

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

PAIX-TRAVAIL-PATRIE

MINISTERE DES ENSEIGNEMENTSSUPERIEUR
DELEGATION DEPARTEMENTALE DULITTORAL

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE LA COTE

REPUBLIC OF CAMEROUN

PEACE-WORK-FATHERLAND

MINISTRY OF HIGER EDUCATION
REGIONAL DELEGATION OF LITTORAL

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE LACOTE



Programmes
Internationaux
des Sciences et
Technologies de
l'Innovation



RAPPORT DE PROJET

TUTEURE

pour l'obtention du Diplôme de

LICENCE INGENIEUR GENERALISTE

Etude et conception d'une main robotisée contrôlée à distance par un gant

Présenté par :

| | |
|------------------------|---------------|
| FODOUOP FODOUOP Nathan | IUC20E0055677 |
| KENGNE Lucile Gaëlle | IUC20E0054537 |
| NGON Vinny Juniors | IUC20E0055427 |

Sous l'encadrement :

| | | | |
|----|----------------------------|-------------|-----|
| M. | TCHUEGUEM NEMBOT PAULIN | <i>Prof</i> | IUC |
| M. | NDJOU MOU JULES | <i>Prof</i> | IUC |

Année universitaire 2022-2023

DEDICACE

A NOS FAMILLES

Remerciements

Nous profitons par le biais de ce rapport, pour exprimer nos vifs remerciements à toute personne contribuant de près ou de loin à l'élaboration de cet humble travail.

Nous rendons grâce tout d'abord à **DIEU** sans qui tout cela n'aurait jamais été possible, pour ce nouveau souffle de vie qu'il nous accorde.

Nous tenons à remercier tout spécialement notre encadreur, pour sa présence, ses conseils et son accompagnement tout au long du projet.

Un merci bien particulier adressé également à **M. Guimezap Paul**, notre Fondateur pour sa discipline qui nous a infligées tout au long de l'année.

Nous voudrions remercier également nos Professeurs et spécialement **M. NDJOUNMOU JULES** et **M. TCHUEGUEM NEMBOT PAULIN**, nos encadreurs, pour leur importante collaboration dans la réalisation de notre projet, leur grande présence, leurs conseils et directives et leur disponibilité.

De plus nous avons tenu à remercier toute notre famille pour la confiance, le soutien moral et financier qu'elle nous a vouée à chaque stade de nos études.

Nous terminons cette page en remerciant tous nos amis qui nous ont apportés leur soutien au projet en tant qu'intervenant ou en tant que participant et qu'ainsi tous les participants à ce projet trouvent ici l'expression de notre totale reconnaissance.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE 1 ETAT DE L'ART

CHAPITRE 2 CAHIER DE CHARGE

CHAPITRE 3 ANATOMIE DE LA MAIN ET PROTOTYPE DU GANT

CHAPITRE 4 CONCEPTION DU PROTOTYPE

CONCLUSION

Liste des figures

| | |
|---|----|
| FIGURE 1 : CLEPSYDRE | V |
| FIGURE 2 : LE CANARD DIGERATEUR | 3 |
| FIGURE 3 : PREMIERE MAIN ROBOTIQUE | 3 |
| FIGURE 4 : MAINS ROBOTIQUES POUR DES APPLICATIONS INDUSTRIELLES ET PROTHETIQUES | 6 |
| FIGURE 5 : MAINS REQUERANT UN SEUL ACTIONNEUR FABRIQUE AU LABORATOIRE DE ROBOTIQUE PROTHETIQUES | 6 |
| FIGURE 6 : EXEMPLES DE MAINS SOUS-ACTIONNEES..... | 7 |
| FIGURE 7 : MAIN INDUSTRIELLE | 8 |
| FIGURE 8 : MAIN MILITAIRE | 9 |
| FIGURE 9 : MAIN MEDICALE | 9 |
| FIGURE 10 : DIAGRAMME DE BETE A CORNES | 11 |
| FIGURE 11 : DIAGRAMME DE PIEUVRE | 12 |
| FIGURE 12 : DIAGRAMME FAST..... | 13 |
| FIGURE 13 : DIAGRAMME DE GANTT | 14 |
| FIGURE 14 : DIAGRAMME DE PERT | 14 |
| FIGURE 15 : OS MAJEURS DANS LA MAIN HUMAINE..... | 16 |
| FIGURE 16 : REPRESENTATION DES DEGRES DE LIBERTE DANS LA MAIN HUMAINE | 17 |
| FIGURE 17 : REPRESENTATION DES SIMILITUDES ENTRE LA MAIN ROBOTISEE ET LA MAIN HUMAINE | 18 |
| FIGURE 18 : REPRESENTATION DU GANT | 18 |
| FIGURE 19 : SCHEMA SYNOPTIQUE | 20 |
| FIGURE 20 : ARDUINO NANO | 21 |
| FIGURE 21 : FLEXSENSOR | 21 |
| FIGURE 22 : ARDUINO UNO | 22 |
| FIGURE 23 : SERVOMOTEUR | 22 |
| FIGURE 24 : NRF24 | 23 |
| FIGURE 25 : ORGANIGRAMME | 24 |
| FIGURE 26 : MICROCONTROLEUR ATMEL ATMEGA 328..... | 26 |
| FIGURE 27 : SPECIFICATIONS DE LA CARTE ARDUINO NANO | 28 |
| FIGURE 28 : SPECIFICATIONS DE LA CARTE ARDUINO UNO | 28 |
| FIGURE 29 : SPECIFICATIONS DU SERVOMOTEUR | 29 |
| FIGURE 30 : CARACTERISTIQUES DU NRF24..... | 29 |
| FIGURE 31 : CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES DU NRF24 | 30 |
| FIGURE 32 : SCHEMA INTERNE DU NRF24 | 30 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| TABLEAU 1 : COUT PREVISIONNEL DU PROJET | 15 |
|---|----|

AVANT-PROPOS

Dans le but de d'assurer un développement durable et de fournir aux entreprises une main d'œuvre compétente et compétitive dans divers domaines, le gouvernement Camerounais par le biais du Ministère de l'enseignement Supérieur a permis l'ouverture des Instituts Privés d'Enseignement Supérieur (IPES). Donnant ainsi l'opportunité aux institutions privées, de contribuer à l'acquisition d'une formation académique et professionnelle en adéquation avec le monde professionnel.

C'est ainsi qu'est créé l'Institut Supérieur des Technologies et du Design Industriel (ISTDI) par arrêté N° 02/0094/MINESUP/DDES/ESUP du 13 septembre 2002 et autorisation d'ouverture N° 0102/MINESUP/DDES/ESUP du 18 septembre 2002. Située dans la région du Littoral, département du Wouri, arrondissement de Douala 5ème, au quartier Logbessou. L'ISTDI est ensuite érigée en Institut Universitaire de la Côte (IUC) par arrêté N°5/05156/N/MINESUP/DDES/ESUP/SAC/ebm, et comporte à ce jour cinq (05) établissements notamment :

1- L'Institut Supérieur de Technologies et du Design Industriel (ISTDI) qui forme dans les cycles et filières industrielles et technologiques suivants :

❖ BTS Industriels :

-
- Maintenance des Systèmes Informatiques (MSI)
- Informatique Industrielle et Automatique (IIA)
- Electrotechnique (ET)
- Froid et Climatisation (FC)
- Maintenance et Après-Vente Automobile (MAVA)
- Génie Civil -Bâtiments (BAT)
- Génie Civil -Travaux Publics (TPU)
- Génie Bois-Menuiserie Ebénisterie (MEB)
- Chaudronnerie (CH)
- Fabrication Mécanique (FM)
- Mécatronique (MECA)
- E-commerce et Marketing Numérique (ECMN)
- Energie Renouvelable (ER)
- Génie Chimique des Procédés (GCP)
- Génie Logiciel (GL)
- Génie des Systèmes d'Information (GSI)
- Hygiène Sécurité et Environnement (HSE)
- Installation Sanitaire (IS)
- Infographie et Web Design (IWD)
- Maintenance des Appareils Biomédicaux (MAB)
- Mécatronique (MECA)
- Maintenance Industrielle et Productique (MIP)
- Réseaux et Sécurité (RS)
- Télécommunications (TEL)

ETUDE, CONCEPTION ET REALISATION D'UNE MAIN ROBOTISEE CONTROLEE A DISTANCE PAR UN GANT

- ❖ Licences Professionnelles industrielles et Technologiques en partenariat avec l'Université de Dschang :

- | | |
|---|--|
| • Administration et Sécurité des Réseaux | • Génie Mécanique et Productique |
| • Génie Logiciel | • Qualité, Hygiène Sûreté et Environnement |
| • Automatique & Informatique Industrielle | • Instrumentation et Maintenance Biomédicale |
| • Electrotechnique | • Ameublement Construction Bois |
| • Maintenance des Systèmes Industriels | • Mécatronique |
| • Génie Civil -Bâtiments | • Construction Industrielle |
| • Génie Civil -Travaux Publics | |

- ❖ Master Professionnel industriel en partenariat avec l'Université de Dschang

- | | |
|--|--|
| • Ingénierie Electrique et Electrotechnique | • Systèmes d'Information et Génie Logiciel |
| • Automatique et Informatique Industrielle | • Systèmes d'Information Réseau |
| • Administration des Réseaux et Services de Télécommunications | • Systèmes d'Information Audit et Conseil |
| • Génie Télécom et Systèmes | • Qualité Hygiène Sécurité Environnement |

- ❖ Master Professionnel industriel en partenariat avec L'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique de Yaoundé (ENSPY)

- Génie Industrielle et Maintenance
- Génie Energétique et Environnement
- Génie Civil

2- L'Institut de Commerce et d'Ingénierie d'Affaires (ICIA),

Pôle d'excellence en matière de formation commerciale et de gestion, qui forme dans les cycles et filières suivantes :

- ❖ BTS Commerciaux :

- | | |
|--|---|
| • Assurance (ASS) | • Comptabilité et Gestion des Entreprises (CGE) |
| • Banque et Finance (BF) | • Gestion des Ressources Humaines (GRH) |
| • Communication des Organisations (CO) | • Gestion Logistique et Transport (GLT) |
| • Douane et Transit (DOT) | • Journalisme (JO) |
| • Gestion Fiscale (GFI) | |
| • Commerce International (CI) | |

ETUDE, CONCEPTION ET REALISATION D'UNE MAIN ROBOTISEE CONTROLEE A DISTANCE PAR UN GANT

- Marketing Commerce et vente (MCV) (DAE)
- Droit des Affaires et de l'Entreprise
- Gestion Qualité (GQ)

❖ Licences Professionnelles commerciales et de Gestion en partenariat avec l'université de Dschang :

Comptabilité et Gestion (CG)

- Banque Finance Option : Conseiller

Gestionnaire de la Clientèle (BF-CGC)

- Banque – Assurance (BA)
- Gestion des Ressources Humaines

(GRH)

- Logistique et Transport (LT)
- Comptabilité Contrôle et Audit (CCA)
- Gestion Qualité (GQ)
- Assurance (ASS)

- Communication Option :

Communication des Organisations (COM)

- Marketing Commerce vente (MCV)
- Management des Opérations du Commerce International (MOCI)
- Douane et Transit (DT)
- Marketing Manager Opérationnel (MMO)

- Communication Option : Publicité (PUB)

❖ Master Professionnel commercial en partenariat avec l'université de Dschang

❖ Master 1 Finance (FIN) ;

❖ Master 2, Banque et ingénierie financière (BIF) ;

❖ Master 2, Assurance et gestion de portefeuille (AGP) ;

❖ Master 1 Comptabilité et Fiscalité (COFISC) ;

❖ Master 2 Comptabilité – Contrôle – Audit (CCA) ;

❖ Master 2 Comptabilité et Gestion (CG)

❖ Master 2, Fiscalité appliquée (FISC)

❖ Master 1 en marketing (MKT)

❖ Master 2, marketing chef de produit (MCP)

❖ Master 2, distribution et pilotage des équipes commerciales (DPEC)

❖ Master 2, communication marketing (MCO)

❖ Master 2, publicité (PUB)

❖ Master 1, Management de la logistique et des opérations de transport (MLOT)

❖ Master 2, Management des transports (MT)

❖ Master 2, option Supply chain management (SCM)

❖ Master 2, option management de la douane et du transit (MDT)

❖ Master 1 en Gestion Administrative et Ressources Humaines (GARH)

❖ Master 2, Gestion des Ressources Humaines (RH)

❖ Executive Programme en partenariat avec l'Université de Douala, SHARDA University, Georgetown University et

ISTEC de Paris :

- Executive MBA
- Executive Master of Engineering of Blended Learning
- Executive Certification

3- L'Institut d'Ingénierie Informatique d'Afrique Centrale (3IAC) qui forme dans les cycles et
filières suivantes :

❖ Cycle des TIC en partenariat avec CCNB-DIEPPE du Canada :

- Réseautique et Sécurité Informatique
- Programmation et Applications Mobiles

❖ MASTER EUROPEEN en partenariat avec 3IL-Limoges en France :

- Expert des Réseaux Informatiques et Sécurité
- Management des solutions digitales et data

❖ CYCLE INGENIEUR Informaticien en partenariat avec 3IL-Limoges en France

4- Le Programmes Internationaux des Sciences et Technologies de l'Innovation (PISTI) qui forme
dans les filières suivantes :

❖ Cycle des Classes Préparatoires aux Grandes Ecoles d'Ingénieurs (CP)

- Sciences aéronautiques (Pilote de ligne Ingénieur mécanicien d'avion)
- Management en aviation
- Mathématiques et sciences actuarielles
- Physique – Chimie- sciences de l'ingénieur

❖ Cycle Licence Sciences Techniques en partenariat avec le Mans Université-France :

- Mathématiques Appliquées, Sciences Actuarielles et Financières
- Physique pour l'ingénierie

❖ Cycle Licence en Architecture et urbanisme en partenariat avec l'Université de Camerino-Italie

❖ Cycle Licence Professionnelle en Santé en partenariat avec l'université de Dschang

- Kinésithérapie (KINE)
- Radiologie et Imagerie Médicale (RIM)
- Analyses Biomédicales (AB)
- Sciences Infirmières (SI)

❖ Cycle Ingénieur en Agronomie, Agroalimentaire, Industriel et Environnement en partenariat
avec Junia ISA de Lille en France

- Agriculture
- Agroalimentaire
- Environnement
- Agroéconomie
- Paysage
- ❖ Cycle Ingénieur Sigma en partenariat avec Junia HEI / ISEN de Lille en France
- Génie mécanique
- Génie électrique
- Génie informatique
- Génie civil

- ❖ Cycle des Brevets de Techniciens Supérieurs (BTS) en Santé :
 - Kinésithérapie (KINE)
 - Sciences Infirmières (SI)
 - Radiologie et Imagerie Médicale (RIM)
 - Sage-Femme (SF)
 - Techniques de Laboratoires et d'Analyses Médicales (TL)

- 5- School of Engineering and Applied Sciences (SEAS) orientée vers les formations anglophones dans les domaines technologiques, de commerce et des sciences appliquées en partenariat avec l'université de Buéa :
 - ❖ Higher National Diploma (HND) in Engineering and Business
 - ❖ Bachelor in Business & Management (B.Sc.);
 - ❖ Master of Science (M.Sc.);
 - ❖ Bachelor of Technology (B.Tech.);
 - ❖ Bachelor of Engineering (B.Eng.);
 - ❖ Master of Engineering (M.Eng.);
 - ❖ Bachelor in Health Sciences (B.Sc.);
 - ❖ Bachelor of Agriculture (B.Sc.);
 - ❖ Master of Agriculture (M.Sc.)

L'étudiant en cycle ingénieur HEI 3 et ISEN 3 devra au terme de cette année, élaborer un projet d'étude, tentant à présenter les différents acquis qu'il a eu à acquérir au terme de ces trois années. C'est dans cet ordre d'idées que nous vous présentons notre projet intitulé « *étude, conception et réalisation d'une main robotisée contrôlée à distance par un gant* ».

Résumé

Dans ce rapport, nous avons réalisé un prototype de main robotisée contrôlée par un gant à distance. La main robotisée reproduit à l'identique les mouvements d'une main réelle par l'intermédiaire du gant porté par un utilisateur. La position de chaque doigt de la main est déduite de la variation des résistances sur les différents doigts. La transmission d'information du bloc émetteur (le gant) au bloc récepteur la main robotisée se réalise à l'aide d'un module wifi. Le projet se veut améliorer la main humanoïde afin qu'elle puisse se rapprocher le plus possible de la main humaine sur les caractères de flexibilité, sensibilité, dextérité.

Mots clés : main robotisée, flexsensor, servomoteur, NRF24

Abstract

In this report, we made a prototype of a robotic hand controlled by a remote glove. The robotic hand reproduces identically the movements of a real hand via the glove worn by a user. The position of each finger of the hand is deduced from the variation of resistances on the different fingers. The transmission of information from the transmitter block (the glove) to the receiver block the robotic hand is carried out using a wifi module. The project aims to improve the humanoid hand so that it can get as close as possible to the human hand on the characteristics of flexibility, sensitivity, dexterity.

Keywords: robotic hand, flexsensor, servomotor, NRF24

INTRODUCTION GENERALE

La robotique touche aujourd'hui de nombreux secteurs de la vie, elle a extrêmement progressé durant le siècle dernier, notamment dans le domaine médical. La robotique est un ensemble d'études, de techniques de conception, de création et de mise en œuvre. Le problème de manipulation d'objets est l'un des sujets de recherche qui passionnent depuis longtemps les chercheurs en robotique. Les robots assurant cette tâche et ils s'appellent les robots manipulateurs. On les retrouve dans plusieurs domaines, comme l'industrie, la médecine, l'astronomie, l'arméeetc. Selon le type de tâches à réaliser et le secteur d'application, le robot aura une architecture mécanique et un système de commande différent. Dans ce contexte nous nous sommes intéressés à la main robotisée contrôlée à distance par un gant. Une main robotisée est un robot manipulateur programmable, qui reproduit les gestes d'une main humaine. Pour réaliser une main robotique et son système de contrôle, plusieurs outils sont utilisés (la carte Arduino, les servomoteurs et les capteurs). Ce travail est détaillé sur 4 chapitres : Le premier chapitre est consacré à une étude générale sur les robots et la structure robotique. Le deuxième chapitre présente le cahier de charge de réalisation. Le troisième chapitre présente l'anatomie de la main et prototype de la main robotisée. Le quatrième chapitre présente la conception des prototypes.

CHAPITRE 1 : Etat d'art

I. Historique Et Généralités

1. Historique

Vers 3500 avant J-C la roue est apparue et considérée comme le premier ouvrage technique significatif de l'histoire de l'humanité. Les automates ont reposé sur des ressort, engrenage et autre mécanisme, et puis l'informatique est venue changer la donne en permettant de stocker de très large quantité d'information, et de séquences d'action dans une petite puce. Cela a entraîné une sophistication du robot et a permis de doter le robot d'une intelligence artificielle.

- L'horloge :

Les clepsydes (horloge à eau) furent probablement inventées vers 1600 avant J-C. En Egypte. De simples bols percés, dont l'écoulement régulier permettait une mesure rudimentaire du temps. Elles furent perfectionnées en 246 avant J-C par Ctésibios, originaire d'Alexandrie, il est parvenu à créer une horloge si précise que son cadran fait exactement un tour par année scolaire. Avant de constituer de véritables automates sophistiqués sous les civilisations chinoises et arabes du premier millénaire. L'horlogerie est aussi le berceau des premiers automates, le plus ancien conservé étant le coq automate des Trois Rois de l'horloge astronomique de la cathédrale Notre-Dame de Strasbourg.

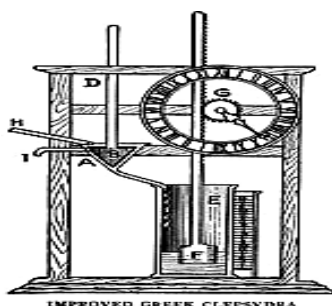


Figure 1 : clepsydre

- Les automates :

Le 18^{ème} siècle apparait comme l'âge d'or des automates, un des automates les plus surprenants est certainement le canard digérateur de Jacques de Vaucanson* (1738). Capable de boire, manger, cancaner et digérer comme un véritable animal, il fut malheureusement détruit dans un incendie au milieu du XIX^{ème} siècle et il n'en reste que des photographies.

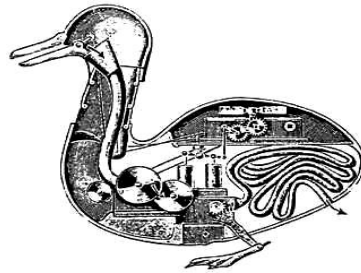


Figure 2 : le canard digérateur

- Intelligence artificielle :

Dans la droite ligne de la cybernétique, l'objectif de rendre les machines intelligentes a mené Alan Turing à définir en 1950 une méthode afin de tester la présence d'une conscience ou d'une intelligence au sein d'une machine

- Main robotique :

C'est vers les années 80 que la première main a vu le jour jacobsen 1986, okoda 1979, 1982 puis i asalisbery et craig 1982 ont proposé une architecture détectrice possédant chacune trois doigts dont la paume ne participe pas à la prise, elles ont été actionnées par des moteurs électriques en utilisant des tendons comme moyen de transmission entre les doigts et les moteurs.



Figure 3 : Première main robotique

2. Généralités

La robotique est une branche de l'ingénierie qui utilise l'étude des machines et des mécanismes pour parvenir à la création d'une machine fonctionnelle et intelligente capable de reproduire les capacités humaines. La robotique a été, ces dernières années, appliquée à plusieurs secteurs, dont l'industrie, la médecine, l'éducation, l'armée, les transports, les loisirs, etc. Les premiers robots ont été construits dans le but de remplacer les humains dans certains processus industriels. Ils ont été développés pour la fabrication d'armements, afin d'effectuer des tâches dans des situations de grand danger ou là où les êtres humains sont trop faibles. Depuis, ce type de robot a été développé pour assister l'opérateur humain, et fait l'objet de recherches sur l'interaction homme-robot. Le terme robot provient d'une pièce théâtrale de Karel Capek, il est dérivé du mot robota qui signifie travail forcé en tchèque. Un robot est une machine qui imite une créature intelligente, il peut être totalement mécanique composé d'un ou plusieurs systèmes embarqués.

II. Les différents composants d'une structure robotique

Un robot est un système alimenté en énergie évoluant dans un environnement statique ou dynamique, il est constitué d'un ensemble de composant ayant chacun un rôle spécifique.

1. Système mécanique articulé

Un système mécanique articulé est un ensemble de solides reliés entre eux par des liaisons (rotule, pivot, glissière, sphérique...) animé avec des joints mécaniques. Dans le MSA certaines liaisons sont motorisées, on parlera de liaison active, c'est le cas des liaisons pivot. D'autres sans motorisation sont appeler passive tel que les liaisons rotule.

a. Actionneurs :

Un actionneur est un dispositif qui transforme l'énergie délivré par l'interface de puissance en énergie utilisable, modifier le comportement ou l'état d'un système ou bien exécuter les taches d'un système automatisé. Ils sont de 3 types :

- **Actionneur électrique :**

C'est un actionneur qui permet à partir d'un courant électrique de faire tourner un mécanisme : Moteur à courant continu ou moteur DC, Moteur a courant alternatif ou moteur AC.

- **Actionneur pneumatique :**

Un actionneur pneumatique convertit une énergie d'entrée pneumatique en une énergie utilisatrice mécanique : Vérin simple effet, Vérin double effet

- **Actionneur hydraulique :**

Dans un circuit l'actionneur hydraulique constitue l'outil indispensable pour convertir l'énergie hydraulique en énergie mécanique.

b. Capteur (organe de perception)

Un capteur est un dispositif transformant l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable, telle qu'une tension électrique...etc. Il se distingue de l'instrument de mesure par le fait qu'il ne s'agit que d'une simple interface entre un processus physique et une information manipulable. On peut classer les capteurs en deux grandes familles :

- **Les capteurs passifs** ont besoin d'une énergie extérieure pour fonctionner (une résistance, une sonde de température etc.)
- **Les capteurs actifs** fournissent l'énergie nécessaire à la mesure, il suffit de mesurer la grandeur de sortie. (Un thermocouple transforme directement la température en tension électrique).

c. Effecteur (organe terminal)

En robotique c'est l'outil mis en mouvement (ressort, vérin, moteur). Certaines machines peuvent devenir des effecteurs de robotique au prix d'un travail d'adaptation permettant de compenser certaine imprécision ou dispersion dans les caractéristiques des objets extérieures ou du robot lui-même et de présenter une certaine flexibilité pour se prêter à des tâches diversifiées.

2. Système de traitement

C'est l'organe qui gère l'ensemble des tâches dont la Collecte de l'information venant des capteurs, la prise de décision en partant d'une tâche et en tenant compte des données du système et de l'environnement et la Transmission des informations.

III. Les types de bras robotiques

La main constitue une partie indispensable pour chaque être vivant et encore plus pour les machines qui se veulent ressembler à l'homme. On distingue alors :

1. Mains industrielles

La main industrielle est l'élément indispensable dans les processus de production du a sa capacité de reproduction des taches de façon répétitive.



Figure 4 : Mains robotiques pour des applications industrielles et prothétiques

2. Mains actionnées

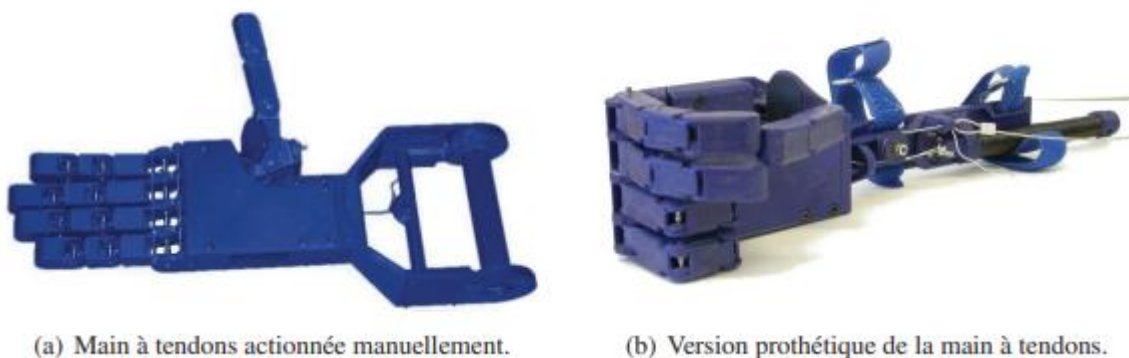


Figure 5 : Mains requérant un seul actionneur fabriqué au Laboratoire de robotique prothétiques

3. Mains sous-actionnées

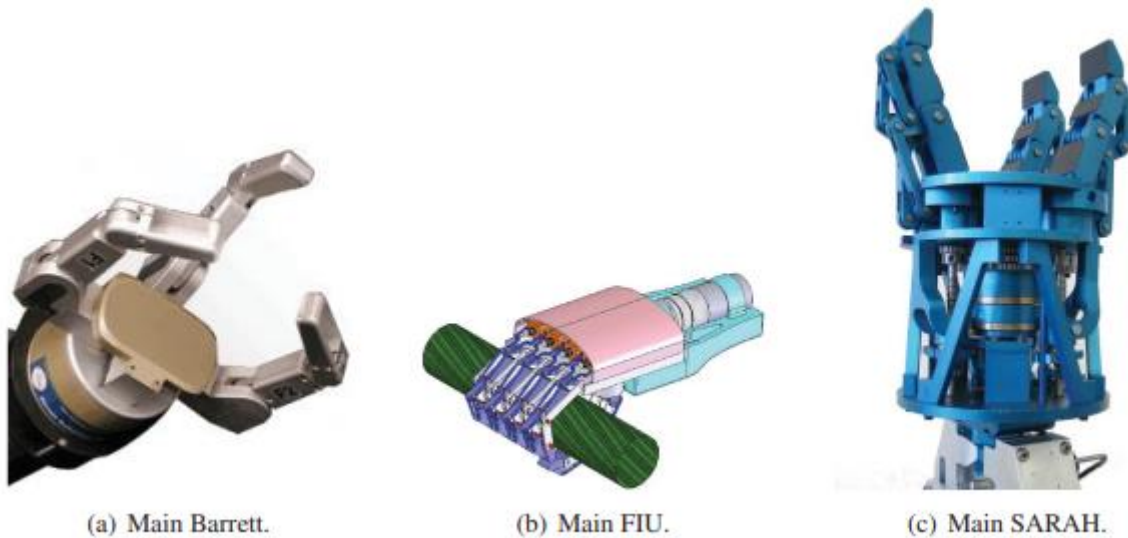


Figure 6 : exemples de mains sous-actionnées

IV. Les caractéristiques des robots

1. Autonomie

- **Robots télécommandés** ne possédant aucune autonomie
- **Robots semi-autonomes** : l'utilisateur intervient en cas de panne
- **Robots totalement autonomes** : l'utilisateur n'intervient jamais.

2. Environnement

Les agents évoluent généralement dans des environnements :

- Dynamiques,
- Incertains,
- Partiellement observables, etc...

Les robots n'ont qu'une observabilité limitée de l'environnement dans lequel ils évoluent :

- Vision locale de l'environnement,
- Information sur les autres robots,
- Erreurs et imprécision sur les capteurs.

Par ailleurs, les environnements peuvent être difficilement accessibles et les erreurs irrémédiables : nécessite d'avoir recours à la simulation avant l'exécution.

La simulation offre la possibilité d'étudier et de tester le comportement des robots.

3. Interactions

Une interaction est une mise en relation dynamique de plusieurs individus(Robots et/ou humains).

Certaines taches impliquent qu'un groupe de robots travaille de concert, on fait alors appel à des méthodes de coordination.

- Escorte de robots
- Interaction Homme Robot (HRI)

V.Applications des mains robotisés

1. La main industrielle

La robotique industrielle est officiellement définie par l'ISO, comme un contrôle automatique, reprogrammable dans trois ou plusieurs axes. Les applications typiques incluent des mains de soudage de peinture et d'assemblage. Les mains industrielles sont très utilisées en automobiles.



Figure 7 : main industrielle

2. La main militaire

Un robot militaire, aussi appelé arme autonome, est un robot autonome ou contrôlé à distance, conçu pour des applications militaires. La main constitue alors un élément essentiel de contrôle des actions du robot.



Figure 8 : Main militaire

3. La main médicale

Une main médicale est un système robotique utilisé dans le cadre d'une application thérapeutique ou chirurgicale par exemple lors d'une chirurgie en téléconférence. Du fait des contraintes importantes en matière de sécurité, ce type de robot est en général doté d'un faible niveau d'autonomie et entre dans les catégories des robots télécommandés.



Figure 9 : main médicale

CHAPITRE 2 : CAHIER DE CHARGES

Le cahier de charge est une partie importante de la phase d'étude d'un projet. Il permet de formuler clairement les objectifs, les attentes et les ressources dont le projet doit disposer. Le chapitre suivant tente à montrer sur plusieurs aspects les différentes contraintes et les besoins de ce projet.

I.Problématique

Depuis plusieurs années, la conception de mains robotisées fait l'objet de recherches constantes. Ces types de machines, généralement grandes, lourdes et encombrantes, sont utilisés pour réaliser des processus industriels complexes. La conception d'une main identique à celle d'une main réelle reproduisant l'ensemble des gestes offrirait la possibilité à des nombreuses avancées dont l'utilité se voit dans le domaine médical par exemple où nous avons les bras chirurgicaux et l'auto-rééducation des patients. Or reproduire à l'identique l'ensemble des caractéristiques d'une main (dextérité, fermeté, agilité, etc.) est un problème non négligeable. Ainsi notre travail, consiste à se rapprocher le plus possible de l'ensemble des possibilités qu'offre une main réelle.

II.Objectif du projet

L'objectif principal de ce projet est de concevoir un prototype de main robotisée contrôlée à l'aide d'un gant, et de le tester pour déterminer si son utilisation est sûre. Le projet permettra également de tester l'expérience utilisateur d'un robot ressemblant à une main et de déterminer la faisabilité de l'approche. Une fois le prototype terminé, l'utilisateur arborera le gant pour contrôler le robot en bougeant ses doigts, et le robot effectuera une série de gestes reproductibles.

III.Description du projet

La main robotique qui fait l'objet de cette étude a l'apparence d'une main humaine. Elle est alimentée par une batterie, est légère et possède des composants de haute technologie. Son mouvement peut être contrôlé par l'opérateur qui porte un gant, lequel fait office d'unité de commande. Pour ce faire, une étude a été menée pour savoir comment fonctionne une main humaine et comment il serait possible de contrôler une main robotisée à distance. En outre, un circuit électronique a été créé pour répondre à la pression du pouce et des doigts du gant. Le gant se compose d'une unité centrale qui est reliée à un ensemble d'électrodes. Ces électrodes

transmettent des impulsions électriques qui stimulent les nerfs de la main et les muscles du bras et de la main. Le signal est traité dans l'unité centrale, puis envoyé aux servomoteurs de la main robotisée. Les résultats montrent qu'il est possible de créer une main robotisée avec suffisamment de dextérité pour effectuer les mêmes mouvements qu'une main humaine. Il est possible de contrôler une main robotique à distance, même si l'opérateur ne voit pas la main robotique ou le gant, mais seulement un écran avec une main virtuelle.

IV. Analyse fonctionnelle

L'analyse fonctionnelle est une démarche qui consiste à rechercher et à caractériser les fonctions offertes par un produit pour satisfaire les besoins de son utilisateur.

1. Diagramme de bête à cornes

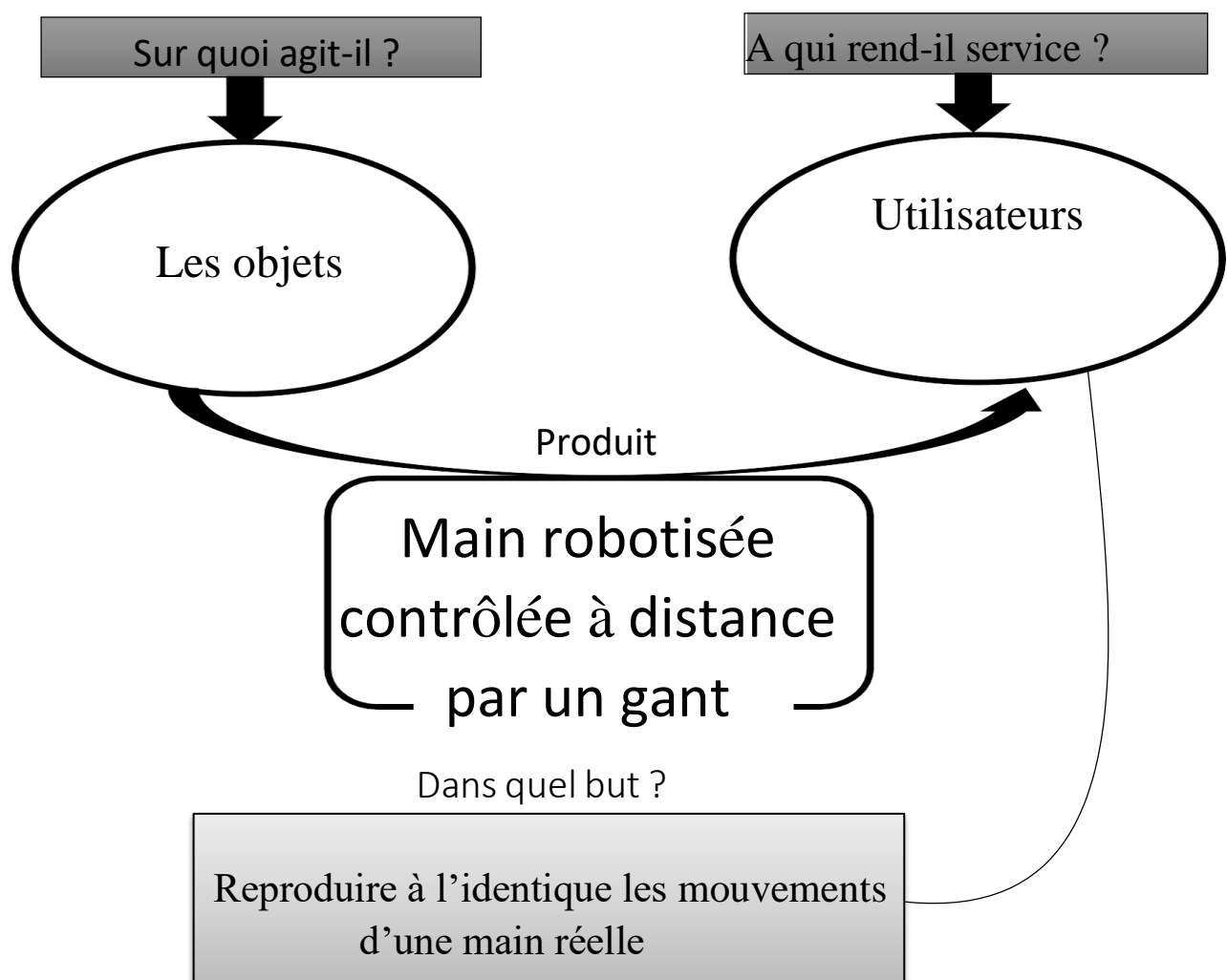


Figure 10 : Diagramme de bête à cornes

2. Diagramme de Pieuvre

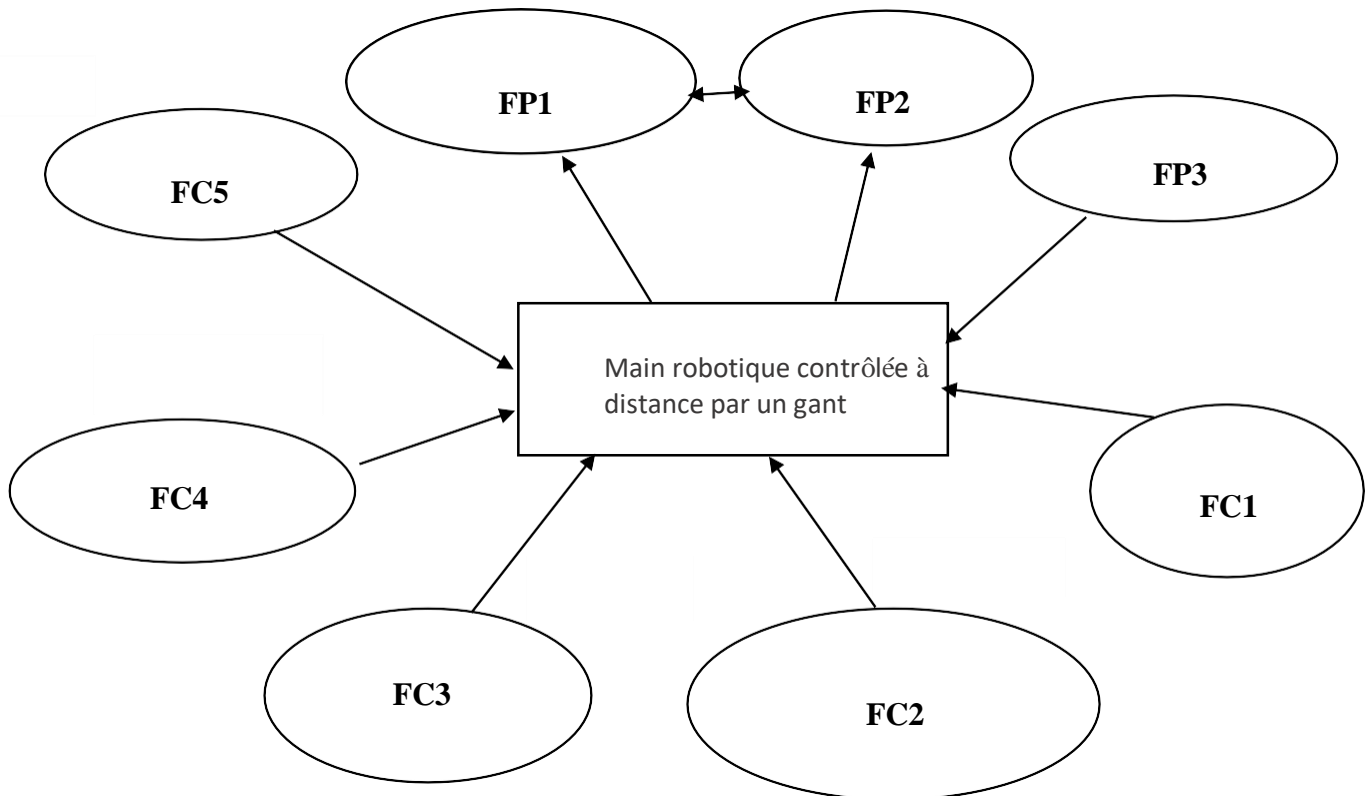


Figure 11 : Diagramme de pieuvre

Définition des sigles : FP (fonction principale), FC (fonction contrainte)

FP1 Reproduire les mouvements du gant

FP2 Saisir les objets

FP3

FC1 Alimentation qui permet à notre projet de fonctionner

FC2 le flex sensor puisque c'est ce dernier qui varie selon les mouvements du gant

FC3 L'utilisateur du gant puisque c'est ce dernier qui effectue les mouvements

FC4 les microcontrôleurs pour le traitement des informations venant du gant

FC5 le module de connexion wifi

3. Diagramme de Fast

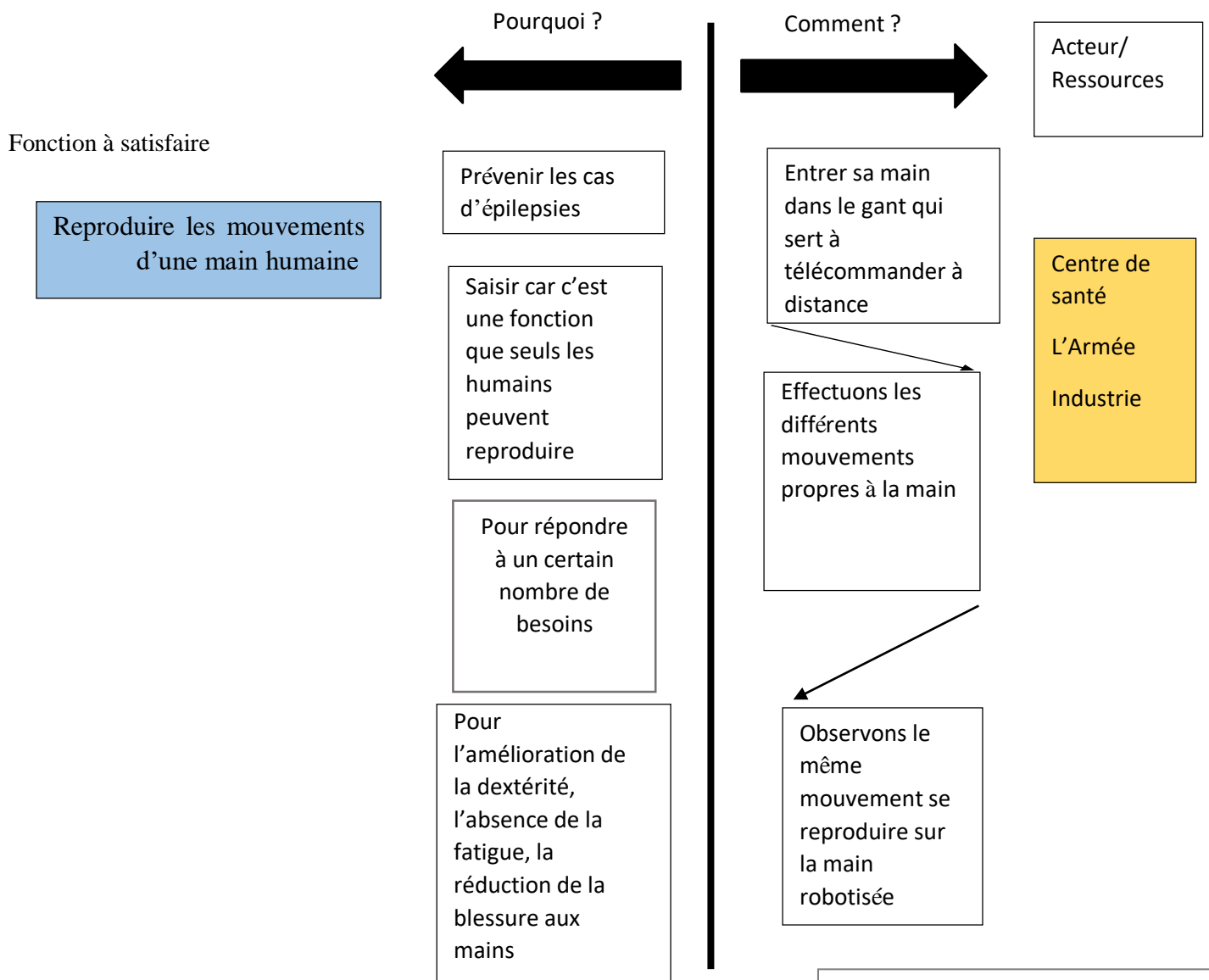


Figure 12 : Diagramme FAST

V. Périmètre du projet

Le périmètre du projet représente tous les éléments nécessaires à la réalisation d'un projet, notamment les tâches, les délais et les ressources.

Contraintes : Le projet doit être bouclé avant la date du 28 Mai 2023 et utilisable.

Éléments hors périmètre : Réalisation d'un robot autre que celui de la main

Nom du projet : Etude, conception et réalisation d'une main robotisée contrôlée à distance par gant.

Objectif : Améliorer l'utilisation des prothèses à l'avenir

4. Diagramme de Gantt

La figure 13 suivante représente le diagramme de Gantt de notre projet. Il présente la succession d'étapes que nous avons suivi de la phase d'étude (décembre 2022 – février 2023) jusqu'à la phase de réalisation le 28 mai 2023.

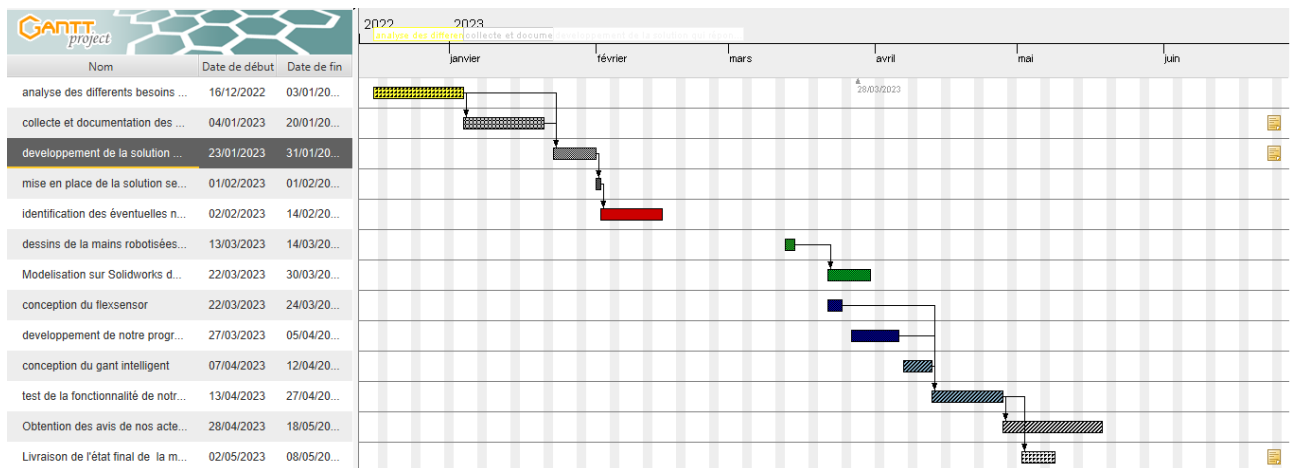


Figure 13 : Diagramme de GANTT

5. Diagramme de Pert

La figure 14 suivante représente le diagramme de PERT qui permet de détailler les dates critiques de notre projet sur la période prévue.

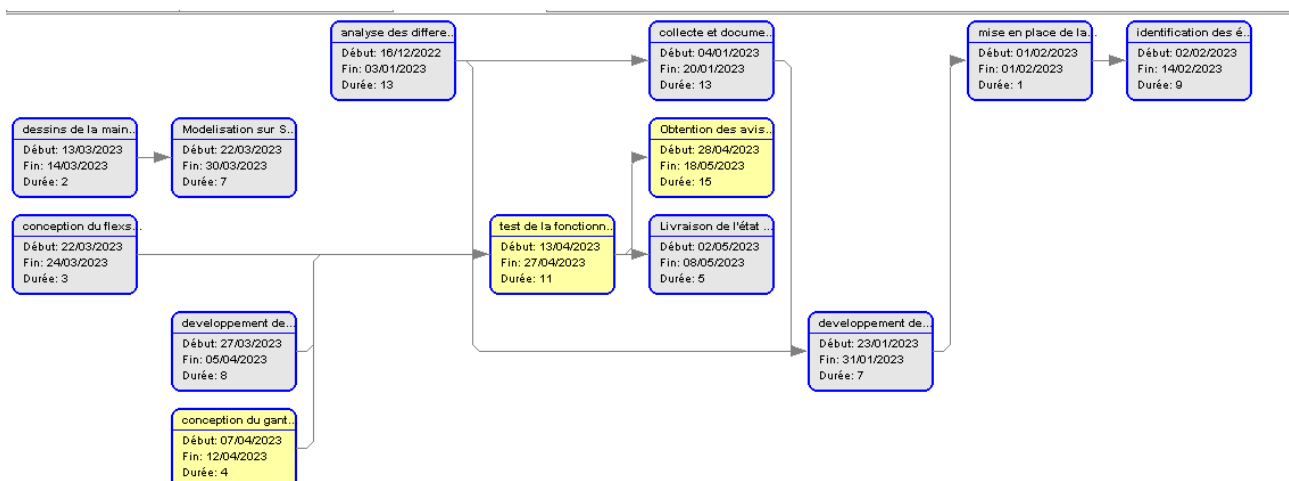


Figure 14 : Diagramme de PERT

VI. Budgétisation

Le coût final du projet s'élève alors finalement à :

Tableau 1 : coût prévisionnel du projet

| RESSOURCES HUMAINES | | |
|------------------------|--|---------------------------------|
| Noms | Coût | Fonctions |
| Fodouop | 50 000francs CFA | Etude et conception du projet |
| Kengne | 50 000francs CFA | Etude et conception du projet |
| Ngon | 50 000 francs CFA | Etude et conception du projet |
| Ressources matérielles | | |
| Noms | Prix | Caractéristiques |
| Téléphone | A partir de 50 000 francs CFA | Utiliser pour la communication |
| Connexion internet | A partir de 80 000 francs le mois pendant 1 mois | Camtel |
| Laptop | A partir de 250 000 francs | N'importe quelle marque |
| Ressources logicielles | | |
| Noms | Prix | Caractéristiques |
| Application Arduino | Open source | Logiciel de programmation |
| Office Word | Sur abonnement | Logiciel de traitement de texte |
| Ressources matérielles | | |
| 1 ^{ier} choix | Prix d'achat | Rôles |
| NRF24 | 10000 Fcfa | Module wifi |
| Kit Arduino | 30 000 Fcfa | Ensemble d'accessoires |
| Arduino nano | 7000 Fcfa | Micro processus |
| Polystyrène | 5000 Fcfa | Elément de la main robotisée |
| Bricoles électroniques | 10 000 Fcfa | |
| Gant | 2000 Fcfa | Support du contrôleur |
| Total | 594000 FCFA | |

CHAPITRE 3 : Anatomie de la main et prototype

du gant

Au cours de ce chapitre nous allons abordés l'anatomie de la main humaine et des définitions sur ces degrés de libertés. Aussi les mécanismes de fonctionnement du gant. Ces définitions sont nécessaires par la suite pour la réalisation de notre gant à savoir la forme et la matière.

I. Physiologie de la main

La main humaine se compose d'au moins 27 os (selon l'individu) [40], plus de 30 muscles individuels et plus de 100 ligaments, nerfs et artères nommés.

Le gant intelligent vise à reproduire les fonctions du corps humain et à restaurer les fonctions vitales des personnes atteintes de paralysie de la main. Aucun gant intelligent actuel ne peut égaler la dextérité, la souplesse et la fluidité de la rééducation motrice de la main humaine en peu de temps (Voir Figure 11). Les doigts humains contiennent 3 articulations, distales, intermédiaires et proximales.

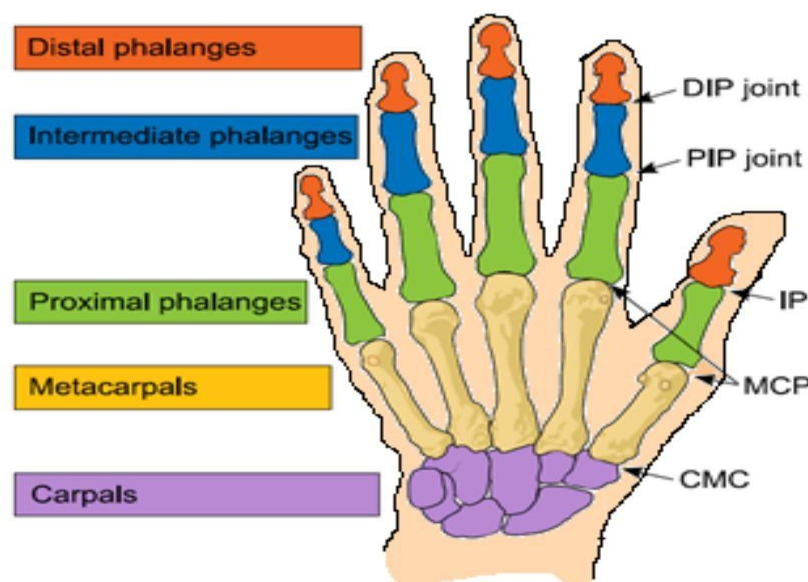


Figure 15 : Os majeurs dans la main humaine

Avant de poursuivre la discussion, expliquons brièvement la signification d'un degré de liberté (DOF). En regardant l'image ci-dessus, imaginez un point dans l'espace. À partir de ce point, nous pouvons translater (déplacer) le long de 3 axes différents, c'est-à-dire que nous pouvons avancer / reculer, monter / descendre et gauche et droite. Au même point, nous pouvons également tourner autour de 3 axes différents. Le cou humain par exemple à 3 degrés de liberté de rotation - nous pouvons regarder à gauche / droite, haut / bas et incliner la tête sur le côté. Donc au total un seul point peut avoir un maximum de 6 degrés de liberté (3 translationnels, 3 rotationnels).

Le doigt humain totalise 4 degrés de liberté. Trois d'entre eux sont les rotations de chaque articulation (DIP, PIP, MCP) qui se combinent pour contrôler la flexion et l'extension du doigt. La jointure (articulation MCP) permet également l'abduction / adduction (remuant le doigt d'un côté à l'autre). Le pouce en raison de son mouvement complexe possède 5 degrés de liberté. Ainsi la main humaine possède un total de 23 degrés de liberté, soit 4 degrés par doigt excepté le pouce qui compte 5 degrés de liberté et 2 degrés liés à la flexion et au mouvement de rotation du carpiens.

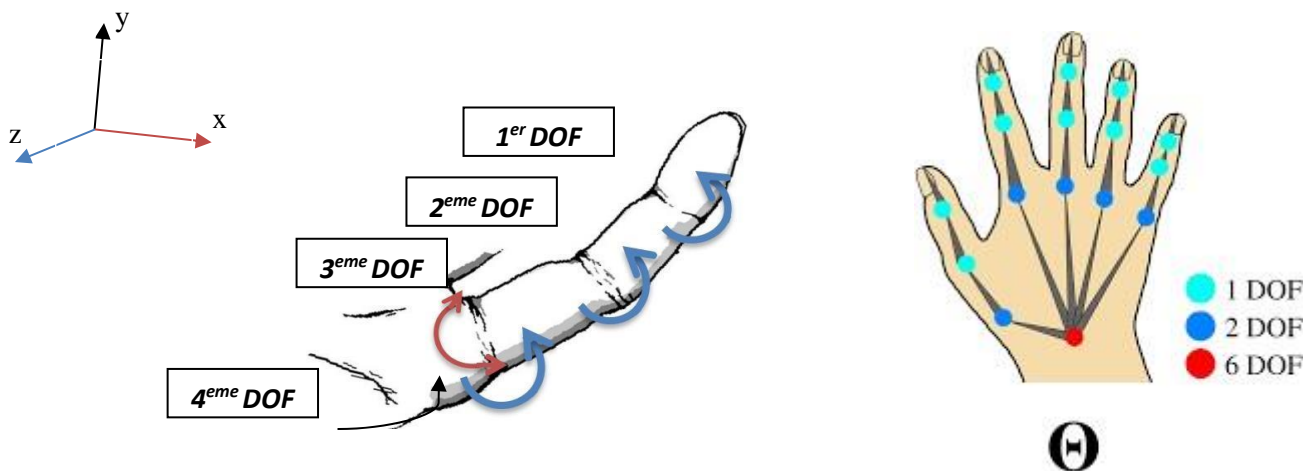


Figure 16 : représentation des degrés de liberté dans la main humaine

II. Prototype de la main robotisée et du gant

- **Prototype de la main robotisée**

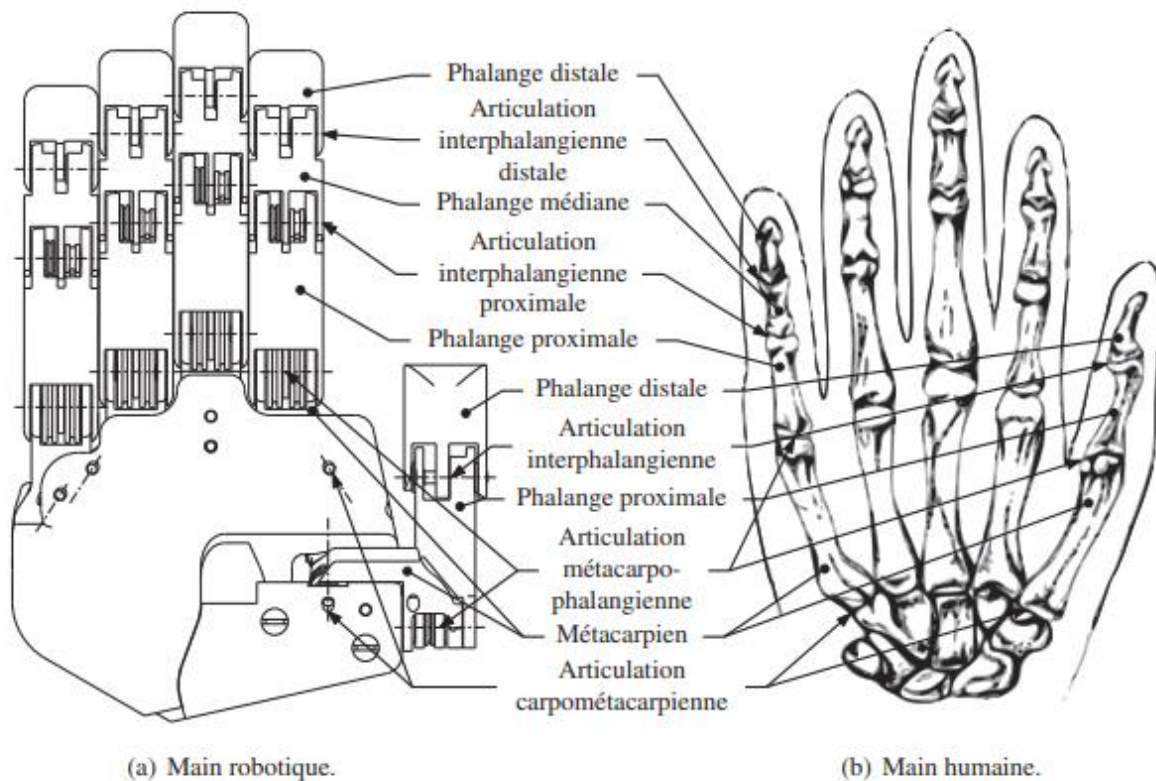


Figure 17 : représentation des similitudes entre la main robotisée et la main humaine

- **Prototype du gant**

Ce gant est réajusté avec un ensemble de flexsensor.



Figure 18 : représentation du gant

III. Mécanisme de fonctionnement de la main robotisée

Notre étude de la main robotisée n'est pas la première. Nous avons été précédés par plusieurs projets, dont certains sont commerciaux jusqu'à présent, mais notre projet se caractérise par la simplicité par opposition à la complexité, la facilité d'utilisation et le faible coût. Avec cette explication, nous cherchons à surpasser le prix élevé, la complexité de fabrication, améliorer la qualité des gants.

Les supports sont fixés au niveau de la surface extérieure du gant, de sorte que le nombre de supports est proportionnel au nombre d'articulations des doigts. Ces supports permettent de déterminer l'angle de courbure de chaque doigt, car ils sont couplés à chaque articulation de deux appuis.

Un fil en plastique à haute résistance traverse ces supports, qui jouent le rôle du tendon en termes d'adhérence et d'extension. Il est responsable de la modification de l'angle des supports, ce qui fait que les doigts de la main se plient et s'allongent pour attacher les soutient.

Les tendons sont assemblés par un bracelet attaché au poignet du gant, et son but est de protéger les tendons des dommages et des frottements les uns avec les autres, afin que chaque tendon ait un chemin spécifique que ce bracelet lui permet.

Les moteurs tournent selon des instructions spécifiques fournies par l'appareil Arduino grâce à une programmation spécifique adaptée à la position de la personne en termes de nombre de doigts à déplacer et d'angle spécifique de rotation de ces doigts. Chaque moteur est responsable du mouvement d'un doigt. Les moteurs sont fixés à l'écart du gant dans un boîtier pour faciliter l'utilisation du gant.

CHAPITRE 4 : CONCEPTION DU PROTOTYPE

Pour faciliter l'utilisation de la main robotique nous l'avons confectionné en deux blocs communicants avec des fonctionnalités bien précises :



Le premier bloc est la partie émettrice (la commande ou le gant)



Le deuxième bloc est la partie réceptrice (l'exécution)

La communication entre les deux blocs est sans fil

I.Schéma synoptique

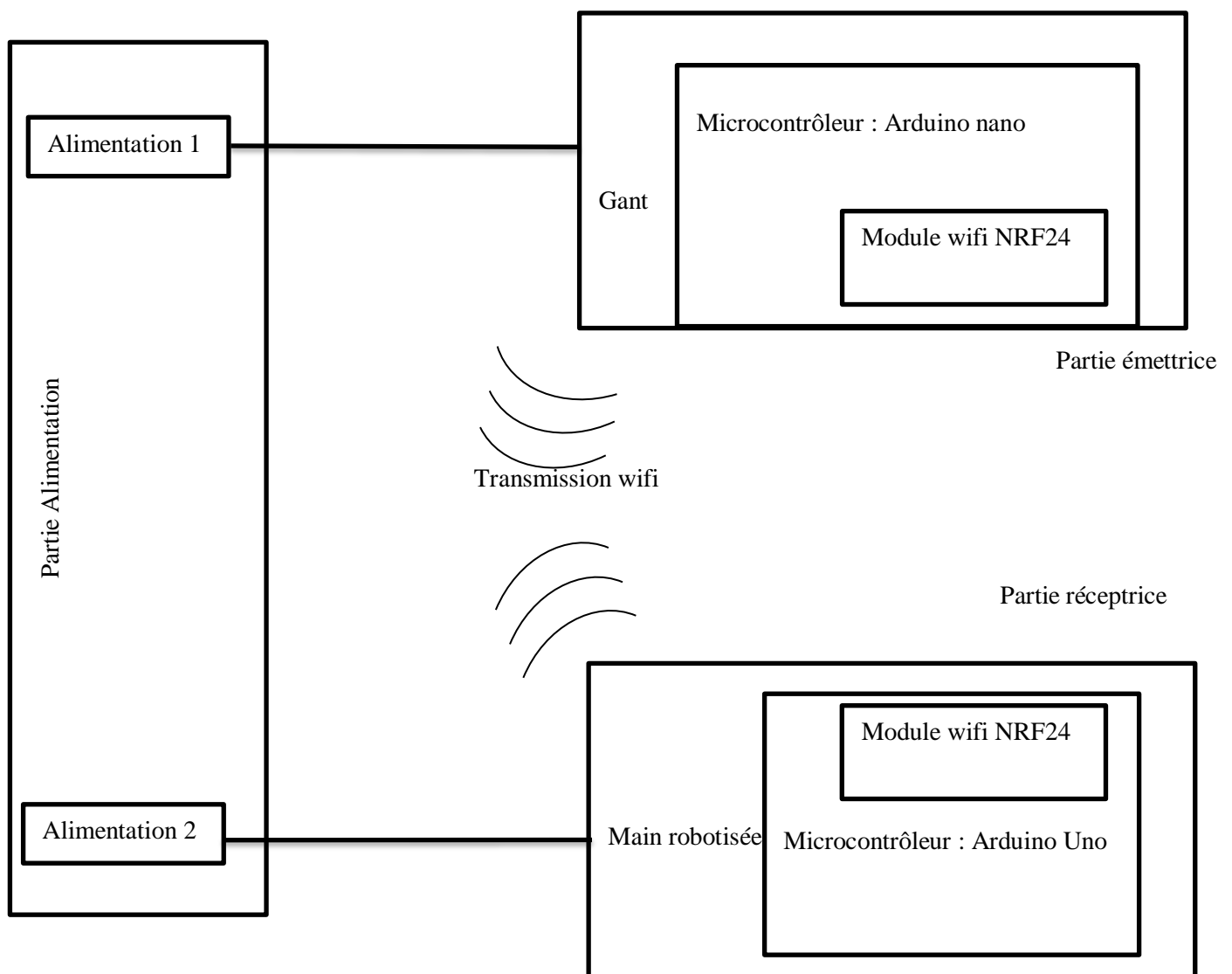


Figure 19 : Schéma synoptique

II. Description des blocs du schéma synoptique

1. Partie émettrice (le gant)

a. Arduino nano

La carte Arduino Nano possède des connecteurs au dos qui permettent de l'enfiler facilement sur une plaque d'essais.

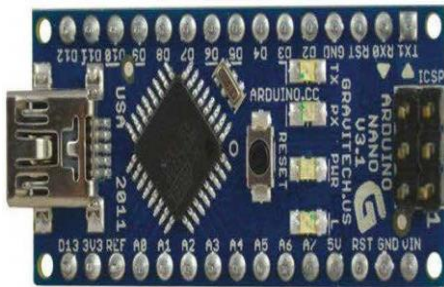


Figure 20 : Arduino nano

Les spécifications de la carte ArduinoNano¹ (voir annexes)

b. Flexsensor

Un capteur "Flex Sensor" est formé par deux fines couches de métal séparées par un polymère conducteur qui se déforme quand on le plie, modifiant la résistance aux bornes des deux couches métalliques. Le capteur est souple, de taille réduite : extrêmement mince, la longueur du modèle le plus courant (12 centimètres) le rend idéal pour équiper un gant.

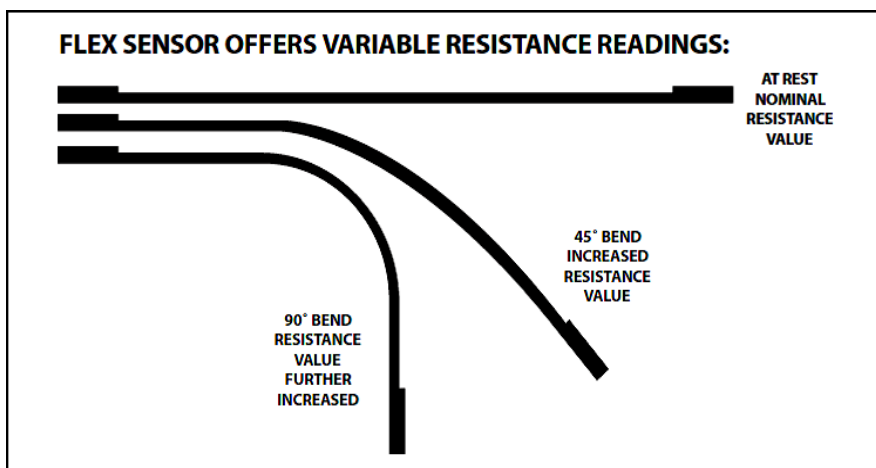


Figure 21 : Flexsensor

2. Partie réceptrice du signal

a. Arduino uno

La carte Arduino Uno est une carte à microcontrôleur basée sur l'ATmega32

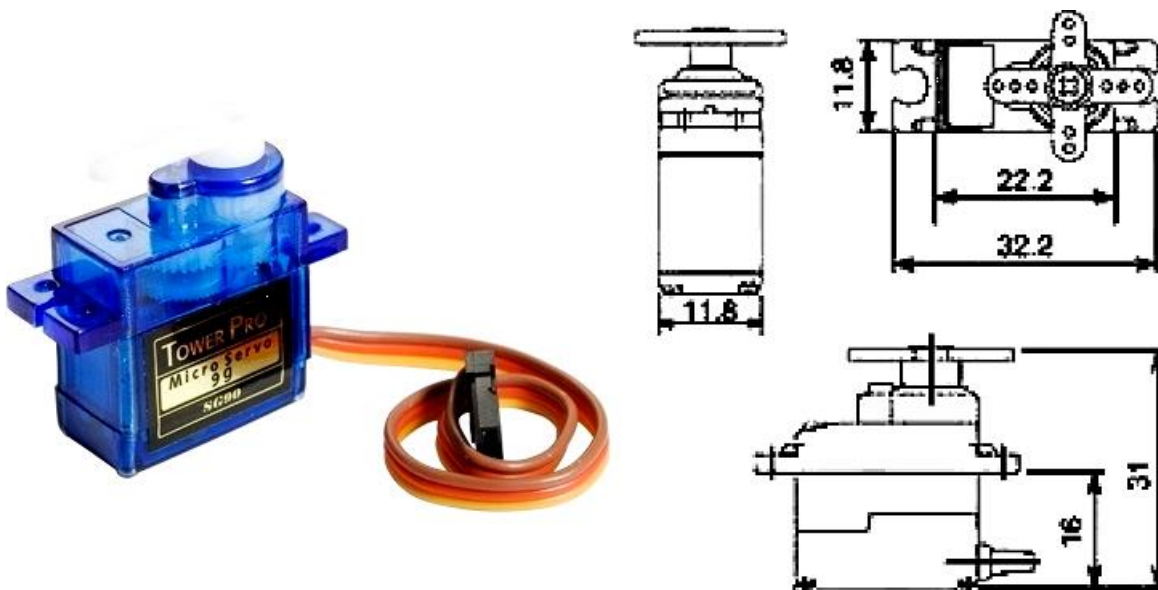
Voir les spécifications de la carte Arduino Uno² à l'annexe



Figure 22 : Arduino uno

b. Servomoteur

Le servomoteur est un composant électrique qui nous permet des déplacements angulaires. Le pilotage du servomoteur se fait avec l'Arduino. Il nous permet de nous positionner avec précision sur un angle. La plage de l'angle est de 0 à 180 degrés. Il existe différent type de servomoteur, mais ils fonctionnent de la même manière. Vu la diversité des tailles et des types de nous avons choisie d'utilisé cinq mini servomoteur



Voir fiche technique servomoteur³ (annexe)

Figure 23 : Servomoteur

3. Transmission wifi

La liaison des deux blocs est gérée par un module wifi

a. NRF24 :

Le NRF24 est une solution sans fil unique pour les applications, à piles compactes avec des exigences strictes sur la vie de la batterie et le coût. L'émetteur-récepteur fonctionne dans la licence libre de la bande des 2,4GHz ISM. Il est spécialement conçu pour deux types d'applications : les périphériques PC et l'application ultra basse puissance. Pour les applications de capteurs, la consommation d'énergie, ultra faible et une gestion avancée de l'alimentation permettent des durées de vie de la batterie jusqu'à plusieurs années.



Voir caractéristiques spécifiques⁴, électriques⁵ et le schéma interne⁶ du module NRF24 (annexe)

Figure 24 : NRF24

4. Partie alimentation

Nous disposons pour l'alimentation de 2 (deux) batteries de 9V chacune pour alimenter la partie émettrice et la partie réceptrice.

III. Programmation du système

1. Organigramme

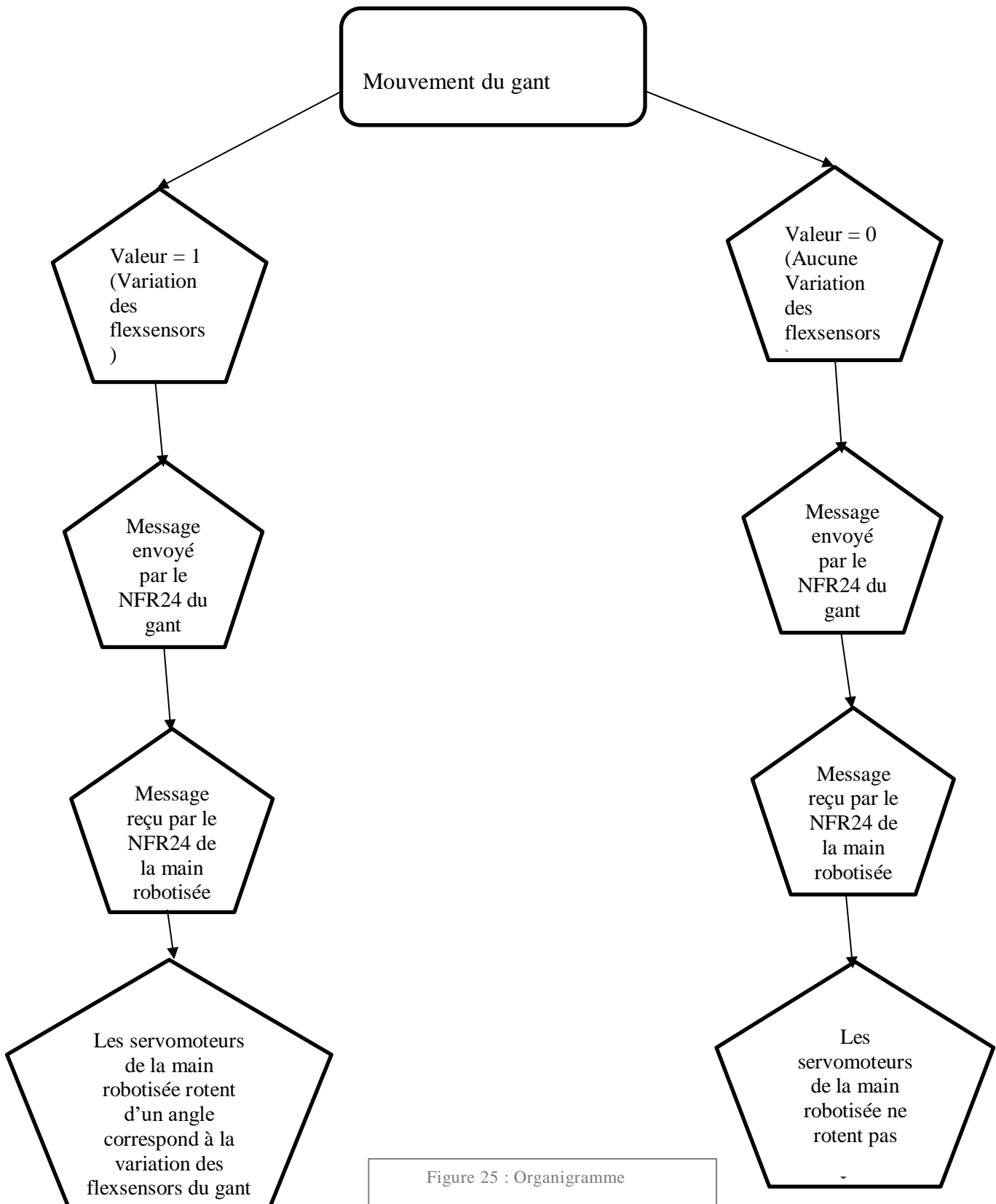


Figure 25 : Organigramme

2. Programme

Dans nos deux blocs nous avons utilisé le logiciel Arduino.

a. Présentation du langage

Le logiciel de programmation des modules Arduino est une application Java, libre et multiplateforme, servant d'éditeur de code et de compilateur, et qui peut transférer le firmware et le programme au travers de la liaison série (RS-232, Bluetooth ou USB selon le module).

b. Langage de programmation

La programmation Arduino est à peu près similaire au langage C. Certains points diffèrent comme au niveau de la présentation du programme qui se divise le programme en deux grosses parties « Setup » et « loop ».

La fonction `setup ()` est appelée au démarrage du programme. Cette fonction est utilisée pour initialiser les variables, le sens des broches, les librairies utilisées. La fonction `setup` n'est exécutée qu'une seule fois, après chaque mise sous tension ou reset (réinitialisation) de la carte Arduino. Cette fonction même vide, est obligatoire dans tous programmes Arduino.

Après avoir créé une fonction `setup ()`, qui initialise et fixe les valeurs de démarrage du programme, la fonction `loop ()` (boucle en anglais) fait exactement ce que son nom suggère et s'exécute en boucle sans fin, permettant à votre programme de s'exécuter et de répondre. Utiliser cette fonction pour contrôler activement la carte Arduino. Cette fonction est obligatoire, même vide, dans tout programme.

c. La structure d'un programme

Un programme Arduino comporte trois parties :

1. La partie déclaration des variables (optionnelle)
2. La partie initialisation et configuration des entrées/sorties : la fonction **`setup ()`**
3. La partie principale qui s'exécute en boucle : la fonction **`loop ()`**

IV. Microcontrôleur ATMEL ATmega328

Dans le premier et le deuxième bloc nous avons utilisé deux cartes Arduino qui possèdent un microcontrôleur ATMEGA. Les microcontrôleurs de la famille ATMEGA en technologie CMOS sont des modèles à 8 bits AVR basés sur l'architecture RISC. En exécutant des instructions dans un cycle d'horloge simple, l'ATMEGA réalise des opérations s'approchant de 1 MIPS par MHZ permettant de réaliser des systèmes à faible consommation électrique et simple au niveau électronique. Dans notre cas nous avons utilisé le ATMEGA 328.

Le microcontrôleur de la carte Arduino UNO est un **ATmega328**. C'est un microcontrôleur ATMEL de la famille AVR 8bits. Les principales caractéristiques sont :

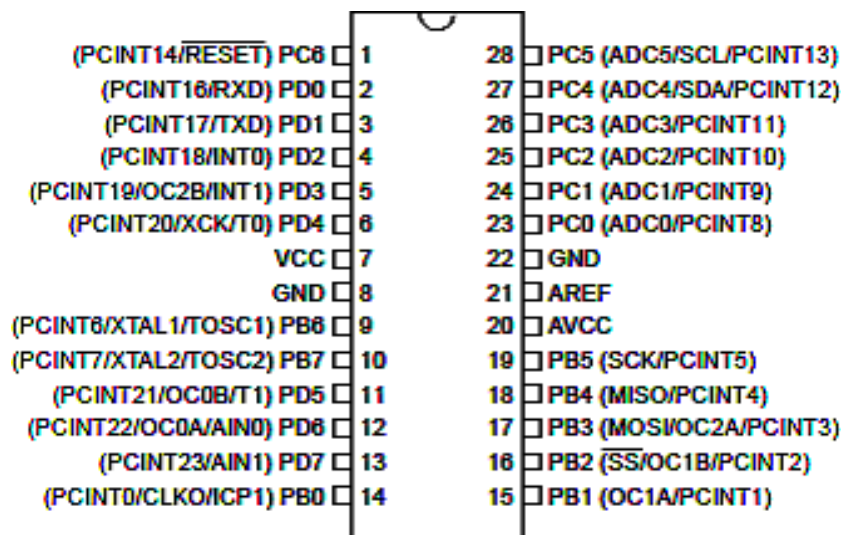


Figure 26 : microcontrôleur ATMEL ATMEGA 328

CONCLUSION

Ce rapport est le résultat d'un travail de recherche dans le domaine de la robotique. Il est consacré à la commande des servomoteurs et des capteurs de force par la carte Arduino. Nous avons exposé quelques généralités sur les robots tout en se basant sur les robots manipulateurs et ce pour objectif de réaliser une main robotisée contrôlée par un gant comme système de commande et ceci à distance. Pour aboutir à cela nous avons partagé le travail en deux étapes. La conception de la main et du gant, ou nous avons spécifié les différents composants nécessaires pour notre prototype et étudié leur structure et leur architecture. La réalisation, dans cette partie nous avons étudié les spécifications de chaque composant utilisé. Nous avons testé la main et inscrit les résultats au cours de ce travail. Comme perspectives futures, nous voulons :

- ❖ Automatiser les mouvements de cette main pour que son fonctionnement soit autonome en rajoutant des capteurs de pression et de présence pour que la main contrôle son articulation.
- ❖ Commandé la main à distance et la faire transporter sur un robot mobile pour un fonctionnement en zones dangereuses.

ANNEXES

1

| Catégorie | Valeur |
|---------------------------------------|--|
| Microcontrôleur | ATmega 168 ou 328 |
| Fréquence d'horloge | 16 MHz |
| Tension de service | 5 V |
| Tension d'entrée (recommandée) | 7-12 V |
| Tension d'entrée (limites) | 6-20 V |
| Ports numériques | 14 entrées et sorties (6 sorties commutables en MLI) |
| Ports analogiques | 8 entrées analogiques |
| Courant maxi. par broche d'E/S (c.c.) | 40 mA |
| Mémoire | ATmega 168 : 16 Ko mémoire Flash 1 Ko SRAM 512 octets d'EEPROM ATmega 328 : 32 Ko mémoire Flash 2 Ko SRAM 1 Ko EEPROM |
| Chargeur d'amorçage | 2 Ko (en mémoire Flash) |
| Interface | USB |
| Dimensions | 1,9 cm × 4,3 cm |
| Prix (approximatif) | 40 € |

Figure 27 : spécifications de la carte Arduino nano

2

| Catégorie | Valeur |
|---------------------------------------|--|
| Microcontrôleur | ATmega 328 |
| Fréquence d'horloge | 16 MHz |
| Tension de service | 5 V |
| Tension d'entrée (recommandée) | 7–12 V |
| Tension d'entrée (limites) | 6-20 V |
| Ports numériques | 14 entrées et sorties (6 sorties commutables en MLI) |
| Ports-analogiques | 6 entrées analogiques |
| Courant maxi. par broche d'E/S (c.c.) | 40 mA |
| Courant maxi. par broche 3,3 V | 50 mA |
| Mémoire | 32 Ko Flash, 2 Ko SRAM, 1 Ko EEPROM |
| Chargeur d'amorçage | 0,5 Ko (en mémoire Flash) |
| Interface | USB |
| Dimensions | 6,86 cm × 5,3 cm |
| Prix (approximatif) | 24 € |

Figure 28 : spécifications de la carte Arduino uno

3 Voici la Fiche technique du servomoteur

- Dimension : 22 mm x 11.5 mm x 22.5 mm
- Poids net : 9 g
- Matériel principale plastique
- Couleur bleu
- Vitesse de fonctionnement : **0,12 secondes / 60 degrés** (4.8V à vide)
- Amplitude de rotation **180°**
- Couple de blocage (4.8V) : 17,5 oz / in (**1 kg/cm**)
- Plage de température : -30 à +60°C
- Dead band width: 7usec
- Tension de fonctionnement : 4V ~ 6V
- Convient pour tout type de jouet radiocommandé, modèle réduit, robots...
- Moteur ~~coreless~~.
- Double roulement à billes
- Fil de connexion 150 mm, connecteur 3 fil standard.

Figure 29 : spécifications du servomoteur

4

| Caractéristiques | |
|-------------------------------|--|
| Bande de fréquence | ISM 2,4 GHz (2,4000 - 2,4835) |
| Sur l'air de débit de données | 250 kbps, 1 Mbps ou 2 Mbps |
| Modulation | GFSK |
| Bande passante du canal | 1MHz pour 2MHz mode 1 Mbps pour le mode 2 Mbps |
| canaux RF | 126 |
| Puissance de sortie | Programmable: 0, -6, -12 ou -18dBm |
| cristal externe | 16MHz ± 60ppm |
| Interface hôte | Haut débit SPI (jusqu'à 8 Mbps) |
| TX et RX FIFOs | 3 32 octets séparés TX et RX FIFOs |
| Matériel couche de liaison | Amélioration ShockBurst™ - assemblage de paquets automatique (préambule, Adresse, CRC) - Détection et validation automatique emballé - longueur de paquet dynamique (1 à 32 octets) - reconnaissance automatique avec une charge utile - Retransmettre automatique - 6 canal de données MultiCiver™ |
| Options de l'emballage | RoHS 4x4mm 20 broches QFN |

Figure 30 : Caractéristiques du NRF24

5

| Caractéristiques électriques | | |
|---|---------|-------|
| Paramètre | Valeur | Unité |
| Tension d'alimentation minimale | 1.9 | V |
| Puissance de sortie maximale | 0 | dBm |
| Débit d'air-données maximum | 2 | mbps |
| Sensibilité à 2Mbps | - 82 | dBm |
| Sensibilité à 1Mbps | - 85 | dBm |
| Sensibilité à 250kbps | - 94 | dBm |
| Courant d'alimentation, TX à 0dBm | 11.3 | mA |
| Le courant d'alimentation, RX à 2Mbps | 13,5 | mA |
| Le courant d'alimentation, RX à 1 Mbps | 13.1 | mA |
| Supplu courant, RX à 250 kbps | 12.6 | mA |
| Courant d'alimentation, mode d'alimentation vers le bas | 900 | n / a |
| Courant d'alimentation, mode veille | 26 | pA |
| Température de fonctionnement | - 40-85 | °C |

Figure 31 : Caractéristiques électriques du NRF24

6

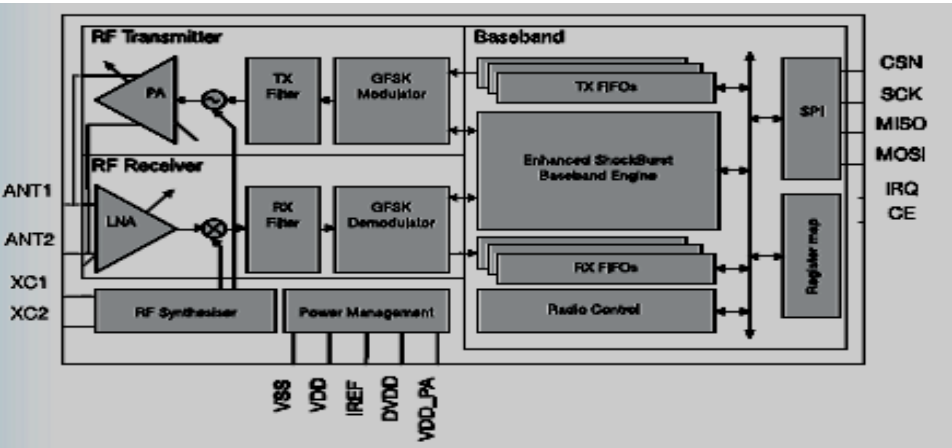


Figure 32 : Schéma interne du NRF24

REFERENCE

Webographie

- ❖ [Degrés de liberté du membre supérieur - Gesundmd.html](http://Gesundmd.html)
- ❖ <https://chirurgie-main-epaule.eu/comment-fonctionne-la-main/>
- ❖ <https://www.cairn.info/revue-staps-2008-3-page-7.html>
- ❖ [Arduino Uno Arduino - Cartes à microcontrôleur | GO TRONIC](#)
- ❖ Réseaux de modules sans fils - moodle.utc.fr

Table de matières

| | |
|--|-----|
| DEDICACE..... | II |
| REMERCIEMENTS..... | III |
| LISTE DES FIGURES..... | V |
| LISTE DES TABLEAUX..... | V |
| AVANT-PROPOS..... | VI |
| RESUME..... | XI |
| ABSTRACT..... | XII |
| INTRODUCTION GENERALE..... | 1 |
| CHAPITRE 1 : ETAT D'ART..... | 2 |
| I. HISTORIQUE ET GENERALITES..... | 2 |
| 1. <i>Historique</i> | 2 |
| 2. <i>Généralités</i> | 4 |
| II. LES DIFFERENTS COMPOSANTS D'UNE STRUCTURE ROBOTIQUE..... | 4 |
| 1. <i>Système mécanique articulé</i> | 4 |
| 2. <i>Système de traitement</i> | 5 |
| III. LES TYPES DE BRAS ROBOTIQUES..... | 6 |
| 1. <i>Mains industrielles</i> | 6 |
| 2. <i>Mains actionnées</i> | 6 |
| 3. <i>Mains sous-actionnées</i> | 7 |
| IV. LES CARACTERISTIQUES DES ROBOTS..... | 7 |
| 1. <i>Autonomie</i> | 7 |
| 2. <i>Environnement</i> | 7 |
| 3. <i>Interactions</i> | 8 |
| V. APPLICATIONS DES MAINS ROBOTISEES..... | 8 |
| 1. <i>La main industrielle</i> | 8 |
| 2. <i>La main militaire</i> | 9 |
| 3. <i>La main médicale</i> | 9 |
| CHAPITRE 2 : CAHIER DE CHARGES..... | 10 |
| I. PROBLEMATIQUE..... | 10 |
| II. OBJECTIF DU PROJET..... | 10 |
| III. DESCRIPTION DU PROJET..... | 10 |
| IV. ANALYSE FONCTIONNELLE..... | 11 |
| 1. <i>Diagramme de bête à cornes</i> | 11 |
| 2. <i>Diagramme de Pieuvre</i> | 12 |
| 3. <i>Diagramme de Fast</i> | 13 |
| V. PERIMETRE DU PROJET..... | 13 |
| 4. <i>Diagramme de Gantt</i> | 14 |
| VI. BUDGETISATION..... | 15 |
| CHAPITRE 3 : ANATOMIE DE LA MAIN ET PROTOTYPE DU GANT..... | 16 |
| I. PHYSIOLOGIE DE LA MAIN..... | 16 |
| II. PROTOTYPE DE LA MAIN ROBOTISEE ET DU GANT..... | 18 |
| III. MECANISME DE FONCTIONNEMENT DE LA MAIN ROBOTISEE..... | 19 |
| CHAPITRE 4 : CONCEPTION DU PROTOTYPE..... | 20 |
| I. SCHEMA SYNOPTIQUE..... | 20 |
| II. DESCRIPTION DES BLOCS DU SCHEMA SYNOPTIQUE..... | 21 |

ETUDE, CONCEPTION ET REALISATION D'UNE MAIN ROBOTISEE CONTROLEE A DISTANCE PAR UN GANT

| | | |
|-------------------------|--|-----------|
| 1. | <i>Partie émettrice (le gant)</i> | 21 |
| 2. | <i>Partie réceptrice du signal</i> | 22 |
| 3. | <i>Transmission wifi</i> | 23 |
| 4. | <i>Partie alimentation</i> | 23 |
| III. | PROGRAMMATION DU SYSTEME | 24 |
| 1. | <i>Organigramme</i> | 24 |
| 2. | <i>Programme</i> | 25 |
| IV. | MICROCONTROLEUR ATMEL ATMEGA328..... | 26 |
| CONCLUSION | | 27 |
| ANNEXES | | 28 |
| REFERENCE | | 31 |