

Réalisé pour le Portefolio  
Encadré par : M. HEMOUR



# Rapport du projet de situation d'apprentissage et d'évaluation (SAé): Challenge De Radiogonométrie

Matheo Grillet

## Table des matières

Introduction générale :.....	2
I- Présentation du projet.....	3
Introduction :.....	3
1) Cahier des charges .....	3
2) Répartition des taches dans l'équipe .....	3
Conclusion : .....	3
II- Les taches réalisées lors de la phase de conception .....	4
Introduction.....	4
1) Choix des matériaux de l'antenne .....	4
2) Choix de la forme de l'antenne .....	4
3) Simulation de l'antenne .....	4
4) Conception préliminaire d'une carte d'adaptation d'impédance .....	5
Conclusion.....	5
III- Les taches réalisées lors de la phase de vérification.....	5
Introduction :.....	5
1) Vérification de la fréquence de résonance .....	5
2) Vérification de l'adaptation d'impédance.....	5
3) Vérification des performances de rayonnement .....	6
4) Vérification des contraintes mécaniques .....	6
5) Vérification de l'intégration système .....	6
Conclusion.....	6
Conclusion générale.....	7

## **Introduction générale :**

Ce projet est un exercice ayant pour objectif de simuler un travail pouvant être réalisé en entreprise. Lors du développement de ce projet nous réaliserons la méthode de développement du cycle en V conformément à la norme de qualité ISO9001. Nous avons donc rédigé un dossier de conception et vérification. Le dossier de fabrication nous ayant été donné. Nous étions en équipe de 6 personnes ce qui nous a permis de développer des compétences de communication.

# I- Présentation du projet

## Introduction :

Dans cette partie on présentera le projet réalisé durant le quatrième semestre (52 heures). On commencera par une présentation non exhaustive du cahier des charges (CDC) (version complète du cahier des charges (CDC) : [Voir le cahier des charges](#)). Dans une seconde partie on abordera la répartition des différentes tâches à réaliser et comment cette répartition a été faite (version complète du planning : [cliquer ici](#)). Enfin on mettra l'accent sur les tâches qui m'ont été attribuées

## 1) Cahier des charges

Dans le cadre de ce projet, il a été nécessaire de traduire les exigences du cahier des charges en choix techniques concrets, en veillant à concilier contraintes mécaniques, performances radio et intégration du système. L'objectif n'était pas uniquement de respecter les spécifications, mais également de proposer des solutions réalistes et fabricables dans le temps imparti.

Les principales exigences traitées sont les suivantes :

- Conception mécanique : dimensionnement de l'antenne, gestion du centre de gravité et intégration d'une crosse pour une utilisation ergonomique.
- Performances radio : résonance de l'antenne autour de 144 MHz, amélioration de la directivité et optimisation du gain.
- Choix des matériaux : sélection de matériaux adaptés aux contraintes mécaniques et aux propriétés électromagnétiques.
- Contraintes projet : respect du budget, du délai de développement et mise en place d'une organisation documentaire rigoureuse.

Ce travail a permis de faire le lien entre théorie et réalisation concrète, en s'inscrivant dans une démarche d'ingénierie structurée orientée vers la validation des exigences.

## 2) Répartition des tâches dans l'équipe

La répartition des tâches au sein de l'équipe s'est faite de manière équilibrée, avec une forte collaboration entre les deux membres. L'ensemble du projet a été mené conjointement, depuis l'analyse du cahier des charges jusqu'à la conception, la fabrication et la validation du prototype. Les différentes activités (conception mécanique, étude des performances radio, choix des matériaux, intégration et tests) ont été réalisées en parallèle et de façon concertée, permettant des échanges réguliers et une prise de décision commune. Cette organisation a favorisé une bonne cohérence globale du projet ainsi qu'une montée en compétence partagée sur l'ensemble des aspects techniques.

## Conclusion :

Ce projet a permis de mettre en application concrète les compétences acquises au cours de la formation, en répondant à un cahier des charges réel et structuré. Il a nécessité une approche globale, allant de l'analyse des exigences à la validation du prototype, tout en intégrant des contraintes techniques, organisationnelles et temporelles. Le travail en équipe, basé sur une collaboration étroite, a favorisé une meilleure compréhension des différents aspects du projet et une montée en compétence sur l'ensemble des domaines abordés. Enfin, cette expérience

s'inscrit pleinement dans une démarche d'ingénierie, en mettant l'accent sur la rigueur, la méthodologie et la capacité à proposer des solutions techniques adaptées.

## **II- Les tâches réalisées lors de la phase de conception**

### **Introduction**

Dans cette section, j'aborderai l'ensemble des activités liées à la phase de conception. L'objectif est de mettre en avant quelques-unes de mes compétences. Le détail technique de toutes la partie conception de ce projet est disponible dans le dossier de conception ([Voir le dossier de conception](#)). Les compétences mise en avant dans ce chapitre sont également présentées dans d'autre contexte et de manière plus approfondie sur mon site dans la partie « compétences » puis « concevoir » (Cliquez-ici pour accéder à mon site dans la partie concevoir).

### **1) Choix des matériaux de l'antenne**

Le choix des matériaux constitue une étape essentielle afin de garantir à la fois les performances électromagnétiques et la robustesse mécanique de l'antenne. Une analyse comparative a été réalisée à l'aide d'une Fiche d'Aide à la Décision, en prenant en compte des critères tels que la conductivité, la rigidité, le coût et la facilité de mise en œuvre.

Ainsi, le boom a été réalisé en aluminium, offrant un bon compromis entre légèreté, rigidité et coût. Les éléments rayonnants ont été conçus en acier, permettant d'assurer une bonne tenue mécanique tout en conservant une conductivité acceptable. Enfin, le gamma-match a été réalisé en cuivre, matériau choisi pour son excellente conductivité et sa facilité de mise en forme. Ces choix permettent de répondre aux exigences du cahier des charges tout en garantissant la durabilité de l'antenne.

### **2) Choix de la forme de l'antenne**

Le choix de la géométrie de l'antenne s'est porté sur une architecture de type HB9CV, après comparaison avec une antenne Yagi. Cette décision a été motivée par le respect des contraintes dimensionnelles imposées par le cahier des charges, la solution Yagi dépassant les dimensions maximales autorisées.

L'antenne HB9CV présente également l'avantage d'être compacte tout en conservant de bonnes performances en termes de directivité et de gain. Un dimensionnement préliminaire a permis de valider la faisabilité de cette solution et de définir les principales dimensions des éléments rayonnants.

### **3) Simulation de l'antenne**

Une fois la géométrie et les matériaux définis, des simulations ont été réalisées afin de valider les performances de l'antenne. Le logiciel MMANA-GAL a été utilisé pour analyser le diagramme de rayonnement, le gain et la directivité.

Les résultats obtenus ont permis de vérifier le caractère directif de l'antenne, avec une forte atténuation du signal dans les directions non souhaitées, ainsi qu'un rapport avant/arrière largement supérieur à l'exigence minimale. L'angle d'ouverture mesuré respecte également les contraintes du cahier des charges.

Par ailleurs, l'étude de l'impédance a permis de caractériser le comportement de l'antenne autour de 144 MHz, validant ainsi son bon fonctionnement dans la bande de fréquence cible.

#### **4) Conception préliminaire d'une carte d'adaptation d'impédance**

L'impédance mesurée de l'antenne n'étant pas directement adaptée à celle de la clé RTL-SDR (50  $\Omega$ ), une carte d'adaptation d'impédance a été conçue. Cette adaptation a été réalisée à l'aide de l'abaque de Smith, permettant de déterminer les composants nécessaires pour effectuer la transformation d'impédance.

La solution retenue repose sur l'ajout d'un condensateur en parallèle et d'une inductance en série, permettant d'obtenir une impédance proche de 50  $\Omega$ . Des simulations complémentaires ont été réalisées afin d'ajuster précisément les valeurs des composants et d'optimiser le coefficient de réflexion (S11).

Enfin, des ajustements ont été envisagés via l'utilisation de lignes micro-ruban sur PCB afin de compenser les tolérances des composants réels. Cette étape permet d'assurer une adaptation optimale entre l'antenne et la chaîne de réception.

### **Conclusion**

L'ensemble de ces choix techniques a permis de concevoir une antenne répondant aux exigences du cahier des charges, tant sur le plan mécanique que sur les performances radio. La démarche adoptée, basée sur la comparaison de solutions, la simulation et l'optimisation, a permis de valider les choix réalisés avant fabrication. L'intégration d'une adaptation d'impédance adaptée garantit également une bonne compatibilité avec la chaîne de réception. Cette phase de conception constitue ainsi une base solide pour la réalisation et la validation expérimentale du prototype.

## **III- Les tâches réalisées lors de la phase de vérification**

### **Introduction :**

Dans cette partie, je parlerais des tâches que j'ai pu réaliser la phase de vérification. L'objectif est de mettre en avant quelques-unes de mes compétences. Le détail technique de toutes la partie vérification de ce projet est disponible dans le dossier de vérification ([Télécharger le dossier de vérification](#)). Les compétences mise en avant dans ce chapitre sont également présentées dans d'autres contextes et de manière plus approfondie sur mon site dans la partie « compétences » puis « vérifier » (Cliquez-ici pour accéder à mon site dans la partie vérifier).

#### **1) Vérification de la fréquence de résonance**

La fréquence de résonance de l'antenne a été mesurée à l'aide d'un analyseur de réseau vectoriel (VNA) en observant le paramètre S11. Après plusieurs itérations d'ajustement, notamment par réduction progressive de la longueur des brins, la résonance a été correctement centrée autour de 144 MHz, conformément aux exigences du cahier des charges. Cette étape a permis de valider le bon dimensionnement de l'antenne.

#### **2) Vérification de l'adaptation d'impédance**

L'adaptation d'impédance a été évaluée à partir du paramètre S11 sur la bande de fréquence ciblée. Les premières mesures ont montré une non-conformité, nécessitant l'ajout d'un composant d'adaptation. Après optimisation via simulation et implémentation d'une capacité,

les résultats obtenus ont permis d'atteindre un S11 inférieur à -10 dB, validant ainsi la bonne adaptation entre l'antenne et la chaîne de réception.

### **3) Vérification des performances de rayonnement**

Les performances de l'antenne ont été caractérisées en réalisant un diagramme de rayonnement à l'aide d'un système basé sur une clé RTL-SDR et un émetteur à 144 MHz. L'analyse des données a permis de mettre en évidence une directivité marquée, avec un rapport avant/arrière largement supérieur aux exigences. L'angle d'ouverture et le gain mesuré confirment également le bon comportement directionnel de l'antenne.

### **4) Vérification des contraintes mécaniques**

Des mesures ont été effectuées afin de valider les dimensions, la masse et l'équilibre de l'antenne. Les résultats montrent que l'ensemble respecte les contraintes imposées, avec une structure compacte, légère et correctement équilibrée autour de son centre de gravité. Ces vérifications garantissent une bonne ergonomie et une utilisation stable du dispositif.

### **5) Vérification de l'intégration système**

Enfin, l'intégration globale du système a été vérifiée, notamment la présence et la compatibilité du support pour la tablette ainsi que l'aspect "tout-en-un" de la solution. Cette étape permet de s'assurer que le prototype est fonctionnel dans son usage réel et répond aux attentes d'utilisation définies dans le cahier des charges.

## **Conclusion**

La phase de vérification a permis de valider de manière expérimentale la conformité du prototype vis-à-vis des exigences du cahier des charges. Les différents essais réalisés, qu'ils soient électroniques ou mécaniques, ont confirmé les performances attendues ainsi que la robustesse de la solution proposée. Les éventuels écarts observés ont pu être corrigés par des ajustements simples, démontrant la pertinence de la démarche itérative adoptée. Ainsi, cette phase constitue une étape clé ayant permis de fiabiliser le système et de confirmer son bon fonctionnement en conditions réelles d'utilisation.

## **Conclusion générale**

Ce projet a permis de suivre une démarche d'ingénierie complète, depuis l'analyse du cahier des charges jusqu'à la validation expérimentale du prototype, en s'appuyant sur une organisation conforme au cycle en V. Il a mis en évidence l'importance de la cohérence entre les phases de conception et de vérification, garantissant ainsi la conformité du système aux exigences initiales.

Les choix techniques réalisés lors de la conception, appuyés par des outils de simulation et des méthodes structurées, ont permis de proposer une solution pertinente et optimisée. La phase de vérification a ensuite confirmé ces choix, tout en mettant en avant l'intérêt d'une démarche itérative pour ajuster et fiabiliser le système.

Au-delà des aspects techniques, ce projet a également permis de développer des compétences transversales essentielles, notamment le travail en équipe, la communication et la gestion de projet. Il constitue ainsi une expérience représentative d'un contexte professionnel, préparant efficacement à la poursuite d'études en école d'ingénieur et à une future intégration dans le monde industriel.