UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE

المكتب الوطني للمطارات
Office National Des Aéroports

LICENCE
Electronique Télécommunication et Informatique
(ETI)

RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

ETUDE D'UN RECEPTEUR VHF

Réalisé Par :

EL HAJI BADIA
EZZAHIR NAWAL

Encadré par :

Pr **H.EL MOUSSAOUI** **(FST FES)**

Soutenu le 11 Juin 2014 devant le jury

Pr **H.EL MOUSSAOUI** **(FST FES)**

Pr **N.S. ECHATOUI** **(FST FES)**

Pr **H.GHENNIOUI** **(FST FES)**

ANNEE UNIVERSITAIRE 2013-2014

Dédicace

Nous dédions ce travail,

Comme preuve de respect, de gratitude, et de reconnaissance à :

Nos très chers parents,

Pour tout l'amour qu'ils me portent et pour leurs encouragements qu'ils m'ont apportés au cours de ce projet .

Nos frères et sœurs,

Pour votre soutient et encouragements.

Nos chers ami(e)s,

Pour les moments que nous avons passé ensemble, veuillez trouver ici l'expression de notre gratitude.

tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci infiniment

Remerciement

Ce travail n'aurait pas vu le jour sans le concours de plusieurs personnes que nous tenons à remercier.

Nous adressons nos remerciements et nos sincères respects d'abord au chef du service radar et radionavigation de l'O.N.D.A **MR. DBIYA MOHAMMED** qui nous a aidé à être accepté en stage.

Nous tenons à remercier **Mr. El ADDOULI MOHAMMED** notre encadrant en stage pour nous avoir pris du temps pour nous expliquer le fonctionnement du service, de l'entreprise et nous avoir confié des responsabilités.

Nous tenons à remercier aussi notre professeur **EL MOUSSAOUI HASSAN** de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, qui a bien voulu assurer l'encadrement de ce travail. Et surtout pour ses remarques et ses conseils, sa disponibilité et sa bienveillance.

Nous voudrons également remercier les honorables membres du Jury pour le temps qu'ils nous accordent afin d'évaluer notre travail de fin d'étude.

Nous ne saurions terminer ces remerciements sans un mot de gratitude à l'ensemble de nos Professeurs pour leur aide ,leur présence et le savoir-faire qu'ils ont su nous transmettre

Table des matières

INTRODUCTION 7
CHAPITRE I : PRESENTATION DE L'ETABLISSEMENT D'ACCUEIL 9
I. PRESENTATION DE L'ONDA : 9
1. HISTORIQUE : 9
2. DEFINITION : 9
3. L'ORGANIGRAMME DE L'ONDA : 10
II. PRESENTATION DE L'AEROPORT FES SAÏSS : 10
1. LES TERMINAUX : 11
2. L'ORGANIGRAMME DE L'AEROPORT : 11
3. LA DIVISION TECHNIQUE NAVIGATION : 12
3.1. L'ORGANIGRAMME DE LA DT N : 12
3.2. LES SERVICES DE LA DTN : 13
4. LES SERVICES ANNEXES A L'AEROPORT FES –SAÏSS : 13
5. CONCESSIONNAIRE : 14
III. LES EQUIPEMENTS TECHNIQUES DE L'AEROPORT FES-SAÏS : 14
1. LES INSTALLATIONS ELECTRIQUES : 14
2. LES EQUIPEMENTS DE L'AEROGARE : 15
3. LES EQUIPEMENTS DE RADIONAVIGATION : 15
- ILS (INSTRUMENT LANDING SYSTEM) : 15
- VOR (VHF OMNIDIRECTIONNEL RANGE) : 16
- DME (DISTANCE MEASURING EQUIPMENT) : 16
- RADIOBALISE : 16
CHAPITRE II : LES EQUIPEMENTS DE RADIOCOMMUNICATION 18
I. LA TOUR DE CONTROLE : 18
1. LA SALLE TECHNIQUE : 18
A) ALIMENTATION : 19
B) LES BAIES: 20
C) LA CHAINE DE RECEPTION : 23
2. LA VIGIE : 24
3. LE BUREAU DU PISTE : 24
CHAPITRE III : L'ETUDE DE LA RECEPTION VHF 26
I. INTRODUCTION : 26
II. L'ETUDE DE LA RECEPTION VHF : 26
1. DEFINITION D'UN RECEPTEUR : 26
2. FONCTIONS D'UN RECEPTEUR : 27
3. CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU RECEPTEUR VHF: 27
3.1. LA SELECTIVITE : 27
3.2. LA FIDELITE : 27
3.3. LA SENSIBILITE : 28
3.4. LA STABILITE : 28
3.5. LA LINEARITE : 28
III. RECEPTEUR AM : 28
1. L'ARCHITECTURE D'UN RECEPTEUR A M : 29

- RECEPTEUR A AMPLIFICATION DIRECTE : 29
- RECEPTEUR A SIMPLE CONVERSION : 30
- RECEPTEUR A MULTIPLE CHANGEMENT DE FREQUENCE : 32

IV. RECEPTEUR VHF 908XT : 33

1. DEFINITION 33
2. DESCRIPTION DU RECEPTEUR : 34
   - o PANNEAU AVANT : 34
   - o CONFIGURATION DES COMMUTATEURS DE LA CARTE OSLO23159: 35
   - ► MISE A LA FREQUENCE DE L'OSCILLATEUR LOCAL : 35
   - ► MISE A LA FREQUENCE A RECEVOIR : 35
3. LA MAINTENANCE: 36
   - 3.1 LA MAINTENANCE DU RECEPTEUR VHF 908XT : 37

CHAPITRE IV : L'ETUDE PRATIQUE DU RECEPTEUR VHF 41

I. LA SIMULATION DE SCHEMA SYNOPTIQUE DU RECEPTEUR VHF : 41

- o LES ETAPES DE LA SIMULATION : 41
  - 1ERE ETAPE : LA MODULATION AM 41
  - 2EME ETAPE : LE FILTRAGE ET L'AMPLIFICATION HF 42
  - 3EME ETAPE : LE PRODUIT DE SIGNAL MODULE AVEC LE SIGNAL D'OSCILLATEUR LOCAL 43
  - *4EME ETAPE : LE FILTRAGE FI 44*
  - 5EME ETAPE : LA DEMODULATION ET LA DETECTION BF 45

II. LA REJECTION DE LA FREQUENCE IMAGE : 46

III. LE CHANGEMENT DE LA FREQUENCE D'APPROCHE : 48

1ERE ETAPE : MISE EN SERVICE DE LA FREQUENCE DE L'OSCILLATEUR LOCAL 48

2EME ETAPE :MISE EN SERVICE DE LA FREQUENCE A RECEVOIR 49

3EME ETAPE : REGLAGE DU POSTE OPERATEUR : 50

CONCLUSION 51

LISTE DES ACRONYMES 52

BIBLIOGRAPHIE 52

Table des figures

Figure 1 : organigramme de ONDA 10
Figure 2 : l'organigramme de l'aéroport Fès –saïss 11
Figure 3: l'organigramme de la DTN..... 12
Figure 4 : Cellules d'arrivée 22000 V Figure 5: Groupe électrogène..... 14
Figure 6:VOR..... 16
Figure 7 : la tour de contrôle..... 18
Figure 8 : la salle technique..... 19
Figure 9 :les baies de la salle technique..... 19
Figure 10:les différents équipements de la salle technique 21
Figure 11 : Télécommande VOR/DME Figure 12: Télécommande ILS 22
Figure 13 : la chaine du réception 23
Figure 14 : la vigie 24
Figure 15:Structure d'un système de communication radio 26
Figure 16 : le schéma d'un récepteur AM 29
Figure 17:le schéma d'un récepteur à amplification directe 30
Figure 18 : Structure d'un récepteur superhétérodyne..... 30
Figure 19 :Structure d'un récepteur à double changement de fréquence..... 32
Figure 20 :le récepteur VHF 908XT..... 33
Figure 21 : la carte OSLO 23159 35
Figure 22 :le réglage des roues codeuses (s5,s6) 36
Figure 23 : Le processus de la recherche d'une panne 39
Figure 24 : la modulation AM 41
Figure 25 :le signal modulant 41
Figure 26: le signal modulé 42
Figure 27: le filtrage et l'amplification HF..... 42
Figure 28:le produit du signal modulé avec le signal d'oscillateur local 43
Figure 29: la sortie de mélangeur 43
Figure 30:le filtrage FI..... 44
Figure 31:le la sortie de filtre FI 44
Figure 32: la démodlation et la détection BF 45
Figure 33:le signal démodulé(BF) 45
Figure 34 : Mélangeur à réjection de la fréquence image 47
Figure 35 : réglage de la fréquence opérationnelle..... 49
Figure 36: comparaison entre les 2 fréquences..... 49
Figure 37 : Poste opérateur ..... Erreur ! Signet non défini.

INTRODUCTION

Dans le cadre de la réalisation de notre projet de fin d'étude on a eu l'occasion d'effectuer un stage au sein de l'aéroport Fès-saïs, et plus précisément à la division Technique Navigation.

Au cours de ce dernier qui a duré deux mois, on a pu enrichir notre formation professionnelle et mettre en pratique nos connaissances acquises lors de notre formation à la FST de FES.

L'objectif de notre travail consiste à une étude générale d'un **récepteur VHF** dans un système de radiocommunication .Ce récepteur a pour fonction d'assurer la communication entre les contrôleurs de la vigie et les pilotes.

Nous avons réalisé une étude des différents blocs qui constituent une chaine de la réception par la simulation d'un schéma synoptique du récepteur superhétérodyne sur Matlab/Simulink.

Nous avons proposé un schéma d'un mélangeur à réjection de la fréquence image qui représente l'inconvénient majeur de notre récepteur.

Notre rapport s'articule sur quatre chapitres importants:

- Dans le premier chapitre, on va parlé sur la présentation de l'établissement d'accueil.
- Dans le deuxième chapitre, on va décrire les équipements de radiocommunication de la tour de contrôle.
- Dans le troisième chapitre, on va étudié la réception VHF.
- Dans le dernier chapitre, il va être consacré à l'étude pratique du notre récepteur VHF

Chapitre I :

Présentation de l'établissement d'accueil

Chapitre I : Présentation de l'établissement d'accueil

I. Présentation de l'ONDA :

1. Historique :

Quatre dates marquent le développement du secteur du transport aérien marocain.

- Vers **1973** : l'autogestion du secteur fut évoquée pour la première fois.

- En **1980** : Jusqu'en 1980, les aéroports et les services de navigation aérienne étaient directement gérés par l'administration (Ministère du Transport).Avec la construction et la mise en service du terminal de l'aéroport Mohammed V à cette date, le gouvernement décida d'opter pour l'autonomie de gestion, avec la création en 1980 du premier établissement public de gestion aéroportuaire l'OAC (Office des Aéroports de Casablanca), dont les attributions ont été initialement limitées aux aéroports de Casablanca. L'OAC a constitué la première étape du nouveau régime de gestion aéroportuaire .Le dynamisme de son équipe de cadres et de techniciens lui permet de maîtriser rapidement les aspects du fonctionnement de la plate-forme et de mettre en place les structures et les outils indispensables à une gestion moderne.

- En **1990**, l'**OAC** ayant fait preuve d'une grande maîtrise dans ses tâches de gestion et de restructuration, l'état étend sa compétence à l'ensemble des aéroports du royaume. L'**OAC** cède la place à l'**ONDA** (Office National Des Aéroports) qui entame alors une nouvelle phase de développement.

2. Définition :

L'Office National Des Aéroports est un établissement public à caractère industriel et commercial.

Sa naissance en 1990, procède d'une philosophie résolument orientée vers le futur, et qui pourrait tenir dans une trilogie : développer le réseau aéroportuaire de manière à renforcer la liaison des différentes régions entre elles et avec l'extérieur, moderniser les infrastructures afin de doter le royaume des moyens les plus performants susceptibles d'assurer le maximum de sécurité, d'efficacité et de confort aux utilisateurs des aérogares et enfin, mettre en place une gestion rationnelle à même d'optimiser l'exploitation des ressources.

Au terme de ses missions, l'établissement est chargé de :

- La garantie de la sécurité de la navigation aérienne au niveau des aéroports et de l'espace aérien, sous juridiction nationale, l'exploitation, l'entretien et le développement des aéroports civils de l'état.
- L'embarquement, le débarquement, le transit et l'acheminement à terre des voyageurs, des marchandises et du courrier transportés par air, ainsi que tout service destiné à la satisfaction des besoins des usagers et du public.

- La liaison avec les organismes et les aéroports internationaux afin de répondre aux besoins du trafic aérien.
- La formation d'ingénieurs de l'aéronautique civile, de contrôleurs et d'électroniciens de la sécurité aérienne.

3. L'organigramme de l'ONDA :

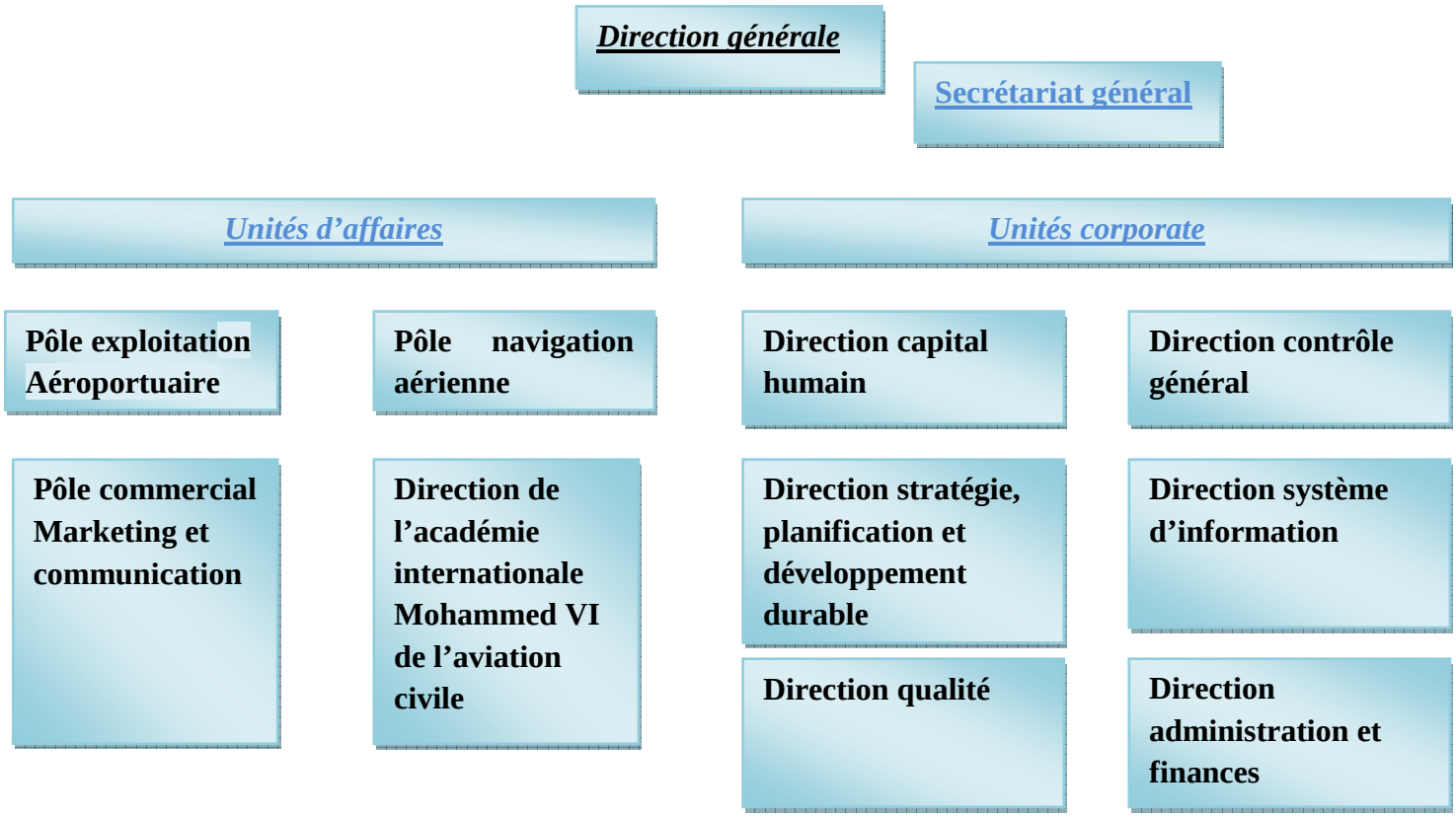


FIGURE 1 : ORGANIGRAMME DE ONDA

II. Présentation de L'aéroport Fès saïss :

L'aéroport international Fès Saïs, est situé à 14 kilomètres au sud du centre-ville. Il est géré par l'Office national des aéroports.

1. Les terminaux :

Terminal 1 : L'aéroport dispose d'un seul et unique terminal d'une superficie globale d'environ 5 600 m² et d'une capacité de 500 000 passagers par an.

Terminal 2 :

BÂTIMENT : Construction d'un nouveau terminal d'une superficie d'environ 17 000 m², portant ainsi la superficie globale à 22 600 m² permettant le traitement d'un trafic annuel de près de 2,5 millions de passagers.

INFRASTRUCTURES :

- L'extension des parkings avions .
- La réalisation d'une nouvelle voie de liaison avec la piste .
- La réalisation d'un parking véhicules côté ville d'une capacité de 800 places et d'une voie d'accès.

EQUIPEMENTS :

- Système de traitement des bagages et Équipements de sûreté.
- Contrôle d'accès et vidéosurveillance, Téléaffichage.
- Système d'information et système de sonorisation.

2. L'organigramme de l'aéroport :

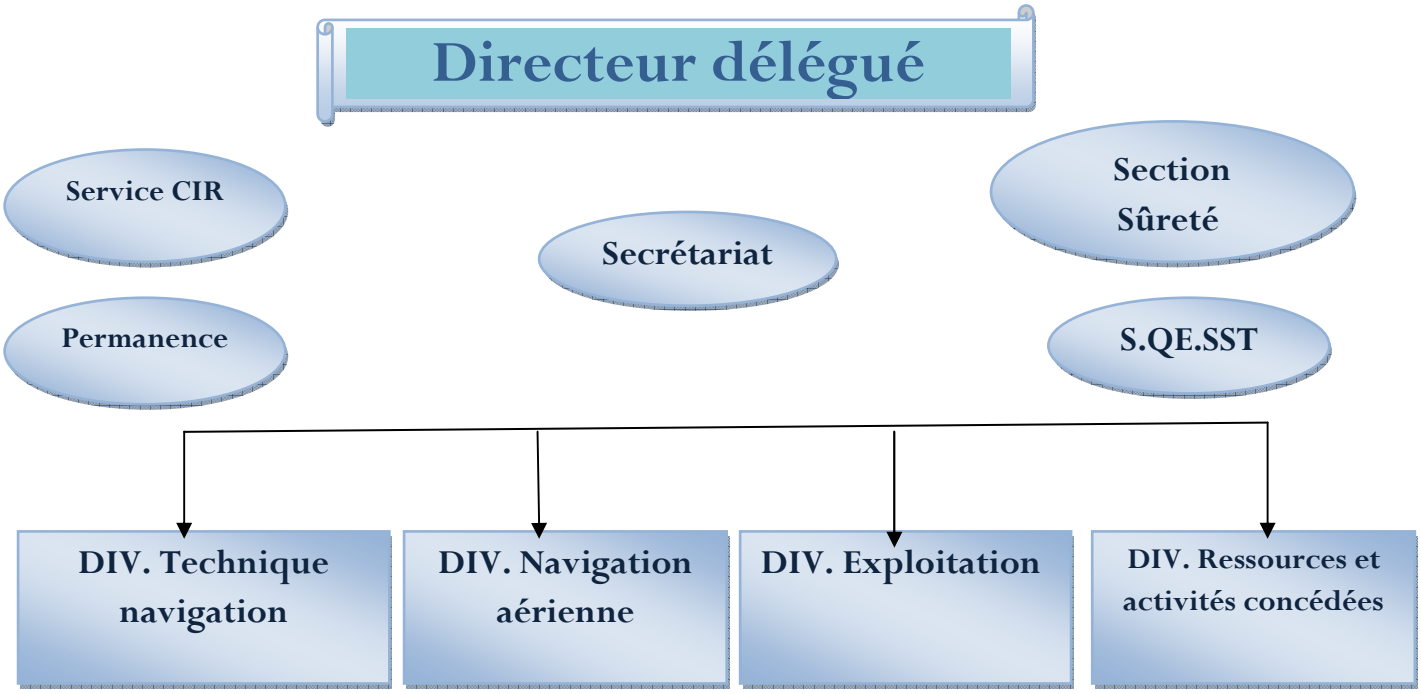


FIGURE 2 : L'ORGANIGRAMME DE L'AEROPORT FES –SAÏSS

CIR : c'est le centre d'instruction régional, équipé d'un simulateur de contrôle aérien. Le CIR de l'aéroport dispensera de la formation continue aux contrôleurs aériens et aux électroniciens de la sécurité aérienne. L'objectif de ce centre est de permettre aux collaborateurs de l'ONDA d'acquérir, de maintenir, d'améliorer et d'actualiser les connaissances, les compétences et les aptitudes requises pour mieux s'acquitter de leurs tâches, et ce conformément aux normes et pratiques recommandées, il permet aussi d'accueillir les nouveaux stagiaires .

Sûreté : La sûreté vise à éviter les actions volontaires susceptibles de causer des préjudices aux biens et aux personnes. Elles incluent le contrôle des passagers et de leurs bagages au moment de l'enregistrement et de l'embarquement, mais aussi la surveillance des mouvements dans les terminaux et sur les pistes.

Les divisions de l'aéroport :

- **DIV. Navigation aérienne :** cette division est chargée du contrôle de la navigation aérienne et de la sécurité des avions .Elle est chargée aussi de la sécurité incendie.
- **DIV. Exploitation :**cette division est chargée de l'exploitation aéroportuaire : l'aérogare, le salon royal et le salon V.I.P de l'aéroport Fès-Saïs.
- **DIV. Ressources et activités concédées :** cette division occupe une grande importance à l'ONDA, il est chargé de la gestion des ressources humaines, des recettes et des dépenses ainsi que de la gestion des stocks .

3. La division technique navigation :

Etant affectés à la division Technique de Navigation, nous avons eu l'occasion d'accompagner les électroniciens de la sécurité aérienne (ESA) dans leur tâches quotidiennes ce qui nous a aider à appréhender facilement leur travail.

3.1. L'organigramme de la DT N :

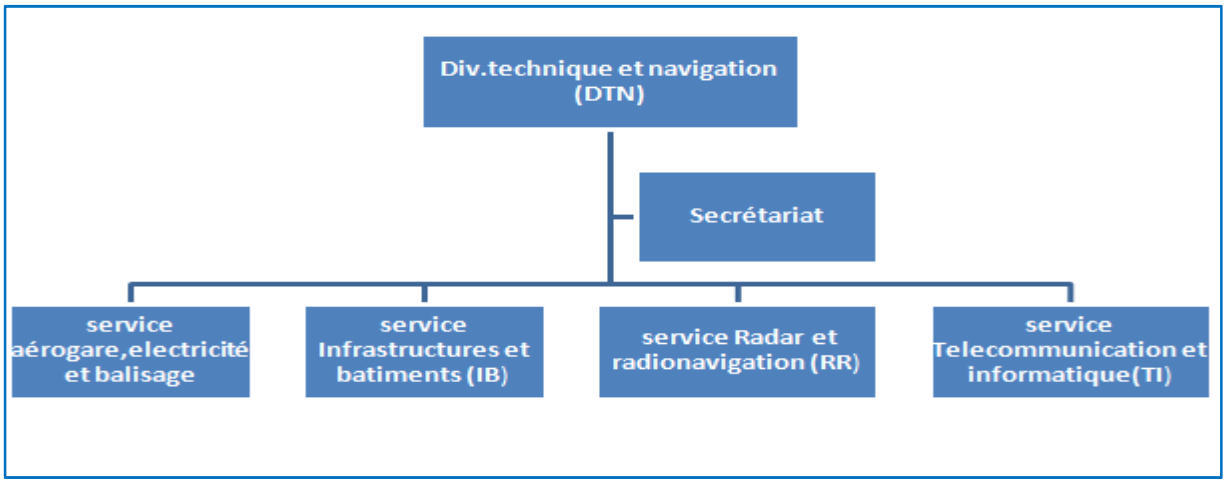


FIGURE 3: L'ORGANIGRAMME DE LA DTN

3.2. Les services de la DTN :

- **Service aérogare, électricité et balisage :** ce service assure l'alimentation en électricité et la maintenance de tous les équipements et les installations électriques de l'aéroport : le balisage lumineux de la piste d'atterrissage, les équipements de communication de surveillance de sureté, ainsi que l'éclairage en générale.
- **Service Infrastructures et bâtiments (IB) :** Les agents de ce service veillent sur le bon état de l'air de mouvement et la clôture, le traitement des eaux ainsi que les opérations de désherbage et de jardinage. Les interventions (La peinture, La menuiserie, La plomberie) sont effectuées sur les chaussées et les pistes d'aérodrome pour assurer les conditions de sécurité exigées par les normes appliquées dans ce domaine.
- **Service Télécommunication et informatique (TI):** s'occupe de la téléphonie, téléaffichage, vidéosurveillance et le réseau informatique.
- **Service Radar et radionavigation (RR) :** Le radar est un système qui utilise les ondes radio pour détecter et déterminer la distance et/ou la vitesse des avions. Les avions suivent des routes appelées « voies aériennes ». Pour ne pas dévier de ces voies, un pilote dispose d'une large palette d'instruments de vol. Ces équipements se trouvant aussi bien dans les aéroports que dans les avions, assurent ainsi le transfert des informations indispensables au pilotage aérien. C'est ce qu'on appel : **CNS** (communication navigation sureté).

4. Les services annexes à l'aéroport Fès –saïss :

Ce sont des services actifs et nécessaires dans chaque aéroport, il s'agit de :

- **RAM :** un bureau d'escale de la Royale Air Maroc est installé à l'aéroport pour l'assistance et le Hang Ling des avions RAM ainsi que des autres compagnies qui ont un contact d'assistance avec celle-ci.
- **Police de frontière :** chargée du contrôle des visas, des passeports ainsi que le contrôle des passagers (24H/24H).
- **Gendarmerie royale :** elle veille sur la sécurité de l'aéroport, les avions et les installations s'y trouvant (24H/24H).
- **Station Météo** : un service météo est implanté au sein de l'aéroport pour fournir tous les renseignements météorologiques indispensables à la sécurité de la navigation aérienne. En effet, deux bureaux sont disponibles dont le premier est implanté près de l'extrémité de la piste 28 est chargé de transmettre tous les renseignements et les phénomènes météo observés de la tour de contrôle qui les communique aux pilotes. Quant au deuxième qui se trouve au dessous de la tour, il est chargé de fournir les prévisions météo en route et à la destination des avions au départ de l'avion.
- En plus de **Douane, DGST, Forces auxiliaires.**

5. Concessionnaire :

Autres services sont disponibles à l'aéroport Fès-Saïs : Café-restaurant , Banques : BMCE, Banque populaire. Kiosque , Cafeteria , L'échange , Free shop , Location voiture , Emballage des bagages , Pétrolier.

III. Les équipements techniques de l'aéroport Fès-saïs :

1. Les installations électriques :

La centrale électrique est le point de départ de toutes les alimentations. Par l'intermédiaire de deux arrivées du secteur ONE, une station d'alimentation spéciale pour le l'aéroport Fès-saïss et l'autre survenant de Moulay Yaacoub et qui représente un secours au cas de coupure de la première source .

A l'aide de deux transformateurs abaisseurs 22000V/380V ,on obtient une basse tension de 380V, tension par laquelle fonctionne la majorité des équipements de l'aéroport.

En plus des groupes électrogènes (délai de la commutation 15s) :

--un groupe électrogène 250 KVA

--un groupe électrogène 200 KVA (l'aérogare)

--un groupe électrogène 30 KVA (station VOR/DME)

--un groupe électrogène 250 KVA (les bâtiments)

FIGURE 4 : CELLULES D'ARRIVEE 22000 V

FIGURE 5: GROUPE ELECTROGENE

2. Les équipements de l'aérogare :

Ces équipements sont :

- **Systèmes de détection à rayons X :** ce système permet de radiographier les bagages à l'aide de rayons X pour détecter d'éventuels armes ou explosifs.
- **Les portiques magnétiques :** Le portique détecteur électronique de métaux est un dispositif de sécurité capable de déceler si les personnes qui le franchissent sont porteuses d'armes.
- **Système de téléaffichage :** L'aéroport Fès-saïss est équipé d'un système de téléaffichage qui sert à gérer en temps réel les mouvements aéronautiques (arrivées, départs, retards, escales…) comme il permet d'afficher des informations aux passagers sur les vols (portes, enregistrements…) aussi bien qu'en arrivée qu'au départ.
- **Système de sonorisation :** c'est un système qui annonce, au niveau de l'accueil, les départs, les arrivées et toutes sortes d'informations utiles en direction des passagers, informations d'urgence allant d'évacuations en cas d'alerte.
- **Système de détection des incendies :** dont l'objectif est de détecter, localiser, vérifier et contenir rapidement les incendies.
- **La vidéosurveillance :** protège les aéroports contre les actes de vandalisme ou de terrorisme.
- **Système anti-intrusion :** c'est un système qui permet de surveiller l'ensemble des portes, entrées de véhicule et périmètres et empêche ainsi l'intrusion de personnes non autorisées et suspectes, et le vol de véhicules.

3. Les équipements de radionavigation :

ILS (Instrument Landing System) :

L'ILS est un système automatique d'aide à l'atterrissage, utilisé dans l'aviation civile. Il permet une approche de précision compatible avec des conditions météorologiques dégradées, en offrant un guidage dans les plans vertical et horizontal jusqu'au seuil.

L'ILS comprend :

Localizer : il fournit l'écart de l'avion par rapport à l'axe de la piste et qui est constitué par un ensemble d'antennes (13 éléments) situées après le bout de la piste qui émettent une porteuse VHF d'une fréquence 109.7Mhz.

Glide Path : il fournit l'écart de l'avion par rapport à la pente nominale d'approche (le plus souvent 3 degrés) et qui est constitué par 3 antennes. La fréquence de Glide Path à l'aéroport Fès-saïss est 333.2MHZ.

- **VOR (VHF omnidirectionnel Range) :**

Ce récepteur VOR permet de déterminer un relèvement magnétique par rapport à une station au sol et donc le radial sur lequel le récepteur est situé. D'où il permet de suivre n'importe quelle route passant par la station ou même de déterminer la position exacte de l'avion.

Le principe du VOR repose sur la mesure de l'angle de phase (azimut) de deux signaux émis par le système. La fréquence de VOR à l'aéroport Fès-saïss est 115.7MHZ.

FIGURE 6:VOR

- **DME (Distance Measuring Equipment) :**

Le DME permet de mesurer la distance oblique entre l'avion et une station au sol souvent co-implantée avec un VOR ou un ILS, ainsi que la vitesse sol de l'avion et le temps de rejoindre la station.

Il existe 2 versions DME :

- L'une dite « DME en route » possédant une puissance d'émission de 1 KW, et généralement associé à un système VOR.

- L'autre version « DME atterrissage » possédant une puissance de 100W obtenus par la suppression de l'amplificateur 1 KW et de son modulateur, et associé à un système ILS, en général ,il est co-implanté avec le Glide Path.

- **Radiobalise :**

Une balise non directionnelle ou « Non-Directional Beacon » (NDB) est un émetteur radioélectrique qui diffuse son signal dans toutes les directions. En navigation aérienne, ce signal est capté à bord de l'aéronef au moyen du radiocompas.

Chapitre II :

Les équipements de radiocommunication

Chapitre II : Les équipements de radiocommunication

I. La tour de contrôle :

Tous les équipements de radiocommunication se trouvent dans la tour de contrôle :

FIGURE 7 : LA TOUR DE CONTROLE

La tour de contrôle comprend trois locaux principaux : la salle technique, la vigie et le bureau du piste.

1. La salle technique :

Dans cette salle, se trouve tous les équipements qui gèrent les communications entre les contrôleurs et les pilotes.

FIGURE 8 : LA SALLE TECHNIQUE

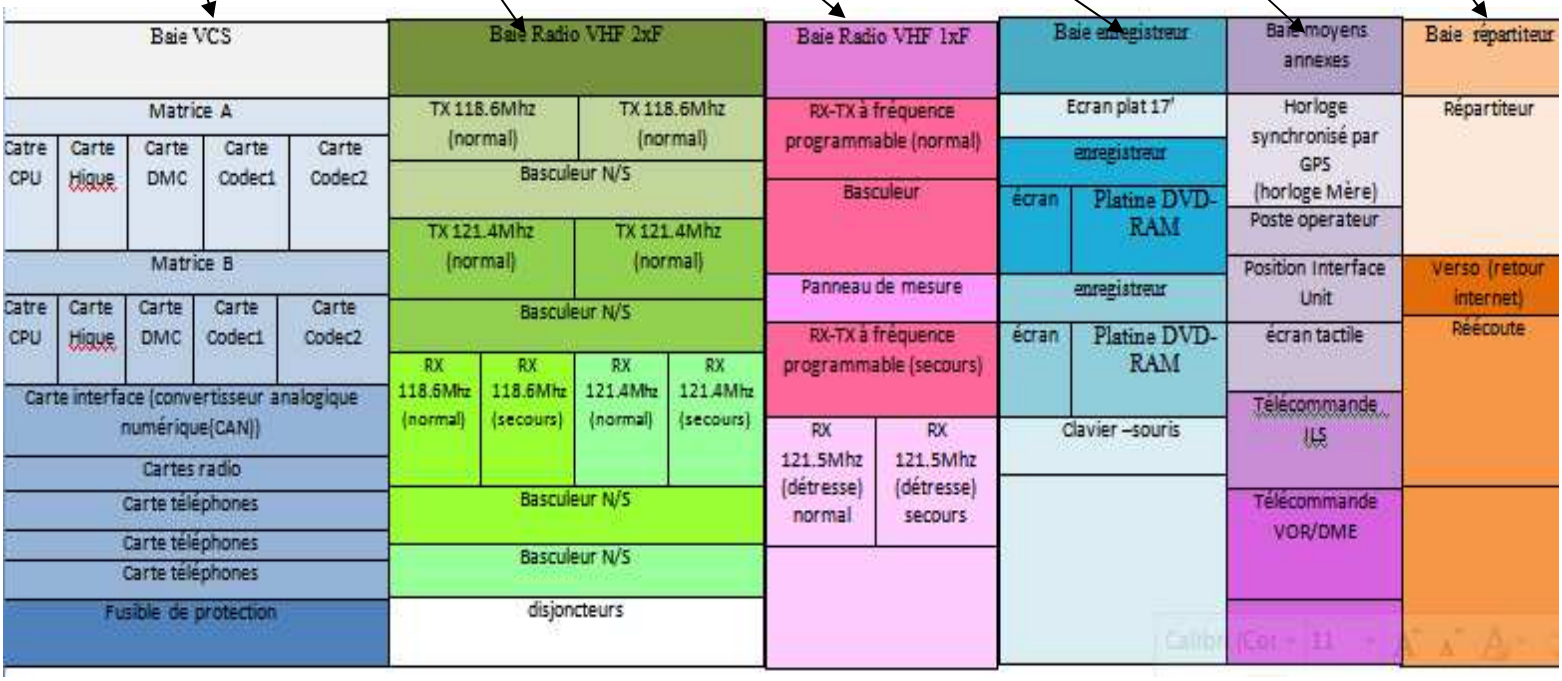


FIGURE 9 :LES BAIES DE LA SALLE TECHNIQUE

a) Alimentation :

Baie d'énergie 24 V :

La baie d'énergie comporte un chargeur qui permet d'alimenter la baie VHF et en même temps charger les batteries qui prennent le relai en cas de coupure de courant. L'autonomie des batteries est de 8H.

Onduleurs :

Le système d'alimentation 220V ondulé est assuré par un onduleur permet l'alimentation des Rack : VCS, l'enregistreur, horloge mère et les postes operateurs. En cas de coupure du courant l'autonomie de l'onduleur est de 30min.

b) Les baies:

La baie VCS :

- VCS:

Voice communication system, c'est un système qui permet de gérer la chaine radio et la chaine de fréquence, qui supporte toutes les fonctionnalités demandées par le CST.

- Matrice A/B :

se compose de deux sous-systèmes audio capables de fonctionner individuellement ou en mode redondant à double redondance. Elle contrôle le routage audio et supporte l'interfaçage des postes opérateurs vers les radios et l'équipement de télécommunications (lignes).
L'une ou l'autre des matrices est capable de fonctionner avec un défaut de Bus.
Chaque matrice communique avec toutes les interfaces .

- ***Les différentes cartes qui se trouvent dans les matrices A et B :***

  - Carte CPU :
    - La gestion du système.
    - unité central principale
    - Possibilité de redondance
  - Carte DMC :
    - Le traitement audio et l'acheminement vers radio ou téléphone
    - points de connexion numériques
    - possibilité de redondance
  - carte SCRCU/CODEC :
    - La conversion numérique-analogique
    - La carte SCRCU est la carte correspondante à la carte avant CODEC supportant les E/S audio et le canal de contrôle DATA communiquant avec les cartes interfaces analogique.
  - Carte HIQUE :
    - La gestion des postes opérateurs (La vigie, salle technique, bureau du piste…)
    - Supporte 8 positions operateur.

- Les cartes interface analogique supportées sont :
  - Carte Radio
  - Cartes Téléphones

Baie radio double fréquence :

- La baie double fréquence est constituée d'un ensemble émission réception radio fonctionnant à la fréquence d'aérodrome F1=118.6Mhz ainsi qu'à la fréquence d'approche F2=121.4Mhz.

- Cet ensemble comprend pour chaque fréquence:
  -1 filtre à cavité.
  - 2 Emetteurs EM900 S8 (normal et secours).
  - 2 Récepteurs RPY908 XT (normal et secours).
  - 4 Basculeurs BNS9008 (deux pour l'émission et deux pour la réception)

- La cavité est un filtre électronique radio très étroit, fonctionnant dans les gammes VHF, UHF et micro-ondes. Son principe est celui d'un circuit résonnant à facteur de qualité Q élevé.

Baie radio à fréquence synthétisée :

- Cette baie est constituée de :
  - 2 Emetteurs EM900 S8 VHF (normal et secours) piloté par le récepteur.
  - 2 Récepteurs RY908 (normal et secours).
  - 1 Basculeurs BNS9008.
  - 1 panneau de mesure PM880.
  - 2 Récepteurs (normal et secours) de la fréquence de détresse 121.5 MHz.

Émetteur EM900S8	Récepteur VHF synthétisée RY908	Récepteur RPY908 XT
C'est un émetteur VHF 50 W qui fonctionne à large bande (118-137Mhz bande aéronautique civile).	Il permet de synthétiser toutes fréquences d'emission reception avec un espacemment des canaux à 25 khz dans la bande de fréquence 118-144 MHz. Le choix de la fréquence se fait à partir d'un pavé numérique.	C'est un récepteur VHF mono fréquence, fonctionne dans la bande (118-144Mhz bande aéronautique civile)

FIGURE 10:LES DIFFERENTS EQUIPEMENTS DE LA SALLE TECHNIQUE

Baie enregistreur :

- La baie « enregistreur » est constituée de 2 enregistreurs distincts (redondants), ainsi que d'un écran et d'un clavier. Les enregistreurs enregistrent toutes les communications sol/sol et sol/air.

- Comme tous les autres équipements, on trouve deux enregistreurs (normal et secours),chacun équipé de 2 graveurs DVD-RAM pour l'archivage et de 32 voies d'enregistrement.
- L'enregistreur permet la recherche et la réécoute grâce à l'introduction de critères de recherche.

Baie moyens annexes :

- Cette baie est constituée de :
  - Horloge synchronisé par GPS a pour but de fournir la synchronisation horaire à des équipements extérieurs comme l'enregistreur.
  - Poste opérateur
  - Télécommande ILS
  - Télécommande VOR/DME

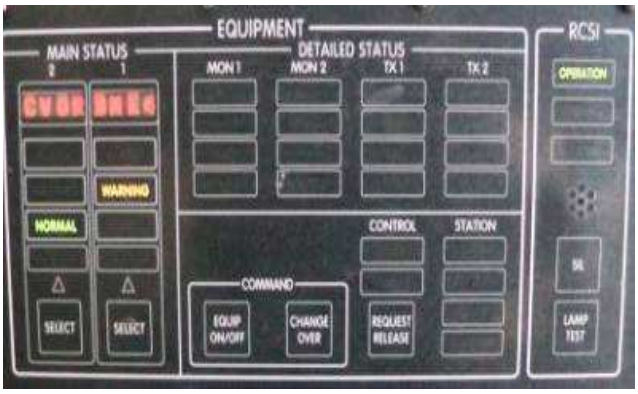


FIGURE 11 : TELECOMMANDE VOR/DME

FIGURE 12: TELECOMMANDE ILS

Ces télécommandes permettent l'affichage des états distincts (Normal -warning-alarm) et la gestion des fonctions de commande marche/arrêt pour tous les équipements de radionavigation.

A partir de ces télécommandes, on peut accéder aux équipements de radionavigation.

POSTE OPERATEUR:

Le poste opérateur à écran tactile se compose de deux zones : une zone de fréquence et une zone de lignes téléphoniques.

Il permet l'établissement de la liaison avec le CCR (centre de contrôle régional), la tour de l'aéroport de Meknès, SSLIA (service de sauvetage et lutte contre l'incendie des aéronefs), la météo, la centrale électrique , les électroniciens…

- **baie répartiteur :**

Toutes les interconnexions départs et arrivées de signaux transitent par une baie de répartition.

c) La chaine de réception :

la chaine de réception commence par l'antenne qui capte les signaux modulés émises par l'avion, par la suite le signal capté passe à traves un filtre à cavité qui a pour rôle d'éliminer les signaux indésirables, puis le signal est dirigé vers le basculeur qui aiguille ce signal vers le récepteur en fonctionnement (soit normal ou secours), le récepteur sélectionne la fréquence de la porteuse et extrait l'information qui y est inscrite, puis le signal passe à la chaine radio VCS en entrant par la carte d'interface qui le converti en un signal numérique, puis les matrices (soit matrice A ou matrice B) en commençant par la carte CPU , DMC ,et la carte SCRCU/CODEC qui converti ce signal numérique en un signal analogique , et enfin la carte HIQUE distribue le signal aux postes opérateurs et à l'aide de ces derniers le contrôleur reçois le signal utile.

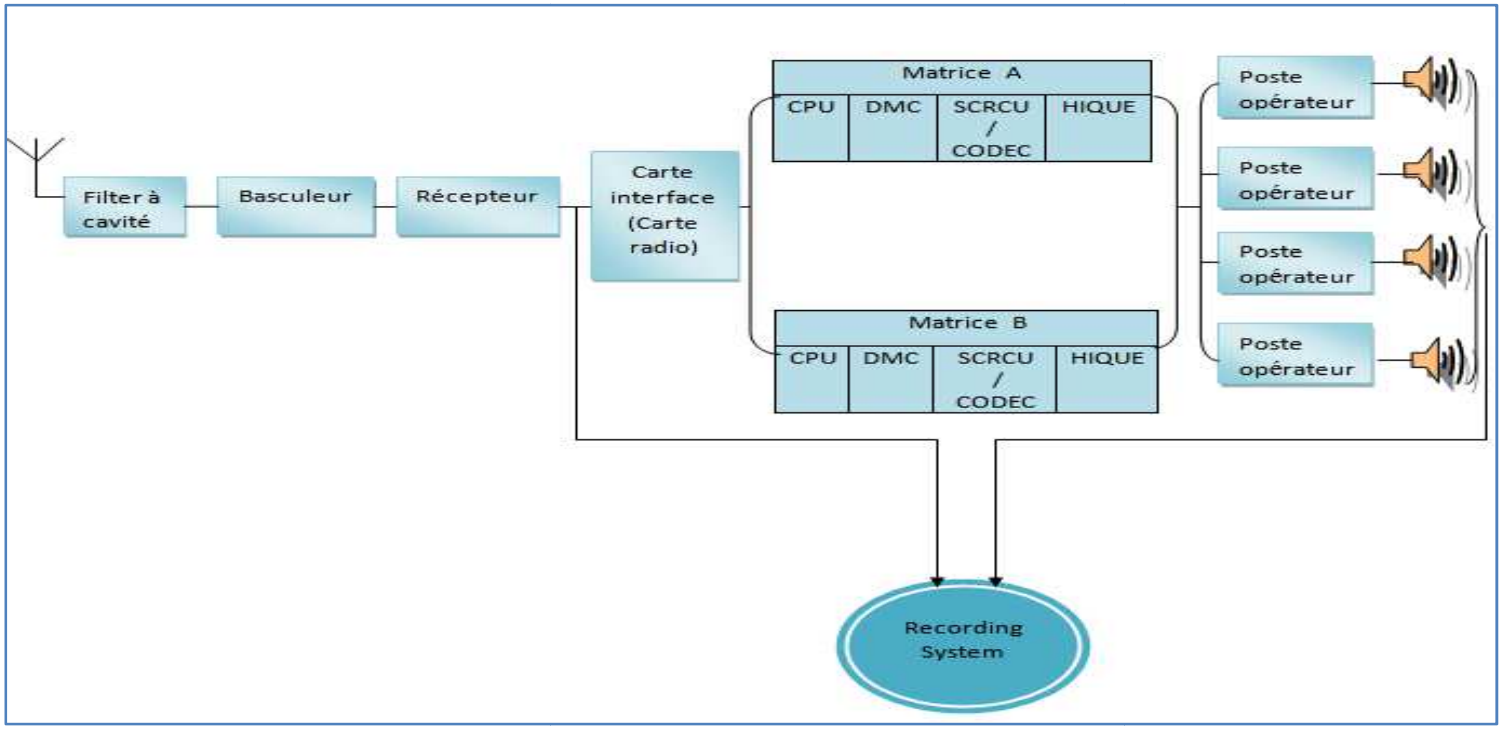


FIGURE 13 : LA CHAINE DU RECEPTION

2. La vigie :

La vigie est l'organe le plus visible de toute la chaîne dédiée au contrôle aérien. C'est à partir d'elle que les contrôleurs aériens opèrent pour guider les avions dans les phases du vol liées au survol de l'aéroport : instructions pour les phases finales d'approche et délivrance de l'autorisation d'atterrir, délivrance de l'autorisation de décollage et instructions pour rejoindre le couloir aérien défini dans le plan de vol de l'avion.

A la vigie ,on trouve des contrôleurs qui en coordination avec le CCR , ils s'occupent de la circulation et de la navigation aérienne des avions transitant par l'espace aérien ou à destination de l'aéroport Fès-Saïs. Le pupitre de commande comprend les postes opérateurs, la télécommande de balisage de piste, le panneau de visualisation de l'état de fonctionnement des équipements de radio navigation ainsi que les moyens de visualisation des données météorologiques.

Les postes opérateurs permettent aux contrôleurs de communiquer avec les avions et de faire des communications téléphoniques avec tous les services qui ont un rapport direct avec la sécurité aérienne (le Centre de contrôle régional (CCR), la tour de Meknès, la salle technique, le bureau de piste, la station météo, la centrale électrique….).

FIGURE 14 : LA VIGIE

3. Le bureau du piste :

Les taches essentielles de bureau du piste sont :

- L'émission et la réception des messages (Plan de vols, NOTAMS , autorisation d'atterrissage, départs et arrivées) . Les plans de vol sont transmis par un logiciel AMHS (Aéronautique Message Handling System)
- L'inscription des mouvements avions sur les feuilles et les registres réservés à cet effet et la communication à la tour de contrôle des renseignements concernant les vols à l'arrivée et au départ.

▽ NOTAM : Avis que les services de la navigation aérienne éditent et diffusent auprès des navigants et des autorités aéroportuaire

Chapitre III:

L'étude de la réception VHF

Chapitre III : Etude de la réception VHF

I. Introduction :

- Un système de communication transmet à travers un canal des informations de la source vers un utilisateur:

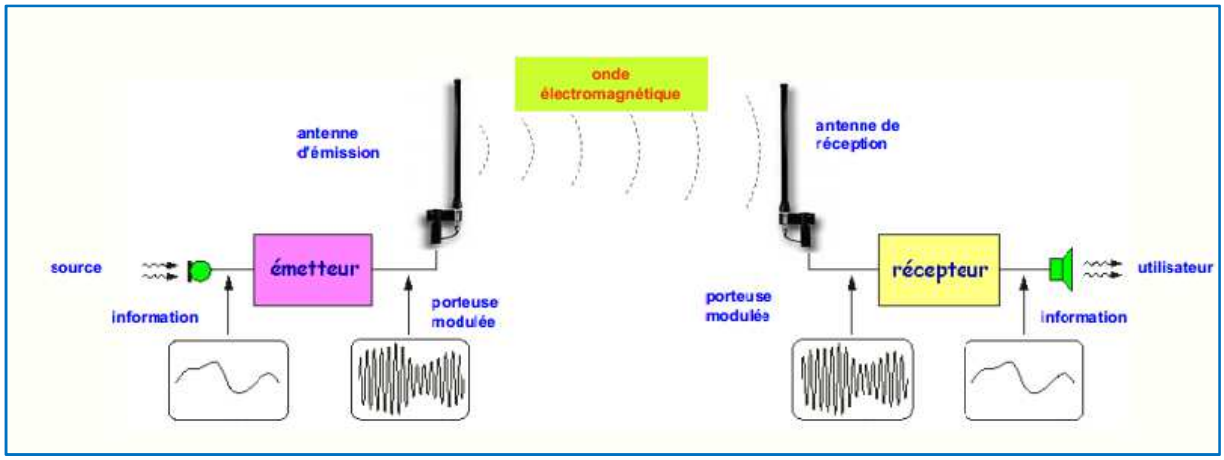


FIGURE 15:STRUCTURE D'UN SYSTEME DE COMMUNICATION RADIO

- la source fournit l'information sous la forme d'un signal analogique ou numérique.

- l'émetteur inscrit cette information sur une porteuse sinusoïdale de fréquence Fo : c'est la modulation.
- L'antenne d'émission reçoit le signal électrique de l'émetteur et produit l'onde électromagnétique.
- Cette OEM se propage dans l'espace autour de l'antenne d'émission.
- La puissance produite par l'émetteur et appliquée à l'antenne et se disperse dans l'espace.
- L'antenne de réception capte une faible partie de cette puissance et la transforme en signal électrique.
- le récepteur sélectionne la fréquence de la porteuse et extrait l'information qui y est inscrite.

II. L'ETUDE DE LA RECEPTION :

1. Définition d'un récepteur :

Un récepteur est un appareil électronique destiné à recevoir des ondes radioélectriques émises par un émetteur radio. Sa fonction est aussi d'extraire de ces ondes les informations qui y ont été incorporées lors de leurs émissions :sons ou signaux numériques.

2. Fonctions d'un récepteur :

Un récepteur doit pouvoir accomplir les taches suivantes :

- La sélection, parmi les nombreux signaux captés par l'antenne , le signal désiré .
- Amplification (HF) : a pour but d'amplifier :augmenter les petits signaux qui sont présents à l'antenne.
- La démodulation du signal qui est modulé en amplitude, en fréquence, en phase ou de type numérique, afin de récupérer une copie fidèle du signal original, appelé signal modulant.
- Amplification (BF) : les signaux BF obtenus étant de faible niveau, il faut les amplifier par amplis BF (tension, puissance).
- Traduction : transformer l'information électrique en phénomène physique (hauts parleurs, écouteurs, appareil de mesure, oscilloscopes,..).

3. Caractéristiques principales du récepteur VHF:

Le comportement d'un récepteur VHF peut être défini par cinq qualités essentielles qui sont :

3.1. la sélectivité :

- la sélectivité est l'aptitude du récepteur à recevoir la bande de fréquence désirée à l'exclusion de toutes les autres. Si notre récepteur est accordé sur une fréquence F0 proche d'une fréquence F1 , dans le cas d'une sélectivité insuffisante, les deux signaux seront reçus simultanément et il y aura risque de brouillage (mélange d'informations). Si la sélectivité est trop grande, on risque de perdre une partie de l'information utile.

- un récepteur parfait devrait pouvoir répondre aux conditions suivantes :
  - laisser passer sans affaiblissement tout signal de fréquence comprise dans la bande passante de façon à respecter l'information.
  - affaiblir dans un rapport infiniment grand tout signal de fréquence extérieur à la BP.

3.2. la fidélité :

- un récepteur est dit fidèle s'il est capable de restituer sans altération l'information continue dans le signal modulé reçu.

- un récepteur idéal devrait répondre aux considérations suivantes :
  - restituant identiquement sans modifier leur amplitude, leur fréquence et leur phase, les signaux résultant de la composition du signal BF constituant l'information.
  - Ne créerait pas de nouvelles composantes BF susceptibles de venir altérer l'information. Or le récepteur réel :
  - Ne restitue pas identiquement les signaux dont la fréquence est comprise dans le spectre BF à transmettre et de plus, modifie la plupart du temps l'amplitude ou la phase de ces composantes.
  - Crée de nouveaux signaux venant se superposer et altérer le signal. La plupart des déformations et distorsions sont créées par l'existence d'éléments réactifs et d'éléments actifs dans le circuit du récepteur.

3.3. La sensibilité :

- C'est l'aptitude du récepteur à recevoir les signaux HF les plus faibles possibles.
- d'après la définition ci-dessus, on pourrait songer à réaliser des récepteurs aussi sensibles qu'en le voudrait, il suffirait de prévoir un nombre suffisant d'étages amplificateurs pour amener le signal au niveau désiré, cependant la sensibilité du récepteur est limitée non pas par des considérations de gain mais par présence de bruit qu'il est impossible de dissocier du signal utile.
- on distingue deux sortes de bruit :
  - bruit externe : Parasites industriels, Parasites atmosphériques, Parasites solaires et cosmiques.
  - Les bruits internes :(Résistances, capacités, transistors, …) peuvent être atténués dans la mesure où les éléments sont de meilleure qualité mais au prix très élevé.

3.4. La stabilité :

- La stabilité d'un récepteur est son aptitude à conserver dans le temps son réglage sur une fréquence donnée malgré les variations des paramètres tel que :tension d'alimentation, température, …

3.5. La linéarité :

- C'est l'aptitude d'un récepteur à recevoir un signal utile de faible amplitude, en présence d'un ou plusieurs signaux brouilleurs de fort niveau.

III. Récepteur AM :

Un récepteur AM ou récepteur de signaux modulés en amplitude s'agit d'un circuit électronique destiné à capter les ondes émises par un émetteur AM.

La sélection de l'émetteur à recevoir est faite à l'aide de la structure habituelle : oscillateur local-mélangeur-filtre fi.

- le signal à recevoir de fréquence f1 est capté par l'antenne avec d'autres signaux .
- tous ces signaux sont amplifiés par un ampli RF à faible bruit .
- ils sont mélangés au signal de fréquence Fo issu de l'oscillateur local .
- si Fo est bien choisie, le signal de fréquence f1-Fo tombe à fi et traverse le filtre, le signal transportant l'information est maintenant isolé et se trouve à la fréquence fi, il est amplifié.
- le démodulateur extrait l'information BF qui se trouve dans l'amplitude , le signal BF sera enfin amplifiée et envoyé sur le haut-parleur.

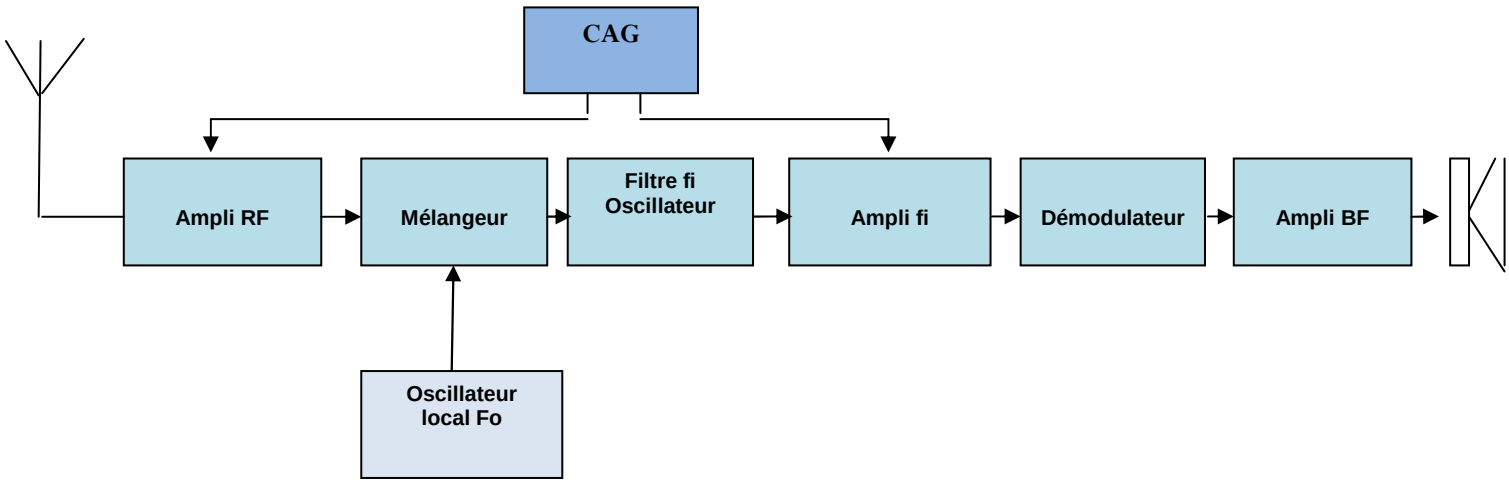


FIGURE 16 : LE SCHEMA D'UN RECEPTEUR AM

Remarque: l'information étant inscrite dans l'amplitude, il faut absolument éviter l'écrêtage du signal. C'est la raison pour laquelle le circuit de Contrôle Automatique de Gain ajuste les amplifications des amplis RF et fi en fonction du niveau BF.

1. L'architecture d'un récepteur A M :

L'architecture des récepteurs a évolué progressivement depuis le simple détecteur, jusqu'aux schémas à multiple conversion.

Récepteur à amplification directe :

La structure de ce récepteur est très simple :

- un ou plusieurs étages d'amplification portent le signal d'antenne à un niveau suffisant pour permettre un fonctionnement correct du démodulateur .
- un filtre de bande élimine les signaux indésirables .
- le démodulateur extrait du signal modulé le signal modulant, c'est-à-dire l'information originale.

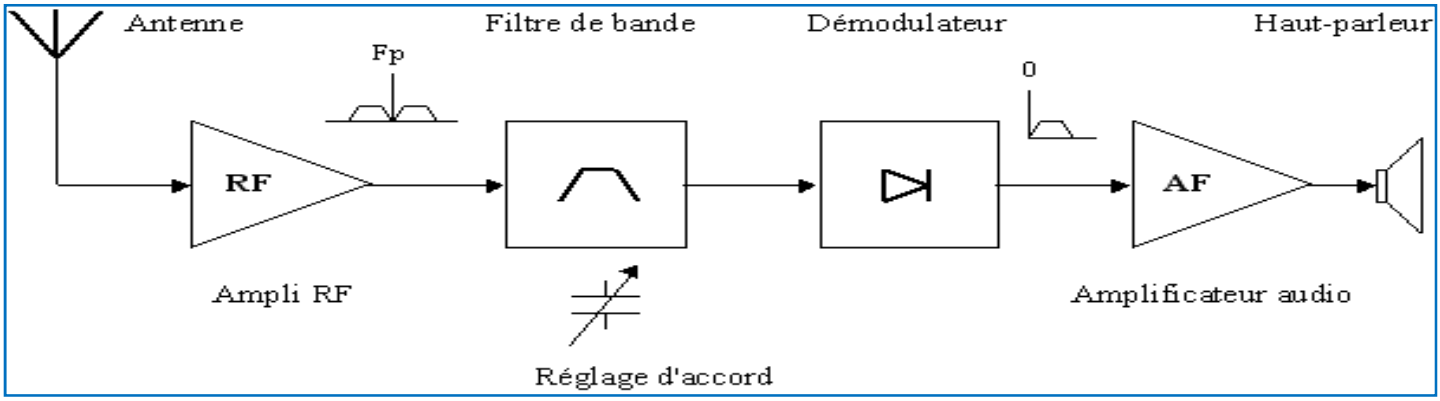


FIGURE 17:LE SCHEMA D'UN RECEPTEUR A AMPLIFICATION DIRECTE

Dans cette structure, la sensibilité et la sélectivité sont déterminées par l'amplificateur RF. Le récepteur à amplification directe n'est utilisé que dans des applications simples, pour capter un seul émetteur, dont le signal est relativement fort. Il était utilisé par exemple dans les premiers récepteurs de télévision.

- **Récepteur à simple conversion :**

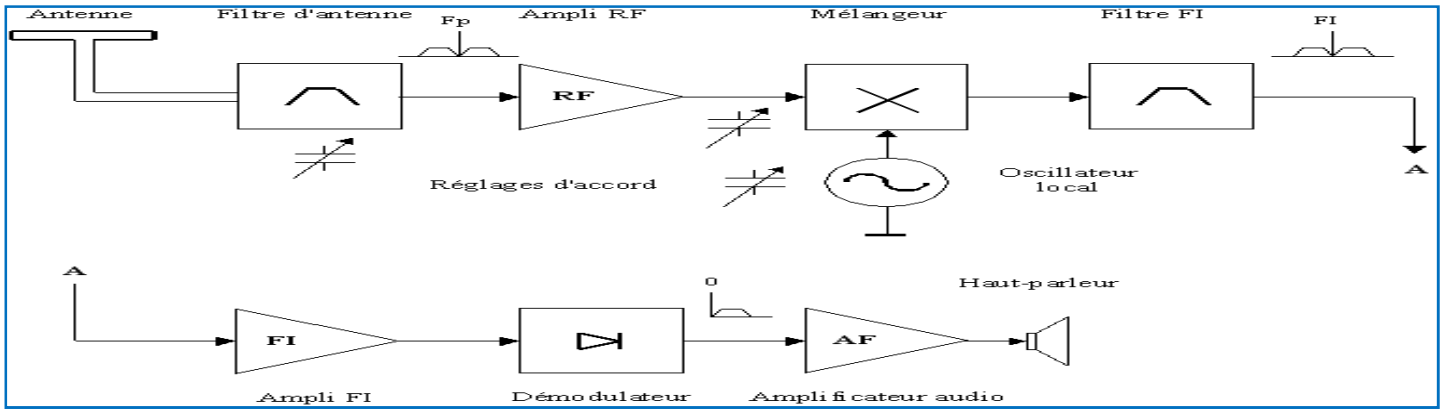


FIGURE 18 : STRUCTURE D'UN RECEPTEUR SUPERHETERODYNE

Le récepteur à simple conversion, historiquement appelé superhétérodyne, est la structure de récepteur la plus utilisée, tant en radio qu'en télévision ou en hyperfréquences (radar, GSM, GPS, etc.). Elle est caractérisée par le changement de fréquence qui est une opération fondamentale en radiocommunications. Elle consiste à translater le spectre d'un signal, sans en altérer le contenu, soit vers une fréquence plus basse afin de le traiter plus facilement, soit vers une fréquence plus élevée afin de le transmettre par voie hertzienne.

L'opération de changement de fréquence fait appel à un oscillateur local (OL) qui fixe la valeur de la translation en fréquence, à un dispositif mélangeur qui effectue la translation et à des filtres pour éliminer les produits indésirables.

Dans un récepteur superhétérodyne, les différentes fonctions d'amplification, de filtrage, de démodulation, sont confiées à des étages distincts :

- la sensibilité est déterminée par les différents amplificateurs .
- la sélectivité est déterminée par le filtre FI .
- la réjection des fréquences images est assurée par le filtre d'entrée.

Notations:

Fo est la fréquence de l'oscillateur local, Fp est la fréquence de la porteuse à recevoir, FI est la fréquence intermédiaire.

- **Un filtre d'antenne** élimine les signaux indésirables ,il est souvent placé avant l'ampli RF, de façon à éviter que des signaux indésirables éventuels, de forte amplitude, ne saturent pas l'ampli RF.

- **L'amplificateur RF** assure une première amplification , il est conçu de façon à obtenir le meilleur rapport signal/bruit possible , ceci est particulièrement important pour les récepteurs destinés à la réception de signaux à des fréquences élevées (supérieures à 30 MHz) .En effet, à ces fréquences, le bruit extérieur au récepteur est faible, il est donc important que le bruit interne soit le plus faible possible.

- **Le mélangeur** est la pièce maîtresse du récepteur superhétérodyne , lorsqu'on applique à ses entrées des signaux de fréquences Fo et Fp (ce dernier est un signal modulé en amplitude ou fréquence), on retrouve en sortie des signaux non seulement à Fo et Fp mais aussi à Fo + Fp et |Fo - Fp|.

- **Le filtre FI** va supprimer les composantes Fo, Fp et Fo + Fp, ne laissant que la composante |Fo - Fp|. L'on a donc réalisé un changement de fréquence, c'est-à-dire : une modification de la fréquence centrale du signal modulé, sans changer l'allure du spectre ,la nouvelle fréquence centrale |Fo - Fp| s'appelle **fréquence intermédiaire FI**.

- **L'oscillateur local** pilote la seconde entrée du mélangeur :on règle sa fréquence Fo de façon à ce que la fréquence intermédiaire soit fixe, indépendante de la fréquence du signal d'entrée , deux fréquences sont possibles : Fo = Fp + FI ou Fp - FI.

- **L'amplificateur à fréquence intermédiaire (FI)** il est souvent constitué de plusieurs étages avec un contrôle automatique du gain (CAG), il amène le signal au niveau nécessaire pour la démodulation.

- **Le démodulateur** récupère l'information transportée par le signal modulé.
  - Pour les signaux AM(modulés en amplitude), on emploie un détecteur à diodes.

- Pour les signaux FM(modulés en fréquence), le démodulateur sera une PLL ou un discriminateur à coïncidence (aussi appelé détecteur à quadrature ou détecteur synchrone).

- **L'amplificateur audio** amplifie le signal démodulé et pilote le haut-parleur.

- **Le haut parleur** permet de convertir le signal démodulé en ondes sonores perceptibles par l'oreille humaine.

Récepteur à multiple changement de fréquence :

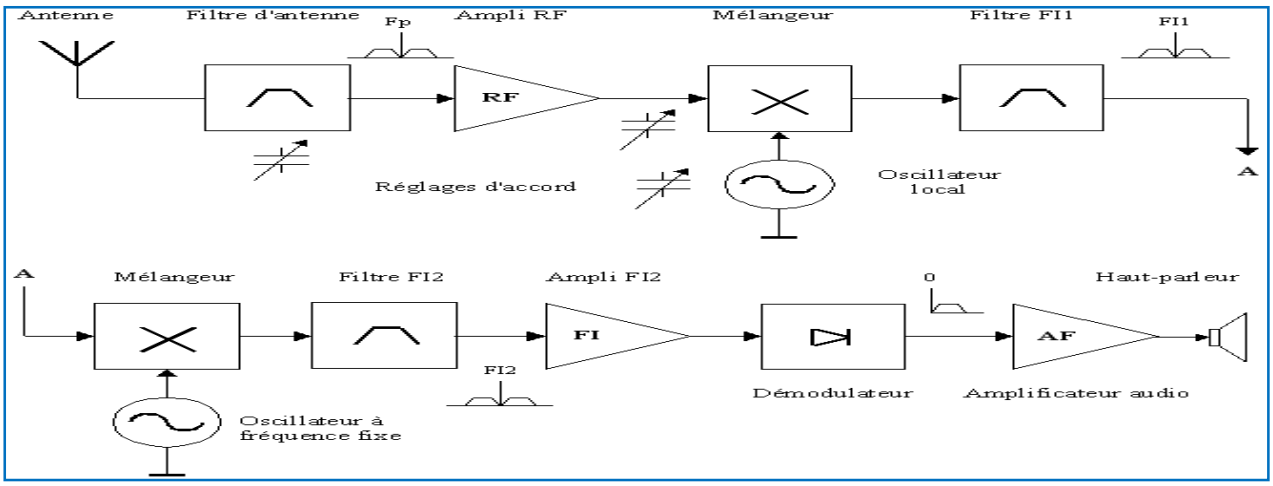
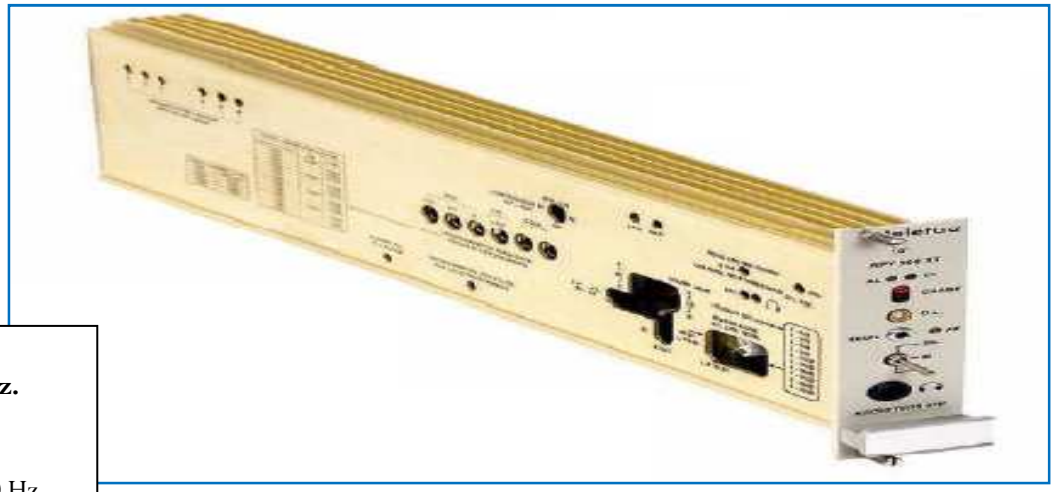


FIGURE 19 :STRUCTURE D'UN RECEPTEUR A DOUBLE CHANGEMENT DE FREQUENCE

Dans le récepteur superhétérodyne, la valeur de la fréquence intermédiaire influence à la fois la sélectivité et la réjection de la fréquence image. Lorsque la FI est grande, la réjection de la fréquence image est aisée (puisqu'elle est située à 2.FI de Fp) mais il est difficile d'obtenir une bonne sélectivité.

C'est la raison pour laquelle certains récepteurs (récepteurs de signaux de satellites, radar, etc.) mettent en œuvre un double changement de fréquence. Le premier changement de fréquence utilise une fréquence intermédiaire (FI1) élevée (par exemple 50 MHz) de façon à rejeter aisément la fréquence image. La seconde fréquence intermédiaire, FI2, sera nettement plus basée (par exemple 455 kHz).

IV. RECEPTEUR VHF 908XT :



Modulation AM, type A3E.
Gamme de fréquences : 118-144 MHz.
Sensibilité : 1,5 µV
Bande passante BF :
- Dans un canal à 25 kHz : > 300 – 3000 Hz.
-*Dans un canal à 8.33 kHz : > 300 – 2500 Hz.*

FIGURE 20 :LE RECEPTEUR VHF 908XT

1. Définition

- RPY908XT est un récepteur VHF mono-fréquence « large bande », modulé en AM de type A3E(Radiotéléphonie AM (voix), utilisée dans la bande aviation avec des canaux espacés de 25 KHz) ,développé pour les stations de communication au sol, fonctionne dans la gamme aéronautique civile 118-144 MHz, dans des canaux de 25kHz ou 8,33 kHz.

- Il a des fonctions supplémentaires par rapport au RPY908T et RPY908X:

Par rapport au RPY908T :

- Ajout d'un connecteur de test sur le panneau avant pour la mesure de l'oscillateur local.
- Programmation directe de la fréquence opérationnelle dans des canaux 25 ou 8,33kHz, selon les normes de l'OACI.

Par rapport au RPY908X :

- Le voyant « Alarme » bicolore, il s'allume en rouge pour indiquer un défaut de l'oscillateur local du récepteur, en jaune lorsqu'il s'agit d'un défaut chaîne (dont la source n'est pas obligatoirement le récepteur).
- Le voyant « +24V » bicolore. Il s'allume en vert lorsque le récepteur est sous tension, en jaune lorsqu'il est sous tension mais isolé à distance(en général par la supervision).

- Le récepteur VHF 908XT est constitue de deux cartes :

  - **La carte REPY23175** permet :
    - le traitement HF/BF
    - La sélection de la sélectivité.

- La démodulation AM.
- La régulation CAG.
- Le traitement BF (compresseur, filtre, réglage du niveau).
- Le démarrage.
- La gestion des voyants lumineux du panneau avant.
- Le test et la maintenance.

- **La carte OSLO23159** permet :
  - La sélection de la fréquence selon les normes OACI, par codeurs rotatifs.
  - Gérer le voyant lumineux de défaut.

2. Description du récepteur :

Panneau avant :

Voyant lumineux vert/jaune V= : Lorsqu'il est *vert*, indique que le récepteur est sous tension. Lorsqu'il est *jaune*, indique que le récepteur est isolé par la commande d'isolement.

Voyant lumineux rouge/jaune AL : Lorsqu'il est rouge, indique un défaut de l'oscillateur local. Lorsqu'il est jaune, indique un défaut de test chaîne.

Connecteurs de test CHAMP : Permettent de connecter un voltmètre pour mesurer la tension champ, proportionnelle au signal VHF reçu sur l'antenne.

Voyant lumineux jaune AP : Indique une réception d'appel.

Connecteur O.L. : Permet de connecter un fréquencemètre pour mesurer et ajuster la fréquence de l'oscillateur local.

Potentiomètre SEUIL : Permet le réglage du seuil silencieux.

Interrupteur A/M/SIL : interrupteur à 3 positions :
- Position A : récepteur éteint.
- Position M : récepteur allumé avec silencieux désactivé.
- Position SIL : récepteur allumé avec silencieux activé.

Sortie casque : connecteur Jack pour écoute locale de la BF.

- **configuration des commutateurs de la carte OSLO23159:**

► Mise à la fréquence de l'oscillateur local :

De ce fait, la formule qui donne la fréquence générée par l'oscillateur local est la suivante :

Fréquence de l'oscillateur = Fréquence à recevoir - 21,4 MHz

Avec 21.4MHz représente la fréquence intermédiaire de notre récepteur VHF

► Mise à la fréquence à recevoir :

La valeur programmée sur les roues codeuses à la norme OACI correspond à la fréquence à recevoir.

Nom	Fonction	Configuration
S1	Programmation des centaines de MHz	**Position 0 :** Non utilisé. **Position 1 :** 100MHz. **Positions 2 à 9 :** Non utilisé.
S2	Programmation des dizaines de MHz	**Position 0 :** Non utilisé.. **Position 1 :** 10MHz. **Position 2 :** 20MHz. **Position 3 :** 30MHz **Position 4 :** 40MHz. **Positions 5 to 9 :** Non utilisé.
S3	Programmation des unités de MHz	**Position 0 :** 0MHz. **Position 1 :** 1MHz. **Position 2 :** 2MHz. **Position 3 :** 3MHz. **Position 4 :** 4MHz. **Position 5 :** 5MHz. **Position 6 :** 6MHz. **Position 7 :** 7MHz. **Position 8 :** 8MHz. **Position 9 :** 9MHz.
S4	Programmation des centaines de kHz	**Position 0 :** 0kHz. **Position 1 :** 100kHz. **Position 2 :** 200kHz. **Position 3 :** 300kHz. **Position 4 :** 400kHz. **Position 5 :** 500kHz. **Position 6 :** 600kHz. **Position 7 :** 700kHz. **Position 8 :** 800kHz. **Position 9 :** 900kHz.
S5 / S6	Programmation de la fréquence opérationnelle	(voir les tableaux suivants)

FIGURE 21 : LA CARTE OSLO 23159

5EME ET 6EME ROUE CODEUSE REPEREE CODE : ILS SONT DONNEES PAR LES NORMES OACI

Codage						Fréquence (en MHz)
S1	S2	S3	,	S4	S5	S6	
1	1	8	,	0	0	0	118,0000
1	1	8	,	0	0	5	118,0000
1	1	8	,	0	1	0	118,0083
1	1	8	,	0	1	2	118,0125
1	1	8	,	0	1	5	118,0166
1	1	8	,	0	2	5	118,0250
1	1	8	,	0	3	0	118,0250
1	1	8	,	0	3	5	118,0333
1	1	8	,	0	3	7	118,0375
1	1	8	,	0	4	0	118,0416

Codage						Fréquence (en MHz)
S1	S2	S3	,	S4	S5	S6	
1	1	8	,	0	5	0	118,0500
1	1	8	,	0	5	5	118,0500
1	1	8	,	0	6	0	118,0583
1	1	8	,	0	6	2	118,0625
1	1	8	,	0	6	5	118,0666
1	1	8	,	0	7	5	118,0750
1	1	8	,	0	8	0	118,0750
1	1	8	,	0	8	5	118,0833
1	1	8	,	0	8	7	118,0875
1	1	8	,	0	9	0	118,0916

FIGURE 22 :LE REGLAGE DES ROUES CODEUSES (S5,S6)

CANAUX 25 KHz
Canaux 8.33KHz

Exemple de programmation :

Fréquence à recevoir : 127,350MHz avec un canal à 8,33KHz
Positionner la 1ère roue codeuse sur 1 1--,---
Positionner la 2ère roue codeuse sur 2 12-,---
Positionner la 3ème roue codeuse sur 7 127,---
Positionner la 4ème roue codeuse sur 3 127,3--
Positionner la 5ème et 6ème roue codeuse sur 55 127,355, qui programme une fréquence de 127,350 au pas de 8,33kHz.

3. La maintenance:

La **maintenance** vise à maintenir ou à rétablir un bien dans un état spécifié afin que celui-ci soit en mesure d'assurer un service déterminé.

La maintenance regroupe ainsi les actions de dépannage et de réparation, de réglage, de révision, de contrôle et de vérification des équipements matériels (machines, véhicules, objets manufacturés, etc.) ou même immatériels (logiciels).

Un service de maintenance peut également être amené à participer à des études d'amélioration du processus industriel, et doit, comme d'autres services de l'entreprise, prendre en considération de nombreuses contraintes comme la qualité, la sécurité, l'environnement, le coût, etc.

Il existe deux façons complémentaires d'organiser les actions de maintenance :

- **La maintenance préventive,** qui consiste à intervenir sur un équipement avant que celui-ci ne soit défaillant, afin de tenter de prévenir la panne. On interviendra de manière préventive soit pour des raisons de sûreté de fonctionnement (les conséquences d'une défaillance sont inacceptables), soit pour des raisons économiques (cela revient moins cher) ou parfois pratiques (l'équipement n'est disponible pour la maintenance qu'à certains moments précis). La maintenance préventive se subdivise à son tour en :
  - **Maintenance systématique :** désigne des opérations effectuées systématiquement, soit selon un calendrier (à périodicité temporelle fixe), soit selon une périodicité d'usage (heures de fonctionnement, nombre d'unités produites, nombre de mouvements effectués, etc.…) .
  - **Maintenance conditionnelle :** réalisée à la suite de relevés, de mesures, de contrôles révélateurs de l'état de dégradation de l'équipement .
  - **Maintenance prévisionnelle :** réalisée à la suite d'une analyse de l'évolution de l'état de dégradation de l'équipement.

- **La maintenance corrective,** qui consiste à intervenir sur un équipement une fois que celui-ci est défaillant. Elle se subdivise en :
  - **Maintenance palliative :** dépannage (donc provisoire) de l'équipement, permettant à celui-ci d'assurer tout ou partie d'une fonction requise ,elle doit toutefois être suivie d'une action curative dans les plus brefs délais.
  - **Maintenance curative :** réparation (donc durable) consistant en une remise en l'état initial.

3.1 La maintenance du récepteur VHF 908XT :

- **Préventive :**

La maintenance préventive consiste en une série de vérifications dont le but est de maintenir l'équipement en bon état de fonctionnement.
Il est recommandé de vérifier la fréquence de l'oscillateur local une fois par mois la première année de mise en service et ensuite tous les trimestres

► Nettoyage du récepteur :

- Après avoir retiré l'équipement de son bâti-support (vis imperdables), procéder au nettoyage des embases à l'alcool dénaturé et enlever toutes les traces de poussière à l'aide d'un chiffon sec.

► Test de bon fonctionnement :

- Positionner l'interrupteur de la face avant sur M (Marche) pour la mise sous tension.
  Les voyants V= (mise sous tension) et AP (appel qui indique la mise hors service du silencieux) doivent s'allumer. Le voyant AL (alarme) après un bref instant doit rester éteint.
- Positionner l'interrupteur de la face avant sur SIL (silencieux en service).

Le voyant AP doit s'éteindre (on suppose que le seuil du silencieux est correctement réglé) .
Raccorder la sortie casque à un système d'écoute. Si un système d'écoute est utilisé, connecter la sortie casque au système. Si le silencieux est actif, aucun signal ne doit être audible.

- Mesure de la fréquence opérationnelle (de l'oscillateur local):

  - Connecter un fréquencemètre sur le connecteur de test J10 de l'oscillateur local, sur le panneau avant afin de mesurer la fréquence sur la prise coaxiale O.L.(J10) située en face avant.
  - Vérifier que le résultat est conforme aux spécifications (la fréquence mesurée doit être égale à la fréquence à recevoir moins la valeur de la fréquence intermédiaire qui est de 21,4 MHz).

- **Corrective :**

Détection et remplacement de la carte défectueuse, REPY23175 ou OSLO23159, pour replacer le récepteur dans les conditions d'un fonctionnement normal.

► Processus de la recherche d'une panne :

SYMPTOMES	OPERATIONS A EFFECTUER
Voyant V= éteint	**Mettre l'interrupteur sur marche (M).** • Vérifier le raccordement arrière du tiroir. • Vérifier l'alimentation. • Vérifier l'absence de courts-circuits sur les entrées d'alimentation du récepteur. • Si le voyant V= reste éteint, changer le tiroir.
Voyant V= allumé, mais pas le voyant AP Voyant AL allumé	**Raccorder un système d'écoute sur la sortie casque et vérifier la présence de "souffle".** • En l'absence de "souffle", changer la carte récepteur. • Vérifier la fréquence sur la prise coaxiale de test O.L. (voir la fiche guide de maintenance G3) • Si aucune fréquence n'est mesurée, changer la carte récepteur.
Voyant V= allumé et voyant AL éteint.	**Mettre l'interrupteur sur SIL.** • Raccorder un générateur VHF modulé à 30% par un signal B.F. de 1kHz sur l'embase coaxiale d'entrée antenne J1. • Si le niveau de sortie du générateur est inférieur au seuil du réglage du silencieux, le voyant AP reste éteint et on ne doit pas entendre la modulation en sortie casque. • Si le niveau de sortie du générateur est supérieur au seuil du réglage du silencieux, le voyant AP doit s'éclairer et on doit entendre la modulation du générateur sur la sortie casque. • En absence de ces résultats, changer la carte récepteur.

FIGURE 23 : LE PROCESSUS DE LA RECHERCHE D'UNE PANNE

Chapitre IV :

L'étude pratique du récepteur VHF

Chapitre IV : L'étude pratique du récepteur VHF

I. La simulation de schéma synoptique du récepteur VHF :

Notre récepteur VHF est de type superhétérodyne à simple changement de fréquence.

Pour réaliser une telle simulation, on a utilisé le logiciel de simulation MATLAB utilisé pour la modélisation et la simulation de système de communication.

- **Les étapes de la simulation :**

1ère étape : la modulation AM

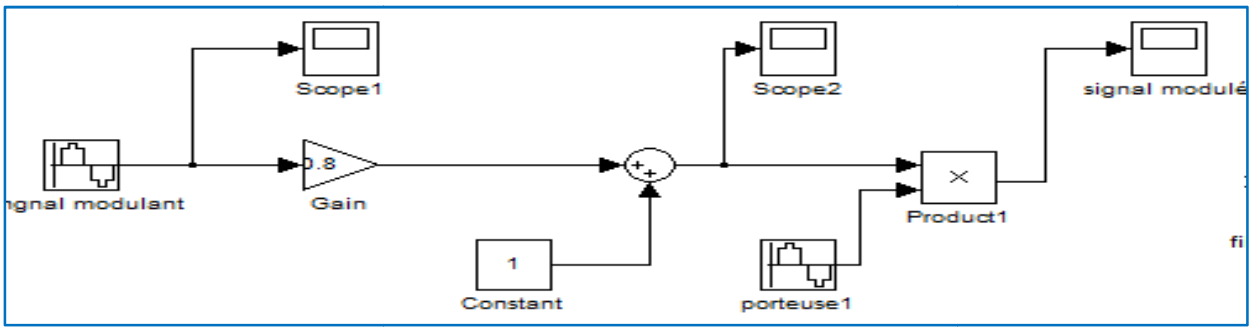


FIGURE 24 : LA MODULATION AM

Les données qu'on a prises pour trouve se signal sont :

- La fréquence du signal modulant est : F_0=1 KHz
- La fréquence de la porteuse1 est : Fp1=145,5KHz

- Les schémas trouvés sont :

Le signal modulant :

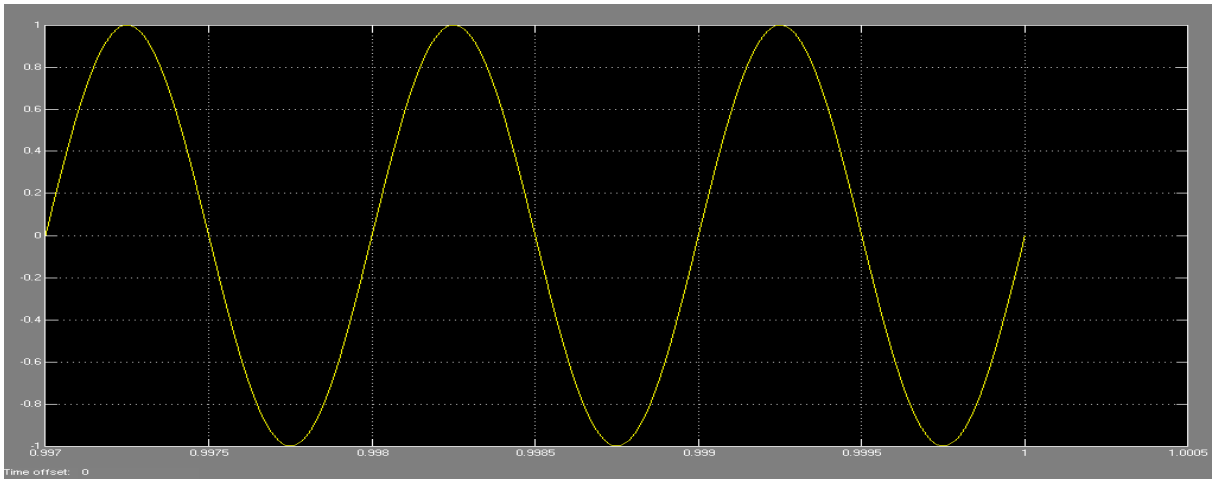


FIGURE 25 :LE SIGNAL MODULANT

Le signal modulé :

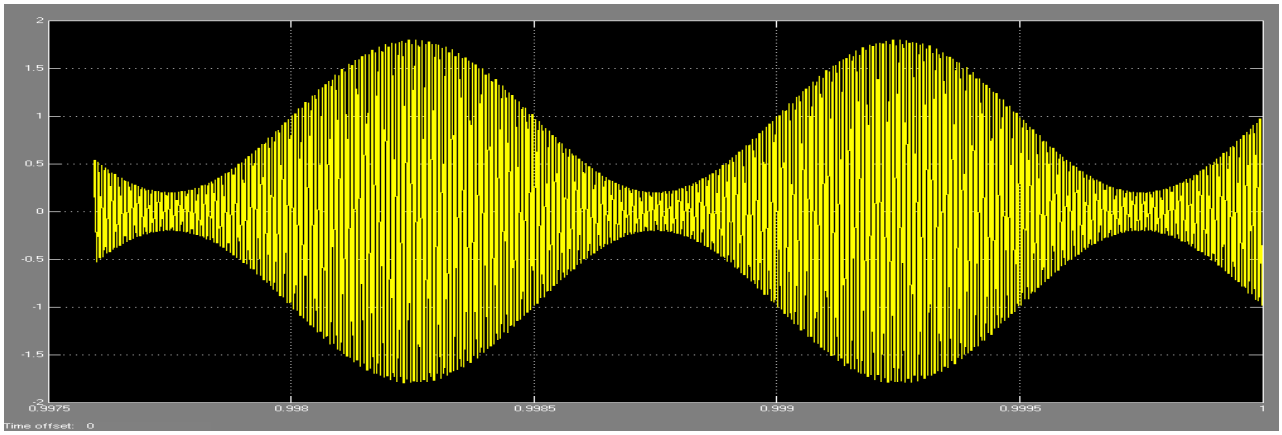


FIGURE 26: LE SIGNAL MODULE

interpretations :

Pour notre signal modulé on voit que c'est une modulation AM double bandes avec porteuse et indice de modulation m = 0.8 :

S(t)= (1+0.8 m(t)).p(t)
S(t)= (1+ 0.8 cos (2*pi*f_0*t)).cos (2*pi*F_{P1}*t)

2ème étape : le filtrage et l'amplification HF

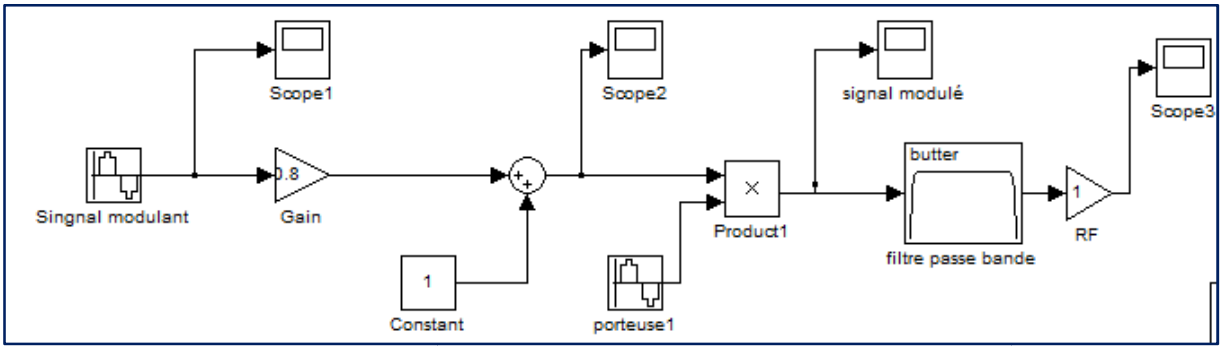


FIGURE 27: LE FILTRAGE ET L'AMPLIFICATION HF

- Les données qu'on a prises pour effectuer se filtrage sont :
  - Le filtre utilisé est un filtre passe bande , sa bande est :

W_{min}=2*pi*1000

$\Rightarrow$ W_{min}=6,29.10^3 rad/s

et W_{max}=2*pi*145500

$\Rightarrow$ W_{max}=9, 15 .10^5 rad/s

- La modulation est conservée grâce à ce filtre qui permet seulement d'éliminer les signaux indésirables et conserver la modulation AM.

3ème étape : Le produit de signal modulé avec le signal d'oscillateur local

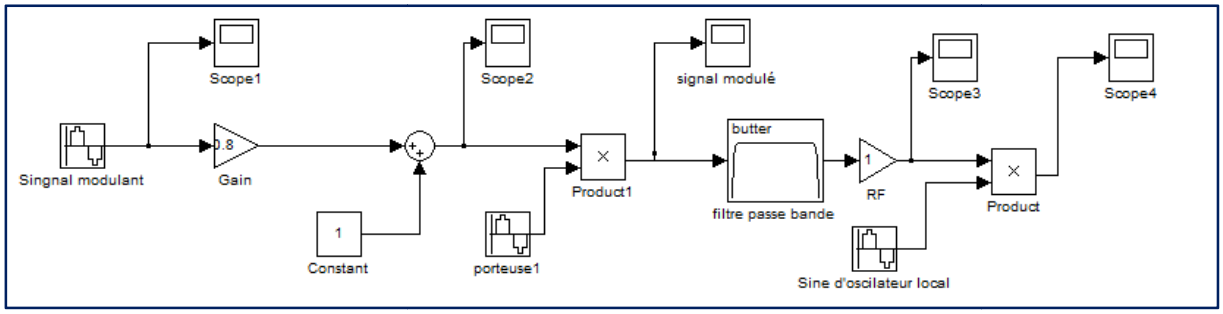


FIGURE 28:LE PRODUIT DE SIGNAL MODULE AVEC LE SIGNAL D'OSCILLATEUR LOCAL

- **La fréquence intermédiaire est :** **FI=45,5KHz**
- **La fréquence d'oscillateur local est :** On sait que :

Fos=Fp1-FI

Fos=145,5KHz -45,5KHz

F_{os}=100KHz

- Le résultat trouvé est illustré par la figure suivante :

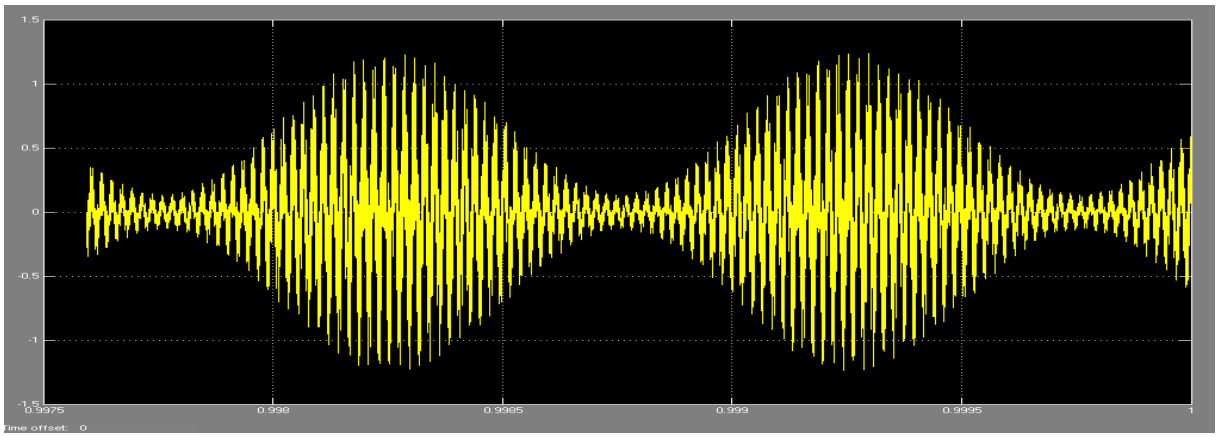


FIGURE 29: LA SORTIE DE MELANGEUR

4ème étape : le filtrage FI

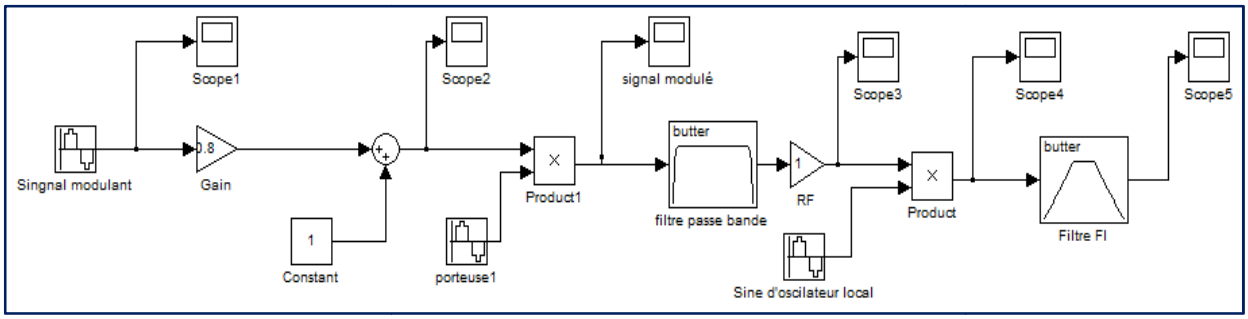


FIGURE 30:LE FILTRAGE FI

- Les données qu'on a prises pour effectuer se filtrage sont :

  - **Le filtre utilisé est un filtre passe bande** qui va supprimer les composantes F_{p1}, F_{os} et $F_{p1} + F_{os}$, ne laissant que la composante $|F_{p1} - F_{os}|$. L'on a donc réalisé un changement de fréquence, c'est-à-dire : une modification de la fréquence centrale du signal modulé, sans changer l'allure du spectre, la nouvelle fréquence centrale $|F_{p1} - F_{os}|$ est la fréquence intermédiaire **(FI=45,5KHz).**

  - **Sa bande est :**

$$W_{min}=2*pi*40000$$

$$\Rightarrow \underline{W_{min}=2,51.10^5 \text{ rad/s}}$$

$$W_{max}=2*pi*150000$$

$$\Rightarrow \underline{W_{max}=9,42.10^5 \text{ rad/s}}$$

- Le résultat trouvé est illustré par la figure suivante :

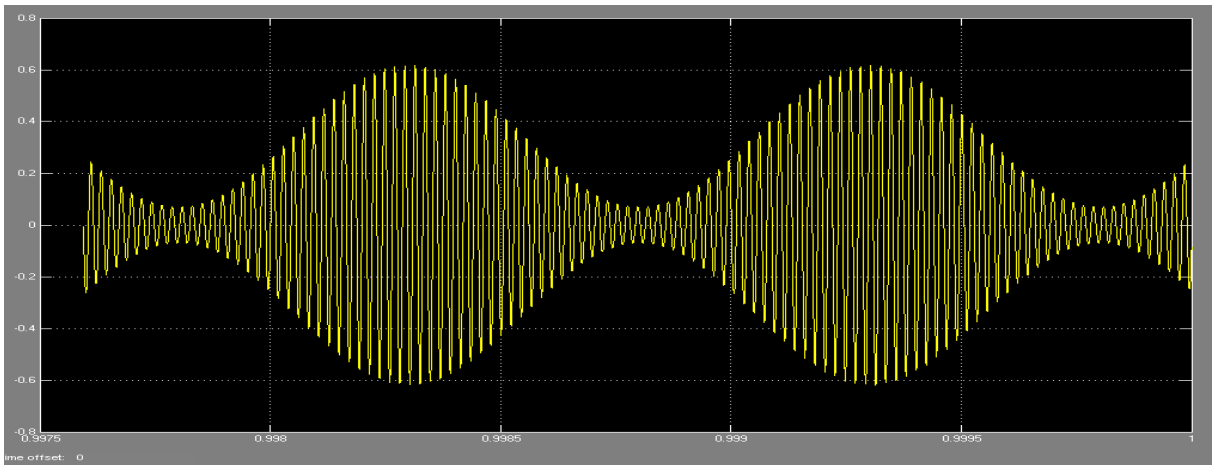


FIGURE 31:LE LA SORTIE DE FILTRE FI

5ème étape : la démodulation et la détection BF

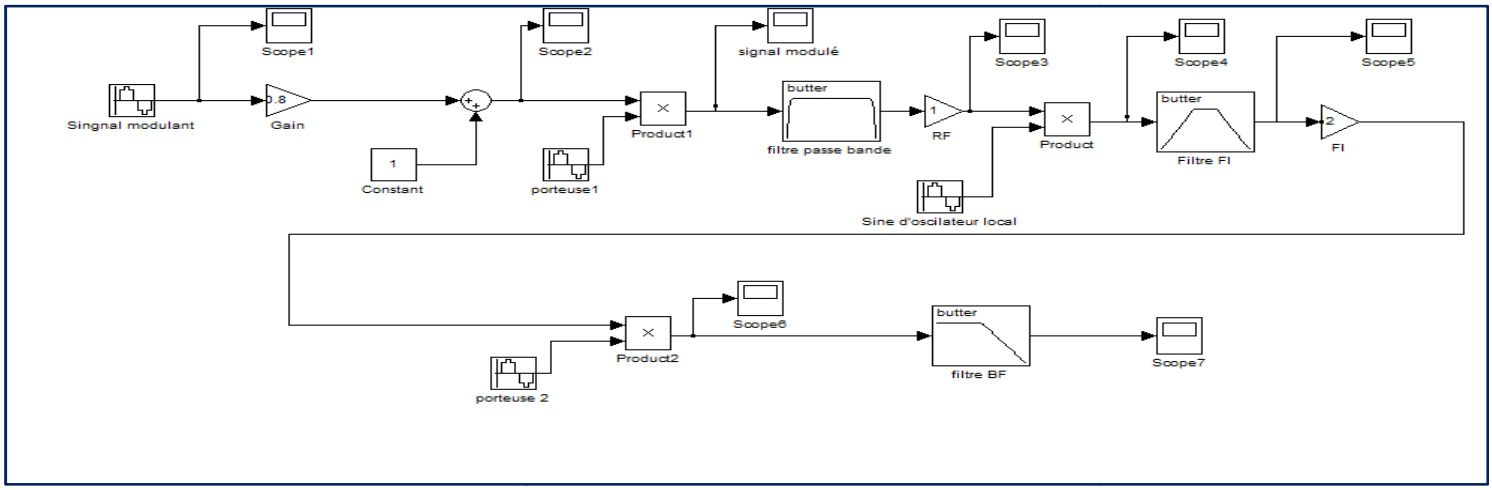


FIGURE 32: LA DEMODULATION ET LA DETECTION BF

- Les données qu'on a prises pour effectuer cette démodulation sont :
  - La fréquence du signal porteuse2 est : **Fp_2=45,5KHz**
  - La fréquence du filtre passe bas est : **Fc=45,5KHz**
- Après le filtrage, on a obtenu un signal modulant qui est la même allure que celui qu'on a utilisé avant la modulation, d'une fréquence égale à la fréquence de notre signal modulant (F=1KHz)
- Le résultat trouvé est illustré par la figure suivante :

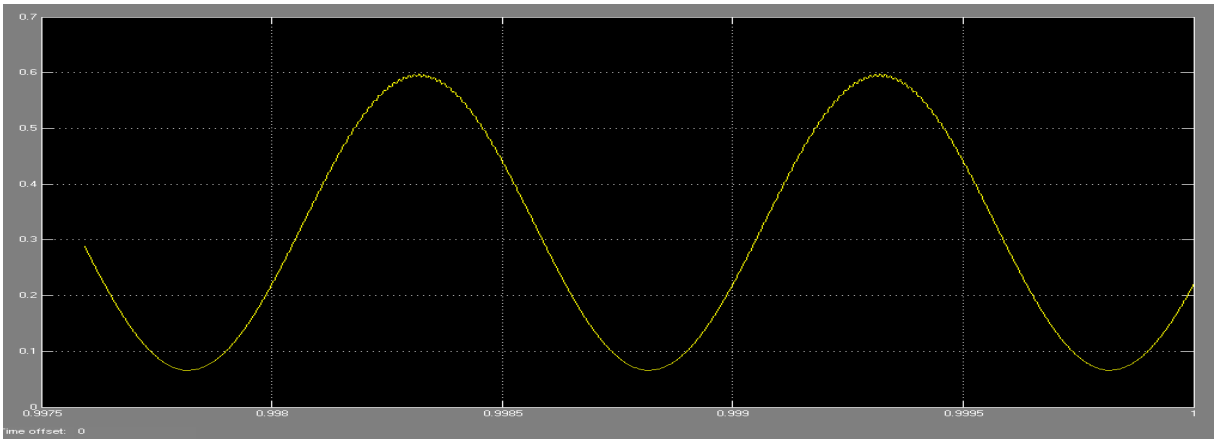


FIGURE 33:LE SIGNAL DEMODULE(BF)

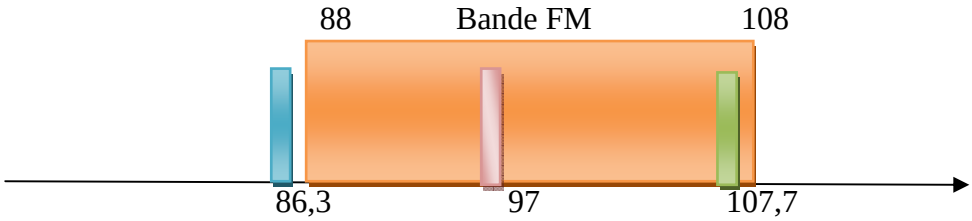
II. La Réjection de la fréquence image :

Un récepteur étant programmé sur un canal donné, on observera souvent qu'il peut présenter une réponse sur d'autres fréquences, si le niveau de signal sur ces fréquences est élevé. On évalue cette performance par le niveau antenne nécessaire pour produire une réponse sur ces fréquences. La réponse parasite la plus connue pour les récepteurs à changement de fréquence, est la fréquence image principale qui est l'inconvénient majeur des récepteurs superhétérodynes. Dans ces récepteurs, la fréquence image est une fréquence non voulue, cette fréquence image provoque la réception de deux stations différentes en même temps, elle génère donc des interférences. C'est l'autre fréquence (autre que la fréquence utile) qui donne par combinaison avec l'oscillateur local Fo, une fréquence égale à la Fi.

❖ Exemple: F=107,7MHz

Fréquence intermédiaire	Fi = 10,7 MHz (valeur normalisée)
Fréquence à recevoir	F_{rf} = 107,7 MHz (radio trafic autoroutes)
Fréquence de l'oscillateur local	F_{ol}=107,7-10,7 = 97 MHz
Fréquence image	Fim=97 – 10,7 = 86,3 MHz

La fréquence image est très proche du début de la bande à recevoir (bande FM : 88 à 108 MHz) →difficulté de filtrage



❖ Réjection de la fréquence image

Une réjection correcte de la fréquence image nécessite un filtrage avant mélange pour ne laisser parvenir au mélangeur que la bande de fréquences désirée.
L'utilisation d'un mélangeur à réjection de la fréquence image est une solution élégante à ce problème.

Le mélangeur à réjection de la fréquence image proposé est le suivant :

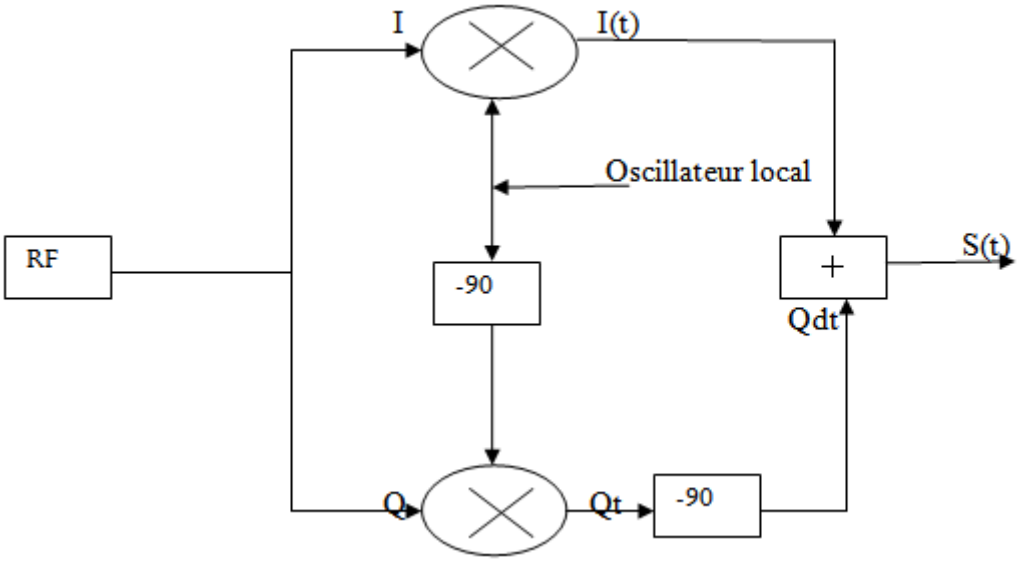


FIGURE 34 : MELANGEUR A REJECTION DE LA FREQUENCE IMAGE

- Cas du signal incident utile

Signal RF incident: $Vi = V \cos(w_i t)$
Oscillateur local: $V_{ol} = \cos(w_{ol} t)$.

- Battement infradyne : $w_i > w_{ol}$, soit $(w_i - w_{ol}) > 0$.

Voie I

$I(t) = V \cos(w_i t). \cos(w_{ol} t)$

$\Rightarrow I(t) = (V/2) [\cos(w_i - w_{ol}) t + \cos(w_i + w_{ol}) t]$

Voie Q

$Q(t) = V \cos(w_i t). \cos(w_{ol} t - 90°)$

$\Rightarrow Q(t) = (V/2) [\cos\{(w_i - w_{ol}) t + 90°\} + \cos\{(w_i + w_{ol}) t - 90°\}]$

Voie Qd (Q déphasée de –90°):

$Qd(t) = (V/2) [\cos\{(w_i - w_{ol}) t + 90° - 90°\} + \cos\{(w_i + w_{ol}) t - 180°\}]$

$\Rightarrow Qd(t) = (V/2) [\cos(w_i - w_{ol}) t - \cos(w_i + w_{ol}) t]$

Sortie

$S(t) = I(t) + Qd(t)$

$S(t) = (V/2) [\cos(w_i - w_{ol}) t + \cos(w_i + w_{ol}) t] + (V/2) [\cos(w_i - w_{ol}) t - \cos(w_i + w_{ol}) t]$

$\Rightarrow S(t) = V \cos(w_i - w_{ol}) t$

On constate qu'il y a annulation du battement supradyne($Wi+W_{ol}$)

- Cas de la fréquence image

  - Battement infradyne : (wim<wLO) , (wim-wLO) < 0

Voie I $I(t) = V\cos(w_{im}t).\cos(w_{ol}t) = (V/2)[\cos(w_{im}-w_{ol})t + \cos(w_{im}+w_{ol})t]$

$\Rightarrow I(t) = (V/2)[\cos(w_{ol}-w_{im})t + \cos(w_{im}+w_{ol})t]$

Voie Q $Q(t) = (V/2)[\cos\{(w_{ol}-w_{im})t - 90°\} + \cos\{(w_{im}+w_{ol})t - 90°\}]$

$\Rightarrow Qd(t) = (V/2)[\cos\{(w_{ol}-w_{im})t - 180°\} + \cos\{(w_{im}+w_{ol})t - 180°\}]$

Voie Qd (Q déphasée de –90°):

$\Rightarrow Qd(t) = (V/2)[-\cos(w_{ol}-w_{im})t - \cos(w_{im}+w_{ol})t]$

La sortie:

$S(t) = (V/2)[\cos(w_{ol}-w_{im})t + \cos(w_{im}+w_{ol})t] + (V/2)[-\cos(w_{ol}-w_{im})t - \cos(w_{im}+w_{ol})t]$

$\Rightarrow S(t) = 0$

Il y a annulation de la fréquence image en sortie.

III. Le changement de la fréquence d'approche :

La baie double fréquence est constituée normalement d'un ensemble Emission Réception Radio fonctionnant à la fréquence aérodrome F1=118.6Mhz ainsi qu'à la fréquence approche F2=121.4Mhz.

Avant, la fréquence d'approche c'était F1=121.975 Mhz.

Notre tache réalisée c'était décrire le processus dans notre récepteur pour passer de la fréquence F1=121.975Mhz à la fréquence F1=121.4Mhz (la fréquence d'approche actuelle).

1ère étape : Mise en service de la fréquence de l'oscillateur local

La formule qui donne la fréquence générée par l'oscillateur local est la suivante :

Fréquence de l'oscillateur = Fréquence à recevoir - 21,4 MHz

⇒ ***Fréquence de l'oscillateur =121.4 Mhz -21,4 MHz***

⇒ ***Fréquence de l'oscillateur =100MHz***

2ème étape :Mise en service de la fréquence à recevoir

Pour programmer la fréquence opérationnelle, on utilise les codeurs rotatifs.
D'après cette figure, les commutateurs S1, S2, S3, S4, S5 et S6 permettent le réglage de la fréquence à recevoir.

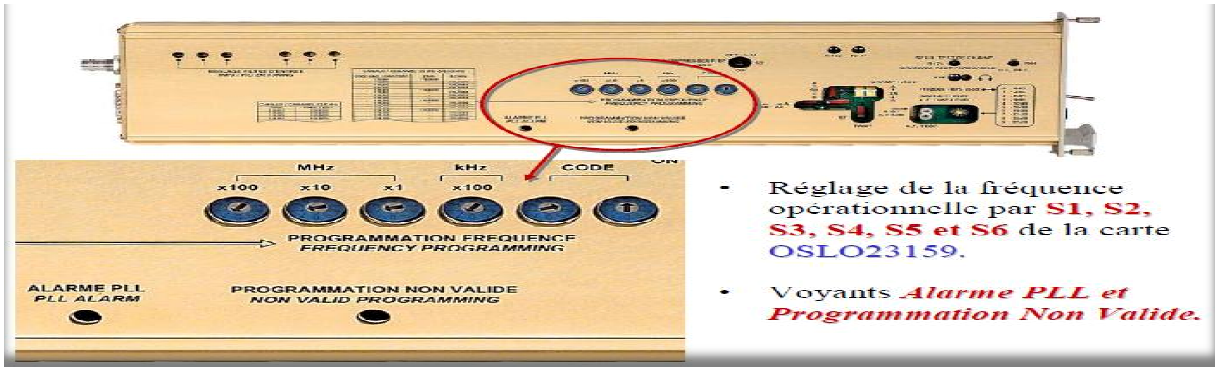


FIGURE 35 : REGLAGE DE LA FREQUENCE OPERATIONNELLE

Pour qu'on puisse passer à la fréquence 121.4MHZ, nous devrons changer les positions des commutateurs S4, S5 et S6 :
On va mettre le Commutateur S4 Sur La Position 4 (Avec une fréquence de 400khz).
Les Commutateurs S5, S6 devront prendre la position 00 (Une Fréquence de 00Khz), Alors que les commutateurs S1, S2, S3 resteront sur la même position qu'avant.

	Ancienne fréquence « 121.975MHZ»	Nouvelle fréquence« 121.4MHZ»
S1	100 MHZ	100 MHZ
S2	20 MHZ	20 MHZ
S3	1 MHZ	1 MHZ
S4	900 KHZ	400 KHZ
S5 S6	75 KHZ	00 KHZ

FIGURE 36: COMPARAISON ENTRE LES 2 FREQUENCES

Finalement, on coupe l'alimentation du récepteur pour que la nouvelle programmation soit prise en compte. Ensuite on connecte un fréquencemètre sur le connecteur de test J10 de l'oscillateur local, sur le panneau avant, pour vérifier que la fréquence local égal à 100 MHZ.

- Toute programmation hors bande (118/144) est visualisée par le voyant rouge PROGRAMMATION NON VALIDE situé sous les roues codeuses.
- Le non-verrouillage de l'oscillateur est indiqué par le voyant d'alarme de la face avant et le voyant ALARME PLL.

3ème étape : Réglage du Poste Operateur :

Sur l'écran d'affichage du poste opérateur 'comme montre ci-dessous', il nous faut obligatoirement modifier la nomination de Bouton de fréquence d'approche -qui se trouve dans la zone de fréquence- de la valeur ancienne 121.975 MHZ à la nouvelle fréquence 121.4 MHZ .

Conclusion

Durant la période de notre stage à l'aéroport Fès-Saïs, nous nous sommes intéressés à l'étude des différents équipements de la TOUR de contrôle, spécifiquement le RECEPTEUR VHF 908XT.

Nous avons réalisé en ce qui concerne notre sujet une étude des différents blocs qui constituent une chaine de réception théoriquement et pratiquement par la simulation d'un récepteur superhétérodyne sur Matlab/Simulink.

Nous avons effectué une tache qui était demandé par l'administration qui concerne les étapes qui permettent de changer la fréquence d'approche de notre récepteur.

Notre valeur ajoutée que nous avons proposé afin de résoudre le problème de la fréquence image, était pour notre encadrant à l'ONDA de Fès un bon travail et une bonne idée pour améliorer le fonctionnement de leur récepteur VHF 908XT .

Au-delà des connaissances techniques qu'on a pu acquérir et des compétences que nous avons développé, cette expérience nous a permis de comprendre la réalité du monde de travail, et de prendre un contact direct avec le milieu professionnel.

Liste des acronymes

ONDA : Office National Des Aéroports.

OAC : Offices des Aéroports de Casablanca.

SSLIA : Service de Sauvetage et de Lutte contre l'Incendie des Aéronefs.

OACI : Organisation de l'Aviation Civile Internationale.

ILS : Instrument Landing System.

VOR : Very high frequency Omnidirectional Radio Range.

DME : Distance Measuring Equipment.

ESA : Electroniciens de la Sécurité Aérienne.

VHF : Very High Frequency.

CCR : Centre de Contrôle Régional.

EMS : Element Management System.

VCS : Voice Communication System.

DMC : Digital Matrice Card.

Bibliographie

[1] NOTICE DE MAINTENANCE **RECEPTEUR VHFMONOFREQUENCERPY908XT.**

[2] NOTICE DE MAINTENANCE **EMETTEUR VHF 50W EM90S8.**

[3] MANUELLE **SYSTEME TOUR DE CONTROL FES-SAIS.**