**Cahier des charges   
relatif au projet de fin d’études   
des élèves ingénieurs de l’école royale de l’air**

|  |
| --- |
| ***Conception et réalisation d'un radar passif à base des ondes FM pour la surveillance aérienne*** |

**- UNITÉ : DAT**

**- SERVICE : GEI/CED**

**- ENCADRANT DU PROJET : EQUIPE LODA**

1. **Intitulé du sujet du projet**

**« Conception et réalisation d'un radar passif aérienne à base des ondes FM**

**pour la surveillance »**

**Description détaillée du sujet**

Dans le cadre de la souveraineté de notre Espace Aérien National (**EAN**)  
et de la surveillance de ses abords immédiats, le Système de Défense Aérienne (**SDA**)  
de la Défense Aérienne du Territoire (**DAT**) est l'un des moyens stratégiques mis   
à la disposition du Commandement des **FRA** afin Surveiller l'espace aérien et identifier les objets volants en vue de participer à l'effort global des **FAR**, visant la protection de l'intégrité du Royaume et la dissuasion.

Par conséquent, la **DAT** est dotée d’une chaine de détection formée par un réseau de **radars actifs** de surveillance longue portée, ayant pour tâche de détecter le trafic survolant l’**EAN**,   
ainsi que de moyens de télécommunications assurant les échanges radiophoniques établis   
entre les Contrôleurs de Défense Aérienne (**CDA**), les aéronefs civils ou militaires et les organismes au sol, comme les tours de contrôle des bases aériennes **FRA** et le **CRCSNA** (Centre Régional   
de Contrôle de la Sécurité de la Navigation Aérienne).

**Les radars passifs** représentent une technologie émergente dans le domaine de la détection et de la surveillance, qui utilisent les signaux émis par des sources externes existantes plutôt   
que de générer ses propres signaux d'émission. Cette approche présente plusieurs avantages significatifs, notamment une réduction des coûts et une meilleure discrétion, puisque les radars passifs n'émettent pas de signaux détectables.

L’utilisation des ondes FM (Modulation de la Fréquence) comme source pour les radars passifs est particulièrement intéressante en raison de leur omniprésence dans les environnements urbains. Les stations de radio FM émettent continuellement des signaux qui peuvent être captés   
et analysés par un radar passif. En exploitant ces signaux, il est possible de développer un système radar qui ne dépend pas de sources d’émission spécifiques, réduisant ainsi la complexité et le coût   
du système.

Alors pour donner plus de précision à l’image aérienne nationale, et donc renforcer le contrôle et la défense aérienne, il s'avère nécessaire de trouver de nouveaux moyens pour surveiller l’**EAN**   
en dotant le **SDA** d'une telle capacité, objet du présent cahier des charges.

1. **But et objectifs**

Le projet a pour but de concevoir et de développer un radar passif basé sur les ondes FM   
pour la détection et la localisation d'objets aériens. Les objectifs spécifiques du projet sont les suivants :

1. **Comprendre les Principes des Radars Passifs** : Étudier comment les radars passifs fonctionnent, notamment la manière dont ils utilisent les signaux radio existants   
   pour détecter des objets. Cela inclut l'analyse des avantages et des limitations par rapport aux radars actifs.
2. **Étudier les Ondes FM** : Analyser les caractéristiques des signaux FM, tels que leur fréquence, leur modulation, et leur portée. Évaluer comment ces caractéristiques influence la détection et la localisation des objets.
3. **Concevoir le Système Radar Passif** : Élaborer une architecture pour le radar passif,   
   y compris la sélection des composants nécessaires comme les récepteurs, les antennes et les circuits de traitement du signal.
4. **Prototyper et Tester** : Construire un prototype du système radar passif et effectuer   
   des tests en laboratoire ainsi qu'en conditions réelles pour valider ses performances   
   sur des petites distances.
5. **Documenter et Présenter** : Rédiger un rapport détaillé sur le développement du projet, les résultats des tests, et les conclusions.
6. **OPPORTUNITÉS :**

* **VALEUR AJOUTÉE POUR LES FRA :**

La mise en place d’un radar passif pour la surveillance aérienne représente une avancée stratégique majeure pour la mission des FRA. Ce projet, qui combine efficacité et discrétion, apportera une réelle plus-value opérationnelle et constituera une source de fierté   
pour le Commandement. En améliorant la couverture radar et en renforçant les capacités   
de surveillance, le radar passif permet de détecter les aéronefs sans émettre de signaux, garantissant ainsi une discrétion accrue. De plus, ce type de radar est économiquement avantageux avec des coûts d’installation et de maintenance significativement réduits   
par rapport aux radars traditionnels.

* **VALEUR AJOUTÉE POUR L’UNITE :**
* **Extension de la couverture radar et renforcement de la détection** :   
  Grâce à la technologie passive, ce système offrira une couverture élargie et une meilleure capacité de détection, tout en demeurant difficile à repérer.
* **Amélioration complète de la Situation Aérienne Générale (SAG)** : Le radar passif optimisera le suivi en temps réel, fournissant une vision aérienne plus complète   
  et détaillée, pour des décisions stratégiques renforcées.
* **Soutien au contrôle et à la défense aérienne** : En assurant un niveau de surveillance élevé, il renforcera la sécurité des espaces aériens et le contrôle des frontières de manière discrète et proactive.
* **Réduction des coûts et adaptabilité** : Outre les avantages stratégiques, le radar passif permet de réaliser des économies substantielles tout en restant adaptable et évolutif, facilitant une modernisation rapide en cas d’évolution technologique.

1. **Détails techniques**

Le livrable attendu dans le cadre de ce projet doit permettre :

1. L’exploitation des ondes FM disponibles dans l'environnement;
2. La réalisation d’un récepteur capable de traiter les ondes FM réfléchie sur des avions ;
3. La réalisation d’un radar passif pour la détection des objets aériens à base des ondes FM.
4. **Ressources nécessaires**

Afin d'être en mesure de concrétiser ce projet, l’élève-ingénieur (**Systèmes Aéronautiques**) doit posséder des prérequis en matière d’électronique et développement informatique et disposer des outils suivants :

1. **Besoin en matériels :**
2. Antenne émettrice FM ;
3. Antenne réceptrice FM ;
4. Récepteur RF : Un récepteur SDR (Software Defined Radio) comme le RTL-SDR, HackRF;
5. Microcontrôleurs : Arduino/raspberry pi ;
6. Ecran d’affichage : Pour l’affichage des détections.
7. **Prérequis :**
8. P.O.O, Python ;
9. Notion de base sur l’électromagnétisme;
10. Notion de base sur le traitement du signal;
11. Notion de base sur l’utilisation des microcontrôleurs : Arduino/raspberry pi ;
12. Notion de base sur l’utilisation des Software-Defined Radio (SDR).
13. **Informations supplémentaires**

Indubitablement, ce projet, dont la concrétisation sera hautement bénéfique à la mission   
de la **DAT** en particulier et à l'appui des **FRA** en général, constituera une nouvelle étape   
dans la consolidation du ***LODA***.

Dans cette perspective, il serait souhaitable que l'élève ou les élèves-ingénieurs (**Systèmes aéronautiques**), constitués en binôme, soient motivés pour exécuter cette tâche complexe,   
mais également désireux de rejoindre la **DAT** à l'issue de leur cursus à l'**ERA**.

À cet effet, en vue d'anticiper cette éventualité, le Commandant la **DAT**  
demeure à leur écoute et disposé à recueillir leurs doléances, afin de les accueillir au sein du **CED**et de renforcer ce dernier par de nouvelles compétences et ambitions, tout autant à vocation   
de recherche et développement que de satisfaction personnelle au cours de leur carrière.