



PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du :

Diplôme d'Ingénieur d'Etat
Spécialité : **Conception Mécanique et Innovation**

Conception d'un système RFID rotatif pour la localisation des fiches suiveuses

Effectué au sein du DAHER SOCATA Tanger

Service Production



Soutenu le 30 juin 2015

Par :

Mr. Otmane QESMI

Jury:

Pr. A. ABOUTAJEDDINE (FSTF)
Pr. J. ABOUCHITA (FSTF)
Pr. A. EL BIYAALI (FSTF)
Mr. M. SAOUTARRIH (DAHER)
Mme. SEDRRAT Najlae (DAHER)

Encadré par :

- Pr. Mr. A. ABOUTAJEDDINE (FSTF)
- Mr. M. SAOUTARRIH (DAHER)
- Mme. SEDRRAT Najlae (DAHER)

Année Universitaire : 2014-2015

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dédicaces

A mes chers parents,

Vous êtes ce que j'ai de plus cher au monde et je ne vous jure qu'aucun mot, ni expression ne saurait exprimer tout mon amour et toute ma gratitude. Merci de faire l'impossible pour moi.

A mes frères,

Je vous remercie pour l'amour et pour le support que vous m'avez toujours donné. Une dédicace spéciale à ma mère, merci de m'avoir supportée tous les jours. Je n'oublierai jamais ce que tu fais pour moi.

A toute ma famille et tous mes amis,

Je vous dédie ce travail témoignage sincère de ma profonde reconnaissance à votre égard, avec l'amour et l'estime respectueuse que je vous porte.

Remerciements

Ce chapitre incontournable peut être l'occasion d'exprimer une gratitude sincère envers les personnes qui ont apporté une aide, une écoute ou simplement une chaleur gratuite et généreuse.

Bien sûr, un merci particulier à **Mr. SAOUTARRIH Marouane**, mon maître de stage, qui m'a choisi comme stagiaire et qui a su me laisser une réelle autonomie, tout en me guidant et en m'apportant l'aide et les moyens nécessaires au bon déroulement de mon stage.

Je remercie **Mr. ABOUTAJEDDINE Ahmed**, mon encadrant à la faculté pour le soutien et les informations qu'ils ont pu m'apporter au cours de mon stage.

Mes remerciements vont également à **Mr. ERRKIOUEK Youness**, Technicien maintenance, pour son aide et sa présence lors de fabrication de prototype.

Je remercie aussi **Mme. SEDRRAT Najlae**, ingénieure informatique qui m'a fourni de nombreuses informations sur la technologie RFID.

Je tiens à remercier **Mr. ZIANI** pour m'avoir donnée l'opportunité de ce stage

Je remercie finalement l'ensemble du personnel de la société DAHER SOCATA pour son accueil chaleureux et sympathique qui m'a permis de m'intégrer et de me sentir à l'aise très rapidement.

Enfin, Je remercie tous les membres de jury pour avoir accepté de juger mon travail.

Résumé

Dans une conjoncture industrielle marquée par une compétitivité accrue, mettre le client au centre des préoccupations est un atout de survie pour toute entreprise opérant dans le secteur aéronautique, un atout dont l'amélioration repose sur la consolidation du trièdre : Qualité – Coût – délais.

DAHER-SOCATA fait actuellement face à de nombreuses réclamations surtout au niveau du non-respect des délais de livraison des produits à cause de perte des fiches suiveuses liées aux produits dans l'atelier, qui affectent de façon directe ses bénéfices, cela a déclenché toute une série d'actions curatives afin de remédier à cette situation dégradée.

C'est dans cette optique que le projet de fin d'études s'inscrit, ce dernier vise en particulier, l'élimination de la cause principale du problème par la conception d'un système de localisation et d'identification des fiches dans l'atelier tout le long du processus.

Afin de mener à bien cette mission, nous avons jugé utile de commencer par bien comprendre la problématique et ces racines, puis on a proposé des concepts et finalement nous avons réalisé le meilleur concept.

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1: Domaines d'activités | 15 |
| Figure 2: Chiffres clés | 16 |
| Figure 3: Historique du Groupe..... | 16 |
| Figure 4: Organigramme du DAHER..... | 17 |
| Figure 5: Fiche technique | 18 |
| Figure 6: Organigramme DAHER SOCATA Tanger | 19 |
| Figure 7: Système de distribution de fluides | 20 |
| Figure 8: Pièces composites, panneaux et tuyauterie pour la distribution d'aire..... | 21 |
| Figure 9: Evolution des projets..... | 23 |
| Figure 10: les fonctions principales..... | 36 |
| Figure 11: les fonctions contraintes..... | 36 |
| Figure 12: L'arbre fonctionnel du système | 46 |
| Figure 13: PUCE RFID | 50 |
| Figure 14: Système RFID..... | 50 |
| Figure 15: Schéma de principe de la RFID | 51 |
| Figure 16: Les normes | 54 |
| Figure 17: Projet RFID..... | 54 |
| Figure 18: Démarche du choix | 55 |
| Figure 19: Plan de l'atelier..... | 56 |
| Figure 20: Les composantes du système | 59 |
| Figure 21: l'anticollision | 63 |
| Figure 22: Connexion du système | 66 |
| Figure 23: Servomoteur..... | 68 |
| Figure 24: Composante servomoteur..... | 69 |
| Figure 25: Brochage de la carte Arduino et du servomoteur..... | 69 |
| Figure 26: Axe de rotation..... | 70 |
| Figure 27: Types des roulements..... | 71 |
| Figure 28: Roulements à contact oblique | 72 |
| Figure 29: Choix des roulements..... | 73 |
| Figure 30: Principe de Programmation..... | 74 |
| Figure 31: Organigramme Arduino..... | 75 |
| Figure 32: le boîtier assemblé à la pièce métallique..... | 77 |
| Figure 33: Prototypage 3D..... | 78 |

PROJET DE FIN D'ETUDES

| | |
|---|----|
| Figure 34: la disposition du moteur et ARDUINO dans la coque..... | 78 |
| Figure 35: découpage du tissu par commande numérique | 79 |
| Figure 36: drapage dans l'usine | 79 |
| Figure 37: Les couches en composites | 80 |
| Figure 38: Réalisation du sac à vide..... | 81 |
| Figure 39: Pièce dans l'autoclave..... | 82 |
| Figure 40: les étapes de fabrication de la pièce..... | 83 |
| Figure 41: la pièce finale après fabrication | 83 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1: Méthode (3Q+ OCP) | 27 |
| Tableau 2: Méthode present state/desired state | 29 |
| Tableau 3: Gestion des risques | 29 |
| Tableau 4: Planification du projet | 30 |
| Tableau 5: Les outils Informatiques | 32 |
| Tableau 6: cahier de charges | 38 |
| Tableau 7: la matrice morphologique..... | 41 |
| Tableau 8: les solutions possibles pour le choix du RFID | 56 |
| Tableau 9: comparaison entre les différents types de tags | 57 |
| Tableau 10: comparaison des deux fréquences proposées | 60 |
| Tableau 11: Les matériaux utilisés..... | 61 |
| Tableau 12: Caractéristiques du tag | 62 |
| Tableau 13: Caractéristiques du lecteur | 64 |
| Tableau 14: Caractéristiques de l'antenne | 65 |
| Tableau 15: Caractéristiques de la carte Arduino | 67 |

Table des matières

| | |
|---|----|
| Introduction générale | 12 |
| Chapitre 1 : Présentation de l'organisme d'accueil | 15 |
| Introduction | 15 |
| 1. Groupe DAHER :..... | 15 |
| 1.1. Présentation du groupe DAHER :..... | 15 |
| 1.1.1. Domaines d'activités :..... | 15 |
| 1.1.2. Historique Du Groupe DAHER :..... | 16 |
| 1.1.3. Organigramme Du Groupe DAHER :..... | 17 |
| 1.2. Présentation Du Site De Tanger :..... | 17 |
| 1.2.1. Historique De L'unité :..... | 17 |
| 1.2.2. Fiche Technique :..... | 18 |
| 1.2.3. Organigramme de DAHER SOCATA Tanger :..... | 18 |
| 1.2.4. Description De L'activité :..... | 19 |
| i. Système de distribution de fluides (FDS) :..... | 20 |
| ii. Ensembles structuraux (AS) :..... | 20 |
| 1.2.5. Programmes Références :..... | 21 |
| 1.2.6. Evolution des projets :..... | 23 |
| Conclusion :..... | 24 |
| Chapitre 2 : Présentation de sujet de stage | 26 |
| Introduction:..... | 26 |
| 1. Contexte générale :..... | 26 |
| 1.1. Description du sujet :..... | 26 |
| 1.2. Cadrage du problème :..... | 27 |
| 1.2.1. Méthode 3QOCP :..... | 27 |
| 1.2.2. Méthode des 5 P :..... | 28 |
| 1.2.3. Present State / Desired State :..... | 29 |
| 1.3. Mitigation :..... | 29 |
| 2. Gestion de projet :..... | 30 |
| 2.1. Méthodologie et planning :..... | 30 |
| 2.2. Ressource :..... | 31 |
| 2.2.1. Ressources humaines :..... | 31 |
| 2.2.2. Ressources matériels :..... | 32 |
| Conclusion :..... | 32 |

PROJET DE FIN D'ETUDES

| | |
|---|----|
| Chapitre 3 : Analyse fonctionnelle et élaboration du cahier de charges | 34 |
| Introduction : | 34 |
| 1. Rechercher les fonctions : | 34 |
| 1.1. La méthode RESEAU : | 34 |
| 1.2. Recherche intuitive : | 35 |
| 1.3. Examen de l'environnement : | 35 |
| 1.4. Ordonner les Fonctions : | 37 |
| 1.4.1. Diagramme FAST : | 37 |
| 1.4.2. Les deux types de fonctions : | 37 |
| a. Fonctions de service : | 37 |
| b. Fonctions techniques : | 38 |
| 2. Elaboration du cahier de Charge Fonctionnel : | 38 |
| Conclusion : | 39 |
| Chapitre 4 : Génération des concepts et solution proposée | 41 |
| Introduction : | 41 |
| 1. La matrice morphologique : | 41 |
| 1.1. Présentation des concepts : | 41 |
| 1.2. Analyse de la matrice et des concepts possibles : | 43 |
| a. Analyse de la 1ère rangée : | 43 |
| b. Analyse de la 2ème rangée : | 43 |
| c. Analyse de la 3ème rangée : | 44 |
| d. Analyse de la 4ème rangée : | 44 |
| e. Analyse de la 5ème rangée : | 44 |
| f. Analyse de la 6ème rangée : | 44 |
| g. Analyse de la 7 ^{ème} rangée : | 45 |
| 2. La solution proposée : | 45 |
| 2.1. L'arbre fonctionnel du système : | 45 |
| Conclusion : | 47 |
| Chapitre 5 : Conception détaillée et réalisation de prototype | 49 |
| Introduction : | 49 |
| 1. Technologie RFID : | 49 |
| 1.1. Système RFID : | 49 |
| 1.2. Qu'est-ce qu'un système RFID ? | 49 |
| 1.3. Les systèmes RFID au service de la localisation : | 49 |
| 1.4. Comment fonctionne un système RFID ? | 50 |
| 1.5. Types de RFID : | 51 |

PROJET DE FIN D'ETUDES

| | | |
|--------|---|----|
| a. | RFID active :..... | 51 |
| b. | RFID passive :..... | 52 |
| 1.6. | Les utilisations du RFID passif :..... | 52 |
| 1.7. | Analyses des différentes bandes de fréquences : | 53 |
| 1.8. | Mettre en place la RFID :..... | 54 |
| 2. | Choix de Système RFID : | 55 |
| 2.1. | Choix du système RFID et de son emplacement : | 55 |
| 2.1.1. | Choix du système :..... | 55 |
| a. | La démarche du choix :..... | 55 |
| c. | L'emplacement du système :..... | 56 |
| d. | Le type du tag :..... | 57 |
| e. | Domaines de fréquences : | 57 |
| 3. | Contact des fournisseurs : | 58 |
| 3.1. | Choix de la fréquence : | 59 |
| 3.2. | Les caractéristiques de l'étiquette : | 59 |
| 3.3. | Vérification de la pénétration du matériau :..... | 60 |
| b. | Le choix du lecteur :..... | 63 |
| c. | Le choix de l'antenne :..... | 65 |
| 4. | Connexion du système : | 65 |
| 5. | Etude mécatronique de système de rotation de l'antenne :..... | 66 |
| 5.1. | Présentation du concept : | 66 |
| 5.2. | Etude mécanique :..... | 69 |
| 5.2.1. | Le concept proposé : | 69 |
| 5.2.2. | Choix des roulements :..... | 70 |
| 6. | La programmation :..... | 73 |
| 6.1. | Principe de Programmation :..... | 74 |
| 6.2. | Organigramme de la Carte ARDUINO :..... | 74 |
| 7. | Conception de la coque rotative :..... | 76 |
| 7.1. | Conception assistée par ordinateur (CAO) : | 76 |
| a. | La solution proposée :..... | 76 |
| b. | Conception sur CATIA de la solution proposée : | 77 |
| 8. | Fabrication de la coque :..... | 78 |
| 8.1. | Processus de fabrication des pièces composites :..... | 78 |
| 9. | Réalisation du boîtier en Matériaux Composite :..... | 82 |
| 10. | Conception de l'interface graphique : | 84 |

PROJET DE FIN D'ETUDES

| | |
|---|----|
| 10.1. Diagrammes de cas d'utilisation : | 84 |
| Conclusion :..... | 85 |
| Conclusion et perspectives | 86 |
| ANNEXES | 88 |
| ANNEXE 1 : Contacte Fournisseur | 89 |
| ANNEXE 2 : Caractéristiques recherchés..... | 96 |
| ANNEXE 3 : Drafting de prototype..... | 97 |
| ANNEXE 4: Programme Arduino..... | 98 |

Introduction générale

Dans un environnement ouvert, fortement influencé par la croissance technologique, l'exigence d'une qualité supérieure, pousse les entreprises industrielles à chercher l'amélioration continue de leurs produits et donc de leurs processus de production. En aéronautique, cette quête de qualité est l'enjeu majeur de la performance industrielle. La sensibilité du secteur aéronautique et la complexité de ses applications fait de la traçabilité un outil clé pour répondre à ce défi.

L'industrie aéronautique est une industrie de haute technologie où la sécurité est un souci constant. A cette contrainte, s'ajoute l'exigence de la performance et le fait que c'est une industrie de petite et moyenne séries: prix, coûts et rentabilité, ce qui la différencie de la plupart des autres industries.

Au niveau national, l'industrie aérospatiale est aujourd'hui un moteur économique et social important, grâce aux succès commerciaux à l'export. Le Maroc dispose, aujourd'hui, d'un tissu industriel aéronautique important constitué de multinationales, de fournisseurs et de sous-traitants. Avec 9000 salariés au Maroc, le secteur aérospatial est un pourvoyeur important pour l'emploi hautement qualifié et apporte une contribution positive à l'emploi industriel national.

Pour préparer l'avenir et accroître sa compétitivité, l'industrie aéronautique et spatiale consent un effort soutenu et permanent en faveur de la recherche et de l'innovation. Dans cette optique et pour répondre au besoin d'un marché de plus en plus concurrentiel, DAHER a opté pour une approche innovante de ses modes d'identification, en s'appuyant sur les nouvelles technologies. L'objectif est d'assurer la disponibilité continue des informations concernant les produits.

Mon projet concerne la conception d'un système de localisation des fiches suiveuses des produits trouvées dans l'atelier de finition. Les opérations dans cet atelier constituent la phase la plus critique du cycle de vie du produit, du au coût élevé des pièces produites.

Ce travail permettra à DAHER d'abaisser le coût de production par pièce, de diminuer les pertes, et plus généralement de moderniser son cycle d'identification.

PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour ce faire, le projet a été mené suivant 5 chapitres :

Chapitre 1: Ce chapitre donne une présentation de l'organisme d'accueil en bref, l'entreprise SCM, ses produits et son processus de fabrication.

Chapitre 2 : Ce chapitre consiste à donner l'environnement du projet à savoir préciser le contexte et le périmètre ainsi que la problématique.

Chapitre 3: Il est consacré à l'analyse fonctionnelle de la solution proposée.

Chapitre 4: Mettre en valeur la validation et le choix final des concepts proposés grâce à une étude comparative.

Chapitre 5: Ce chapitre, est pour développer et détailler le choix final de la technologie proposée ainsi que la réalisation du premier prototype.

CHAPITRE 1

Présentation de l'organisme d'accueil

Vous trouverez dans ce chapitre :

- ✗ Une Présentation du groupe DAHER SOCATA ;*
- ✗ Une Présentation de DAHER SOCATA Tanger ;*
- ✗ Une Description de l'activité en entreprise;*

PROJET DE FIN D'ETUDES

Chapitre 1 : Présentation de l'organisme d'accueil

Introduction

Fondée en 1863 à Marseille, la société DAHER SOCATA a connu au fil des années des évolutions qui lui ont permis d'être présente sur 4 principaux secteurs : L'aéronautique, la défense, le nucléaire et l'automobile.

Pour chacun de ces secteurs, DAHER fédère dans une offre intégrée, ses 3 métiers : « production, industrie, services et transport ».

Ce chapitre est consacré pour donner une présentation du groupe DAHER-SOCATA, et entamer par la suite sa filiale DL.AEROTECHNOLOGIE, acteur majeur dans le secteur aéronautique.

1. Groupe DAHER :

1.1. Présentation du groupe DAHER :

Le Groupe DAHER est un groupe de services industriels totalement indépendant qui a réalisé un chiffre d'affaires de 325 millions d'euros avec plus de 3000 collaborateurs.

1.1.1. Domaines d'activités :

DAHER est un équipementier qui développe des systèmes industriels intégrés pour l'aéronautique et les technologies avancées.



Figure 1: Domaines d'activités

PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour accompagner l'évolution constante de l'industrie, DAHER est devenu un équipementier d'un modèle nouveau, développeur de solutions intégrées sachant associer les technologies industrielles de pointe et des savoir-faire de services à forte valeur ajoutée.

➤ Chiffres Clés 2014 :

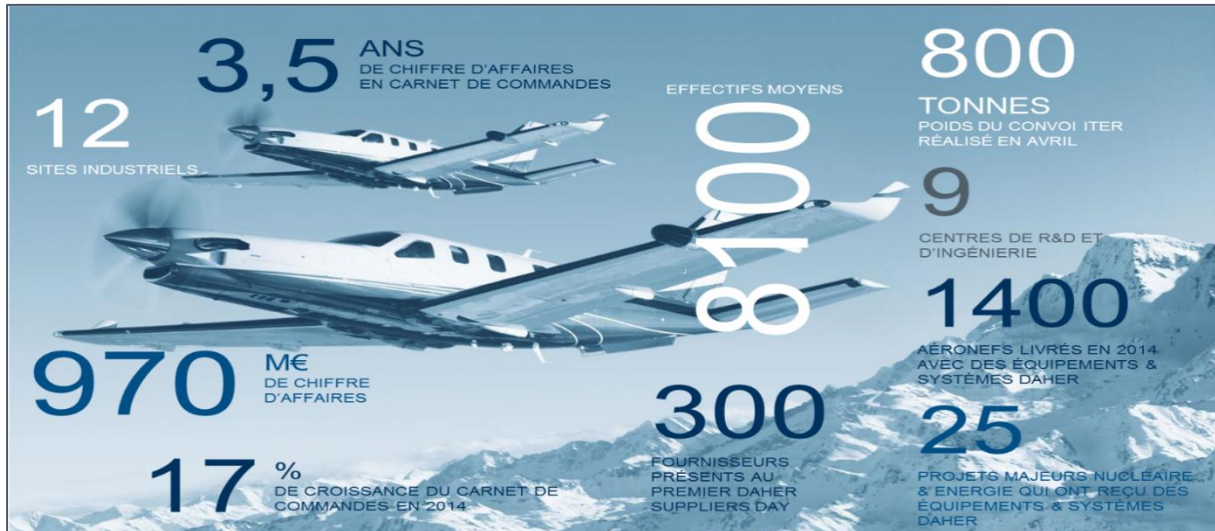


Figure 2:Chiffres clés

1.1.2. Historique Du Groupe DAHER :

Depuis sa création en 1863, "DAHER" a toujours suivi le même fil rouge : accompagner la grande industrie européenne et anticiper son évolution pour être au "service du progrès industriel".



Figure 3:Historique du Groupe

PROJET DE FIN D'ETUDES

➤ Gouvernance :

Ungroupe engagé à tous les niveaux ;

1. Faire prospérer les talents
2. Être reconnu comme un acteur responsable
3. Faire de Qualité, Sécurité, Sûreté des fondamentaux

1.1.3. Organigramme Du Groupe DAHER :

L'organigramme suivant illustre l'organisation du groupe :

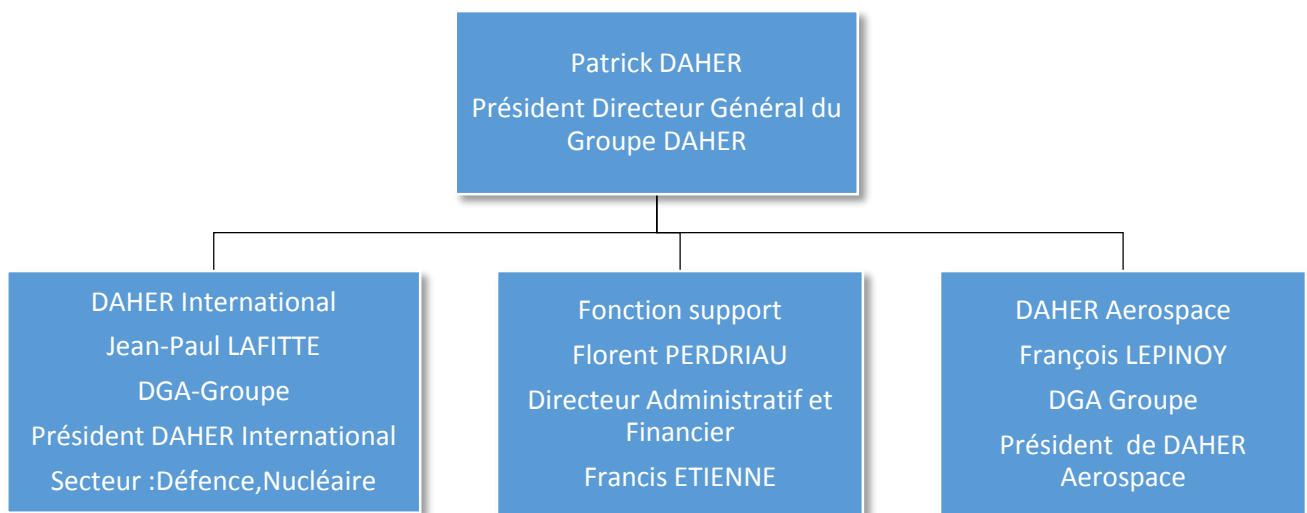


Figure 4:Organigramme du DAHER

1.2. Présentation Du Site De Tanger :

Le site de Tanger fait partie de la division Aéronautique & Systèmes spécialisée en fabrication des sous-ensembles composite pour plusieurs avionneurs.

1.2.1. Historique De L'unité :

Construite en 2001, l'unité DL. AEROTECHNOLOGIE de Tanger été créé dans l'objectif de (décentraliser la fabrication des produits finis du groupe DAHER) et assurer un cadre favorable à leur développement. Pour ce faire on l'a dotée d'équipements à la pointe de la technologie afin de garantir la fabrication de produits en composite et en aciers spéciaux conformes aux normes de qualité et ce dans un environnement sain et sécurisé. La société DL.

PROJET DE FIN D'ETUDES

AEROTECHNOLOGIE SARL, filiale à 100% de DAHER SOCATA, a été créée en février 2001, et assume la fabrication des pièces pour l'industrie aéronautique.

1.2.2. Fiche Technique :

| | |
|--|---|
| ▪ <u>Création :</u> | 2001 |
| ▪ <u>Démarrage d'activité :</u> | 2002 |
| ▪ <u>Directeur :</u> | M.Lionel VIGIER |
| ▪ <u>Effectif :</u> | 365 |
| ▪ <u>Activité :</u> | -Fabrication des sous-ensembles composites - Conduits et mélangeurs composites - Panneaux de carénage composites |
| ▪ <u>Certifications :</u> | -EASA Part 21 G, -EN 9100 -OHSAS 18000 -ISO 14001 |

Figure 5:Fiche technique

1.2.3. Organigramme de DAHER SOCATA Tanger :

L'organigramme suivant illustre l'organisation des différents départements de la société :

PROJET DE FIN D'ETUDES

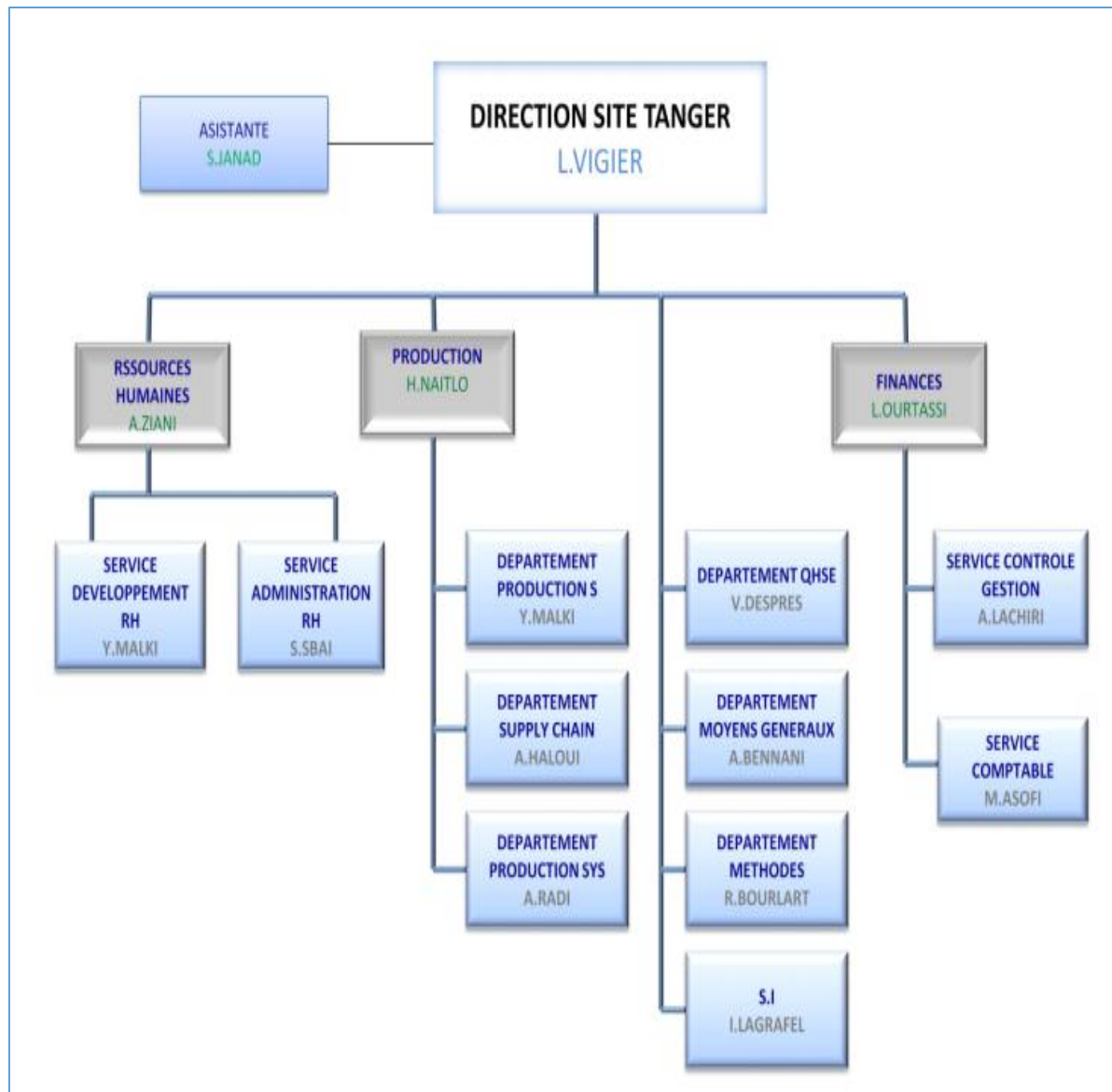


Figure 6: Organigramme DAHER SOCATA Tanger

1.2.4. Description De L'activité :

D.L.AEROTECHNOLOGIE se développe principalement autour de deux domaines d'activités :

- Les systèmes de distribution de fluides :
 - Tuyauteries composites utilisées pour la distribution d'air
 - Sous-ensembles composites
 - Pièces Métalliques

PROJET DE FIN D'ETUDES

➤ Les systèmes structuraux

Pièces de structures (carénages ventraux)

Ensembles structuraux intégrant à la fois des processus composites et métalliques.

Dans le cadre de ses activités, D.L.AEROTECHNOLOGIE a intégré l'orientation « supply chain » à la fois par son système MRP de gestion de production (SAP), et par la gestion de configuration et de livraison juste à temps en KIT ordonnancé livrée sur chaîne de montage.

i. Système de distribution de fluides (FDS) :

D.L.AEROTECHNOLOGIE de Tanger produit un ensemble de pièces utilisées pour la distribution d'air d'un aéronef, du prélèvement d'air en sortie moteur au dégivrage, en passant par le confort cabine et cockpit et par la climatisation des soutes et des baies électroniques.

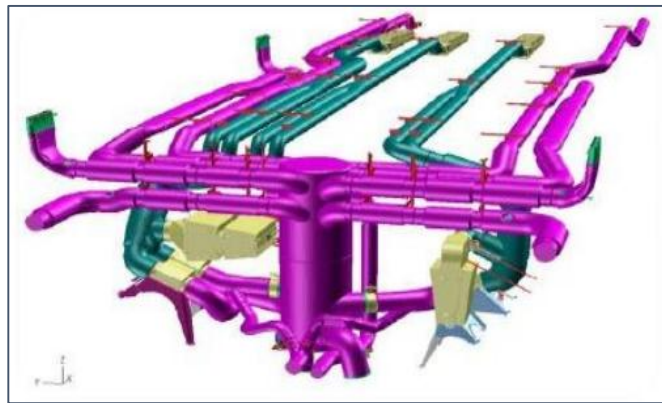


Figure 7: Système de distribution de fluides

ii. Ensembles structuraux (AS) :

Grâce à la parfaite maîtrise du savoir-faire en matériaux composites et métalliques, D.L.AEROTECHNOLOGIE a la capacité de fabriquer des pièces de structures, pour l'unité de Tanger il s'agit de la production de carénages ventraux.

Le savoir-faire de D.L.AEROTECHNOLOGIE permet de fournir des ensembles structuraux intégrant à la fois des processus composites et métalliques

PROJET DE FIN D'ETUDES



1.2.5. Programmes Références :

DL.AEROTECHNOLOGIE est impliquée dans les programmes suivants :

- AIRBUS :

Famille A 310 (A 318, 319, 320, 321), A 330, A 340, A380, A400M (militaire).



Figure 8: Pièces composites, Panneaux et tuyauteries pour la distribution d'air

PROJET DE FIN D'ETUDES

- LIEBHERR :

Famille ARJ 21, CL300

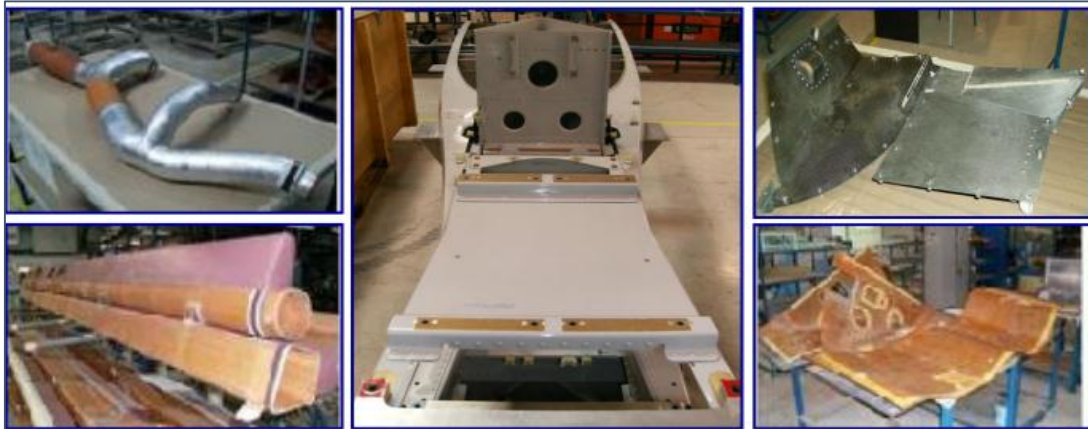
CL300



ARJ21



ARJ 21



- BOMBARDIER :

Avions régionaux : CRJ 200, 700 et 900

PROJET DE FIN D'ETUDES



CRJ 700

- EUROCOPTER :
Militaire : TIGRE, NH 90



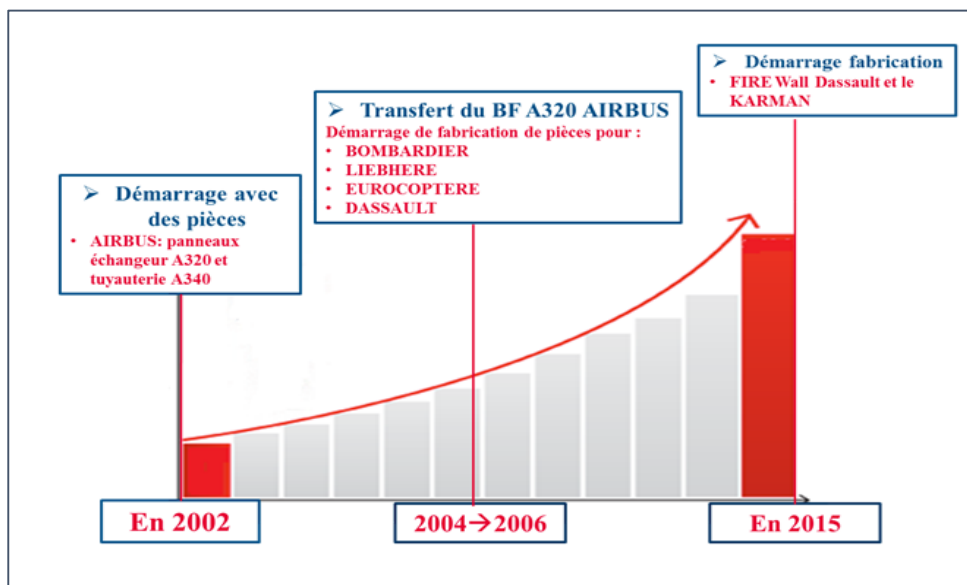
NH90



TIGRE

1.2.6. Evolution des projets :

La figure 9 montre l'évolution des projets de la société :



PROJET DE FIN D'ETUDES

Conclusion :

Ce chapitre introductif a été consacré essentiellement à la présentation de l'environnement dans lequel le projet a été effectué. Le prochain chapitre sera consacré à présenter le projet de stage à savoir définir leur contexte et périmètre ainsi que la problématique.

CHAPITRE 2

Présentation de sujet de stage

Vous trouverez dans ce chapitre :

- × Le Contexte générale ;*
- × La Génération des concepts;*
- × L'Elaboration du cahier de charge ;*

Chapitre 2 : Présentation de sujet de stage

Introduction:

Dans le but d'assurer un bon déroulement du travail et de cerner les problèmes liés au système d'identification actuel, ce chapitre consiste à cadrer le projet en définissant la problématique et donc le besoin de l'entreprises tout en utilisant les méthodes créatives du processus de développement d'un projet et essayer de gérer les risques engendrés.

1. Contexte générale :

En raison de plusieurs évolutions technologiques, les marchés d'aujourd'hui se transforment graduellement en marchés ouverts, complexes et exigeants. La mondialisation joue un rôle essentiel dans ce changement, en créant un contexte de concurrence de plus en plus important.

Les entreprises se voient contraintes d'améliorer, sans cesse, leurs processus et leurs stratégies.

La traçabilité constitue un des domaines clé de cette tendance et surtout dans le domaine aéronautique qui se considère plus critique. En effet, être capable de recueillir et d'utiliser les informations sur les produits tout au long de leur cycle de vie peut être d'une grande utilité, et surtout sur le plan opérationnel, la connaissance de l'emplacement des produits dans l'usine et de l'état d'avancement de leur processus de production, en temps réel, peut rendre la gestion de la production efficace et très réactive aux imprévus.

1.1. Description du sujet :

Dans le cadre du développement des méthodes de la gestion de production et logistique. L'entreprise DAHER-SOCATA souhaite mettre en place une technologie de localisation afin de positionner les fiches suiveuses à l'intérieur de l'atelier finition.

La réalisation de cette technologie passe par une phase de validation qui doit prendre en compte le contexte planning présent au démarrage de stage. La première phase du projet est de valider le premier concept qui sera utilisé pour la localisation. Cette phase sera suivie d'une phase de commande d'un système de rotation de l'antenne puis d'une phase de finalisation de concept.

PROJET DE FIN D'ETUDES

1.2. Cadrage du problème :

Afin de mieux suivre le projet dans son intégralité, il a été nécessaire de faire le tour de la problématique avant d'entamer toute autre action. Pour ce faire, des méthodes créatives ont été réalisées, ce qui a permis de cerner le périmètre et les acteurs majeurs du projet.

1.2.1. Méthode 3QOCP :

Cet outil consiste en un questionnement approfondi basé sur les mots clef suivant : Qui, Quoi, Quand, Où, Pourquoi, Comment. Au regard de chacun des mots clef, on peut se poser une série de questions. La méthode est très efficace pour faire ressortir une multitude de données dans un laps de temps très court.

Tableau 1: Méthode (3Q+ OCP)

| QUI ? Qui est concerné par le problème ? | Directs : L'entreprise. Service production. | Indirects : Les clients. |
|--|---|------------------------------------|
| Quoi ? C'est quoi le problème ? | La perte des fiches suiveuses, entraîne un manque de traçabilité, ce qui nécessite un engagement des opérateurs pour récupérer la fiche, suivi d'un lancement d'un ordre pour avoir le duplicata (alternative de fiche suiveuse), l'ordre doit être signé par ordre hiérarchique, et le duplicata coûte près de 500 euros. Ce procédé entraîne des pertes de temps et de coût, et donc un non-respect des délais. | |
| Où ? Où apparaît le problème ? | La chaîne de production | |
| Quand ? Quand apparaît le problème ? | Les encours Au cours de la fabrication | |
| Comment ? Comment mesurer le problème ? Comment mesurer les solutions ? | Identifier les besoins de l'entreprise. Identifier les critères nécessaires pour l'identification souhaitée. Identifier l'emplacement convenable du système. Analyser le coût d'installation de ce système. | |

PROJET DE FIN D'ETUDES

| | |
|--|--|
| | Améliorer la procédure, après avoir répondu aux fonctions nécessaires. |
| Pourquoi ? Pourquoi résoudre le problème ? | Pour diminuer le nombre des défaillances du à l'identification actuelle. Pour garantir la localisation des fiches suiveuses. Pour respecter la qualité et le délai des produits. Pour améliorer la production générale de l'entreprise. |
| Donnée de sorties : | Choisir et concevoir un système permettant une identification à temps réel. |

Après avoir cadré le problème et définir ses sorties, une application des 5P, nous permettra de mieux identifier les causes et donc de mieux déterminer les objectifs et les fonctions de notre produit.

1.2.2. Méthode des 5 P :

Actuellement, le long de la chaîne production, la perte des fiches suiveuses entraînent de pertes énormes en termes de coût, qualité et délai, Donc, pour palier à ce problème nous allons utiliser la méthode des 5 Pourquoi permettant de remonter aux causes racines et par la suite résoudre ce problème définitivement.

- ✓ **Pourquoi** les délais de production ne sont pas toujours respectés ?

Parce les fiches suiveuses sont perdues au cours de la fabrication de pièces.

- ✓ **Pourquoi** les fiches suiveuses sont perdues ?

Parce que l'identification n'est pas assurée à temps réel.

- ✓ **Pourquoi** elle n'est pas assurée à temps réel?

Parce que le système code barre ne permet pas une traçabilité opérationnelle.

- ✓ **Pourquoi** il ne permet pas une traçabilité opérationnelle?

Parce que sa portée est de quelques centimètres

- ✓ **Pourquoi** sa portée est-elle faible?

Parce qu'il n'est pas dédié à l'identification à distance

De cette étape résulte que l'installation d'un système d'identification à distance, peut éliminer le risque de perte des fiches suiveuses et donc de réduire les non respects des délais.

PROJET DE FIN D'ETUDES

1.2.3. Present State / Desired State :

Afin de bien observer les avantages de l'installation d'un système de traitement automatique en le comparant au système actuel, la méthode créative (present state/ desired state) sera appliquée.

Tableau 2: Méthode present state/desired state

| Present state : | Desired state : |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">○ traçabilité par un système code barre○ la pièce doit être amenée auprès du lecteur.○ perte des fiches suiveuses○ la perte du temps○ les employés ne respectent les règlements du travail.○ non-respect des délais○ Recherche manuelle des pièces○ procédé d'identification très classique et inefficace | <ul style="list-style-type: none">○ une traçabilité opérationnelle à temps réel○ respect du délai○ garantir la disponibilité des informations○ identification à distance○ recherche automatique des pièces○ procédé d'identification fiable et efficace○ réduction des pertes |

1.3. Mitigation:

Pour une meilleure gestion du projet il faut effectuer une étude des risques possibles afin de définir des propositions des risques liées au projet pour les éviter.

Tableau 3:Gestion des risques

| Risques | Alternatives |
|--|--|
| Le non pénétration des ondes électromagnétiques dans les pièces aérostructures | Solution technique simple : adapter le positionnement du système et des pièces |

PROJET DE FIN D'ETUDES

| | |
|---|--|
| Mauvais choix des solutions proposées. | Respecter la voix de l'entreprise et répondre au besoin d'identification |
| Mauvaise adéquation et l'espace de l'installation | Choisir l'emplacement répondant le plus aux conditions du projet. |
| Mauvaise utilisation du système, | Formation du personnel pour l'utilisation du système. |
| La perturbation électromagnétique | Intégration d'un système anti collusion |

Après avoir défini le problème et cerner ses différentes parties, l'étape suivante est celle de l'analyse fonctionnelle après avoir passé par la gestion de projet.

2. Gestion de projet :

2.1. Méthodologie et planning :

Au début de stage, durant quelques semaines, nous avons décidé de faire une étude générale sur les pièces composites, à savoir, les matériaux utilisées et le processus de fabrication. Nous faisons souvent le point sur l'avancement du projet lors de réunions.

Au terme des différentes études sur les matériaux composite, une phase de validation de choix de fréquence utilisé a débuté. Pour chaque constituant de matériaux, et selon les types des panneaux existent à l'intérieur de l'atelier finition, on a cherché s'il est possible que l'onde électromagnétique peut traverser le panneau. Ensuite, une phase d'étude et réalisation d'un système de rotation de l'antenne. Enfin, la phase de test et validation de premier prototype.

Tableau 4:Planification du projet

| Nom de la tâche | Durée | Début | Fin |
|---|-----------------|---------------------|---------------------|
| (-)Phase du problème et planification | 20 jours | Lun 02/02/15 | Ven 27/02/15 |
| Prise en main du sujet et de documentations | 8 jours | Lun 02/02/15 | Mer11/02/15 |
| Réunion de présentation des objectifs avec Mr le directeur | 1 jour | Jeu 12/02/15 | Jeu 12/02/15 |
| Etude des objectifs, planification et mise en forme de l'étude | 11 jours | Ven 13/02/15 | Ven 27/02/15 |
| (-)Etude de Terrain | 20 jours | Lun 02/03/15 | Ven27/03/15 |
| 1 ère série de visite de terrain: visites des ateliers et des différents départements | 10 jours | Lun 02/03/15 | Ven 13/03/15 |
| 2ème série d'étude terrain: Analyse de problème à l'intérieur de l'atelier | 10 jours | Lun 16/03/15 | Ven27/03/15 |

PROJET DE FIN D'ETUDES

| | | | |
|---|-----------------|---------------------|---------------------|
| finition | | | |
| (-)Etude de projet, résolution, validation | 44 jours | Lun 30/03/15 | Ven 29/05/15 |
| Proposition et analyse de solutions | 4 jours | Lun 30/03/15 | Jeu 02/04/15 |
| Choix de système | 8 jours | Ven 03/04/15 | Mar 14/04/15 |
| Contacte fournisseur | 8 jours | Mer 15/04/15 | Ven 24/04/15 |
| Réalisation d'un boîtier en matériaux composites | 9 jours | Lun 27/04/15 | Ven 08/05/15 |
| Réalisation du mécanisme de rotation | 5 jours | Lun 11/05/15 | Ven 15/04/15 |
| Conception de l'interface graphique pour la communication | 5 jours | Lun 18/05/15 | Ven 22/05/15 |
| Test et réglage | 5 jours | Lun 25/05/15 | Ven 29/05/15 |
| (-)Restitution | 16 jours | Lun 01/06/15 | Lun 22/06/15 |
| Rédaction du rapport et présentation | 16 jours | Lun 01/06/15 | Lun 30/06/15 |

2.2. Ressource :

2.2.1. Ressources humaines :

Les personnes du projet et leurs fonctions sous la responsabilité du Maître de stage, Mr SAOUTARRIH Marouane :

- SAOUTARRIH Marouane : Ingénieur informatique et Pilot de projet, c'est lui qui définit l'orientation du projet.
- SEDRAT Najlae : Ingénieur informatique. Elle exploite les résultats, et est en relation avec le fournisseur.
- ERRQUIOUEK Youness : Technicien maintenance, il s'occupe du matériel à l'atelier maintenance, et mise en place des solutions adaptées au projet.
- JALIL Abdeljabbar : Technicien méthode et industrialisation, il s'occupe du matériel au laboratoire des essais des matériaux composites.
- QESMI Otmane : Stagiaire du service production, il s'occupe du matériel de recherche et de développement, de l'étude et mise en place de système, de la rédaction de documents et des tests.
- BERRADA Hamza : Stagiaire au service production, il s'occupe du matériel, est en relation avec les fournisseurs, la mise en place de système et la programmation.

L'équipe de projet se réunit régulièrement pour faire un état d'avancement des activités.

PROJET DE FIN D'ETUDES

2.2.2. Ressources matériels :

✓ Matériels :

- Tous les outils nécessaires à la fabrication des pièces composites.
- Matériel mécanique.
- Matériel électronique.
- Deux roulement, axe usiné en acier de 15 mm de diamètre et de 250 mm de longueur, deux entretoises, deux circlips.
- Ordinateur.

✓ Les outils informatiques :

Tableau 5: Les outils Informatiques

| Outils | fonction |
|-------------|---|
| Catia V5 | Démonstration de projet au début, conception d'un boîtier (dimensionnement, matériaux). |
| Java | Conception d'interface graphique. |
| Arduino Uno | Programmation (plateforme embarquée) |
| Gantt | Planification de projet |

Conclusion :

Ce chapitre englobe des méthodes essentielles qui consistent à ressortir de multitudes données sur le projet, ainsi des méthodes créatives pour gérer les risques engendrés.

CHAPITRE 3

Analyse fonctionnelle et élaboration du cahier de charges

Vous trouverez dans cette partie :

- ✕ *Une Méthode de recherche des fonctions ;*
- ✕ *Une Méthode des interacteurs ;*
- ✕ *Un Diagramme FAST.*

✖ *Elaboration de cahier de charge fonctionnel ;*

Chapitre 3 : Analyse fonctionnelle et élaboration du cahier de charges fonctionnel

Introduction :

D'après la norme **AFNOR X50-150** : " l'Analyse Fonctionnelle est une démarche qui consiste à rechercher, ordonner, caractériser, hiérarchiser et/ou valoriser les fonctions ".

On transforme d'abord les besoins en fonctions, ce qui permet de tenir compte de la voix du client tout au long de la conception sans pour autant être influencé par des solutions potentielles. Ensuite, on détermine davantage les fonctions de base et de contrainte du produit, souvent non exprimées par le client.

1. Rechercher les fonctions :

La recherche des fonctions constitue la phase base de l'analyse fonctionnelle, pour rechercher les fonctions du présent projet nous allons utiliser la méthode RESEAU.

1.1. La méthode RESEAU :

Pour effectuer la recherche des fonctions du système d'identification, trois outils sont utilisés dans la Méthode RESEAU. Rappelons que la méthode RESEAU propose les outils de recherche de fonctions suivants :

R : Recherche Intuitive.

E : Examen de l'environnement (méthode des interacteurs).

S: Sequential Analysis of Functional Element (SAFE).

E : Examen des efforts et des mouvements.

A : Analyse d'un produit de référence.

U : Utilisation des normes et des règlements.

Les outils retenus sont le **R**, le **E** et le **S** de la méthode RESEAU. Il faut présenter les fonctions brutes trouvées par une recherche intuitive.

PROJET DE FIN D'ETUDES

1.2. Recherche intuitive :

La recherche intuitive des fonctions s'est faite au cours d'une réunion d'initiation avec le directeur Mr. Lionel VIRGIER et l'encadrants Mr. Marouane SAOUTRIH, les fonctions relevées sont :

- F1 : Identifier les pièces
- F2 : Lire les Ordres de Fabrication(OF)
- F3 : Identification à distance.
- F4 : Récupérer les informations
- F5 : La résolution graphique
- F6 : Positionner la pièce dans l'atelier
- F7 : Caractériser la pièce recherchée
- F8 : Facile à installer.
- F9 : Accessible pour les opérateurs.
- F10 : Mobilisation améliorée.
- F11 : Envoyer les données
- F12 : Organisation de la fabrication
- F13 : Améliorer la productivité
- F14 : L'inventaire des produits
- F15 : Gestion de stocks
- F16 : Respecter l'environnement
- F17 : localisation rapide

1.3. Examen de l'environnement :

On l'appelle aussi la méthode des interacteurs, un produit franchira plusieurs étapes. Il se trouvera alors en interaction avec des lieux, des systèmes, et des gens différents. Il devra s'adapter à ces contextes, de manière à continuer à rendre les services attendus.

PROJET DE FIN D'ETUDES

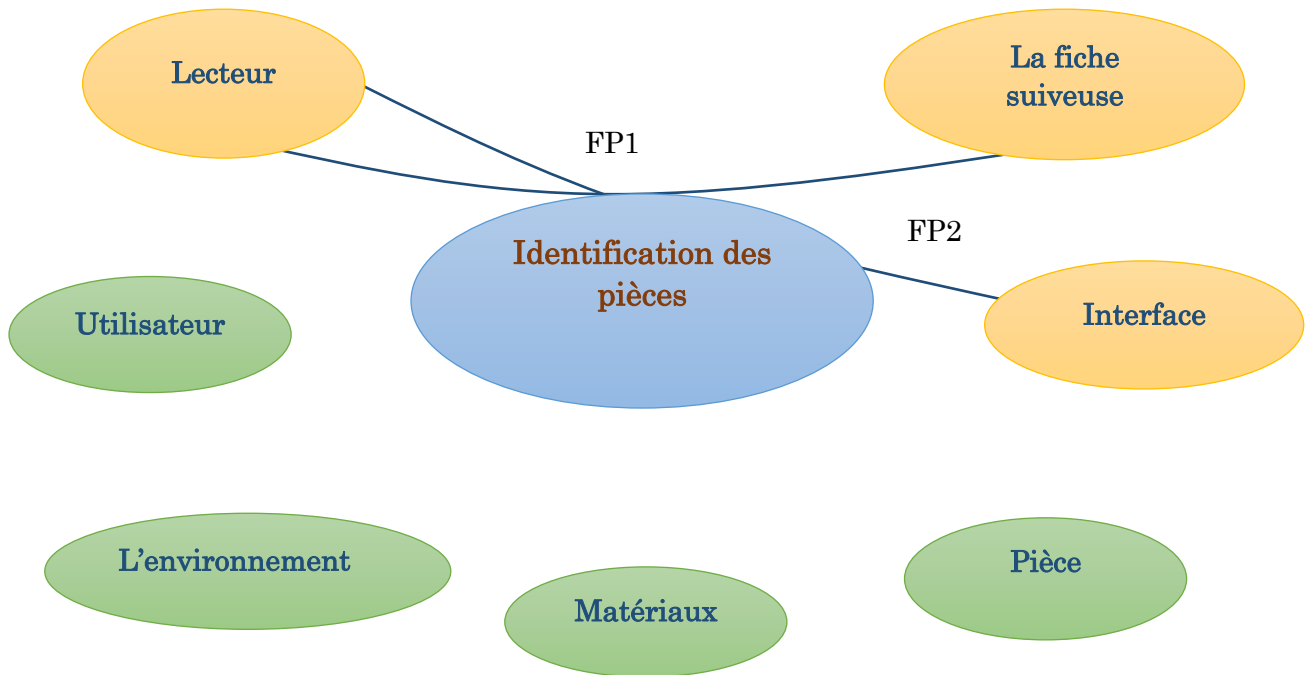


Figure 10: les fonctions principales

Les fonctions principales :

FP1 : localisation de la pièce

FP2 : identification de la pièce

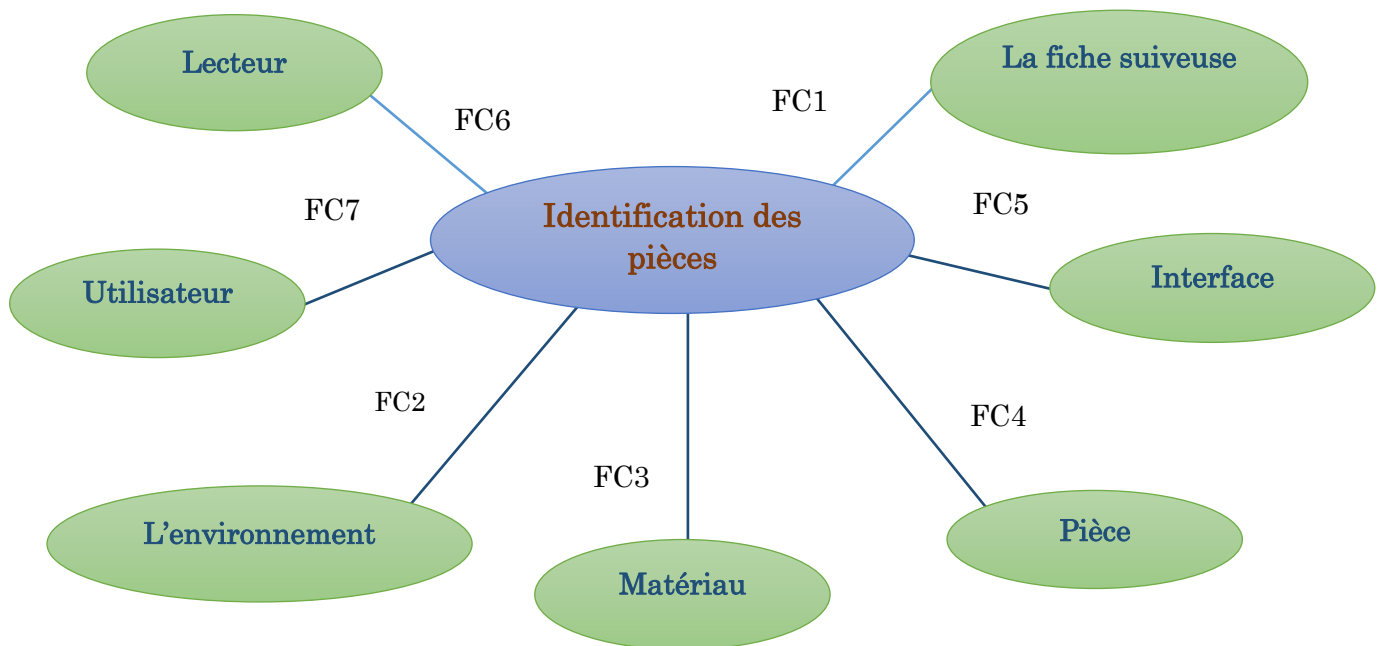


Figure 11: les fonctions contraintes

Les fonctions d'adaptation :

FC1 : permettre la localisation de la fiche

FC2 : respecter la sécurité et l'environnement

FC3 : permettre l'identification à travers le matériau

FC4 : détecter la position

FC5 : récupérer les informations et les visualiser

FC6 : traiter les informations

FC7 : envoyer les informations et les afficher sur un écran

1.4. Ordonner les Fonctions :

1.4.1. Diagramme FAST :

Un diagramme FAST présente une traduction rigoureuse de chacune des fonctions de service en fonction(s) technique(s), puis matériellement en solution(s) constructive(s).

Le diagramme FAST se construit de gauche à droite, dans une logique du pourquoi au comment. Grâce à sa culture technique et scientifique, l'ingénieur développe les fonctions de service du produit en fonctions techniques. Il choisit des solutions pour construire finalement le produit.

Le diagramme FAST constitue alors un ensemble de données essentielles permettant d'avoir une bonne connaissance d'un produit complexe et ainsi de pouvoir améliorer la solution proposée. (Voir le diagramme page suivante)

1.4.2. Les deux types de fonctions :

a. Fonctions de service :

Les fonctions de service constituent une relation entre le système et le milieu extérieur, elles traduisent l'action attendue ou réalisée par le produit pour répondre à un élément du besoin d'un utilisateur donné. Il faut souvent plusieurs fonctions de service pour répondre à un besoin. Dans une étude donnée, leur énumération et leur formulation qualitative et



PROJET DE FIN D'ETUDES

quantitative résultent de l'analyse du besoin à satisfaire et le décrivent d'une manière nécessaire et suffisante. Il existe deux types de fonctions de service:

- les fonctions principales, correspondant au service rendu par le système pour répondre aux besoins.
- les fonctions contraintes, traduisant des réactions, des résistances ou des adaptations à des éléments du milieu extérieur.

b. Fonctions techniques :

Les fonctions techniques sont internes au produit, elles sont choisies par le constructeur dans le cadre d'une solution, pour assurer une fonction de service.

2. Elaboration du cahier de Charge Fonctionnel :

Le cahier des charges est un document identifiant une performance, une caractéristique physique, ou un niveau de qualité, définissant un produit, ou un procédé, pour lesquels une action sera développée. D'après AFNOR norme NF X 50 151, 1984 • Document par lequel le demandeur exprime son besoin (ou celui qu'il est chargé de traduire) en terme de fonctions de services et de contraintes.

Tableau 6:cahier de charges

| N | destination | Critères. | K | Classification selon Kano |
|-----------------------------|---------------------------|---|----------|----------------------------------|
| Fonctions de service | | | | |
| 1 | Localiser la pièce | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Temps ➤ Précision | 5 | Base |
| 2 | Identifier la pièce | <ul style="list-style-type: none"> ➤ l'information reçue | 3 | performance |
| 3 | Respecter l'environnement | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Niveau de bruit | | performance |
| 4 | Afficher les informations | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Visibilité ➤ Le codage | 5 | base |

PROJET DE FIN D'ETUDES

| Fonctions techniques | | | | |
|----------------------|--|--|---|-------------|
| 5 | Commander la rotation du système. | <ul style="list-style-type: none">➤ Le paramètre d'angle➤ L'angle maximal | 5 | base |
| 7 | Calculer la puissance d'identification | <ul style="list-style-type: none">➤ Puissance maximal | 5 | base |
| 8 | Résolution graphique | <ul style="list-style-type: none">➤ L'aire de la zone | 4 | performance |
| 9 | Connecter les informations au système | <ul style="list-style-type: none">➤ La vitesse de traitement des informations | 3 | Excitation |

Rappels des coefficients :

K : 1.utile – 2.nécessaire – 3.important – 4.trés important – 5. Vital.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons étudié le besoin de l'entreprise et relever les fonctions du projet, afin de les réaliser au cours de conception et les concrétiser dans la partie réalisation du projet. La phase suivante est celle de l'étude conceptuelle ou nous allons essayer de répondre au maximum des fonctions possibles du système et présenter un concept final.

CHAPITRE 4

Génération des concepts et solution proposée

Vous trouverez dans cette partie :

- ✕ La matrice morphologique;
- ✕ Génération des concepts;
- ✕ La solution proposée ;

Chapitre 4 : Génération des concepts et solution proposée

Introduction :

Après avoir relevé les fonctions du système étudié et élaborer le cahier de charges du projet, cette phase constitue la conception et le choix du concept final à réaliser. Pour ce faire dans un premier temps une application de la matrice morphologique pour visualiser les solutions possibles pour chaque fonctions et donc former les concepts globaux possible pour le système.

1. La matrice morphologique :

La matrice morphologique permet de :

- Visualiser tous les concepts liés à une fonction.
- Visualiser toutes les combinaisons possibles entre les concepts pour créer des concepts globaux.

1.1. Présentation des concepts :

Après documentation et consultation de l'équipe du projet, nous avons sélectionné les concepts possibles pour chaque fonction, et le résultat était visualisé sur la matrice morphologique suivante :

Tableau 7:la matrice morphologique

| concepts Fonctions | Concept1 | Concept2 | Concept3 |
|------------------------|---|---|----------|
| permettre la rotation |  Un Servomoteur |  Un moteur pas à pas | |
| programmer la rotation | | | |

PROJET DE FIN D'ETUDES

| | | | |
|---|--|--|--|
| |  Carte ARDUINO | | |
| Contenir une interface de communication |  Visual Basic Visual Basic |  NetBeans |  Eclipse |
| .Calculer la puissance d'identification |  Système RFID | | |
| Commander le fonctionnement |  Ordinateur | Appareil spécifique | |
| créer une base de données |  Access |  SQL | |
| connecter la base à l'application |  Java | | |

PROJET DE FIN D'ETUDES

1.2. Analyse de la matrice et des concepts possibles :

a. Analyse de la 1ère rangée :

Moteur pas à pas :

Les moteurs pas à pas sont des moteurs électriques d'une conception particulière, différentes des moteurs classiques. Leur structure permet, par une commande électronique appropriée, d'obtenir une rotation du rotor d'un angle égal à n fois un angle élémentaire appelé « pas ».

Servomoteur :

Les servomoteurs sont des moteurs capables de maintenir une position à un effort statique et dont la position est vérifiée en continue (grâce au potentiomètre) et corrigé en fonction de la mesure. C'est un système motorisé capable d'atteindre des positions prédéterminées puis de les maintenir. Le servomoteur intègre un système électronique qui convertit un signal numérique en un angle qui sera reproduit grâce au moteur électrique à courant continu présent dans le servomoteur.

- Le concept adopté est un **servomoteur** comme son nom le suggère, c'est un mécanisme complet intégrant un moteur (motoréducteur) et un système de commande en boucle fermée, ou asservissement.

b. Analyse de la 2ème rangée :

ARDUINO :

La carte ARDUINO gère la fonction principale de la partie commande de rotation, celle-ci disposent :

- Des broches numériques d'entrées/sorties, des entrées, d'un quartz 16Mhz, d'une connexion USB,
- Un bouton de réinitialisation (reset).
- Dans notre concept nous allons créer un programme spécifique que nous avons téléchargé dans le microcontrôleur pour que la carte puisse positionner le servomoteur.

PROJET DE FIN D'ETUDES

c. Analyse de la 3ème rangée :

Visual Basic :

Visual Basic est un langage de programmation événementielle ainsi qu'un environnement de développement intégré, Visual Basic est directement dérivé du BASIC et permet le développement rapide d'applications, la création d'interfaces utilisateur graphiques, l'accès aux bases de données.

Eclipse :

Eclipse est un environnement de développement intégré libre extensible, universel et polyvalent, permettant potentiellement de créer des projets de développement mettant en œuvre n'importe quel langage de programmation. Eclipse IDE est principalement écrit en java.

Netbeans :

NetBeans est un environnement de développement intégré pareil qu'éclipse sauf que celui-ci contient des objets qui sont déjà prêt à être utilisés.

- Le concept que nous avons adopté est **NetBeans** puisque c'est un environnement open source ou nous pouvons aussi ajouter les bibliothèques dont nous aurons besoins et les objets comme les buttons zone texte sont déjà prêt à être utilisés

d. Analyse de la 4ème rangée :

Le système **RFID**, était choisi suivant le souhait de l'entreprise « le client » vu son efficacité et son fonctionnement compatible aux conditions intérieures de l'entreprise. Il sera traité d'une manière plus précise dans la partie suivante.

e. Analyse de la 5ème rangée :

Afin de pouvoir commander l'ensemble du système d'identification, **un ordinateur** constituera l'outil de commande et le moyen de communication entre l'utilisateur et les différentes parties su système.

f. Analyse de la 6ème rangée :

PROJET DE FIN D'ETUDES

Afin d'identifier la pièce recherchée une base de données contenant toutes les informations nécessaires doit être connectée au système d'identification, cette base est une donnée de l'entreprise elle est réalisée sur My **SQL**.

Pour pouvoir réaliser notre prototype, nous allons créer un exemple de base de données pour la mise en œuvre du projet, et ceci à l'aide d'**Access** vu son accessibilité et sa disponibilité actuelle.

g. Analyse de la 7^{ème} rangée :

La connexion entre la base et le système sera effectué à travers **NetBeans**, L'application **JAVA** associée au système.

Au cours de l'analyse, le concept global possible sera déduit à partir de la matrice morphologique et du souhait de l'entreprise.

2. La solution proposée :

La décision de l'entreprise d'installer un système RFID, qui nous permettra d'obtenir la puissance d'identification et donc la distance entre le système et la pièce recherchée nous a poussé à améliorer son fonctionnement par une partie rotative, tout en concevant une coque rotative qui assurera la rotation d'une antenne directionnelle.

La Localisation se déduira donc à l'aide de deux paramètres qui seront affiché sur notre application : L'intensité récupérer par le système RFID, et l'angle de Rotation récupérer de la coque.

2.1. L'arbre fonctionnel du système :

PROJET DE FIN D'ETUDES

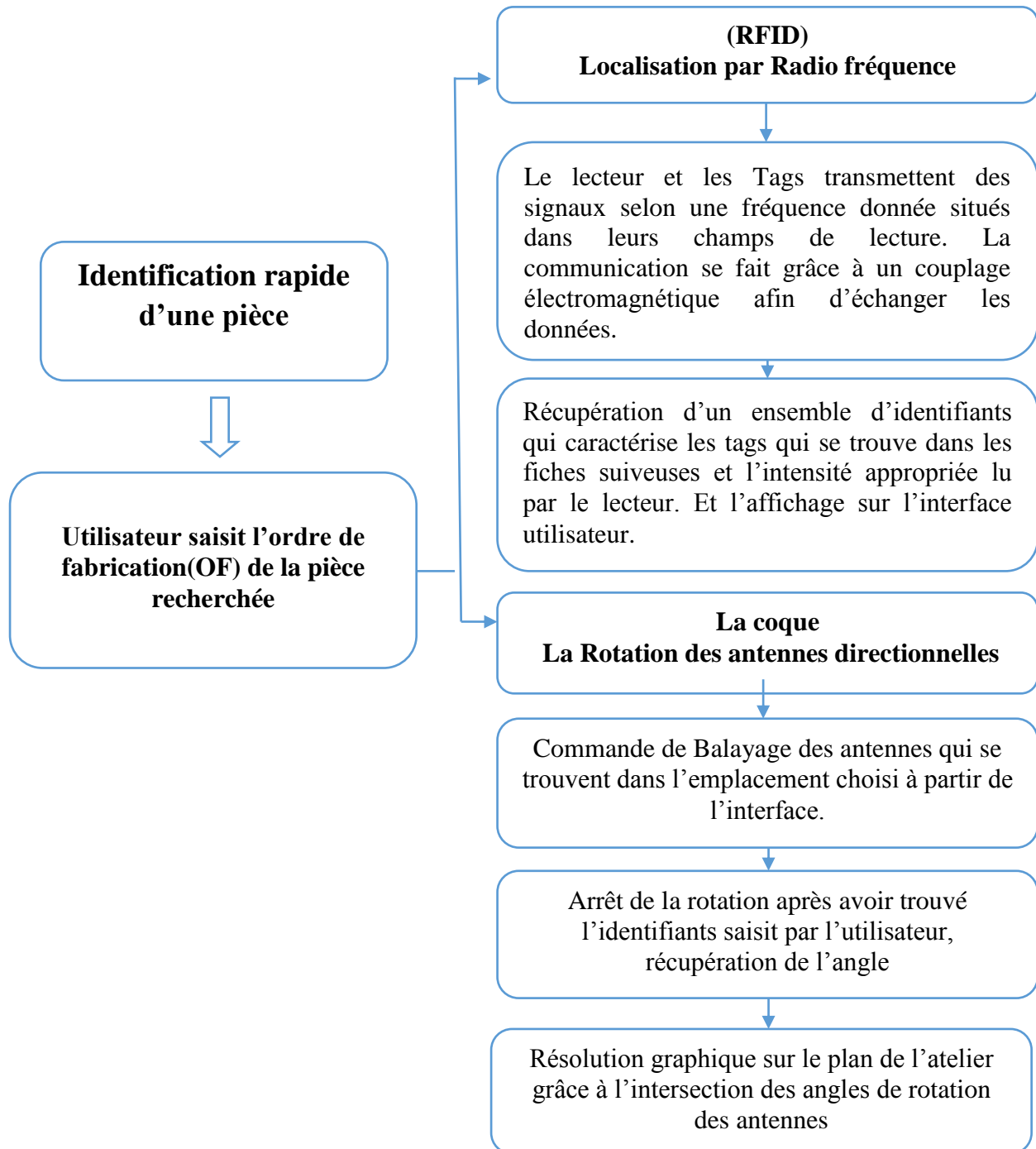


Figure 12: Diagramme des séquences

PROJET DE FIN D'ETUDES

Conclusion :

Après avoir défini un concept permettant de satisfaire le besoin de l'entreprise et répondant à ses attentes, et l'avoir validé auprès de tout le groupe du travail. La prochaine étape est celle de l'étude du projet, le choix du système RFID, et la conception détaillée de l'ensemble du système.

CHAPITRE 5

Conception détaillée et réalisation de prototype

Vous trouverez dans cette partie :

- × Une Présentation du système RFID ;*
- × Le choix du système ;*
- × Une Etude électromécanique du système de rotation;*
- × La Programmation de la rotation ;*
- × Conception et fabrication de la coque ;*

Chapitre 5 : Conception détaillée et réalisation de prototype

Introduction :

Pour répondre aux exigences de localisation, nous avons profité des progrès liés à l'informatique, l'électromécanique et du développement de certaines technologies d'identification. En effet, ces technologies permettent d'identifier des objets et de collecter des informations les concernant. Parmi ces technologies, on trouvera le système RFID (Identification Par Radio Fréquence) qui permet une identification très rapide et efficace.

1. Technologie RFID :

1.1. Système RFID:

Le système RFID (Radio Fréquence par Identification) est une technologie très attractive pour l'entreprise qui offre la possibilité d'une gestion automatique du nombre conséquent d'informations qu'elle doit traiter. Les équipements adaptés à ce système permettent de synchroniser les flux physiques avec les flux d'informations.

1.2. Qu'est-ce qu'un système RFID ?

Le terme RFID englobe toutes les technologies qui utilisent les ondes radio pour identifier automatiquement des objets ou des personnes.

Le système RFID autrement dit l'identification par radiofréquence est une technologie qui permet de mémoriser et de récupérer des informations à distance grâce à une étiquette qui émet des ondes radio.

1.3. Les systèmes RFID au service de la localisation :

Un système RFID autrement dit l'identification par radiofréquence est une technologie qui permet à l'entreprise de localiser, mémoriser et de récupérer des informations à distance grâce à une étiquette (Tag) qui émet des ondes-radio.

PROJET DE FIN D'ETUDES

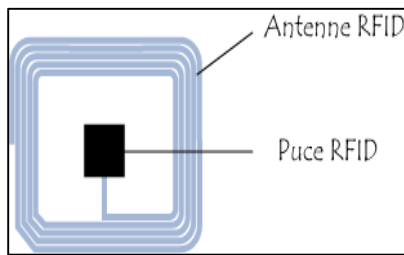


Figure 13:PUCE RFID

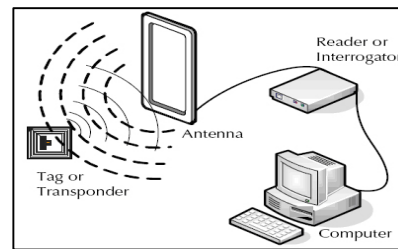


Figure 14:Système RFID

1.4. Comment fonctionne un système RFID ?

Le système RFID fonctionne de la manière suivante :

- L'étiquette RFID (Le tag) est elle-même équipée d'une puce reliée à une antenne, l'antenne permet à la puce de transmettre les informations (numéro de série, OF,...) qui peuvent être lues grâce à un lecteur émetteur-récepteur.
- Une fois les informations transmises au lecteur RFID équipée d'une antenne intégrée ou externe, celui-ci n'a plus qu'à convertir les ondes-radio en données et celles-ci pourront être lues par un logiciel RFID.

Les différents systèmes RFID sont caractérisés principalement par leur fréquence de communication. Cependant, outre cette fréquence porteuse, d'autres caractéristiques définissent également les étiquettes RFID et constituent la base de leurs spécifications :

- L'origine et la nature de l'énergie (tags passifs ou actifs)
- la distance de lecture
- la programmabilité
- la taille mémoire
- les propriétés du packaging (matériaux)
- le nombre de tags lus simultanément
- le coût

1.5. Types de RFID :

a. RFID active :

La radio identification active est une forme de technologie d'identification caractérisée par l'usage de tags actifs également appelés étiquettes actives.

Les tags sont de petits objets qui peuvent être collés sur des objets ou insérés dans ces mêmes objets, ils sont composés :

- D'une puce électronique,
- D'une antenne.

Ainsi, on parle de RFID active lorsque les étiquettes ou tags sont actifs c'est-à-dire qu'ils sont alimentés par une source d'énergie embarquée : batterie, pile... Cette source d'énergie permet à la puce de diffuser un signal vers le lecteur RFID.

RFID active : points forts et limites du système.

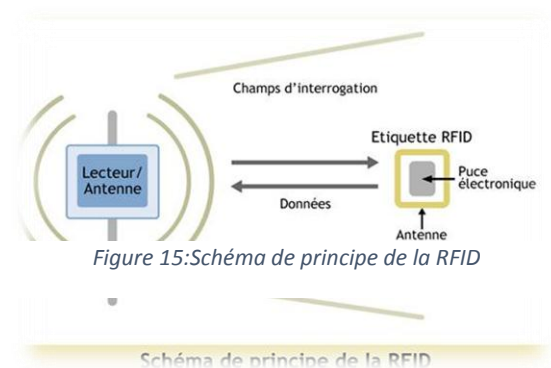
➤ Avantage :

Les étiquettes actives sont équipées d'une énergie propre qui leur permet d'émettre un signal de manière autonome.

De ce fait le principal avantage repose sur la longue distance à laquelle elles peuvent communiquer les données sans qu'un lecteur RFID se situe à proximité du tag.

➤ Inconvénients :

- L'inconvénient principal de la RFID active repose sur :
- La confidentialité des informations transmises,
- Le coût des étiquettes,
- L'impact sur la santé très controversé dû à l'émission d'ondes magnétiques,
- La durée de fonctionnement limité des étiquettes.



b. RFID passive :

À l'inverse des tags actifs, les tags passifs ne disposent pas de batterie : ils puisent leur énergie à travers le signal électromagnétique du lecteur qui permet d'activer le tag et lui permet ainsi d'émettre les informations.

Les tags passifs utilisent différentes bandes de fréquences radio selon :

- Leur capacité à transmettre les données à des distances plus ou moins grandes,
- Les substances différentes que les données doivent traverser (air, eau, métal...).

1.6. Les utilisations du RFID passif :

Tout comme le système RFID active, la RFID passive connaît des domaines d'application très divers, prenons ces quelques exemples :

- L'identification d'animaux,
- La traçabilité des déchets,
- Le suivi des colis postaux,
- Chaîne d'approvisionnement,
- La gestion des stocks, etc.

RFID passive : avantages et inconvénients.

L'avantage de la RFID passive par rapport à la RFID active repose davantage sur le coût des tags moins onéreux que les tags actifs.

Ce système s'avère très utile pour les marchandises en volume important lorsque les marchandises peuvent être lues à courte distance.

Aussi, la distance de lecture est cependant un réel frein à ce système puisque le lecteur doit se situer dans le champ du tag afin d'en récupérer les données.

Les bandes de fréquence RFID :

- SHF (Super Haute Fréquence);
- UHF (Ultra Haute Fréquence);
- HF (Haute Fréquence);
- LF (Basse Fréquence).

PROJET DE FIN D'ETUDES

1.7. Analyses des différentes bandes de fréquences :

Nous avons choisie l'atelier Finition comme endroit idéal pour la mise en place du Système vue que dans cette atelier nous pouvons trouver plusieurs en cours ce qui engendre des pertes de fiches suiveuses et la pièce dans cette endroit coute chère puisqu'elle est dans une étape de finition.

Avec une superficie de 4000m² nous pouvons adopter qu'un Système RFID Actif, ce qui engendre 2 possibilités pour résoudre le problème. Notamment l'UHF et SHF. Pour la SHF, étant donnée sa sensibilité au milieu industriel

Une fois les différentes bandes de fréquence étudiées, j'ai eu plusieurs possibilités pour résoudre mon problème. Notamment la HF et l'UHF. Pour la HF, étant donnée sa faible distance de lecture mais sa bonne compatibilité au métal, la solution était de faire une distance de lecture « proche » en délimitant précisément la zone.

Pour l'UHF, la distance de lecture étant plus grande, sa zone de détection le devient également. Mais son incompatibilité avec le métal pose véritablement un problème par exemple si les dossiers sont situés dans une armoire métallique, ils ne sont pas détectés.

Nous avons décidé d'utiliser le système actif, tout d'abord pour son faible coût mais aussi pour sa très longue durée de vie évitant ainsi toutes éventuelles maintenances.

➤ RFID : Fréquences d'utilisation

L'antenne du transpondeur est le moyen par lequel il procède à la détection du champ ainsi qu'à la transmission de sa réponse à l'interrogation. Elle émet des signaux radio pour l'activer, lire et écrire des données. L'antenne est également intégrée à la base station pour devenir un lecteur qui peut être configuré comme un équipement fixe ou mobile. Elle est donc le lien entre le transpondeur et la base station. Le champ électromagnétique produit par une antenne peut être maintenu de manière continue ou bien activé par un capteur si l'interrogation n'est pas requise de manière constante. Le dialogue entre le tag et le lecteur est régi par un protocole de communication dont la principale caractéristique est la fréquence radio d'échange. Plusieurs fréquences de communication cohabitent au sein de la technologie RFID, les principales sont :

135 KHz 13.56 MHz 863 à 915 MHz 2.45 GHz

PROJET DE FIN D'ETUDES

L'un de nos buts était de déterminer les caractéristiques précises de ces normes pour savoir laquelle utiliser dans notre cas.

➤ RFID : Les normes

Les normes relatives aux protocoles de communication (air interface) ont pour désignation :

ISO 18000-1 : le vocabulaire

ISO 18000-2 : pour des fréquences de communications inférieures à 135 KHz

ISO 18000-3 : pour une fréquence de fonctionnement à 13,56 MHz

ISO 18000-4 : pour une fréquence de 2,45 GHz

ISO 18000-6 : pour des fréquences comprises entre 860 et 930 MHz

ISO 18000-7 : pour un fonctionnement en 433 MHz

Figure 16:Les normes

1.8. Mettre en place la RFID :

La mise en place de la technologie RFID dans l'entreprise doit être réalisée à travers la mise en place d'un projet RFID. Un projet RFID est unique et doit être orienté autour de quelques étapes essentielles afin d'assurer la réussite de l'intégration de système RFID.

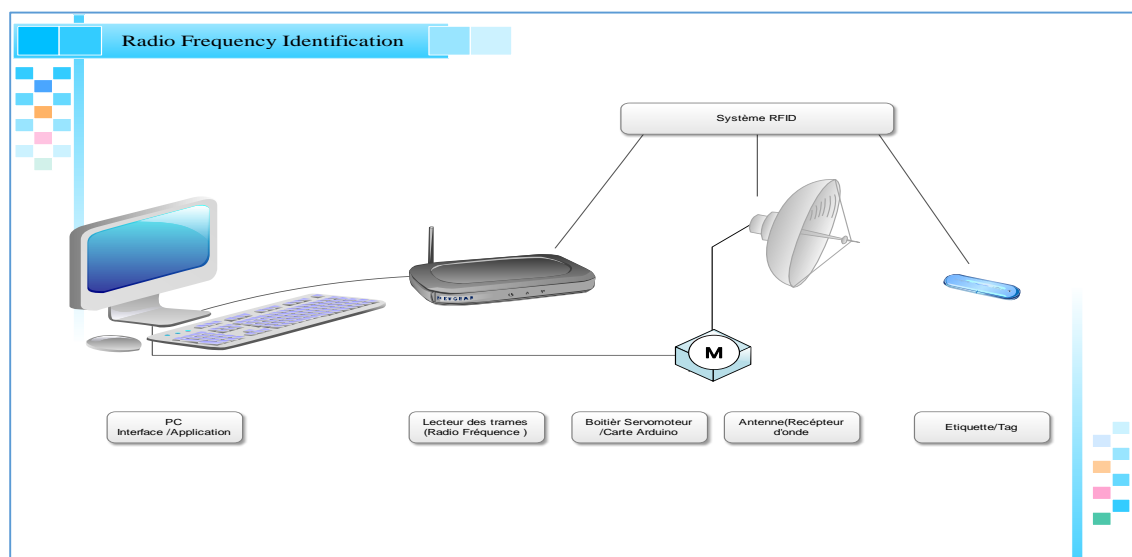


Figure 17:Projet RFID

2. Choix de Système RFID :

Le choix de telle technologie comme celle-ci, nécessite une étude très détaillée sur l'environnement où il va être installé afin de bien comprendre l'utilité, les caractéristiques et les spécifications de performance.

Pour cela, au début de cette phase, on a pensé de faire une petite recherche sur les entreprises qui fabriquent cette technologie, puis, rassembler toutes les informations essentielles en matière de matériels qui nous aident à bien choisir la technologie

2.1. Choix du système RFID et de son emplacement :

Le choix de la RFID n'est pas systématique, certaines contraintes sont liées à l'entreprise, à l'environnement, aux spécificités du matériel à tracer ou des raisons techniques voire économiques peuvent justifier le choix du système.

2.1.1. Choix du système :

a. La démarche du choix :

Le choix du système RFID et de ses caractéristiques sera effectué suivant la démarche suivante :

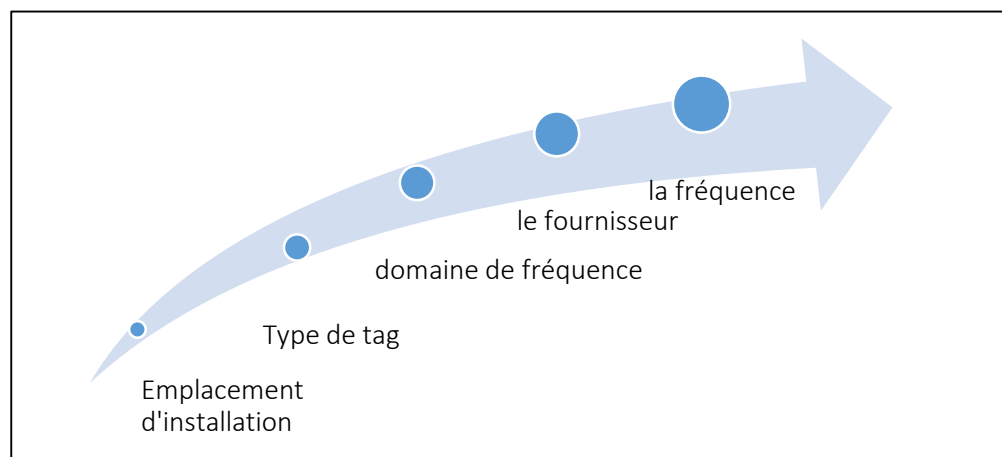


Figure 18: Démarche du choix

b. Choix du système :

Les différents concepts possibles pour le choix du système sont représentés dans la table suivante :

PROJET DE FIN D'ETUDES

Tableau 8: les solutions possibles pour le choix du RFID

| Concepts Eléments | Concept1 | Concept2 | Concept3 |
|----------------------|----------|------------------|---------------------|
| Emplacement | Drapage | Salle de découpe | Atelier de finition |
| Types du Tags | Passif | Actif | Semi-Actif |
| Fréquence à utilisés | LF et HF | UHF | SHF |

c. L'emplacement du système :

- La salle de Découpe : Salle où Les tissus sont découpés par une machine à commande numérique (LECTRA) et regroupés en palettes ou cassettes avant de rejoindre les postes de dépose.
- La salle de Drapage : Salle où s'effectue réellement lors de l'opération qui assure le positionnement et l'empilage des plis sur un outillage afin de former la pièce composite.
- Atelier de finition : Espace où s'effectue les opérations de peinture perçage montage des goupilles contrôle qualité.

L'équipe du travail a choisi l'atelier Finition comme endroit idéal pour la mise en place du Système RFID, vu le coût élevé d'une pièce à la dernière phase de sa production.

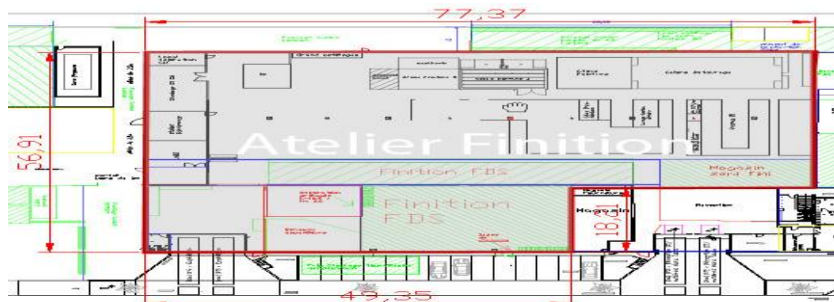


Figure 19: Plan de l'atelier

PROJET DE FIN D'ETUDES

d. Le type du tag :

Tableau 9: comparaison entre les différents types de tags

| | Passif | Semi actif | Actif |
|--------------|---------|------------|-------------------|
| Alimentation | Lecteur | Lecteur | Batterie intégrée |
| Portée | Faible | Faible | Long |

Avec une superficie de 4000m² de l'atelier de finition, nous ne pouvons adopter qu'un Système RFID Actif, car il représente une portée importante et donc il répond aux exigences du projet et donc l'identification à distance.

Ceci qui engendre deux possibilités pour résoudre le problème. Notamment l'UHF et SHF. Pour la SHF, étant donnée sa sensibilité au milieu industriel donc nous choisirons de travailler avec UHF qui nous permet une portée importante malgré son incompatibilité au métal qui sera contournable par des solutions simples.

NB : La radio identification **semi-active** est une forme de technologie RFID qui repose sur l'utilisation de tags ou étiquettes semi-actives.

Ces tags semi-actifs, également appelés semi-passifs, ressemblent au fonctionnement des étiquettes actives puisqu'ils sont également alimentés par une source d'énergie embarquée.

e. Domaines de fréquences :

L'étiquette active représente la solution idéale pour le projet présent : Ceci engendre deux possibilités pour résoudre le problème. Notamment l'UHF et la SHF.

Pour la SHF, elle représente une forte sensibilité au milieu industriel, donc ce domaine n'est pas compatible à ce cas, entreprise industrielle.

UHF : nous permet une portée importante malgré son incompatibilité au métal, donc elle est contournable par des solutions simples.

PROJET DE FIN D'ETUDES

- Le choix du fournisseur et des caractéristiques techniques

Le succès du projet repose en grande partie sur le choix du matériel, pour cela le choix d'un fournisseur paraît essentiel afin de nous garantir une qualité et une efficacité optimale pour notre système RFID.

3. Contact des fournisseurs :

La mise en application de la technologie concerne beaucoup de fournisseurs RFID, mais la contrainte se situe sur le fait de trouver un fournisseur qui propose le matériels et sans service de mise en place.

Parmi les fournisseurs que nous avons contactés nous trouvons :

- ZEBRA
- ELA INNOVATION
- SOFIMED
- PROXYTECH
- RFID 3M
- CAB TECHNOLOGIES
- TAGSYS...
- Le fournisseur choisi

Le matériel que nous allons adopter durant la suite de notre projet nous a été proposé par la société ELA Innovation. Cette entreprise implantée en France, s'est spécialisée dans les technologies d'identification par radiofréquences (RFID), et le choix de ce fournisseurs s'est basée sur les critères suivants : (voir [ANNEXE 1](#))

- Son respect des réglementations internes en vigueur : avant d'approfondir la discussion, un contrat a été signé pour la confidentialité des informations partagé.
- Sa ponctualité et sa précision qui étaient traduites par sa disponibilité lors des discussions chose qui répondait suffisamment aux conditions de notre planning et à la contrainte du temps.
- La qualité des produits proposés.

3.1. Choix de la fréquence :

L'élément essentiel du choix du système est celui du tag, qui dépend des caractéristiques citées prochainement, le choix du lecteur et des antennes repose principalement sur le choix du tag, puisque ceux-ci fonctionnent à la même bande de fréquence en prenant compte d'autres caractéristiques propres à chaque composant.

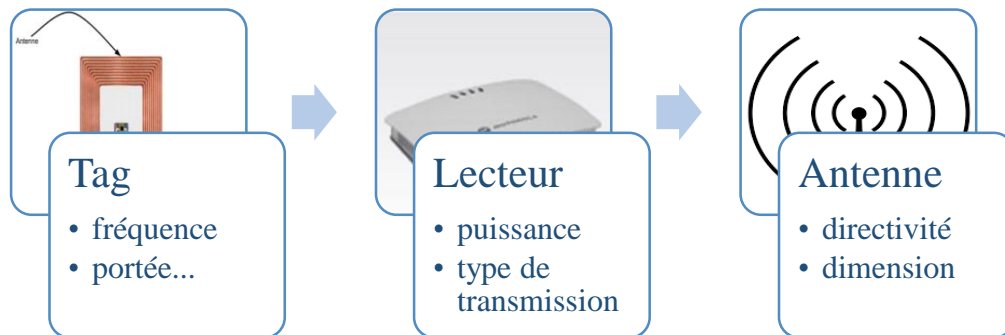


Figure 20: Les composantes du système

3.2. Les caractéristiques de l'étiquette :

- Fréquence : Les tags génèrent et réfléchissent des ondes électromagnétiques afin de communiquer avec le lecteur,
- Portée : Distance maximal de lecture
- Dimension : Taille du tag
- Puissance : Intensité énergétique des ondes émises pendant un temps $t(s)$
- Batterie : Durée et la Disponibilité dans le marché
- Mémoire de stockage (lecture/écriture) : Capacité de stockage

Chaque fréquence du UHF a ses avantages et ses inconvénients par rapport au contexte et aux finalités d'utilisation.

Le fournisseur choisi a mis au service de l'équipe du travail, un catalogue de ses tags, en se référant aux conditions du travail et aux caractéristiques du projet, deux tags ont été sélectionnées vu leurs correspondance au cas de notre projet, nous devons alors choisir entre ces deux fréquences possibles, ce qui implique une procédure de choix afin de définir la fréquence et donc choisir le lecteur et pouvoir ensuite sélectionner l'antenne.

(Voir ANNEXE 2)

PROJET DE FIN D'ETUDES

Le tableau suivant représente, pour chaque tag (THINLINE IR, THINLINE H), les niveaux de performance en fonction des critères environnementaux et des performances désirées.

Tableau 10: comparaison des deux fréquences proposées

| | THINLINE IR | THINLINE H |
|------------------------------------|--|--|
| Fréquences | 433.92MHz | 868MHz |
| Distance de lecture (la portée) | 80 m à champ libre | 100 m à champ libre |
| Autonomie | Autonomie de 10 ans | 2 fois moins |
| Puissance | 1 ,6μW à 3 m | 2 mW à 3 m |
| Température utilisation | -30°C à +70°C | -30°C à +70°C |
| Débit | De l'ordre de quelque dizaines de Kbits/s | De l'ordre de quelque Centaine de Kbits/s |
| Métal | Sensible | Sensible |
| Longueur d'onde | 693 mm | 345 mm |
| Profondeur de pénétration | 3,97 μm | 2,84 μm |
| Tension d'alimentation 3VDC | Batterie Remplaçable | Batterie Remplaçable |
| Lecture/Ecriture | Identifiant paramétrable (RW) | Identifiant paramétrable (RW) |
| Période d'émission | 0.22s à 12heures | 0.22s à 12heures |
| Mémoire | 2 caractères hexadécimaux | 2 caractères hexadécimaux |

3.3. Vérification de la pénétration du matériau :

Pénétrer le matériau des pièces est une fonction souhaitée assurée, dès la phase de conception, par le système d'identification, pour cela on vérifie la profondeur de passe pour chacune des étiquette possibles.

- Matériau des pièces aérostructures :

PROJET DE FIN D'ETUDES

Tableau 11: Les matériaux utilisés

| | | |
|----------------------------------|--|-----------------|
| S.monolithique la plus épaisse | 15 Plis kevlar + 1 Pli alumesh + Tedlar | P. G0520 |
| S. monolithique la plus courante | 10 plis kevlar + 1 pli alumesh | P.triangulaire |
| S. Sandwich la plus robuste | 16 Plis Kevlar + 2 Plis film de colle + 1 Pli Alumesh + NIDA | P. FTIS |
| S.Sandwich la plus courante | 9 Plis kevlar + 1 pli alumesh + NIDA | P. triangulaire |

Les pièces sont composées d'un matériau conducteur, L'Alumich, qui est un alliage d'aluminium de conductivité $\sigma = 37 \cdot 10^6$

➤ Calcul de l'effet de peau :

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \cdot \mu_0 \cdot \sigma}}$$
$$= \sqrt{\frac{2}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot \mu_0 \cdot \sigma}}$$

- Pour $f=433\text{MHz}$:

$$\delta = 3.97 \mu\text{m}$$

- Pour $f=868\text{MHz}$:

$$\delta = 2.8 \mu\text{m}$$

L'épaisseur des pièces est de :

$$e = 9.5 \mu\text{m}$$

Dans les deux cas l'effet de peau est inférieur à l'épaisseur de la pièce.

Donc les deux fréquences ne permettent pas la pénétration du matériau des pièces aérostructures, pour remédier à ce problème des solutions techniques seront mise en place afin d'éviter la nécessité du passage par le matériau en agissant sur la position des antennes.

La fréquence sera donc choisie à base du prix, la portée, la puissance, et la durée de vie du tag. De ce fait on trouve que :

- Le prix : les deux tags ont le même prix
- La portée de : THINLINE IR est inférieure à la portée de THINLINE H

PROJET DE FIN D'ETUDES

- Durée de vie : la durée de vie (4ans) THINLINE IR est supérieure à celle de THINLINE H (2ans)

Dans une logique de minimisation, on doit choisir une portée importante, THINLINE H, puisque sa batterie est remplaçable et une recherche avait montrée qu'elle est disponible sur le marché.

De cette étape résulte que le choix convenable pour le tag du système RFID est : THINLINE H avec une fréquence de 868MHz.

a. Caractéristiques du tag choisi :

Tableau 12:Caractéristiques du tag



| | |
|--------------------------------------|---|
| Tension d'alimentation | batterie 3 VDC –Pile CR2032 remplaçable |
| Fréquence | 868MHz |
| Paramétrage | Code ID – Temps cycle émission – Activation /Désactivation |
| Périodicité émission | 0.22s à 12heures |
| Configuration | Outil SCIEL PROG IR et logiciel ERW |
| Compatibilité du lecteur | Lecteur gamme SCIEL READER |
| Gestion du niveau de batterie | Code ID spécifique quand la batterie est faible |
| Température d'utilisation | -30°C à +70°C |
| Standards | EN 301 489 – 3 : 2002 V1.4.1 ; EN 300 220 – 2007 : V2.1.2 ; CE. |

PROJET DE FIN D'ETUDES

b. Le choix du lecteur :

Comme cité précédemment, Les critères de choix du lecteur sont semblables à ceux du tag, car ils fonctionnent à la même bande de fréquence et ils doivent être compatibles. Mais afin d'assurer le bon fonctionnement du lecteur nous devons ajouter aussi :

- Protocole de communication : Il faut définir le protocole supporté par le lecteur. Afin d'assurer une communication avec le système.
- Gestion des collisions des ondes : Le lecteur sera confronté à un problème : la collision des ondes électromagnétiques émises par les étiquettes. Il existe un système gérant ce problème de l'anticollision.

Le lecteur doit intégrer l'anticollision afin de pouvoir gérer une quantité importante des tags/seconde, donc fiches suiveuses/seconde.

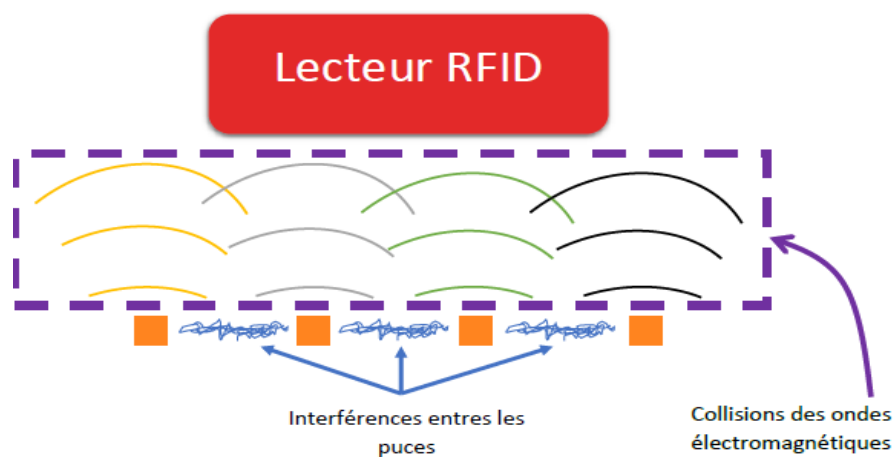


Figure 21:l'anticollision

Suite aux conditions de l'entreprise et les contraintes du projet, le lecteur choisi, suivant le tag, a les caractéristiques techniques suivantes :

PROJET DE FIN D'ETUDES

SCIEL READER IP2
Ref. SCIBT68



Tableau 13:Caractéristiques du lecteur

| | |
|-----------------------------------|---|
| Tension d'alimentation | 9-48 VDC |
| Courant moyen | 150 mA max |
| Fréquence | 868MHz |
| Portée de réception | Paramétrable par commande logicielle. Jusqu'à 150m (en fonction de l'antenne externe) |
| Température fonctionnement | -20°C à +60°C |
| Protocoles IP supportés | TCP/IP, UDP/IP, ARP, Telnet, ICMP, SNMP, DHCP, BOOTP, TFTP, AutoIP, http |
| Paramétrage | Logiciel Device Installer (configuration réseau IP) et logiciel de configuration ETER (configuration RFID Active) compatible Windows XP, W7, W8 |
| Connecteur antenne RFID | SMA-F |
| Connecteur alimentation | Prise d'alimentation CC de type Jack Alim 2.1 mm Bornier enfichable au pas de 3.81 mm |
| Boîtier | Aluminium avec peinture anti-oxydation – 98 x 64 x 36 mm |
| Etanchéité | IP52 |
| Normes | EN 301 489 – 3 : 2002 V1.4.1 ; EN 300 220 – 2007 : V2.1.2 ; CE |

PROJET DE FIN D'ETUDES

c. Le choix de l'antenne :

Après avoir choisi le tag, la fréquence et la portée, le choix du lecteur était de faible difficulté car il fonctionne à la même fréquence que l'étiquette, l'antenne, l'outil de transmission des ondes entre le lecteur et le tag, ce qui lui impose d'être compatible aux deux et donc de fonctionner à la même fréquence et portée en incluant d'autres caractéristiques propres à l'antenne.

Les exigences du cahier de charge et des fonctions espérées assurées par le système, fait de la directivité de l'antenne le critère principal de son choix.

Afin d'assurer la rotation de l'antenne, nous devons choisir une antenne directive, avec un angle d'ouverture minimal afin de concentrer la puissance dans une seule direction et donc d'avoir une précision maximale.

L'antenne répondant au critère du projet est une antenne YAGI à trois éléments dont les caractéristiques sont les suivantes :

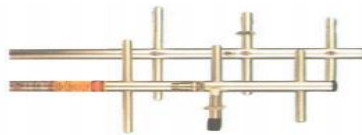


Tableau 14:Caractéristiques de l'antenne

| Caractéristiques électriques | |
|------------------------------|--------------|
| 3 éléments | Directionnel |
| Fréquence | 868 Mhz |
| Gain | 6 dbi |
| Impédance | 50 W |
| Atténuation arrière | 17 db |

4. Connexion du système :

La communication entre le système et l'opérateur sera assurée à l'aide d'un ordinateur.

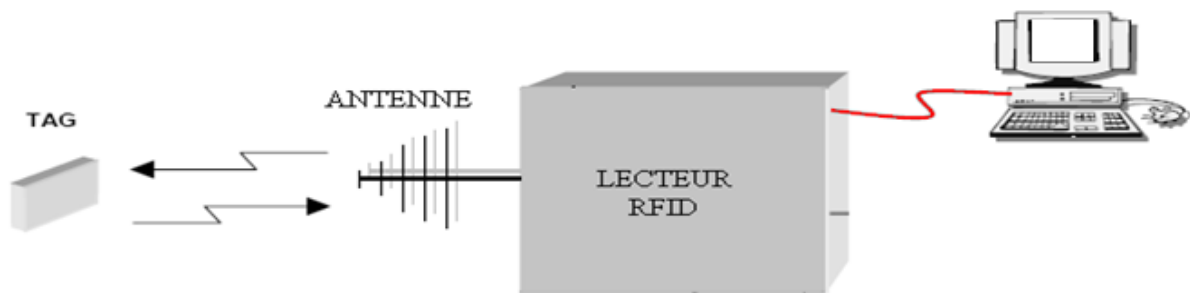


Figure 22: Connexion du système

La communication physique entre le PC et le lecteur se fait par un port Ethernet (RS232) permettant la mise en réseau du Lecteur RFID. La connexion par RS232 est assez rapide. Nous utiliserons la connexion TCP/IP, pour cela il suffit de brancher le lecteur sur le PC pour pouvoir accéder à son contrôle.

La communication entre le Lecteur et les Tags actifs doit être gérée par une Bibliothèque qui sera fournie par le fournisseur et intégré dans notre application Java afin de pouvoir effectuer un certain nombre de services, nous pouvons citer par exemples :

- Réécrire l'ID d'un tag.
- Récupérer à un intervalle régulier la liste des tags présents dans l'atelier Finition.
- Récupérer la puissance.

5. Etude mécatronique de système de rotation de l'antenne :

Afin de valider le second concept, un système de rotation doit être choisi. Dans cette phase, notre objectif est de choisir les outils nécessaires pour que la rotation de l'antenne soit précise.

5.1. Présentation du concept :

Le concept contient deux parties principales :

- Le contrôle de la rotation
- Le type de moteur choisi

PROJET DE FIN D'ETUDES

➤ Le contrôle de la rotation :

Un servomoteur qui est pour rotation dans le plan horizontale à 180. Il 'est branché sur une carte Arduino et contrôlés depuis le PC.

Pourquoi avoir choisi la carte Arduino ?

→ Pas cher : les cartes Arduino sont relativement peu coûteuses comparativement aux autres plateformes.

→ Un environnement de programmation clair et simple : l'environnement de programmation Arduino est facile à utiliser, tout en étant assez flexible.

→ Logiciel Open Source et extensible : le logiciel Arduino et le langage Arduino sont publiés sous licence open source.

→ Matériel Open source et extensible : les cartes Arduino sont basées sur les microcontrôleurs Atmel ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA 328...

• Caractéristiques globales de la carte :

Tableau 15: Caractéristiques de la carte Arduino

| | |
|--|---|
| Microcontrôleur | ATmega328 |
| Tension de fonctionnement | 5V |
| Broches E/S numériques | 14 (dont 6 disposent d'une sortie PWM) |
| Broches d'entrées analogiques | 6 (utilisables en broches E/S numériques) |
| Intensité maxi disponible par broche E/S (5V) | 40 mA |
| Intensité maxi disponible pour la sortie 3.3V | 50 mA |
| Intensité maxi disponible pour la sortie 5V | Fonction de l'alimentation utilisée - 500 mA max si port USB utilisé seul |
| Mémoire Programme Flash | 32 KB (ATmega328) dont 0.5 KB sont utilisés par le boot loader (programme de base préprogrammé conçu pour établir la communication entre l'Atmega et le logiciel Arduino) |
| Mémoire SRAM (mémoire volatile) | 2 KB (ATmega328) |
| Mémoire EEPROM (mémoire non volatile) | 1 KB (ATmega328) |
| Vitesse d'horloge | 16 MHz |

PROJET DE FIN D'ETUDES

➤ Le type de moteur choisi :

Pour la partie de moteur, le choix était également assez compliqué. Il a d'abord fallu trouver le type de moteur adapté au projet. En effet, il y en a plusieurs types :

- Servomoteurs
- Moteurs à courant continu

Les moteurs à courant continu sont très économiques, mais le problème majeur pour ce type de moteur, c'est qu'ils ne peuvent pas tourner nativement des deux côtés. Ils sont pourvus de deux bornes ; si on place le + de l'alimentation sur une, et le - sur l'autre, le moteur tournera dans un sens. Pour le faire tourner dans l'autre sens, il faut inverser la polarité (les deux bornes). Le moteur à courant continu est donc une sérieuse option pour ce projet.



Figure 23: Servomoteur

Concernant les Servomoteurs, ils ont un atout incontournable dans notre cas. Ils peuvent gérer (via la carte Arduino) l'angle de rotation. Cette particularité va permettre de gérer plus finement le degré de rotation des moteurs ainsi que la vitesse de rotation. Les servomoteurs ont d'autres avantages, comme le poids qu'ils peuvent supporter, grâce à un réducteur (un ensemble de pignons pour diminuer la vitesse de rotation, et par la même occasion, augmenter le couple).

Pour notre projet, le choix de servomoteur a été fait selon le besoin et les fonctions dont il faut accomplir. En revanche, il s'agit d'un servomoteur commandant la rotation horizontale à un angle de 180°, et de type HS.

Le HS-422 est un servomoteur numérique puissant pour un couple et une vitesse élevés équipés de pignons nylon pour une résistance "tout terrain". Le HS-422 est le choix des modélistes recherchant un servomoteur performant et de rendement élevé à prix abordable.

L'axe de sortie est sur un roulement à bille assurant la précision et la longévité.

Livré avec les équerres en plastique pour une fixation à plat aisée.

PROJET DE FIN D'ETUDES

Caractéristiques techniques:

- Moteur : 3 pôles
- Vitesse: 0,21sec/60° (4,8V) - 0,16sec/60° (6.0V)
- Couple: 3,3kg.cm (4,8V) - 4,1kg.cm (6.0V)
- Dimensions: 40.6x19.8x36.6mm
- Poids: 45.5g

-Pignons: **nylon**



Figure 24: Composante servomoteur

Brochage de la carte Arduino et du servomoteur :

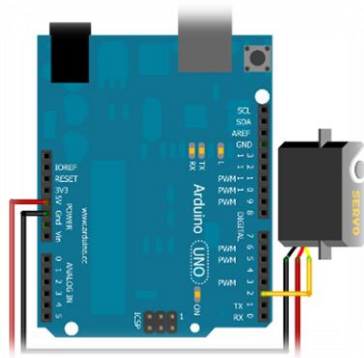


Figure 25: Brochage de la carte Arduino et du servomoteur

5.2. Etude mécanique :

Selon notre choix de servomoteur et ses caractéristiques, on a pensé de faire une conception de mécanisme de rotation qui s'adapte avec-il, à condition qu'il ne faut pas que l'axe de rotation applique des efforts sur le servomoteur.

5.2.1. Le concept proposé :

L'idée de notre concept est très simple, en utilisant le matériau composite, les efforts appliqués par l'antenne sont facilement absorbés par le matériau. C'est pour cela qu'on a engendré deux roulements de notre choix comme obstacle entre l'axe et la coque en composite.

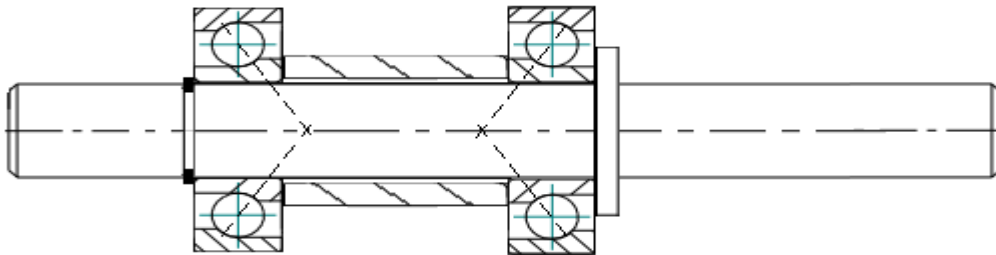


Figure 26:Axe de rotation

5.2.2. Choix des roulements :

L'objectif principal d'un roulement est de remplacer le frottement de glissement par le frottement de roulement (qui est plus faible) afin de diminuer les pertes énergétiques.

- Matériaux :

Le matériau le plus utilisé pour les bagues et les éléments roulants est l'acier 100 Cr 6 / 100 C 6 (Acier faiblement allié, 1% de carbone, 1,5% de chrome) est relativement dur pour pouvoir encaisser les efforts localisés au niveau du contact éléments roulants / bagues.

- Types de roulements :

Pour notre cas de mécanisme, un arbre tournant à 45 tr/min est supporté par deux roulements, le plus sollicité est soumis aux conditions suivantes :

- Charge :

Axial : 30N , Radial 10 N

- Le nombre d'heures d'opération désirées :

Supposant que le moteur doit travailler 5ans ,250j/ans, 6h/j

- Fiabilité : 90%

PROJET DE FIN D'ETUDES

La figure ci-contre est utilisée avec $F_a/F_r=3$, elle indique, pour ce qui est de ce chargement, qu'un **roulement à une rangée de billes à contact oblique** est le plus adéquat.

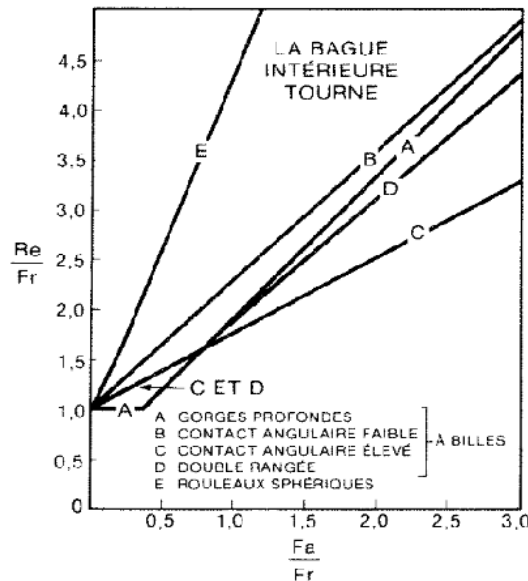


Figure 27:Types des roulements

Ces roulements supportent des charges axiales relativement élevées dans un seul sens, ou des charges axiales et radiales combinées.

Ces roulements sont habituellement utilisés par paires montés en opposition .la position axial de l'arbre est déterminée par les deux roulements .les conditions de montage obéissent à des règles particulières.

Le type de montage dans notre cas est en **X** puis qu'il est habituellement utilisé dans le cas d'un arbre tournant.

- Calcul de charge dynamique.

Calculons la charge dynamique par l'expression donnée par ;

$$C = P * \left[\frac{Nd * H10 * 3}{100 * 500} \right]^{\frac{1}{a}}$$

a : Constante qui dépend du type des roulements

$$\left\{ \begin{array}{l} a=3 \text{ pour les roulements à billes} \\ a=10/3 \text{ pour les roulements à rouleaux} \end{array} \right.$$

PROJET DE FIN D'ETUDES

H_{10} : Le nombre d'heures d'opération désirées a une fiabilité de 90%

N_a : La vitesse de rotation désirée d'une des parties du roulement

P : la charge radiale équivalent avec : $F_a/F_r=3 > (e= 1,14)$

$X=0,35$ et $Y=0,57$ voir fig. 28

| roulements à contact oblique | | | | | | | | | |
|------------------------------|------|---|---|--------------------------|------|---|------|--------------------------|------|
| α degrés | e | roulements à une rangée et roulements en tandem (duplex T) | | | | roulements à deux rangées et duplex en X et en O | | | |
| | | si $\frac{F_a}{F_r} \leq e$ | | si $\frac{F_a}{F_r} > e$ | | si $\frac{F_a}{F_r} \leq e$ | | si $\frac{F_a}{F_r} > e$ | |
| | | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y |
| 20 | 0,57 | 1 | 0 | 0,43 | 1,00 | 1,0 | 1,09 | 0,70 | 1,63 |
| 25 | 0,68 | 1 | 0 | 0,41 | 0,87 | 1,0 | 0,92 | 0,67 | 1,41 |
| 30 | 0,80 | 1 | 0 | 0,39 | 0,76 | 1,0 | 0,78 | 0,63 | 1,24 |
| 35 | 0,95 | 1 | 0 | 0,37 | 0,66 | 1,0 | 0,66 | 0,60 | 1,07 |
| 40 | 1,14 | 1 | 0 | 0,35 | 0,57 | 1,0 | 0,55 | 0,57 | 0,93 |
| 45 | 1,33 | 1 | 0 | 0,33 | 0,50 | 1,0 | 0,47 | 0,51 | 0,81 |

Figure 28: Roulements à contact oblique

X, Y et e sont des coefficients de roulement

$$P = X F_r + Y F_a$$

F_a ; Force axial
 F_r : Force radial

$$P = X F_r + Y F_a = 20,6 \text{ N}$$

Supposant que le moteur doit travailler 5ans ,250j/ans, 6h/j

- H_{10} sera, $H_{10}=5*250*6=7500$
- $a=3$ pour les roulements à billes
- $N_d = 45 \text{ tr/min}$
- $P=20.6 \text{ N}$

Alors

$$C = P * \left[\frac{N_d * H_{10} * 3}{100 * 500} \right]^{\frac{1}{a}}$$

PROJET DE FIN D'ETUDES

Donc

$$C = 20,6 * \left[\frac{45 * 7500 * 3}{100 * 500} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$C = 56,15 N$$

Dans le sens de construire et valider le prototype, on choisit le roulement à une rangée de billes à contact oblique ayant les dimensionnements d'encombrement suivant ;

D=35 mm, d=15 mm, B =11 mm

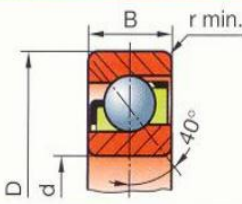
| Roulements à une rangée de billes à contact oblique | | | | | | |  | | | | | | |
|---|----|----|-----|---------------------|--------|-------------------|--|-----|----|-----|--------|--------|--------|
| d | D | B | r | C ₀ N | C N | n max.* tr/min | | | | | | | |
| 10 | 39 | 9 | 0,6 | 3 350 | 7 020 | 28 000 | | | | | | | |
| 12 | 32 | 10 | 0,6 | 3 800 | 7 610 | 26 000 | | | | | | | |
| 12 | 37 | 12 | 1 | 5 000 | 10 600 | 24 000 | | | | | | | |
| 15 | 35 | 11 | 0,6 | 4 800 | 8 840 | 24 000 | 30 | 72 | 19 | 1,1 | 21 200 | 34 500 | 11 000 |
| 15 | 42 | 13 | 1 | 6 700 | 13 000 | 20 000 | 35 | 72 | 17 | 1,1 | 20 800 | 30 700 | 11 000 |
| 17 | 40 | 12 | 0,6 | 6 100 | 11 100 | 20 000 | 35 | 80 | 21 | 1 | 24 500 | 39 000 | 10 000 |
| 17 | 47 | 14 | 1 | 8 300 | 15 900 | 18 000 | 40 | 80 | 18 | 1,1 | 26 000 | 36 400 | 9 500 |
| 20 | 47 | 14 | 1 | 8 300 | 14 000 | 17 000 | 40 | 90 | 23 | 1,5 | 33 500 | 49 400 | 9 000 |
| 20 | 52 | 15 | 1,1 | 10 400 | 19 000 | 16 000 | 45 | 85 | 19 | 1,1 | 28 000 | 37 500 | 9 000 |
| 25 | 52 | 15 | 1 | 10 200 | 15 600 | 10 000 | 45 | 100 | 25 | 1,5 | 41 500 | 60 500 | 8 000 |
| 25 | 62 | 17 | 1,1 | 15 600 | 25 000 | 13 000 | 50 | 90 | 20 | 1,1 | 30 500 | 39 000 | 8 000 |
| 30 | 62 | 16 | 1 | 15 600 | 23 800 | 12 000 | 50 | 110 | 27 | 2 | 51 000 | 74 100 | 7 000 |

Figure 29: Choix des roulements

6. La programmation :

La programmation est un code qui va dicter des ordres au microcontrôleur, on la télécharge dans ce dernier pour qu'il puisse suivre les consignes dictées par le programme. Pour ce faire on utilise un logiciel nommé Arduino qui peut vérifier et compiler plusieurs programmes, l'avantage est de pouvoir vérifier le programme édité avant de le compiler vers le microcontrôleur.

Ce programme est codé en langage C, c'est un langage de programmation impératif pour la carte. Son avantage est qu'il intègre des fonctions préinstallées dans une seule ligne de code grâce à des bibliothèques.

Dans notre programme nous n'utilisons la bibliothèque SERVO qui regroupe un grand nombre de fonctions permettant de contrôler le servomoteur.

PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour inclure la librairie Servo dans un programme, on ajoutera au début du programme la ligne suivante :

```
#include <Servo.h>
```

Dans notre programme nous utiliserons les Fonctions suivantes de la bibliothèque Servo :

attach() :Attache un objet de type Servo à une broche de la carte Arduino.

write() :Envoie une valeur vers le servomoteur pour contrôler son l'axe de rotation.(Voir [ANNEXE 4](#))

6.1. Principe de Programmation :

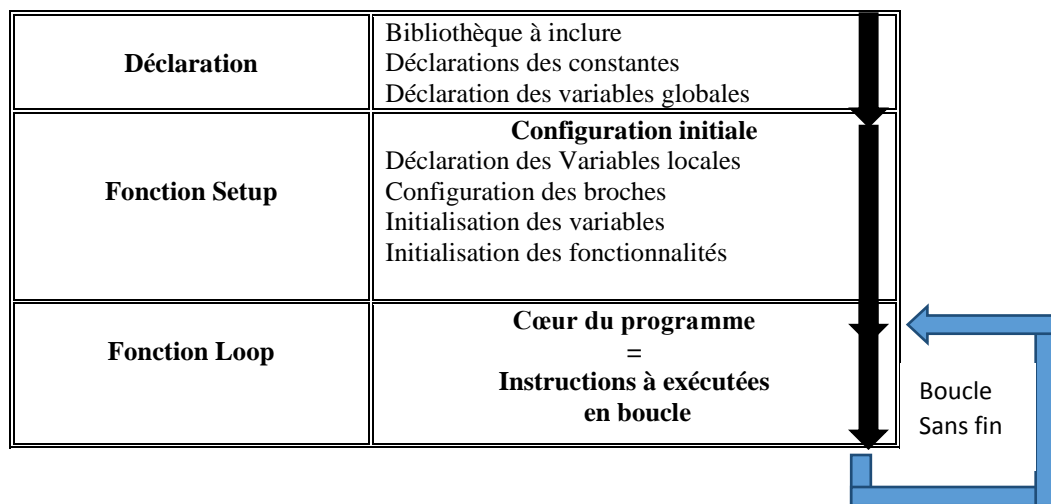


Figure 30:Principe de Programmation

6.2. Organigramme de la Carte ARDUINO :

PROJET DE FIN D'ETUDES

Organigramme de la Carte ARDUINO

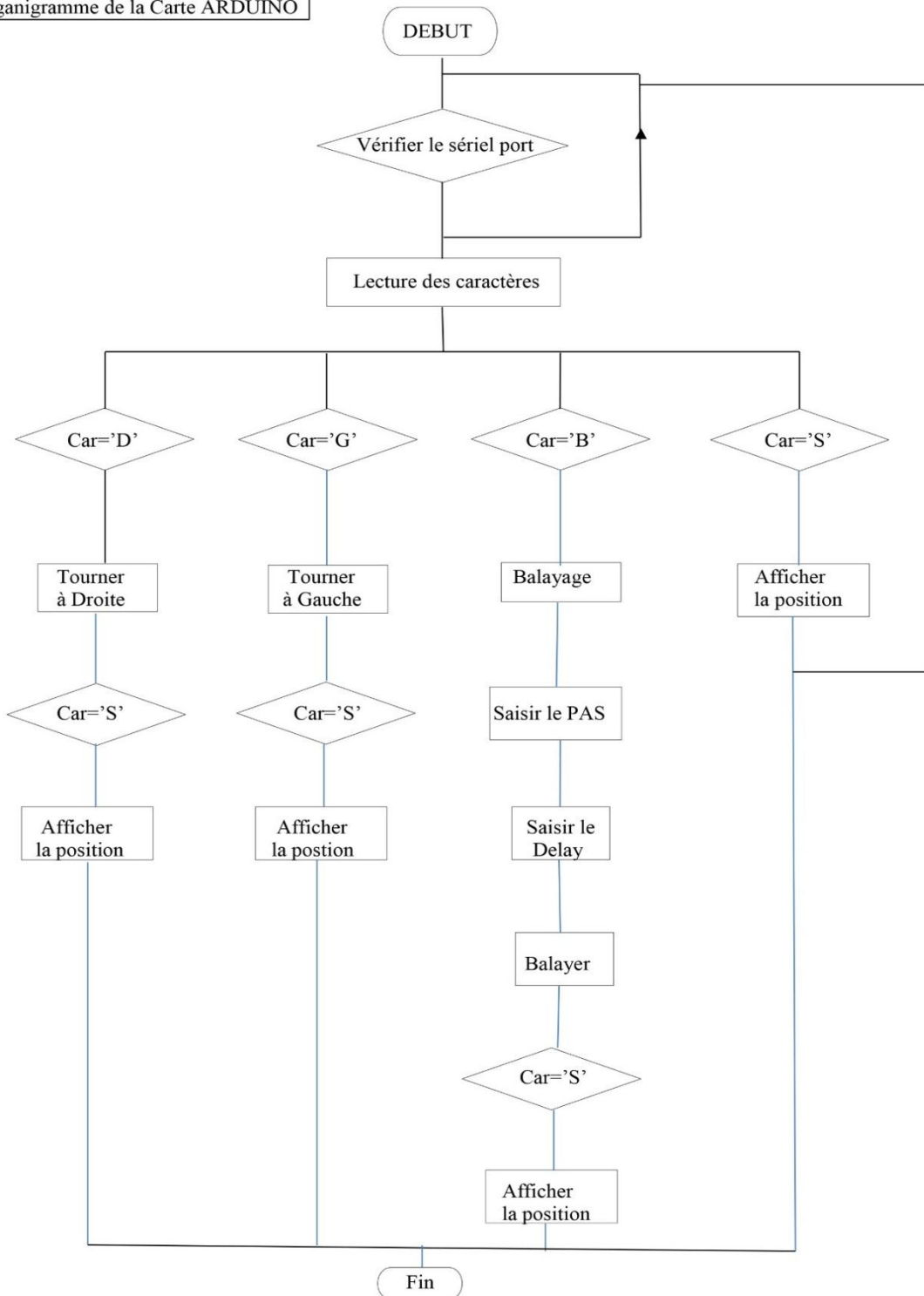


Figure 31: Organigramme Arduino

7. Conception de la coque rotative :

7.1. Conception assistée par ordinateur (CAO) :

La conception assistée par ordinateur comprend l'ensemble des logiciels et des techniques de modélisation géométrique permettant de concevoir, de tester virtuellement et de réaliser des produits manufacturés et les outils pour les fabriquer.

Concernant le logiciel de conception, nous avons opté pour CATIA. Ce logiciel de CAO 3D créé par la société Dassault Systèmes. C'est un logiciel qui regroupe plusieurs modules tels que

l'Analyse & Simulation, l'Infrastructure, l'Usinage, etc. Chaque module comportant différents ateliers. CATIA offre un jeu d'outils convivial pour la conception mécanique, la documentation et la simulation de produits en 3D. Par ailleurs, la solution proposée dessiner sur CATIA, aide à concevoir et à valider notre produit avant sa construction afin d'avoir un résultat de meilleure qualité.

a. La solution proposée :

Afin de procurer une coque assurant la rotation des antennes RFID, l'équipe du travail a contacté un fournisseur qui avait proposé une coque à 1000euros, pour une raison d'optimisation et vu la possibilité de concevoir une coque permettant la rotation à un prix plus abordable, nous avons décidé de concevoir et fabriquer la pièce en se servant des produits disponibles dans l'entreprise et de son procédés de fabrication.

L'étude des hypothèses du travail et des dimensions des matériels disponibles, était à la base du dimensionnement de la coque, la solution proposée est constituée de trois différentes pièces:

- Un boîtier en matériaux Composite, dans lequel le moteur et la carte ARDUINO seront installés
- Un arbre moteur pour fixer l'antenne du système RFID
- Un palier double pour le guidage de l'arbre en rotation. Le guidage est assuré à l'aide de deux roulements récupérés du service maintenance.

Le servomoteur disponible, pour le prototypage, ayant une dimension faible risque d'être influencé par le poids de l'antenne et une charge élevée peut entraîner un dysfonctionnement de la partie rotative, pour gérer ce risque, l'équipe du travail a opté pour une solution

PROJET DE FIN D'ETUDES

technique simple afin de diminuer la charge appliqué sur le moteur et donc optimiser sa puissance et assurer son fonctionnement. La solution est liée à la géométrie de l'arbre, comme sera montré dans le dessin sur CATIA, il s'agit de concevoir une quatrième pièce :

- Une pièce métallique, collée sur la face supérieure du boîtier, afin de supporter une partie importante de la charge et après laquelle le diamètre de l'arbre sera réduit (le dessin illustre mieux la solution).

b. Conception sur CATIA de la solution proposée :

Les différentes composantes de la coque sont montrées sur les figures suivantes (Voir [ANNEXE 3](#))

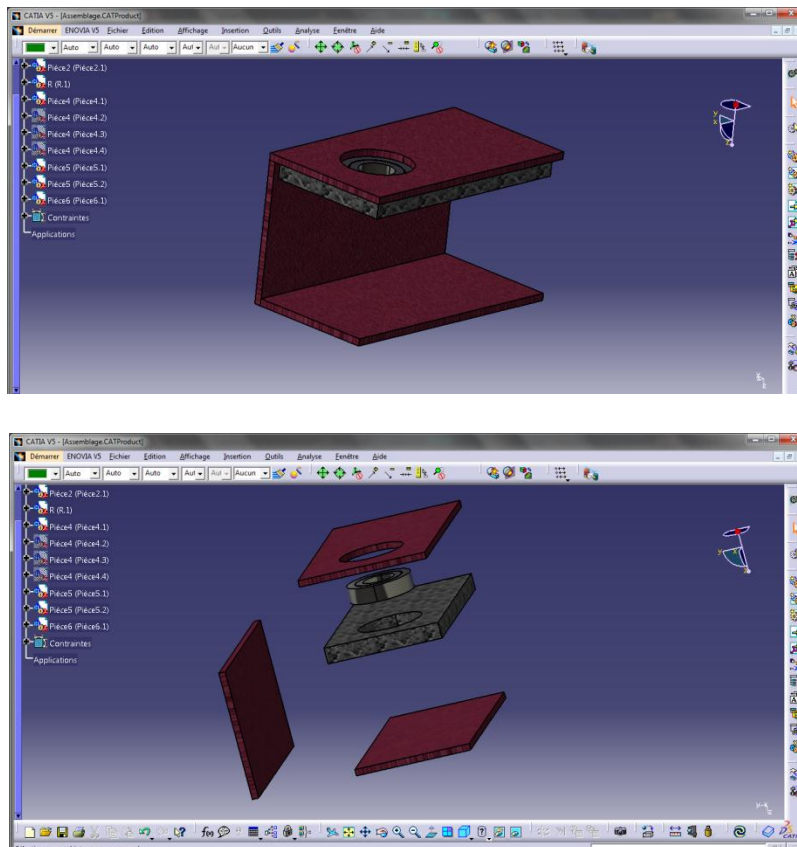


Figure 32: le boîtier assemblé à la pièce métallique

L'ensemble de la pièce est simulé comme suit :

PROJET DE FIN D'ETUDES

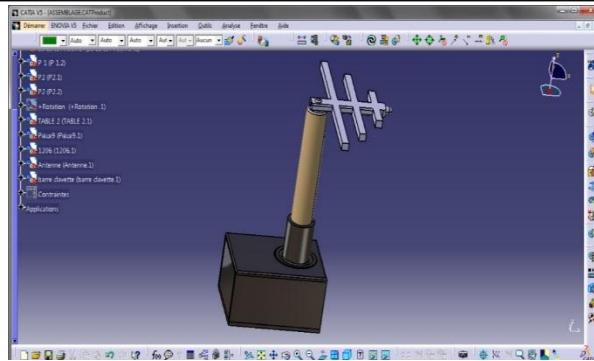


Figure 33:Prototype 3D

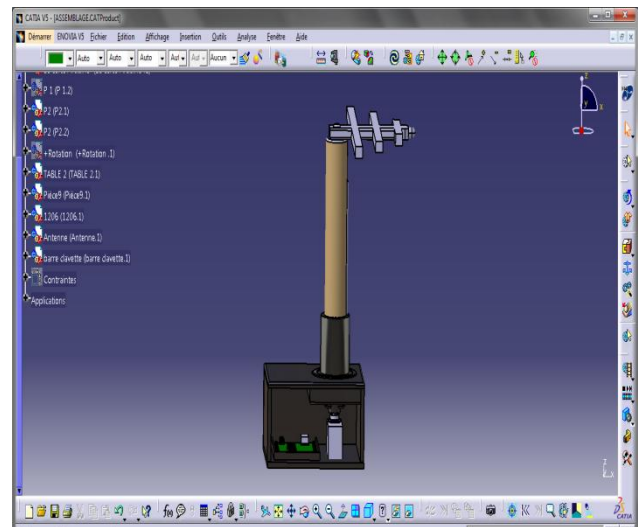
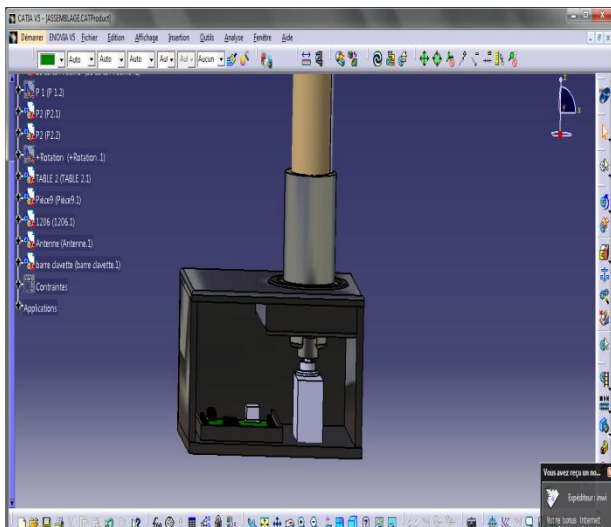


Figure 34:la disposition du moteur et ARDUINO dans la coque

La prochaine étape est celle de la réalisation de cette pièce tout en suivant le processus de fabrication de l'entreprise.

8. Fabrication de la coque :

8.1. Processus de fabrication des pièces composites :

La fabrication des pièces composites est caractérisée par un double flux : un flux de matière liée à un flux d'outillage sur lequel seront réalisées les pièces. Ce double flux, et les différentes étapes de ce cycle sont globalement représentés dans ce chapitre.

- Découpage :

Les matériaux (Tissus) sont découpés par une machine à commande numérique (LECTRA) et regroupés en palettes avant de rejoindre les postes de dépose.

PROJET DE FIN D'ETUDES



Figure 35: découpage du tissu par commande numérique

- Drapage :

La création de pièces à partir de tissus ou bandes pré-imprégnées s'effectue réellement lors de l'opération de drapage qui assure le positionnement et l'empilage des plis sur un outillage. La pièce se constitue ainsi de façon constructive par ajout de matière s'effectuant par superposition de couches successives sur l'outillage. La fabrication d'éléments en matériaux composites drapés fait appel à l'utilisation de nombreux produits auxiliaires dits d'environnement qui assurent diverses fonctions :

- Drainage,
- Film de colle,
- Bande téflon,
- Absorption de résine (pompage),
- Protection de surface,
- Séparateur,
- Etanchéité,



Figure 36: drapage dans l'usine

PROJET DE FIN D'ETUDES

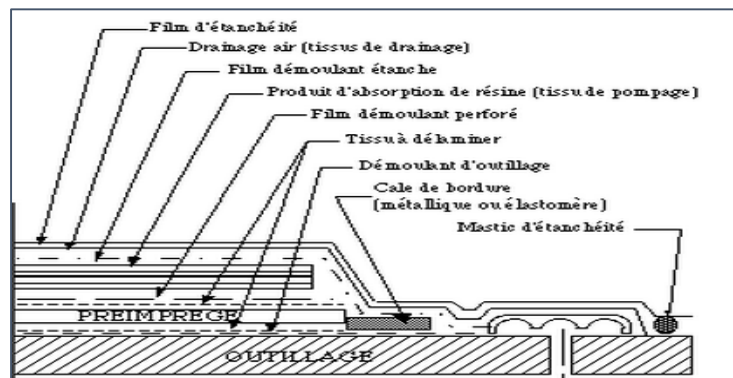


Figure 37: Les couches en composites

Pour mieux démouler la pièce, un tissu, appelé démoulant d'outillage est placé entre la pièce et l'outillage. Lorsque les découpes ont été posées sur l'outillage, la pièce est placée sous vide à l'aide de vessies (Pipe), afin que la pression atmosphérique permette de compacter les différentes couches entre elles.

Pour pouvoir faire correctement le vide, il est nécessaire d'interposer un tissu de drainage entre la pièce et la vessie, et de poser un joint d'étanchéité entre la vessie et l'outillage. Il est également nécessaire de placer un séparateur (film démoulant) entre le pré imprégné (pièce) et le film d'étanchéité (vessie). Enfin, à fin d'absorber les excédents de résine on utilise des tissus de pompage.

L'ensemble de ces opérations réalisées traditionnellement de façon manuelle, donne une importante valeur ajoutée à la pièce et induit des risques de défauts qui deviennent très coûteux dans un contexte industriel.

- Montage Cuisant (Fermeture du moule) :

La réalisation du sac à vide est une opération essentielle pour l'obtention d'un composite de qualité

- Divers films et feutres techniques sont utilisés pour sa réalisation
- Certains sont optionnels en fonction du type de pré- imprégné utilisé
- Ils permettent de contrôler le flot de résine et le fini de surface de la pièce

PROJET DE FIN D'ETUDES

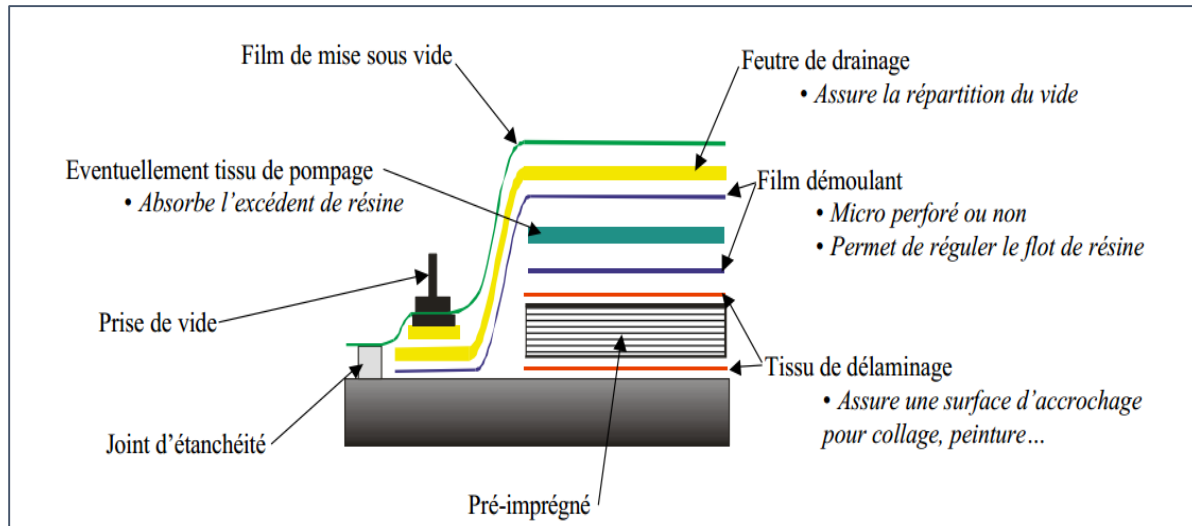


Figure 38: Réalisation du sac à vide

Contrôle cuisson

- ✓ Après chaque cuisson les courbes devront être contrôlées avec les calques de vérification systématiquement.
- ✓ Ne pas libérer les pièces au démoulage qu'après la validation du cycle de cuisson.
- ✓ En cas de problème dans la cuisson (Fuite...) une demande doit être faite pour assurer la traçabilité.

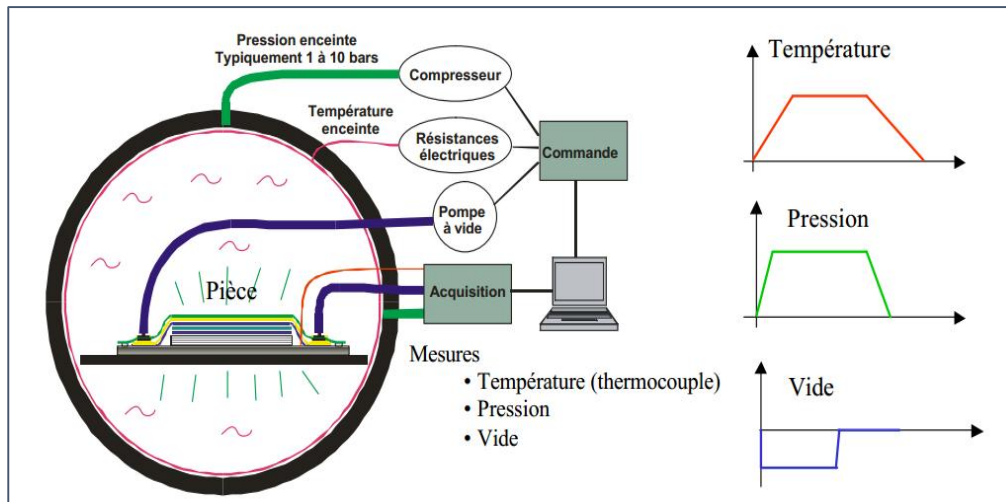
- Polymérisation (Procédé autoclave)

Après l'étape de dépose, la pièce a acquis sa forme, mais elle n'est encore qu'un empilage de couches sans aucune réelle cohésion, et encore uniquement maintenue par l'outillage. C'est la phase de polymérisation qui va donner à la pièce toute sa rigidité et ses caractéristiques mécaniques définitives.

Pour cela, les pièces sont placées dans un autoclave, où elles vont subir une cuisson suivant un cycle de pression et de température très précis.

- Pièce sous sac à vide; pression de compactage dans l'enceinte
- Cycle de polymérisation asservie sur la température de la pièce (mesurée par des thermocouples fixés à l'intérieur de l'autoclave)
- Pompage pour évacuer l'air emprisonné entre les couches et les volatiles

PROJET DE FIN D'ETUDES



- Démoulage

Une fois la polymérisation effectuée, il reste à démouler la pièce. Le moule devra être nettoyé et reconditionné pour pouvoir être de nouveau réutilisé.

- Travaux optionnels

La pièce quant à elle doit encore subir diverses opérations de finition telles que : perçage, détournage, ponçage etc...

Une dernière étape de contrôle permet de vérifier que la pièce réalisée correspond bien aux spécifications et ne présente pas de défauts structurels.

9. Réalisation du boîtier en Matériaux Composite :

La réalisation de la coque s'est déroulé suivant le procédé général de la fabrication de l'entreprise, et la figure suivante résumé le processus :

PROJET DE FIN D'ETUDES

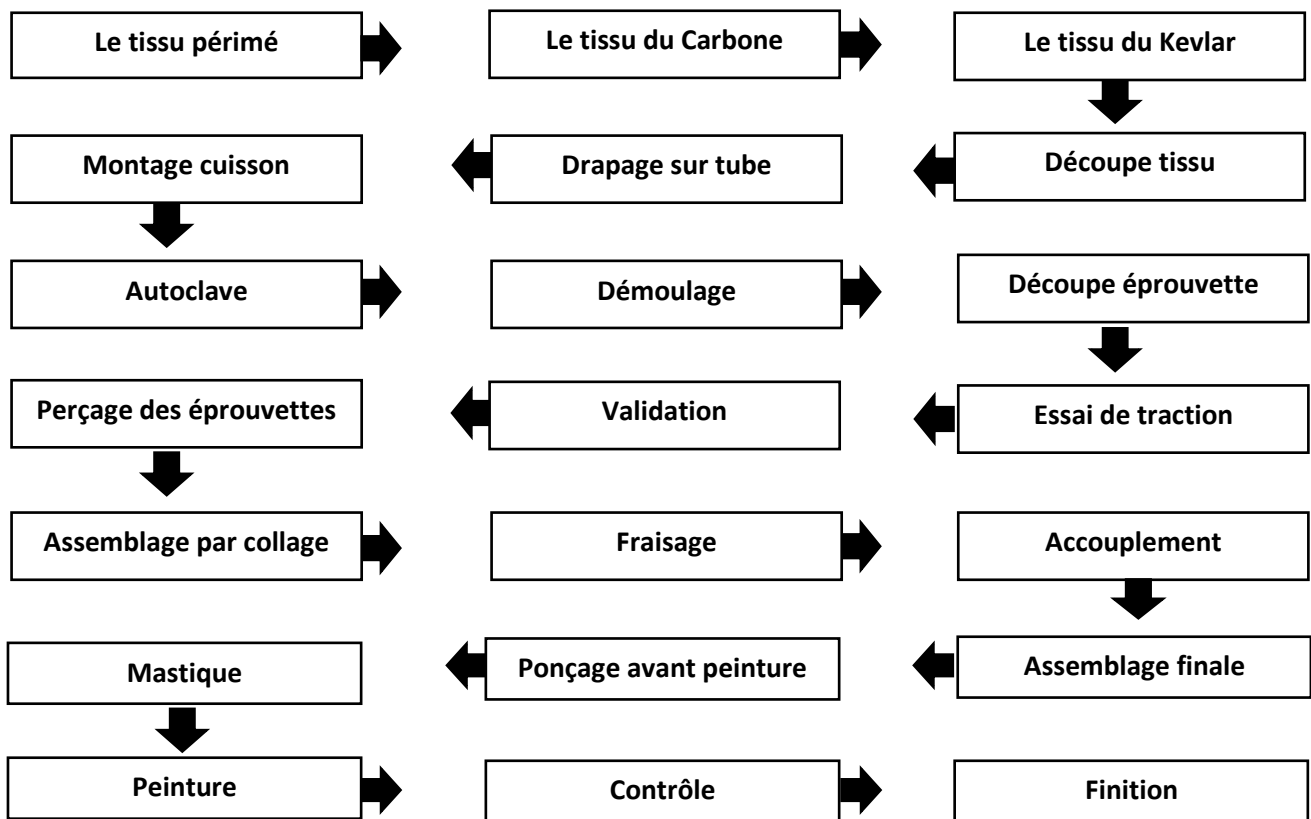


Figure 40 : les étapes de fabrication de la pièce

La pièce finale :



Figure 41 : la pièce finale après fabrication

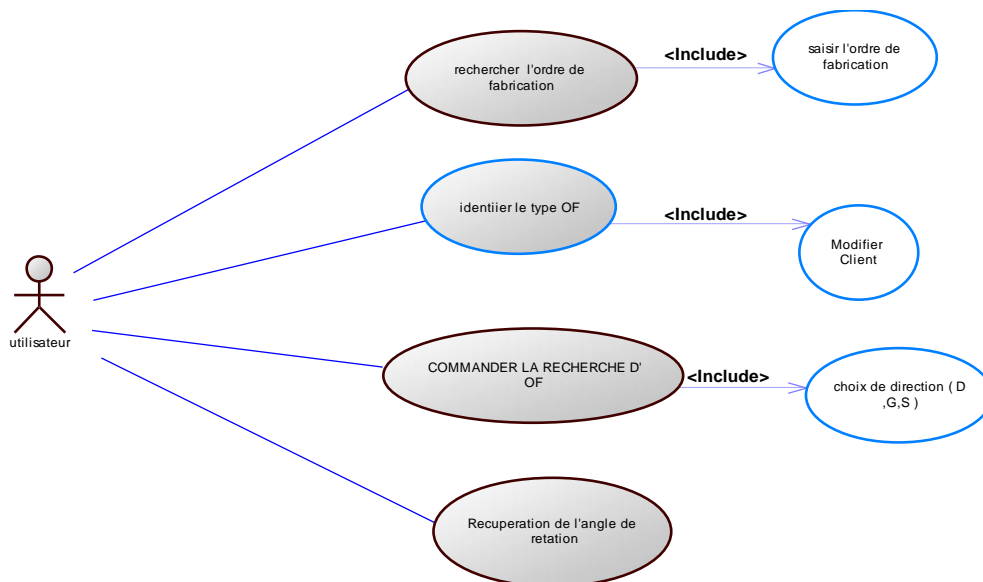
10. Conception de l'interface graphique :

Le système étant complètement conçu et choisi ne peut fonctionner qu'après intervention de l'utilisateur, pour ce faire la communication entre le système et l'opérateur sera possible en réalisant une interface JAVA.

Après le choix du système ainsi que la conception et la réalisation du coque rotatif et sa programmation, le but de cette partie est de collecter les informations du système RFID et la coque, pour revenir à l'étape d'expression des besoins et d'élaborer une spécification des exigences logicielles.

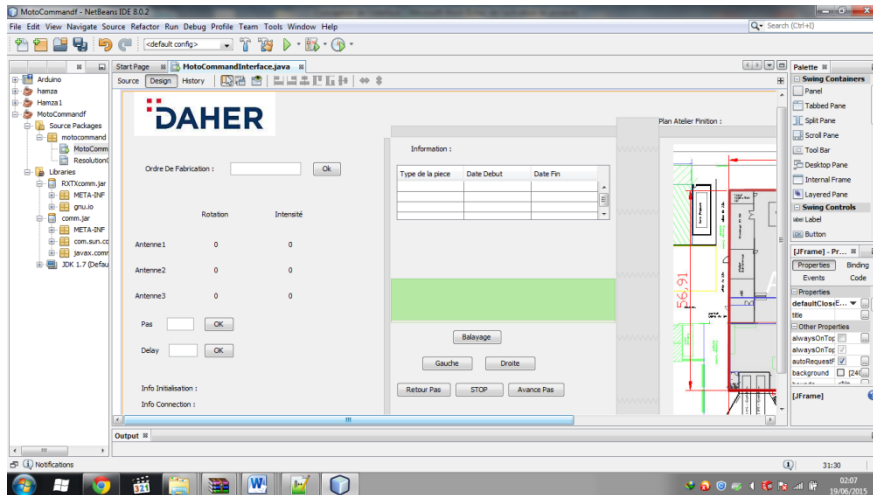
10.1. Diagrammes de cas d'utilisation :

Le diagramme de cas d'utilisations est une vue statique qui montre les fonctionnalités d'un système. Ces cas d'utilisations menent en œuvre les acteurs du système dans leurs relations.



➤ **Démonstration :**

PROJET DE FIN D'ETUDES



Conclusion :

La partie mécatronique du projet était réussie, sa fabrication et sa programmation étaient validés par le groupe de travail, de ce fait on a respecté le cahier de charge de l'entreprise et réalisé les fonctions de base du système d'identification.

Conclusion et perspectives

Au terme de ce travail, mon projet de fin d'études a été en tout point une expérience bénéfique et très enrichissante. En effet, ce stage m'a permis non seulement d'approfondir mes connaissances mais aussi d'acquérir une expérience extrêmement valorisante d'un point de vue personnel et professionnel.

Ce travail a été présenté en deux parties essentielles, la première a été consacrée au cadre général du projet par le biais d'une présentation de la société, une définition de la problématique et le planning du projet. Par la suite, on a présenté la partie conceptuelle incluant l'analyse fonctionnelle et le cahier de charges fonctionnelle. Puis la deuxième partie a été réservée à la conception détaillée du système d'identification rapide. Cette dernière est constitué de deux grandes parties, une partie pour le système RFID où nous avons défini le système et ses applications et par la suite nous avons choisi le système compatible aux conditions et aux contraintes de l'entreprise et du secteur d'activité. La deuxième partie est la partie électromécanique qui a pour objectif d'assurer la rotation du système des antennes, et donc de permettre une identification plus précise et rapide. La coque rotative était conçue sur CATIA et réalisée suivant le procédés de fabrication de l'entreprise d'accueil, et la partie électromécanique a été réalisé à l'aide d'un servomoteur et d'une carte ARDUINO.

Ce stage de fin d'étude est une expérience intéressante tant sur le plan scientifique et technique que sur le plan relationnel. Ce projet a donc constitué une étape importante dans le processus de ma formation d'ingénieur ; et une conception améliorée et mieux adaptée du système RFID. C'est en quelque sorte le tremplin vers la vie professionnelle.

Bibliographie

- [1] : Dominique Paret, RFID en Ultra et Super Hautes Fréquences, Dunod.2008
[2] : Olivier Liechti, RFID: Middleware et intégration avec le système d'information
[3] : Jean Pierre HAUET, L'IDENTIFICATION PAR RADIOFREQUENCE (RFID)
[4] : Documentations Fournisseur (ELA Innovation)
[5] : Documentations Fournisseur (AXEM Technologie)
[6] : Cours MR ABOUTAJEDDINE AHMED, Professeur en département génie mécanique à la FST de Fès «Conception en ingénierie, l'innovation en entreprise »

Webographie

- [7] : www.atelier.net/
[8] : www.frequentiel.com/
[9] : www.rfid.comprendrechoisir.com/

ANNEXES

PROJET DE FIN D'ETUDES

ANNEXE 1 : Contacte Fournisseur

Fournisseur : ELA

Tag RFID active

- Nom : **COIN ID**
Réf : **IDF1034**



Spécifications techniques

| | |
|--|---|
| Portée | jusqu'à 80m (champ libre) |
| Autonomie | jusqu'à 10 ans (en fonction des paramètres) |
| Fréquence | 433.92 MHz |
| Température d'utilisation | -30°C à +70°C |
| Puissance | 1.6 2W à 3 m (433Mhz) |
| Boîtier(Dimension) | D=36mm base – hauteur 10mm – étanche – Delrin- 2 trous pour fixation D= 3 mm entraxe 32 mm - poids 11 g |
| Mémoire de stockage (lecture/écriture) | 16/24 bit (100 caractères) lecture/écriture |
| Batterie | 3 VDC –CR2032 Batterie interne |
| IP (Indice de Protection) | 68 |

- Nom : **ITEMS IR**
Réf : **IDF0431**



Spécifications techniques

| | |
|--|--|
| Portée | jusqu'à 150m |
| Autonomie | jusqu'à 10 ans (en fonction des paramètres) |
| Fréquence | 433.92 MHz |
| Température d'utilisation | -50°C à +80°C |
| Puissance | 1.6 2W à 3 m (433Mhz) |
| Boîtier(Dimension) | ABS 80x34x28 mm – 2 trous de fixation D= 4mm, entraxe 66mm, poids 40 g |
| Mémoire de stockage (lecture/écriture) | 16/24 bit (100 caractères) lecture/écriture |
| Batterie | 3.6 VDC |
| IP (Indice de Protection) | ----- |

PROJET DE FIN D'ETUDES

- Nom : **SLIM ID**
Réf : **IDF0348**



Spécifications techniques

| | |
|---|---|
| Portée | jusqu'à 60m (en champ libre) |
| Autonomie | jusqu'à 7 ans (en fonction des paramètres) |
| Fréquence | 433.92 MHz |
| Température d'utilisation | -20°C à +55°C |
| Puissance | 1.6 2W à 3 m (433Mhz) |
| Boîtier(Dimension) | 56 x 30.6 x 2.4 mm – 2 trous fixation D= 4mm, entraxe 43 mm – poids 40 g – dos adhésif haute performance – ABS noir |
| Mémoire de stockage (lecture/écriture) | 16/24 bit (100 caractères) lecture/écriture |
| Batterie | 3 VDC |
| IP (Indice de Protection) | ----- |

- Nom : **THINLINE IR**
Réf : **IDP0231**

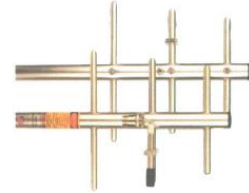


Spécifications techniques

| | |
|---|--|
| Portée | jusqu'à 80m (champ libre) |
| Autonomie | jusqu'à 10 ans (en fonction des paramètres) |
| Fréquence | 433.92 MHz |
| Température d'utilisation | -30°C à +70°C |
| Puissance | 1.6 2W à 3 m (433Mhz) |
| Boîtier(Dimension) | 54 x 33 x 5 mm – ABS blanc – encoche porte clé |
| Mémoire de stockage (lecture/écriture) | 16/24 bit (100 caractères) lecture/écriture |
| Batterie | 3 VDC –Pile CR2032 remplaçable |
| IP (Indice de Protection) | ----- |

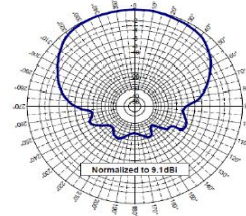
Antenne 433MHz

➤ Nom : **AY71**
Réf : **ACIOM45**



Spécifications techniques

| | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Taille | Corps 52 cm .Eléments 35 cm |
| Fréquence | 433MHz (directionnelle) |
| Gain | 7.1 dBi |
| Impédance | 50 OHM |
| Matériau de l'antenne | Aluminium |
| Diagramme de rayonnement | |

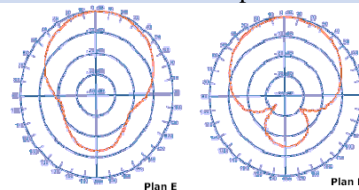


➤ Nom : **SLENDER I**
Réf : **ACIOM05**



Spécifications techniques

| | |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| Dimensions | 300 x 300 x50 mm |
| Fréquence | 425 à 445 MHz |
| Gain | 8.0 dBi |
| Impédance | 50 OHM |
| Matériau de l'antenne | Boîtier aluminium +capot abs anti UV |
| Diagramme de rayonnement | |



| | |
|-------------------------------|--|
| Poids | 1.5 Kg |
| Angle ouverture à -3dB | Plan E : 2 x 38.2° Plan H : 2 x 41.2° |

Lecteur RFID Active

➤ Nom : **SCIEL READER R**
Réf : **SCIBT27**



Spécifications techniques

| | |
|--------------------------------|--|
| Tension d'alimentation externe | 12 VDC |
| Fréquence | 433,92 MHz |
| Distance détection indicative | Ajustable jusqu'à 100m (champ libre) |
| Température d'utilisation | -40°C à +70°C |
| Boîtier | Aluminium peint : 95 x 54 x 35 mm - IP65 Etanche |
| logiciel de configuration | ERM |

➤ Nom : **SCIEL READER Lite**
Réf : **SCIBT22**



Spécifications techniques

| | |
|--------------------------------|----------------------|
| Tension d'alimentation externe | 10-26VDC |
| Fréquence | 433,92 MHz |
| Distance détection indicative | 80m |
| Température d'utilisation | -40°C to +70°C |
| Boîtier | ABS: 96 x 40 x 20 mm |
| logiciel de configuration | ERM |

SCIEL READER IP2 (868MHz)

THINLINE H (868MHz)

Les caractéristiques sont équivalentes aux produits en 433MHz.

La principale différence réside dans le tag THINLINE H qui offre une portée légèrement supérieure, à environ 100m en champ libre, avec néanmoins une autonomie 2 fois moins importante.

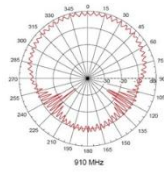
Par exemple, pour un cycle d'émission de 10 secondes, le THINLINE IR (433MHz) aura une autonomie de plus de 8 années, alors que le tag THINLINE H (868MHz) n'offrira que 4 années d'autonomie.

PROJET DE FIN D'ETUDES

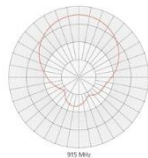
Fournisseur : ATLAS RFID

Antenne



| Spécifications techniques | |
|---------------------------|---|
| Dimensions | 5.2 x 5.2 x 0.71 in (132 x 132 x 18 mm) |
| Fréquence | 902-928 MHz |
| Gain | 5.5 dBi |
| Impédance | ----- |
| Matériau de l'antenne | ----- |
| Diagramme de rayonnement |  |
| Poids | 362.8 g |
| Angle ouverture à -3dB | Plan E : 100° Plan H : 100° |



| Spécifications techniques | |
|---------------------------|---|
| Dimensions | 10.2 x 10.2 x 1.32 in (259 x 259 x 33 mm) |
| Fréquence | 902-928 MHz |
| Gain | 9 dBi |
| Impédance | ----- |
| Matériau de l'antenne | ----- |
| Diagramme de rayonnement |  |

PROJET DE FIN D'ETUDES

| | |
|------------------------|----------------------------|
| Poids | 793 g |
| Angle ouverture à -3dB | Plan E :70° Plan H :70° |

Tag RFID



| Spécifications techniques | |
|--|------------------------|
| Portée | Up to 1.8 m |
| Autonomie | ----- |
| Fréquence | 865-928 MHz |
| Température d'utilisation | -5° to +55°C |
| Puissance | ----- |
| Boîtier(Dimension) | (37.5 x 12.5 x 4.5 mm) |
| Mémoire de stockage (lecture/écriture) | 96 bit |
| Batterie | ----- |
| IP (Indice de Protection) | ----- |

PROJET DE FIN D'ETUDES

Fournisseur : Proxy Tech

Tag RFID active

Nom : ZN-TAG-RUGG-ATEX



Spécifications techniques

| | |
|---|-----------------------------|
| Portée | 65 m with a special antenna |
| Autonomie | 4,5 years lifetime |
| Fréquence | 2,400..2,483 GHz |
| Température d'utilisation | -20°..70°C |
| Puissance | ----- |
| Boîtier(Dimension) | 48x62x4mm ABS IP67 |
| Mémoire de stockage (lecture/écriture) | ----- |
| Batterie | Internal battery |
| IP (Indice de Protection) | IP67 |

Nom : Z-TAG



Spécifications techniques

| | |
|---|--|
| Portée | From 1m to 25m 150 m with a special antenna |
| Autonomie | 4,5 years lifetime |
| Fréquence | 2,400..2,483 GHz |
| Température d'utilisation | -10°..65°C |
| Puissance | ----- |
| Boîtier(Dimension) | 48x62x4mm ABS |
| Mémoire de stockage (lecture/écriture) | ----- |
| Batterie | Internal battery |
| IP (Indice de Protection) | IP67 |

ANNEXE 2 : Caractéristiques recherchés

Tags :

Fréquence : 433MHz ou 868MHz
Portée : Grande portée >80
Dimension
Puissance
Diagramme de rayonnement
Batterie : Durée et la Disponibilité dans le marché
Mémoire de stockage (lecture/écriture)
Résistance à la température :

Antennes Directive:

Directivité : Diagramme rayonnement Lobe Principale, angle d'ouverture
Dimension & kit de fixation
Portée
Gain
Fréquence

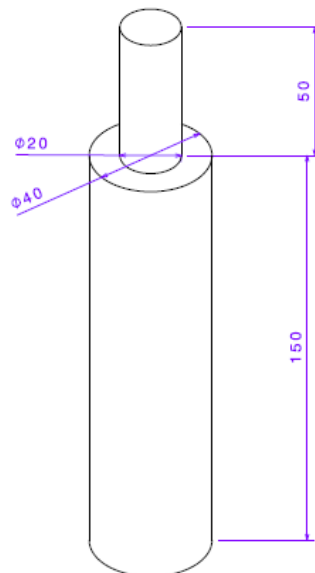
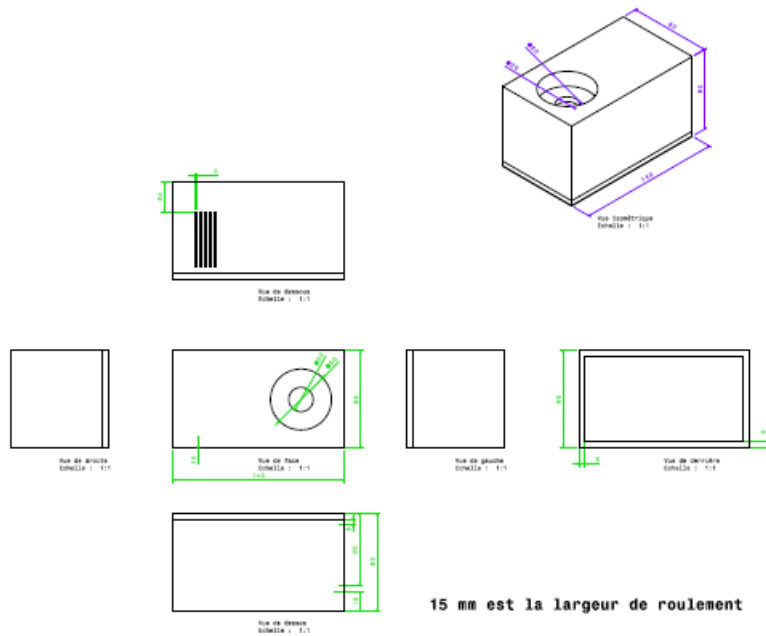
Lecteur :

Type de transmission
Temps Cycle émission

PROJET DE FIN D'ETUDES

ANNEXE 3 :Drafting de prototype

Le diamètre de 50 mm depend des diamètres des roulements .
Meme chose pour la largeur de 15 mm
20 mm est le diamètre de trou et de barre liée à l'antenne



Vue isométrique
Echelle : 1:1

PROJET DE FIN D'ETUDES

ANNEXE 4:Programme Arduino

```
#include <Servo.h>
#include<util/delay.h>
Servo myservo;
int servo_position=0;
boolean fly =false;
int servo=9;//brancher le moteur au pin 9 de carte arduino
int inputint=0;
int inputint2=0;
int c ='P';
boolean fly1= false;
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  pinMode(servo, OUTPUT);//configurer le moteur en sortie
  //Serial.println("La Connexion Avec la Carte Arduino qui Commande le Moteur est réussie");
  // initialize serial:
  myservo.attach(servo);
  myservo.write(0);
  //Serial.println("entré l'angle de rotation");
  //Serial.println(inputint);
  }
int pas() {
  // Serial.println("Pas");
  while(true){
    if(Serial.available()) {
      int inint1 =(int)Serial.parseInt();
      //int inint2 =(int)Serial.parseInt();
      Serial.println(inint1);
      //Serial.println(inint2);
      inputint= inint1;
      // inputint2= inint2;
      if(inputint>0){
        fly=true;
```

PROJET DE FIN D'ETUDES

```
// Serial.println("CONDITIOIN vérifié");
return inputint;
}}}}
int del() {
  //Serial.println("delay");
  while(true){
    if(Serial.available()) {
int inint2 =(int)Serial.parseInt();
Serial.println(inint2);
    inputint2= inint2;
    if(inputint2>0){
      fly=true;
      // Serial.println("COND vérifié");
return inputint2;}}}}
void loop(){
  // vérifier s'il y a une valeur dans le port serie lire cette valeur
  while (Serial.available() > 0)
  { // Serial.println("entré au clavier");
    int index=Serial.read(); // lire le premier caractère
    // filtrer : il doit etre une lettre minuscule ou majuscule
if(index >= 'A' && index <= 'z'){
  //Serial.println("dekhelch l switch");
  //Serial.println(inputint);
  // traitement
  switch(index){
case 'D'://envoyer D pour tourner le moteur a droit,suivi par la vitesse
          for(int i=servo_position; i <=180; i += 1) {
            Serial.println(servo_position);
            myservo.write(i);
          }
          delay(500);//changer la vitesse
          servo_position=i;//recuperer la position actuel de
          moteur
          int index2=Serial.read(); // lire le premier caractère
```

PROJET DE FIN D'ETUDES

```
        if(index2=='S')
            break;}
        myservo.write(servo_position);
// Serial.print("L'antenne s'est retourne:");
        Serial.println(servo_position);
// Serial.print("degre");
        break;
case 'X'://envoyer X pour tourner le moteur a droit,suivi par la vitesse
pas();
        del();
        if(fly==true){
            for(int i=servo_position; i <=180; i += inputint) {
                Serial.println(servo_position);
                myservo.write(i);
            }
            delay(inputint2);//changer la vitesse
            servo_position=i;//recuperer la position actuel de
            moteur
            int index4=Serial.read(); // lire le premier caractère
            if(index4=='S')
                break;}
            myservo.write(servo_position);
// Serial.print("L'antenne s'est retourne:");
            Serial.println(servo_position);
// Serial.print("degre");
            break;}
case 'E'://envoyer E pour tourner le moteur a droit,suivi par la vitesse
pas();
        del();
        c='p';
        if(fly==true){
            while(c!='S'){
                for(int i=servo_position; i <=180; i += inputint) {
                    Serial.println(servo_position);
```

PROJET DE FIN D'ETUDES

```
myservo.write(i);

delay(inputint2);//changer la vitesse
servo_position=i;//recuperer la position actuel de moteur
int index9=Serial.read(); // lire le premier caractère
c=index9;

//Serial.println(c);

if(index9=='S')

break;}

if(c!='S'){

for(int j =servo_position; j>=0; j-=inputint){

Serial.println(servo_position);

myservo.write(j);

delay(inputint2);//controler la vitesse de moteur

servo_position=j;//recuprer la valeur position actuel de

moteur

int index8=Serial.read(); // lire le premier caractère

c=index8;

if(index8=='S')

break; } } }

myservo.write(servo_position);

// Serial.print("L'antenne s'est retournée ");

Serial.println(servo_position);

// Serial.print("° ");

break;

//}

case 'G'://envoyer G pour tourner le moteur a gauche,suivi par la vitesse

for(int j =servo_position; j>=0; j-=1)

{ Serial.println(servo_position);

myservo.write(j);

delay(500);//controler la vitesse de moteur

servo_position=j;//recuprer la valeur position actuel de

moteur

int index3=Serial.read(); // lire le premier caractère
```

PROJET DE FIN D'ETUDES

```
        if(index3=='S')
            break; }

        myservo.write(servo_position);
// Serial.print("L'antenne s'est retournée ");

        Serial.println(servo_position);

        //Serial.print("° ");

        break;

    case 'Y'://envoyer Y pour tourner le moteur a gauche,suivi par la vitesse
pas();

        del();
        if(fly==true){
            for(int j =servo_position; j>=0; j--inputint)
                { Serial.println(servo_position);
                    myservo.write(j);
                }
            delay(inputint2);//controler la vitesse de moteur
            servo_position=j;//recuprer la valeur position actuel de moteur
            int index5=Serial.read(); // lire le premier caractère
            if(index5=='S')
                break; }

            myservo.write(servo_position);
// Serial.print("L'antenne s'est retournée ");

            Serial.println(servo_position);

            // Serial.print("° ");

            break;}

            case'S'://envoyer S pour arreter le moteur
                Serial.println(servo_position);//retourner la position de moteur} }

        _delay_us(1); //faire le test chaque un microseconde } }
```