUIDAGE RADAR POUR RACCOURCIR LES TRAJECTOIRES OU POUR ASSISTANCE A UN PILOTE

Le guidage radar est très utilisé dans certains aéroports afin de raccourcir les trajectoires complexes et tortueuses.

Ce guidage :

- doit **être simple** afin de **minimiser le nombre de clairances de cap et de directes** (on ne devrait pas, dans le cas général, en utiliser plus que 3, quelque soit la position de l'appareil).
- doit être **annoncé le plus tôt possible, et peut être commencé sans délai sans attendre l'IAF.**
- évité dans des régions montagneuses où les altitudes minimum de sécurité radar sont plus hautes que les trajectoires publiées.

La dernière clairance donnée lors du guidage radar est une clairance d'autorisation à l'approche IFR publiée suivant l'axe final d'approche aux instruments !

Le cap donné doit être en interception avec l'axe d'approche finale avant le FAP ou FAF avec un angle idéalement de 30° (de 10° à 45° maximum).

L'altitude donnée doit être celle publiée sur les cartes

EXEMPLE : AFR432QJ, TOURNEZ A DROITE AU CAP 360, DESCENDEZ ALTITUDE 2000FT, AUTORISE APPROCHE ILS, PISTE 03

5.2 GUIDAGE RADAR POUR FAIRE DE LA REGULATION DE TRAFIC OU DE LA SEPARATION D'APPAREIL

Comme nous avons dit précédemment, le but principal de la **régulation est de mettre les avions derrière les uns des autres afin de faire un flux continu d'avion sur l'axe régulier.** Le guidage radar est l'**outil** pour y arriver.

En contrôle d'approche, pour une **séparation en finale de 5Nm**, une régulation **possible** est de réguler les appareils à **2** minutes entre 2 aéronefs en vol (5Nm à 150kt font 2min en finale).

*Note : En cas de **descente simultanée** de deux appareils à proximité, faire attention aux **taux de descente de chaque appareil** pour éviter les clairances dite sur IVAO "airprox" ou clairance susceptible d'avoir une perte de séparation à terme si aucune clairance supplémentaire n'est donnée.*

Quelques conseils afin d'éliminer le risque de perte de séparation :

- Toujours maintenir 1000ft de séparation entre les arrivées **si elles risquent** d'être plus proches que **5Nm** (à court ou long terme).
- Lors d'une intégration d'un appareil au milieu d'une séquence, toujours le maintenir 1000ft plus haut que le plus haut des 2 aéronefs (le précédent et le suivant). Ajuster l'altitude uniquement une fois que l'aéronef est régulé et séparé latéralement.

5.3 ERREURS A NE PAS FAIRE EN GUIDAGE RADAR

Cela ne sert à rien de guider au radar un appareil exactement sur la trajectoire publiée.

- Donner de multiples (>4) clairances de cap à un appareil durant son guidage (*1)
- Faire faire plusieurs paliers (>2) aux pilotes durant le guidage radar (*1)
- Redonner une procédure d'approche publiée pendant un guidage radar sauf, l'interception de l'axe final d'approche IFR ou, une procédure à partir d'un IAF.
- Donner en un très court laps de temps (<2 min), une procédure publiée puis un guidage radar (*1)
- Ne pas faire attention aux contraintes environnementales (procédure de bruit, proximité relief)
- Donner des clairances en dessous des altitudes minimum de sécurité radar
- Ne pas anticiper des pertes de séparation en faisant des clairances "airprox" (perte de séparation **possible** en cas de perte contact radio ou surcharge de travail du contrôleur).

*Note *1 : Hors problème de séparation avec d'autres appareils qui impliquent des clairances supplémentaires.*

Ce manuel est destiné uniquement à la simulation de vol et de contrôle aérien sur IVAO™.
Ce document ne doit pas être utilisé dans l'aviation réelle. Il reste la propriété de IVAO™ Division France